

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., професор
_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
«___» _____2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

Механізація вирощування столових буряків з удосконаленням
просапного культиватора

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-23мб-1.2
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____Миценко Ігор Олександрович
«___» _____2026 р.

Керівник проекту
доц., канд. техн. наук
_____Віктор ДЕЙКУН
«___» _____2026 р.

Рецензент
доц. канд. техн. наук
_____Сергій ЛИСЕНКО

[illegible]

ЗМІСТ

Розділ	Найменування структурних одиниць і розділів	Арк.
1	Вступ	5
2	Аналіз типової технології вирощування столових буряків з визначенням шляхів її удосконалення	7
3	Операційна технологія виконання міжрядного обробітку при вирощуванні столових буряків.	16
4	Інженерна частина	27
5	Охорона праці	43
6	Висновки	45
	Список використаної літератури	46
	Додатки.	48

1. ВСТУП

Виробництво овочевої продукції є важливою складовою агропромислового комплексу, що забезпечує населення цінними продуктами харчування та сировиною для переробної промисловості. Серед овочевих культур особливе місце займають столові буряки, які характеризуються високою поживною цінністю, добрими смаковими властивостями та широким використанням у харчуванні. У зв'язку з цим підвищення ефективності їх вирощування є актуальним завданням сучасного сільськогосподарського виробництва.

Сучасні технології вирощування столових буряків базуються на широкому застосуванні засобів механізації, що забезпечують виконання основних технологічних операцій: підготовки ґрунту, сівби, догляду за посівами та збирання врожаю. Водночас ефективність цих процесів значною мірою залежить від технічного рівня використовуваних машин і агрегатів. Недосконалість окремих конструктивних елементів призводить до зниження якості обробки ґрунту, збільшення енерговитрат і погіршення умов росту рослин.

Особливе значення у технології вирощування столових буряків має міжрядний обробіток, який забезпечує розпушування ґрунту, знищення бур'янів та створення сприятливих умов для розвитку рослин. Основним технічним засобом для виконання цієї операції є просапний культиватор. Проте існуючі конструкції культиваторів не завжди відповідають сучасним вимогам щодо якості обробки та енергоефективності, що обумовлює необхідність їх удосконалення.

					МВСБ 00.000 ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Механізація вирощування столових буряків з удосконаленням просапного культиватора	Літ.		Аркуш	Аркушів		
Розроб.	Миценко					I		5	43		
Перевір.	Дейкун										
Н. контр.	Артеменко										
Затвер.	Васильковський										
						ЦНТУ, гр. АІ-23мб-1.2					

Метою даної роботи є підвищення ефективності механізації вирощування столових буряків шляхом удосконалення конструкції просапного культиватора. Для досягнення поставленої мети передбачено аналіз існуючих технологій вирощування культури, оцінку технічного рівня машин, що застосовуються, розробку конструктивних рішень щодо модернізації культиватора та обґрунтування їх техніко-економічної ефективності.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СТОЛОВИХ БУРЯКІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Біологічні особливості столових буряків

Столові буряки належать до дворічних рослин родини лободових (Chenopodiaceae). У перший рік життя вони формують коренеплід і розетку листків, а на другий – генеративні органи, квітконосні пагони та насіння. У виробничих умовах культуру вирощують як однорічну з метою отримання товарних коренеплодів.

Коренева система буряків добре розвинена, проникає в ґрунт на глибину до 2-2,5 м, що обумовлює їх відносну посухостійкість. Основна маса коренів зосереджена в орному шарі ґрунту, що визначає високу чутливість рослин до його фізичного стану, щільності та аерації.

Коренеплід формується за рахунок потовщення головного кореня та нижньої частини стебла. Його форма, розміри та маса залежать від сорту, умов вирощування та агротехніки. Оптимальна маса товарного коренеплоду становить 200-500 г. М'якоть характеризується високим вмістом сухих речовин, цукрів, вітамінів та мінеральних елементів.

Столові буряки є холодостійкою культурою. Насіння починає проростати при температурі 3-5°C, однак оптимальною температурою для росту і розвитку рослин є 15–22°C. Сходи можуть витримувати короточасні приморозки до -2...-3°C. Водночас підвищені температури та дефіцит вологи негативно впливають на формування коренеплодів.

Рослини вимогливі до вологи, особливо у період проростання насіння та формування коренеплоду. Недостатнє зволоження ґрунту призводить до зниження врожайності та погіршення якості продукції. Разом із тим надмірне зволоження також є небажаним, оскільки сприяє розвитку хвороб і погіршує аерацію ґрунту.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Столові буряки добре ростуть на родючих, структурних ґрунтах із нейтральною або слабколужною реакцією середовища. Вони чутливі до ущільнення ґрунту, що негативно впливає на розвиток коренеплодів, тому важливе значення має якісний міжрядний обробіток.

Культура є світлолюбною, потребує достатнього освітлення протягом усього періоду вегетації. Загущення посівів призводить до витягування рослин і формування дрібних коренеплодів.

Таким чином, біологічні особливості столових буряків обумовлюють високі вимоги до умов вирощування та технології обробітку ґрунту, що необхідно враховувати при розробці та удосконаленні технічних засобів механізації, зокрема просапних культиваторів.

2.2. Місце столових буряків у сівозміні.

Рациональне розміщення столових буряків у сівозміні є важливою умовою отримання високих і стабільних урожаїв, а також збереження родючості ґрунту. Правильний підбір попередників сприяє покращенню фітосанітарного стану посівів, зменшенню забур'яненості та ефективнішому використанню поживних речовин.

Столові буряки належать до культур, вимогливих до родючості ґрунту, його структури та чистоти від бур'янів. Тому найкращими попередниками для них є культури, що залишають поле добре обробленим і чистим, зокрема озимі зернові, зернобобові, а також ранні картопля та овочеві культури. Вони сприяють накопиченню вологи, покращують структуру ґрунту та забезпечують оптимальні умови для формування коренеплодів.

Недоцільно розміщувати столові буряки після культур, що мають спільних шкідників і хвороби або значно виснажують ґрунт. Зокрема, не рекомендується висівати їх після цукрових буряків, капустяних культур і багаторічних трав, оскільки це може призвести до накопичення збудників хвороб, шкідників та зниження врожайності.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Повернення столових буряків на попереднє поле допускається не раніше ніж через 3-4 роки, що забезпечує зниження рівня ураження хворобами та шкідниками і сприяє відновленню родючості ґрунту.

У сівозміні столові буряки зазвичай розміщують після удобрених культур, використовуючи післядію органічних добрив. Це дозволяє ефективно використовувати поживні речовини та зменшити витрати на внесення добрив безпосередньо під культуру.

Таким чином, правильне розміщення столових буряків у сівозміні є важливим елементом технології їх вирощування, що забезпечує підвищення врожайності, покращення якості продукції та раціональне використання ґрунтових ресурсів.

2.3. Система удобрення столових буряків.

Система удобрення столових буряків є важливою складовою технології їх вирощування, що забезпечує формування високого врожаю коренеплодів належної якості. Вона повинна базуватися на біологічних особливостях культури, рівні родючості ґрунту та запланованій урожайності.

Столові буряки характеризуються підвищеною потребою в елементах живлення, особливо в калії, азоті та фосфорі. Найбільш інтенсивне споживання поживних речовин відбувається у період формування коренеплодів. Калій сприяє накопиченню цукрів, підвищує стійкість рослин до несприятливих умов, азот забезпечує ріст вегетативної маси, а фосфор стимулює розвиток кореневої системи та прискорює дозрівання.

Органічні добрива, зокрема гній, доцільно вносити під попередник у нормі 30-40 т/га. Це сприяє покращенню фізичних властивостей ґрунту, підвищенню його біологічної активності та створенню сприятливих умов для росту рослин. Безпосереднє внесення свіжого гною під столові буряки не рекомендується, оскільки це може призвести до погіршення якості коренеплодів.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Мінеральні добрива вносять з урахуванням агрохімічного аналізу ґрунту. Орієнтовні норми внесення становлять: азоту — 60–120 кг/га д.р., фосфору — 60–90 кг/га д.р., калію — 90–150 кг/га д.р. Фосфорно-калійні добрива, як правило, вносять під основний обробіток ґрунту, тоді як азотні — частково перед сівбою і частково у вигляді підживлення у період вегетації.

Ефективним є застосування локального внесення добрив під час сівби, що забезпечує більш раціональне використання поживних речовин і сприяє дружнім сходам. Підживлення проводять у фазі 4-6 справжніх листків, що позитивно впливає на формування врожаю.

Столові буряки також чутливі до мікроелементів, зокрема бору, нестача якого призводить до розвитку серцевинної гнилі. Тому доцільним є внесення борних добрив у нормі 1–2 кг/га д.р. або проведення позакореневих підживлень.

Таким чином, раціональна система удобрення столових буряків, що поєднує органічні та мінеральні добрива з урахуванням потреб культури, забезпечує підвищення врожайності, покращення якості коренеплодів та ефективне використання ґрунтових ресурсів.

2.4. Обробіток ґрунту при вирощуванні столових буряків

Система обробітку ґрунту при вирощуванні столових буряків спрямована на створення оптимальних умов для проростання насіння, формування рівномірних сходів і розвитку коренеплодів правильної форми. Вона включає основний, передпосівний і післяпосівний обробіток, які виконуються з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов та попередника.

Основний обробіток ґрунту проводять після збирання попередника. Його метою є розпушення орного шару, накопичення вологи, знищення бур'янів і створення сприятливої структури ґрунту. Як правило, застосовують лущення стерні на глибину 6-8 см, після чого виконують оранку на глибину 25-30 см. На важких ґрунтах доцільно проводити глибше розпушення для покращення аерації та водопроникності.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Передпосівний обробіток має на меті вирівнювання поверхні поля, збереження ґрунтової вологи та підготовку дрібногрудочкуватого посівного ложа. Він включає ранньовесняне боронування для закриття вологи, а також культивуацію на глибину 4-6 см із одночасним боронуванням. Важливим є недопущення пересушування верхнього шару ґрунту, оскільки це негативно впливає на схожість насіння.

Безпосередньо перед сівбою проводять передпосівну культивуацію, яка забезпечує остаточне формування посівного шару. Ґрунт повинен бути добре вирівняним і ущільненим на глибині загортання насіння, що сприяє дружним сходам.

Післяпосівний обробіток спрямований на догляд за посівами та включає боронування до і після появи сходів, міжрядні культивуації та розпушування ґрунту. Досходове боронування дозволяє знищити ґрунтову кірку та проростки бур'янів. Післясходове боронування і міжрядний обробіток забезпечують аерацію ґрунту, зменшення забур'яненості та збереження вологи.

Кількість міжрядних обробітків залежить від стану посівів і може становити 2-4 рази за вегетаційний період. Глибина розпушування поступово зменшується від 6–8 см на початку вегетації до 4-5 см у подальшому, щоб не пошкоджувати кореневу систему рослин.

Таким чином, правильно організована система обробітку ґрунту забезпечує створення оптимальних умов для росту і розвитку столових буряків, сприяє підвищенню врожайності та покращенню якості коренеплодів.

2.5. Підготовка насіння столових буряків для посіву.

Якісна підготовка насіння столових буряків є важливою передумовою отримання дружних сходів, рівномірного розвитку рослин і формування високого врожаю коренеплодів. Вона включає комплекс заходів, спрямованих на підвищення схожості, енергії проростання та захисту насіння від хвороб і шкідників.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Для сівби використовують високоякісне насіння районованих сортів і гібридів, яке відповідає вимогам стандартів за чистотою, схожістю та вологістю. Особливістю насіння буряків є те, що воно являє собою супліддя (клубочки), які можуть містити кілька зародків. У сучасних технологіях перевагу надають однонасінним (моносpermним) формам, що забезпечують рівномірні сходи і зменшують потребу в проріджуванні.

Одним із основних етапів підготовки є калібрування насіння за розмірами, що дозволяє забезпечити рівномірність висіву та однакову глибину загортання. Відібране насіння має кращу енергію проростання та формує більш вирівняні посіви.

Обов'язковим заходом є протруювання насіння, яке проводять із метою захисту від збудників грибкових і бактеріальних хвороб, а також ґрунтових шкідників. Для цього застосовують сучасні протруйники, що забезпечують комплексний захист на початкових етапах росту рослин.

З метою підвищення польової схожості та прискорення проростання застосовують передпосівну обробку насіння мікроелементами та стимуляторами росту. Особливе значення має обробка бором, який є важливим для нормального розвитку коренеплодів і запобігає виникненню фізіологічних захворювань.

Ефективним технологічним прийомом є інкрустація або дражування насіння. Інкрустація передбачає нанесення на поверхню насіння тонкого шару захисно-живильних речовин, тоді як дражування формує оболонку, яка вирівнює форму і розміри насіння. Це значно покращує точність висіву, особливо при використанні сівалок точного висіву, та сприяє економії посівного матеріалу.

У деяких випадках застосовують прогрівання насіння або барботування (обробку водою, насиченою киснем), що стимулює фізіологічні процеси та підвищує енергію проростання.

Таким чином, комплексна підготовка насіння столових буряків, яка включає калібрування, протруювання, обробку мікроелементами та сучасні

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

технології інкрустації або дражування, забезпечує формування рівномірних сходів, підвищує стійкість рослин до несприятливих факторів та сприяє отриманню високого врожаю.

2.6. Догляд за посівами столових буряків

Догляд за посівами столових буряків є важливим етапом технології їх вирощування, спрямованим на створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, зменшення конкуренції з боку бур'янів, а також захист від шкідників і хвороб. Своєчасне та якісне виконання агротехнічних заходів забезпечує формування високого врожаю коренеплодів належної якості.

Після сівби, за умов утворення ґрунтової кірки або масової появи бур'янів, проводять досходове боронування. Воно сприяє руйнуванню кірки, покращенню аерації верхнього шару ґрунту та знищенню проростків бур'янів. Після появи сходів можливе легке післясходове боронування, яке виконують обережно, щоб не пошкодити молоді рослини.

Важливим елементом догляду є проріджування рослин (у разі використання багатонасінного насіння), що забезпечує оптимальну густоту стояння. Для столових буряків вона становить у середньому 250-350 тисяч рослин на гектар, залежно від сорту та умов вирощування. При використанні однонасінного насіння потреба у проріджуванні значно зменшується або повністю відпадає.

Систематичне розпушування міжрядь є ефективним заходом боротьби з бур'янами та збереження вологи в ґрунті. Міжрядні культивації проводять 2-4 рази за вегетаційний період. Перше розпушування здійснюють на глибину 6-8 см, наступні – на 4-6 см із поступовим зменшенням глибини, щоб уникнути пошкодження кореневої системи рослин.

Для підвищення ефективності боротьби з бур'янами застосовують гербіциди, які вносять до сходів або після їх появи відповідно до регламентів. Поєднання механічних і хімічних методів дозволяє значно знизити забур'яненість посівів і забезпечити кращі умови для росту культури.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

У період вегетації проводять підживлення рослин мінеральними добривами, переважно азотними, що сприяє інтенсивному росту листкової маси і формуванню коренеплодів. У разі виявлення ознак дефіциту мікроелементів застосовують позакореневі підживлення, особливо бором.

Захист рослин від шкідників і хвороб здійснюється шляхом застосування інсектицидів і фунгіцидів відповідно до фітосанітарного стану посівів. Особливу увагу приділяють профілактичним заходам і дотриманню сівозміни.

Таким чином, система догляду за посівами столових буряків, що включає механічні, хімічні та агротехнічні заходи, забезпечує оптимальні умови для розвитку рослин, сприяє підвищенню врожайності та покращенню якості продукції.

2.7. Збирання врожаю столових буряків

Збирання столових буряків є завершальним етапом технології їх вирощування, від якого значною мірою залежить збереження врожаю та його товарні якості. Основним завданням цього етапу є своєчасне і якісне вилучення коренеплодів із ґрунту з мінімальними механічними пошкодженнями та втратами.

Оптимальні строки збирання визначаються біологічною стиглістю рослин і погодними умовами. Як правило, збирання проводять у період технічної стиглості, коли коренеплоди досягають характерних для сорту розмірів і маси. Запізнення зі збиранням може призвести до зниження якості продукції, особливо в умовах осінніх заморозків.

Перед початком збирання, у разі значної розвиненості листкового апарату, проводять скошування або видалення гички. Це полегшує подальше викопування коренеплодів і зменшує їх пошкодження. Для цього застосовують гичкозбиральні машини або комбіновані бурякозбиральні агрегати.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Основним способом збирання є механізований, із застосуванням бурякозбиральних машин, які виконують підкопування, витягування коренеплодів із ґрунту, очищення від ґрунту та завантаження у транспортні засоби. У невеликих господарствах або на присадибних ділянках можливе ручне збирання.

Після викопування коренеплоди очищають від залишків ґрунту та гички, сортують за розмірами і якістю. Пошкоджені або уражені хворобами коренеплоди відокремлюють, оскільки вони непридатні для тривалого зберігання.

Важливим є дотримання умов транспортування та зберігання. Коренеплоди повинні бути захищені від механічних пошкоджень і пересихання. Оптимальна температура зберігання становить 0...+2 °С при відносній вологості повітря 90–95%.

Втрати врожаю під час збирання не повинні перевищувати 5-7%, а пошкодження коренеплодів – 10%. Досягнення таких показників можливе за умови правильного налаштування техніки та дотримання технологічних вимог.

Таким чином, своєчасне та якісне збирання столових буряків із застосуванням сучасних технічних засобів забезпечує мінімальні втрати врожаю, збереження товарних якостей продукції та підвищення ефективності виробництва.

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СТОЛОВИХ БУРЯКІВ

3.1. Умови роботи.

Вихідні умови функціонування агрегату для виконання міжрядного обробітку посівів столових буряків характеризуються такими показниками:

агрофон – важкі ґрунти з питомим опором 1,8 кН/м;

ухил поверхні поля становить 3%;

площа обробітку – 70 га;

ширина міжрядь – 45 см.

Формування складу машинно-тракторного агрегату здійснюється з урахуванням необхідності забезпечення заданої якості виконання технологічної операції, досягнення максимальної продуктивності, повного використання потужності енергетичного засобу, а також мінімізації експлуатаційних витрат на одиницю виконаних робіт.

3.2. Агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку ґрунту.

Міжрядний обробіток ґрунту є важливою агротехнічною операцією при вирощуванні столових буряків, яка спрямована на забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Основними завданнями міжрядного обробітку є: розпушування ґрунту, видалення бур'янів, збереження вологи та покращення аерації кореневої системи.

1. Строки проведення. Міжрядний обробіток виконують після появи сходів буряків та у міру росту рослин, коли ґрунт достатньо просох і дозволяє без ущільнення працювати агрегатами. Зазвичай операцію повторюють кілька разів упродовж вегетаційного періоду залежно від швидкості росту бур'янів та стану ґрунту.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2. Глибина та ширина обробітку

Глибина обробітку повинна забезпечувати руйнування поверхневої кірки та розпушування ґрунту без пошкодження кореневої системи буряків.

Ширина міжряддя обирається відповідно до конструктивних особливостей просапного культиватора та рядкової схеми посіву, зазвичай 45–70 см.

3. Технічні вимоги до агрегатів

Просапні культиватори повинні мати налаштовані робочі органи, що забезпечують рівномірний обробіток без загортання ґрунту на рослини.

Використання регульованих стрілчастих лап або дисків дозволяє оптимізувати глибину та ширину міжрядного обробітку для конкретних умов поля.

4. Агрономічні вимоги

Міжрядний обробіток повинен забезпечувати мінімальні механічні пошкодження коренеплодів та стебел буряків.

Важливо підтримувати оптимальний баланс між розпушуванням ґрунту та його збереженням від пересихання та ерозії.

5. Вплив на врожайність

Своєчасний і якісний міжрядний обробіток сприяє зниженню конкуренції бур'янів, покращенню водо- і повітропроникності ґрунту, що в кінцевому підсумку підвищує врожайність та якість столових буряків.

3.3. Комплектування агрегату і підготовка його до роботи.

На основі аналізу технологічної карти вирощування столових буряків, а також з урахуванням конкретних виробничих умов, для виконання міжрядного обробітку ґрунту обґрунтовано вибір машинно-тракторного агрегату у складі трактора МТЗ-80 (експлуатаційна маса $G_{тр}=36$ кН) та просапного культиватора (маса $G_m=13,0$ кН).

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Застосування зазначеного машинно-тракторного агрегату забезпечує виконання технологічної операції в межах допустимого діапазону агротехнічної швидкості руху $V_p=4-7$ км/год, що відповідає встановленим вимогам до якості міжрядного обробітку ґрунту та раціонального використання енергетичних ресурсів.

Вибір робочих передач трактора, на яких здійснюватиметься виконання даної операції, а також визначення тягового зусилля на гаку проводиться на основі аналізу його технічної характеристики з урахуванням умов експлуатації агрегату.

$$V_{\text{т}}^{\text{III}}=7,24 \text{ км/год}$$

$$P_{\text{н.гак}}^{\text{III}}=14,0 \text{ кН}$$

$$V_{\text{т}}^{\text{IV}}=8,90 \text{ км/год}$$

$$P_{\text{н.гак}}^{\text{IV}}=14,0 \text{ кН}$$

З урахуванням ухилу поверхні поля визначимо величину тягового зусилля трактора на 3-й та 4-й робочих передачах.

$$P_{\text{гак}}=P_{\text{н.гаку}}-G_{\text{тракт.}} \cdot i$$

тут $P_{\text{н.гаку}}$ – номінальне значення тягового зусилля трактора, яке реалізується на відповідних передачах згідно з його технічною характеристикою;

$G_{\text{тракт.}}$ – маса трактора;

i – значення ухилу поверхні поля, $i=0,03$.

Тобто,

$$P_{\text{гак}}^{\text{III}}=14,0-36,4 \cdot 0,03=12,9 \text{ кН};$$

$$P_{\text{гак}}^{\text{IV}}=14,0-36,4 \cdot 0,03=12,9 \text{ кН}.$$

Найбільша допустима ширина захвату агрегату при роботі на 3-й та 4-й передачах:

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{гак}}}{K + R_i}$$

K – опір ґрунту питомий;

R_i – додатковий опір, що виникає при русі агрегату на підйом.

Додатковий опір під час руху машинно-тракторного агрегату на ухил визначається за відповідною залежністю::

$$R_1 = \frac{G_M}{B_K} \cdot i$$

тут $G_{\text{пк}}$ – маса просапного культиватора;

$B_{\text{пк}}$ – ширина захвату конструктивна просапного культиватора.

$$R_1 = \frac{13,0}{5,6} \cdot 0,03 = 0,069 \text{ кН/м}$$

$$B_{\max}^{\text{III}} = \frac{13,0}{1,8 + 0,069} = 6,96 \text{ м}$$

$$B_{\max}^{\text{IV}} = \frac{13,0}{1,8 + 0,069} = 6,96 \text{ м}$$

Визначаємо кількість просапних культиваторів в агрегаті для обробітку міжрядь

$$n = \frac{B_{\max}}{B}$$

$$n^{\text{III}} = \frac{6,96}{5,6} = 1,2.$$

$$n^{\text{IV}} = \frac{6,96}{5,6} = 1,2.$$

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Приймаємо по одному культиватору на 3-ю і на 4-упередачу.

Спротив, що протидіє руху агрегату

$$R_a = (K + R_i) B_k R_k, \text{ кН}$$

$$R_a^{\text{III}} = (1,8 + 0,069) \cdot 5,6 \cdot 1 = 10,46 \text{ кН.}$$

$$R_a^{\text{IV}} = (1,8 + 0,69) \cdot 5,6 \cdot 1 = 10,46 \text{ кН.}$$

Показник використання сили опору руху агрегату

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_a}{P_{\text{гак}}}$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{III}} = \frac{10,46}{12,9} = 0,81$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{IV}} = \frac{10,46}{12,9} = 0,81$$

Позмінна продуктивність:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p$$

тут B_p – ширина захвату (робоча) агрегату для міжрядного обробітку посівів столових буряків

$$B_p = B_k \beta$$

тут B_k – ширина захвату агрегату для міжрядного обробітку посівів столових буряків, конструктивна,

β – коефіцієнт ефективного використання робочої ширини агрегату

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$B_p = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м}$$

V_p – швидкість робоча агрегату для міжрядного обробітку посівів столових буряків:

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right)$$

де V_m – швидкість руху теоретична агрегату для міжрядного обробітку посівів столових буряків;

δ – показник пробуксовки коліс:

$$V_p = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100} \right)$$

$$V_p^{\text{III}} = 7,24 \cdot \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 6,37 \text{ км/год.}$$

$$V_p^{\text{IV}} = 8,9 \cdot \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,38 \text{ км/год.}$$

T_p – час робочий на виконання операції, чистий;

$$T_p = T_{\text{зм}} \tau$$

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни на операції;

τ – показник використання часу проведення зміни

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год.}$$

$$W_{\text{зм}}^{\text{III}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,37 \cdot 5,6 = 19,9 \text{ га/зм.}$$

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$W_{\text{зм}}^{\text{III}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,83 \cdot 5,6 = 24,5 \text{ га/зм.}$$

Затрати пального на виконання міжрядного обробітку посівів столових буряків:

$$Q_{\text{га}} = \frac{Q_{\text{зм}}}{W_{\text{зм}}}$$

тут $Q_{\text{зм}}$ – затрати пального на зміну,

$$Q_{\text{зм}} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3, \text{ кг/год.};$$

тут Q_p , Q_x , Q_3 – погодинні затрати пального на робочі і холості ходи та коли двигун працює на зупинках;

t_k , t_3 – час, за який виконуються робочі ходи та на зупинки, коли двигун виконує роботу.

Коли приймемо $t_k = t_3$, то будемо мати:

$$t_x = t_3 = \frac{T_{\text{зм}} - T_p}{2}$$

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год}$$

Коли $\eta_{\text{тз}}^{\text{III}} = 0,79$ (3-я передача), то $Q_p = 15,4$ кг/год.; $Q_x = 9,7$ кг/год.; $Q_3 = 1,9$ кг/год.

Коли $\eta_{\text{тз}}^{\text{IV}} = 0,79$ (4-а передача), то $Q_p = 16,7$ кг/год.; $Q_x = 11,4$ кг/год.; $Q_3 = 2,6$ кг/год.

$$Q_{\text{га}}^{\text{IV}} = \frac{15,4 \cdot 5,6 + 9,7 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7}{19,9} = 4,07 \text{ кг/га.}$$

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$Q_{\text{га}}^{\text{III}} = \frac{16,7 \cdot 5,6 + 11,4 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7}{24,5} = 4,2 \text{ кг/га}.$$

Агрегат для міжрядного обробітку, що складається з трактора МТЗ-80 та просапного культиватора, забезпечує зменшені витрати палива та підвищену продуктивність при роботі на 4-й передачі порівняно з 3-ю. Основною робочою передачею обрано 4-ю, додатковою – 3-ю.

Підготовка агрегату для виконання міжрядного обробітку ґрунту, що включає трактор МТЗ-80 та просапний культиватор, здійснюється у визначеній послідовності технологічних операцій.

На початковому етапі проводиться контроль комплектності та технічного стану культиватора. Перевіряють наявність усіх складових елементів і вузлів, а також їх працездатність. У разі виявлення пошкоджень, зносу або відсутності окремих деталей виконують їх ремонт або заміну з метою забезпечення надійної роботи агрегату.

Далі здійснюється підготовка трактора і культиватора до роботи. Перевіряють технічний стан трактора МТЗ-80, зокрема рівень мастильних матеріалів і робочих рідин, тиск у шинах, справність електрообладнання та освітлювальних приладів. Одночасно виконують налаштування культиватора – регулюють робочі органи відповідно до заданих параметрів глибини обробітку та ширини захвату, що забезпечує якісне виконання технологічного процесу.

Агрегування культиватора з трактором виконується після завершення підготовчих операцій. З'єднання здійснюється за допомогою автоматичної начіпної системи СА-1, яка забезпечує швидке та зручне приєднання культиватора до трактора, а також гарантує надійну фіксацію знаряддя під час роботи.

Після виконання зазначених операцій машинно-тракторний агрегат у складі трактора МТЗ-80 та просапного культиватора вважається підготовленим до виконання міжрядного обробітку ґрунту.

3.4. Підготовка поля до роботи.

Коли починаємо міжрядний обробіток, то на полі встановлюємо вішку, яка визначає перше стикове міжряддя від краю поля. Це дозволяє оператору агрегату точно зорієнтуватися та забезпечує правильний старт робочого процесу.

На робочому полі необхідно заздалегідь усунути всі сторонні предмети, особливо металеві, здатні пошкодити робочі органи агрегату або ускладнити процес обробітку. У разі наявності перешкод, які неможливо видалити, вони додатково позначаються вішками. Така маркування дозволяє оператору отримати інформацію про небезпечні ділянки та обробляти їх із підвищеною обережністю.

Для ефективного управління роботою агрегату на полі прокладаються контрольні лінії включення та виключення робочих органів. Це забезпечує зручний та оперативний контроль за робочими процесами, дозволяючи оператору своєчасно активувати або відключати необхідні елементи агрегату.

При виконанні поздовжньої культивації агрегат рухається по сліду посівного агрегату. Такий підхід гарантує точне розташування стикових міжрядь і підтримання оптимальної відстані між ними, що сприяє рівномірності обробітку ґрунту.

Під час внесення мінеральних добрив заздалегідь визначаються пункти заправки, а також організовується залучення транспортних засобів і персоналу для підготовки та доставки добрив до агрегату. Це дозволяє забезпечити своєчасне та точне внесення добрив у необхідних дозах і на визначених ділянках поля.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Рух агрегату здійснюється за безпетльовою схемою з перекриттям, що забезпечує повну обробку робочої зони, підвищує точність виконання технологічних операцій та рівномірність внесення добрив.

3.5. Контроль якості роботи.

Контроль якості міжрядного обробітку ґрунту є важливою складовою технології вирощування столових буряків, оскільки від рівномірності та своєчасності виконання цієї операції залежить розвиток рослин, врожайність та якість коренеплодів.

1. Основні показники контролю

Глибина обробітку: повинна відповідати агротехнічним нормам (зазвичай 6–8 см для ранніх фаз росту і до 10 см у більш пізні фази), без ушкодження кореневої системи.

Ширина міжряддя: перевіряється відповідність обраній схемі посіву (наприклад, 45-70 см), щоб забезпечити рівномірне оброблення всіх рядків.

Рівномірність розпушування ґрунту: відсутність грудок, кірки, непрацюючих смуг або загортання ґрунту на рослини.

Стан рослин після обробітку: перевіряється відсутність механічних пошкоджень коренеплодів та стебел буряків.

2. Методи контролю

Візуальний огляд: оператор або агроном оцінює рівномірність міжрядного обробітку по всьому полі, наявність пропущених ділянок і пошкоджених рослин.

Вимірювання глибини обробітку: застосовуються спеціальні щупи або лінійки для перевірки середньої глибини та її однорідності.

Перевірка ширини міжряддя: вимірюється рулеткою або спеціальними шаблонами.

Аналіз стану ґрунту після обробітку: визначають рівень розпушення та наявність корок на поверхні ґрунту.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3. Регулювання роботи техніки

У разі виявлення відхилень від технологічних параметрів необхідно:

- налаштувати робочі органи культиватора;
- відкоригувати швидкість руху агрегату;
- при необхідності повторити обробіток у проблемних ділянках.

4. Документування результатів

Результати контролю заносять у журнал обліку агротехнічних операцій, що дозволяє:

- оцінити ефективність використання техніки;
- планувати оптимальні строки та режими міжрядного обробітку для наступних сезонів;
- забезпечити дотримання стандартів якості технологічного процесу.

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Обґрунтування модернізації

Опис об'єкта розробки.

Просапний культиватор (рис. 4.1) призначений для догляду за посівами просапних культур, висіяних з різною шириною міжрядь. Міжрядний обробіток виконується полівальними лапами по двох напрямках на глибину 6-10 см. При цьому ґрунт розпушується розпушувальними зубами на глибину 10-16 см, здійснюється одночасне внесення мінеральних добрив на глибину до 16 см, проводиться підгортання та нарізання борозен для поливу з одночасним внесенням добрив.

Рядки обробляються голчатими дисками, що забезпечує вирівнювання ґрунтової поверхні та збереження структури ґрунту. Крім того, культиватор може виконувати передпосівний обробіток ґрунту на глибину до 12 см, готуючи його для оптимальних умов висіву та проростання насіння.

Просапний культиватор агрегатуємо з тракторами класу тяги 1,4-2,0 т для роботи – начіпним способом агрегування, для транспортних переміщень – напівначіпним.



Рис. 4.1. Просапний культиватор

Просапний культиватор – це начіпне знаряддя, яке складається з основного бруса, на якому встановлено замок автозчіпки, два несучих колеса, секції робочих органів та транспортний пристрій.

До складу додаткових робочих органів входять: ротаційні голчасті диски, прополювальні борінки, аричніки, підгортачі та інші елементи, що забезпечують комплексне виконання операцій догляду за посівами просапних культур.

Схему просапного культиватора подаємо на рис. 4.2.

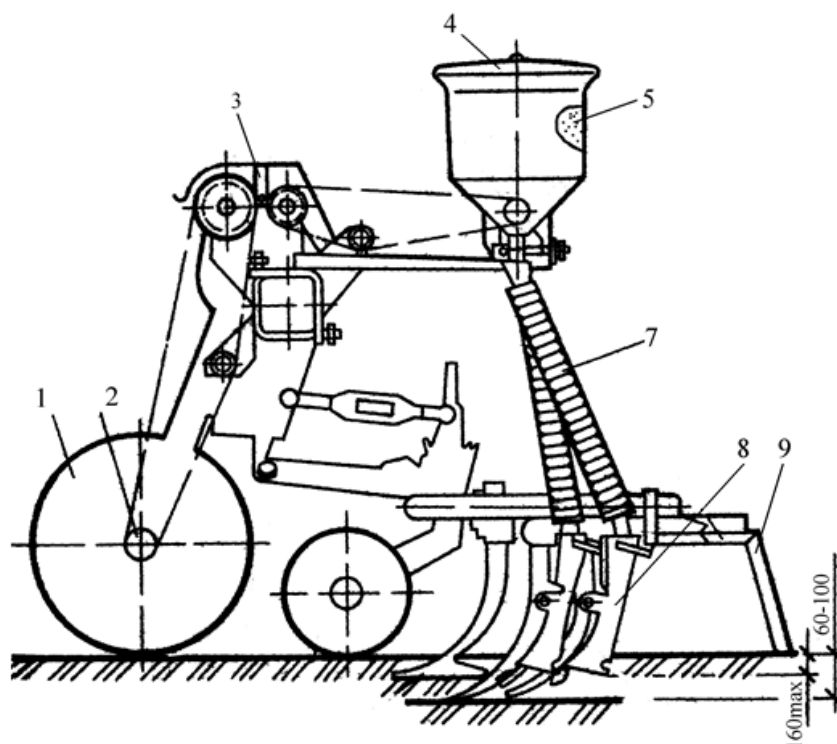


Рис. 4.2. Схема культиватора з підживлюючим пристроєм: 1 – колесо несуче; 2 – зірочка; 3 – механізм передач; 4 – туковисіваючий апарат; 5 – туки; 6 – секція робочих органів; 7 – тукопровід; 8 – раструб ножа.

Культиватор з комплектом основних робочих органів забезпечує виконання наступних технологічних операцій:

- підрізання бур'янів та розпушування ґрунту в міжряддях;
- проведення передпосівного обробітку ґрунту;
- внесення мінеральних добрив для підживлення рослин;
- обробіток міжрядь та захисних зон рядків.

Культиватор з комплектом допоміжних робочих органів виконує додаткові операції:

- підгортання рослин;
- нарізання поливних борозен аричним з одночасним внесенням мінеральних добрив.

Просапний культиватор транспортується дорогами вздовж ширини його захвату, при цьому опорою слугує транспортний пристрій, на який встановлено несучі колеса. Для приєднання культиватора до трактора використовується сниця, що забезпечує надійну та безпечну зчіпку агрегату з тягачем.

Наявність світловідбивних елементів забезпечує чітке візуальне сприйняття агрегату іншими учасниками дорожнього руху. Це дозволяє своєчасно ідентифікувати його габарити та розташування, витримувати безпечну дистанцію і знижувати ризик виникнення аварійних ситуацій під час об'їзду або руху в одному напрямку.

Для реалізації технологічного процесу культиватор оснащується набором робочих органів, який підбирається залежно від виконуваних операцій. Застосування цього комплекту дає змогу здійснювати підрізання бур'янів, розпушування ґрунту, локальне внесення добрив, підгортання рослин, а також формування поливних борозен. Використання змінних робочих елементів забезпечує універсальність агрегату та високу якість виконання агротехнічних заходів.

Агротехнічні вимоги до просапного культиватора передбачають забезпечення якісного виконання міжрядного обробітку ґрунту з дотриманням установлених параметрів та мінімальним пошкодженням культурних рослин.

Культиватор повинен забезпечувати **стійке витримування заданої глибини обробітку**, яка, залежно від технологічної операції, становить, як правило, 6-10 см для підрізання бур'янів і до 10-16 см для розпушування

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

грунту. Відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати допустимих агротехнічних норм.

Важливою вимогою є **повнота підрізання бур'янів**, яка має становити не менше 95-98%, при цьому не допускається їх повторне укорінення. Робочі органи повинні забезпечувати якісне розпушування ґрунту без утворення великих грудок та без вивертання вологих шарів на поверхню.

Під час роботи культиватор має забезпечувати **збереження рослин у рядках**, не допускаючи їх пошкодження понад установлені норми (як правило, не більше 1-2%). Обробіток захисних зон повинен здійснюватися з високою точністю, без засипання рослин ґрунтом.

При внесенні мінеральних добрив необхідно забезпечити **рівномірність їх розподілу та задану глибину загортання**, що сприяє ефективному засвоєнню поживних речовин рослинами.

Культиватор повинен працювати **стабільно та без забивання робочих органів** рослинними рештками або ґрунтом, а також забезпечувати рівномірність обробітку по всій ширині захвату.

Додатково висуваються вимоги до **прямолінійності руху агрегату**, мінімального перекриття та пропусків між проходами, що впливає на загальну якість міжрядного обробітку.

Під час виконання міжрядного обробітку робочі органи культиватора необхідно відрегулювати таким чином, щоб мінімізувати пошкодження культурних рослин, яке не повинно перевищувати 1%. Відхилення фактичної глибини обробітку від заданої допускається в межах ± 1 см при мілкому розпушуванні та ± 2 см – при глибокому.

Технологічний процес повинен забезпечувати збереження структури ґрунту без винесення вологих шарів на поверхню. Підрізання бур'янів має здійснюватися повністю, без їх повторного укорінення.

При виконанні підгортання ґрунт необхідно рівномірно нагортати до рослин, формуючи шар висотою 5-8 см. Під час нарізання борозен їх дно повинно бути вкритим розпушеним шаром ґрунту, що сприяє покращенню

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

водного режиму та умов росту рослин.

З метою підвищення ефективності виконання технологічного процесу та покращення якості міжрядного обробітку ґрунту пропонується удосконалити конструкцію секцій робочих органів культиватора.

Міжрядний обробіток здійснюється на посівах столових буряків із шириною міжрядь 45 см, що визначає відповідні параметри розміщення та роботи робочих органів.

У конструкції долотоподібної лапи передбачається встановлення пружної ланки, виготовленої з ресорно-пружинної сталі (рис. 4.3), яка забезпечує підвищену адаптивність робочого органа до нерівностей ґрунтового профілю. До зазначеної ланки за допомогою заклепкових з'єднань приєднуються два односторонні ріжучі елементи (лівий і правий), змонтовані на вертикальних стійках і з'єднані між собою.

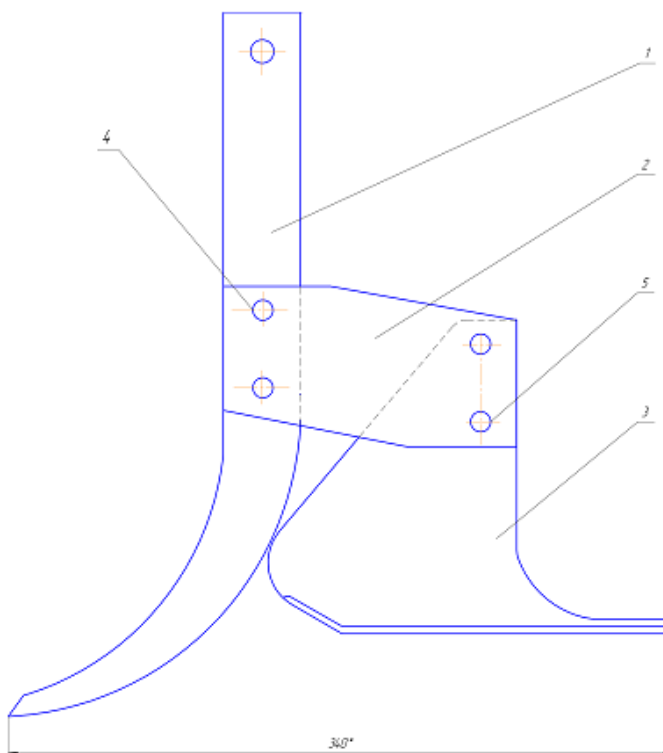


Рис. 4.3. Комбінована лапа.
1 – лапа-стояк; 2 – пластина пружна;
3 – лапа одностороння; 4, 5 - заклепки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВСБ 00.000 ПЗ

Арк.

31

Кріплення односторонніх ріжучих елементів на стійках виконується таким чином, щоб глибина їхнього занурення в ґрунт була меншою порівняно з глибиною роботи долотоподібної лапи. Це забезпечує ефективне підрізання бур'янів у верхньому шарі ґрунту без порушення основного робочого горизонту

4.2. Технологічний розрахунок

Культиваторні лапи на знарядді розташовують таким чином, щоб запобігти їх забиванню рослинними рештками та бур'янами під час роботи. Водночас обробіток ґрунту повинен здійснюватися без пропусків і необроблених ділянок.

З метою забезпечення зазначених вимог робочі органи культиватора компонують у два або три ряди. Інтервал між суміжними лапами встановлюють із урахуванням необхідності перекриття зон деформації ґрунту, що виникають під дією кожного робочого органа. Таким чином, відстань між сусідніми лапами та між рядами визначається умовами поширення зони механічного впливу на ґрунт у процесі його обробітку.

Дворядна схема розміщення робочих органів забезпечує суцільне підрізання бур'янів та зменшує ймовірність їх накопичення між лапами. Застосування лап із пружним елементом сприяє стабілізації глибини обробітку та формуванню більш вирівняної поверхні ґрунту. У результаті визначають раціональну відстань між лапами по ходу руху агрегату.

$$L = \frac{S}{\operatorname{tg}[90 - (\gamma + \varphi')]},$$

тут 2γ – кут розхилу леза лапи;

φ' – значення кута тертя ґрунту об метал.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$L = \frac{0.70}{\operatorname{tg}[90 - (30 + 15)]} = 0,43.$$

Перекриття суміжних полільних лап приймають таким, що гарантує повне знищення бур'янів без утворення необроблених смуг (рис. 4.3).

$$C = L \operatorname{tg} \delta$$

тут δ – значення кута випадкового відхилення просапного культиватора від прямого вектора.

$$C = 0,43 \cdot \operatorname{tg} 7^\circ = 0,037 \text{ м.}$$

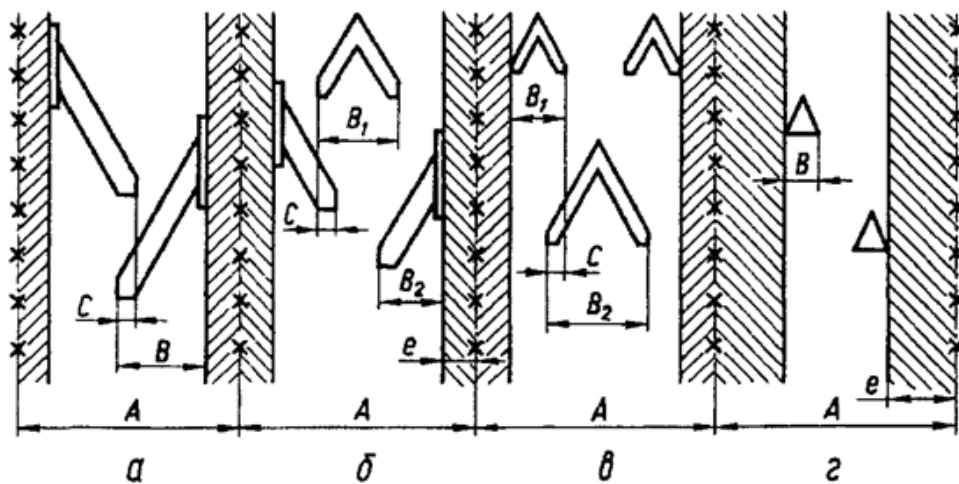


Рис. 4.4. Схема розміщення лап на культиваторі

Стрілчасті лапи, як правило, встановлюють перед одnobічними робочими органами, оскільки така схема компоновання забезпечує більш стабільну глибину обробітку та формування вирівняної поверхні ґрунту. Аналогічно, лапи з пружними елементами доцільно розміщувати перед односторонніми, що сприяє підвищенню рівномірності заглиблення робочих органів у процесі руху агрегату.

Ширина захисної зони, залежно від агротехнічних вимог і умов вирощування культури, становить 9–12 см.

Ширина захвату лап b_1 та b_2 визначається відповідним розрахунковим співвідношенням, яке враховує параметри міжряддя, захисної зони та величину перекриття робочих органів.

$$b_1 + \frac{1}{2}b_2 = \frac{1}{2}S - (c - \Delta b),$$

Тут Δb – величина захисної зони:

$$b_1 + \frac{1}{2}b_2 = \frac{1}{2}0.7 - (0.037 - 0.10) = 0.41;$$

з огляду на конструктивні міркування, ухвалюємо:

$$b_1 = 270 \text{ мм}$$

$$b_2 = 330 \text{ мм.}$$

За стандартних розмірів лап ширина захисної зони становить:

$$\Delta b = \frac{1}{2}S + c - b_1 - \frac{1}{2}b_2,$$

$$\Delta b = \frac{1}{2}700 + 370 - 132 - \frac{1}{2}330 = 423 \text{ мм.}$$

4.3. Енергетичний розрахунок

Визначення тягового опору

Питомі витрати енергії при обробці ґрунту за допомогою просапних культиваторів помітно нижча порівняно з плугами. З цієї причини їхній тяговий опір зазвичай визначають орієнтовними розрахунками за виразом:

$$R_x = K_k B_m$$

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

тут $K_{\text{культ}}$ – опір культиватора питомий; за глибини обробітку 10-12 см
 $K_{\text{культ}}=1,1-1,4$ кН/м;

B_k – ширина захоплення просапного культиватора.

$$R_x=1,5 \cdot 5,6=8,4 \text{ кН/м.}$$

Під час міжрядного обробітку, зокрема при використанні просапних культиваторів:

$$R_x=(A-2e)nK_k$$

тут n – число міжрядь, одночасно оброблюваних просапним культиватором;

A – розмір оброблюваного міжряддя;

e – розмір захисної зони у міжрядді.

$$R_x=(0,7-0,15) \cdot 8 \cdot 8,4=36,96 \text{ Н.}$$

Для роботи з тяговим опором культиватора обираємо трактор МТЗ-80.

Розрахунок поздовжньої стійкості агрегату

Поздовжню стійкість машинно-тракторного агрегату визначаємо умовами забезпечення його неперекидання відносно поперечної осі, що проходить через точки контакту коліс із опорною поверхнею. Для начіпних агрегатів на величину стійкості впливають такі фактори:

- конструктивне положення начіпної машини відносно трактора;
- режим роботи агрегату (транспортне або робоче положення);
- напрям та величина сили тяги;
- розташування центра мас агрегатованої машини і точки приєднання відносно задньої осі трактора.

Втрата поздовжньої стійкості можлива у випадку перевищення моменту сил, що спричиняють перекидання, над утримувальним моментом. Найбільш небезпечними режимами є рух агрегату на підйом та під час спуску, коли змінюється розподіл навантаження між осями трактора.

Для колісних начіпних агрегатів (рис. 4.4) критерієм повздовжньої стійкості трактора X_H , що являє собою відношення обертаючого моменту, утворюваного вагою начіпного знаряддя, піднятого у транспортне положення, до моменту, здатного викликати відрив від землі передніх коліс трактора.

Критерій повздовжньої стійкості колісного начіпного трактора, коефіцієнт X_H , визначається як відношення перекидального моменту, створюваного вагою начіпного знаряддя, переведеного у транспортне положення, до утримувального моменту, що перешкоджає відриву передніх коліс трактора від опорної поверхні.

Зазначений коефіцієнт характеризує ступінь завантаження передньої осі трактора та дозволяє оцінити можливість втрати стійкості агрегату в повздовжній площині.

$$X_H = \frac{M_M}{M_e},$$

де $M_M = G_M b,$

тобто $X_H = \frac{G_M b}{G_T Q}.$

Буквенні позначення у формулі з відповідають наступним значенням:

G_{Tr} – вага трактора експлуатаційна, $G_{Tr}=36000$ Н;

$G_{зн}$ – вага експлуатаційна знаряддя начіпного, $G_{зн}=8800$ Н;

$Q=0,24$ м – повздовжнє розташування центра мас трактора відносно осі задніх (ведучих) коліс;

$b=0,65$ м – відстань у повздовжньому напрямку від осі ведучих коліс трактора до центра мас знаряддя, переведеного у транспортне положення;

$L=2,7$ м – довжина між осями коліс трактор.

При $X \leq 0,4$ є гарантія задовільної керованості та повздовжньої стійкості начіпного агрегату.

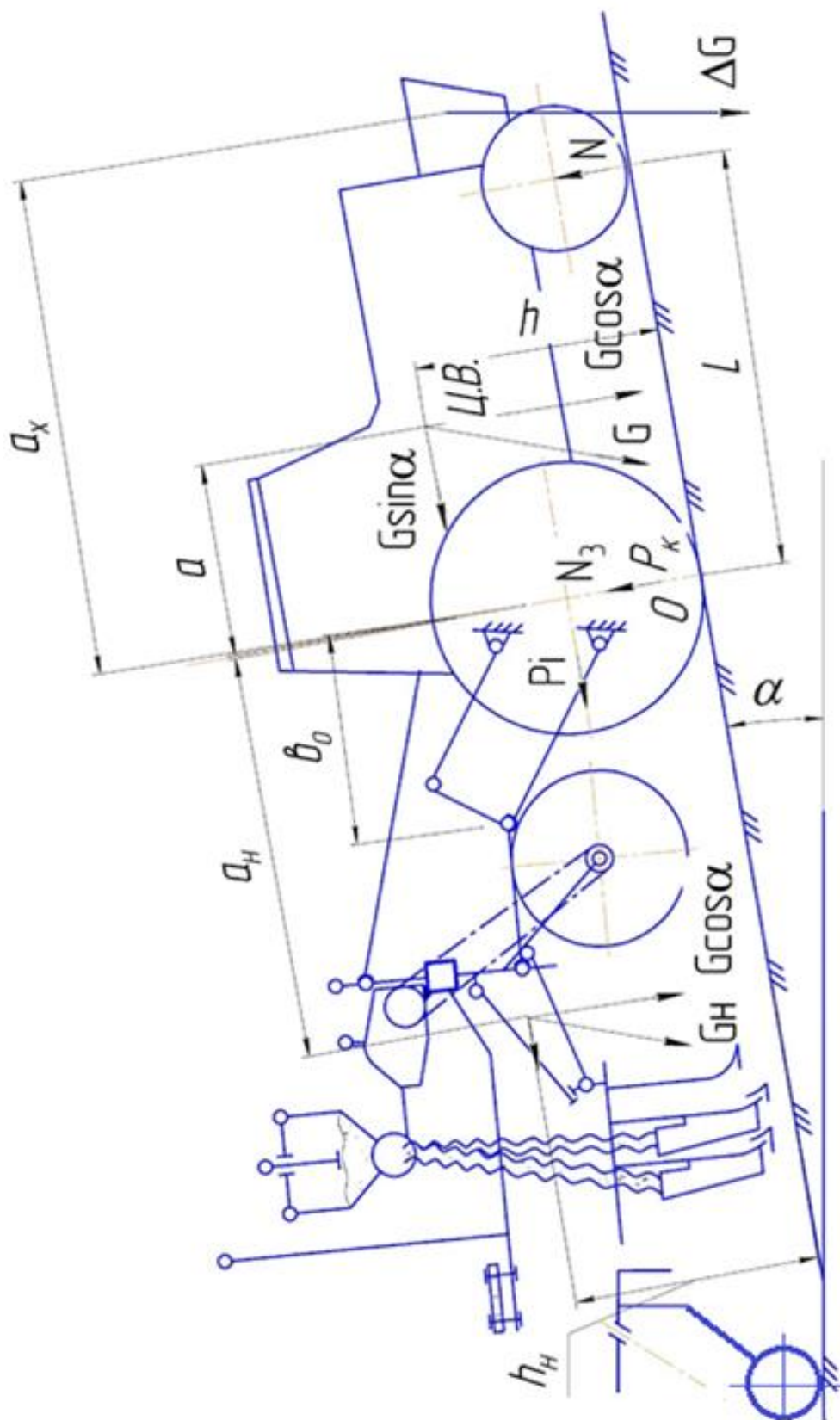


Рис. 4.4. Розрахункова схема сил, які діють на колісний трактор, що рухається на підйом з начіпною машиною.

$$M_e = G_T Q,$$

У статичному стані трактора МТЗ-80 навантаження на передні та задні колеса становить:

$$R_1 = \frac{G_T a - G_M b}{2}.$$

$$R_1 = \frac{36000 \cdot 0.724 - 8800 \cdot 0.965}{2} = 8786 \text{ Н}.$$

$$R_2 = G_T + G_M - R_1.$$

$$R_2 = 36000 + 8800 - 8786 = 36010 \text{ Н}.$$

Коли агрегат для міжрядного обробітку посів рухається:

$$R_1 = \frac{G_T a - G_M b - G_{\text{заг}} \tau f}{L},$$

$$\text{ту } G_{\text{заг}} = G_{\text{Тр}} + G_M$$

$$G_{\text{заг}} = 36000 + 8800 = 44800 \text{ Н};$$

τ – ефективний радіус ведучих коліс;

f – коефіцієнт, що враховує ефект прокочування.

$$R_{1p} = \frac{36000 \cdot 0.724 - 88000 \cdot 0.965 - 44800 \cdot 0.64 \cdot 0.1}{2.37} = 6270 \text{ Н}.$$

$$R_{2p} = G_T + G_M - R_{1p}.$$

$$R_{2p} = 36000 + 8800 - 6270 = 38530 \text{ Н}.$$

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

У даному випадку найбільше значення $R_1 = 6270 \text{ Н}$ $R_{1p} = 38530 \text{ Н}$ не перевищують допустиму вантажопідйомність усіх шин трактора, який є частиною агрегату.

$$R'_1 = 12000 \text{ Н} \text{ і } R_2 = 39700 \text{ Н}, \text{ тобто:}$$

- на передній осі $R'_{1b} = 24000 \text{ Н}$;
- на задній осі $R'_{2b} = 49400 \text{ Н}$.

Показник повздовжньої стійкості агрегату

$$X'_H = \frac{G_M \cdot b}{G_m a} .$$

$$X'_H = \frac{8800 \cdot 0,965}{36000 \cdot 0,724} = 0,326 .$$

Повздовжня стійкість та задовільна керованість агрегату гарантуються.

Наступним кроком є розрахунок критичного кута підйому агрегату при русі вгору.

$$\text{tg} \alpha_{\text{кр}} = \left(\frac{\text{tg} \alpha_{\text{np}} (1 - X'_H)}{1 + \tau_H} \right) - f ,$$

тут $\alpha_{\text{кр}}$ – критичний кут підйому.

$$\text{tg} \alpha_{\text{np}} = \frac{Q}{h} .$$

$$\text{tg} \alpha_{\text{np}} = \frac{0,724}{0,821} = 0,881 .$$

$$\tau_H = \frac{G_M}{G_T} .$$

$$\tau_H = \frac{8800}{36000} = 0,24 .$$

h – координата по вертикалі центра тяжіння трактора.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{кр}} = \left(\frac{0,881 \cdot (1 - 0,33)}{1 + 0,24} \right) - 0,1 = 0,376.$$

$$\alpha_{\text{кр}} = \arctg 0,376 = 0,36.$$

Розрахунок просапного агрегата на поперечну стійкість

Конструкція культиватора передбачає, що центр тяжіння (рис. 4.5) при начіпленні на трактор розташовується на осі симетрії трактора.

При руху агрегату по поперечному рельєфу поля з нахилом існує ризик його перекидання або зісковзування вбік, особливо під час агрегування з начіпними машинами.

Найменший кут поперечного нахилу рельєфу поля при розвороті агрегату визначається

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{нах}} < \frac{\left(G_a^2 (B + b) - P_{\text{ц}} \sqrt{G_a^2 (B + b)^2 + 4(G_a^2 - P_{\text{ц}}^2) h_c} \right)}{2(G_a^2 - P_{\text{ц}}^2) h_c},$$

тут G_a – вага агрегата;

$$G_a = G + G_{\text{к}}.$$

G ; $G_{\text{к}}$ – вага відповідно трактора та просапного культиватора, Н;

$$G_a = 36000 + 8800 = 4,48 \cdot 10^4 \text{ кН};$$

B – значення ширини колії трактора;

$b = 0,7b_{\text{ш}} = 0,7 \cdot 0,394 = 0,2786$ – для трактора колісного;

$b_{\text{ш}}$ – значення ширини шини тракторного колеса.

$P_{\text{ц}}$ – сума відцентрових сил агрегату при повороті

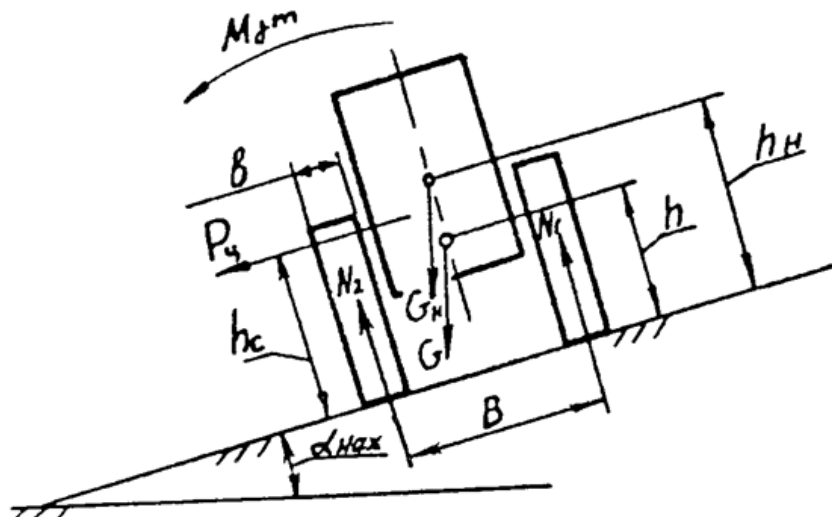


Рис. 4.5. Розрахункова сема сил, які діють на агрегат на поперечному схилі.

$$P_{\text{ц}} = \frac{G_a V^2}{gR}.$$

$$P_{\text{ц}} = \frac{44800 \cdot 2,36^2}{9,8 \cdot 6,0} = 4244 \text{ Н},$$

тут V – швидкість руху агрегату під час міжрядних обробітків;

g – прискорення вільного падіння;

R – радіус повороту агрегата під час міжрядного обробітку.

$$h_c = 0,5(h_T + h_H).$$

$$h_c = 0,5 \cdot (0,821 + 0,966) = 0,893.$$

h_c – висота центра тяжіння трактора та піднятого в транспортне положення просапного культиватора

$$\text{tg} \alpha_{\text{нах}} = \frac{(44800^2 \cdot (1,35 + 0,276) - 2462 \sqrt{44800^2 \cdot (1,35 + 0,276)^2 + 4 \cdot (44800^2 - 4282^2) \cdot 0,91^2})}{2 \cdot (44800^2 - 4282^2) \cdot 0,893}$$

$$\alpha_{\text{нах}} = \arctg 0,982 = 44^\circ 48'.$$

Беремо $\text{tg} \alpha_{\text{нах}} = 0,98$.

Наступне співвідношенні

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{нах}} \geq f_c,$$

тут $f_c=0,4$ – коефіцієнт зчеплення з вологим ґрунтом.

Після аналізу впливу схилу поля та характеристик ґрунту на поведінку агрегату визначається, яка форма нестійкості настане раніше: перекидання чи зісковзування зі схилу.

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{нах}} > f_c .$$

$$0,98 > 0,4 .$$

Визначили, що сповзання настане раніше.

Сухий ґрунт має $f_c=1,1$,

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{нах}} < f_c .$$

$$0,98 < 1,1,$$

Тобто, перевертання настане раніше.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці при вирощуванні столових буряків із застосуванням просапного культиватора

1. Загальні положення

При роботі з просапними культиваторами працівники підлягають дотриманню правил безпеки, визначених нормативними актами з охорони праці для сільськогосподарського виробництва. Основна мета – попередження травм, збереження здоров'я та забезпечення ефективності роботи.

2. Вимоги до оператора культиватора

- Оператор повинен мати відповідну професійну підготовку та пройти інструктаж з охорони праці.
- Обов'язкове використання засобів індивідуального захисту: рукавички, спеціальний одяг, захисні окуляри та взуття з протиковзною підошвою.
- Забороняється експлуатація культиватора у стані втоми, алкогольного чи медикаментозного сп'яніння.

3. Безпека під час підготовки техніки

- Перед початком роботи необхідно перевірити технічний стан культиватора: заточення робочих органів, справність кріплень, наявність захисних кожухів.
- Проводити всі регулювання та ремонтні роботи на вимкненому двигуні, із застосуванням стопорних механізмів для запобігання випадковому запуску.

4. Організація робочого процесу в полі

- Робоча зона повинна бути очищена від сторонніх предметів та людей.
- Не дозволяється знаходитися поруч з робочими органами культиватора під час руху агрегату.

– Всі маневри здійснюються на низькій швидкості та з урахуванням рельєфу поля.

5. Пожежна безпека та охорона навколишнього середовища

– Забороняється залишати техніку біля сухої рослинності або на схилах, де можливе загоряння.

– Під час роботи слід уникати витікання пального та мастильних матеріалів на ґрунт.

6. Дії у разі аварійної ситуації

– При заклинюванні робочих органів або виході техніки з ладу слід негайно зупинити двигун і перевірити причину зупинки.

– У разі травмування працівника — надати першу допомогу та викликати медичну службу.

7. Навчання та контроль

Працівники проходять регулярні інструктажі та перевірки знань з безпечного ведення сільськогосподарських робіт.

Ведеться журнал обліку інструктажів та стану техніки для забезпечення відповідності нормам охорони праці.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

6. ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню механізації вирощування столових буряків шляхом модернізації просапного культиватора.

Проаналізовано сучасні механізовані технології вирощування цієї культури, визначено напрями підвищення ефективності, продуктивності та якості процесу. Відповідно до поставленого завдання обґрунтовано склад машинно-тракторного агрегату та розроблено операційну технологічну карту для міжрядного обробітку ґрунту.

Розглянуто основні агротехнічні вимоги до виконання міжрядного обробітку столових буряків. Обґрунтовано вибір технічного засобу – просапного культиватора, який відповідає встановленим нормативам і забезпечує ефективне виконання технологічних операцій.

З урахуванням особливостей вирощування культури та впливу виробничих факторів визначено оптимальні режими роботи культиватора. Встановлено, що агрегат у складі трактора МТЗ-80 та просапного культиватора здатний забезпечити якісне виконання технологічних операцій і високі експлуатаційні показники при вирощуванні столових буряків.

В інженерній частині роботи досліджено конструкцію культиватора для міжрядного обробітку. Запропоновано встановлення робочих органів із лапою, оснащеною пружною ланкою, що сприяє покращенню технологічного процесу.

Проведені розрахунки вузлів і деталей підтверджують доцільність запропонованої модернізації та її ефективність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посібник / М. С. Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. – вид. 2-ге, допов. – Житомир: вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2012. – 84 с.

2. Войтюк Д. Г., Барановський В. М. Сільськогосподарські машини. К., Вища школа, 2005. – 434с.

3. Дейкун В.А. Новий ґрунтообробний робочий орган. Дейкун В.А., Бажан О.С., Гладишко Я.О. Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми кон-струювання, виробництва та експлуатації с/г техніки». Кропивницький: ЦНТУ. – 2019. – С. 112. <http://195.230.140.114/doc/zbirnyki/2019/7.pdf#page=112>.

4. Дейкун В.А. Удосконалення конструкцій просапних культиваторів / Дейкун В.А., Лещенко С.М., Микитенко М.А. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва переробки та збереження сільськогосподарської продукції» 11-13 квітня 2018 Кропивницький-18 р. ЦНТУ, 2018. – С. 49 <http://www.kntu.kr.ua/?view=science&id=17>.

5. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Укл.: Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, В.М. Сало, О.М. Васильковський, О.В. Бевз, С.О. Магопєць. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – 99 с.

6. Організація праці: навч. посіб. / В. М. Данюк, А. С. Тельнов, С. Л. Решміділова [та ін.]; за ред. В. М. Данюк. К.: КНЕУ, 2009. – 333 с.

7. Патент № 70347, Україна. Робочий орган культиватора. В.А. Дейкун, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко С.М. Д.І.Петренко; заявник і патентовласник Центральноукр. нац. техн. ун-т. заявл. 11.06.2012. Бюл. №11.

					МВСБ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

8. Патент №142792, Україна, МПК: A01B35/24, A01B39/10, A01B39/22. Робочий орган культиватора / О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, М.О., В.М. Сало, М.О. Свірень Д.І. Петренко, С.М. Мороз, О.В. Анісімов В.А., Дейкун, Б.О. Білостоцький, заявник і патентовласник Центральноукр. нац. техн. ун-т, u202000408, опубл. 25.06.2020 р.; Бюл. №12.

9. Сисолін П. В., Рибак Т. Г. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи. Конструкція. Проектування. – К. Урожай, 2002. – 358 с.

10. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.: іл.

11. Шмат К. І., Сисолін П.В. Робочі процеси і розрахунок сільськогосподарських машин. Херсон, 2004. 324 с.

ДОДАТКИ