

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології вирощування кукурудзи
і конструкції культиватора для
міжрядного обробітку**

Виконав: студент факультету за спеціальністю
208 «Агроінженерія»

_____ Пушний Віталій Віталійович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

керівник роботи _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “_____” _____ 20__ року

№ _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

АНОТАЦІЯ

Пушний В.В. Удосконалення технології вирощування кукурудзи і конструкції культиватора для міжрядного обробітку/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація рослинництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2023. – 79 с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій вирощування кукурудзи і розроблено технологію вирощування цієї цінної культури для умов і на замовлення селянського фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області. Проведено аналіз конструкції культиваторів і робочих органів для міжрядного обробітку. Запропоновано схему удосконалення конструкції культиватора.

Проведено розрахунки параметрів і розроблена конструкція культиватора та проведені розрахунки режиму роботи агрегату для міжрядного обробітку кукурудзи в господарстві.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні і збиранні кукурудзи і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування удосконалень на практиці становить 1857155 грн., а затрати на розробку і впровадження окупаються протягом першого року використання.

Ключові слова: кукурудза, технологія, міжрядний обробіток, культиватор, параметри, режим роботи, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА.	9
1.1 Вибір попередників.	9
1.2 Обробіток ґрунту.	10
1.3 Застосування добрив і оптимізація агрофону живлення.	12
1.4 Вплив строків сівби на урожай зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості.	14
1.5 Вплив густоти рослин на урожай зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості.	15
1.6 Застосування біологічно-активних речовин на посівах кукурудзи.	17
1.7 Боротьба із забур'яненістю посівів.	18
1.8 Захист посівів кукурудзи від хвороб та шкідників.	21
1.9 Збирання врожаю.	22
2 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КУЛЬТИВАТОРІВ ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.	24
3 ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРА.	33
4 РОЗРАХУНОК УДОСКОНАЛЕНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ КУКУРУДЗИ.	38
4.1 Вибір трактора із умов поздовжньої стійкості агрегату.	38
4.2 Перевірка агрегату на поперечну стійкість.	41
4.3 Розрахунок пружини підвіски культиватора.	43
5 РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ.	46
5.1 Розрахунок показників операційної технології міжрядного обробітку посівів кукурудзи.	46
5.2 Тяговий розрахунок агрегату.	48
5.3 Кінематика агрегату.	53
5.4 Розрахунок продуктивності агрегату.	55
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.	58
6.1 Організація робіт з охорони праці.	58
6.2 Вимоги безпеки до удосконаленого культиватора КОЗР-5,6.	59
6.3 Розрахунок транспортного пристрою культиватора.	61
7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	65
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	73
Д О Д А Т К И.	76

ВСТУП

До війни кукурудза займала величезні площі українських ланів. Так, відповідно до статистичних даних, у 2005–2006 рр. посівні площі кукурудзи в Україні становили 1,66–1,72 млн. га, а в 2011 р. – збільшилися більш як удвічі до 3,54 млн. га. У 2012 році посівні площі під кукурудзою зросли ще додатково на 0,9 млн. га. Така тенденція зумовлена, по-перше, підвищенням світового попиту на цю культуру, по-друге, зросло значення нашої країни у контексті світового виробництва цієї зернової культури: протягом останніх довоєнних років Україна входила до п'ятірки найбільших світових виробників кукурудзи. Так у 2011-му році Україна посіла друге місце серед світових експортерів цієї культури [1 - 6].

Війна завдала значних збитків і аграрному сектору економіки. За різними підрахунками на сьогодні величина збитків становить 35-40 млрд. доларів США. А складнощі з експортом продукції, в першу чергу зерна, призвели до катастрофічного падіння цін на зерно на внутрішньому ринку і значне скорочення посівів зернових культур і в тому числі і кукурудзи [7, 8].

Кукурудза - одна з найцінніших кормових культур. За врожайністю зерна вона перевищує всі зернові культури. Зерно використовується на продовольчі цілі (20%), технічні (15-20%) і на фуражні (60-65%). За вмістом кормових одиниць зерно кукурудзи переважає овес, ячмінь, жито. Кілограм його містить 1,34 кормової одиниці, 78 г перетравного протеїну. Протеїн представлений неповноцінним зеїном і глютеїном, тому згодувати зерно слід у суміші з високопротеїновими кормами. У зерні кукурудзи 65-70% вуглеводів, 9-12% білка, 4-8% рослинної олії (у зародку до 40%) і лише близько 2% клітковини. Містяться вітаміни А, В_р В₂, В₆, Е, С, незамінні амінокислоти, мінеральні солі і мікроелементи. Вміст білка невисокий, він дефіцитний за деякими незамінними амінокислотами, особливо за вмістом лізину і триптофану [9].

Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчого, кормового і технічного використання. У країнах світу для продовольчих потреб використовується приблизно 20 % зерна кукурудзи, для технічних 15-20, на корм худобі 60-65 % (рис. 1, 2). В ЄС для продовольчих потреб - 20 %, для технічних - 18 %, на корм худобі - 72 %.

Кукурудза на зерно за середньої врожайності 60 ц/га разом з побічною продукцією (стеблами, листками) забезпечує вихід з 1 га понад 6,5 тис. кормових одиниць і до 400 кг перетравного протеїну (що дорівнює 75 тис. МДж обмінної енергії). Це значно більше порівняно з іншими зерновими культурами.

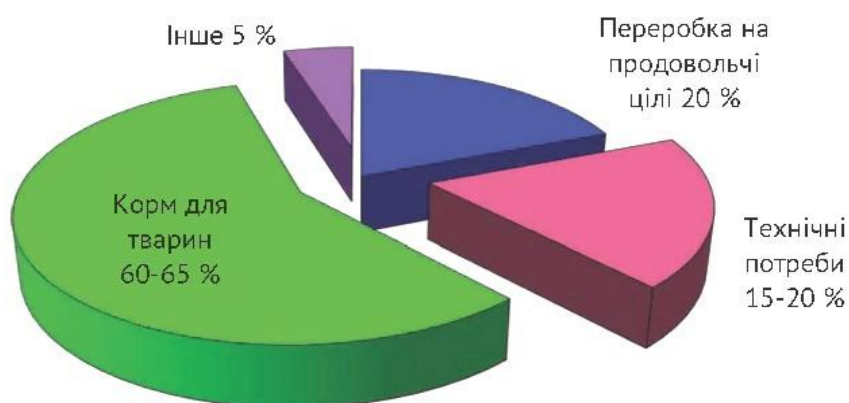


Рисунок 1 - Сфери використання кукурудзи на зерно в світі (за даними ФАО)

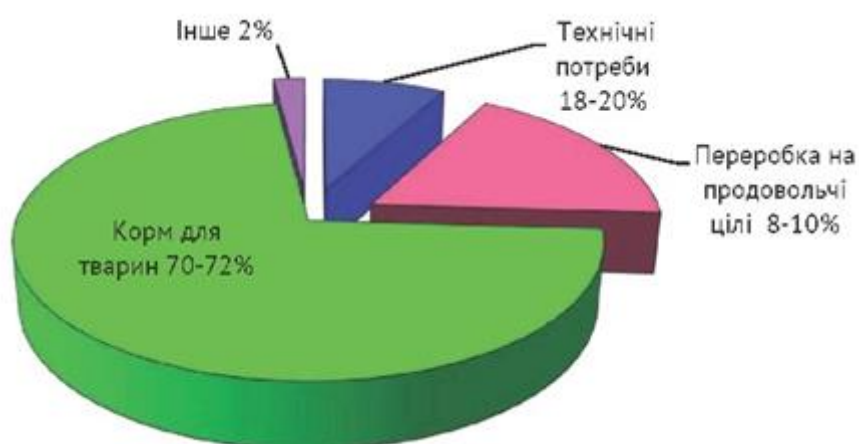


Рисунок 2 - Сфери використання кукурудзи на зерно в Європі (за даними ФАО)

Кукурудза має підвищені вимоги до вологи, тепла, світла, поживних речовин та інших факторів навколишнього середовища. Її гібриди значно відрізняються за вегетаційним періодом, звідси і різні вимоги до вищевказаних факторів. При застосуванні агротехнічних прийомів з урахуванням ґрунтово-кліматичних особливостей зони, екологічних вимог, кукурудза забезпечує отримання максимального врожаю.

Метою дипломної роботи є удосконалення технології вирощування кукурудзи в умовах товариства з обмеженої відповідальністю «Дубрава» Магдалинівського району Дніпропетровської області з використанням удосконаленого культиватора КОЗР-5,6.

1 УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ДЛЯ УМОВ ГОСПОДАРСТВА

Вибір напрямку удосконалення технології вирощування кукурудзи проводимо на основі аналізу науково-технічної літератури і умов господарства з врахуванням удосконалення конструкції просапного культиватора і його застосування в господарстві.

1.1 Вибір попередників

При оцінці попередників кукурудзи важливе значення має фітосанітарний стан посівів культури (забур'яненість посівів та ураженість хворобами). Для підвищення ефективності використання землі в структурі посівних площ сучасних сівозмін вводяться високопродуктивні зернові культури, серед яких значну частку займає кукурудза.

Серед найпоширеніших попередників кукурудзи найбільше висушують кореневмісний шар ґрунту рослини буряків цукрових, тому й запаси ґрунтової вологи у більшості випадків залишаються після цього попередника на час сівби кукурудзи найменшими. Так, у стаціонарному досліді Дніпропетровського державного аграрного університету доступної вологи в півтораметровому шарі ґрунту на час сівби кукурудзи після пшениці озимої, гороху, кукурудзи на силос і кукурудзи на зерно становили відповідно 215, 215, 222 і 219 мм, а після буряків цукрових - лише 205 мм. Крім цього, з наведених даних видно, що кращі умови вологозабезпечення посівів є в повторних посівах кукурудзи. Останнє підтверджується і дослідженнями інших дослідників, згідно з якими на час сівби кукурудзи запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0–100 см при повторному вирощуванні її в середньому за 10 років були на 14 мм більшими порівняно з ланкою, де кукурудза розміщувалась після одного з найкращих попередників - пшениці озимої.

Про значне зниження урожайності кукурудзи в повторних посівах свідчать дані кафедри загального землеробства Уманського ДАУ [2]. Якщо

різниця між урожайністю кукурудзи, розміщеної після гороху, ячменю та буряків цукрових за три роки досліджень не перевищувала 0,08–0,39 т/га, то в повторних посівах урожайність кукурудзи проти перелічених попередників знижувалась від 0,53 до 0,92 т/га.

Попередники кукурудзи мають великий вплив на забур'яненість посівів. У дослідях Інституту зернового господарства НААН в посівах кукурудзи після пшениці озимої і буряків цукрових у середньому за 10 років налічувалось на 1 м² відповідно 10 і 15 шт. бур'янів, то після кукурудзи їх чисельність зроста до 43 шт., або збільшувалась утрое-четверо [3].

Різне місце кукурудзи в сівозміні позначалося і на інших елементах фітосанітарного стану її посівів - ураженість рослин кукурудзяним метеликом і пухирчастою сажкою, так само і повторні посіви. Так, якщо ураженість рослин кукурудзи пухирчастою сажкою при розміщенні її після буряків цукрових становила 2,15 %, то в повторному посіві вона вже піднімалась до 4,78 %, а на третій рік повторного вирощування - до 6,12 %. Це ж стосується ушкодження рослин кукурудзи кукурудзяним метеликом, частка яких у названих варіантах сягала відповідно 6,8, 10,2 і 12,8 % у середньому за 6 років досліджень.

Таким чином, у районах недостатнього зволоження кукурудзу на зерно та силос можна розміщувати після пшениці озимої або кукурудзи.

1.2 Обробіток ґрунту

У сучасних технологіях вирощування кукурудзи важлива роль належить обробітку ґрунту, удобренню та догляду за посівами, які створюють сприятливі агрофізичні умови у ґрунті, стабілізують фітосанітарний стан посіву, забезпечують необхідними передумовами для ефективної дії добрив, засобів захисту рослин та інших факторів інтенсифікації. Особлива їх роль тут полягає у можливостях зменшення пестицидного навантаження, або навіть заміни останнього за умов двофазного обробітку, коли глибокі розпушування переносяться на початок вегетації як прийоми догляду, створюють певні

переваги у формуванні конкурентних відносин з бур'янами на початкових етапах органогенезу.

При вивченні різних способів обробітку ґрунту найсприятливіші умови для росту і розвитку культурних рослин створювалися на варіанті полицево-чизельного основного обробітку із застосуванням гербіцидів. При цьому врожайність зеленої маси кукурудзи зросла на 0,18 т/га і зерна на 0,56 т/га. Застосування тільки безполицевих обробітків зумовило істотне зниження урожайності, вищий рівень забур'яненості та погіршення фізичних властивостей ґрунту.

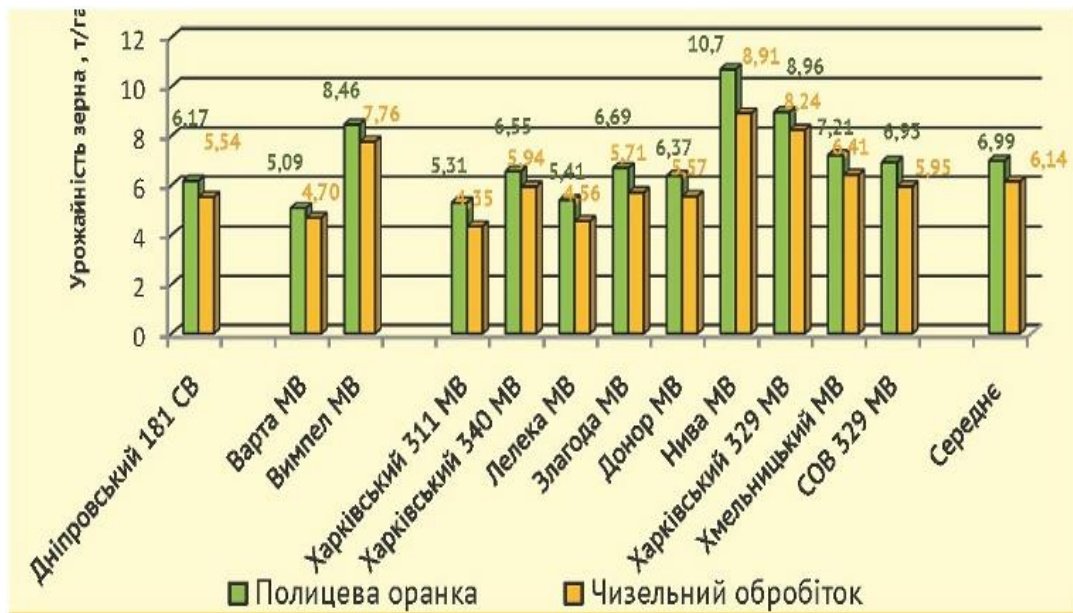
В економічному аспекті слід враховувати, що в сучасних умовах в господарстві потенційна забур'яненість полів дуже висока, а витрати на оранку і механізовані прийоми з догляду за посівами в 5–10 разів менші, ніж на застосування ефективних і коштовних гербіцидів. Тому відмова від оранки поки що передчасна, бо це питання носить, на наш погляд, суперечливий характер.

За даними Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, застосування безполицевого обробітку ґрунту, в порівнянні з полицевою оранкою, призводило до зменшення урожайності зерна більшості гібридів кукурудзи. Чизельний обробіток ґрунту сприяв зменшенню урожайності в середньому по гібридах на 0,85 т/га (рис. 1.1).

Максимальне зниження врожаю зерна за рахунок застосування чизельного обробітку ґрунту було відмічено у гібридів: Харківський 311 МВ (на 0,96 т/га), Злагода МВ (на 0,98 т/га), Нива МВ (на 1,79 т/га) та СОВ 329 (на 0,97 т/га). Слід відмітити, що середньостиглі гібриди кукурудзи значною мірою знижували урожайність від застосування безполицевого обробітку ґрунту. Таким чином, встановлено, що кращим обробітком ґрунту для вирощування сучасних гібридів кукурудзи є оранка.

За систематичного обробітку ґрунту впродовж чотирьох ротацій безполицевий сприяв зростанню кількості бур'янів порівняно з полицевою оранкою. Для зменшення забур'яненості посівів кукурудзи на дослідному полі

використовували засоби захисту рослин (перед сівбою у фазі 3–5 листків та у фазі 7–9 листків), що внесені в перелік пестицидів, дозволених для використання на території України.



Рисунк 1.1 - Урожайність гібридів кукурудзи, залежно від способів основного обробітку ґрунту, т/га

1.3 Застосування добрив і оптимізація агрофону живлення

Сучасне застосування системи добрив засноване на врахуванні ґрунтово-кліматичних умов та біологічних потреб рослин. Зокрема, дослідження із застосування мінеральних добрив на кукурудзі охоплюють вплив їх на ріст та розвиток рослин, способи внесення добрив, дози та співвідношення поживних речовин та сортової реакції.

Ефективність добрив визначається складним комплексом умов: кліматичними та погодними умовами, рівнем родючості ґрунту, біологічними особливостями сільськогосподарських культур, їх сортів чи гібридів, агротехнікою, способами, строками, кількістю та якістю внесених добрив. Останнє має вирішальне значення. Погодні умови впливають як на кількість доступних поживних речовин у ґрунті, так і безпосередньо на дію добрив на рослини.

Зменшення запасів продуктивної вологи в ґрунті за період вегетації

зернових культур на 10 мм знижує ефективність добрив у середньому на 0,01–0,02 т/га.

Кукурудза вимагає підвищеного мінерального живлення, що пов'язано передусім із довгим вегетаційним періодом та властивістю рослини засвоювати поживні речовини до самого завершення дозрівання зерна. На формування урожаю 5,0–6,0 т/га кукурудза виносить з ґрунту у середньому 130–150 кг азоту, 50–60 кг фосфору та 130 кг калію.

Дози мінеральних добрив розраховують балансовим методом під запланований урожай із урахуванням фактичної родючості ґрунту та встановлених нормативів споживання поживних речовин на формування 1 т зерна: азоту - 25 кг, фосфору - 12 кг, калію - 25 кг.

Кращий строк внесення мінеральних добрив - восени під основний обробіток ґрунту. У цей спосіб добрива більш рівномірно розповсюджуються по профілю орного шару ґрунту. Але перенесення частини добрив (25–33 %) з основного удобрення у припосівне і в підживлення не знижує продуктивності кукурудзи. Особливо це стосується зон достатнього зволоження, де осіннє внесення азотних добрив супроводжується вимиванням їх опадами в більш глибокі горизонти ґрунту.

Відмінність впливу мінеральних добрив і гною на запаси гумусу в ґрунті зумовлена переважно неоднаковою кількістю та якістю органічної речовини, що заорюється; при застосуванні мінеральних добрив це органічна речовина корневих і пожнивних залишків, створюваних додатковим врожаєм, а у випадку застосування гною до них приєднується і органічна речовина самого гною. В порівнянні з ґрунтом неудобрених ділянок і гній, і мінеральні добрива, збагачують ґрунт поживними речовинами. Найбільш суттєве підвищення родючості чорнозему створюється при систематичному сумісному внесенню в сівозміні гною та мінеральних добрив. Покращення умов живлення рослин під впливом добрив сприяло збільшенню продуктивності сівозміни.

1.4 Вплив строків сівби на урожай зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості

У технології вирощування кукурудзи виключно важливе значення мають строки сівби. Від них залежать умови росту і розвитку рослин кукурудзи, повнота, дружність і своєчасність сходів, а також рівень урожаю. При виборі строків сівби в усіх зонах треба враховувати зональні особливості, темпи наростання температур повітря і ґрунту навесні, їх рівномірність, строки і частоту заморозків, загальну тривалість безморозного періоду, а також біологічні властивості вирощуваних гібридів та інші фактори. Отже, практичне вирішення питання про строки сівби кукурудзи завжди необхідно узгоджувати з умовами, які складаються у весняний період.

Кукурудза належить до пізніх ярих культур, сіють її пізніше, ніж ранні ярі - пшеницю, ячмінь і овес. Це пояснюється тим, що для нормального проростання кукурудза потребує вищих температур, ніж ранні ярі культури.

Мінімальною температурою проростання насіння кукурудзи є 8–10 °С, а мінімальною температурою появи сходів - 10–11 °С. Рання сівба в холодний перезволожений ґрунт призводить до загибелі насіння та зрідження сходів. На підставі наявного досвіду кращим терміном для посіву вважаються настання стійкої середньої добової температури повітря 13 °С. Найбільш сприятлива температура для росту рослин 25–30 °С до фази цвітіння волоті, вище, ніж у зернових колосових культур (20–25 °С). Сума біологічно активних температур, необхідних для дозрівання скоростиглих гібридів, становить 1800–2000 °С, середньо і ранньостиглих - 2300–2600 °С, пізньостиглих - 3000–3200 °С.

В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН вивчали вплив строків сівби на рівень урожайності 5 гібридів кукурудзи. Встановлено, що строки сівби суттєво впливали на урожай зерна кукурудзи. Гібриди кукурудзи Лелека МВ, Донор МВ та Злагода МВ найбільшу урожайність формували за раннього строку сівби: 6,69; 8,29 та 5,98 т/га відповідно. Для гібридів Вимпел МВ та Варта МВ кращим строком сівби був оптимальний з урожайністю 7,09 та 5,48 т/га відповідно (рис. 1.2).

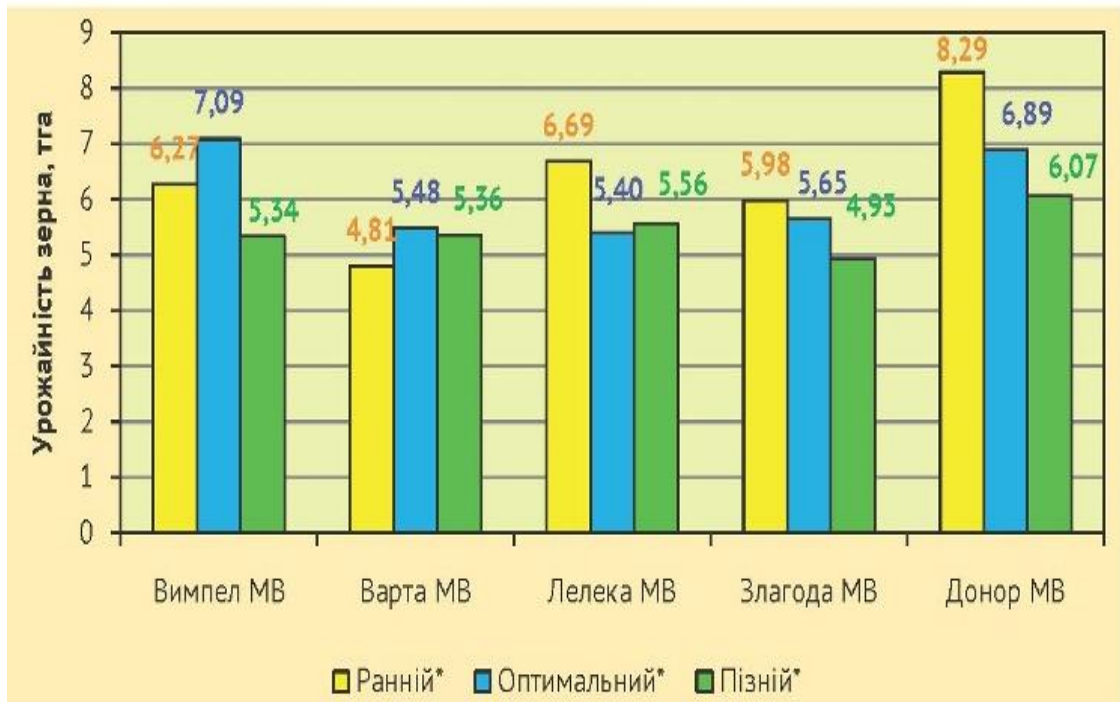


Рисунок 1.2 - Урожайність гібридів кукурудзи, залежно від строку сівби:
 ранній - III декада квітня; оптимальний - I декада травня;
 пізній - II декада травня, т/га

Із наведених даних можна зробити висновок, якщо висівати насіння гібридів у більш ранній строк, то польова схожість знижується, і є вірогідність потрапляння сходів в останні весняні заморозки, які можуть зашкодити нормальному росту і розвитку рослин, що також призводить до зменшення схожості, і врешті-решт - до зниження рівня врожайності.

При затягненні строків сівби подовжується вегетаційний період, і є вірогідність того, що рослини можуть потрапити в перші осінні заморозки і при збиранні матимуть високу вологість зерна, що потребує додаткових витрат коштів на досушування зерна.

1.5 Вплив густоти рослин на урожай зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості

Відомо, що формування продуктивного стеблостою є першою сходинкою реалізації врожаю та значною мірою визначається густотою

рослин та сортовими особливостями.

Сучасні гібриди різних груп стиглості мають неоднакову реакцію на густоту рослин, яка обумовлена погодними умовами, забезпеченістю ґрунту елементами мінерального живлення, вологою, засміченістю бур'янами та іншими факторами. В зв'язку з правильним вибором густоти рослин, залежно від біологічних особливостей гібридів та агроекологічних умов вирощування, є відповідальним компонентом сучасної технології вирощування кукурудзи.

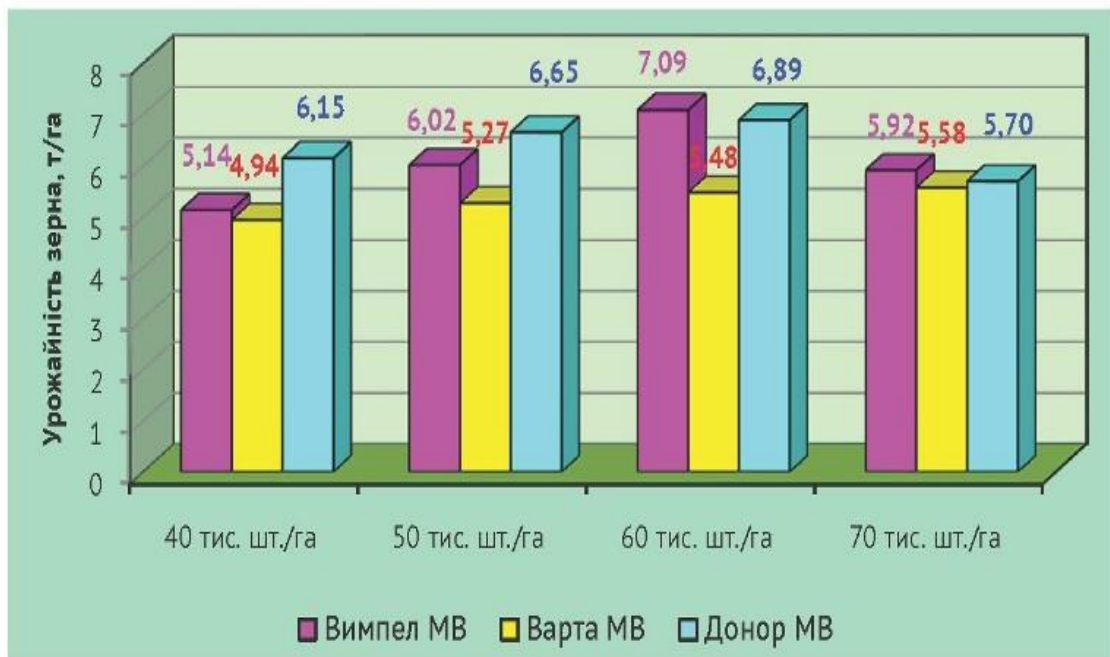


Рисунок 1.3 - Урожайність гібридів кукурудзи, залежно від густоти посіву рослин, т/га

В Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН вплив густоти рослин на урожайність кукурудзи вивчали на трьох гібридах (рис. 2.3).

Встановлено, що кращою густотою рослин для формування урожайності гібридів Вимпел МВ та Донор МВ була 60 тис. шт./га (7,09 т/га та 6,89 т/га), а для гібрида Варта - 70 тис. шт./га (5,58 т/га). Зниження урожайності у гібридів Вимпел МВ та Варта МВ відмічено за густоти рослин 40 тис. шт./га (5,14 т/га та 4,94 т/га), а у гібрида Донор - 70 тис. шт./га (5,70 т/га).

Відтак, при визначенні густоти рослин необхідно враховувати перш за все гібридну специфіку реакції на густоту, залежно від умов вирощування.

1.6 Застосування біологічно-активних речовин на посівах кукурудзи

Вчені Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН проводили дослідження з вивчення впливу торф'яного гумату калію на рівень урожайності кукурудзи на зерно. Це рідкі водорозчинні висококонцентровані екстракти на основі калієвих солей гумінових та фульвових кислот, отриманих з природної сировини - низинного торфу. Гумат калію є комплексним органомінеральним добривом, який містить у собі широкий набір біологічно активних з'єднань: амінокислоти, пептиди, вітаміни, вуглеводи, органічні кислоти, природні антибіотики, біостимулятори росту, а також макро- і мікроелементи у доступній формі для рослин. Він не містить шкідливих домішок та баластних речовин. За концентрацією поживних елементів, катіонно-аніонним складом і реакцією на середовище є фізіологічно зрівноваженим розчином і максимально відповідає вимогам щодо оптимізації умов мінерального живлення рослин.

У наших дослідженнях вивчали три варіанти: контроль - без обробки препаратом; обробка насінневого матеріалу (0,25 л/т); обробка насінневого матеріалу (0,25 л/т) + обприскування посіву у фазі 3–5 листків (0,4 л/га).

За результатами досліджень встановлено, що в середньому за 2009–2010 рр. найбільша прибавка врожайності (0,72 т/га) на фоні без добрив відмічена на варіанті, що поєднував обробку насінневого матеріалу та обприскування посіву у фазі 3–5 листків. У варіанті, де гумат калію застосовувався лише для обробки насінневого матеріалу, прибавка врожайності становила 0,28 т/га (табл. 1.1).

В цілому у досліді найбільшу прибавку врожайності (0,80 т/га) зерна кукурудзи одержано у варіанті, де на фоні внесення повної дози добрив (гній 30 т/га + $N_{60}P_{60}K_{60}$) застосовували обробку насінневого матеріалу та обприскування посіву у фазі 3–5 листків. На варіанті з обробкою насінневого матеріалу (0,25 л/т) найбільшу прибавку врожайності (0,42 т/га) одержано на цьому ж фоні. Отже, застосовувати гумат калію на посівах кукурудзи слід

шляхом поєднання обробки насіння та обприскування посівів у фазі 3–5 листків.

Таблиця 1.1 - Урожайність гібрида кукурудзи Варта МВ, залежно від фону живлення та обробки гуматом калію, т/га

Варіант (А)	Фони живлення (В)				Середнє
	без добрив	гній 30 т/га (фон)	фон + N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	фон + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	
1	4,54	4,94	7,35	5,09	6,99
2	4,68	5,21	7,58	5,51	7,45
3	5,26	5,52	7,71	5,89	7,75
Прибавка від обробки насіння	0,14	0,26	0,23	0,42	0,46
Прибавка від обробки насіння та посіву	0,72	0,58	0,36	0,80	0,76
НІР ₀₅ за факторами: А – 0,27 т/га, В – 0,31 т/га, АВ – 0,54 т/га,					

Примітка. 1 - контроль без обробки; 2 - обробка насіннєвого матеріалу; 3 - обробка насіннєвого матеріалу + обприскування посіву у фазі 3–5 листа

1.7 Боротьба із забур'яненістю посівів

Бур'яни завдають значних втрат урожаю зерна та силосній масі кукурудзи. Згідно з узагальненнями багаторічних досліджень Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, кожен центнер сирої маси бур'янів спричиняє втрати 28 кг зерна і 134 кг зеленої маси цієї культури.

Бур'яни знижують кількість та якість врожаю, оскільки конкурують із культурними рослинами за освітленість, поживні речовини й ґрунтову вологу. Переваги бур'янів над культурними рослинами в конкуренції за фактори життя полягають у високій насіннєвій продуктивності, кращому пристосуванню до зовнішніх умов, різноманітні біологічних особливостей насіння і органів вегетативного розмноження.

Значна складність у викоріненні бур'янів з орних земель полягає у високій потенційній забур'яненості ґрунту насінням цієї групи шкідливих організмів. Згідно з узагальненими багаторічними даними на полях, відведених під кукурудзу, у верхньому 10-сантиметровому шарі ґрунту кількість насіння бур'янів у середньому по регіону становить 2782 шт./м², або майже 28 млн./га. У загальній потенційній забур'яненості ґрунту майже 40 % припадає на насіння злакових просовидних бур'янів, а 24,3 % - на щиріцу звичайну. Значно менше, в межах 6–8 %, було насіння лободи білої, гірчака розлогого і фалопії березковидної. Кількість насіння інших видів бур'янів була ще меншою.

Багаторічні дослідження показали, що із загального числа цілого насіння, що знаходиться у шарі ґрунту 0–10 см, близько 17 % може розвинути у вегетуючі рослини, тобто з потенційної забур'яненості реалізуватись у фактичну. Решта ж насіння втратила життєздатність; знаходиться у стані спокою; проросла, але загинула в силу різних причин на ранніх етапах органогенезу.

За результатами наших досліджень встановлено, що при глибокій передпосівній культивуванні та глибині загортання насіння кукурудзи на 9–10 см затримується поява сходів культури, знижується їх конкурентоспроможність відносно бур'янів. При такій глибині сівби зростає маса малорічних бур'янів на 17 % і знижується урожай зерна на 0,34 т/га порівняно з варіантом, де глибина загортання насіння становила 6–7 см.

При безгербіцидній технології вирощування кукурудзи основними заходами контролювання бур'янів є механічні, насамперед боронування і міжрядні обробітки посівів. Боронування є простим, але достатньо ефективним прийомом боротьби з бур'янами. Чим важча борона, тим на більшу глибину вона розпушує ґрунт і знищує більше бур'янів.

Залежно від температури повітря й вологості ґрунту тривалість періоду від посіву до появи сходів кукурудзи може коливатись у межах 10–25 днів. Тому в досходовий період можливо провести одне-два і навіть три

боронування. Залежно від стану забур'яненості поля у посівах кукурудзи проводять від 1 до 3 міжрядних обробітків.

За результатами досліджень Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН встановлено ефективність окремих заходів боротьби з бур'янами (табл. 1.2). При застосуванні гербіцидів у досходовий період відсоток загибелі злакових однорічних і дводольних малорічних бур'янів на час збирання урожаю був більшим, ніж при внесенні їх під передпосівну культивуацію. За всіх строків внесення ґрунтових гербіцидів злакові однорічні бур'яни контролювались краще, ніж дводольні малорічні. При внесенні ґрунтових гербіцидів під передпосівну культивуацію приріст урожаю зерна кукурудзи порівняно з контролем був більшим, ніж при досходовому їх внесенні.

При значній кількості злакових і коренепаросткових бур'янів на полі, відведеному під кукурудзу, неможливо обійтися без допомоги гербіцидів. Система застосування гербіцидів у посівах кукурудзи передбачає внесення ґрунтових і післясходових препаратів.

За останні роки зросло виробництво ґрунтових гербіцидів, дозволених до використання у посівах кукурудзи. Змінився їх хімічний склад та асортимент, виключено токсичні для людини та навколишнього середовища препарати. Наразі для знищення бур'янів у посівах кукурудзи можна застосовувати ґрунтові гербіциди, які не потребують загортання у ґрунт. Використання ґрунтових препаратів зручне тим, що їх можна вносити в період, коли немає великого навантаження на обприскувачі. Основними недоліками ґрунтових гербіцидів є те, що вони проявляють активність лише при наявності достатньої кількості вологи в ґрунті, на їх дію впливає реакція ґрунтового розчину, механічний склад, вміст гумусу. Активність ґрунтових гербіцидів поступово знижується під дією мікроорганізмів ґрунту.

Економічно обґрунтованим порогом доцільності застосування ґрунтових гербіцидів у посівах кукурудзи є наявність не менше 400 шт./м² насіння злакових бур'янів у 10-сантиметровому шарі ґрунту. Більшість ґрунтових гербіцидів можуть застосовуватись як до посіву, під передпосівну

культивувацію, так і після нього, але до появи сходів культури. За результатами наших досліджень встановлено, що більший відсоток зниження маси бур'янів був за внесення гербіцидів під передпосівну культивувацію.

Таблиця 1.2 - Ефективність окремих прийомів боротьби з бур'янами в період догляду за посівами

Прийоми	% знищення бур'янів
Досходове боронування	41
Післясходове боронування у фазі 2–3 листків у кукурудзи	49
Післясходове боронування у фазі 4–5 листків у кукурудзи	42
Досходове і післясходове боронування	68
Знищення бур'янів прополочними борінками при міжрядному обробітку	57
Міжрядний обробіток	50
Обгортання рядків при міжрядному обробітку	60

Вирішення проблеми забур'яненості посівів кукурудзи неможливе без застосування вискоелективних і різних за механізмом дії післясходових гербіцидів. Практика світового землеробства віддає перевагу саме їм. Ці препарати використовують під час вегетації культури, що дає можливість проводити хімічне прополювання з урахуванням чисельності і видового складу бур'янів, виходячи з їх екологічно та економічно обґрунтованого порогу шкідливості. Також післясходове застосування гербіцидів вигідне тим, що його ефективність не залежить від ґрунтових відмінностей і можливе поєднання захисту від бур'янів, шкідників і хвороб.

1.8 Захист посівів кукурудзи від хвороб та шкідників

Серед основних запобіжних заходів боротьби з хворобами і шкідниками кукурудзи є вибір гібрида. Більшість гібридів кукурудзи, які занесені в Реєстр сортів рослин України й рекомендовані до вирощування в господарствах Лісостепу та Північного Степу Лівобережжя, досить стійкі до вилягання, летючої та пухирчастої сажок, стеблових гнилей і стеблового метелика.

Але основним захистом кукурудзи від хвороб і шкідників слід вважати генетично обумовлену стійкість гібридів та хімічний захист посівів. Для одержання максимальної ефективності від хімічних засобів захисту рослин дуже важливо застосовувати їх за фітофенологічним принципом при чисельності шкідників і розповсюдженості хвороб вище ЕПШ.

Велике значення для боротьби з хворобами і шкідниками кукурудзи має протруювання насіння перед посівом. Для сівби використовують високоякісне насіння, яке за сортовою чистотою, типовістю, енергією проростання, а також схожістю відповідає державному стандарту. Препарати фунгіцидної дії захищають висіяне насіння, проростки та сходи від комплексу хвороб, інсектицидної дії - від пошкодження висіяного насіння, проростків і сходів ґрунтовими та наземними шкідливими комахами.

Протруювання насіння здійснюють на насінневих заводах або в господарствах, використовуючи спеціальні машини (протруювачі) чи бетономішалки. При застосуванні препаратів тільки фунгіцидної дії (0,2–3,0 л/т) витрачають на 1 т насіння води 5–8 л, робочої рідини - 8–10 л.

1.9 Збирання врожаю

У виробництві кукурудзу на зерно збирають у качанах без їх обмолочування і з обмолочуванням. У качанах з їх одночасним доочищенням або з доочищенням на стаціонарі кукурудзу починають збирати при вологості зерна не більше 35 - 40 % кукурудзозбиральними комбайнами КСКУ-6А, КСКУ-6, ККП-3; без качанів – при вологості зерна 30% зерновими комбайнами СК-5 з пристосуванням ППК-4 або зернозбиральними комбайнами «ДОН-1500» з пристосуванням КМД-6.

Збирають кукурудзу також комбайном «ДОН-1500» при підвищеній вологості зерна (35-40%) із спеціальним пристосуванням ПДК-10 для одержання подрібненої зерно-стрижневої суміші. Зібрані і подрібнені качани закладають у траншеї, на дно яких кладуть шар соломи 20 - 30см, а стінки обкладають поліетиленовими плівками. Подрібнену масу при закладанні у

траншеї ущільнюють, а після заповнення трамбують і герметизують плівкою з шаром соломи.

Зібране вологе зерно при зберіганні в траншеях, устелених плівками, консервують з додаванням спеціальних консервантів. Зерно для комбікормової промисловості, на насіння і для інших господарських потреб висушують на зерноочисних агрегатах та комплексах ЗАВ-25, ЗАВ-40, ЗАВ-50, КЗС-50, КЗС-25Ш або на площадках активного вентилявання до вологості 15- 16 %. Качани з вологістю зерна не менше 28% добре зберігаються у сапетках, на горищах.

Кукурудзу на силос збирають силосозбиральними комбайнами (КСК-100, Е-200, КСС-2,6, Е-281 та ін.) у молочно-восковій стиглості. Подрібнену масу силосують, інтенсивно утрамбовують у траншеях і вкривають соломною. При збиранні у восковій стиглості застосовують комбайни, які подрібнюють масу на відрізки 0,7 — 0,8 см («Полісся», Дон-1500 та ін.).

2 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ КУЛЬТИВАТОРІВ ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

В Україні для міжрядного обробітку кукурудзи використовуються просапні культиватори як вітчизняного, так і закордонного виробництва. В залежності від технології вирощування, рядності сівалок і типу тракторів з якими вони агрегатуються культиватори бувають різної ширини захвату і комплектуються різними наборами робочих органів для обробітку посівів в залежності від строків вегетації і стану рослин.

Наведемо коротку технічну характеристику культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту. Культиватор-рослинопідживлювач начіпний КРН-4,2 (рис. 2.1) призначений для передпосівного обробітку ґрунту, догляду за посівами кукурудзи, соняшника та інших просапних культур, посіяних з міжряддями 60 або 70 см.

До комплекту культиватора КРН-4,2 належать такі робочі органи, як плоскорізальні однобічні лапи з шириною захвату 165 мм – 14шт. (7 лівих і 7 правих), стрілочасті плоскорізальні лапи з шириною захвату 270 мм – 7 шт., розпушувальні зуби – 19 шт., підживлювальні ножі – 12 шт. Культиватор можна комплектувати обертовими голчастими дисками для обробітку рядків і захисних зон.

Культиватор - рослинопідживлювач КРН-4,2А комплектують додатково борознорізом, а КРН-4,2Б – підгортачами. Якщо культиватор КРН-4,2 використовують для суцільного передпосівного обробітку, його обладнують пристроєм КРН-60. Агрегатують з тракторами класу 0,9 і 1,4.

Культиватор-рослинопідживлювач начіпний КРН-4.2Г призначений для догляду за посівами просапних культур, посіяних шестирядними сівалками з міжряддями 70 см, за картоплею, посадженою шестирядними саджалками з міжряддями відповідно 90 та 60 см. Культиватор комплектують

долотоподібними, стрілочастими, плоскорізальними однобічними лапами, підживлювальними ножами, корпусами-підгортальниками і двома секціями сітчастої борони КГН-410. Агрегатують з тракторами МТЗ та ЮМЗ-6Л [2, 4, 6, 7, 8, 14, 18-20].

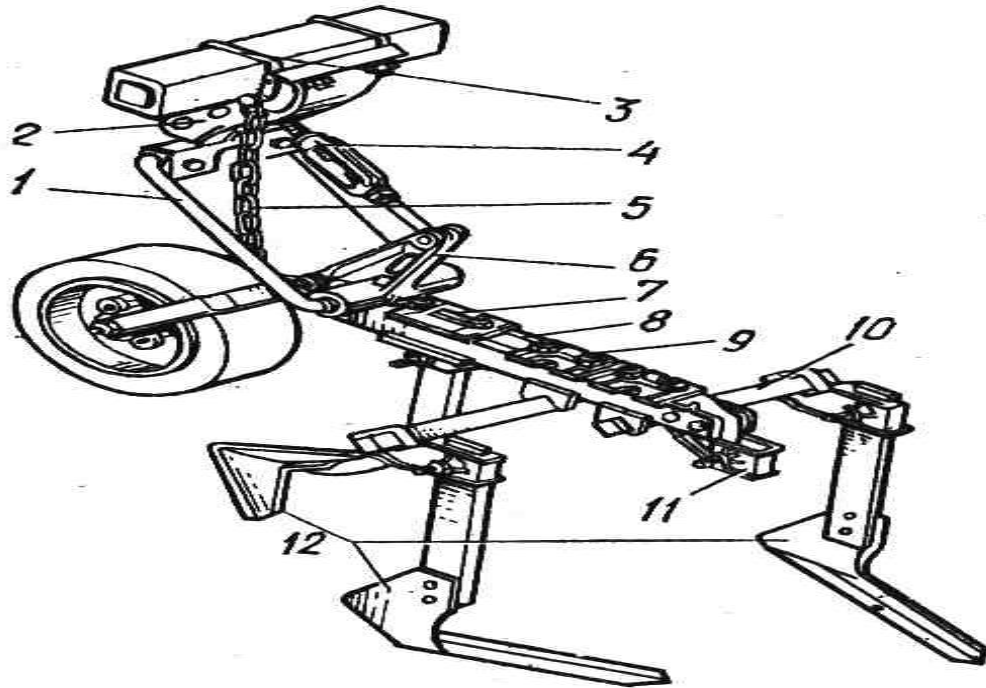


Рисунок 2.1 - Секція робочих органів культиватора КРН-4,2:

1 – нижня ланка паралелограмного механізму; 2 – передній кронштейн;
3 – скоба; 4 – натяжна гайка; 5 – транспортний ланцюг; 6 – задній кронштейн;
7 – накладка з тримачем; 8 – гряділь; 9 – накладка з призмою; 10 – стержень з боковим тримачем; 11 – задній тримач; 12 – робочі органи

Культиватор-рослинопідживлювач овочевий КОР-4,2 призначений для знищення бур'янів, розпушування ґрунту, підгортання і внесення мінеральних добрив при вирощуванні овочевих культур на рівній поверхні, гребнях та грядках з міжряддями 45; 60; 70; 50+90; 60+120; 8+62 і 32+32+76см. За бажанням замовників укомплектовують полієними лапами, наплавленими або ненаплавленими твердим сплавом. Рослинопідживлювач КОР-4,2 використовують для роботи на рівній поверхні і гребнях, а КОР-4,2-0,1 - на грядках. Агрегатують з тракторами МТЗ і ЮМЗ-6Л.

Цей культиватор є модифікацією культиватора КРН-4,2. У нього рама піднята вище над поверхнею поля, що зумовило обладнання його понижувачами для секцій робочих органів і опорно-приводних коліс. Для внесення мінеральних добрив культиватор обладнують туковисівними апаратами АТД-2 [2, 4, 6, 7,8,14, 18-20].

Культиватор-рослинопідживлювач універсальний начіпний КРН-5,6 призначений для міжрядного обробітку і підживлення посівів кукурудзи, соняшника та інших просапних культур, посіяних восьмирядними сівалками з міжряддями 70 см.

За будовою КРН-5,6 подібний до культиватора КРН-4,2 і має багато уніфікованих складальних одиниць. Особливістю є те, що з обох боків до поперечного бруса приєднані подовжувачі, на яких встановлено по одній секції робочих органів і одному туковисівному апарату. Якщо культиватор використовують на шестирядних посівах, то подовжувачі бруса знімають. Комплектують культиватор 9 правими і лівими однобічними полільними лапами з шириною захвату 165 мм, 9 і 16 стрілочастими полільними лапами з шириною захвату відповідно 270 та 220мм, 25 розпушувальними лапами і 16 підживлювальними ножами. Агрегатують з тракторами МТЗ і ЮМЗ-6Л.

Культиватор-рослинопідживлювач начіпний широкозахватний для високостебельних культур КРН-8,4 призначений для міжрядного обробітку високостеблових культур (кукурудза, сорго, соняшник та ін.), висіяних із шириною міжрядь 60,70 і 90см. при ширині міжрядь 60 і 70см культиватор обробляє 12-рядні посіви, а при міжряддях 90см – 8-рядні.

Рама складається із зварної конструкції шириною 5,6м та двох боковин, які кріпляться до неї болтами і збільшують ширину захвату до 8,4м.

Секції робочих органів нагадують секції робочих органів культиватора КРН-4,2. Кожна секція складається з шарнірного чотириланкового механізму, гряділя, копіювального колеса, механізму регулювання глибини ходу робочих органів і механізму фіксації секції.

Культиватор комплектують однобічними плоскорізальними, стрілочастими і долотоподібними лапами, лапами-поличками (лівими та правими) і щитками для захисту рослин від засипання ґрунтом [2, 4, 6, 7,8,14, 18-20].

Культиватор висококліренсний просапний начіпний КВП-6,3 призначений для міжрядного обробітку і підживлення кукурудзи, соняшника та інших просапних культур висотою до 2м, посіяних стрічковим способом. Якщо висота рослин до 2м, культиватором підрізують бур'яни і розпушують ґрунт на глибину 6-12см. Коли висота рослин менша 70см, додатково розпушують міжряддя на глибину до 16см і вносять мінеральні добрива на глибину до 15см.

На ці культиватори можуть бути встановлені ротаційні голчасті диски і рядкові прополювальні начіпні борінки КРН-38 з плоскими пружинними зубами (для обробітку рядків та захисних зон посівів кукурудзи), захисні пристрої (для запобігання присипанню рослин кукурудзи при обробітку на підвищених швидкостях), а також лапи-полиці (для присипання бур'янів шаром ґрунту у захисних зонах). Агрегатують культиватор з тракторами МТЗ та ЮМЗ-6Л [2, 4, 6, 7,8,14, 18-20].

Культиватор-рослинопідживлювач начіпний УСМК-5,4А призначений для передпосівної підготовки ґрунту, досходового суцільного розпушування і руйнування ґрунтової кірки, міжрядного обробітку з одночасним підживленням мінеральними добривами цукрових буряків, а також інших просапних культур, посіяних дванадцятирядними буряковими сівалками з міжряддями 45 або 60см.

Основними складальними одиницями культиватора є зварна рама із замком автозчіпки СА-1, два опорно-приводні колеса з пневматичними шинами, дванадцять секцій робочих органів, шість туковисівних апаратів АТД-2 з механізмом привода.

Основними робочими органами культиватора є полільні і долотоподібні лапи, підживлювальні ножі, ротаційні батареї та легкі начіпні борінки.

Агрегатують з тракторами МТЗ, Т-54В, або Т-70С.

Культиватор-підгортальник начіпний КОН-2,8ПМ (рис. 2.2) призначений для міжрядного обробітку, підживлення і підгортання картоплі та інших культур посаджених (посіяних) чотирирядними саджалками (сівалками) з міжряддями 60 і 70см. Агрегатують з тракторами МТЗ та ЮМЗ-6Л.

Культиватор складається з рами-бруса, двох опорно-приводних коліс з пневматичними шинами, п'яти секцій робочих органів, чотирьох тарілчастих туковисівних апаратів, ланцюгової передачі і начіпного пристрою з двома секціями сітчастих борін.

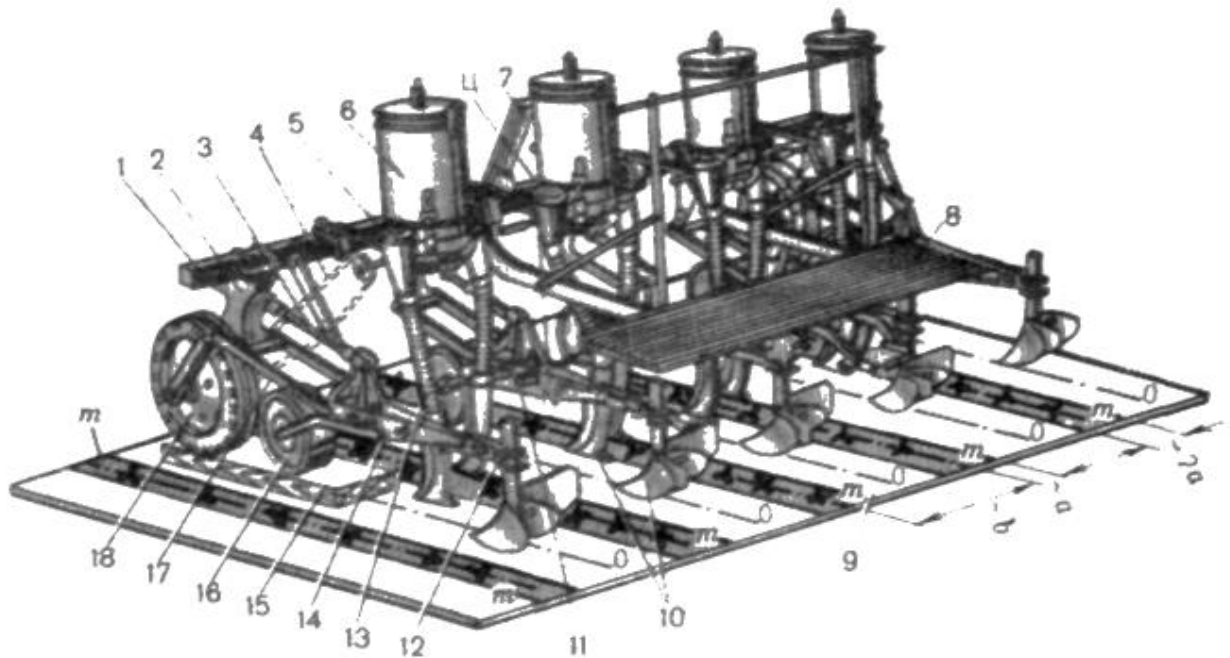


Рисунок 2.2 - Культиватор-підгортальник начіпний КОН-2,8ПМ

Кожна секція робочих органів має паралелограмний механізм, як і у культиваторі КРН-4,2, що складається з переднього і заднього кронштейнів, верхньої і нижньої ланок. Передній кронштейн кріпиться до рами-бруса, а до заднього прикріплюють гряділь з тримачами робочих органів і копіювальне колесо з пневматичною шиною атмосферного тиску. Конструкцією заднього тримача передбачена можливість зміни кута входження лапи у ґрунт. Кут

входження у ґрунт всіх робочих органів секції регулюють зміною довжини верхньої ланки секції.

Культиватор КОН-2,8ПМ комплектують п'ятьма підгортальними корпусами, тринадцятьма долотоподібними лапами, п'ятьма стрічастими лапами, вісьмома однобічними плоскорізальними, вісьмома підживлювальними ножами, та двома секціями сітчастої борони.

Культиватор просапний КП-5, 6 «Казак «Пацюк». Культиватор призначений для міжрядної обробки та підживлення посівів цукрових



Рис. 2.3. Культиватор просапний КП-5, 6 «Казак «Пацюк»

буряків та інших просапних культур, що посіяні з шириною міжрядь 45 см, поставляється з комплектом робочих органів для переналадки під обробку міжрядь кукурудзи і соняшника, що посіяні з шириною міжрядь 70 см. Використовується у всіх зонах вирощування кукурудзи, буряків та соняшнику, крім зон гірського землеробства і забезпечує необхідні якості при вологості ґрунту в шарі до 12 см не більше 25%, твердості в тому ж шарі не вище 0,2 МПа на рівних ділянках і схилах до 5°.

Особливістю конструкції культиватора є те, що гряділь рядка має двоточкову систему кріплення (на відміну від тих, що використовувалися раніше), що дає стабільнішу роботу прополювальної секції. Рама культиватора також значно жорсткіша за рахунок двох паралельних балок. Крім того, робочі органи культиватора мають захисні «екрани», які регулюються по висоті, що виключає засипання культурних рослин під час першої прополки ґрунту.

Найменування параметру та розміру	Значення показника	
	Налаштування на міжряддя 45 см (цукровий буряк)	Налаштування на міжряддя 70 см (кукурудза, соняшник)
Тип машини у робочому положенні	навісний	навісний
Тип машини у транспортному положенні	напівпричіпний	напівпричіпний
Продуктивність за годину основного часу, в межах, га/год	3,2 – 4,3	3,4 – 4,5
Ширина міжряддя, см	45	70
Число рядків, що обробляються, шт.	12	8
Глибина обробки, см	3 – 6	4 – 10
Ширина захвату, м	5,4	5,6
Робоча швидкість руху, км/год	6 – 8	6 – 8
Транспортна швидкість руху, км/год, не більше	15	15
Маса загальна, кг	1340	940
Габаритні розміри у робочому положенні (Д×Ш×В), мм	2350×6850×1700	2350×6850×1700
Габаритні розміри у транспортному положенні (Д×Ш×В), мм	7050×2450×1700	7050×2450×1700

Банки туковисівного апарату мають дно, що знімається. Це дозволяє швидко і зручно проводити очищення туковисівної системи від мінеральних добрив після закінчення роботи. Привід туковисівного апарату здійснюється від опорноприводних коліс, які мають механізм регулювання по висоті.

Культиватор агрегується з тракторами тягового класу 1,4 (МТЗ-80; МТЗ-82; ЮМЗ-6; МТЗ-100 і т. д.). Спосіб агрегування при роботі - навісний, при транспортуванні - напівнавісний. Поставляється у двох видах

комплектації: з туковими банками для проведення підживлення і без них. У обидва види комплектації входять прополювальні лапи-бритви і стрілчасті.

Культиватор-рослинопідживлювач навісний високостебельний КРНВ.



Рисунок 2.4 - Культиватор-рослинопідживлювач навісний високостебельний КРНВ-5,6-02

Призначений для міжрядної обробки посівів просапних культур з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив. Забезпечує якісне розпушування ґрунту в міжряддях на задану глибину зі знищенням бур'янів:

- КРНВ-4,2 для обробки 6-рядних посівів кукурудзи, соняшника та інших культур, висіяних з міжряддям 70 см;
- КРНВ-5,6-04 для обробки 8-рядних посівів кукурудзи, соняшника та інших культур, висіяних з міжряддям 70 см;
- КРНВ-5,6-02 для обробки 12-рядних посівів сої, буряка та інших культур, висіяних з міжряддям 45 см.

Таблиця 2.2 – Характеристики культиваторів КРНВ

Модель	КРНВ-4,2	КРНВ-5,6-04 (02)
Продуктивність, га/год	4,2	5,6
Ширина захвату, м	4,2	5,6
Норма висіву туків, кг/га	50-250	50-250
Робоча швидкість, км/год	5-10	5-10
Глибина обробки, см	6-16	6-16
Габаритні розміри, мм	4875x2100x1700	6500x2100x1700
Маса, кг	720	925

Культиватор по необхідності комплектується підгортальниками, бороноутворюючими корпусами, захисними дисками. Агрегатується із тракторами тягового класу 1,4 т.с.



Рисунок 2.5 - Загальний вигляд культиватора ТНЕМА-12

Таблиця 2.3 - Характеристики культиваторів ТНЕМА

Модель	ТНЕМА-12 Beet	ТНЕМА-12 Corn	ТНЕМА 18 Beet+Corn Universal
Ширина міжрядь, см	45	70	45/70
Об'єм бункера, м ³	880	880	880
Робоча ширина, м	6	9	9
Транспортна ширина, м	6	9	9

Культиватор ТНЕМА призначений для міжрядної обробки посівів цукрового буряка, кукурудзи й соняшника з одночасним внесенням мінеральних добрив. Основні переваги:

- Трьох-точкова система навішення.;
- Можливість комплектації твердої (фіксованої) або складною рамою.
- Можливість установки встаткування для внесення гранульованих мінеральних добрив.
- Можливість переустаткування для обробки самого широкого спектра культур.

3 ОБГРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КУЛЬТИВАТОРА

Культиватор КОЗР-5,6 призначений для мілкого пошарового розпушування міжрядь посівів кукурудзи, соняшника і інших культур, посіяних з шириною міжрядь 0,7 м восьмирядними сівалками.

Основними агротехнічними вимогами, які ставляться до культиваторів при виконанні вказаних робіт є наступні [2, 4, 6,7, 18, 19]:

- глибина обробітку за ходом знаряддя і шириною захвату (5,6м) повинна бути однаковою. Допустиме відхилення не повинно перевищувати 10-15%;
- розпушування повинно здійснюватися без утворення груд, розпилювання і винесення вологих шарів ґрунту на поверхню а також без значного ущільнення шару, що лежить нижче робочих органів, і який перешкоджає газообміну у ґрунті і розвитку кореневої системи;
- при обробітку поверхневого шару ґрунту після проходження культиватора, поверхневий шар ґрунту у міжряддях повинен бути рихлим, дрібногрудкуватим, вирівняним, з борознами не глибше 4см;
- знищення бур'янів повинно бути не нижче 98%, не допускається наявність пропусків і огріхів;
- при міжрядному обробітку захисні зони біля рядка рослин повинні бути мінімальними;
- при повному знищенні бур'янів культиватор не повинен пошкоджувати культурні рослини: підрізати або оголяти кореневу систему, присипати ґрунтом сходи і пошкоджувати крону розвинутих рослин;
- мінеральні добрива при підживленні рослин повинні вноситись стрічкою у вологі шари ґрунту на заданій віддалі від рядка і на задану глибину;

- розподіл добрив на ширину захвату і за ходом знаряддя повинен бути рівномірним;
- міжрядний обробіток повинен проводитися своєчасно у стислі агротехнічно обґрунтовані терміни.

Крім агротехнічних вимог, до конструкції культиватора ставлять цілий ряд вимог технічного характеру. Найбільш суттєві з них такі [2, 4, 6, 7, 18, 19]:

- конструкція культиватора повинна бути простою і зручною в експлуатації;
- культиватор повинен мати необхідну стійкість у роботі і бути легко керованим;
- культиватор повинен легко агрегатуватись із трактором;
- культиватор має бути універсальним, тобто повинен без значних переобладнань бути придатним для виконання різноманітних робіт із поверхневого обробітку ґрунту.

Культиватор КОЗР-5,6 складається з суцільної брусової рами, яка призначена для кріплення до неї опорних коліс, щілиноріза, підвісок і трьохточкової системи навіски на трактор.

Трьохточкова система навіски з допомогою перехідного з'єднання, дозволяє трактористу, не виходячи з трактора, приєднати до нього машину. Це значно скорочує час приєднання сільськогосподарського знаряддя до трактора і від'єднання від нього, а також час переведення культиватора із транспортного положення у робоче і навпаки, що впливає і на зменшення часу на технічне обслуговування машини.

Наявність двох щілинорізів, які призначені для утворення щілин, значно підвищує точність виконання технологічного процесу міжрядного обробітку ґрунту за рахунок збільшення робочої швидкості до 9 км/год. і зменшує кут відхилення культиватора від прямолінійного руху з 7...9° до 4...5°, що зменшує пошкодження рослин, сприяє збереженню захисної зони. Все це сприяє підвищенню продуктивності праці.

Підвіска культиватора (рис.3.1) призначена для кріплення до неї гряділів, на котрі безпосередньо підвищуються робочі органи. Крім основних робочих органів, а саме, універсальних стрілевидних лап, дводискових батарей, дискового ротора і щілиноріза; конструкція культиватора дозволяє застосування додаткових робочих органів, таких як долотоподібні, розпушуючі лапи, односторонні полільні лапи, підгортачі, мотики, грядо - і бороздоутворювачі, ножі для підживлення, борони, коточки і т. д. Все це сприяє розширенню універсальності машини і уніфікації робочих органів.

Наявність дводискової батареї, а також можливість застосування односторонньої полільної лапи, дозволяє запобігати пошкодженням і присипанням рослин у рядках при роботі культиватора на підвищених швидкостях. Це підвищує продуктивність праці і точність виконання технологічного процесу. Для забезпечення надійності знаряддя, зменшення простоїв при догляді за ними і зменшення ручної праці при очищенні робочих органів у процесі роботи, введенні одноразове змащування коліс і застосування робочих органів із самозагострювальними лезами, а також використання ротаційних знарядь здатних до самоочищення.

Якість роботи культиватора визначається постійністю глибини обробітку, здатністю робочих органів копіювати мікрорельєф поля. Для забезпечення постійної глибини обробітку на культиваторі у безпосередній близькості до робочих органів встановлюються опорні колеса, а на підвісці - копіюючі колеса.

Враховуючи те, що агрегат повинен виїжджати на поле і переїжджати з одного поля на інше обов'язковим є дотримання при цьому вимог техніки безпеки до перевезень сільськогосподарських машин: габаритні розміри тракторів і машин при русі дорогами загального призначення не повинні бути більші 2,5 м за шириною і 4 м у висоту (ГОСТ 12.2.019-86), ті машини, габарити яких є більшими за вказані, повинні мати пристрої, які забезпечують транспортування у поперечному вигляді з допустимими розмірами за шириною і висотою. У комплект культиватора КОЗР-5,6 входить

транспортний пристрій. При русі у темну пору доби і в умовах недостатньої видимості, на рамі транспортного пристрою встановлені світловідбиваючі пристрої (спереду білого, ззаду червоного, збоку оранжевого кольорів).

Наявність спеціального транспортного пристрою (рис. 3.1) дозволяє значно скоротити час переведення культиватора з робочого у транспортне положення і навпаки. Оскільки культиватор КОЗР-5,6 є комбінованою машиною, то це призводить до незначного збільшення маси через навішування додаткових робочих органів.

Даний агрегат за один прохід замінює роботу декількох послідовно працюючих агрегатів, що дозволяє зменшити екологічний вплив на ґрунт через багаторазові проходи техніки, а також сприяє енергозбереженню, так як енергія, що витрачається одним агрегатом, є набагато меншою, ніж для цілого комплексу машин.

Для зменшення часу регулювання робочих органів при встановленні їх на задану глибину різання, необхідно використовувати спеціальні шаблони, завдяки чому значно збільшується продуктивність, яка залежить від коефіцієнта часу зміни.

Для зниження металоємності підвіски культиватора КОЗР-5,6 пропонується використати: для виготовлення ланок 1, 2 замість полоси 8x45ГОСТ103-76/20 ГОСТ1050-74 низькоритний профіль 45x8x5 ГОСТ/20 ГОСТ 1050-74; дві втулки на осі 11, конструктивно не виправдані, замінити одною втулкою. Для зменшення матеріалоємності транспортного пристрою культиватора замість стійок трубчатого квадратного перерізу, застосувати швелер згідно ДСТУ 8240-92.

Для підвищення надійності роботи вузла підвіски замість підшипників тертя встановити радіальні підшипники кочення 180204 згідно ДСТУ 8882-95 на осях 4 і 11. Це значно покращить експлуатаційні показники при роботі на підвищених швидкостях, збільшить ресурс роботи і приведе до зменшення витрат запасних частин і зменшення змащувальних матеріалів; полегшить обслуговування і ремонт культиватора; покращить умови роботи і техніку

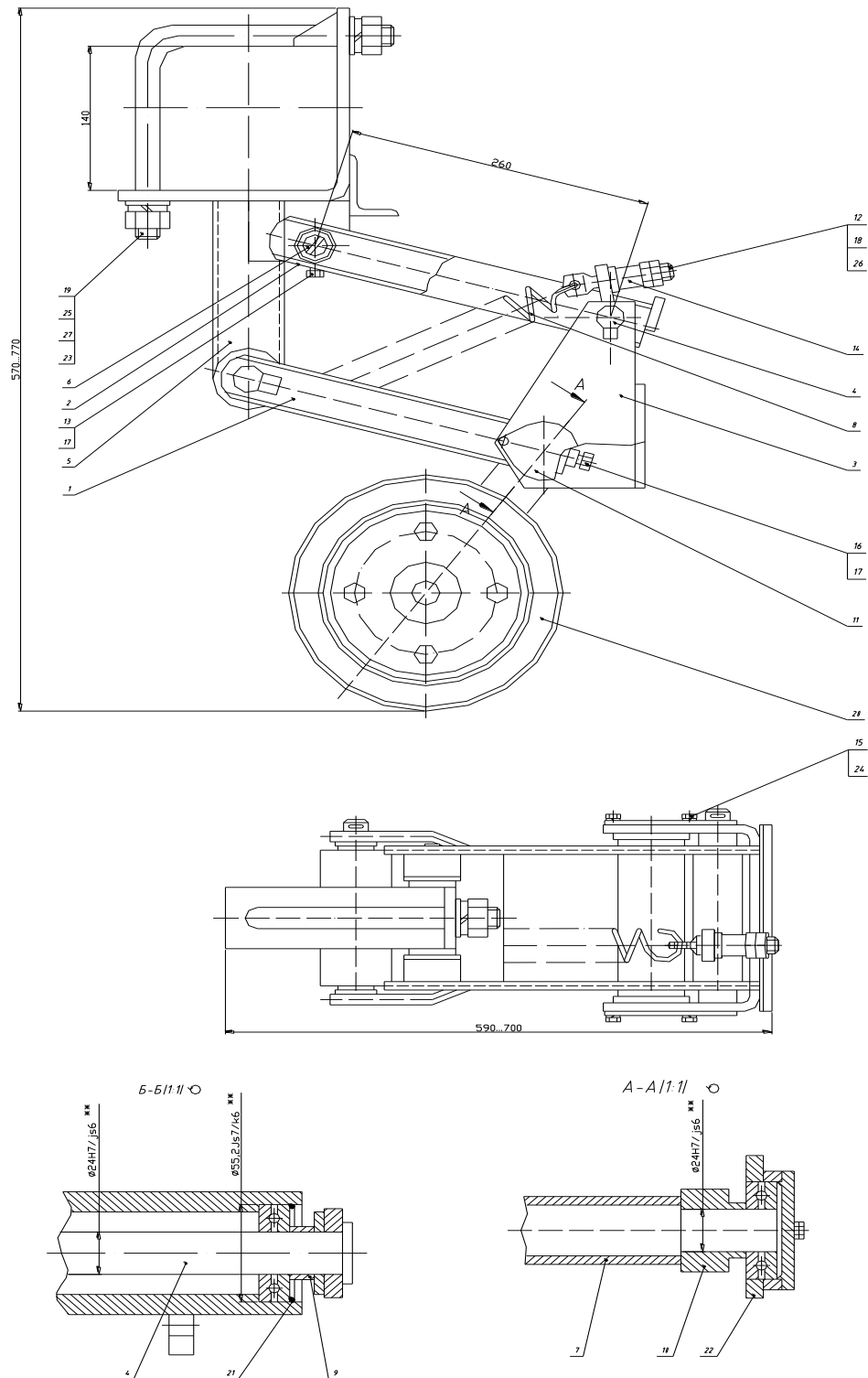


Рисунок 3.1 - Підвіска культиватора:

1,2 - ланка; 3- кронштейн; 4, 6, 7- вісь; 5- кронштейн; 8- пружина; 9- кільце;
 10, 14- втулка; 11- кришка; 12, 13, 16- гвинт; 15- болт; 17-19 – гайка; 20-
 колесо; 21 – кільце; 22 - підшипник; 23 - скоба; 24-27 - шайби; 28 - шплінт

безпеки.

4 РОЗРАХУНОК УДОСКОНАЛЕНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ КУКУРУДЗИ

4.1 Вибір трактора із умов поздовжньої стійкості агрегату

Виконаємо вибір трактора за тяговим опором культиватора. Вибираємо трактор із умови [22]

$$P_T > P_K, \quad (4.1)$$

де P_T - сила тяги трактора на гаку;

P_K - тяговий опір культиватора, $P_K = 10,16$ кН.

Попередньо приймаємо гусеничний трактор Т-70С, у якого сила тяги на гаку $P_T = 10,7$ кН при робочій швидкості $V_p = 9,12$ км/год, [22, табл.П21], що повністю відповідає заданій умові

$$P_T = 10,7 \text{ кН} > P_K = 10,16 \text{ кН.}$$

Необхідна умова виконується, тому остаточно приймаємо гусеничний трактор Т-70С.

Показником, що характеризує можливість навішування машин на гусеничний трактор, є значення коефіцієнта зміщення центра тиску v_H над опорою трактора під дією маси машини, піднятої у транспортне положення і визначається з формули [22]

$$v_H = \frac{C_M - C_T}{L_T}, \quad (4.2)$$

де C_M - поздовжнє зміщення центра тиску трактора відносно центра його ваги, яке визначається з формули

$$C_M = \frac{\delta_M \cdot b_M}{1 + \delta_M}, \quad (4.3)$$

тут δ_M визначається з формули

$$\delta_M = G_K / G_T, \quad (4.4)$$

де G_K - вага культиватора, $G_K = 9$ кН;

G_T - вага трактора Т-70С, $G_T = 45,2$ кН [22, табл.П22];

Тоді,

$$\delta_M = 9/45,2 = 0,2;$$

b_M - поздовжня координата центра ваги піднятої у транспортне положення навісної машини, яка визначається за формулою [22]

$$b_M = a_M + a, \quad (4.5)$$

де a_M - поздовжня координата центра ваги трактора відносно осі ведучих коліс, $a_M = 1,15$ м (рис. 4.11); відповідно $a = 0,964$ м [22, табл.П22].

Тоді,

$$b_M = 1,15 + 0,964 = 2,114 \text{ м};$$

C_G - поздовжня координата середини опорної поверхні гусениць відносно центра ваги трактора, $C_G = 0,116$ м [22 табл.П22];

L_T - поздовжня база трактора, $L_T = 1,216$ м [22, табл.П22];

Підставивши дані, отримаємо, що

$$C_M = \frac{0,2 \cdot 2,114}{1 + 0,2} = 0,35 \text{ м},$$

Тоді,

$$v_H = \frac{0,35 - 0,116}{1,216} = 0,19.$$

Умова стійкого положення агрегату $v_H \leq 0,2$ виконується, так як $v_H = 0,19 < 0,2$.

Визначимо критичний кут підйому схилу, на якому може працювати даний агрегат, користуючись формулою [22]

$$\operatorname{tg} \alpha_{KP} = \frac{a_{mp} - C_k}{h_{mp}}, \quad (4.6)$$

де a_{mp} і h_{mp} - координати центра ваги всього агрегату у транспортному положенні, які визначимо із формул [22].

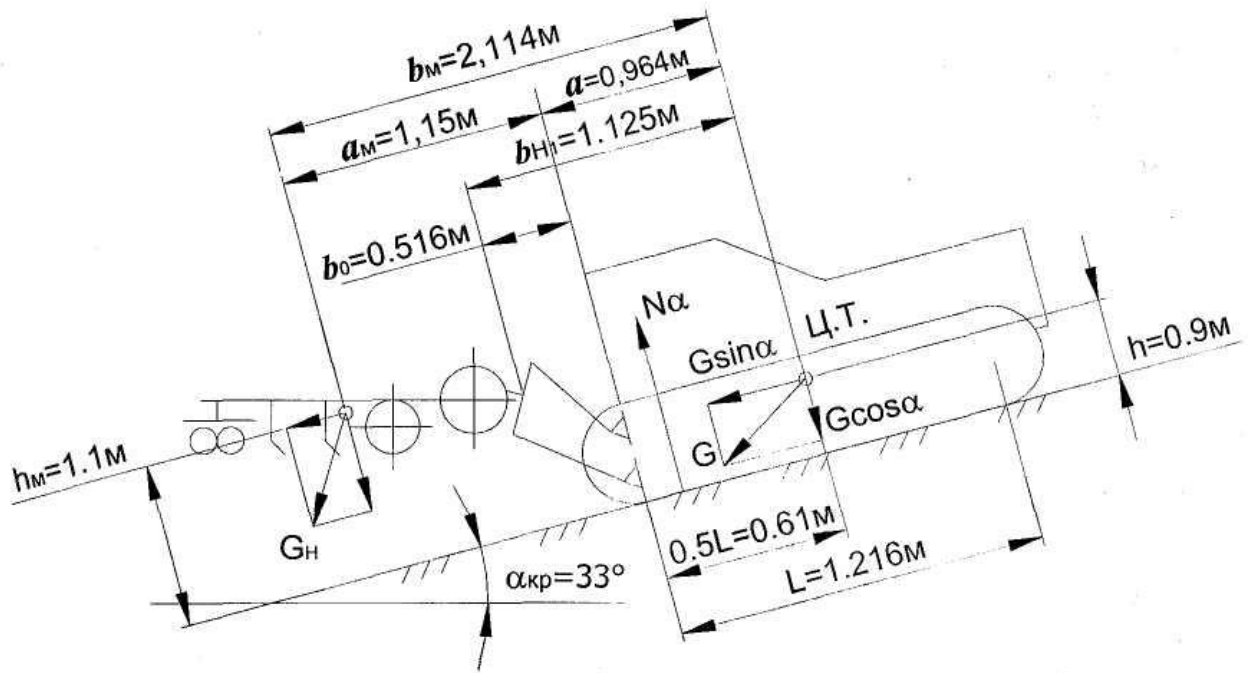


Рисунок 4.1 - Розрахункова схема агрегату (гусеничний трактор з навісним культиватором), який рухається на підйом

$$a_{mp} = \frac{G_T \cdot a - G_K \cdot a_M}{G_T + G_K}, \quad (4.7)$$

$$h_{mp} = \frac{G_T \cdot h + G_M \cdot h_M}{G_T + G_M}, \quad (4.8)$$

де h - вертикальна координата центра ваги трактора від опорної поверхні, $h = 0,9$ [22, табл.П22],

h_M - вертикальна координата центра ваги культиватора від опорної поверхні, $h_M = 1,1$ м;

C_k - поздовжня відстань від осі ведучої зірочки трактора до опорної поверхні гусениць, для трактора Т-70С $C_k = 0$ [22, с.144].

Підставивши дані у вирази (4.7) і (4.8), отримаємо

$$a_{mp} = \frac{45,2 \cdot 0,964 - 9 \cdot 1,15}{45,2 + 9} = 0,62 \text{ м,}$$

$$h_{mp} = \frac{45,2 \cdot 0,9 + 9 \cdot 1,1}{45,2 + 9} = 0,93 \text{ м,}$$

Тоді, будемо мати

$$\operatorname{tg} \alpha_{KP} = 0,62 / 0,93 = 0,67,$$

Звідси, кут підйому схилу

$$\alpha_{KP} = \operatorname{arctg} 0,67 = 33^{\circ}.$$

Визначимо степінь використання сили тяги трактора за формулою [22]

$$K = P_K / P_T. \quad (4.9)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$K = 10,16 / 10,7 = 0,95,$$

що є прийнятним.

4.2 Перевірка агрегату на поперечну стійкість

При русі будь-якого машинно-транспортного агрегату рельєфом поля з поперечним нахилом (рис. 4.2) виникає небезпека його бокового перекидання або сповзання у бік, особливо це може трапитися з навісними машинами. Це вимагає обов'язкової перевірки допустимих кутів нахилу рельєфу, на яких можливе безпечне виконання технологічного процесу такими агрегатами.

Граничний поперечний кут нахилу рельєфу поля при розвороті агрегату на ньому визначаємо згідно формули [22]

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{нахилу}} < \frac{G_A^2 (B_T + b) - P_A \sqrt{G_A^2 (B_T + b)^2 + 4(G_A^2 - P_A^2) \cdot h_C^2}}{2(G_A^2 - P_A^2) \cdot h_C}, \quad (4.10)$$

де G_A - сила тяжіння агрегату, яка визначається за формулою

$$G_A = G_K + G_T, \quad (4.11)$$

де G_K - сила тяжіння культиватора, $G_K = 9 \text{ кН}$;

G_T - сила тяжіння трактора Т-70С, $G_T = 45,2 \text{ кН}$;

Тоді $G_A = 45,2 + 9 = 54,2 \text{ кН}$,

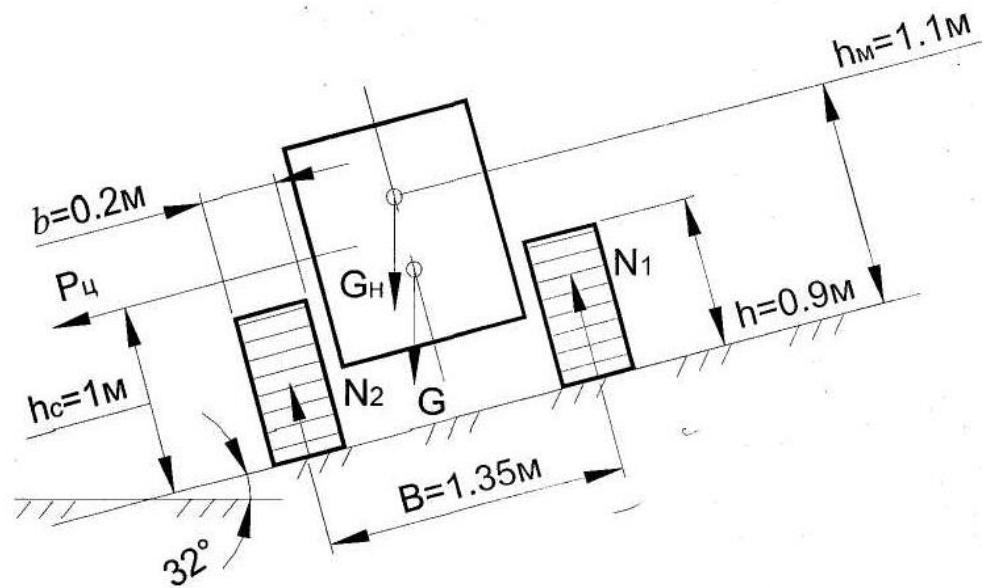


Рисунок 4.2 - Розрахункова схема агрегату (трактора з навісним культиватором) на поперечному схилі

B_T - ширина колії трактора, $B_T = 1,35$ м [22, табл.П.24];

b - величина, яка для гусеничних тракторів дорівнює ширині гусениці,

$$b_1 = b_T = 0,2 \text{ м [22, табл.П.24];}$$

P_A - відцентрові сили всіх частин агрегату, які виникають при русі на повороті, визначимо за формулою [22]

$$P_A = \frac{G_A \cdot V_A^2}{g \cdot R}, \quad (4.12)$$

тут V_A - швидкість агрегату, $V_A = 2,5$ м/с;

g - прискорення сили тяжіння, $g = 9,8$ м/с²;

R - радіус повороту агрегату, який визначимо за формулою

$$R \geq R_{\min} = 0,5 \cdot B_T. \quad (4.13)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$R_{\min} = 0,5 \cdot 1,35 = 0,7 \text{ м.}$$

Приймаємо $R = 1$ м, оскільки необхідно, щоб виконувалася умова

$$V < \sqrt{\frac{0,5B_T \cdot g \cdot R}{h_C}}, \quad (4.14)$$

де величину h_C , користуючись розрахунковою схемою (див. рис. 4.2), визначимо за формулою

$$h_C = 0,5(h + h_M) = 0,5(0,9 + 1,1) = 1 \text{ м};$$

Тоді,

$$V = \sqrt{\frac{0,5 \cdot 1 \cdot 9,8 \cdot 1,35}{1}} = 4 \text{ км/год} \approx 1,1 \text{ м/с.}$$

Результат розрахунку формули (4.12)

$$P_A = \frac{54,2 \cdot 1,1^2}{9,8 \cdot 1} = 6,7 \text{ кН.}$$

Підставивши дані у формулу (4.10), отримаємо

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{нахилу}} = \frac{54,2^2(1,35 + 0,5) - 6,7 \sqrt{54,2^2(1,35 + 0,2)^2 + 4(54,2^2 - 6,7^2) \cdot 1^2}}{2(54,2^2 - 6,7^2) \cdot 1} = 0,62$$

Звідси, $\alpha_{\text{нахилу}} < \operatorname{arctg} 0,62 = 32^\circ$ (див. рис. 4.2).

Перевіримо вплив стану ґрунту схилу на характер нестійкого положення агрегату:

- при $\operatorname{tg} \alpha_{\text{нахилу}} = 0,62 > f_C = 0,4$ - раніше настане сповзання агрегату;

- при $\operatorname{tg} \alpha_{\text{нахилу}} = 0,62 < f_C = 1,1$ - раніше настане перекидання агрегату,

тут f_C - коефіцієнт зчеплення гусеничних рушіїв з ґрунтом [22], $f_C = 0,4$ - для вологого ґрунту, $f_C = 1,1$ - для сухого ґрунту.

4.3 Розрахунок пружини підвіски культиватора

Діаметр дроту пружини визначимо за формулою [15]

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{\nu \cdot T \cdot C_{II}}{[\tau]}}, \quad (4.15)$$

де $[\tau]$ - допустиме напруження, для пружинної сталі $[\tau] = 700 \text{ МПа}$ [15];

C_{II} - жорсткість пружини, $C_{II}=6$;

T - сила натягу амортизаційної пружини, яка дорівнює вазі гряділя з навішаними робочими органами і силі опору перекочуванню, визначимо її із формули [2]

$$T = M_p(1 + f), \quad (4.16)$$

тут M_p - маса гряділя з робочими органами, $M_p=75$ кг;

f - коефіцієнт перекочування, $f=0,2$.

Підставивши дані, отримаємо

$$T = 75(1 + 0,2) = 90 \text{ кг} = 900 \text{ Н},$$

ν - коефіцієнт, значення якого вибирається залежно від жорсткості пружини, визначається за формулою [15]

$$\nu = \frac{4C_{II} - 1}{4C_{II} - 4} + \frac{0,615}{C_{II}}. \quad (4.17)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$\nu = \frac{4 \cdot 6 - 1}{4 \cdot 6 - 4} + \frac{0,615}{6} = 1,25.$$

Враховуючи результат формул (4.16) і (4.17), знайдемо, що

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{1,25 \cdot 900 \cdot 6}{700}} = 4,9 \text{ мм},$$

приймаємо діаметр дроту пружини $d = 5$ мм.

Діаметр витків пружини визначаємо із співвідношення [15]

$$\frac{D_{II}}{d} = C_{II}, \quad (4.18)$$

звідки

$$D_{II} = d \cdot C_{II}, \quad (4.19)$$

підставивши дані, отримаємо

$$D_{II} = 5 \cdot 6 = 30 \text{ мм}.$$

Деформацію пружини визначимо за формулою [15]

$$\lambda_{II} = \frac{8T \cdot D_{II}^3 \cdot n}{\Delta \cdot G_{II} \cdot d^4}, \quad (4.20)$$

де n - кількість витків пружини, прийmemo $n = 15$;

G_{II} - модуль пружності при крученні, для сталі $G_{II} = 8 \cdot 10^4$ МПа;

Δ - коефіцієнт динамічності, $\Delta = 1,1$.

Підставивши дані у формулу (4.37), отримаємо

$$\lambda = \frac{8 \cdot 900 \cdot 30^3 \cdot 15}{1,1 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 5^4} = 1,8 \text{ мм.}$$

Результати розрахунків використовуємо для проектування вузлів і деталей удосконаленого культиватора.

5 РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

5.1 Розрахунок показників операційної технології міжрядного обробітку посівів кукурудзи

Вихідні дані до розрахунків. Склад агрегату МТЗ-80 + КОЗР-5,6. Рельєф поля $i = 2 \%$. Довжина поля - 860 м. Клас ґрунтів – 5.

Агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку. Мета обробітку - знищити бур'яни і створити сприятливі умови для росту і розвитку кукурудзи, розпушити поверхневий шар ґрунту в міжряддях.

Таблиця 5.1 - Агротехнічні вимоги до виконання операції

Показник	Вимоги	Допуск
Тривалість роботи на одному полі, днів	2	+2
Глибина обробки ґрунту, мм:	50	± 10
Ширина захисної зони рядка, мм	140	± 10
Кількість знищених бур'янів в обробленій смугі міжряддя, %	100	4
Кількість знищених культурних рослин %	1,5	
Швидкість руху агрегату, км/год	7	+ 1
Спосіб руху агрегату	Човникови	

Підготовка агрегату до роботи. На спеціальному регулювальному майданчику перевіряють технічний стан і регулюють агрегат. Показники повинні відповідати вимогам представленим в табл. 5.2 і 5.3.

Робота агрегатів в загінці. Виводять агрегат на позначені міжряддя. Вибирають швидкісний режим руху агрегату. Проїжджають 20-30 м і остаточно регулюють глибину обробки ґрунту, ширину захисних зон, кут входу робочих органів в ґрунт. Обробку міжрядь і зон рядів ведуть тільки по проході сівалки, не допускаючи, щоб стикове міжряддя потрапило між робочими секціями культиватора.

Таблиця 5.2 - Параметри технічного стану трактора

Контрольований параметр	Значення параметра
Ширина колії і шин (задніх коліс)	1400 мм
Місцезнаходження вантажів	На передніх колесах
Довжина розкосів і центральної тяги навісної системи	515 і 650 мм
З'єднання розкосів з подовжньою тягою навісної системи	Через прорізи в нижніх вилках
Справність гідравлічної навісної системи	Навісна гідросистема повинна піднімати на необхідну висоту культиватор і утримувати його в піднятому положенні час, достатній для поворотів агрегату в загінці
Тиск в шинах коліс	Для передніх коліс — 1,7, для задніх — 1,2 кгс/см ²

Таблиця 5.3 - Регулювання культиватора і робочих органів

Вид регулювання	Регулювання
Установка рами культиватора в площині: горизонтальній	Укороченням обмежувальних стяжок блокують механізм навішування трактора від поперечних переміщень. Різниця відстаней від центру осі колеса (підтримуючого ролика гусениці) зліва і справа до основного бруса рами культиватора не повинна перевищувати 20 мм
вертикальній	Правий і лівий розкоси встановлюють однакової довжини - 515 мм. Розкоси з подовжньою тягою сполучають через прорізу в нижніх вилках
повздовжній	Встановлюють брус в горизонтальне положення, змінюючи довжину центральної тяги навішування трактора
Вирівняти натягнення стабілізуючих пружин паралелограмних навісок робочих секцій	Прокрутивши гвинт, добиваються, щоб відстань від торця до шайби гвинта дорівнювала 90—100 мм
Установка гряділів в горизонтальне положення	Укорочують або подовжують верхню ланку паралелограмних підвісок секцій за допомогою двосторонньої гайки

Продовження таблиці 5.3

Розстановка робочих органів на гряділі	Використовуючи розмічальну дошку, на яку нанесені лінії рядів з захисними зонами, встановлюють на подовженому валу два захисні диски під кутом 7— 8° до напрямку руху агрегату опуклою стороною до рядів. Позаду захисних дисків встановлюють в двох бокових утримувачах ліво- і правосторонню плоскоріжучих лапи так, щоб площини їх щік співпадали з лініями захисних зон. Для спущення стикових міжрядь на крайній секції встановлюють вал завдовжки 460 мм із закріпленням на ньому ліво- і правосторонніх плоскорізальних лап.
Установка глибини ходу робочих органів	Під опорні колеса культиватора і робочих секцій прокладають дерев'яні бруски товщиною, рівній необхідній глибині обробки (45—55 мм) і зменшеної на величину занурення коліс в ґрунт, тобто приблизно на 10—20 мм. Фіксують стійки робочих органів в утримувачах так, щоб леза лап і захисних дисків своєю площиною спиралися на поверхню майданчика.

У разі нестійкого ходу і поганого заглиблення в ґрунт робочих органів натягують пружини підвісок робочих секцій. Повороти агрегату проводять при виглиблених робочих органах. Своєчасно очищають їх від прилиплого ґрунту, рослинних залишків, каміння і т.д.

5.2 Тяговий розрахунок агрегату

Згідно даних [13] робоча швидкість культиватора повинна бути в межах 5-8 км/год. Дотримання цієї вимоги можна досягти, якщо трактор МТЗ-80 буде рухатись на другій, третій або четвертій передачі. Теоретична швидкість руху трактора на зазначених передачах відповідно становить: $V_2 = 4,26, V_3 = 7,24$ і $V_4 = 8,9$ км/год. Передаточні числа трансмісії на цих передачах рівні $i_{тр2} = 142; i_{тр3} = 83,5; i_{тр4} = 68$.

Визначимо дотичну сили тяги на вибраних передачах [13]:

$$P_d = \frac{9,554 N_e i_{тр} \eta_{тр}}{r_k n_n}, \quad (5.1)$$

де P_d – дотична сила тяги трактора, кН;

N_e – ефективна потужність двигуна, кВт;

$i_{тр}$ – передаточне число трансмісії;

$\eta_{тр}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії;

r_k – дійсний радіус кочення, м;

n_n – номінальна частота обертання колінчастого валу, об/хв.

Номінальна потужність двигуна трактора МТЗ-80 $N_e = 58,9$ кВт.
Коефіцієнт корисної дії трансмісії колісних тракторів становить $\eta_{тр} = 0,91$.
Номінальна частота обертання колінчастого валу двигуна $n_n = 2200$ об/хв.

Дійсний радіус перекочування трактора можна визначити за формулою [13]:

$$r_k = (r_o + h) \lambda, \quad (5.2)$$

де r_o – радіус сталевого ободу колеса, м;

h – висота шини;

λ - коефіцієнт усадки шини.

У тракторів МТЗ $r_o = 0,483$ м; $h = 0,305$. Коефіцієнт усадки шини залежить від фону і на полі підготовленому до сівби $\lambda = 0,8$.

Тоді, $r_k = (0,483 + 0,305) \cdot 0,8 = 0,63$ м.

Отже, для вибраних передач, дотичні сили будуть становити:

$$P_{g2} = \frac{9,554 \cdot 58,9 \cdot 142 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200} = 52,46 \text{ кН.},$$

$$P_{g3} = \frac{9,554 \cdot 58,9 \cdot 83,5 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200} = 30,85 \text{ кН.},$$

$$P_{g4} = \frac{9,554 \cdot 58,9 \cdot 68 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200} = 25,13 \text{ кН.}$$

Дотична сила тяги трактора може бути прийнятою за рушійну силу в тому випадку, коли сила зчеплення його рушіїв з ґрунтом $F_{зч}$ є більшою або рівною дотичній силі. В протилежному випадку за рушійну силу трактора приймають силу $F_{зч}$, яку можна визначити за формулою [13]:

$$F_{зч} = \mu G \varphi, \quad (5.3)$$

де μ - коефіцієнт зчеплення рушіїв з ґрунтом;

G – вага трактора, кН;

φ - коефіцієнт, що враховує зчипну вагу трактора.

Коефіцієнт зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом на полі перед культивуацією, з врахуванням класу ґрунту $\mu = 0,51$.

Вага трактора МТЗ-80 $G = 33,5$ кН, а коефіцієнт $\varphi = 1$.

Тоді, $F_{зч} = 0,51 \cdot 33,5 \cdot 1 = 17,1$ кН.

Оскільки сила зчеплення $F_{зч}$ є меншою за дотичну силу вибраних передач, то рушійна сила трактора дорівнює силі зчеплення рушіїв з ґрунтом, тобто на будь-якій із вибраних передач $P_p = F_{зч}$ (тут – P_p – рушійна сила трактора).

Визначимо зусилля тяги трактора:

$$P_{гак} = P_p - P_f - P_i, \quad (5.4)$$

де $P_{гак}$ - сила тяги трактора на гаку, кН;

P_f – сила опору перекочування, кН;

P_i – сила опору підйому, кН.

$$P_f = fG, \quad (5.5)$$

де f - коефіцієнт опору перекочування трактора ($f = 0,12$).

Тоді, $P_f = 33,5 \cdot 0,12 = 4,0$ кН.

$$P_i = G \frac{i}{100}, \quad (5.6)$$

де i – схил поля.

$$P_i = 33,5 \cdot \frac{2}{100} = 0,7 \text{ кН.}$$

Отже, на будь-якій із вибраних передач

$$P_{\text{гак}} = 17,1 - 4 - 0,7 = 12,4 \text{ кН.}$$

Визначимо коефіцієнт буксування рушіїв трактора. Для практичних розрахунків коефіцієнт буксування визначають як функцію від показника [13]:

$$P = \frac{P_{\text{гак}} \eta_{\text{в}}}{F_{\text{зч}}}, \quad (5.7)$$

де - $\eta_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора. $\eta_{\text{в}} = 0,75 \dots 0,85$.

Прийmemo $\eta_{\text{в}} = 0,80$, тоді

$$P = \frac{12,4 \cdot 0,8}{17,1} = 0,58$$

Згідно даних [13] при $P = 0,58$ коефіцієнт буксування рушіїв трактора $\delta = 11,3 \%$.

Визначимо робочі швидкості трактора на вибраних передачах:

$$V_{\text{pi}} = V_{\text{т}} \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (5.8)$$

де V_{pi} – робоча швидкість трактора на i -тій передачі, км/год,

$V_{\text{т}}$ – теоретична швидкість руху трактора на i -тій передачі.

Отже, робочі швидкості трактора на вибраних передачах становлять:

$$V_{\text{p2}} = 4,26 \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 3,8 \text{ км/год.},$$

$$V_{\text{p3}} = 7,24 \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 6,4 \text{ км/год.},$$

$$V_{\text{p4}} = 8,9 \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 7,9 \text{ км/год.}$$

Визначимо питомий тяговий опір культиватора на вибраних передачах за формулою [13]:

$$K = K_0 \left[1 + (V_{\text{p}} - V_0) \cdot \frac{\Delta}{100}\right], \quad (5.9)$$

де K_0 – питомий опір культиватора при швидкості руху 5 км/год ($V_0 = 1,2 \text{ кН/м}$);

V_{p} – робоча швидкість руху агрегату, км/год.;

V_o – швидкість руху культиватора, при якій визначають K_o ($V_o = 5$ км/год);

Δ – темп приросту робочого опору ($\Delta = 3\%$).

Оскільки робоча швидкість руху агрегату на другій передачі є меншою за 5 км/год., то прийmemo, що питомий опір культиватора на цій передачі $K_2 = K_o = 1,2$ кН/м.

Питомий опір культиватора на третій і четвертій передачах є відповідно рівним:

$$K_3 = 1,2 \cdot \left(1 + (6,4 - 5) \cdot \frac{3}{100}\right) = 1,25 \text{ кН/м,}$$

$$K_4 = 1,2 \cdot \left(1 + (7,9 - 5) \cdot \frac{3}{100}\right) = 1,30 \text{ кН/м.}$$

Оскільки трактор МТЗ-80 може агрегатувати лише один культиватор КОЗР-5,6, то розрахунки по визначенню максимальної ширини захвату агрегату і кількості машин в агрегаті проводити недоцільно.

Тяговий опір культиватора визначимо за формулою:

$$R_m = K_i B + G_m \frac{i}{100}, \quad (5.10)$$

де K_i – питомий опір агрегату на i -тій передачі;

B – ширина захвату агрегату, м ($B = 5,6$ м);

G_m – вага культиватора, кН ($G_m = 9,6$ кН).

Тоді, тяговий опір на переміщення агрегату на вибраних передачах становить:

$$R_{m2} = 1,2 \cdot 5,6 + 9,6 \cdot \frac{2}{100} = 6,9 \text{ кН,}$$

$$R_{m3} = 1,25 \cdot 5,6 + 9,6 \cdot \frac{2}{100} = 7,2 \text{ кН,}$$

$$R_{m4} = 1,30 \cdot 5,6 + 9,6 \cdot \frac{2}{100} = 7,5 \text{ кН.}$$

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на передачах:

$$\eta = \frac{R_a}{P_{zak}}, \quad (5.11)$$

$$\eta_2 = \frac{11,6}{12,4} = 0,93,$$

$$\eta_3 = \frac{10,0}{12,4} = 0,81,$$

$$\eta_4 = \frac{9,7}{12,4} = 0,78.$$

Таким чином, трактор може працювати на всіх вибраних передачах оскільки визначені коефіцієнти використання тягового зусилля менші допустимого коефіцієнта використання тягового зусилля при міжрядному обробітку $[\eta] 0,90 \dots 0,94$ [13]. Однак для досягнення більшої продуктивності доцільно агрегатувати культиватор на третій передачі.

5.3 Кінематика агрегату

Розрізняють три види способів руху машинно-тракторних агрегатів: гоновий, діагональний та круговий.

Одним із різновидів гонових способів руху, який використовують при міжрядному обробітку, є човниковий спосіб руху. Робоча довжина гонів при цьому дорівнює [21]:

$$L_p = L - 2E, \quad (5.12)$$

де L_p – робоча довжина гону, м;

L – довжина поля, м;

E – ширина поворотної смуги.

При петльових поворотах мінімальна ширина поворотної смуги [20]:

$$E_{\min} = 0,5 B_p + 2,7 R + e, \quad (5.13)$$

де B_p – ширина захвату агрегату ($B = 5,4$ м);

R – радіус повороту агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегату, м.

Радіус повороту агрегату становить $1,6 B_p$ [13]. Отже, в нашому випадку

$$R = 1,6 \cdot 5,4 \approx 9 \text{ м.}$$

Довжина виїзду агрегату – це відстань, на яку необхідно відвести агрегат (його кінематичний центр) для виведення робочих органів сівалки на контрольну лінію.

Для навісних агрегатів[13]:

$$e = 0,1 (l_T + l_M), \quad (5.14)$$

де l_T – кінематична довжина трактора ($l_T = 1,2 \text{ м}$).

l_M – кінематична довжина культиватора ($l_M = 1,5 \text{ м}$).

Тоді, $e = 0,1 (1,2 + 1,5) \approx 0,3 \text{ м}$,

а $E_{\min} = 0,5 \cdot 5,6 + 9 + 0,3 = 12,1 \text{ м}$

Дійсна ширина поворотної смуги повинна бути більша E_{\min} і кратна ширині захвату агрегату, тобто

$$E_{\phi} \geq E_{\min} = nB_p, \quad (5.15)$$

де n – число проходів агрегату. Для підвищення продуктивності агрегату прийємо $n = 3$, тоді $E_{\phi} = 16,2 \text{ м}$.

Отже,

$$L_p = 860 - 2 \cdot 16,2 = 825,2 \text{ м.}$$

Визначимо коефіцієнт робочих ходів [21]:

$$\phi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (5.16)$$

де L_x – довжина холостого ходу агрегату, м.

Довжина холостого ходу при грушовидному повороті при русі човником можна визначити за формулою [21]:

$$L_x = k R, \quad (5.17)$$

де k – коефіцієнт ($k = 6,6 \dots 8,0$).

Прийємо $k = 7,4$. Тоді, $L_x = 7,4 \cdot 9 \approx 67 \text{ м}$.

Отже,

$$\phi = \frac{825,2}{825,2 + 67} = 0,925.$$

5.4 Розрахунок продуктивності агрегату

Змінну норму виробітку агрегату можна визначити за формулою [13]:

$$H = 0,1 B_p V_p T_p, \quad (5.18)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м (для міжрядних агрегатів B_p дорівнює конструктивній ширині захвату $B_p = B_k = 5,6$ м);

V_p – робоча швидкість руху ($V_p = 7,9$ км/год);

T_p – чистий робочий час зміни, год.

Чистий робочий час агрегату протягом зміни становить [13]:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{обс} + T_{пов})}{1 + \tau_{пов} + \tau_{то}}, \quad (5.19)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год ($T_{зм} = 7$ год);

$T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час, год;

$T_{обс}$ – час організаційно-технічного обслуговування агрегату (очищення робочих органів, перевірка якості роботи , регулювання і т.д.);

$T_{воп}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, год;

$\tau_{пов}$ – коефіцієнт поворотів;

$\tau_{то}$ – коефіцієнт технологічного обслуговування агрегату.

Підготовчо-заклучний час складає $T_{пз} = 39 - 65$ хв. Прийmemo $T_{пз} = 50$ хв = 0,83 год. Час організаційно-технічного обслуговування $T_{обс} = 9 - 21$ хв. Приймаємо $T_{обс} = 20$ хв = 0,33 год.

Коефіцієнт поворотів можна визначити за формулою [13]:

$$\tau_{пов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi} = \frac{1 - 0,925}{0,925} = 0,08.$$

Коефіцієнт технологічного обслуговування складається із коефіцієнта технологічного обслуговування заправки культиватора добривами τ .

Коефіцієнти τ розраховується за формулою [13]:

$$\tau = t_{зав} \frac{WU_B}{60V \psi \rho}, \quad (5.20)$$

де $t_{зав}$ – відповідно, тривалість часу одного завантажування добривами ($t_{зав} = 6$ хв); $W = 0,1 B_p V_p$ – продуктивність агрегату за годину чистої роботи

$$W = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,9 = 4,42 \text{ га/год.}$$

U_B – відповідно норма внесення мінеральних добрив ($U_B = 50 \text{ кг/га}$);

V – місткість тукових ящиків культиватора ($V = 8 \cdot 0,032 = 0,256 \text{ м}^3$);

ψ - коефіцієнт використання технологічних місткості, $\psi = 0,85$;

ρ – щільність добрива ($\rho = 980 \text{ кг/м}^3$).

$$\text{Тоді,} \quad \tau = 6 \frac{4,42 \cdot 50}{60 \cdot 0,256 \cdot 0,85 \cdot 980} = 0,10.$$

Таким чином, чистий час роботи агрегату за зміну становить

$$T_p = \frac{7 - (0,83 + 0,33 + 0,5)}{1 + 0,08 + 0,10} = 4,8 \text{ год,}$$

а норма виробітку агрегату дорівнює

$$H = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,9 \cdot 4,8 = 22,6 \text{ га.}$$

Продуктивність агрегату за годину змінного часу становить

$$W = \frac{H}{T_{зм}} = \frac{22,6}{7} = 3,2 \text{ га/год.,}$$

при коефіцієнті використання часу зміни

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} = \frac{4,8}{7} = 0,68.$$

Визначення норми витрат палива. Норму витрат палива можна визначити за формулою [13]:

$$Q = \frac{T_p G_p + T_{пов} G_n + T_{пер} G_{пер} + T_{зуп} G_{зуп}}{H}, \quad (5.21)$$

де $T_{пов}$, $T_{пер}$, $T_{зуп}$ – затрати часу протягом зміни відповідно на повороти ($T_{пов} = \tau_{пов} \cdot T_p = 0,08 \cdot 4,8 = 0,38 \text{ год.}$), переїзди і на зупинках.

Приймемо, що тривалість переїздів на поле і назад складає $25 \text{ хв} = 0,42 \text{ год}$, а на зупинках трактор працював тільки під час заправки добривами.

$$\text{Тоді,} \quad T_{зуп} = \tau_{то} \cdot T_p = 0,19 \cdot 4,8 = 0,91 \text{ год.}$$

G_p , G_n , $G_{пер}$ і $G_{зуп}$ – норматив витрат палива відповідно на виконання основної роботи, при поворотах, переїздах і на зупинках.

$$G_p = 11,7 \text{ л/год; } G_n = 8,2 \text{ л/год; } G_{пер} = 7 \text{ л/год; } G_{пер} = 2,3 \text{ л/год.}$$

Тоді,

$$Q = \frac{4,8 \cdot 11,7 + 0,38 \cdot 8,2 + 0,42 \cdot 7 + 0,91 \cdot 2,3}{22,6} = 2,84 \approx 2,9 \text{ л/га.}$$

За проведеними розрахунками складаємо операційно-технологічну карту на проведення міжрядного обробітку кукурудзи в господарстві.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Організація робіт з охорони праці

Організація роботи з охорони праці щодо технічного обслуговування машинно-тракторного парку у господарствах і на підприємствах покладається на головного інженера, на пунктах технічного обслуговування на безпосередніх керівників цих підрозділів.

Особи, відповідальні за дотримання правил техніки безпеки і охорони праці (інженери з експлуатації, механіки, бригадири, майстри й інші керівники), зобов'язані:

- не допускати перевірку тракторів, комбайнів і самохідних машин, що знаходяться в русі;
- не допускати до роботи на пересувних засобах технічного обслуговування, металообробних верстатах, до електрогазозварювальних, ковальських і інших робіт осіб, що не мають відповідних чи посвідчень інших документів;
- стежити за справним станом пересувних засобів технічного обслуговування й устаткування, що знаходиться на стаціонарному пункті технічного обслуговування, а також за наявністю і справністю всіх передбачених правилами техніки безпеки запобіжних пристроїв, огорожень і індивідуальних засобів захисту, що забезпечують безпечні умови праці на відповідній ділянці роботи;
- вимагати дотримання штатними працівниками і особами, що працюють за трудовою угодою, правил та інструкцій з техніки безпеки, строго стежити за дотриманням безпечних методів праці і використанням усіх наявних запобіжних і захисних засобів;
- визначати маршрути проходження пересувних засобів технічного обслуговування до місця роботи.

Усі працівники, що влаштовуються на роботу, повинні пройти вступний

інструктаж, інструктаж на робочому місці, а потім через кожні шістьох місяців роботи періодичний інструктаж. Робітники, зайняті на особливо небезпечних і шкідливих роботах (електрогазозварочні, ковальські, зарядка акумуляторів і ін.), періодичний інструктаж проходять через три місяці.

Важливим у зниженні виробничого травматизму є пропаганда безпечних методів ведення робіт, тому керівництво пункту технічного обслуговування зобов'язано організувати куточок з техніки безпеки.

Куточок з техніки безпеки організується у спеціальному приміщенні чи безпосередньо в основному відділенні майстерні пункту технічного обслуговування. Ділянку куточка доцільно відокремити декоративною стінкою зі склоблоків висотою приблизно 2,6 м. Куточок повинен відповідати вимогам естетики. Його необхідно забезпечити аптечкою для надання першої медичної допомоги, столом і стільцями. Тут же повинні бути виставлені зразки захисних окулярів, світлофільтрів, респіраторів та інших індивідуальних засобів захисту. Варто також представити для порівняння справний і несправний інструмент. Тематика ілюстрацій і експозиції стендів повинні відбивати безпечні прийоми праці при технічному обслуговуванні і ремонті сільськогосподарської техніки, а також спеціальні види робіт, виконувані на пункті технічного обслуговування.

6.2 Вимоги безпеки до удосконаленого культиватора КОЗР-5,6

До експлуатації та обслуговування культиватора КОЗР-5,6 повинні допускатися особи, які закінчили курси з вивчення конструкції і правил експлуатації машини.

В експлуатаційній документації має бути зазначено, що до роботи з культиватором, допускаються особи, які ознайомлені з будовою та правилами його експлуатації.

Культиватор має бути обладнаний світлоповертачами згідно з ДСТУ 8769. Допускається також нанесення на елементи конструкції агрегату

чергування червоних та білих або жовтих та чорних смуг під кутом 45° до вертикалі, які чергуються з відстанню між ними 50 мм.

Вузли і деталі гідросистеми культиватора мають бути надійними, виключати витікання масла і самовільне опускання робочих органів. Гідросистема культиватора повинна з'єднуватись з гідросистемою енергозасобу за допомогою розподільчих муфт.

Культиватор має мати крім причіпного пристрою, страховий ланцюг або трос. Культиватор має бути обладнаний механічними розтяжками для надійності фіксації бокових секцій культиватора і транспортного ходу для далекого транспортування.

На культиваторі повинні бути нанесені попереджувальні надписи: “Увага! Перевір надійність фіксації бокових секцій. Не стій поблизу бокових секцій”.

Попадання на ґрунт паливо-мастильних речовин (масло, дизельне пальне, солідол і т. п.) під час агрегатування культиватора з енергозасобом, а також у процесі експлуатації не допускається. Розміщення маслянок повинно забезпечувати зручний і безпечний доступ до них.

Культиватор повинен бути обладнаний комплектом інструменту, необхідним для обслуговування його у польових умовах. Для очищення лап і борінок культиватор повинен бути укомплектований ручним чистиком [7].

На великогабаритних вузлах культиватора мають бути позначені місця стропування згідно ДСТУ 14-192.

Технічне обслуговування культиватора КОЗР-5,6, як і інших ґрунтообробних машин, проводиться щозмінне та після сезонне. Щозмінне технічне обслуговування культиватора КОЗР-5,6 проводять одночасного з обслуговуванням трактора, з яким він працює.

При щозмінному технічному обслуговуванні очищують культиватор від землі та рослинних решток. Перевіряють стан робочих органів, кріплення всіх складальних одиниць культиватора, особливо кріплення робочих органів та

секцій. У разі необхідності замінюють робочі органи і підтягують ослаблені кріплення.

Всі тертьові поверхні змащують згідно з картою мащення культиватора. Перевіряють стан шин і тиск повітря в них.

Післясезонне технічне обслуговування виконують при встановленні культиватора на зберігання. При цьому, крім операцій щозмінного технічного обслуговування виконують ще й такі роботи.

Проводять огляд і дають оцінку стану культиватора, визначають можливість його дальшого використання без ремонту, у разі необхідності ремонтують. На непридатні для роботи деталі складають дефектну відомість і передають механіку для оформлення заявки на їх придбання, якщо не можна виготовити ці деталі у майстернях господарства.

Деталі з пошкодженою фарбою підфарбовують. Усі тертьові поверхні деталей та складальних одиниць очищають від бруду і змащують густим мастилом.

Особливо ретельно очищають туковисівні апарати, промивають гасом і змащують. Колеса з пневматичними шинами перебирають. Камери посипають тальком. Шини при зберіганні захищають від сонячних променів.

Зберігають культиватори під навісом або на відкритих майданчиках з твердим покриттям. Під робочі органи ставлять підкладки. При зберіганні на відкритих майданчиках знімають гідро циліндри, шланги гідросистеми і здають на склад. З гідроциліндрів і маслопроводів гідравлічної системи випускають масло.

Інструмент та запасні частини, що додаються до культиватора, очищають, змащують, чіпляють бирки з номерами машин і здають на склад. При зберіганні культиваторів періодично оглядають їх стан чистиком.

6.3 Розрахунок транспортного пристрою культиватора

Транспортний пристрій культиватора - це рама, яка складається з двох стійок і ригеля (рис. 6.1). По центру ригеля рами діють $2/3$ сили ваги

культиватора.

Визначення статичної невизначеності рами складається з перевірки ригеля на міцність і перевірки вертикальних стійок на стійкість.



Рисунок 6.1. Розрахункова схема рами транспортного пристрою культиватора

Ригель – це балка на двох опорах, по центру на ригель діє сила $F = 6$ кН (рис. 6.2). Поперечний переріз балки - квадратно-трубчатий, сторона квадрату $a=0,08$ м, товщина стінки $b=0,005$ м.

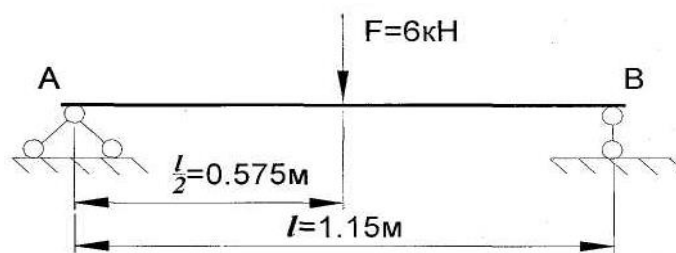


Рисунок 6.2 Схема для розрахунку ригеля

Визначаємо реакції опор балки

$$R_A = R_B = F/2 = 6/2 = 3 \text{ кН.}$$

Перевіряємо правильність обчислених реакцій

$$\sum Y = 0; \quad R_A - F + R_B = 0; \quad 3 - 6 + 3 = 0.$$

Отже, реакції розраховано вірно.

Будуємо епюри поперечних сил $Q(x)$ і згинальних моментів $M(x)$, використовуючи метод перерізів і правило знаків для силових факторів.

$$\text{Рівняння поперечної сили} \quad Q(x) = -R_B = -3 \text{ кН.}$$

Ділянка 1 (рис. 6.3а)

$0 \leq x_1 \leq 0,575$ м (справа).

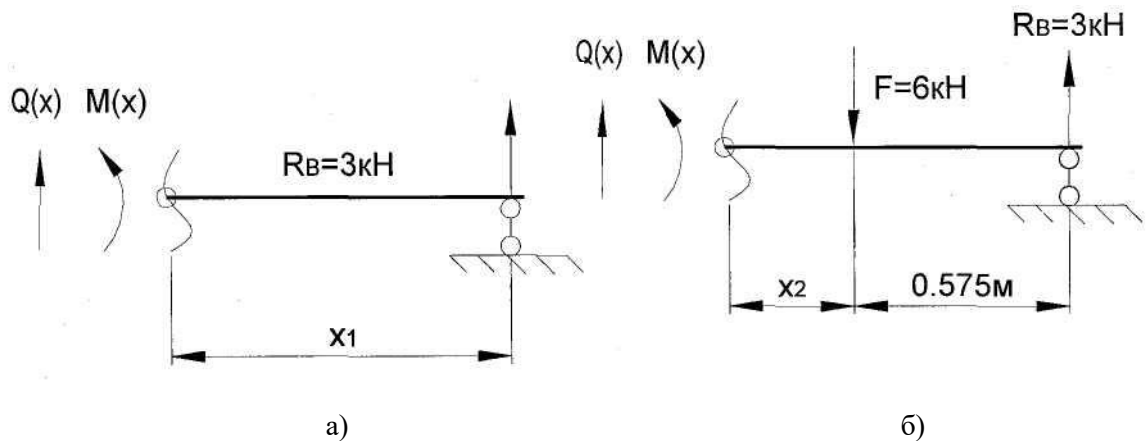


Рисунок 6.3 – Розрахункова схема

Рівняння згинальних моментів $M(x) = R_B \cdot x_1 = 3 \cdot x_1$:

при $x_1 = 0$, $M(x) = 0$; При $x_1 = 0,575$ м, $M(x) = 3 \cdot 0,575 = 1,725$ кНм.

Ділянка 2 (рис.6.3б). $0 \leq x_2 \leq 0,575$ м.

Рівняння поперечних сил $Q(x) = -R_B + F = -3 + 6 = 3$ кН.

Рівняння згинальних моментів

$$M(x) = R_B \cdot (0,575 + x_2) - F \cdot x_2 = 3 \cdot (0,575 + x_2) - 6 \cdot x_2 = 1,725 - 3 \cdot x_2;$$

при $x_2 = 0$, $M(x) = 1,725$ кН; при $x_2 = 0,575$ м, $M(x) = 1,725 - 3 \cdot 0,575 = 0$.

Будуємо епюри перерізаючих сил $Q(x)$ і згинальних моментів $M(x)$ для ригеля (рис. 6.4).

З епюр знаходимо найбільші величини згинального моменту і поперечної сили:

$$M_{\max} = 1,725 \text{ кНм}; \quad Q_{\max} = 6 \text{ кН}.$$

З умови міцності за нормальними напруженнями при згині знаходимо необхідний осьовий момент опору поперечного перерізу стійки культиватора

$$\frac{M_{\max}}{W_Z} \leq [\sigma].$$

Підставивши числові дані отримаємо, що необхідний момент опору перерізу:

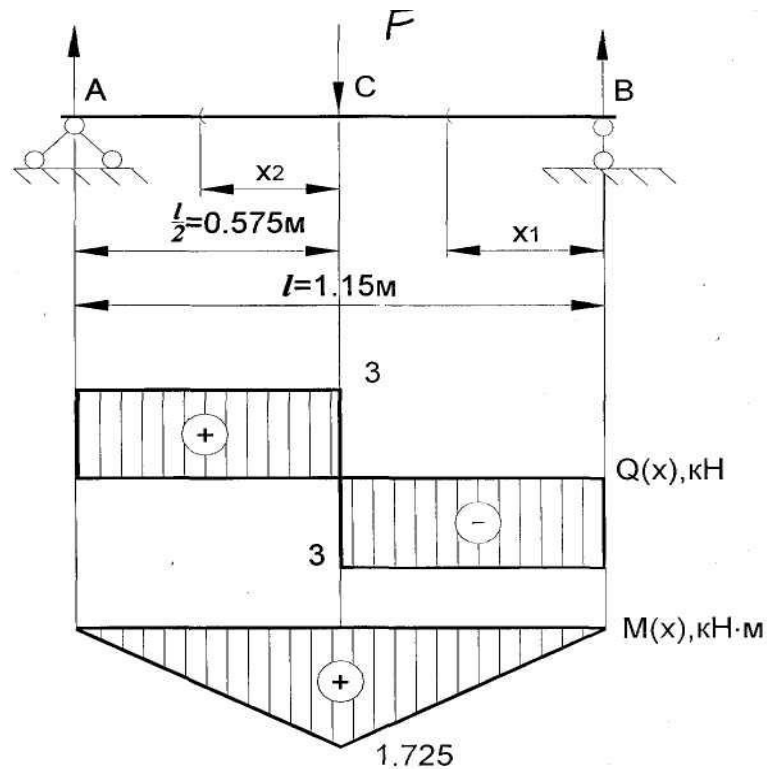


Рисунок 6.4 - Розрахункова схема ригеля з епюрами $Q(x)$ і $M(x)$

$$W_Z \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]} = \frac{1,725 \cdot 10^{-3}}{160 \cdot 10^6} = 10,78 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 10,78 \text{ см}^3.$$

У розглядуваному ригелі, поперечний переріз якого трубчастий, фактичний осьовий момент опору поперечного перерізу знайдемо, виразивши його через геометричні характеристики

$$W_{ZP} = \frac{a^3}{6} - \frac{a_1^3}{6},$$

де a - зовнішня сторона перерізу, $a = 8\text{ см} = 80\text{ мм}$;

a_1 - внутрішня сторона перерізу, $a_1 = 7\text{ см} = 70\text{ мм}$;

Підставивши числові дані, отримаємо

$$W_{ZP} = \frac{8^3}{6} - \frac{7^3}{6} = 39,56 \text{ см}^3.$$

Умові міцності виконується, оскільки $W_{ZP} > W_Z$, коефіцієнт запасу при цьому

$$n = \frac{W_{ZP}}{W_Z} = \frac{39,56}{10,78} \approx 3.$$

7 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Економічну оцінку ефективності впровадження удосконаленої технології вирощування кукурудзи і внесених в конструкцію культиватора змін дамо при умові використання його на операції міжрядного обробітку кукурудзи.

В удосконаленому культиваторі КОЗР-5,6М для поліпшення якості копіювання поверхні поля гряділями, при роботі культиватора на підвищених швидкостях, удосконалено підвіски, замість підшипників тертя встановлено радіальні підшипники кочення. Це одночасно із збільшенням вартості культиватора на 6500 грн. дозволить збільшити робочу швидкість, а відтак і продуктивність.

При розрахунках економічної ефективності за базову машину приймаємо серійний культиватор КРН-5,6.

Вихідні дані для розрахунку зводимо в таблицю 7.1.

Таблиця 7.1 - Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	КРН-5,6	Удосконалений КОЗР-5,6М
Маса, кг	1050	1136
Ширина захвату, м	5,6	5,6
Робоча швидкість, км/год.	До 8	До 10
Агрегується з трактором	МТЗ-80/82	МТЗ-80/82

Основним техніко-економічним показником роботи агрегату є продуктивність, яка визначається за формулою [29]:

$$W = 0,1 B_p \cdot V \cdot \tau, \quad (7.1)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м;

V - робоча швидкість, км/год.;

τ - коефіцієнт використання змінного часу, $\tau = 0,5-0,95$.

Приймаємо для розрахунків $\tau = 0,8$. Тоді продуктивність серійної машини буде становити:

$$W_c = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7 \cdot 0,8 = 3,14 \text{ га/год.}$$

А продуктивність агрегату з удосконаленим робочим органом буде становити

$$W_H = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 9 \cdot 0,8 = 4,03 \text{ га/год.}$$

Енергоємність операції визначається за формулою:

$$F = \frac{N}{W}, \quad (7.2)$$

де N – потужність двигуна трактора, $N_{\text{МТЗ-80}} = 58,9$ кВт.

Енергоємність операції, яку виконує серійний агрегат, становить:

$$F_c = \frac{58,9}{3,14} = 18,76 \text{ кВтгод./га.}$$

Енергоємність операції, яку виконує удосконалений агрегат, становить:

$$F_H = \frac{58,9}{4,03} = 14,62 \text{ кВтгод./га.}$$

Матеріалоємність операції визначається за формулою:

$$M = \frac{M_M}{W}, \quad (7.3)$$

де M_M – маса машини, кг.

Для серійної машини матеріалоємність становить:

$$M_c = \frac{1050}{3,14} = 334,39 \text{ кг} \cdot \text{год./га}$$

Для удосконаленого культиватора матеріалоємність становить:

$$M_H = \frac{1136}{4,03} = 281,89 \text{ кг} \cdot \text{год./га.}$$

Затрати праці на обробці міжрядь визначаємо за формулою:

$$H = \frac{K}{W}, \quad (7.4)$$

де K – кількість обслуговуючого персоналу агрегату;

W – продуктивність агрегату за годину.

Затрати праці на культивації серійним агрегатом становлять:

$$H_c = \frac{1}{3,14} = 0,32 \text{ люд.год./га}$$

Затрати праці на обробіток міжрядь агрегатом з удосконаленим культиватором:

$$H_n = \frac{1}{4,03} = 0,25 \text{ люд.год./га}$$

Зниження затрат праці при роботі удосконаленого культиватора становлять:

$$H_z = H_c - H_n = 0,32 - 0,25 = 0,07 \text{ люд.год./га}$$

Прямі експлуатаційні затрати при проведенні обробітку ґрунту визначаються по формулі:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{ПММ}}, \quad (7.5)$$

де C_o – оплата праці з усіма нарахуваннями, грн./га;

C_a – амортизаційні відрахування, грн./га;

C_p – затрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

$C_{\text{ПММ}}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

Оплата праці механізатору, який працює на агрегаті, нараховується по тарифній сітці за норму виконаної роботи. За 1 га обробленої площі оплата праці становить:

$$C_o^1 = \frac{C_T}{W_{\text{ЗМ}}}, \quad (7.6)$$

де C_T – оплата праці за тарифною сіткою;

$W_{\text{ЗМ}}$ – продуктивність агрегату за зміну.

Для механізатора, який працює на базовому агрегаті оплата праці з врахуванням останнього підвищення мінімальної заробітної плати до 6700 грн. становить 291 грн. за зміну [29]. А за 1 га обробленої площі оплата праці буде становити:

$$C_{o.B}^1 = \frac{291}{21,98} = 13,24 \text{ грн./га.}$$

Крім того, в господарстві проводиться доплата: 50 % - за складність робіт

(становить 6,62 грн./га), 12% - за інтенсивність робіт (становить 1,59 грн./га).
І тоді оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{об}^H = 13,24 + 6,62 + 1,59 = 21,45 \text{ грн./га.}$$

На цю суму механізатору нараховується 20 % за класність (становить 4,29 грн./га) і 51 % соціального страхування і ін. (становить 10,94 грн./га). І тоді вся оплата праці з нарахуваннями механізатору, який працює на базовому агрегаті, становить:

$$C_{об} = 21,45 + 4,29 + 10,94 = 36,68 \text{ грн./га.}$$

Для механізатора, який працює на тракторі МТЗ-80 і удосконаленому культиваторі, оплата праці буде становити:

$$C_{O.H}^1 = \frac{291}{28,21} = 10,32 \text{ грн./га.}$$

Аналогічно нараховуються всі необхідні доплати: 50 % за складність робіт (5,16 грн./га), 12 % за інтенсивність робіт (1,24 грн./га). І оплата праці з нарахуваннями буде становити:

$$C_{он}^H = 10,32 + 5,16 + 1,24 = 16,72 \text{ грн./га.}$$

На цю суму нараховується 20% за класність (3,34 грн./га) і 51 % соціального страхування (8,53 грн./га) і оплата праці з усіма нарахуваннями для механізатора, який працює на новому агрегаті, буде становити

$$C_{он} = 18,27 + 3,65 + 9,32 = 29,69 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм відрахувань на знаряддя за формулою:

$$C_a = \frac{S \cdot \alpha}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}}, \quad (7.7)$$

де S – ціна машини, грн.;

D – кількість днів роботи за рік;

K – коефіцієнт змінності.

За нормативами [12] річна норма відрахувань для всіх культиваторів загального і спеціального призначення становить 12 %. Тоді нарахування на амортизацію для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{55000 \cdot 12,5}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 21,98} = 5,08 \text{ грн./га.}$$

Для удосконаленого культиватора амортизаційні відрахування будуть становити:

$$C_{ан} = \frac{61500 \cdot 12,5}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 28,21} = 5,06 \text{ грн./га.}$$

Так як норма відрахувань на ремонт і технічне обслуговування така ж сама, як і для амортизаційних відрахувань, то приймаємо ці ж самі значення для відповідних машин.

Затрати на паливо і мастильні матеріали визначаються за формулою:

$$C_{пмм} = C_{п} \cdot g_{га}, \quad (7.8)$$

де $C_{п}$ – комплексна ціна 1 кг палива, грн./кг;

$g_{га}$ – витрати палива на 1 га.

$$g_{га} = \frac{G \cdot K}{W} \quad (7.9)$$

G – витрати палива за годину [12] – $G_{МТЗ-80} = 15,2$ кг/год.

K – поправочний коефіцієнт, який враховує неповне завантаження двигуна при холостих поворотах і переїздах, під час зупинок трактора з працюючим двигуном – $K = 0,92$ [11].

Комплексна ціна палива і мастильних матеріалів залежить від ситуації на ринку, постачальника і інших причин. Приймаємо її $C_{п} = 55,80$ грн./кг.

$$g_{габ} = \frac{15,2 \cdot 0,92}{3,14} = 4,45 \text{ кг/га;}$$

$$g_{ган} = \frac{15,2 \cdot 0,92}{4,03} = 3,47 \text{ кг/га.}$$

Затрати на паливо і мастильні матеріали для базового агрегату будуть становити:

$$C_{пмм}^б = 55,8 \cdot 4,45 = 248,31 \text{ грн./га.}$$

Аналогічні затрати на роботу нового агрегату будуть складати:

$$C_{пмм}^н = 55,8 \cdot 3,47 = 193,63 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі затрати на обробку серійним культиватором будуть становити:

$$C_c = 36,68 + 5,08 + 5,08 + 248,31 = 295,15 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі затрати на обробіток ґрунту удосконаленим культиватором будуть становити:

$$C_n = 26,69 + 5,06 + 5,06 + 193,63 = 230,44 \text{ грн./га.}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні удосконаленого культиватора будуть становити:

$$E = C_c - C_n = 295,15 - 230,44 = 64,71 \text{ грн./га.}$$

При впровадженні розробки у виробництво урожайність кукурудзи збільшиться на 10%, що становить при урожайності 80 ц/га 8 ц додаткового зерна. При ринковій вартості насіння кукурудзи 7150 грн./т економічний ефект від додаткової продукції становить:

Таблиця 7.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Назва показників	Серійний агрегат	Новий агрегат
1. Продуктивність агрегату, га/год.	3,14	3,58
2. Питомі витрати палива, кг/га	4,45	3,91
3. Енергоємність, кВт · год./га	18,76	16,45
4. Матеріалоємність, кг · год./га	334,39	317,32
5. Затрати праці, люд.год./га	0,32	0,30
6. Прямі експлуатаційні затрати, грн./га	283,28	248,97
в т.ч.: оплата праці з нарахуваннями	35,62	31,24
амортизаційні відрахування	1,90	1,73
затрати на ремонт і ТО	1,90	1,73
затрати на ПММ	243,86	214,27
7. Зниження прямих затрат, грн./га	--	34,31
8. Економічний ефект від додаткової продукції, грн./га	--	3680
8. Річний економічний ефект, грн.	--	2892075
9. Строк окупності затрат, років	--	0,0009

$$E_d = 0,8 \times 7150 = 5720 \text{ грн./га.}$$

Сумарний питомий економічний ефект становить:

$$E_c = E + E_d = 64,71 + 5720 = 5784,71 \text{ грн./га.}$$

В відсотках економічний ефект становить:

$$E_{\pi} = \frac{5784,71 \cdot 100}{295,15} = 685 \text{ \%}.$$

Річний економічний ефект за умови впровадження розробки на площі 500 га буде становити

$$E_p = 5784,15 \times 500 = 2892075 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники представлені в таблиці 7.2.

Строк окупності затрат на удосконалення культиватора визначається за формулою:

$$Z_o = \frac{S}{E_p} \quad (7.10)$$

$$Z_o = \frac{6500}{2892075} = 0,0023 \text{ роки.}$$

Проведені розрахунки показують ефективність розробки і впровадження удосконаленого культиватора на вирощуванні кукурудзи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз діяльності господарства показує, що його матеріальна база застаріла і потребує поліпшення. Для досягнення кращих економічних показників в господарстві слід впроваджувати нові технології і машини для вирощування сільськогосподарських культур, в т. ч. і для кукурудзи.

2. На підставі вивчення нових технологій вирощування та збирання кукурудзи, аналізу особливостей господарства нами запропонована удосконалена технологія вирощування кукурудзи з використанням удосконаленого культиватора для міжрядного обробітку.

3. Проведені розрахунки і визначено основні конструктивні і технологічні параметри удосконаленого культиватора в агрегаті з трактором. Проведені розрахунки поздовжньої і поперечної стійкості агрегату.

4. Розроблені заходи з охорони праці дозволять підвищити рівень безпеки праці при вирощуванні кукурудзи в господарстві. Розроблена конструкція і проведено необхідні розрахунки транспортного пристрою культиватора для його безпечного агрегування і перевезення.

5. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що використання розробок в господарстві дозволяє одержати річний економічний ефект в сумі грн. Затрати на розробки окупляться протягом першого року експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тимошенко Т. Кукурудза: як вирощувати успішно? // Агробізнес сьогодні. - №18 (241), вересень, 2012. – с. 37-39.
2. Цехмейструк М.Г., Музафаров Н.М., Манько К.М. Аспекти вирощування кукурудзи/ Агробізнес сьогодні.- №8(279) квітень 2014.–с.37-42.
3. Шевчук Р., Кириєнко Г., Браценюк В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно/ Аграрний тиждень. Україна. – 22 червня 2015 р. с. 13-18.
4. Митрофанов О., Альохін А., Демидов С. Вдосконалена технологія вирощування кукурудзи на Півдні України без застосування гербіцидів// Техніка АПК. - №10 (жовтень), 2007. – с. 26-29.
5. Пастернак О. Перспективи ринку кукурудзи в Україні// Агробізнес сьогодні. - №7 (230), квітень, 2012. - с. 25-27.
6. Кернасюк Ю. Кукурудза у світі/Економічний гектар. – Серeda, 14 квітня, 2021/ <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/21184-kukurudza-u-sviti.html>.
7. Новіцький В. Кукурудза: уроки воєнного року/ <https://agrotimes.ua/opinion/kukurudza-uroky-voennogo-roku/>.
8. Король О. Суворий експорт 2022: як під час війни продати українське зерно та запобігти продовольчій катастрофі у світі? <https://latifundist.com/spetsproekt/969-suvorij-eksport-2022-yak-pid-chas-vijni-prodati-ukrayinske-zerno-ta-zapobigti-prodovolchij-katastrofi-u-sviti>.
9. Кукурудза – королева полів/ Навчальний посібник. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 448 с.
10. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.

11. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
12. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.
13. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007. - 360 с.
14. Довідник з опору матеріалів / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
15. Опір матеріалів/ Під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973р. – 672 с.
16. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.
17. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровськ. держ. агр. ун-т. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
18. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..
19. Лешахін С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1990. - 165 с.
20. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

21. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.