

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МІЖРЯДНОГО
ОБРОБІТКУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ
УДОСКОНАЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА УСМК-5,4»**

Виконав: студент 4 курсу групи Аін-41
спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Манастирський Віталій Ігорович
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Олег КРУПИЧ
(прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

УДК 631.316.4

Манастирський В. І. Підвищення ефективності міжрядного обробітку цукрових буряків з використанням удосконаленого культиватора УСМК-5,4. Манастирський В. В. Дипломний проєкт. Дубляни: кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича Львівського НУП, 2024.

62 с. текст. част., 12 рис., 3 табл., 6 арк. формату А1, 25 джерел.

Проведено аналіз технологій вирощування цукрових буряків. Запропоновано виконувати операцію міжрядного обробітку цукрових буряків за допомогою культиватора-рослинопідживлювача УСМК-5,4. Розраховані основні техніко-економічні показники даної операції та розроблена операційна карта.

Для зменшення коливань секцій з робочими органами в міжрядді під час руху удосконалено культиватор УСМК-5,4. В запропонованому культиваторі поперечна стійкість робочих органів більша, що дало змогу зменшити захисну зону рядків і збільшити робочу швидкість. Обґрунтовано основні параметри даного удосконалення.

Виконано розрахунок економічної ефективності удосконаленого культиватора-рослинопідживлювача УСМК-5,4.

Розглянуті питання охорони праці під час виконання операції операцію міжрядного обробітку цукрових буряків та розроблені правила техніки безпеки під час роботи на удосконаленому культиваторі, а також проведено аналіз охорони довкілля.

Вступ	
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ	7
1.1. Агробіологічні особливості та агротехнічні вимоги	7
1.2. Організацій виробництва цукрових буряків	13
Висновки	16
2. РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЇ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	17
2.1. Вихідні дані	17
2.2. Розрахунок тягових характеристик агрегату	17
2.3. Розрахунок параметрів роботи агрегату в полі	20
2.4. Експлуатаційні затрати під час роботи агрегату	24
Висновки	27
3. УДОСКОНАЛЕННЯ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	28
3.1. Аналіз існуючих конструкцій машин для міжрядного обробітку	28
3.2. Обґрунтування удосконалення культиватора	33
3.3. Будова та процес роботи запропонованого удосконалення	33
3.4. Розрахунок удосконалення	35
3.4.1. Розрахунок місць кріплення робочих органів на секції	35
3.4.2. Розрахунок технологічного опору агрегату під час роботи	38
3.4.3. Розрахунок агрегату на стійкість	40
3.4.4. Розрахунок діаметру гвинтів механізму піднімання рами у транспортне положення	33
3.4.5. Розрахунок зварного з'єднання вуха піднімального механізму	45
Висновок	47
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	48
4.1. Структурно функціональний аналіз процесу міжрядного обробітку цукрових буряків та розробка моделі травмо-небезпечних ситуацій ..	48

4.2. Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно перебігу виробничого процесу.....	50
4.2.1. Техніка безпеки при роботі на культиваторі	50
4.2.2. Розрахунок з охорони праці на поперечну стійкість до перекидання агрегату для міжрядного обробітку	50
4.3. Захист цивільного населення	52
5. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	53
5.1. Охорона та раціональне використання ґрунтів	53
5.2. Охорона та ефективне використання водних ресурсів.....	54
5.3. Охорона атмосферного повітря	54
5.5. Шляхи покращення економічного стану господарства.....	55
6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОСКОНАЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ	56
Висновки і пропозиції	60
Бібліографічний список.....	62

ВСТУП

Україна належить до традиційно цукрових держав світу, що зумовлюється досить сприятливими ґрунтово-кліматичними та економічними умовами для розвитку буряківництва й виробництва цукру. Коріння галузі сягає 20-х років ХІХ століття. Однак її матеріально-технічна база неодноразово зазнавала значного руйнування, а вирощування цукрових буряків опинялось у кризі, як це, зокрема, бачимо і в останні роки.

Відродження та подальший розвиток цукробурякового підкомплексу України потребує комплексної системи постійних і довгострокових заходів на рівні державної програми з відповідними законодавчими і регулюючими механізмами. Для розв'язання проблеми необхідно забезпечити структурні, технічні, енергетичні, сировинні та інвестиційні зміни.

Керуючись відомою тезою про те, що “цукор виробляється на полі, а не на заводі”, відродження галузі українського буряківництва слід почати з запровадження сучасних високоінтенсивних ресурсозберігаючих технологій насамперед на найбільш бурякопридатних ґрунтах зі сприятливими кліматичними умовами, що відповідають лісостеповій зоні України. Держава мала б створити бурякосійним підприємствам умови для одержання необхідних довгострокових кредитів на придбання технологічних машин і знарядь, паливо-мастильних матеріалів, насіння, мінеральних добрив, хімічних засобів захисту рослин від хвороб, шкідників та бур'янів.

Сьогодні для розвитку цукробурякового комплексу України – крім необхідності впровадження сучасних технологій вирощування цукрових буряків, достатнього забезпечення бурякосіючих господарств високоякісним насінням, мінеральними добривами і засобами хімічного захисту рослин, підвищення якості машинного парку – дедалі актуальнішого значення набуває модернізація наявних в господарствах машин та агрегатів для вирощування буряків, зокрема і машин для міжрядного обробітку.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Агробіологічні особливості та агротехнічні вимоги

Цукрові буряки історично пристосовані до районів з достатньо високою відносною вологістю повітря. Рослини погано розвиваються при відсутності опадів у березні і квітні. Період появи сходів повинен бути теплим з помірним дощем, перша половина літа - прохолодною і дощовою, а потім має переважати помірно-суха і тепла погода. За весь вегетаційний період з поверхні ґрунту, зайнятої цукровими випаровується не більше 25-30% кількості води, випаровуваної рослинами. В основних районах бурякосіяння опадів не вистачає навіть для формування середнього врожаю, тому волога, нагромаджена ґрунті, протягом осінньо-зимового періоду, стає надійним запасом для максимальної витрати її під час інтенсивного наростання листя і коренеплодів [18, 21].

Для утворення 1 г сирової маси коренеплоду використовується 70-80см.куб, а на 1г цукру - 450-500 г води. При врожайності 400-500 ц/га витрачається з одного гектара біля 5000 м.куб. води. Найвищий врожай одержують при 60-80% НВ. Критичний період цукрових буряків щодо вологи є кінець липня - початок серпня.

Найбільш сприятливою для проростання насіння є температура близько 20 °С. Від температури ґрунту залежить тривалість періоду проростання насіння. Так, при температурі ґрунту 1-2 °С насіння проростає протягом 45-60 днів, 3-4 °С - 25-30, 6-7°С -10-15, 9-10°С - 8-10 і 11-12°С - 3-4 днів. Сходи цукрових буряків переносять тимчасові заморозки на поверхні ґрунту -3-5 °С. Життєдіяльність рослин найбільш продуктивно відбувається при температурі коренемісного шару ґрунту вдень близько 30°С і вночі - 10°С. Фотосинтез і ріст рослин буряків краще проходить при температурі 20-22°С. Восени перед збиранням рослини буряків переносять тимчасові заморозки до -5°С, а зібрані та невикриті коренеплоди пошкоджуються при

температурі -2°C . Активний ріст та накопичення цукру триває до переходу осінніх температур через $+6^{\circ}\text{C}$ [13, 14].

Для формування врожаю цукрові буряки споживають велику кількість поживних речовин. На утворення 1т коренеплодів і відповідної кількості гички з ґрунту виноситься: N -50-60кг, P_2O_5 - 15-20 кг і K_2O - 55-75 кг. Цукрові буряки багато виносять з ґрунту також кальцію, магнію, сірки, марганцю, бору та інших елементів. Оптимальна для цукрових буряків кількість обмінного кальцію в ґрунті становить 60-70% ємкості поглинання, обмінного магнію і калію - відповідно 10-15 і 3,5%.

Кращими ґрунтами для цукрових буряків є чорноземи типові малогумусні середньосуглинкові, чорноземи опідзолені середньосуглинкові, чорноземи лучні, лучно-чорноземні, темно-сірі опідзолені середньосуглинкові. Гіршими є світло-та сірі опідзолені середньосуглинкові ґрунти. Оптимальна кислотність ґрунтів для буряків знаходиться в межах рН 6,0-7,0, об'ємна маса ґрунту - 1,0-1,2 г/см³/кв. Для цукрових буряків найкращими співвідношенням води та повітря в ґрунті є 1:1, а оптимальна повітроємність (некапілярна пористість) - 12-20%.

Система удобрення цукрових буряків орієнтує виробництво на різноглибинне внесення добрив у три строки: восени - основне удобрення, під час сівби - рядкове та в період вегетації - підживлення. Добрива основного удобрення загортають на глибину 15-30 см, рядкового на 4-6 см під час підживлення - на 12-14 см. Підживлення застосовують у зоні достатнього зволоження, а в зоні нестійкого зволоження, - коли недостатньо внесено добрив під оранку. В умовах недостатнього зволоження підживлювати рослини не рекомендується [13, 14].

Для сівби пунктирним способом насіння калібрують на дві посівні фракції діаметром 3,5-4,5 і 4,5-5,5 мм. Проти комплексу ґрунтових і наземних шкідників насіння обробляють фураданом з розрахунку 30-35 л на 1 т насіння. Рослини зберігають токсичність до 30 днів.

У зоні достатнього зволоження рекомендується застосовувати напівпаровий обробіток ґрунту, який включає лущення стерні дисковими лущильниками в два сліди на глибину 5-6 см, внесення органічних і мінеральних добрив і оранку на глибину 28-32 см в кінці липня - першій половині серпня. По мірі з'явлення бур'янів поле обробляють 1-2 рази важкими зубовими боронами або культиваторами загального призначення. В кінці осені проводять безполицеве розпушування на глибину 16-20 см плугами або лемішними лущильниками без палиць.

Весняний і передпосівний обробіток ґрунту є складовою частиною єдиного технологічного процесу сівби цукрових буряків. Його проводять з метою, щоб розпушити верхній шар ґрунту на глибину загортання насіння, вирівняти поверхню ґрунту, знищити бур'яни, заробити в ґрунт гербіциди. Одним із основних завдань в технології вирощування цукрових буряків є своєчасна боротьба з бур'янами та поєднання агротехнічних і хімічних заходів їх знищення.

Передпосівний обробіток ґрунту, а отже і сівбу буряків, краще проводити вслід за ранньовесняним обробітком, не допускаючи розриву між цими операціями. Сівбу починають, коли температура ґрунту на глибині 10 см досягає 5-6 °С, а ґрунт при обробітку кришиться і не липне до знарядь. Сіють цукрові буряки пунктирним способом з шириною міжрядь 45 см, а в умовах зрошення - 60 см.

Глибина загортання насіння - 2,5-3,0 см, а при підсиханні ґрунту - 3,5 - 4,0 см. При сівбі на кінцеву густоту висівають 8-10 схожих насінин на 1 погонний метр рядка, щоб одержати 6-7 сходів. При застосуванні заходів механічного формування густоти висівають до 15 насінин на 1 п. м. рядка. Сівбу на одному полі потрібно закінчувати за 1-2 дні, відхилення середньої глибини загортання насіння не повинно перевищувати $\pm 0,5$ см, а ширина стикових міжрядь повинна становити 50 ± 5 см.

Технологія догляд за посівами передбачає низку послідовно виконуваних операцій: суцільний обробіток ґрунту до появи сходів; перше

розпушування ґрунту в міжряддях і зоні рядків (шарування); суцільне розпушування ґрунту після появи сходів; формування густоти посівів; розпушування ґрунту в міжряддях і підживлення цукрових буряків після проріджування сходів.

Сходи буряку з'являються на 8-10 день після сівби, а за низької температури поверхневого шару ґрунту - через 20-25 днів і більше. У прохолодні затишні весни, коли процес проростання і з'явлення сходів сповільнюється, можна провести 2-3 досходові боронування. Не можна виконувати цю операцію, коли ростки буряків досягли висоти 1 см, бо зуби борін можуть їх обламати. Швидкість руху агрегатів - 7 км/год. При нижчих швидкостях не забезпечується розпушення ґрунту і знищення бур'янів. Перевищення швидкості може призвести до пошкодження проростків буряку.

Якщо після сівби пройшов дощ і виникла загроза утворення ґрунтової кірки, то досходове боронування починають як тільки борони перестануть залипати.

Післясходове боронування проводять, якщо на одному метрі рядка є не менше ніж 8-10 рослин у фазі 1-2 пари справжніх листків. Боронування на більш ранніх фазах допускається за наявності на одному метрі більше 16-18 рослин. Для боронування використовують агрегат із легких борін, а на сильно ущільнених ґрунтах із середніх борін. При цьому знищується 40-60% бур'янів і 10-20% сходів буряку. Агрегати рухаються під кутом 5-10° до напрямку рядків із швидкістю не більше як 4 км/год. Глибина розпушування ґрунту – 3 см [7, 13, 14].

За допомогою вчасно проведених до – і післясходових боронувань можна мати значний ефект у боротьбі з бур'янами, крім кореневищних (пирій та ін.).

Система суцільних до – і післясходових розпушень ґрунту боронами не виключає першого мілкового розпушування міжрядь (шаровки), як тільки позначаться рядки сходів (фаза вилочки). Під час шаровки в зоні проходу

лап-брить знищується 95-100% бур'янів, що уцілили після досходових боронувань чи проросли після них, розпушується ґрунт у міжряддях. Глибина ходу лап-брить - 2-4 см. Захисна зона 5-7 см з кожного боку рядка. Після брить у міжрядді розміщується ротаційна батарея, яка додатково розпушує ґрунт і знищує бур'яни.

Якщо на один метр рядка є не менше 10 рослин, ротаційні робочі органи ставлять у захисних зонах рядка. При цьому в рядку знищується 40-55%) бур'янів, сходи зріджуються не більше 10%. Швидкість руху агрегату при шаровці - не більше 4 км/год.

Густота стояння рослин на 1 га перед збиранням у зоні достатнього зволоження має становити 95-100 тис; у зоні нестійкого зволоження 90-95 тис; у зоні недостатнього зволоження 85-90 тис.

Існує декілька варіантів сівби, що передбачають:

- 1) сівба на задані відстані між насінинами, яка б гарантувала одержання і збереження розрахункової кількості рослин;
- 2) висів 8-10 насінин, що гарантують кінцеву оптимальну густоту;
- 3) сівба збільшеними нормами насіння і одержання сходів, які значно перевищують необхідну кількість. Густоту формують вручну і механізмами, щоб мати 5,5-6,0 рослин на 1 м рядка.

Надзвичайно важливо вчасно сформувати густоту рослин. Розпочинають її після появи сходів у фазі вилочки, а завершити цей вид роботи необхідно до появи 4 пари листків. При запізненні з проривкою рослини "стікають" і виростають низькопродуктивними.

Формувати необхідну густоту можна такими способами: вручну; 2) до і після сходовими боронуваннями; вздовжрядним проріджуванням за допомогою УСМП-5,4, за наявності 8-11 рослин/м²; поперечне проріджування (букетування) за допомогою УСМК-5,4 на забур'яненних полях, за наявності 12 рослин/м² і більше; сівба на кінцеву густоту [7, 14].

Догляд за посівами після формування густоти повинен забезпечити утримання поля в розпушеному і чистому від бур'янів стані. Перший раз

розпушують ґрунт у міжряддях після формування густоти у фазі утворення в рослин 2-3 пар справжніх листків. Як правило, його поєднують з підживленням азотом. Підживлювальний ніж розміщують посередині міжряддя з глибиною ходу 10-12 см. Перед підживлювальним ножем розміщують по дві однобічні плоскорізні лапи-бритви з шириною захвату 15 см, що встановлені на глибину обробітку 8-10 см. При вивертанні брил глибину зменшують до 5-6 см. Захисна зона 7-8 см.

Необхідність наступних розпушувань, їх періодичність, глибину, строки визначають залежно від ущільнення ґрунту і появи бур'янів. За великої кількості опадів глибину розпушування збільшують до 14 см, а при невеликих опадах її зменшують до 7 см. Для обробітку ґрунту на глибину 5-7 см застосовують лапи-бритви, а на більшу - долота і стрільчасті лапи.

Вдруге ґрунт рекомендується розпушувати через 8-10 днів після першого на глибину 7-14 см використовуючи долота і стрільчасті лапи. Захисна зона 10-12 см. Пророслі бур'яни в рядку присипаються ґрунтом за допомогою підгортальних дисків, коли рослини буряку мають висоту 6 см. Два присипання бур'янів за ефективністю прирівнюються до дії після сходового гербіциду.

Перше присипання проводиться в фазі 2-3 пар справжніх листків у буряку. На односторонню лапу-бритву встановлюють підгортачі шириною 40 мм. Вдруге присипання бур'янів у зоні рядка проводять у фазі 4-5 пар справжніх листків у буряку підгортачами шириною 60 мм, встановленими на стрілчасту лапу. Висота ґрунтового гребеня при першому присипанні має бути 2-3 см, при другому - до 5 см. Не допускається присипання точки росту рослин буряку. Для насипання ґрунту використовують також підгортальні диски.

Третє розпушування міжрядь на глибину 7-14 см проводять долотами та підгортальними дисками. Захисна зона 12-14 см. Міжрядні розпушування припиняють після змикання листків у міжряддях.

Збирання цукрових буряків найбільш доцільно проводити при настанні технічної стиглості - це кінець вересня - перша декада жовтня. В технічній стиглості маса коренеплоду і вміст в ньому цукру стають максимальними, чистота соку висока, вміст мелясоутворюючих речовин мінімальний. Строки збирання цукрових буряків визначаються також технічними можливостями господарств, яка б гарантувала закінчення збирання до 25 жовтня. Цукрові заводи повинні мати у вересні тридобовий запас коренеплодів [13, 14].

1.2. Організація виробництва цукрових буряків

В господарстві цукрові буряки пропонується вирощувати на незначних площах за інтенсивною технологією, що вимагає застосування відповідних засобів механізації для виконання технологічних операцій.

Основним попередником є озима пшениця, багаторічні та однорічні трави, зернобобові культури. Після збирання стернового попередника необхідно провести лушення стерні дисковим знаряддям ЛДГ-5 на глибину 6...8 см, а пізніше через 10...12 днів після збирання зернового попередника.

Система удобрень вимагає поєднання застосування органічних та мінеральних добрив, а також вапнування чи гіпсування на кислих ґрунтах. Органічні добрива вносять під зяблеву оранку в воді 35 т/га машинного РОУ-6. Мінеральні добрива вносять в складі основного удобрення: майже 75 % - вносять під зяблеву оранку, у рядки під час сівби – 10...15%, а решту для підживлення. Основне внесення добрив проводиться для підживлення. Основне внесення добрив проводиться машиною МВД-600 [4, 6, 16].

Глибоку зяблеву оранку виконують начіпним плугом ПЛН-4-35 з метою поліпшення якості основного обробітку.

Ранньовесняне розпушування ґрунту виконують у відповідності з агротехнічними вимогами. Для проведення даної операції використовують важкі зубові борони СП-11+10БЗТС-1,0 [4, 6, 16].

Передпосівний обробіток ґрунту є складовою частиною єдиного технологічного процесу – сівби цукрових буряків і має здійснюватись без будь-якого розриву в часі. Недотримання цієї та інших вимог призводить до пересихання розпушеного ґрунту, що істотно погіршує умови проростання насіння, терміни і одночасність появи сходів, особливо в зонах з напруженим режимом забезпечення водою, а також в умовах малосніжних зим і малої вільності вологи в ґрунті у весняний період.

Передпосівний обробіток ґрунту під цукрові буряки проводять комбінованим агрегатом РВК-3,6. агрегують його з трактором тягового класу 30 кН. Передпосівну культивуацію здійснюють під певним ($2...4^{\circ}$) кутом до напрямку сівби [4, 6, 16].

Починати сіяти цукрові буряки потрібно в період, коли середньодобова температура ґрунту на глибині 8...10 см становить $5...6^{\circ}\text{C}$ і ґрунт добре прогрівся. Завершувати сівбу на одному полі необхідно за 1,5 – 2 робочих дні. Для сівби звичайним або каліброваним насінням з міжряддям 45 см використовують сівалку ССТ-12 Б [4, 6, 16].

Особливе місце в технології вирощування цукрових буряків займає система догляду за посівами, яка включає суцільне розпушування ґрунту до і після появи сходів, їх проріджування, часткові розпушування ґрунту і підживлення в міжряддях після проріджування сходів. Для виконання даного комплексу операцій пропонується використати удосконалений культиватор УСМК-5,4, що агрегується з трактором тягового класу 1,4 кН. Основні вимоги до культивації при міжрядному обробітку ґрунту:

- дотримання встановленої захисної зони рядка $\pm 1,5$ см;
- витримування агротермінів виконання технологічної операції;
- рівномірне розпушення ґрунту на задану глибину, без вивертання на поверхню нижніх вологих шарів;
- повне підрізання бур'янів у міжряддях (100 %);
- під час букетування або механічного проріджування в прорізах підрізання не лише бур'янів, а й культурних рослин;

- допустиме пошкодження чи присипання культурних рослин у зоні рядка не більше ніж 3 %;
- у міру підростання рослин поступове збільшення глибини при повторних міжрядних обробітках від 2 до 10 см та відповідне розширення захисних зон рядків;
- за потреби передзбиральне розпушення міжрядь на глибину до 16 см;
- рівномірне, на задану глибину і на певній відстані від рядків внесення добрив у ґрунт.

За якістю виконання технологічного процесу міжрядний обробіток поділяється на:

- грубий (захисна зона рядка до 30 см), який потребує додаткового ручного чи механічного або хімічного втручання;
- точний (захисна зона рядка до 10 см), який потребує механічної перевірки у захисній зоні рядка;
- селективний (рівня «точного землеробства»), що дає змогу механічно знищувати бур'яни у міжрядді та зоні рядка, розрізняючи культурні та дикорослі рослини за допомогою фотоелементів (перебуває у стадії розробки).

Цукрові буряки – дуже чутлива культура щодо шкідливої дії бур'янів шкідників чи хвороб. Вони призводять до втрати 30 і більше відсотків врожаю коренеплодів. Навіть при обмежених показниках поширення бур'янів, шкідників та хвороб. Сучасні інтенсивні технології базуються на поєднанні захисних можливостей сортів та комплексні агротехнічних і хімічних заходів захисту рослин.

Для максимального використання осінніх проростів маси коренеплодів і накопичення в них цукру, починати їх потрібно збирати з 20 вересня, а закінчувати у 20-их числах жовтня.

Збирають буряки переважно шестирядним комплексом машин роздільного збирання: зрізання гички проводиться причіпною гичкозбиральною машиною БМ-6Б а викопування коренів копачем, що

забезпечує викопування коренів з укладанням у валки з наступним їх підбиранням і навантаження вручну або за допомогою спеціального пруткового підбирача-завантажувача.

Гичку відвозять на тваринницькі ферми для корму ВРХ або силосують. Корені транспортують на завод для переробки.

Висновки

Розглянуто агробіологічні особливості вирощування цукрових буряків. Для обробітку міжрядь посівів цукрових буряків запропоновано використовувати удосконалений культиватор УСМК-5,4, що агрегується з трактором КИЙ 14102. Використання запропонованого агрегату дає можливість зменшити захисну зону рядка і підвищити ефективність міжрядного обробітку.

2. РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЇ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

2.1. Вихідні дані

Вихідні дані для розрахунку операції міжрядного обробітку ґрунту цукрових буряків:

– розміри ділянки: довжина гону – 500 м;

ширина гону – 400 м;

– ухил місцевості: $i = 2\%$;

– основний агрегат – КИЙ 14102 + УСМК-5,4 (удосконалений культиватор).

– інтервал робочих швидкостей становить 4 – 9 км/год [16, 25].

З тягової характеристики трактора КИЙ 14102 вибираємо можливі передачі: третя передача – $V_{рн3} = 5,6$ км/год = 1,56 м/с, $P_{крн3} = 18,1$ кН;

четверта передача – $V_{рн4} = 7,3$ км/год = 2,03 м/с, $P_{крн4} = 15,4$ кН;

п'ята передача – $V_{рн5} = 8,3$ км/год = 2,31 м/с, $P_{крн5} = 13,7$ кН;

2.2. Розрахунок тягових характеристик агрегату

Сумарний опір агрегату буде рівний:

$$R_{az} = R_m + G_m \cdot \frac{i}{100}, \quad (2.1)$$

де R_m – опір машини, кН;

G_m – вага машини, $G_m = 14$ кН;

i – ухил місцевості, %.

Опір машини визначається за формулою:

$$R_m = k_0 \cdot (1 + (V_p - V_0) \cdot \frac{\Delta C}{100}) \cdot B_p, \quad (2.2)$$

де k_0 – питомий опір культиватора за швидкості $V_0 = 5$ км/год = 1,4 м/с (у

зв'язку з вдосконаленням секції культиватора ми зменшили питомий опір до 1,5 кН/м [16];

V_p – робоча швидкість агрегату на вибраній передачі, м/с;

V_0 – значення швидкості руху, при якій визначено k_0 , м/с;

ΔC – темп наростання тягового опору $\Delta C = 3,5 \%$;

B_p – робоча ширина захвату агрегату, м.

Ширина агрегату з врахуванням того, що одночасно буде оброблятися дванадцять рядків шириною міжрядь 0,45 м, буде рівною

$$B_p = n_c \cdot v, \quad (2.3)$$

де n_c – кількість секцій, що одночасно монтуються на агрегаті, $n_c = 12$;

B_c – ширина міжрядь,

$$B_p = 12 \cdot 0,45 = 5,4 \text{ м}.$$

Розрахуємо опір агрегату на різних передачах, що входять в інтервал робочих швидкостей.

На третій передачі:

$$R_{m3} = 1,5 \cdot (1 + (1,56 - 1,4) \cdot \frac{3,5}{100}) \cdot 5,4 = 8,15 \text{ кН}.$$

На четвертій передачі:

$$R_{m4} = 1,5 \cdot (1 + (2,03 - 1,4) \cdot \frac{3,5}{100}) \cdot 5,4 = 8,1 \text{ кН}.$$

На п'ятій передачі:

$$R_{m5} = 1,5 \cdot (1 + (2,31 - 1,4) \cdot \frac{3,5}{100}) \cdot 5,4 = 8,34 \text{ кН}.$$

Тоді загальний опір агрегату на вибраних передачах:

$$R_{az3} = 8,15 + 14 \cdot \frac{2}{100} = 8,41 \text{ кН};$$

$$R_{az4} = 8,1 + 14 \cdot \frac{2}{100} = 8,36 \text{ кН};$$

$$R_{az5} = 8,36 + 14 \cdot \frac{2}{100} = 8,62 \text{ кН.}$$

Виходячи з тягової характеристики трактора КИЙ 14102, бачимо, що сила тяги на всіх передачах є більша від опору агрегату, тобто виконується умова $P_{крн} > R_{az}$, вибираємо необхідну передачу з двох умов: швидкість агрегату має бути найбільша, щоб була вища продуктивність агрегату; коефіцієнт використання тягового зусилля трактора має бути найвищий, але не перевищувати 0,95 або був якомога ближче до вказаного значення.

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на вибраній передачі [16]:

$$\xi_p = \frac{R_{az}}{P_{крн} - G \cdot \frac{i}{100}}, \quad (2.4)$$

де G – вага трактора МТЗ-82, $G = 33,5$ кН.

$$\xi_{p3} = \frac{8,41}{18,1 - 33,5 \cdot \frac{2}{100}} = 0,48;$$

$$\xi_{p4} = \frac{8,36}{15,4 - 33,5 \cdot \frac{2}{100}} = 0,57;$$

$$\xi_{p5} = \frac{8,62}{13,7 - 33,5 \cdot \frac{2}{100}} = 0,66.$$

Виходячи з даних розрахунків, для трактора КИЙ 141022 вибираємо п'яту передачу, для якої робоча швидкість становить $V_p = 8,3$ км/год ($V_p = 2,31$ м/с), $P_{крн} = 13,7$ кН, $N_{крmax} = 31,6$ кВт, а витрати палива на вибраній передачі $G = 13,8$ кг/год. На п'ятій передачі коефіцієнт використання тягового зусилля буде становити 0,66 [1, 16, 25].

Визначаємо коефіцієнт використання номінальної потужності двигуна:

$$\eta_{ед} = \frac{N_{кр}}{N_{ен}}, \quad (2.5)$$

де $N_{кр}$ – гакова потужність трактора, кВт;

$N_{ен}$ – номінальна потужність трактора, $N_{ен} = 53,5$ кВт

Гакова потужність трактора визначається як:

$$N_{кр} = \frac{R_{аз} \cdot V_P}{3,6} = \frac{8,62 \cdot 8,3}{3,6} = 19,87 \text{ кВт}$$

Тоді

$$\eta_{ед} = \frac{19,87}{53,5} = 0,38.$$

Потужність двигуна використовується на 38 %.

2.3. Розрахунок параметрів роботи агрегату в полі

Визначимо показники роботи агрегату в полі і підготовки його до роботи.

Визначимо кінематичні параметри агрегату та показники використання робочих і холостих ходів.

Радіус повороту агрегату:

$$R = R_0 \cdot k_R, \quad (2.6)$$

де R_0 – радіус повороту при швидкості руху агрегату 5 км/год, м [16, 25];

k_R – коефіцієнт пропорційності, що враховує швидкість під час повороту.

$$R = 0,9 \cdot 5,4 \cdot 1,34 = 6,5 \text{ м.}$$

Кінематична довжина агрегату:

$$l_k = l_{тр} + l_m, \quad (2.7)$$

де $l_{тр}$ – кінематична довжина трактора, м;

l_m – кінематична довжина культиватора УСМК-5,4, м,

$$l_k = 1,2 + 1,95 = 3,15 \text{ м.}$$

Кінематична ширина агрегату:

$$d_k = \frac{B_{az}}{2} = \frac{5,4}{2} = 2,7 \text{ м.} \quad (2.8)$$

Довжина виїзду агрегату:

$$e = 0,1 \cdot l_k, \quad (2.9)$$

$$e = 0,1 \cdot 6,5 = 0,65 \text{ м.}$$

Приймаємо, що агрегат по полю буде рухатись човниковим способом, а тип повороту – петлевий грибовидний. Даний тип повороту вибраний з умови зменшення ширини поворотної смуги, оскільки під час обробітку міжрядь цукрових буряків, поворот виконуємо на смузі, що залишена під час посіву і вона за шириною рівна 12 м.

Тоді мінімальна ширина поворотної смуги буде:

$$E_{min} = 1,1 \cdot R + e + d_k, \text{ м;} \quad (2.10)$$

$$E_{min} = 1,1 \cdot 6,5 + 0,65 + 2,7 = 10,5.$$

Враховуючи, що поворотна смуга не пов'язана з шириною захвату агрегату, то тоді приймаємо фактичну ширину поворотної смуги рівну $E_\phi = 11$ м, тоді робоча довжина гону буде рівна:

$$L_p = L - 2 \cdot E_\phi, \quad (2.11)$$

де L – довжина загінки, м,

$$L_p = 500 - 2 \cdot 11 = 478 \text{ м.}$$

Довжина холостого повороту:

$$L_x = 5,5R + 2e; \quad (2.12)$$

$$L_x = 5,5 \cdot 6,5 + 2 \cdot 0,65 = 48,75 \text{ м.}$$

Кількість робочих ходів n_p і холостих n_x на полі буде рівна:

$$n_p = \frac{C}{B_{az}}, \quad n_x = \frac{C}{B_{az}} - 1, \quad (2.13)$$

де C – ширина поля, м.

$$n_p = \frac{400}{5,4} = 74,07, \quad n_x = \frac{400}{5,4} - 1 = 73,07.$$

Приймаємо $n_p = 74$, $n_x = 73$.

Коефіцієнт робочих ходів визначаємо за формулою:

$$\varphi = \frac{L_p \cdot n_p}{L_p \cdot n_p + L_x \cdot n_x}, \quad (2.14)$$

$$\varphi = \frac{478 \cdot 74}{478 \cdot 74 + 48,75 \cdot 73} = 0,91.$$

Тривалість циклу роботи агрегату на загоні:

$$t_{\text{ц}} = t_{p\text{ц}} + t_{x\text{ц}} = \frac{2L_p}{V_p \cdot 60} + \frac{2L_x}{V_x \cdot 60}, \quad (2.15)$$

де $t_{p\text{ц}}$, $t_{x\text{ц}}$ – відповідно затрати часу за цикл на робочий хід та повороти, хв;

V_x – швидкість руху агрегату на поворотах, м/с;

V_p – робоча швидкість руху агрегату, м/с;

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 478}{2,31 \cdot 60} + \frac{2 \cdot 48,75}{1,22 \cdot 60} = 6,89 + 1,35 = 8,24 \text{ хв.}$$

Кількість циклів роботи агрегату за зміну округлюється до більшого числа:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_{\text{нз}} - T_{\text{відн}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.16)$$

де $T_{\text{зм}}$ – тривалість часу зміни, хв;

$T_{\text{нз}}$ – підготовчо-заключний час, хв;

$T_{відп}$ – час регламентованих внутрізмінних перерв на відпочинок,
 $T_{відп}=40$ хв.

$$T_{нз} = T_{ето} + T_{пн} + T_{пнк} + T_{пн}, \quad (2.17)$$

де $T_{ето}$ – час на технічне обслуговування трактора і с.-г. машини, $T_{ето} = 31$ хв;

$T_{пн}$ – час на підготовку агрегату до переїзду, $T_{пн} = 3$ хв;

$T_{пнк}$ – час на переїзди на початку і в кінці зміни, $T_{пнк} = 35$ хв;

$T_{пн}$ – час на отримання наряду і здача роботи, $T_{пн} = 10$ хв.

Тоді

$$T_{нз} = 31 + 3 + 35 + 10 = 79 \text{ хв};$$

$$n_{ц} = \frac{420 - 79 - 40}{8,24} = 36,53 \text{ циклів.}$$

Приймаємо $n_{ц} = 37$.

Чистий робочий час за зміну:

$$T_p = t_{рц} \cdot n_{ц}, \quad T_p = 8,24 \cdot 37 = 304,88 \text{ хв.} \quad (2.18)$$

Дійсний час зміни:

$$T_{\delta} = t_{рц} \cdot n_{ц} + T_{нз} + T_{відп}, \quad (2.19)$$

$$T_{\delta} = 8,24 \cdot 37 + 79 + 40 = 423,88 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\delta}}, \quad (2.20)$$

$$\tau = \frac{304,88}{423,88} = 0,719.$$

Продуктивність агрегату за зміну:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (2.21)$$

де B_p – робоча ширина захвату, $B_p = 2,7$ м;

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 8,3 \cdot 0,719 \cdot 7 = 22,56 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність агрегату за годину чистого часу:

$$W_{год.ч} = \frac{W_{зм}}{T_p}, \quad (2.22)$$

$$W_{год.ч} = \frac{22,56}{5,08} = 4,44 \text{ га/год.}$$

Продуктивність агрегату за годину змінного часу:

$$W_{годз} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}}; \quad (2.23)$$

$$W_{годз} = \frac{22,56}{7} = 3,22 \text{ га/год.}$$

2.4. Експлуатаційні затрати під час роботи агрегату

Визначимо експлуатаційні затрати під час роботи агрегату.

Погектарна витрата палива:

$$Q = \frac{G_{mp} \cdot T_p + G_{mx} \cdot T_x + G_{mo} \cdot T_o}{W_{зм}}, \quad (2.24)$$

де G_{mp} , G_{mx} , G_{mo} – середня годинна витрата палива, кг/га, відповідно при робочому ході, при холостому русі і при зупинках трактора з працюючим двигуном;

T_x – загальний час на повороти і переїзди, год,

$$T_x = t_{xc} \cdot n_c + T_{пнк};$$

$$T_x = 1,35 \cdot 37 + 35 = 84,95 \text{ хв} = 1,42 \text{ год.}$$

T_o – час на зупинку з працюючим двигуном за зміну, год,

$$T_o = T_{відн} + 0,5T_{емо} + T_{пн} + T_{пн}, \quad (2.25)$$

$$T_0 = 40 + 0,5 \cdot 31 + 3 + 10 = 68,5 \text{ хв} = 1,14 \text{ год.}$$

Тоді

$$Q = \frac{13,8 \cdot 5,08 + 6,8 \cdot 1,42 + 1,4 \cdot 1,14}{22,56} = 3,61 \text{ кг/га.}$$

Затрати праці на одиницю виконаної роботи:

$$H = \frac{m \cdot T_{змд}}{W_{зм}}, \quad (2.26)$$

де m – загальна кількість робітників, що обслуговують агрегат,

$$H = \frac{1 \cdot 7,06}{22,56} = 0,31 \text{ люд.год/га.}$$

Питомі затрати на амортизацію трактора:

$$S_{ам} = \frac{(a_{рм} + a_{кр} + a_{тто}) \cdot B_m}{100 T_{рз} \cdot W_{год}}, \quad (2.27)$$

де $a_{рм}$, $a_{кр}$, $a_{тто}$ – норми річних відрахувань відповідно на реновацію, капітальний ремонт, технічне обслуговування і поточний ремонт, %;

B_m – балансова вартість трактора, грн.;

$T_{р}$ – річне завантаження трактора, год;

$W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год.

$$S_{ам} = \frac{(12,5 + 4,0 + 22) \cdot 620000}{100 \cdot 1200 \cdot 3,22} = 59,37 \text{ грн./га.}$$

Питомі затрати на амортизацію культиватора:

$$S_{ам} = \frac{(a_{рм} + a_{том}) \cdot B_m}{100 \cdot T_{рм} \cdot W_{год.зм}}, \quad (2.28)$$

де $a_{рм}$, $a_{том}$ – норми річних відрахувань відповідно на реновацію, технічне обслуговування і поточний ремонт машини, %;

B_m – балансова вартість машини, грн.;

$T_{рм}$ – річне завантаження машини, год.

$$S_{ам} = \frac{(14,2 + 16,0) \cdot 105000}{100 \cdot 330 \cdot 3,22} = 40,68 \text{ грн./га.}$$

Питомі затрати на паливо-мастильні матеріали:

$$S_{нм} = Q \cdot Ц_{нм}, \quad (2.29)$$

Де Q – погектарна витрата палива на даній роботі, кг/га;

$Ц_{нм}$ – комплексна ціна 1 кг палива, грн.

$$S_{нм} = 3,61 \cdot 55 = 198,55 \text{ грн/га.}$$

Питомі затрати на основну зарплату:

$$S_{зн} = \frac{k \cdot (m_{мп} \cdot f_1 + m_{д} \cdot f_2)}{W_{год}}, \quad (2.30)$$

де k – коефіцієнт, що враховує доплати;

$m_{мп}, m_{д}$ – відповідно кількість трактористів і допоміжного персоналу, що обслуговують агрегат;

f_1, f_2 – тарифні ставки тракториста і допоміжного персоналу;

$$S_{зн} = \frac{1,1 \cdot 1 \cdot 120}{3,22} = 41 \text{ грн./га.}$$

Сумарні прями затрати на одиницю виконаної роботи:

$$S_0 = S_{ам} + S_{ам} + S_{нм} + S_{зн}, \quad (2.31)$$

$$S_0 = 59,37 + 40,68 + 198,55 + 41 = 339,6 \text{ грн/га.}$$

Приведені затрати на роботу агрегату:

$$S_{np} = S_0 + \frac{E_n}{W_{год}} \cdot \left(\frac{B_m}{T_{pm}} + \frac{B_M}{T_{рм}} \right), \quad (2.32)$$

де E_k – коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_k = 0,15$.

$$S_{np} = 339,6 + \frac{0,15}{3,22} \cdot \left(\frac{620000}{1200} + \frac{105000}{330} \right) = 387 \text{ грн./га.}$$

Приведені затрати на роботу агрегату становлять 387 грн/га.

На основі отриманих даних зроблена операційна карта на виконання операції розпушування ґрунту в міжряддях цукрових буряків, що наведена на аркуші графічної частини дипломного проекту.

Висновки

Розраховані основні техніко-економічні показники виконання операції розпушування ґрунту в міжряддях цукрових буряків агрегатом КИЙ 14102 + УСМК-5,4, що становлять: продуктивність агрегату за зміну – 22,56 га/зм; витрата палива – 3,61 кг/га; затрати праці – 0,31 люд·год/га; прямі експлуатаційні затрати – 340 грн/га; приведені експлуатаційні затрати – 387 грн/га.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

3.1. Аналіз існуючих конструкцій машин для міжрядного обробітку

Міжрядний обробіток ґрунту завжди був диференційований залежно від вирощуваних культур та способів їх сівби. Грубий міжрядний обробіток посівів цукрових буряків виконують культиваторами типу УСМК-5,4, КФ-5,4, КОР-4,2, «Плай» та ін.

Культиватор-рослинопідживлювач овочевий КОР-4,2 (К – культиватор, О – овочевий, Р – рослинопідживлювач, 4,2 – ширина захвату, м) призначений для грубого міжрядного обробітку, зокрема, для знищення бур'янів, розпушення ґрунту, підгортання та внесення мінеральних добрив при вирощуванні овочевих культур з міжряддями 45 см, 60, 70, 140, 50 + 90, 60 + 120, 8 + 62, 32 + 32 + 76 см. Культиватор навішують на трактори тягового класу 1,4. Його можна використовувати на рівних полях і гребневих поверхнях. КОР-4,2 є модифікацією культиватора КРН-4,2. Його рама піднята вище над поверхнею поля, тому КОР-4,2 обладнують понижувачами для секцій робочих органів і опорно-привідних коліс. Для внесення мінеральних добрив на цьому культиваторі влаштовують туковисівні апарати [6].

Культиватор фрезерний КФ-5,4 (К – культиватор, Ф – фрезерний, 5,4 – ширина захвату, м) призначений для міжрядного грубого обробітку дванадцятирядних посівів цукрових буряків та інших низькостеблових культур, які вирощують з міжряддям 45 см. Культиватор агрегатується з тракторами тягових класів 1,4 і 2.

Основними вузлами культиватора (рис. 3.1) є зварна рама з начіпним механізмом на трактор, два опорних колеса з пневматичними шинами і гвинтовими механізмами, дванадцять секцій робочих органів, центральний конічний редуктор і два трансмісійних вали. Кожна секція складається з корпусу 5, двох дисків 6 з Г-подібними ножами 12, пасивного ножа 9, кожуха

11 з фартухом 13, ланцюгової передачі 14 і запобіжної муфти. Секції приєднані відносно трансмісійних валів 10 шарнірно. Кожна секція в робочому положенні притискується до поля, а в транспортному – підтримується штангою з пружиною 8. Диски з ножем (фрезерний барабан) приводяться в рух від ВВП трактора через карданну передачу 2, центральний редуктор 7, трансмісійні вали 10, запобіжну муфту і ланцюгову передачу 14.

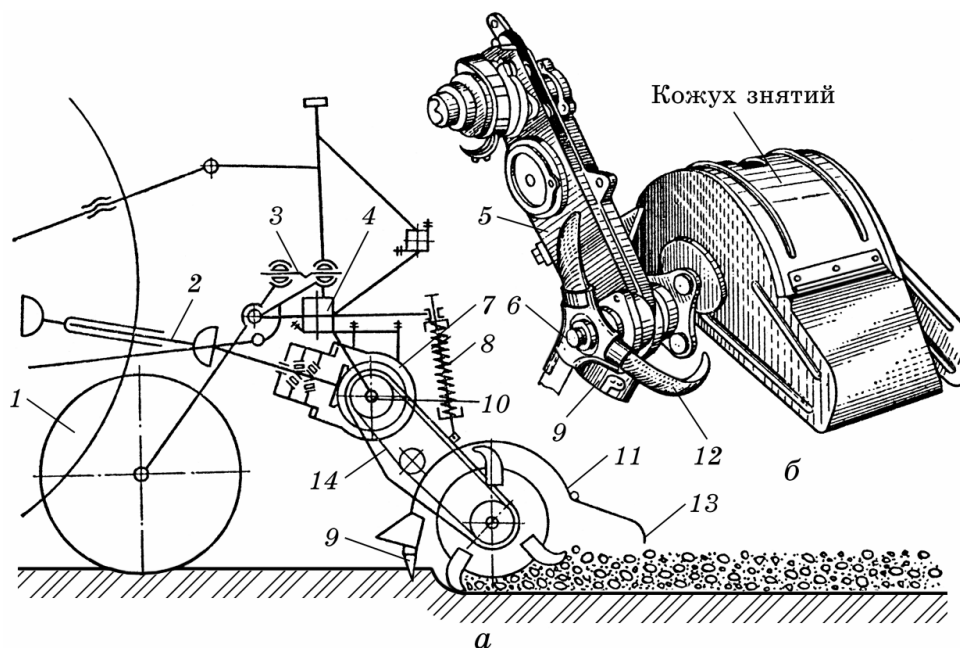


Рисунок 3.1 – Культиватор фрезерний КФ-5,4:

а – принципова схема; б – робоча секція; 1 – опорне колесо; 2 – карданна передача; 3 – гвинтовий механізм; 4 – рама; 5 – корпус; 6 – диск; 7 – редуктор; 8 – штанга з пружиною; 9 – пасивний ніж; 10 – вал; 11 – кожух; 12 – активний ніж; 13 – фартух; 14 – ланцюгова передача.

Культиватор працює у такий спосіб. При переміщенні культиватора і обертанні фрезерних барабанів їхні ножі відрізають тонку скибу ґрунту, дещо розпушують її і відкидають назад, де вона вдаряється об кожух і фартух й інтенсивно розпушується. Смуга ґрунту, що знаходиться під корпусом секції, розпушується пасивним ножем. Діаметр фрезерних барабанів 300 мм. Боковина кожуха секції розміщується на відстані 8 см від рядка рослин. Глибину обробітку культиватора регулюють в межах 4...8 см гвинтовим

механізмом 3 і зміною довжини центральної тяги начіпного механізму [6].

Культиватор «Плай-М» призначений для міжрядного обробітку ґрунту на глибину 2...10 см із захисною зоною рядка не більше ніж 10 см, у посівах цукрових буряків та інших культур, що вирощуються з міжряддям 45 см. Ширина захвату знаряддя 5,4 м. Агрегується з тракторами тягових класів 1,4 та 2.

Конструкція культиватора «Плай-М» складається з рами, приєднаної до неї паралелограмної секції робочих органів, кожна з яких опирається на власне опорне колесо, ротаційних пелюсткових борінок, які працюють у зоні рядка, напрямних колеса з механізмом регулювання глибини ходу та щілиноутворювачів, начіпного механізму для з'єднання з трактором. Залежно від конкретних завдань міжрядного обробітку ґрунту та необхідної його глибини робочими органами можуть бути лапи-бритви, стрілочасті лапи або розпушувальні долотоподібні лапи.

Тенденція створення машин, які у процесі виконання своїх функцій сприяють охороні довкілля, реалізується в розвитку «точного землеробства». Культиватор для точного міжрядного обробітку ґрунту «Плай-М» розроблено в Інституті цукрових буряків УААН.

Схема знаряддя (рис. 3.2) передбачає рух культиватора напрямними колесами по попередньо нарізаних під час сівби щілинах. Застосування напрямних щілин дає змогу виконувати поверхневий міжрядний обробіток цукрових буряків та інших культур з міжряддям 45 см при зменшених до 8...10 см захисних зонах рядків. Механічне проріджування та руйнування ґрунтової кірки в зоні рядків виконують спеціальні ротаційні пелюсткові борінки з механізмом регулювання сили взаємодії з ґрунтом.

Культиватор «Плай-М» для міжрядного обробітку посівів цукрових буряків дає змогу двічі-тричі обробити поле до змикання листя в рядках, скоротити, а то й зовсім уникнути ручної праці з прополювання та перевірки. Для одержання чистої сільськогосподарської продукції на основі культиваторів «Плай-М» та КРН-5,6 передбачені інтегровані методи захисту

рослин. Суцільне внесення гербіцидів характерне при догляді за культурами суцільного

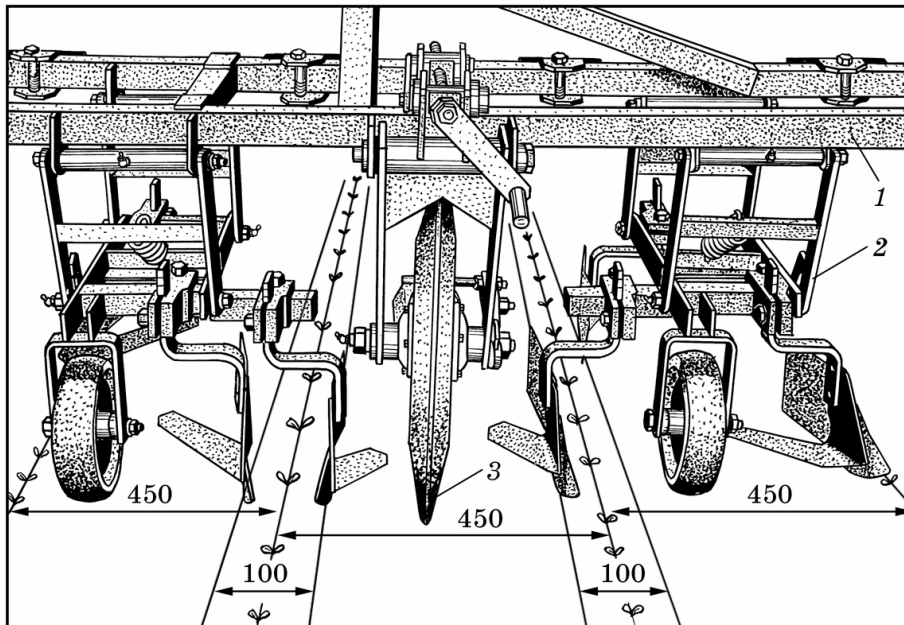


Рисунок 3.2 – Розміщення робочих органів на культиваторі «Плай-М»:

1 – рама; 2 – секція робочих органів на паралелограмній рамці; 3 – напрямне колесо.

посіву (зернові, трави тощо). Проте воно не завжди виправдане при вирощуванні просапних культур. У цьому разі доцільно поєднувати стрічкове внесення гербіцидів з міжрядним механічним обробітком культиваторами прецизійного типу («Плай-М», КРН-5,6 тощо). Така технологія дає змогу зменшити витрату гербіцидів при вирощуванні цукрових буряків [6].

Культиватор універсальний буряковий міжрядний УСМК-5,4 (У – універсальний, С – буряковий, М – міжрядний, К – культиватор, 5,4 – ширина захвату, м) призначений для грубого міжрядного обробітку ґрунту і підживлення посівів цукрових буряків та інших культур з міжряддям 45 см.

Культиватор агрегується з тракторами тягових класів 1,4 і 2. Робоча швидкість до 2,2 м/с.

Основними вузлами культиватора є зварна рама з начіпним механізмом, два опорно-привідних колеса з пневматичними шинами,

дванадцять секцій робочих органів, шість туковисівних апаратів з механізмом приводу. Кожна секція (рис. 3.3) складається з переднього 1 і заднього 6 кронштейнів, верхньої 4 і нижньої 11 ланок, шарнірно приєднаних до кронштейнів, притискної пружини 5, гряділя 7, жорстко закріпленого на задньому кронштейні, бічних 8 і заднього тримачів та опорного котка 10. Верхня ланка нагадує П-подібну штангу, задня полиця якої впирається в задній кронштейн, коли секції піднімаються в транспортне положення. Притискна пружина забезпечує стійкість ходу робочих органів по глибині. Бічні тримачі з'єднані з гряділем через квадратні стрижні. Положення тримачів відносно гряділя можна змінювати. Отвори в тримачах, в які вставляють стояки лап, мають конічні

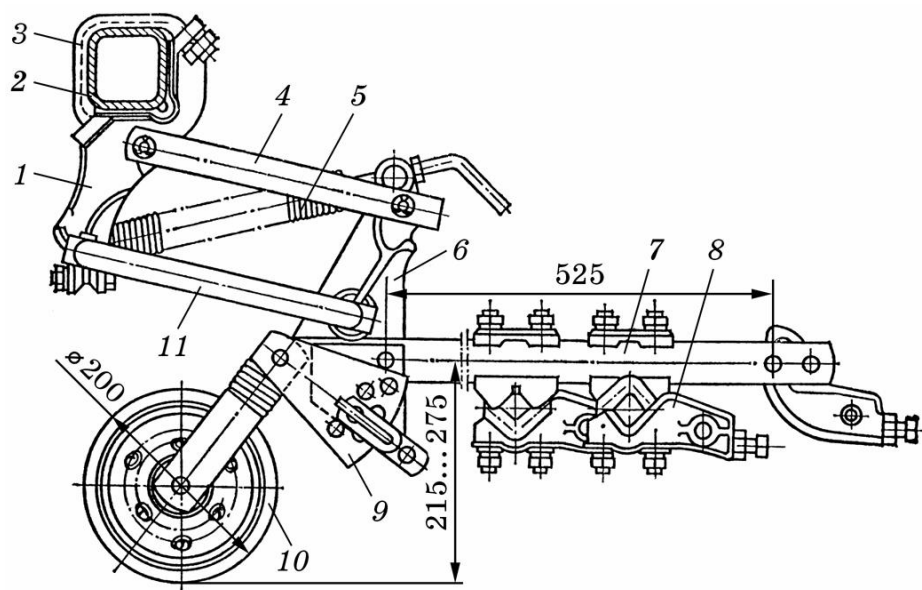


Рисунок 3.3 – Секція культиватора УСМК-5,4А:

1 і 6 – передній і задній кронштейни; 2 – брус рами; 3 – хомут; 4 і 11 – верхня та нижня ланки; 5 – пружина; 7 – гряділь; 8 – бічний тримач; 9 – сектор; 10 – опорний коток

отвори, що дає змогу упорними болтами змінити кут установлення лез лап по горизонту. Опорний коток з кронштейном і сектором 9 шарнірно приєднаний до гряділя і фіксується в певному положенні сектора відносно гряділя фіксуючим пристроєм. Це і є основне регулювання глибини обробітку.

Робочими органами культиватора є полольні і долотоподібні розпушувальні лапи, підживлювальні ножі, ротаційні батареї та легкі начіпні борінки.

3.2. Обґрунтування удосконалення культиватора

При міжрядному обробітку цукрових буряків секції і, відповідно, робочі органи культиватора УСМК-5,4 коливаються в поперечному напрямку, що вимагає збільшення захисної смуги. Це призводить до збільшення кількості непідрізаних бур'янів і відповідно додаткових затрат для їх знищення агротехнічними чи хімічними способами.

Для зменшення поперечних коливань секцій при роботі пропонується кожену секцію культиватора приєднати за допомогою важелів на шарнірах до додаткової рами. Це дасть змогу зберегти функцію паралелограмної підвіски з регулюванням стійкості ходу по глибині притискною пружиною. Додаткову раму до основної також необхідно прикріпити шарнірно за допомогою двох повздовжніх балок. Дві повздовжні балки зменшать коливання секцій культиватора в вертикально поперечній площині. А для забезпечення регулювання положення робочих органів пропонується встановити гвинтовий регулювальний механізм.

3.3. Буда та процес роботи запропонованого удосконалення

Агрегат для міжрядного обробітку цукрових буряків складається з трактора КИЙ14102 та удосконаленого культиватора УСМК-5,4. Секції і рама культиватора аналогічні стандартному, за виключенням того, що в запропонованому культиваторі відсутня верхня ланка паралелограмного механізму, що забезпечує стійкість ходу секції. Замість неї встановлений додатковий механізм для покращеного утримування секцій в стійкому робочому положенні.

Даний механізм (аркуш графічної частини) складається з кронштейна 1 що кріпиться до основної рами культиватора 5 за допомогою болтів 12 і пластини 9. До кронштейна шарнірно за допомогою пальців приєднано балку 2, що складається з двох поперечних і одного поздовжнього бруса. До нижньої частини поперечного бруса навпроти гряділя кожної секції приварені корпуси важелів. Відповідно, кожен гряділь секції культиватора шарнірно з'єднаний з поперечним брусом за допомогою важеля 6.

Для забезпечення можливості регулювання положення робочих органів встановлено регулювальний механізм 3, що з'єднує поздовжню балку і основну раму культиватора 5 через кронштейн 1 і складається з двох гвинтів і регулювального елемента. Таких регулювальних механізмів встановлено два (аркуш графічної частини) на однаковій відстані від середини культиватора, для надання більшої стійкості і жорсткості поперечній балці під час робочого процесу.

Пристрій працює наступним чином. Робочі органи культиватора, що закріплені на гряділях за допомогою болтів і кріплень рухаються в міжряддях цукрових буряків із встановленою захисною смугою згідно агротехнічних норм.

Стабілізаційна пружина регулює навантаження на робочі органи і підтримує надійний контакт опорного колеса з ґрунтом.

Оскільки вільний кінець кожного гряділя через важіль шарнірної чотирьохланкової підвіски з'єднаний з брусом, а він в свою чергу з основною рамою культиватора, то при русі агрегату виключається можливість коливання робочих органів в поперечному напрямку відносно рядків рослин. Це дозволяє значно зменшити захисну зону без пошкоджень культурних рослин і різко зменшити кількість бур'янів. Що в свою чергу дає можливість зекономити на отрутохімікатах і зменшити, або виключити взагалі затрати на ручну працю. Також за рахунок зменшення поперечних коливань секцій можна збільшити робочу швидкість машини, що призведе до збільшення продуктивності агрегату.

3.4. Розрахунок запропонованого удосконалення

3.4.1. Розрахунок місць кріплення робочих органів на секції

До секції культиватора можуть кріпитися різні типи лап, залежно від операції, що виконується: стрілочасті лапи, однобічні плоско різальні, долотоподібні лапи, розпушувальні лапи, підживлювальні ножі, голчасті диски. В нашому випадку на секціях культиваторів закріплені розпушувальні лапи. Оскільки лапи розташовані в середині міжряддя, то нам необхідно розрахувати віддаль між рядами лап, а також ширину деформації ґрунту лапою.

Отже розпушувальні лапи розміщуються на балці за якими встановлені однобічні плоскорізальні лапи, які повинні забезпечити перекриття з боку розпушувальної лапи і не допустити деформацію ґрунту в захисній зоні.

За ширину захвату розпушувальних лап приймається деформація ґрунту в напрямку перпендикулярному до напрямку руху агрегату (рис 3.4) [18].

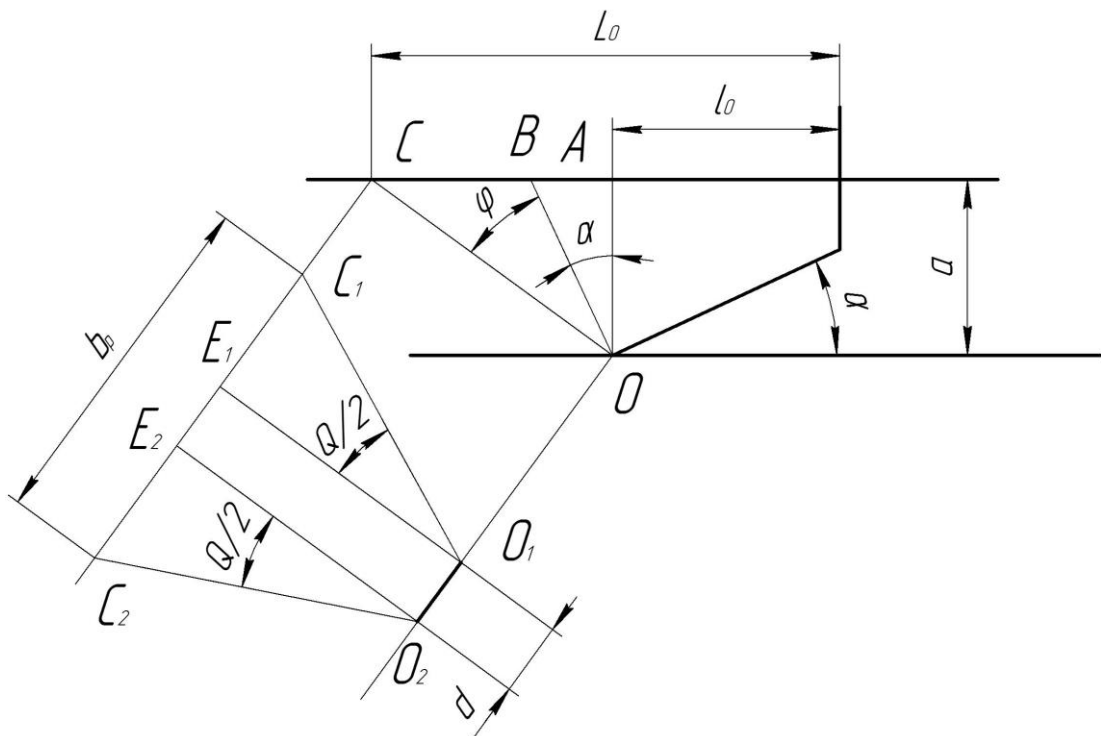


Рисунок 3.4 – Схема для визначення ширини зони деформації ґрунту

Ширина цієї зони залежить від конструкції лапи, глибини обробітку, властивостей ґрунту і відповідно до схеми визначається за формулою [18]:

$$b_p = d + \frac{2 \cdot a \cdot \operatorname{tg} \Theta / 2}{\cos(\alpha + \varphi)}, \quad (3.1)$$

де a – глибина обробітку ґрунту, см;

d – конструктивна ширина розпушувальної лапи, $d = 20$ мм;

α – кут входження у ґрунт розпушувальної лапи, $\alpha = 30^\circ$;

Θ – кут зони деформації ґрунту, град.;

φ – кут тертя лапи по горизонту, град.

Приймаємо : глибина обробітку ґрунту змінюється в межах від 4 до 14 см;
кут $\Theta = 40..50^\circ$; кут тертя $\varphi = 20^\circ...30^\circ$.

Мінімальна ширина зони деформації ґрунту b_{pmin} буде рівна:

$$b_{pmin} = 0,02 + \frac{2 \cdot 0,04 \cdot \operatorname{tg} 40 / 2}{\cos(30 + 20)} = 0,065 \text{ м.}$$

а максимальна ширина зони деформації b_{pmax} рівна:

$$b_{pmax} = 0,02 + \frac{2 \cdot 0,14 \cdot \operatorname{tg} 50 / 2}{\cos(30 + 30)} = 0,240 \text{ м.}$$

Простір між лапами не повинен забиватися рослинними рештками. З цією метою лапи на гряділі секції розміщують у два або три ряди в шахматному порядку. Відстань між рядами лап можна визначити за умови максимального використання зони деформації

$$L \geq l_0 + a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi), \quad (3.2)$$

де l_0 – виліт носка лапи відносно стояка.

Отже максимально можлива відстань:

$$L_{max} \geq 0,05 + 0,14 \cdot \operatorname{tg}(30 + 30) = 0,292 \text{ м,}$$

а мінімальна можлива відстань

$$L_{min} \geq 0,05 + 0,04 \cdot \operatorname{tg}(30 + 20) = 0,098 \text{ м.}$$

Віддаль між розпушувальною і однобічною плоско різальною лапами L можемо прийняти рівною 150 мм. На гряділях секцій культиватора лапи можна зміщувати довільно, тому ми легко можемо забезпечити розраховану віддаль.

Оскільки про роботі секції культиватора коливаються в горизонтальній площині (рис. 3.5), то визначимо відхилення зони розпушення від коливань секцій.

Отже,

$$\Delta b \geq L \cdot \sin \delta, \quad (3.3)$$

де δ – можливий кут відхилення гряділя, град.

В базовому культиваторі можливий кут відхилення знаходиться в межах $7...10^\circ$, тому при глибинах обробітку більше 8 см зменшуємо швидкість руху агрегату для зменшення коливань секцій. Оскільки удосконалений культиватор має додатковий механізм для надання поперечної стійкості секцій з робочими органами, то відхилення буде знаходитись в межах $\delta = 3...4^\circ$.

Отже максимально можливе відхилення лапи в горизонтальній площині, що перпендикулярне до напрямку ходу трактора буде становити:

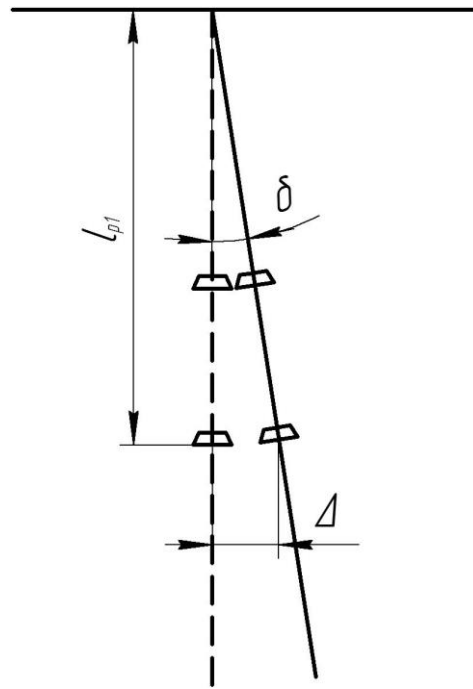


Рисунок 3.5 – Схема для визначення ширини відхилення лапи

$$\Delta b = 0,15 \cdot \sin 4^\circ = 0,01 \text{ м.} \quad (3.4)$$

Звідси робимо висновок, що максимально можлива ширина деформації ґрунту розпушувальною лапою, що встановлена на гряділі, буде рівна:

$$b_p = b_{pmax} + \Delta b, \quad (3.5)$$

$$b_p = 0,24 + 0,01 = 0,25 \text{ м.}$$

Отже за рахунок запропонованого вдосконалення ширина розпушення ґрунту за максимальної глибини обробітку $a = 14$ см, становить $b_p = 25$ см, відповідно, при міжрядді 45 см захисна смуга може становити 20 см. При базовому культиваторі за глибини розпушення 14 см захисну зону встановлюють 26 ± 1 см.

Звідси можемо зробити висновок, що удосконалений культиватор дає можливість при максимальній глибині розпушення зменшити захисну зону рядка на 5 см.

3.4.2. Розрахунок технологічного опору агрегату під час роботи

Опір культиватора визначається як:

$$P = P_1 + P_2, \quad (3.6)$$

де P_1 – опір тертя об дно борозни та опір від опорних коліс, Н;

P_2 – опір, що виникає від деформації ґрунту робочими органами, Н.

Перший член P_1 можемо визначити з:

$$P_1 = f \cdot G, \quad (3.7)$$

де f – коефіцієнт тертя робочих поверхонь об ґрунт, $f=0,2 \dots 0,25$;

G – вага культиватора, Н.

А складова P_2 визначається як:

$$P_2 = k_0 \cdot a \cdot b \cdot n, \quad (3.8)$$

де k_0 – питомий опір ґрунту, кПа, $k_0 = 20 \dots 40$ кПа;

a – глибина обробітку, м;

b – ширина захвату секції, м,

n – кількість секцій.

Технологічну ширину захвату секції удосконаленого культиватора визначимо (рис. 3.6) як різницю між шириною міжряддя і допустимою захисною зоною.

$$b = B_{\text{між}} - \Delta, \quad (3.9)$$

де $B_{\text{між}}$ – ширина міжряддя цукрових буряків, м;

Δ – ширина захисної зони, м.

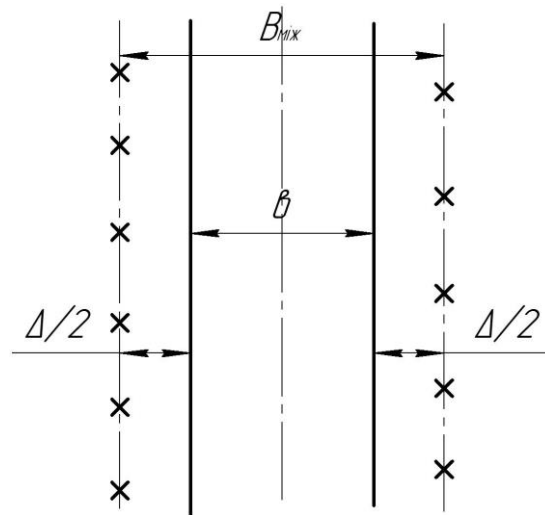


Рисунок 3.6 – Схема для визначення технологічної ширини захвату секції

Для базового культиватора:

$$b_{\text{баз}} = 0,45 - 0,25 = 0,2 \text{ м.}$$

Для удосконаленого культиватора:

$$b_{\text{удоск}} = 0,45 - 0,20 = 0,25 \text{ м.}$$

Отже можемо визначити і порівняти складові та загальний опір базового та удосконаленого агрегату на ґрунтах з різним питомим опором за максимальної глибини обробітку.

Опір P_1 для базового та удосконаленого культиватора:

$$P_{1\text{баз}} = 0,25 \cdot 12500 = 3125 \text{ Н;}$$

$$P_{1\text{удоск}} = 0,25 \cdot 1400 = 3500 \text{ Н.}$$

Опір P_2 при питомому опорі ґрунту $k_0 = 20$ кПа буде:

$$P_{2\text{баз}} = 20000 \cdot 0,14 \cdot 0,2 \cdot 12 = 6720 \text{ Н}$$

$$P_{2\text{удоск}} = 20000 \cdot 0,14 \cdot 0,25 \cdot 12 = 8400 \text{ Н.}$$

Опір P_2 при питомому опорі ґрунту $k_0 = 40$ кПа рівний:

$$P_{2\text{баз}} = 40000 \cdot 0,14 \cdot 0,2 \cdot 12 = 13440 \text{ Н}$$

$$P_{2\text{удоск}} = 40000 \cdot 0,14 \cdot 0,25 \cdot 12 = 16800 \text{ Н.}$$

Проаналізувавши отримані дані можемо визначити найбільше значення сили опору, що діє на культиватор:

$$P_{\text{удоск}} = 3500 + 16800 = 20300 \text{ Н.}$$

Найбільше значення сили опору буде мати удосконалений культиватор при максимальній глибині обробітку і важких ґрунтах. Це зумовлено тим, в удосконаленого культиватора порівняно з базовим ширина захвату секцій і їх вага є більшими, і відповідно сумарна сила опору є більшою.

3.4.3. Розрахунок агрегату на стійкість

Під час піднімання культиватора трактором КИЙ14102 у транспортне положення є небезпека , що трактор перевернеться навколо точки O , внаслідок того, що момент від ваги трактора відносно даної точки буде менший ніж момент від сумарної ваги культиватора. При даній умові агрегат втрачає свою повздовжню стійкість. Для цього необхідно трактор обладнати додатковими вантажами, що кріпляться на спеціально відведеному для цього місці з переду трактора.

Тобто , розглянувши рис. 3.7, можемо записати що умова стійкості:

$$M_{tr} + M_{\partial} \geq M_{\text{сум.к}} , \quad (3.10)$$

де M_{tr} – момент, від ваги трактора відносно точки O , Нм;

M_{∂} – момент від ваги додаткових вантажів відносно точки O , Нм;

$M_{\text{сум.к}}$ – сумарний момент від ваги культиватора, також відносно точки O , Нм;

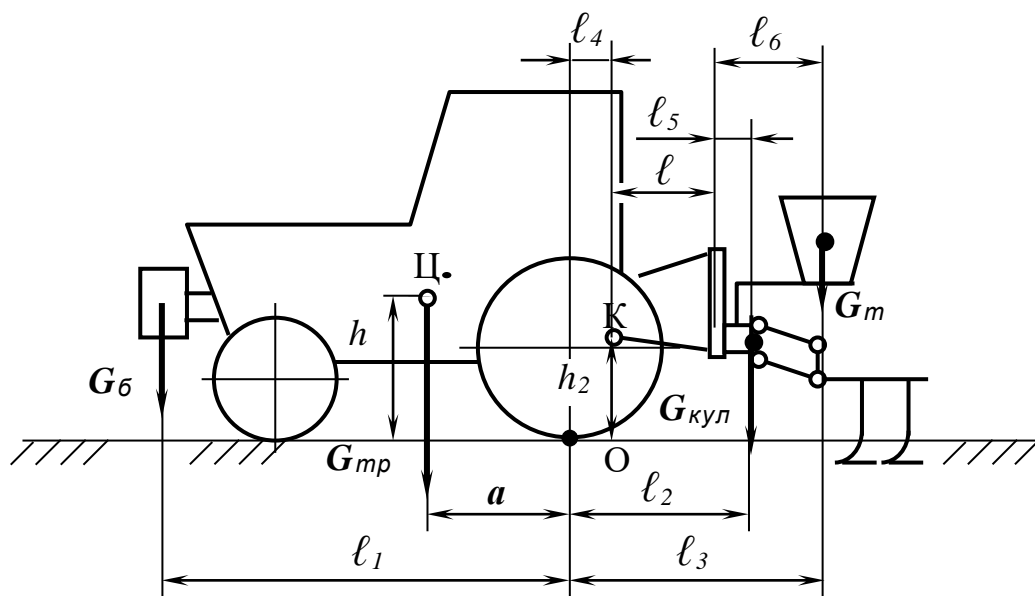


Рисунок 3.7 – Схема для розрахунку агрегату на стійкість

Момент від ваги трактора визначається за формулою

$$M_{тр} = G_{тр} \cdot a, \quad (3.11)$$

де $G_{тр}$ – вага трактора КИЙ 14102, $G_{тр} = 33500\text{Н}$;

a – віддаль від вертикальної осі заднього колеса, до центра ваги трактора в повздовжньому напрямку, м;

Отже

$$M_{тр} = 33500 \cdot 1,25 = 41875 \text{ Нм.}$$

Момент від сумарної ваги культиватора:

$$M_{сумк} = G_{кул} \cdot l_2 + G_m \cdot l_3, \quad (3.12)$$

де $G_{кул}$ – вага порожнього культиватора,

l_2 – віддаль від лінії прикладання ваги порожнього культиватора до вертикальної осі заднього колеса трактора в повздовжньому напрямку, м, (рис.3.7)

G_m – вага мінеральних добрив, Н;

l_3 – віддаль від лінії прикладання ваги мінеральних добрив до вертикальної осі заднього колеса трактора в повздовжньому напрямку м.

Віддаль l_2 і l_3 визначаються з умови піднімання культиватора у транспортне положення, коли переміщення паралелограмної секції підвіски припиняється за рахунок фіксатора (рис 3.4)

Тобто

$$l_2 = l_4 + l + l_5, \quad (3.13)$$

де l_4 – віддаль від вертикальної осі заднього колеса до вертикальної прямої що проходить через точку К кріплення нижньої тяги трактора;

l – довжина нижнього тяги, м;

l_5 – віддаль від точки кріплення нижньої тяги, до вертикальної осі бруса культиватора, м,

$$l_2 = 0,15 + 0,81 + 0,2 = 1,16 \text{ м.}$$

Віддаль l_3 рівна

$$l_3 = l_2 + l_6, \quad (3.14)$$

де l_6 – віддаль від напрямку прикладання ваги мінеральних добрив до вертикальної осі бруса культиватора,

$$l_3 = 1,16 + 0,5 = 1,66 \text{ м.}$$

Загальна вага туків визначається за формулою

$$G_m = G_{m1} \cdot n, \quad (3.15)$$

де G_{m1} – вага мінеральних добрив в одному ящику, Н;

n – кількість тукових ящиків,

$$G_m = 1180 \cdot 6 = 7080 \text{ Н.}$$

Тоді

$$M_{\text{сумк}} = 14000 \cdot 1,16 + 7080 \cdot 1,66 = 27992,8 \text{ Нм.}$$

Як бачимо, $M_{тр} = 41875 \text{ Нм} < M_{сумк} = 27992,8 \text{ Нм}$,

Отже, агрегат буде зберігати повздовжню стійкість при транспортному положенні культиватора з повним завантаженням тукових ящиків.

3.4.4. Розрахунок діаметру гвинтів механізму піднімання рами у транспортне положення

Гвинти працюють на розтяг під дією сили $F_{зв}$, яку необхідно прикласти в початковому положенні рами, щоб підняти її на необхідний кут.

Для того, щоб визначити силу F_e розглянемо рис. 3.8.

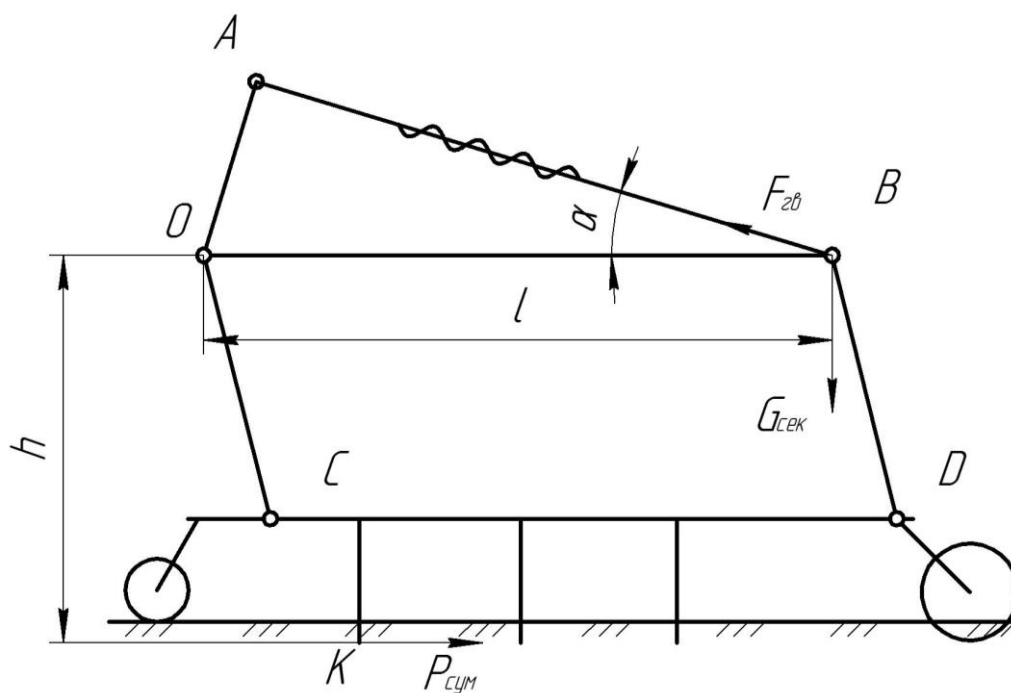


Рисунок 3.8 – Схема для визначення сили, що діє на гвинт

На гвинт при русі культиватора діє сила $F_{зв}$, що направлена вздовж ланки АВ, яка в свою чергу на схилена до рами, і відповідно горизонту, під кутом α . Також на гвинт діє сила опору культиватора $P_{сум}$, яка направлена протилежно до напрямку руху агрегату і прикладена на висоті h від точки В

прикладання сили F_{z6} . В точці B так само прикладемо вагу G секцій культиватора, яка діє вертикально на відстані l від точки O .

Для визначення силу F_{z6} складемо суму моментів відносно точки O , яка повинна дорівнювати:

$$\sum M = 0, \quad (3.16)$$

$$P_{\text{сум}} \cdot h + F_{z6} \cdot l \cdot \sin \alpha - G_{\text{сек}} \cdot l = 0.$$

Звідси

$$F_{z6} \cdot l \cdot \sin \alpha = G_{\text{сек}} \cdot l - P_{\text{сум}} \cdot h;$$

$$F_{z6} = \frac{G_{\text{сек}} \cdot l - P_{\text{сум}} \cdot h}{l \cdot \sin \alpha}. \quad (3.17)$$

Отже можемо визначити силу, що діє на гвинт при максимальній вазі культиватора і опорі ґрунту:

$$F_{z6} = \frac{14000 \cdot 0,52 - 12200 \cdot 1,1}{0,52 \cdot \sin 16^\circ} = -42937 \text{ Н.}$$

Знак «мінус» означає, що сила F_{z6} напрямлена в протилежну сторону і при роботі агрегату діє на розтяг гвинта.

Оскільки для зрівноваження культиватора і механізму покращення поперечної стійкості гвинтових пар є дві, то силу F_{z6} , слід розділити на два. Отже сила що діє на гвинт $F_{z6} = 21468 \text{ Н.}$

На рисунку 3.6 зображена схема для розрахунку гвинта

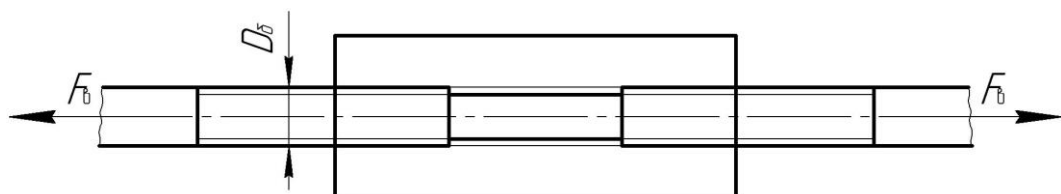


Рис.3.9. Схема для розрахунку гвинта

З умови міцності гвинта можна записати, що [11, 15, 17].

$$\frac{\pi D_{\bar{o}}}{4} [\sigma_p] = F_p, \quad (3.17)$$

де $D_{\bar{o}}$ – діаметр гвинта, м;

$[\sigma_p]$ – допустиме розрахункове зусилля, що діє вздовж осі гвинтів, Н.

Для забезпечення безпеки піднімання приймаємо

$$F_p = 1,4F_{ze} = 1,4 \cdot 21468 = 30055 \text{ Н.}$$

Тоді

$$D_{\bar{o}} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_p}{\pi [\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30055}{3,14 \cdot 95 \cdot 10^6}} = 0,020 \text{ м} = 20 \text{ мм}.$$

Приймаємо діаметр болта рівний $D_{\bar{o}} = 20 \text{ мм}$.

3.4.5. Розрахунок зварного з'єднання вуха піднімального механізму

Вуха піднімального механізму кріпиться до рами, за допомогою зварки по замкнутому контурі (рис. 3.10).

Зварювальний шов повинен утримувати вуха під дією сили $F_{\bar{a}\bar{a}}$, що направлена під кутом γ' до горизонтальної осі в точці O_1 .

У нашому випадку необхідно порахувати стиковий шов, який накладений по периметру основи.

Силу, що діє на вуха під кутом, можемо розкласти на дві складові F_B' – розтягуючи сила і F_B'' – сила, що створює згинальний момент, що рівний:

$$M_{3\Gamma} = F_B'' \cdot h, \quad (3.18)$$

де h – плече дії сили, м;

$$M_{3\Gamma} = F_B \cdot \cos \gamma' \cdot h; \quad (3.19)$$

$$F_B' = F_B \cdot \sin \gamma'.$$

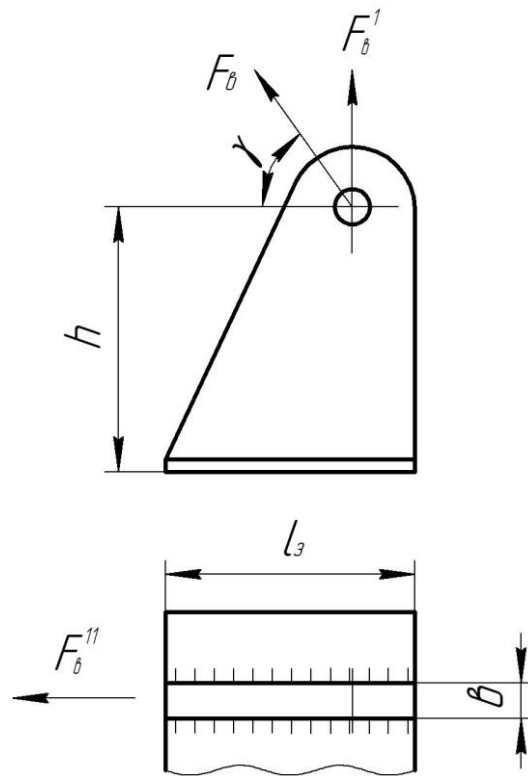


Рисунок 3.10 – Схема для розрахунку зварного з'єднання вуха механізму для покращеної поперечної стійкості секцій культиватора

Тоді

$$M_{зг} = 21468 \cdot 0,15 \cdot \cos 16^0 = 3095 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$F_B' = 21468 \cdot \sin 6^0 = 2244 \text{ Н}.$$

Умови міцності [17]:

$$\tau = \frac{F_B'}{0,7 \cdot R \cdot 2l} + \frac{3M_{зг}}{0,7Rl^2}, \quad (3.19)$$

де R – катет шва, м;

l – довжина шва, м.

Підставивши значення невідомих величин знайдемо:

$$\tau = \frac{2244}{0,7 \cdot 0,005 \cdot 2 \cdot 0,14} + \frac{3 \cdot 3095}{0,7 \cdot 0,005 \cdot 0,14^2} = 137,64 \text{ МПа}.$$

Оскільки, для утримування гвинта до опори приварені два вуха, то $\tau_p = 68,82 \text{ МПа}$.

Умова $\tau_p = 68,82 \text{ МПа} < [\tau_c] = 88 \text{ МПа}$ виконується, тобто зварка забезпечить міцність кріплення.

ВИСНОВКИ

1. Існуючі культиватори для міжрядного обробітку забезпечують грубий обробіток, тобто залишають широку захисну смугу в якій залишається багато бур'янів. а машини для більш точного обробітку надто дорогі для невеликих господарств.

2. Для покращення ефективності міжрядного обробітку цукрових буряків пропонується використовувати удосконалений культиватор УСМК-5,4 з механізмом для зменшення поперечних коливань секцій під час роботи, що дозволило зменшити захисну зону рослин.

3. Розраховані основні конструктивні та технологічні параметри удосконаленого культиватора: ширина зони деформації ґрунту розпушувальною лапою становить 25 см; відстань між розпушувальною і плоско різальною лапами становить 150 мм; опір культиватора при максимальній глибині обробітку на середніх і важких ґрунтах рівний 20300Н; здійснено перевірку агрегату на повздовжню стійкість при підйомі культиватора в транспортне положення; розраховано діаметр гвинта регулювального механізму для покращеною поперечної стійкості секцій і міцність зварного шва кріплення вуха гвинтового механізму.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Структурно функціональний аналіз процесу міжрядного обробітку цукрових буряків та розробка моделі травмонебезпечних ситуацій

Виконання будь-якого технологічного процесу вимагає дотримання правил техніки безпеки для запобігання виникнення травмонебезпечних чи аварійних ситуацій.

При виконанні технологічного процесу міжрядного обробітку цукрових буряків передбачаються наступні операції:

- виїзд агрегату на поле;
- підготовка до роботи;
- під'їзд агрегату до рядків;
- встановлення агрегату в робоче положення;
- проходження агрегату в міжряддях;
- виїзд з поля.

Під час виконання даних операцій можливе виникнення таких травмонебезпечних та аварійних ситуацій:

- травмування при падінні секцій культиватора;
- продавлювання людей агрегатом;
- травмування людей при русі агрегату.

На основі даних аварійних та травмонебезпечних ситуацій розробимо модель травмонебезпечної ситуації у вигляді таблиці 4.1.

Аналізуючи кожну з моделей, завжди можна зробити висновок про запобігання виникненню небезпечної ситуації та усунення небезпечних наслідків. Тому такі моделі потрібно розробляти для кожного виду роботи.

Таблиця 4.1 – Моделювання процесів виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій.

Вид роботи	Небезпечна умова	Небезпечна дія	Небезпечна ситуація	Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечній ситуації
Міжрядний обробіток	Погано закручені кріплення секції з робочими органами (НУ ₁).	Робітник підійшов надто близько до агрегату що рухається (НД ₁). Відкручується кріплення робочих органів (НД ₂)	Відкручена деталь падає на робітника (НС)	Травма	Перед початком роботи необхідно обов'язково перевіряти кріплення робочих органів і секцій

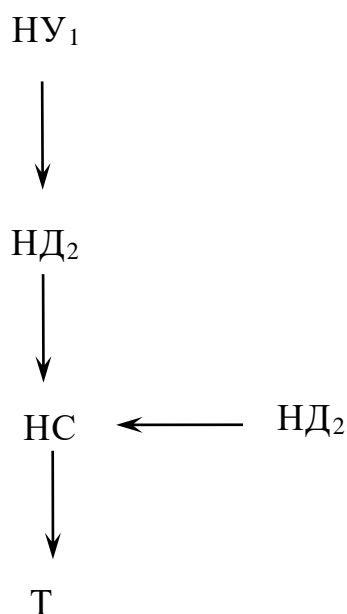


Рисунок 4.1 – Модель процесу

На моделі виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій бачимо взаємозв'язок між небезпечними умовами, діями і наслідками.

4.2. Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно перебігу виробничого процесу

4.2.1. Техніка безпеки при роботі на культиваторі

При роботі на агрегаті для міжрядного обробітку потрібно дотримуватись таких правил техніки безпеки [24]:

1. До роботи на даній машині допускаються особи, що пройшли спеціальне навчання і пройшли інструктаж по техніці безпеки.
2. Складати і монтувати машину дозволяється тільки на спеціально відведеному і обладнаному місці
3. Під час перевірки роботи здатності машини необхідно переконатись у справності двигуна, рульового керування, гальмівної та гідравлічної систем, а також у надійності зовнішніх кріплень окремих механізмів і деталей.
4. Робочі органи дозволяється регулювати тільки при зупиненій машині.
5. Під час роботи культиватора забороняється проводити мащення, регулювання та очищення робочих органів, а також відкручувати гайки та болти кріплень.
6. Забороняється перевозити людей на культиваторі.
7. Категорично забороняється допускати до роботи на агрегаті трактористів у нетверезому стані.

При експлуатації та обслуговуванні агрегату необхідно суворо дотримуватись загальних вимог техніки безпеки при роботі на тракторах.

4.2.2. Розрахунок з охорони праці на поперечну стійкість до перекидання агрегату для міжрядного обробітку

Схема для розрахунку агрегату на поперечну стійкість зображена на рисунку 4.1.

Граничний статичний кут поперечного схилу визначається за формулою:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{B}{h_{\text{ЦТ}}}, \quad (4.1)$$

де $h_{\text{ЦТ}}$ – висота центру тяжіння агрегату;

B – поперечна координата центру тяжіння;

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{0.95}{1.1} = 0.8636.$$

$$\beta = \operatorname{arctg}0.8636 = 40.8^\circ$$

Граничний динамічний кут поперечного схилу:

$$\beta_{\text{дин}} = (0,4 \dots 0,8)\beta, \quad (4.2)$$

$$\beta_{\text{дин}} = 0,7 \cdot 40,8^\circ = 28,6^\circ.$$

Отже можемо зробити висновок про те що даний агрегат зможе працювати на схилах з кутом до $28,6^\circ$.

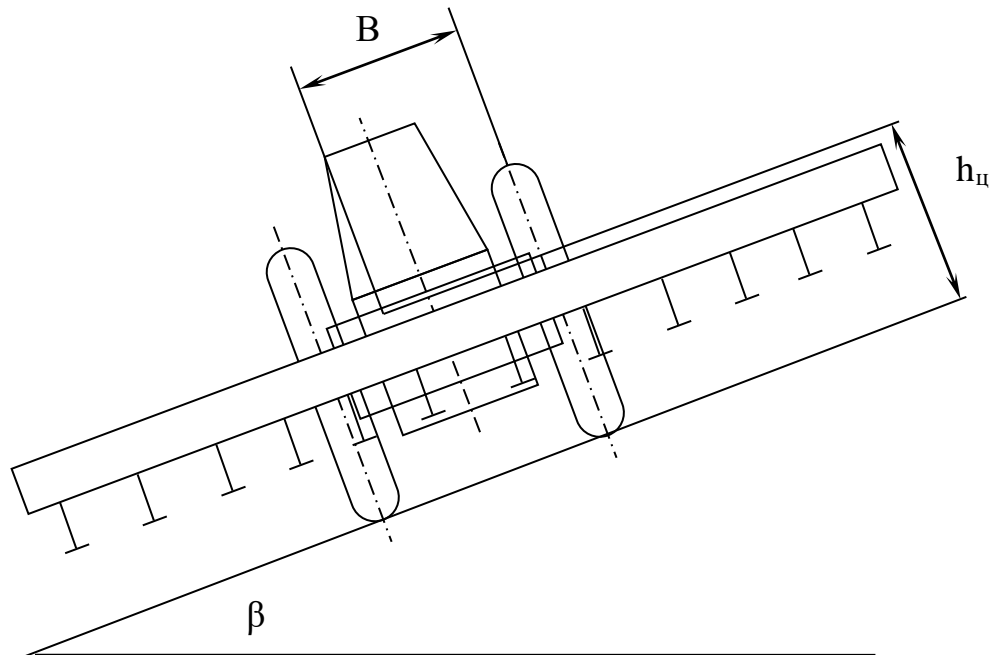


Рисунок 4.1 – Схема розрахунку трактора на поперечну стійкість

4.3. Захист цивільного населення

Захист населення – це комплекс заходів, спрямованих на попередження негативного впливу наслідків надзвичайних ситуацій чи максимального послаблення ступенів їх негативного впливу. Одною з частин захисту населення є сукупність рятувально-запобіжних заходів, основним завданням яких є усунення загрози життю та здоров'ю людей, відновлення життєзабезпечення населення. Ці заходи здійснюються у три стадії [24].

На першій стадії вирішуються проблеми щодо:

- запобігання шкідливого впливу чи його зменшення на здоров'я людей;
- екстреного захисту працівників, а саме: сповіщення про небезпеку, проведення евакуаційних заходів, використання засобів медичної профілактики та індивідуального захисту.

На другій стадії здійснюється:

- пошук потерпілих;
- надання потерпілим медичної допомоги та їх евакуація;
- санітарна обробка людей.

На останній стадії вирішуються проблеми, щодо введення господарства в повну роботу здатність. До них відносяться:

- ремонт пошкоджених будівель;
- відновлення постачання підприємства енергоресурсами та зв'язком;
- відновлення медичного обслуговування.

5. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

З розвитком сільськогосподарського виробництва вплив людини на природу зріс у негативному напрямку. В процесі розвитку сільськогосподарського виробництва людина перейшла від споживання продуктів природи до використання природних умов і ресурсів, для вирощування рослин і тварин.

На теперішньому етапі сільськогосподарське виробництво є одним із основних, що характеризується середнім контактом з навколишнім середовищем.

В умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва використовується велика кількість самохідних машин, тракторів, добрив та отрутохімікатів, їх неправильне застосування негативно впливає на рослинний і тваринний світ, приносить шкоду навколишньому середовищу.

Внаслідок використання мінеральних добрив, пестицидів гине жива природа, багато видів рослин, тварин, комах і птахів, що борються з шкідниками полів. Цим самим порушується природній процес протікання біологічного життя тварин і рослин [21].

5.1. Охорона та раціональне використання ґрунтів

Під час використання мінеральних добрив, в господарствах нашого регіону велику увагу приділяють як економному їх використанню, так і дотримання агрофонів внесення поживних речовин. Перед виконанням робіт по внесенню мінеральних добрив, отрутохімікатів проводяться інструктажі по техніці безпеки.

При виборі препаратів враховуються не тільки їх токсичні та екологічні фактори, але і їх можливість накопичення в ґрунті живими організмами.

В останній час впроваджується система ціленаправленого захисту рослин. Ця система, на відміну від систем попереджувально-профілактичного обробітку, передбачає введення тільки повністю необхідних

операцій по захисту рослин. Таким чином зменшується число обробітків і затрат отрутохімікатів, що зменшує негативний вплив на ґрунт, а також відбувається економія коштів.

При виконанні технологічних операцій велика увага приділяється зменшенню кількості проходів агрегату по полі для запобігання надмірного ущільнення ґрунту.

5.2. Охорона та ефективне використання водних ресурсів

Основним джерелом технічної води в господарствах є ставки. В основному вода з них використовується для поливу саджанців, миття сільськогосподарської техніки та ін. Для того, щоб паливо-мастильні матеріали не попадали у водойму, миття сільськогосподарської техніки здійснюється на спеціально обладнаній площадці, з фільтруючими пристроями. Для запобігання попадання отрутохімікатів та мінеральних добрив у водойми, їх зберігають у складських приміщеннях, що відповідають санітарно-гігієнічним нормам. Навколо водойм та вздовж річок посаджені дерево-кущові насадження для запобігання їх замулюванню.

5.3. Охорона атмосферного повітря

Найбільшими забрудниками повітря у господарствах нашого регіону є автотракторний транспорт, тваринницька ферма та котельня.

Для очищення атмосферного повітря у господарстві навколо забруднюючих об'єктів розміщені смуги дерево-кущових насаджень. Дедалі більшу увагу приділяються технології зберігання гною для зменшення викидів шкідливих газів у атмосферне повітря. Викид шкідливих газів з автотранспорту контролюють і при потребі усувають при технічному огляді машини відповідно до встановлених норм.

5.5. Шляхи покращення економічного стану господарства

Щодо забруднення ґрунтів, то господарству слід приділити більшу увагу зберіганню, навантаженню та транспортуванню мінеральних добрив, а також необхідно забезпечити машинно-тракторний парк додатковими приміщеннями та ємкостями для зберігання масел та промаслених відходів.

Для охорони водойм господарства нашого регіону повинні раціональніше використовувати водний ресурс та регулярно проводити заходи, щодо очищення водойм від механічних домішок.

Для запровадження більш дієвих методів очистки атмосферного повітря, тобто встановлення фільтрів, очисних споруд, потрібні затрати чималих коштів, яких господарству й так не вистачає.

В загальному стан охорони навколишнього середовища в господарствах нашого регіону можна оцінити як задовільний.

6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОСКОНАЛЕНОГО КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ

Для обробітку міжрядь посівів цукрових буряків удосконалили культиватор УСМК-5,4, що агрегується з трактором КИЙ 14102. Удосконалення культиватора дало можливість зменшити захисну смугу рядків цукрових буряків і збільшити швидкість руху агрегату, а отже збільшилась і продуктивність.

Запропонований агрегат КИЙ 14102+УСМК-5,4 (удосконалений) може замінити базовий агрегат і буде більш продуктивний з більш кращою якістю виконання операції міжрядного обробітку. За рахунок незначного вдосконалення в господарства є можливість зменшити затрати при наступних обробітках рослин. Розрахунок економічної ефективності удосконаленого культиватора УСМК-5,4 з розробленим механізмом для покращення поперечної стійкості секцій з робочими органами в горизонтальній площині, що агрегується з трактором КИЙ 14102, буде порівнюватись з базовим культиватором УСМК-5,4 з набором стандартних робочих органів, що відповідно агрегується з трактором КИЙ 14102.

На основі експлуатаційних показників роботи культиватора УСМК-5,4, нормативно довідкових матеріалів, реальних цін та трактори і сільськогосподарську техніку, паливо-мастильні матеріали та інше, заповнюється таблиця вихідних даних для визначення економічної ефективності удосконаленого культиватора УСМК-5,4 з механізмом для покращення поперечної стійкості секцій з робочими органами в горизонтальній площині, що агрегується з трактором КИЙ 14102.

Вихідні дані (станом на 01.05.2024 року) для розрахунку економічної ефективності удосконаленого культиватора для міжрядного обробітку УСМК-5,4, наведені в таблиці 6.1. де враховані тільки показники, що відносяться до технологічного процесу обробітку ґрунту в міжряддях цукрових буряків і впливають на економічний ефект.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності удосконаленого культиватора для міжрядного обробітку УСМК-5,4

Показники	Агрегат КИЙ 14102+ УСМК-5,4	
	базовий	Удосконалений
Продуктивність агрегату або машини за годину змінного часу: га	3,6	4,44
Балансова вартість, грн :		
машини	97000	105000
трактора	620000	620000
Річне завантаження, год.:		
машини	330	330
трактора	1200	1200
Чисельність виробничого персоналу, чол.:		
основного	1	1
Годинні тарифні ставки, грн/люд.год :		
основного персоналу	85	85
Коефіцієнт, що враховує доплати:		
основного персоналу	1,1	1,1
Коефіцієнт відрахувань на реновацію:		
трактора	0,125	0,125
машини	0,142	0,142
Коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування		
трактора	0,22	0,22
машини	0,16	0,16
Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт:		
трактора	0,04	0,04
Витрата паливо-мастильних матеріалів, кг/га	3,8	3,61
Ціна 1 кг палива з врахуванням вартості мастильних матеріалів, що припадає на 1 кг палива, грн	55	55
Коефіцієнти затрат на зберігання від вартості технічного обслуговування		
трактора	0,065	0,065
машини	0,065	0,065
Нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладів	0,15	
Коефіцієнт гарантій споживу економічного ефекту	0,95	

Коефіцієнт переведення оптової ціни в баланс	1,0
--	-----

Розрахунок економічної ефективності проводиться на ПЕОМ з використанням програми, що розроблена з використанням програмного забезпечення Excel на кафедрі агроінженерії та технічного сервісу.

Вихідні дані з таблиці 6.1. заносяться в програму. Показники економічної ефективності виводяться на друкуючий пристрій, та заповнюється таблиця 6.2. результатів розрахунку економічної ефективності.

Отримані результати розрахунку свідчать про доцільність використання удосконаленого культиватора для міжрядного обробітку цукрових буряків УСМК-5,4, у якому вдосконалено механізм для покращеної поперечної стійкості секцій робочих органів, порівняно з базовим культиватором УСМК-5,4 за умови річного напрацювання 1465,2 гектари.

Таблиця 6.2

Показники економічної ефективності удосконаленого культиватора для міжрядного обробітку УСМК-5,4

Показники	Агрегат КИЙ 14102 + УСМК-5,4	
	Базова	Удосконалена
1	2	3
1. Річне напрацювання, га	1188	1465,2
2. Прямі затрати (грн/га) на:		
– оплату праці	25,97	21,06
– паливо-мастильні матеріали	209	198,55
– технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт	50,38	41,72
– реновацію	29,53	24,72
– інші прямі затрати	3,27	2,71

– всього прямих затрат	318,15	288,76
3. Капітальні вкладення, грн/га	225,45	188,25

Продовження таблиці 6.2.

1	2	3
4. Зведені затрати, грн/га	351,97	317,00
6. Річний економічний ефект від експлуатації нової машини, грн	—	51238
7. Економічний ефект від виробництва і використання за строк служби нової машини, грн	—	175473
8. Верхня межа ціни нової машини, грн	—	280473
9. Лімітна ціна нової машини, грн	—	266449
10. Затрати праці, люд.-год/га	0,28	0,23
11. Річна економія праці, люд-год.	—	73,26
12. Ступінь зменшення затрат (в %)		
– праці	—	17,86
– прямих затрат	—	9,24
– зведених затрат	—	9,94
– капіталовкладень	—	16,5

Як бачимо з таблиці 6.2 зменшення затрат праці складає 17,86 % за рахунок збільшення продуктивності запропонованого агрегату, також досягнули зменшення прямих затрат на 9,24 %, зведених на 9,94 % та капіталовкладень на 16,5 %. Річний економічний ефект від використання удосконаленого культиватора для міжрядного обробітку цукрових буряків з розробленими механізмом для покращеної поперечної стійкості секцій

робочих органів порівняно з базовим культиватором УСМК-5,4 буде становити 51238 гривень (в цінах на 01.05.2024 р.) за умови річного завантаження 1465,2 гектари.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Розглянуто агробіологічні особливості вирощування цукрових буряків. Під час запровадження технології вирощування цукрових буряків особливу увагу необхідно звернути на виконання міжрядного обробітку, що є запорукою високих врожаїв.

2. Для обробітку міжрядь посівів цукрових буряків запропоновано використовувати удосконалений культиватор УСМК-5,4, що агрегується з трактором КИЙ 14102. Використання запропонованого агрегату дає можливість зменшити захисну зону рядка і підвищити ефективність міжрядного обробітку.

3. Були розраховані основні техніко-економічні показники виконання операції розпушування ґрунту в міжряддях цукрових буряків агрегатом КИЙ 14102 + УСМК-5,4, що становлять: продуктивність агрегату за зміну – 22,56 га/зм; витрата палива – 3,61 кг/га; затрати праці – 0,31 люд·год/га; прямі експлуатаційні затрати – 77,01 грн/га; приведені експлуатаційні затрати – 90,25 грн/га.

4. Для покращення ефективності міжрядного обробітку цукрових буряків пропонується використовувати удосконалений культиватор УСМК-5,4 з механізмом для зменшення поперечних коливань секцій під час роботи, що дозволило зменшити захисну зону рослин.

5. Розраховані основні конструктивні та технологічні параметри удосконаленого культиватора: ширина зони деформації ґрунту розпушувальною лапою становить 25 см; відстань між розпушувальною і плоско різальною лапами становить 150 мм; опір культиватора при максимальній глибині обробітку на середніх і важких ґрунтах рівний 20300Н; здійснено перевірку агрегату на повздовжню стійкість при підйомі культиватора в транспортне положення; розраховано діаметр гвинта регулювального механізму для покращеною поперечної стійкості секцій і міцність зварного шва кріплення вуха гвинтового механізму.

6. Проаналізувавши стан охорони довкілля в господарстві були виявлені певні недоліки та подані пропозиції щодо їх усунення. А також опрацьовано питання охорони праці під час використання удосконаленого культиватора для міжрядного обробітку цукрових буряків.

7. Здійснено розрахунок економічної ефективності від використання удосконаленого культиватора УСМК-5,4 для міжрядного обробітку цукрових буряків з розробленими механізмом для покращеної поперечної стійкості секцій робочих органів буде становити 51238 гривень (в цінах на 01.05.2024 р.) за умови річного завантаження 1465,2 гектари.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

- 1 Бендера І.М., Грубий В.П., Роздорожнюк П.І. та ін. Експлуатація машин та обладнання. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. 2013. 576 с.
- 2 Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І. Ю. Основи екології: підручник, 2-ге вид., доповн. Київ. Либідь, 2005. 407 с.
- 3 Булгаков В.М., Гриник І.В., Калетнік Г.М. та ін. Теоретична механіка: підручник /за ред. Акад. НААН В.М. Булгакова. Київ: Аграрна наука, 2014. 560 с.
- 4 Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Агроосвіта, 2015. 679 с.
- 5 Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. Київ. Вища освіта, 2005. 464 с.
- 6 Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. Київ. Вища освіта, 2004. 544 с.
- 7 Волков В.Д., Куценко В.С., Дзюба В.І. Довідник ланкового по вирощуванню цукрових буряків. Київ: Урожай, 2007. 334 с.
- 8 Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України. Київ: ДІА, 2007. 279 с.
- 9 Данильченко М. Г., Гладич Б. Б., Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. Тернопіль: Економічна думка, 2001. 61 с.
- 10 Довбуш А.Д., Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Рубінець Н.А. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 128с.
- 11 Довідник конструктора-машинобудівника (комплект з 3 книг). URL: https://balka-book.com/ua/spravochniki_po_mashinostroeniyu-286/ (дата звернення: 20.01.2024).

- 12 Закон України “Про охорону праці”. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>. (Дата звернення 10.03.2024).
- 13 Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
- 14 Довідник з механізації виробництва цукрових буряків / О.О. Проценко. К.: Урожай, 2007. 198 с.
- 15 Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. -2-ге вид., стереотип. Київ. Техніка, 2004. 512 с.
- 16 Довідник з машиновикористання в землеробстві / за ред. В.І. Пастухова. Харків: Веста. 2001. 347 с.
- 17 Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів: Підручник. Київ: Вища школа, 2004. 655 с.
- 18 Рибарук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини. Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. Львів. ЛДАУ, 1998. 264 с.
- 19 Ріпка І.І., Семен Я.В., Крупич О.М., Бендера І.М., Рудь А.В. Основи механізації сільськогосподарського виробництва: Навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2013. 224 с.
- 20 Семен Я.В., Чухрай В.Є., Крупич О.М., Рис В.І., Буртак В.В. Методичні рекомендації для виконання дипломного проекту студентами спеціальності 208 «Агроінженерія» ОС «Бакалавр». Львів. Сполом. 2023. 72 с.
- 21 Снітинський В.В., Саницький М.А., Мазурак О.Т., Мазурак А.В. Інженерне екологія. Аспекти енергозбереження: навчальний посібник. Львів. Априорі, 2008. 221с.
- 22 Сосновська О.О., Ярошенко П.П., Іванюта М.В. Техніко-економічне обґрунтування господарських рішень у рослинництві. Навчальний посібник. Київ. Центр навчальної літератури. 2006. 384 с.
- 23 Стандарт підприємства: дипломні і курсові проекти (роботи), загальні вимоги до оформлення. Львів: ЛНАУ, 2017. 13 с.

- 24 Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Навч. посібник. Львів: Сполом. 2022. 376 с.
- 25 Трактори в Україні. Електронний ресурс: URL: <https://prom.ua/ua/p1297179566-traktor-belarus-8922.html> (дата звернення: 20.01.2024).