

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
«__»_____ 2023 р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ)

Перший (бакалаврський)
(освітній рівень)

тема проекту: «Обґрунтування комплексу машин для вирощування
цукрових буряків з конструктивним удосконаленням коренезабірників
комбайна»

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-3-ім групи
освітньої програми агроінженерія
спеціальності 208 «Агроінженерія»
Яхвак Василь Михайлович
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Пушка О.С.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Умань – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра агроінженерії

Освітня програма _____ «Бакалавр» _____

Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія» _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **А.В. Войтік**

« ____ » _____ **2023 р.**

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

_____ **Яхваку Василю Михайловичу** _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

Студент

(підпис)

Яхвак В.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Пушка О.С.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

		Вступ	5
1.		Розробка технологічної операції збирання цукрових буряків	7
2.		Конструктивне удосконалення машини	
3.		Охорона праці	
4.		Розрахунок економічної ефективності	
5.		Загальні висновки	
6.		Список використаних джерел	

ВСТУП

Сільське господарство є галуззю народного господарства, від діяльності якої залежить життєвий рівень населення України. Особливість цієї галузі насамперед у сезонності робіт та обмеженості їх у часі відповідно до агротехнічних строків їх виконання. З іншого боку для сільського господарства властиві загальні вимоги як і для інших галузей народного господарства, зокрема у визначеному рівні продуктивності праці, що забезпечує низьку собівартість продукції сільського господарства і конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках. Ця вимога особливо актуальна в умовах реформування сільського господарства з впровадженням ринкових відносин.

Цукрові буряки - це стратегічна культура, під виробництво якої в Україні традиційно відводять значні площі, хоча за останні роки вони почали значно зменшуватись. Окрім домінуючого значення цукрової сировини для харчової і переробної промисловості, вона використовується як корм для відгодівлі сільськогосподарських тварин.

Підвищення технічного рівня, вдосконалення компоновочно-технологічних схем, робочих органів, покращення якості машин та обладнання для збирання цукрових буряків - важлива проблема сьогодення у сільськогосподарському виробництві. Розв'язання її можливе завдяки досконалим та ефективним методам розрахунку міцності і довговічності, які б об'єднували навантаженість, міцність і зносостійкість деталей, конструктивні, технологічні, експлуатаційні фактори.

Збирання коренеплодів цукрових буряків є однією з трудомістких і енергомістких операцій в сільському господарстві.

Копачі являються основною складовою частиною вузлів коренезбиральних машин. Від їх конструкції, вибору конструктивних і технологічних параметрів в залежності від ґрунтових умов у великій мірі залежить якість викопування коренеплодів, їх пошкодження і втрати. Наприклад, серійні коренезбиральні машини КС-6Б, КС-6Б-01, КС-6Б-02, РКМ-6-05, МКС-6-02 у важких умовах роботи, коли вологість і твердість ґрунту сягає критичних значень (26...30% чи

3,0...4,5МПа), при виконанні технологічного процесу допускають значні пошкодження коренеплодів (до 40%), а забрудненість їх ґрунтом становить 20% і більше. Крім того, коренезабірники серійних машин у важких умовах роботи (підвищена вологість ґрунту, особливо суглинкових чорноземів, при підвищеній забур'яненості посівів) часто забиваються. Це призводить до непродуктивних витрат часу на їх очищення, а відтак зниження продуктивності машин.

Метою дипломного проекту є - обґрунтування набору машин для вирощування цукрових буряків та розробка операційної технології збирання коренеплодів з удосконалення конструкції коренезабірників бурякозбирального комбайна РКМ-6, що забезпечить зменшення експлуатаційних витрат при вирощуванні зазначеної культури.

1. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

1.1 Суть технології виробництва і рекомендована технологія.

Вимоги до ґрунту. Цукрові буряки дуже вимогливі до родючості ґрунту. Найбільш придатні для вирощування цукрового буряка чорноземи типові, темно-сірі опідзолені та сірі лісові ґрунти з нейтральною або слабо-кислою реакцією ґрунтового розчину (рН 6,5-7,5). За гранулометричним складом кращі суглинкові ґрунти. Оптимальна щільність орного шару має становити 1,0-1,2 г/см³.

Вибір попередника. У зоні нестійкого зволоження найсприятливіші умови для цукрових буряків створюються при розміщенні їх після озимої пшениці, яку висівали після зайнятого пару, гороху, багаторічних трав одного року використання на один укіс. У східній частині Лісостепу кращими попередниками для цукрових буряків є озимі в ланці з чорним паром, що обумовлює їх більшу продуктивність. У сівозміні цукрові буряки можна вирощувати на тому ж полі не раніше як на четвертий рік.

Обробіток ґрунту. Систему *основного обробітку* слід проводити в залежності від погодних умов, стану ґрунту, характеру та рівня забур'яненості поля по типу поліпшеного зябу або напівпарового обробітку. На полях, які засмічені багаторічними коренепаростковими бур'янами застосовують поліпшений зяблевий обробіток, який починається з луцення стерні дисковими луцильниками на глибину 5-8 см (ЛДГ-10, ЛДГ-15, ЛДГ-20 та ін) або важкими дисковими боронами (БДТ-3, БДТ-7, БДВ-6,5, Gregoire Besson та ін.) вслід за збиранням попередника. Через 1,5-2 тижні після появи проростків бур'янів проводять обробіток лемішними луцильниками (ППЛ-5-25, ППЛ-10-25) або плоскорізами (КПП-2,2, КПШ-5, КПШ-9 та ін) на глибину 12-14см в агрегаті з боронами. А потім, після появи розеток коренепаросткових бур'янів, проводять оранку на глибину 30-32 см. В умовах задовільного зволоження в літньо-осінній період та високій забур'яненості малорічними бур'янами, кращі результати дає

напівпаровий обробіток. Він складається з лушення стерні дисковими знаряддями на глибину 6-8 см після збирання попередника та оранки на глибину 30-32 см плугами з передплужником або ярусними типу ПЯ-3-35, ПНЯ-4-40, ПНЯ-6-42 з боронами БЗТС-1,0 або кільчасто-шпоровими котками або оборотними плугами (ПОН-5-40, ППО-4-40, Vari Діамант та ін.) не пізніше першої декади серпня. Після чого за літнє-осінній період поле по мірі появи бур'янів культивують 2-3 рази на глибину від 8 до 12 см. В кінці жовтня слід провести безполицеве розпушування на глибину 16-18 см.

На чистих полях доцільно застосовувати звичайний зяблевий обробіток, який включає післяжнивне лушення стерні дисковими лушильниками або дискування важкими дисковими боронами на глибину до 10 см, а після появи масових сходів бур'янів і внесення мінеральних добрив - оранку на 25-27 см.

Згідно даних багаторічних досліджень мережі дослідних станцій Інституту цукрових буряків УААН при якісному виконанні напівпаровий і поліпшений обробіток ґрунту дають майже однакові результати .

Передпосівний обробіток ґрунту включає ранньовесняне розпушування (закриття вологи) при досягненні ґрунтом фізичної стиглості, вирівнювання поверхні ґрунту та передпосівну культивацію. Для розпушування використовують зчіпки (СП-16, С-18) з важкими (БЗТС-1,0) або середніми (БЗСС-1,0) боронами (перший ряд) і посівними (ЗБП-0,6А) або райборонками (ЗОР-0,7) (другий ряд). Для більш ретельного вирівнювання поверхні ґрунту використовують агрегати з шлейф-боронами - ШБ-2,5 (перший ряд) і посівними боронами ЗБП-0,6А або ЗОР-0,7 (другий ряд).

Доцільно поєднати ранньовесняне розпушування та вирівнювання в одну, комплексну операцію, застосовуючи агрегат АРВ-8,1-01 до складу якого входить пристрій для одночасного внесення гербіцидів.

Передпосівну культивацію необхідно проводити в день сівби. Для передпосівного обробітку ґрунту з середньою щільністю та недостатньою вологістю можна використовувати культиватор УСМК-5,4Б(В), оснащений стрілочастими лапами, роторами і посівними шлейфами. Якщо господарство має

сучасні знаряддя можна якісно підготувати ґрунт до сівби за допомогою комбінованих агрегатів "Європак 6000", "Компактор", "Комбінатор", ЛК-4, "Унімант", АПБ-6, АК-6, АП-6 та ін, які за один прохід розпушують і вирівнюють поверхню поля, ущільнюють посівне ложе.

Висока продуктивність та якість передпосівного обробітку досягається при використанні агрегату АРВ-8,1-02, який забезпечує високоякісне розпушування ґрунту на задану глибину загортання насіння (3-4 см) без перемішування шарів. В агрегаті з сівалкою ССТ-18В і обприскувачем ОМП-1200 з трактором ХТЗ-16131 можна проводити одночасно передпосівний обробіток ґрунту, стрічкове або суцільне внесення гербіцидів та посів цукрового буряку з утворенням технологічної колії.

Система удобрення. Цукрові буряки, порівняно з іншими культурами, інтенсивно використовують поживні речовини протягом усього вегетаційного тріоду. Системою удобрення цукрових буряків передбачається основне внесення добрив восени під оранку, внесення добрив в рядки під час сівби, підживлення в період вегетації рослин (кореневе та позакореневе).

Під основний обробіток ґрунту необхідно вносити органічні добрива в повній дозі та 80-90 % загальної кількості мінеральних добрив. Перенесення основного внесення на інші періоди (в рядки, під культивуацію, підживлення) не може повною мірою компенсувати відсутність основного удобрення. Навіть за умов дефіциту мінеральних добрив їх частка, яку вносять під глибоку оранку, повинна становити не менше 50 % річної дози

За достатньої кількості органічних добрив під глибоку оранку слід вносити підстилковий гній з розрахунку 40-50 т/га в зоні (остатнього зволоження, 30-40 т/га - в зоні нестійкого та 30 т/га - у зоні недостатнього зволоження. Можна використовувати як органічне добриво соломі озимої пшениці. При середніх урожаях озимої пшениці (3-4 т/га) в ґрунт із соломі буде повернено 14-18 кг азоту, 2-3 кг фосфору, 19-26 кг калію та певну кількість мікроелементів. При заорюванні однієї соломи слід додатково вносити азотні добрива з розрахунку 8-10 кг азоту на 1 т соломи.

Для отримання більш високих урожаїв (500 ц/ га і вище) дозу добрив потрібно збільшувати до $N_{140-180}P_{120-140}K_{100-150}$.

В умовах нестійкого та недостатнього зволоження частину річної норми мінеральних добрив вносять в рядки під час сівби в дозі $N_{10-15}P_{15-20}K_{10-15}$.

При недостатньому внесенні мінеральних добрив під основний обробіток і наявності вологи в ґрунті ефективно прикореневе та позакореневе підживлення. Перше підживлення доцільно проводити у фазі 2-3 пари листків ($N_{30-40}P_{30-40}K_{30-40}$), друге - не пізніше 4-5 пари листків ($N_{40-50}P_{30-40}K_{40-50}$). Перед змиканням листків у міжряддях можна проводити позакореневе підживлення. Для цього рекомендується вносити 25-30 кг карбаміду (сечовина) із калієм хлористим (20-25 кг/га) або рідкі комплексні добрива марки 10-34-0 (50 л/га).

З появою хвороб доцільно проводити позакореневе підживлення у поєднанні із засобами захисту рослин.

Вибір сорту та гібриду. Сучасна технологія вирощування буряків передбачає застосування генетично одонасінних сортів і гібридів з потенційною врожайністю 500-550 ц/га і цукристістю 17-18%. В Україні зареєстровано понад 90 сортів і гібридів цукрових буряків вітчизняної і зарубіжної селекції – сорти Веселоподолянський одонасінний 29, Ялтушківський одонасінний 30, гібриди - Іванівський ЧС-33, Білоцерківський ЧС-90, Крокодил, Сідней, Кобра, Аббатіса, Аріана, Ворскла, Уладівський ЧС-35, Верхняцький ЧС-31, Верхняцький ЧС-63, Уманський ЧС-90, Явір, Український ЧС-72, Український ЧС-70, Слов'янський ЧС-94 та ін. У господарстві доцільно висівати 2-3 районованих сорти або гібриди, які відповідають конкретним умовам вирощування.

Підготовка насіння до сівби. Насіння цукрових буряків готують до сівби на насіннєвих заводах, де його калібрують на фракції 4,5-5,5 мм і 3,5-4,5 мм, шліфують або дражують та обробляють захисними та стимулюючими речовинами.

Для сівби слід використовувати насіння районованих сортів і гібридів, яке за своїми посівними якостями відповідає вимогам діючих стандартів і технічних умов.

Для забезпечення високої польової схожості, рівномірності розміщення рослин потрібно використовувати насіння з лабораторною схожістю 85 %, вирівненістю не менше 90 %, вологістю не більше 14,5 %.

Сівба. Строки сівби. Сівбу цукрових буряків починають коли ґрунт прогріється до 5-6°C на глибині 8-10 см, добре кришиться і містить достатню кількість вологи. Запізнення з сівбою на 5-6 днів проти оптимальних строків приводить до недобору 3-4 т/га коренеплодів, а ранні посіви вражаються коренеїдом, блішками і заморозками. Тому потрібно завершувати сівбу цукрових буряків у стислі строки, за 1-2 дні на кожному полі.

Способи сівби. Сіють цукрові буряки пунктирним способом з шириною міжрядь 45 см. Використовують сівалки ССТ-12В, ССТ-12А, ССТ-18В, СУПК-12А, УПС-12, Оптіма, "Мультикорн", «Амазоне ЕД 902» та інші в агрегаті з гусеничними або колісними тракторами.

Глибина загортання насіння. Згідно з агротехнічними нормативами глибина загортання насіння в умовах нестійкого і недостатнього зволоження повинна бути 3-4 см. На важких, схильних до заплівання ґрунтах, глибина загортання насіння повинна становити 2-3 см. Коли запаси вологи в ґрунті обмежені, глибину загортання насіння збільшують до 4-4,5 см. Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше $\pm 0,5$ см. Важливо висіяти насіння на ушільнене ложе.

Норма висіву. Норму висіву потрібно визначати в залежності від схожості насіння, забур'яненості кожного поля, способів захисту від бур'янів, прогнозу появи шкідників та показників рекомендованої густоти рослин на період збирання. Оптимальна густота рослин на період збирання для зони нестійкого зволоження становить 95-100 тис./га, недостатнього - 90-95 тис./га.

При визначенні правильної норми можливо два підходи: застосування мінімальних норм висіву, розрахованих на кінцеву або близьку до неї густоту посіву з обов'язковим інтенсивним застосуванням гербіцидів і пестицидів для захисту рослин або норм висіву, розрахованих на механізований догляд за посівами. При сівбі на кінцеву густоту рослин висівається така кількість насінин, щоб забезпечує отримання 6-7 життєздатних рівномірно розміщених по довжині

рядка рослин. Норма висіву становить 9-10 насінин на 1 м рядка (2,2-3,0 кг/га) або 1,5-2,0 посівні одиниці. Можна висівати 12-15 насінин на 1 м рядка (3-4 кг/га), що забезпечує появу 8-10 сходів.

При застосуванні звичайної технології на забур'яненних полях (незабур'яненних практично немає), при відсутності гербіцидів або екологічно виправданій відмові від них, оптимальна норма висіву становить 18-22 насінин на 1 м рядка (5-6 кг/га). При дотриманні всіх вимог агротехніки така норма висіву забезпечує одержання 14-16 сходів на 1 м рядка і дає змогу поєднати механізоване формування густоти посівів з механізованим доглядом за ними.

Догляд за посівами. *Захист від бур'янів.* В залежності від норм висіву і технології вирощування можливі два способи захисту рослин від бур'янів:

Хімічний - з застосуванням гербіцидів.

Агротехнічний - з механічним розпушуванням ґрунту.

Хімічний спосіб догляду за посівами. На полях з високим рівнем забур'яненості слід використовувати комбіновану систему захисту посівів від бур'янів, яка включає в себе внесення ґрунтових і повсходових (страхових) гербіцидів. На полях з низьким або середнім рівнем потенційної забур'яненості орного шару доцільна післясходова система захисту від бур'янів. Вона передбачає, з урахуванням динаміки появи сходів бур'янів, проведення двох, трьох і навіть чотирьох послідовних обприскувань гербіцидними комбінаціями, які забезпечують необхідний рівень чистоти посівів цукрових буряків від бур'янів.

Ґрунтові гербіциди вносять до сівби, загортають передпосівною культивацією, після сівби і до появи сходів буряків. В останньому випадку можна провести загортання препаратів легкими боронами.

В зоні нестійкого зволоження до сівби проти однорічних злакових та деяких дводольних бур'янів вносять такі гербіциди: (Фронт'єр 900, к.е. 1,0-1,4 л/га; Дуал голд 900 ЕС, к.е. 1,2-1,6 л/га; Ленацил Бета, з.п. 0,8-1,5 кг/га та інші).

При використанні повсходових гербіцидів в залежності від складу бур'янів використовують різні композиції гербіцидів.

Якщо на посівах цукрових буряків є багаторічні види бур'янів то з ними необхідно проводити окремі заходи боротьби вибіркоким внесенням відповідних гербіцидів.

При застосуванні досходових і післясходових гербіцидів поверхня ґрунту і міжряддя не розпушуються.

Внесення гербіцидів проводиться штанговими обприскувачами з широким (15-30 м) захватом. Із вітчизняних машин найзручнішими є ОП-2000, а з іноземних машин найбільш високоякісні обприскувачі фірми "RAU", "Hardi Commander Plus TWIN Force" та інші. Оптимальна норма витрати робочої рідини при внесенні ґрунтових гербіцидів становить 300-400 л/га, при обприскуванні сходів - 180-220 л/га з робочим тиском 2,0-2,3 атмосфери.

Агротехнічні заходи боротьби з бур'янами. При вирощуванні цукрових буряків за українською інтенсивною технологією, згідно з рекомендаціями Інституту цукрових буряків УААН, система догляду за посівами включає: досходове боронування, розпушування ґрунту в міжряддях і зоні рядків (шаровка), посходове формування густоти стояння рослин, розпушування ґрунту в міжряддях з присипанням бур'янів ґрунтом у рядках (у разі потреби з одночасним підживленням) .

Досходове боронування проводять на 4-5 день після початку сівби при з'явленні в поверхневому шарі проростків бур'янів у вигляді "білих ниточок".

Застосовують переважно широкозахватні агрегати, укомплектовані зубовими боронами, а також культиваторами УСМК-5,4Б(В), КОЗР-5,4-01 обладнані ротаційними робочими органами РБ-5,4 з прутковими роторами без шлейфів. На ущільнених ґрунтах використовують середні БЗСС-1,0 або легкі посівні борони ЗБП-0,6А, а на розпушених - райборонки - ЗОР-0,7.

Як тільки позначились рядки сходів культури (фаза виточки) проводять перше розпушування ґрунту в міжряддях та в зоні рядків (шаровка) на глибину 2,5-3,5 см культиваторами УСМК-5,4Б(В) обладнаними захисними дисками та однобічними плоскорізними бритвами, які переміщуються в міжряддях та ротаційними батареями, що переміщуються в зонах рядків.

Ширина захисної зони повинна бути 5-7 см. Швидкість руху агрегату не більше 4 км/год. Шаровку можна проводити також культиваторами КОЗР-5,4-01, КОЗР-8,1-01, КРМ-5,4, "Плай" та ін., які призначені для мілкового розпушування ґрунту в міжряддях та захисних зонах рядків.

На дуже ущільнених і забур'янених полях рекомендується па шаруванні застосовувати культиватори КФ-5,4 з робочими органами фрезерного типу.

Застосовують також культиватори УСМК-5,4Б(В) обладнані ротаційними робочими органами РБ-5,4. Культиватор рухається вздовж рядків зі швидкістю 6-8 км/год. Виконаний своєчасно і якісно, такий обробіток є реальною альтернативою застосування гербіцидів.

Формування густоти рослин. Густота посівів перед збиранням повинна становити в зоні достатнього зволоження 100-110, у зоні нестійкого зволоження - 95-100 тисяч рівномірно розміщених у рядках рослин на гектар. Таку густоту забезпечують сівбою на кінцеву густоту, коли обов'язковим є використання гербіцидів. При сівбі збільшеними нормами насіння і одержання сходів, які перевищують необхідну кількість рослин проводять механізоване формування густоти за допомогою борін і автоматичних проріджувачів ПСА-2,7, ПСА-5,4 та механічних проріджувачів УСМП-5,4А. У разі одержання великої кількості сходів (більше 15 рослин на 1 погонний метр рядка) і підвищеної забур'яненості посіви обробляються культиватором УСМК-5,4Б(В), шляхом поперечного букетування: виріз - 8,5 см, букет - 14 см; виріз - 8,5 см, букет - 9,5 см (з доробкою букетів вручну).

Після формування густоти насаджень проводять глибоке розпушування в міжряддях з метою знищення бур'янів та підтримання верхнього шару ґрунту в розпушеному стані. Кількість, строки і глибину розпушення визначають з урахуванням вологості ґрунту, забур'яненості та щільності ґрунту.

Рекомендується в умовах нестійкого зволоження перший обробіток міжрядь проводити на глибину 8-10 см (6-8 см), другий - 10-12 см (12-14см) і третій - перед змиканням листків у міжряддях на глибину 8-10 см (10-12 см). У суху погоду глибина розпушень не повинна перевищувати 8 см. Для обробітку ґрунту

на глибину 6-8 см застосовують лапи-бритви, а на більшу - долота і стрілчасті лапи. Розпушування міжрядь проводять культиваторами УСМК-5,4Б(В), КОЗР-5,4-01, КОЗР-8,1-01, які укомплектовані відповідними робочими органами.

Максимальне знищення бур'янів при міжрядних обробітках досягається шляхом присипання їх ґрунтом в зоні рядків за допомогою спеціальних змінних підгортачів, якими обладнуються культиватори. Перше присипання проводять у період утворення у буряків 2-3 пар справжніх листків, друге - у фазі 4-5 пар справжніх листків одночасно з рихленням ґрунту.

Щоб не пошкоджувались рослини буряків, ширина захисних зон з кожного боку рядка при перших розпушуваннях ґрунту в міжряддях має становити 6-8 см, при наступних - 10-12 см, а трактори обладнують гичковідводами. При першому присипанні висота ґрунтового валика має бути 2-3 см, при другому - до 5 см. При цьому не можна засипати точку росту буряків. В умовах достатнього зволоження одночасно з міжрядним обробітком проводять підживлення добривами.

Захист цукрових буряків від шкідників і хвороб. Використання хімічних засобів захисту рослин від шкідників і хвороб повинно базуватись на даних обстежень полів та матеріалах прогнозів і оперативної інформації обласних і районних станцій захисту рослин про щільність фітофагів і загрозу від них посівам.

З метою збереження проростків та сходів буряків від ґрунтових та наземних шкідників для сівби використовують насіння, оброблене інсектицидами системної дії (Круізер 350 FS, т.к.с. 10,0-15,0 л/т ; Фурадан 35 ST, т.пс. 25,0-30,0 л/т; Адіфур 35 СТ, т.пс 25,0-35,0 л/т; Гаучо, з.п. 60кг/т ; Промет 400 CS, мк.с. 30 л/т). Даний прийом забезпечує захист молодих рослин цієї культури від бурякової крихітки, дротяників, бурякових блішок, довгоносиків та щитоносок впродовж певного періоду вегетації культури (2-3 тижні при застосуванні фурадану, адіфуру та 4-6 тижнів - круізеру, промету і гаучо).

Найпоширенішими та шкодочинними хворобами буряка є коренеїд сходів, церкоспороз та інші плямистості, зокрема фомоз, альтернаріоз, а також борошниста роса, вірусні хвороби (мозаїка, жовтяниця) та хвороби коренеплодів

під час вегетації (парша, гнилі). При наявності хвороб вище порогу шкодочинності посіви обприскують рекомендованими препаратами (Акробат МЦ з.п. 2,0 кг/га; Альфа Стандарт ,к.с.0,3-0,4 л/га; Джерело,к.с. 0,5 л/га; Імпакт 25 SC к.с. 0,25 л/га; Фундазол, з.п. 0,6-0,8 кг/га).

Збирання врожаю. За 10-12 днів до збирання цукрових буряків доцільно проводити міжрядний обробіток на глибину від 7 до 12 см з метою покращення умов для роботи коренезбиральних комбайнів. Глибина розпушування залежить від стану ґрунтів. На сухих ґрунтах розпушування обмежується 7-8 см, а на ґрунтах з вологістю 22-24 % -10-12 см.

Згідно з багаторічними даними мережі дослідних станцій Інституту цукрових буряків приріст маси коренеплоду з 20 серпня по 20 вересня складає в середньому 95-97г, а підвищення цукристості на 2,1-2,3%.

Збирання цукрових буряків рекомендується проводити при настанні їх технологічної стиглості переважно поточковим способом без ручного доочищення коренів із застосуванням очищувачів. Найбільшу продуктивність праці, своєчасне закінчення збирання урожаю і вивезення якісної сировини на цукрозавод забезпечує використання комплексу бурякозбиральних машин: гичкозбиральної Борекс БМЦ-6, МБП-6, МБК-2,7, БМ-6Б(А); навісного очищувача ОГД-6; коренезбиральних машин КС-6Б, МКП-6, КБ-6, РКМ-6, КСП-2, МКК-6, РКС-6, ПКМ-2,7, Борекс ПБК-6, АЗК-06-01; буряконавантажувача СПС-4,2А, СПС-4,2А-02; причепів і автотранспорту.

Також може використовуватись імпортна бурякозбиральна техніка - комбайни типу SF-10 фірми "Frank Kleine", "Holmer" виробництва Німеччини та інших.

При недостатній кількості транспортних засобів використовуються перевалочний спосіб збирання буряків, при якому коренеплоди тимчасово (не більше 3 днів) зберігають на краю поля в буртах шириною до 4,2 м і висотою до 2 м.

Також може використовуватись потоково-перевалочний спосіб, який поєднує два попередніх, тобто частину зібраних коренеплодів від збиральних

машин відразу відвозять на бурякоприймальні пункти, а частину укладають в тимчасові польові кагати.

1.2 Розрахунок технологічної карти по операціях

Для прикладу розрахунок техніко-економічних показників приведемо по лущенню.

Лущення проводиться агрегатом Т-150К + ЛДГ-15.

Змінна продуктивність агрегату $W_{зм}=66,2$ га/зм.

Витрата палива $q=1,9$ кг/га.

2.2.1 Визначаємо годинну продуктивність

$$W_{ргод} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}} \text{ га/год}, \quad (2.1)$$

де: $T_{зм}$ – тривалість зміни, год; $T=7$ год

$$W_{ргод} = \frac{66,2}{7} = 9,45 \text{ га/год}$$

2.2.2 Визначаємо денну продуктивність агрегату

$$W_{д} = W_{ргод} \cdot T_{д} \text{ га/день} \quad (2.2)$$

де: $T_{д}$ – тривалість дня, год; $T_{д}=10$ год

$$W_{д} = 9,45 \cdot 5 = 94,5 \text{ га/день}$$

2.2.3 Визначаємо продуктивність агрегату за агрострок

$$W_{а} = W_{д} \cdot D_{р}, \text{ га/агр} \quad (2.3)$$

де: $D_{р}$ – кількість днів; $D_{р}=3$

$$W_{а} = 94,5 \cdot 3 = 283,5 \text{ га/агр.}$$

2.2.4 Визначаємо кількість виконаних нормозмін

$$H_{зм} = \frac{W_{заг}}{W_{зм}} \quad (2.4)$$

де: $W_{заг}$ – площа поля, га; $W_{заг}=250$ га

$$H_{зм} = \frac{250}{66,2} = 3,78$$

2.2.5 Визначаємо обсяг роботи в ум.ет.га

$$W_{ум.ет.га} = H_{зм} \cdot W_{ет.тр.} \quad (2.5)$$

де: $W_{\text{ет.тр}}$ – еталонна продуктивність трактора Т-150К за змінну,

$$W_{\text{ет.тр}} = k \cdot T_{\text{зм}} = 1,5 \cdot 7 = 10,5 \text{ ум.ет.га.}$$

$$W_{\text{ум.ет.га}} = 3,78 \cdot 10,5 = 39,7 \text{ ум.ет.га}$$

2.2.6 Визначаємо затрати праці на одиницю роботи

$$Z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{о}} + n_{\text{д}}}{W_{\text{ргод}}} \frac{\text{людгод}}{\text{га}} \quad (2.6)$$

де: $n_{\text{о}}$ – кількість основних робітників, $n_{\text{о}}=1$

$n_{\text{д}}$ – кількість допоміжних працівників, $n_{\text{д}}=0$

$$Z_{\text{п}} = \frac{1}{9,45} = 0,11 \frac{\text{людгод}}{\text{га}}$$

2.2.7 Визначаємо затрати праці на весь обсяг роботи

$$Z_{\text{пз}} = Z_{\text{п}} \cdot W_{\text{зг}} \quad \text{люд.год} \quad (2.7)$$

$$Z_{\text{пз}} = 0,11 \cdot 250 = 26,45 \text{ людгод}$$

2.2.8 Визначаємо витрату палива на операцію

$$Q = W_{\text{зг}} \cdot q_{\text{га}} \quad (2.8)$$

де: $q_{\text{га}}$ - витрата палива на 1 га, кг/га

$$Q = 250 \cdot 1,9 = 475 \text{ кг}$$

2.2.9 Необхідна кількість тракторів визначається за формулою:

$$n_{\text{тр}} = \frac{W_{\text{зг}}}{W_{\text{агр}}}, \text{ шт.} \quad (2.9)$$

$$n_{\text{тр}} = \frac{250}{283,5} \approx 1 \text{ тр.}$$

Необхідна кількість с.г.машин :

$$n_{\text{сгм}} = n_{\text{тр}} \cdot n_{\text{сгм}}, \text{ шт.} \quad (2.10)$$

де: $n_{\text{сгм}}$ – кількість с/г машин в агрегаті;

$$n_{\text{сгм}} = 1 \cdot 1 = 1 \text{ маш.}$$

Отже, на операцію лушення необхідно 1 трактор і 1- с.г. машина

1.3. Розрахунок показників операційної технології збирання цукрових буряків

Умови роботи. Площа поля – 250 га. Величина схилу – 3 %. Тип ґрунту – чорнозем. Урожайність коренеплодів – 400 ц /га., гички 100 ц/га. Бурякозбиральна машина – РКМ-6 –01.

Основні агротехнічні вимоги. Повнота викопування коренеплодів не менше 98,5 %. Пошкодження коренеплодів не більше 20 %, в тому числі сильне не більше 5 %. Забрудненість зібраного кагату не повинна перевищувати 10 %. Швидкість руху повинна знаходитись в межах від 5 км /год до 9 км /год.[5]

Розрахунок режимів роботи і техніко-експлуатаційних показників агрегату.

Швидкість руху комбайна на збиранні коренів визначимо за формулою [11]:

$$v_p = \frac{3,6(N_{ek} - N_p n_p) \eta_k}{G_k (f_k + \sin \alpha)}, \quad (2.11)$$

де N_p – потужність, що необхідна на 1 рядок (потужність на тягу і приведення в дію механізмів комбайна), кВт;

n_p – кількість рядків, на яких збирають урожай;

N_{ek} – ефективна потужність двигуна, кВт;

η_k – ККД трансмісії комбайна;

G_k – експлуатаційна вага агрегату, кН;

f_k – коефіцієнт опору кочення комбайна;

α – кут підйому, град.

$$v_p = \frac{3,6(117,6 - 11,5 \cdot 6) \cdot 0,8}{89,7(0,14 + \sin 3^\circ)} = 8,16 \text{ км /год.}$$

Для окремих умов збирання швидкість руху агрегату може обмежуватися потужністю двигуна .

Ефективна потужність двигуна комбайна, кВт, для заданих умов збирання становить:

$$N_e = \frac{G_k (f_k + \sin \alpha) v_p}{3,6 \eta_k} + N_p n_p, \quad (2.12)$$

де v_p – робоча швидкість руху, км / год.

Згідно [5] швидкість комбайна РКМ-6-01 на збиранні коренеплодів становить $v_p = 6,2$ км / год.

$$N_e = \frac{89,7(0,14 + \sin 3^\circ) \cdot 6,2}{3,6 \cdot 0,8} + 11,5 \cdot 6 = 105,9 \text{ кВт.}$$

Результати розрахунків показують, що при заданій робочій швидкості $v = 6,2$ км/год потужності двигуна достатньо для роботи. При повному використанні потужності двигуна отримано максимальну робочу швидкість $v = 8,16$ км / год , що задовольняє агротехнічні вимоги.

Продуктивність комбайна за годину змінного часу підраховуємо за формулою:

$$W = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau , \quad (2.13)$$

де B_p – ширина захвату комбайна, м;

V_p – робоча швидкість комбайна, км / год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} , \quad (2.14)$$

де T_p – час основної роботи агрегату протягом зміни, год;

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

Для обґрунтування величини коефіцієнта використання часу зміни, визначимо кінематичні показники агрегату і баланс часу зміни.

Приймаємо, що спосіб руху на збиранні цукрових буряків в розгін.

Коефіцієнт використання робочих ходів знаходимо за формулою:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} , \quad (2.15)$$

де L_p – середня довжина гону, м;

L_x – середня питома довжина холостого ходу комбайна, м.

Середню робочу довжину гону визначаємо за формулою:

$$L_p = L - 2E , \quad (2.16)$$

де L – довжина гону, м;

E – ширина поворотної смуги, м.

Довжина гону для даного поля рівна $L=1000$ м. Ширина поворотної смуги згідно рекомендацій [5] становить $E=21,6$ м.

Довжину холостого ходу визначимо за формулою:

$$L_x = 0,5 \cdot C + 2,5R + e, \quad (2.17)$$

де C – ширина загінки, м;

e – довжина виїзду агрегату, м ($e=1,8$ м).

Оптимальна ширина загінки для шестирядних машин згідно [5] рівна 108 м.

$$L_x = 0,5 \cdot 108 + 2,5 + 1,8 = 58,3 \text{ м.}$$

Отже, коефіцієнт використання робочих ходів буде рівний:

$$\varphi = \frac{956,8}{956,8 + 58,3} = 0,94$$

Час чистої роботи агрегату визначаємо за формулою:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{техн} + T_{п.з} + T_{в.оп} + T_{ын})}{1 + \tau_{пов}}, \quad (2.18)$$

де $T_{техн}$ – затрати часу на технологічне обслуговування агрегату, год;

$T_{пз}$ – час на виконання підготовчих і заключних операцій (проведення щозмінного технічного обслуговування, оформлення робочих документів), год;

$T_{в.оп}$ – час на відпочинок і задоволення особистих потреб механізатора, год;

$T_{ін}$ – інші затрати часу, год;

$\tau_{пов}$ – коефіцієнт тривалості поворотів.

Час на виконання підготовчих і заключних операцій знаходиться в межах від 0,14 до 0,32 год. Приймаємо $T_{п.з}=0,3$ год.

Затрати часу на технологічне обслуговування знаходимо за формулою:

$$T_{техн} = t_z n_z, \quad (2.19)$$

де t_z – тривалість однієї зупинки агрегату, год;

n_3 – кількість зупинок агрегату для технологічного обслуговування за зміну.

Тривалість зупинки агрегату для технологічного обслуговування на збиранні цукрових буряків знаходиться в межах від 0,02 до 0,25 год. Приймаємо $t_3=0,08$ год. Кількість зупинок комбайна при важких умовах роботи $n_3=8$.

$$T_{\text{техн}} = 0,08 \cdot 8 = 0,64 \text{ год}$$

Час на відпочинок і задоволення особистих потреб механізатора складає 0,05 $T_{\text{зм}}$ або 0,35 год. Інші затрати часу включають затрати часу, пов'язані з погодними умовами, організацією праці і особливостями технологічного процесу, $T_{\text{ін}}=0,35$ год [10].

Величину коефіцієнта тривалості поворотів підраховуємо за формулою

$$\tau_{\text{нов}} = \frac{1 - \varphi}{\varphi}, \quad (2.20)$$

$$\tau_{\text{нов}} = \frac{1 - 0,94}{0,94} = 0,06.$$

Отже, час чистої роботи агрегату становитиме

$$T_p = \frac{7 - (0,64 + 0,3 + 0,35 + 0,35)}{1 + 0,06} = 5,06 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни рівний

$$\tau = \frac{5,06}{7} = 0,723.$$

Тоді, продуктивність агрегату за годину змінного часу становитиме:

$$W = 0,1 \cdot 2,7 \cdot 6,2 \cdot 0,723 = 1,21 \text{ га /год.}$$

Визначаємо витрату палива на одиницю роботи за формулою:

$$Q_{\text{га}} = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_3 \cdot T_3}{W_{\text{рзм}}}, \text{ кг/га} \quad (2.21)$$

де G_p – годинна витрата палива двигуна робочих ходів агрегату, кг/год;

G_x – годинна витрата палива двигуна при холостому ході агрегату, кг/год;

G_3 – годинна витрата палива двигуна при зупинках агрегату, кг/год.

T_p, T_x, T_z – час робочих ходів, холостих і зупинок, год.

$$Q_{\text{за}} = \frac{15 \cdot 4,2 + 12 \cdot 1,68 + 2,2 \cdot 1,12}{8,47} = 9,06 \text{ кг/га}$$

Розрахунок затрат праці на одиницю роботи

Визначаємо за формулою:

$$Z_{\text{п}} = \frac{n_{\text{ос}} + n_{\text{д}}}{W_{\text{ргод}}} \quad \frac{\text{людгод}}{\text{га}} \quad (2.22)$$

де $n_{\text{ос}}$ – кількість основних робітників;

$n_{\text{д}}$ – кількість допоміжних робітників.

$$Z_{\text{п}} = \frac{1 + 0}{1,21} = 0,83 \quad \frac{\text{людгод}}{\text{га}}$$

2. КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ МАШИНИ

2.1. Огляд конструкцій робочих органів для викопування коренів

Викопуючі робочі органи порушують зв'язок коренеплодів з ґрунтом, частково чи повністю витягають їх з ґрунту і подають в зону роботи пристроїв для сепарації коренеплодів від ґрунту та рослинних решток. Робота копачів основана на принципі передачі зусилля на корінь через деформований ґрунт, тому що при цьому менше пошкоджуються корені, розпушується ґрунт, що знаходиться близько від кореня і руйнуються корінці.

За конструкцією вони діляться на основні типи: лемішні, вилкуваті, ротаційні, вібраційні і комбіновані.

По виконанню технологічного процесу, викопуючі пристрої можна розділити на підкопувальні лапи і витискні копачі.

Підкопувальні лапи застосовують в комбайнах брального типу, де потрібно тільки порушити зв'язок кореня з ґрунтом і частково підняти його в напрямку зони роботи бральних апаратів.

Вижимні копачі знайшли більш широке застосування порівняно з підкопувальними лапами з бральними пристроями.

Вижимні копачі витягають коренеплоди з ґрунту і подають їх на сепаруючий робочий орган, так як, одночасно з коренеплодами виймається і ґрунт.

Принцип роботи вижимних копачів полягає в руйнуванні зв'язку коренеплоду з ґрунтом і створенні виймаючого зусилля для наступного руху коренеплоду по поверхні робочого органу. Вижимні копачі бувають пасивними і активними. Активні копачі обертаються чи коливаються відносно рами машини. Найбільш широке розповсюдження отримали активні копачі: дискові і вилкові.

Викопування коренеплодів лемішними і пасивними вилковими робочими органами полягає в підрізанні ґрунту лемішом і переміщенні його по руслу копача разом з коренеплодом. При швидкостях руху більше 1,5 м/с підвищуються втрати коренеплодів через обрив їх хвостових частин.

Не дивлячись на простоту конструкції пасивних копачів, їх меншу металомісткість, вони отримали обмежене застосування.

Пов'язано це з тим, що процес викопування коренеплодів характеризується високими енерговитратами і ненадійністю виконання технологічного процесу на середніх і важких ґрунтах.

Серед існуючих типів робочих органів найбільш універсальними вважаються ротаційні (дискові) копачі, які надійно виконують технологічний процес в широких ґрунтово-кліматичних умовах. Вони виконуються у версіях з обома пасивними або одним активним диском і можуть працювати з робочими швидкостями 2,2...2,5 м/с. Характерною ознакою дискових робочих органів є розташування двох плоских чи сферичних дисків, вертикальні вісі яких утворюють кут розвалу, а горизонтальні – кут атаки.

Відомо, що дискові викопувальні органи в порівнянні з лемішними або вилковими краще очищують коренеплоди від ґрунту, не забиваються при роботі на ділянках з підвищеною забрудненістю. При одних і тих же відхиленнях коренеплодів від осі рядка, збиральна машина з дисковими робочими органами може працювати на більш високій швидкості порівняно з лемішними чи вилковими копачами, при однаковій якості роботи [5].

Дискові копачі, ильніше ніж вилкові, пошкоджують коренеплоди, обриваючи їх хвостові частини. Такий тип пошкоджень обумовлений тим, що защемлена дисками головка коренеплоду рухається в напрямку результуючої швидкості дисків, а нижня його частина все ще зв'язана з ґрунтом. При цьому на коренеплід діють значні напруги згину і зсуву в напрямку руху машини, що призводить до обривання хвостів коренів (особливо при високій твердості ґрунту). Крім того, вирізаний дисками шар ґрунту разом з викопаними коренеплодами, по мірі переміщення, стискається в розхилі між дисками і піднімається вгору до зустрічі з бітером, лопатки якого діють на коренеплоди, значно пошкоджуючи їх при забиванні копача.

Незважаючи на вищевказані недоліки, дискові копачі знайшли широке застосування як у вітчизняних коренезбиральних машинах КС-6Б, КС-6Б-02, КС-

6В, РКМ-6-05, МКР-2-3, КСП-2 (Україна), так і в коренезбиральних машинах зарубіжних фірм “Garford Victor” (Англія), “Tim”, “Thyregod” (Данія), “WKM” (ФРН), “Juko” (Фінляндія) та ін.

Основний напрямок розвитку конструкцій копачів пов’язаний з поліпшенням якості викопування коренеплодів і зменшення енергомосткості процесу викопування, підвищення продуктивності машин.

2.2 Обґрунтування необхідності удосконалення коренезабірників комбайна РКМ-6 і розрахунок ланцюгової передачі їх приводу

Збирання коренеплодів цукрових буряків є однією з трудомістких і енергомістких операцій в сільському господарстві.

В дипломному проекті запропонована нова конструкція коренезабірників комбайна РКМ-6, які здатні самоочищатися в процесі роботи.

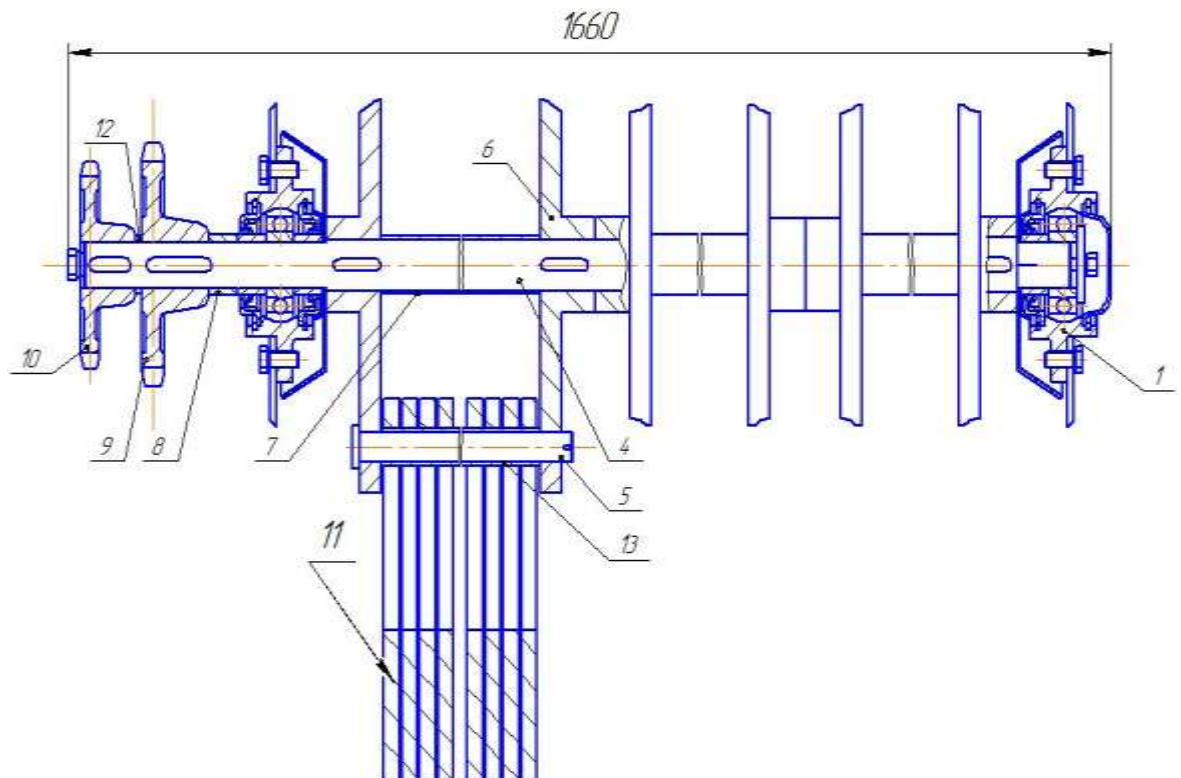


Рис.2.1 Схема коренезабірника комбайна РКМ-6-1

1-опора; 4-вал; 5-вісь; 6-флянець; 7-втулка; 8-втулка; 9-зірочка;
10-зірочка; 11-кільце; 12- шайба; 13-втулка.

2.3. Розрахунок ланцюгової передачі приводу коренезабірників

Вихідні дані. Частота обертання вала ведучої зірочки $n=180$ об/хв, що відповідає куловій швидкості $\omega=18.84$ рад/с. Потужність на валу ведучої зірочки рівна $N=4.05$ кВт. Передаточне число передачі - $U=2$.

Визначаємо крок ланцюга:

$$t = 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{N_1 \cdot K_3}{Z_1 \cdot \omega_1 \cdot [p] \cdot m_p}}, \quad (2.1)$$

де K_3 - коефіцієнт експлуатації;

$$K_3 = K_\partial \cdot K_{рег} \cdot K_n \cdot K_{см} \cdot K_{реж} \cdot K_a, \quad (2.2)$$

де $K_\partial=1,25$; $K_{рег}=1,0$; $K_n=1,0$; $K_{реж}=1,0$; $K_a=1,0$.

Отже, $K_3=1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0=1,25$

$[p]=30$ МПа, при $\omega=56.52$ м/с.

Z_1 Приймаємо рівною 15.

Визначимо

$$Z_2 = Z_1 \cdot U < Z_{2\max} \quad (2.3)$$

$$Z_2 = 15 \cdot 2 = 30 < 120$$

Отже, маємо

$$t = 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{4,05 \cdot 1,56}{15 \cdot 18,84 \cdot 30 \cdot 1,0}} = 25,36 \text{ мм.}$$

Приймаємо ланцюг ПР-25,4-5670 ГОСТ 13568-75 з кроком $t=25.4$ мм.

Параметри ланцюга: $b_1=15.88$ мм; $d_1=15.88$ мм; $P_1=29.29$ мм; $b_4=33.5$.

Погонна маса $q=2,6$ кг/м. Руйнівна сила $Q=600$ кН.

Міжосьова відстань:

$$a = a_t \cdot t \quad (2.4)$$

$a_t=8,85$ – приймаємо з конструктивних міркувань.

$$a = 8,85 \cdot 25,4 = 224,79$$

Необхідна довжина ланцюга в кроках:

$$L_1 = 2a_1 + a_1 + \frac{b}{a_1}, \quad (2.5)$$

$$\text{де } a_1 = \frac{Z_1 + Z_2}{2} = \frac{15 + 45}{2} = 30; \quad b = \left(\frac{Z_1 - Z_2}{2\pi} \right)^2 = \left(\frac{45 - 15}{2\pi} \right)^2 = 22.82$$

Отже,

$$L_1 = 2 \cdot 8,85 + 22,5 + \frac{5,7}{8,85} = 40,8 \text{ кроків.}$$

Приймаємо $L_1 = 42$ кроків.

Уточнюємо величину міжосьової відстані

$$a = \frac{t}{4} \left(L_1 - a_1 + \sqrt{(L_1 a_1)^2 - 8b} \right) \quad (2.6)$$

$$a = \frac{25,4}{4} \left(42 - 22,5 + \sqrt{(42 \cdot 25)^2 - 8 \cdot 5,7} \right) = 239,98 \text{ мм.}$$

Визначимо число ударів ланки об зуб зірочки за секунду:

$$v = \frac{2 \cdot Z_1 \cdot \omega_1}{\pi \cdot L_1} < [v], \quad (2.7)$$

де $[v]$ - допустимі значення, $[v] = 30$,

$$v = \frac{2 \cdot 15 \cdot 18,84}{\pi \cdot 42} = 4,29 < 30$$

Визначаємо сили, що діють у вітках ланцюга і діють на вали.

Колова сила:

$$F_t = \frac{1000 \cdot N_1}{V}, \quad (2.8)$$

де V - швидкість переміщення ланцюга,

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot \omega_1}{2000 \cdot \pi} = \frac{15 \cdot 25,4 \cdot 18,84}{2000 \cdot \pi} = 1,14 \text{ м/с.}$$

Отже,

$$F_t = \frac{1000 \cdot 4,05}{1,14} = 3543,85 \text{ Н.}$$

Сила натягу ланцюга від провисання:

$$F_q = K_f \cdot q \cdot a \cdot g, \quad (2.9)$$

$$K_f = 6,0$$

$$F_q = 6,0 \cdot 2,6 \cdot 0,239 \cdot 9,8 = 36,53, \text{ Н.}$$

Сила натягу ланцюга від відцентрових сил

$$F_u = q \cdot V^2 = 2,6 \cdot 1,14^2 = 3,37 \text{ Н.} \quad (2.10)$$

Загальне зусилля у ведучій вітці

$$F_{заг1} = F_t \cdot K_o + F_q + F_u = 3543,85 \cdot 1,25 + 36,53 + 3,37 = 4468,65 \text{ Н.} \quad (2.11)$$

Загальне зусилля у веденій вітці ланцюга

$$F_{заг2} = F_q + F_u = 36,53 + 3,37 = 39,9 \text{ Н.} \quad (2.12)$$

Зусилля, що діє на вали ведучої та веденої зірочки

$$F_{\sigma} = F_t \cdot K_o + 2F_q = 3543,85 \cdot 1,125 + 2 \cdot 36,35 = 5658,87 \text{ Н}$$

Перевіримо на питомий тиск в шарнірах:

$$p = \frac{F_t \cdot K_s}{S \cdot m_p \cdot 10^2} < [p], \quad (2.13)$$

де S - проекція опорної поверхні шарніра, $S = 1,795 \text{ см}^2$;

$[p]$ - допустиме зусилля питомого тиску, $[p] = 30,4 \text{ МПа}$.

Отже,

$$p = \frac{3543,85 \cdot 1,25}{1,79 \cdot 1,0 \cdot 10^2} = 24,7 < 30,4 \text{ МПа.}$$

Запас міцності вибраного ланцюга:

$$n = \frac{Q}{F_{заг}} > [n], \quad (2.14)$$

де Q - руйнівне навантаження ланцюга, $Q = 60000 \text{ Н}$;

$[n]$ - допустимий запас міцності, $[n] = 8,2$.

Отже,

$$n = \frac{60000}{4468,65} = 13,42 > 8,2.$$

Ланцюг вибрано вірно.

Визначаємо основні геометричні та конструктивні розміри зірочок.

Діаметр ділительних кіл:

ведуча зірочка

$$d_0 = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{15}} = 122,16 \text{ мм},$$

ведена зірочка

$$d_0 = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{30}} = 242,99 \text{ мм}.$$

Діаметр зовнішніх кіл:

ведуча зірочка

$$d_{a \min} = 122,16 + 0,5 \cdot 15,88 = 130,10 \text{ мм};$$

$$d_{a \max} = 122,16 + 1,25 \cdot 25,4 - 15,88 = 138,03 \text{ мм}.$$

ведена зірочка:

$$d_{a \min} = 242,99 + 0,5 \cdot 15,88 = 250,93 \text{ мм},$$

$$d_{a \max} = 242,99 + 1,25 \cdot 25,4 - 15,88 = 258,86 \text{ мм}.$$

Ведуча і ведена зірочки будуть мати однакові радіуси впадин

$$r_{i \min} = 0,505 \cdot 15,88 = 8,01 \text{ мм}; \quad r_{i \max} = 0,505 \cdot 15,88 + 0,069 \sqrt{15,88} = 8,19 \text{ мм}.$$

Діаметр окружності впадин:

ведуча зірочка:

$$d_{f \min} = 122,16 - 2 \cdot 8,01 = 106,14 \text{ мм};$$

$$d_{f \max} = 122,16 - 2 \cdot 8,19 = 105,78 \text{ мм}.$$

ведена зірочка:

$$d_{f \min} = 242,99 - 2 \cdot 8,01 = 226,97 \text{ мм};$$

$$d_{f \max} = 242,99 - 2 \cdot 8,19 = 226,61 \text{ мм}.$$

Радіус спряжень.

ведуча зірочка:

$$r_{i\min} = 0.12 \cdot 15,88 \cdot (15 + 2) = 32,39 \text{ мм};$$

$$r_{i\max} = 0.008 \cdot 15,88 \cdot (15^2 + 180) = 51,45 \text{ мм}.$$

ведена зірочка:

$$r_{i\min} = 0.12 \cdot 15,88 \cdot (30 + 2) = 60,97 \text{ мм};$$

$$r_{i\max} = 0.008 \cdot 15,88 \cdot (30^2 + 180) = 137,20 \text{ мм}.$$

Кут спряження:

$$\text{ведуча зірочка: } d_{\min} = 120^0 - \frac{90}{15} = 114^0; \quad d_{\max} = 140^0 - \frac{90}{15} = 134^0.$$

ведена зірочка:

$$d_{\min} = 120^0 - \frac{90}{30} = 117^0; \quad d_{\max} = 140^0 - \frac{90}{30} = 137^0.$$

Радіус заокруглення, як ведучої так і веденої зірочки

$$Z_x = 1.5 \cdot d_1 = 1.5 \cdot 15,88 = 23,82 \text{ мм}.$$

Величина заокруглення зуба

$$b_a = 0,13 \cdot d_1 = 0,13 \cdot 15,88 = 2,06 \text{ мм}.$$

Ширина зуба

$$b_{r1} = 0.93 \cdot b_1 = 0.93 \cdot 15,88 = 14,76 \text{ мм}.$$

Діаметр отвору під вал ведучої зірочки приймемо з конструктивних міркувань $d_G = 35 \text{ мм}$.

Діаметр маточини ведучої зірочки $d_{cm} = 1.8 \cdot 35 = 63 \text{ мм}$.

Довжину маточини ведучої зірочки приймаємо $l_{cm} = 50 \text{ мм}$.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

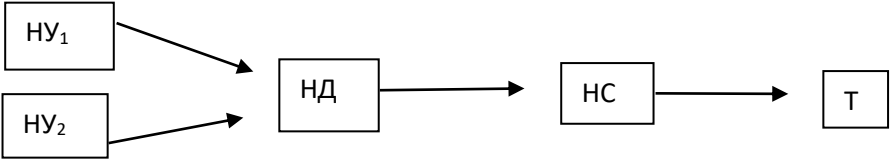
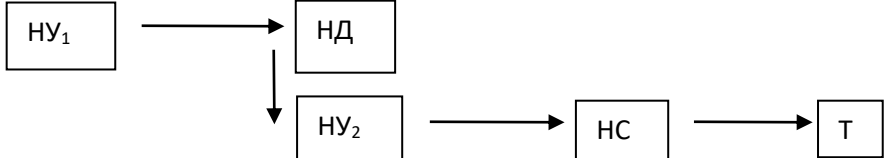
Розробка та впровадження ефективних заходів запобігання аварійним і травмонебезпечним ситуаціям можливі лише при завчасному виявленні тих небезпек, з яких починаються процеси їх формування. Оскільки небезпечні умови не завжди завчасно виявити, а для вивчення небезпечних дій іноді потрібно багато часу, щоб зібрати статистичний матеріал, то й методи виявлення цих небезпек повинні бути відповідно диференційовані. Небезпечні дії, логічно взаємопов'язані з небезпечними умовами і небезпечними виробничими факторами дають можливість точно сформулювати зміст небезпечної або аварійної ситуації.

Метод логічного моделювання потенційних аварійних травм і катастроф відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою життєдіяльні виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому, логічному (при необхідності і математичному) аналізі і терміновому прийнятті заходів для усунення потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій (таблиця 3.1).

Аналізуючи кожен з побудованих логічних моделей процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій завжди можна знайти подію, з якої починається небезпечний процес і до виникнення небезпечних наслідків.

Метод логічного моделювання травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій значно полегшує пошук причин аварій виробничих травм і ДТП при їх розслідуванні. Логічні моделі можна застосовувати при прийнятті рішень про відповідальність осіб винних у виникненні таких пригод, а також ступінь вини самого потерпілого.

Таблиця 3.1. – Аналіз процесів формування та виникнення травмонебезпечних та катастрофічних ситуацій при експлуатації коренезбиральної машини

	Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Проведення регулювальних робіт робочих органів	Неполадки в регулюванні “включення-виключення” валу відбору потужності $I \text{ } O_1$	При ТО працюючий знаходився в зоні робочих органів дії	Само-включення ВВП	Травма	Провести відповідне регулювання роботи ВВП
Модель процесу	 <pre> graph LR NU1[НУ₁] --> ND[НД] NU2[НУ₂] --> ND ND --> NS[НС] NS --> T[Т] </pre>				
Сходження оператора для очищення робочих органів від рослинних решток	Частина підніжки частково відірвана	Оператор став ногою на підніжку НУ ₁	Падіння оператора з машини	Травма	Відремонтувати підніжку
Модель процесу	 <pre> graph LR NU1[НУ₁] --> ND[НД] ND --> NU2[НУ₂] NU2 --> NS[НС] NS --> T[Т] </pre>				

У логічній таблиці 3.1 після кожного описання небезпечних умов (НУ), небезпечних дій (НД), небезпечних ситуацій (НС) та можливих наслідків наводиться логічна модель процесу виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків при роботі коренезбиральної машини.

4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЕКТУ

Основними економічними показниками збирання цукрових буряків базовим (серійним) і удосконаленим бурякозбиральним комбайном РКМ-6 є затрати праці, прямі експлуатаційні витрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на модернізацію. Для визначення цих показників необхідно знати продуктивність і витрати палива на збиранні базовим та модернізованим комбайном їх балансову вартість і ряд інших вихідних даних.

Норма виробітку модернізованого комбайна становить 8,75 га, оскільки тривалість зміни рівна 7 год., то продуктивність комбайна буде становити 1,25 га/год. Питомі витрати палива на збиранні коренів модернізованим комбайном складають $Q = 13,9$ л/га (див. роз. 5 розрахунково-пояснювальної записки).

Згідно встановлених в господарстві норм виробітку і витрачання палива норма виробітку комбайна РКМ-6 на збиранні цукрових буряків становить 7,7 га, тобто продуктивність базового комбайна $W_6 = 1,1$ га/год при рівних із серійним комбайном витратах палива. Світова ціна базового (серійного) комбайна становить 24700 ум. од. або 200000 грн.

При визначенні вартості удосконаленого комбайна приймемо до уваги наступне. Модернізація коренезабірників комбайна РКМ-6 полягає в ускладненні їх конструкції і збільшенні металоємності. Так, сумарна маса модернізованих коренезабірників комбайна РКМ-6 перевищує масу серійних - на 120 кг. Тоді, при масі серійного комбайна РКМ-6 8300 кг, ціна удосконалення буде становити $\frac{200000}{8300}120 \approx 2890$ грн.

Отже, вартість модернізованого комбайна складе $200000 + 2890 = 202890$ грн.

Вихідні дані для проведення економічних розрахунків доцільності модернізації коренезабірників комбайна РКМ-6 зведемо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1– Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності

Показники	Комбайн	
	Серійний	Модернізований
Продуктивність, га/год	1,10	1,25
Питомі витрати палива, л/га	13,9	13,9
Вартість комбайна, грн.	200000	202890

Затрати праці на збиранні цукрових буряків визначимо за формулою:

$$Z_{\text{п}} = \frac{M}{W}, \quad (4.1)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, осіб.;

$W_{\text{г}}$ – продуктивність комбайна за годину змінного часу, га/год.

Оскільки комбайн обслуговує один механізатор, то за формулою (5.1) будемо мати:

затрати праці при збиранні базовим комбайном

$$Z_{\text{п.б}} = \frac{1}{1,1} = 0,9 \text{ люд.-год/га},$$

затрати праці при збиранні врожаю удосконаленим комбайном

$$Z_{\text{п.м}} = \frac{1}{1,25} = 0,8 \text{ люд.-год/га}.$$

Отже, зниження затрат праці при збиранні цукрових буряків модернізованим комбайном становить 0,1 люд.год/га.

Питомі прямі експлуатаційні витрати викопування коренів визначимо за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{пмм}}, \quad (4.2)$$

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

C_a – амортизаційні відрахування, грн/га;

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

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

Оплату праці можна визначити за формулою:

$$C_o = \frac{T \cdot \beta}{W} \quad (4.3)$$

де T – годинна оплата праці, грн./год;

β - коефіцієнт, що враховує доплати механізатору за класність та якість виконання роботи;

W – продуктивність комбайна за годину змінного часу, га/год.

Оплата праці механізаторів, які працюють на бурякозбиральних комбайнах здійснюють як для трактористів-машиністів третьої групи по 6 розряду тарифної сітки із розрахунку 9,23 грн./год. Крім того, в господарстві доплачують 20 % за класність, якщо тракторист має перший клас тракториста-машиніста, та 20 % за якість виконання роботи. Таким чином, коефіцієнт $\beta = 1,4$.

Тоді, витрати на оплату праці становлять:

при роботі на серійному комбайні

$$C_{об} = \frac{9,23 \cdot 1,4}{1,1} = 11,75 \text{ грн/га,}$$

при роботі на модернізованому комбайні

$$C_{ом} = \frac{9,23 \cdot 1,4}{1,25} = 10,34 \text{ грн/га.}$$

Питомі витрати на амортизацію комбайна визначимо за формулою:

$$C_a = \frac{S \cdot j}{100 \cdot T_k \cdot W}, \quad (4.4)$$

де S – вартість комбайна, грн.

j – норма річних відрахувань на реновацію комбайна, %;

T_k – нормативне річне завантаження комбайна, год. (приймаємо за нормативами $T_k = 180$ год.).

За нормативами річна норма відрахувань на реновацію для бурякозбиральних комбайнів складає 16 %. Тоді, витрати на амортизацію будуть дорівнювати:

у серійного комбайна

$$C_{a.б} = \frac{200000 \cdot 16}{100 \cdot 180 \cdot 1,1} = 161,62 \text{ грн/га,}$$

у модернізованого комбайна

$$C_{a.м} = \frac{202890 \cdot 16}{100 \cdot 180 \cdot 1,25} = 144,28 \text{ грн/га.}$$

Витрати на ремонт і технічне обслуговування комбайна визначаються аналогічно, тільки норма річних відрахувань становить 6,5 % від вартості комбайна. Для базової машини вони становлять

$$C_{р.б} = \frac{200000 \cdot 6,5}{100 \cdot 180 \cdot 1,1} = 65,66 \text{ грн/га.}$$

Для модернізованого комбайна витрати на ремонт і технічне обслуговування будуть дорівнювати

$$C_{р.м} = \frac{202890 \cdot 6,5}{100 \cdot 180 \cdot 1,25} = 58,61 \text{ грн/га.}$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали:

$$C_{пмм} = Q \cdot Ц_k, \quad (4.5)$$

де Q – витрати палива, л/га;

$Ц_k$ – комплексна ціна палива, грн/л.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 40 грн/л. Тоді, питомі витрати на паливо і мастильні матеріали будуть для серійного і модернізованого комбайна становити:

$$C_{пмм} = 13,9 \cdot 40 = 139 \text{ грн/га.}$$

Загальні питомі прямі експлуатаційні витрати становлять:

при збиранні буряків базовим комбайном

$$C_б = 11,75 + 161,62 + 65,66 + 139 = 378,03 \text{ грн/га,}$$

модернізованим комбайном

$$C_м = 10,34 + 144,28 + 58,61 + 139 = 352,23 \text{ грн/га.}$$

Економія питомих експлуатаційних витрат при впровадженні модернізованого комбайна у виробництво буде становити

$$E_{ев} = C_б - C_м = 378,03 - 352,23 = 25,8 \text{ грн/га.}$$

Річна економія від зниження експлуатаційних витрат в розрахунку на одну машину складає

$$E_B = (C_{\text{б}} - C_{\text{м}}) W T_{\text{к}}. \quad (4.6)$$

Підставивши дані, будемо мати

$$E_B = (378,03 - 352,23) 1,25 \cdot 180 = 5805 \text{ грн.}$$

Питомі капіталовкладення визначимо за формулою:

$$K_{\text{п}} = C_{\text{к}} / W T_{\text{к}}, \quad (4.7)$$

де $C_{\text{к}}$ – вартість комбайна грн.

Підставивши дані, будемо мати наступні питомі капіталовкладення при викопуванні коренів цукрових буряків:

серійним комбайном

$$K_{\text{п.б.}} = 200000 / 1,1 \cdot 180 = 1010,10 \text{ грн./га,}$$

модернізованим комбайном

$$K_{\text{п.м.}} = 202890 / 1,25 \cdot 180 = 901,73 \text{ грн./га.}$$

Економію питомих капітальних вкладень від використання модернізованого комбайна визначимо за формулою

$$K = K_{\text{п.б.}} - K_{\text{п.м.}} \quad (4.8)$$

$$K = 1010,10 - 901,73 = 108,37 \text{ грн/га.}$$

Річний економічний ефект від впровадження модернізованого комбайна визначимо за формулою:

$$E_p = [(C_{\text{пит. б.}} + E K_{\text{п.б.}}) - (C_{\text{пит. м.}} + E K_{\text{п.м.}})] W T_{\text{к}}, \quad (4.9)$$

де E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, $E=0,15$.

$$E_p = [(378,03 + 0,15 \cdot 1010,10) - (352,23 + 0,15 \cdot 901,73)] \cdot 1,25 \cdot 180 = 9461 \text{ грн.}$$

Оскільки використання модернізованого комбайна не вимагає додаткових капітальних вкладень, то термін окупності їх визначати немає необхідності.

Результати розрахунку економічної ефективності модернізації комбайна зведемо в табл. 4.2.

Таблиця 4.2– Основні економічні показники проекту

Назва показників	Комбайни		Відхилення, +,-
	серійний	модернізований	
1. Вартість комбайна, грн.	200000	202890	2890
2. Продуктивність, га/год.	1,1	1,25	0,15
3. Затрати праці, люд.год./га	0,9	0,8	- 0,1
4. Прямі експлуатаційні витрати, грн./га	378,03	352,23	- 25,8
в тому числі:			
оплата праці	11,75	10,34	- 1,41
амортизаційні відрахування	161,62	144,28	- 17,34
відрахування на ремонти і ТО	65,66	58,61	- 7,05
витрати на ПММ	139	139	
5. Питомі капіталовкладення, грн./га	1010,10	901,73	- 108,37
6. Річний економічний ефект, грн.		9461	

Таким чином, запропоновані в дипломному проекті конструктивні зміни бурякозбирального комбайна дозволять одержати річний економічний ефект в сумі 9461 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Збирання коренеплодів цукрових буряків є однією з найбільш трудомісткою і енергоємною операцією в сільському господарстві.

2. Копачі є основною складовою частиною вузлів коренезбиральних машин. Від їх конструктивних і технологічних параметрів у великій мірі залежить якість викопування коренеплодів, їх пошкодження і втрати.

3. Коренезабірники серійних машин у важких умовах роботи (підвищена вологість ґрунту, особливо суглинкових чорноземів, при підвищеній забур'яненості посівів) часто забиваються. Це призводить до непродуктивних витрат часу на їх очищення, а відтак зниження продуктивності машин. Запропонована нова конструкція коренезабірників комбайна РКМС-6, які здатні самоочищатися в процесі роботи.

4. Розрахунками встановлено, що для безперебійної роботи гичкозбирального агрегату (Т-70С+БМ-6) необхідно для відвезення гички мати два агрегати МТЗ-82 + 2ПТС-4-887Б. Причому причепа повинні мати надставні борти. Для транспортування коренеплодів від бурякозбиральної машини РКМ-6-01 до польового кагату потрібно два агрегати у складі тракторів МТЗ-82 і причепів 2ПТС-6-8526.

5. Результати розрахунків економічної ефективності показують, що запропоновані конструктивні зміни бурякозбирального комбайна дозволять одержати річний економічний ефект в сумі 9461 грн.