

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра галузевого машинобудування

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття

ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: «Дослідження технологічного процесу роботи викопувальних
робочих органів при збиранні цукрового буряку»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 1
Безсмертний Дмитро Олександрович
Керівник: Біловод О. І.
Рецензент: Шейченко В. О.

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Україна належить до найбільших бурякосіючих країн Європи. Окрім домінуючого значення цукрової сировини для харчової і переробної промисловості, вона використовується як корм для відгодівлі сільськогосподарських тварин.

Процес збирання цукрового буряку дуже енергоємний і потребує використання надійної техніки. В Україні набули широкого розповсюдження коренезбиральні машини з дисковими робочими органами, які спроможні виконувати технологічний процес в складних агрокліматичних умовах [1].

Висока інтенсивність спрацювання леза дискових копачів під дією абразивного середовища, яким є ґрунт, призводить до втрати їх працездатності [49]. Підвищити стійкість проти спрацювання та покращити самозагострення дисків, можна за рахунок наплавлення шару зносостійкого матеріалу. Існуючі технології зміцнення дискових копачів передбачають наплавлення на робочу поверхню леза диска однорідного зносостійкого шару. Дискові копачі зміцнені за такою технологією втрачають працездатність після 480...500 га або чотирьох сезонів нормативного напрацювання машин [2]. Даний метод зміцнення не дозволяє в повній мірі забезпечити самозагострення леза. Проведені дослідження в напрямку зміцнення робочої поверхні зносостійким матеріалом змінної товщини встановили перспективність даного методу, який дозволяє підвищити здатність леза до самозагострення за рахунок утворення зубчатої крайки леза, що сприяє підвищенню працездатності та довговічності.

В комплексі заходів, націлених на підвищення надійності роботи коренезбиральних машин, значна роль відводиться підвищенню працездатності дискових копачів.

Актуальність теми. Однією з головних технологічних операцій при виробництві цукрового буряку є збирання коренеплодів, що виконується в основному машинами з дисковими викопуючими пристроями. Враховуючи

сезонність роботи бурякозбиральних комплексів, дуже важливим є забезпечення працездатності дисків викопуючих пристроїв, які в процесі взаємодії з ґрунтом, як абразивним середовищем – спрацьовуються, що потребує їх відновлення або заміни.

Аналізом попередніх досліджень встановлено, що одним із ефективних і економічних методів підвищення працездатності дисків викопуючих пристроїв коренезбиральних машин є їх зміцнення зносостійким матеріалом.

У зв'язку з цим, визначення основних параметрів технології виготовлення зміцнених дисків, яка б забезпечувала необхідне підвищення довговічності і ефективності використання бурякозбиральної техніки, є актуальним науковим завданням, що має велике народногосподарське значення.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення працездатності дисків викопуючого пристрою коренезбиральної машини шляхом обґрунтування параметрів методу зміцнення.

Для досягнення поставленої мети визначені такі **завдання дослідження**:

- проаналізувати напрямки підвищення працездатності та довговічності робочих органів сільськогосподарських машин, що взаємодіють з ґрунтом;
- встановити закономірності спрацювання та умови самозагострення леза дисків викопуючого пристрою коренезбиральної машини;
- дослідити вплив параметрів зносостійкого шару зміцненого леза змінної товщини на інтенсивність формоутворення зубчастої поверхні при виконанні технологічного процесу;
- розробити новий метод зміцнення робочої поверхні дисків викопуючого пристрою для підвищення їх працездатності та довговічності;
- дослідити процес формоутворення зубчастої робочої поверхні дисків при їх спрацюванні;

– провести порівняльні з серійними виробничі випробування розроблених дисків, визначити техніко-економічну ефективність їх застосування;

Об’єкт дослідження – процес спрацювання дисків коренезбиральної машини при виконанні функції призначення, зв’язок процесу з конструктивними параметрами леза дисків викопуючого пристрою.

Предмет дослідження – обґрунтування методу підвищення працездатності та параметрів дисків викопуючого пристрою коренезбиральної машини.

Методи дослідження – теоретичні дослідження виконані з використанням методів землеробської механіки для встановлення працездатності розроблених дисків викопуючого пристрою коренезбиральної машини. Лабораторні і виробничі випробування експериментальних дисків з вивченням характеру спрацювання леза за допомогою розробленого лабораторного устаткування проведені на основі галузевих та запропонованих методик, математичної статистики і теорії надійності.

Наукова новизна одержаних результатів. Створена нова математична модель формоутворення зубчастої поверхні при спрацюванні зміцненого леза дискового копача коренезбиральної машини змінної товщини, в якій вперше враховано вплив параметрів зносостійкого шару на інтенсивність формоутворення зубців.

Встановлені закономірності впливу конструктивних параметрів зносостійкого шару змінної товщини на інтенсивність формоутворення зубців на лезі диска з урахуванням технології виготовлення.

Теоретично обґрунтовано розроблений метод підвищення працездатності дискових копачів, який відрізняється від відомого попереднім перед зміцненням формоутворенням виступів і заглиблень у робочому шарі леза диска.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується застосуванням методів землеробської

механіки, основних законів спрацювання робочих органів в абразивному середовищі, адекватністю розроблених математичних моделей реальним процесам спрацювання, позитивними результатами дослідно-виробничої перевірки запропонованих конструкцій та їх виробничим впровадженням.

Наукове значення роботи зводиться до подальшого розвитку теорії спрацювання лезових робочих органів в абразивному середовищі, а саме леза дискових копачів, зміцненого зносостійким матеріалом змінної товщини.

Техніко-економічний ефект від впровадження розроблених дисківвикопуючого пристрою складає 10500 грн на одну машину.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Загальні відомості про виробництво цукрових буряків

Цукрові буряки вирощують як технічну і кормову культуру. Коренеплоди сучасних сортів містять 17...19% цукру, 100 кг коренеплодів відповідають 26 кормовим одиницям і містять 1,2 кг перетравного протеїну, 0,5 кг кальцію, 0,5 кг фосфору. Кормова патока містить близько 60% цукру, 100 кг її відповідають 77 кормовим одиницям і містять 4,5 кг перетравного протеїну [2].

Цукрові буряки мають велике агротехнічне значення. Під цю культуру проводять глибокий обробіток ґрунту, вносять добрива, здійснюють ретельний догляд за посівами, тому вони є цінними попередником для багатьох сільськогосподарських культур. Впровадження інтегрованої системи захисту від шкідників, хвороб і бур'янів, яка включає хімічну обробку і профілактичні прийоми з передпосівною обробкою насіння захисно-стимулюючими композиціями є найбільш економічно доцільним і екологічно безпечним заходом підвищення продуктивності цукрових буряків.

Багаторічний досвід господарств та наукові дані свідчать, що високі врожаї коренеплодів можна одержувати в усіх бурякосіючих господарствах України за умови оволодіння сучасною технологією вирощування та широкого впровадження у виробництво інноваційних наукових розробок і передового досвіду.

Системі обробітку ґрунту під цукровий буряк приділяють особливу увагу. На відносно чистих полях застосовують звичайний зяблевий обробіток, який включає післяжнивне лушення стерні дисковими лушильниками ЛДГ-15, ЛДГ-20 або дискування важкими дисковими боронами БДВ-6,3, БДТ-7, БД-10 на глибину 6...8 до 10 см, а після появи

масових сходів бур'янів і внесення органічних та мінеральних добрив проводять основний обробіток на 25...27 см.

На полях з великою кількістю багаторічних коренепаросткових бур'янів застосовують поліпшений зяблевий обробіток, який починається з післязбирального лушення. Через 1,5...2 тижня після появи проростків коренепаросткових бур'янів проводиться мілкий на 12...14 см безполицевий обробіток плоскорізами КПШ-5, КПП-2,2 або протиерозійними культиваторами КПС-3,8, а після внесення добрив застосовується основний обробіток. Такий спосіб виснаження дозволяє знизити кількість проростків коренепаросткових бур'янів на 70 і більше відсотків.

В умовах задовільного зволоження в літньо-осінній період та високій забур'яненості полів малорічними бур'янами під цукрові буряки кращий результат дає напівпаровий обробіток, який складається з післязбирального лушення та основного обробітку на 25...27 см не пізніше першої декади серпня. Після чого за літньо-осінній період поле по мірі проростання бур'янів 2..3 рази культивують культиваторами КПС-4 на глибину 8...10 до 12 см. У кінці жовтня слід провести глибоке на 16...18 см безполицеве розпушування, краще всього протиерозійними культиваторами. Цей захід забезпечує покращення фізичного стану ґрунту, накопичення зимово-весняних опадів і прискорення прогрівання ґрунту навесні.

Найвища урожайність цукрових буряків досягається лише за умови формування оптимальної густоти посівів не пізніше фази «вилочка» – перша пара справжніх листочків. В разі формування густоти посівів в фазу при якій утворено 2...3 пари справжніх листочків урожайність коренів знижується відповідно на 10...15 ц/га. Точна сівба – одна з умов одержання рівномірного розміщення по довжині рядків сходів. Залежно від зон бурякосіяння, густота насадження рослин цукрових буряків на період збирання має бути: у зоні достатнього зволоження – 100...110, у зоні нестійкого зволоження – 95...100, у зоні недостатнього – 90...95 тисяч рівномірно розміщених рослин. При дотриманні цих умов формуються переважно коренеплоди однакових

розмірів із значно меншими відхиленнями їх відносно осьової лінії рядка і поверхні ґрунту, що дозволяє значно підвищити якість механізованого збирання врожаю.

Передзбиральний період формування урожаю цукрових буряків характеризується, суттєвим збільшенням цукронакопичення. Збирання необхідно проводити при технічній стиглості коренеплодів. Згідно з багаторічними даними приріст маси коренеплоду з 20 серпня по 20 вересня складає в середньому 95...97 г, а підвищення цукристості на 2,1...2,3%. Врожайність буряків впродовж вересня зростає на 5,1 т/га, а вміст цукру на 1,5% [3].

Одним з важливих критеріїв визначення початку і закінчення строків збирання цукрових буряків є технологічна оснащеність господарства, яка гарантувала б завершення збирання буряків до кінця жовтня. При складанні графіків збирання доцільно враховувати строк сівби на кожному конкретному полі.

Значного скорочення затрат праці і матеріальних коштів на збирання цукрових буряків, а також підвищення якості бурякової сировини можна досягти, застосовуючи потоковий, перевалочний і потоково-перевалочний способи збирання без ручного доочищення коренеплодів з одночасним збиранням гички [1].

Потоковий спосіб збирання: коренеплоди і гичку збирають машинами і подають у транспортні засоби. Коренеплоди транспортують безпосередньо на приймальні пункти, а гичку – до місця силосування або згодовування.

Перевалочний спосіб: коренеплоди збиральними машинами подають у тракторні причеми і укладають в тимчасові кагати в кінці або посередині поля. Після цього буряки вантажать буряконавантажувачем у транспортні засоби і відвозять на приймальний пункт в день збирання.

Потоково-перевалочний спосіб: частину коренеплодів вивозять безпосередньо від збиральних машин на приймальні пункти цукрових заводів, решту укладають у тимчасові кагати на перевалочних майданчиках.

Цей спосіб доцільно застосовувати при нестачі у господарствах транспортних засобів.

Основним способом збирання цукрових буряків повинен бути потоковий, який забезпечує збереження технологічних якостей бурякової сировини, зменшуючи її втрати і пошкодження.

Для забезпечення високої якості збирання цукрових буряків необхідно виконувати наступні агротехнологічні вимоги:

- прямий зріз головок коренеплодів повинен бути 90%;
- площа зрізу має проходити не нижче рівня нижніх зелених черешків гички;
- кількість коренів із зрізом вище 2 см від вершини їх головок не повинна перевищувати 5%;
- кількість землі у гичці – не перевищувати 0,5% її маси;
- загальні втрати зеленої маси гички – не перевищували 10% ;
- швидкість руху агрегату при збиранні гички має бути 1,7...2 м/с;
- повнота підкопування коренів не менше 98,5% ;
- втрати коренеплодів, залишених у ґрунті і на поверхні поля, не повинні перевищувати 1,5%, пошкодження коренеплодів – 20%, у тому числі значно – 5% ;
- загальна забрудненість коренів – 10%, у тому числі зеленої маси – 3%.

Ці вимоги забезпечуються відповідною технологічною підготовкою агрегатів [1, 2].

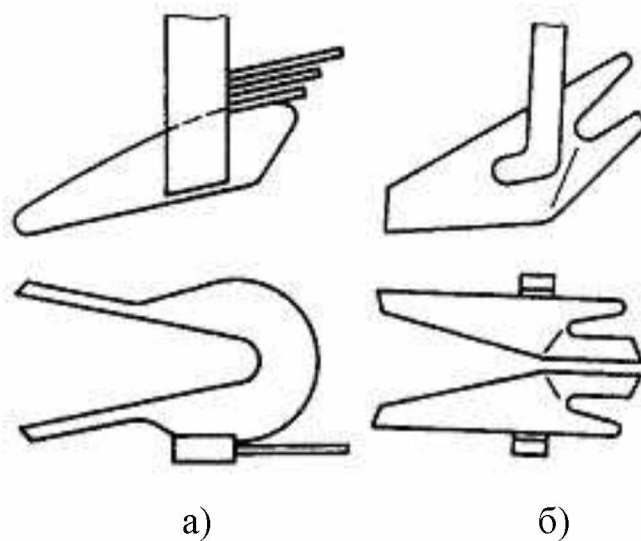
1.2. Конструкції викопуючих робочих органів бурякозбиральних машин

Одним з головних робочих органів бурякозбиральних машин є викопуючі пристрої, які виконують одну з перших операцій технологічного процесу збирання коренеплодів.

За конструктивною схемою виконання викопуючі пристрої поділяються на такі основні типи: лемішні, вилкові, дискові, та комбіновані [3,4,5]. Не зважаючи на їх конструктивну різноманітність, механіко-технологічний принцип роботи викопуючих пристроїв полягає в руйнуванні зв'язку коренеплід - ґрунт і створенні витягаючого зусилля для наступного переміщення коренеплоду по поверхні робочого органу та передачі його на очисні пристрої.

Процес створення зусилля лемішними та вилковими копачами полягає в стисненні ґрунту лезом клина або поверхнею вилки на глибині підкопування з утворенням тріщин, сколів та сил підпору для здійснення витягаючого зусилля в руслі копача. Дисковий копач взаємодіє на шар ґрунту поступово по всій глибині підкопування, вирізаний шар ґрунту з коренеплодом стискається та вижимается вверху.

Лемішні копачі – це два симетрично розташованих леміша, встановлених під кутом до напрямку руху машини. За конструкцією лемішні копачі (рис. 1.1) поділяються на розімкнуті і замкнуті, які мають більшу здатність щодо деформації ґрунту. При несприятливих умовах збирання вони забиваються рослинними залишками і ґрунтом, що призводить до порушення процесу вилучення коренеплодів з одночасним їх травмуванням.



а) – замкнуті; б) – розімкнуті

Рисунок 1.1 – Лемішні копачі

Незважаючи на просту конструкцію та малу металомісткість даний тип копачів отримав обмежене застосування, оскільки характеризується високими енергетичними витратами, порушенням технологічного процесу при вилученні коренеплодів із в'язких ґрунтів. Лемішні копачі добре працюють на легких ґрунтах з граничною швидкістю до 1,8 м/с.

Застосування активних робочих органів у викопуючих пристроях дозволяє значно підвищити інтенсивність руйнування зв'язків коренеплід - ґрунт [6] і як наслідок підвищення якості виконання технологічного процесу.

Більшість європейських фірм - виробників коренезбиральної техніки, таких як: «Holmer», «Kleine», «Ropa» Німеччина, «Moreau», «Matrot» Франція, «ТІМ» Данія, комплектують свої комбайни лемішними копачами коливного типу.

Використовують активний привід і вітчизняні виробники бурякозбиральної техніки. Тернопільський комбайновий завод пропонує серію машин: КС-6Б-03, МКП-4, МКП-6 з універсальними вібраційними копачами, ВАТ «Борекс» виготовляє копач - валкоутворювач КВЦБ-1,2 на базі фірми «Kleine».

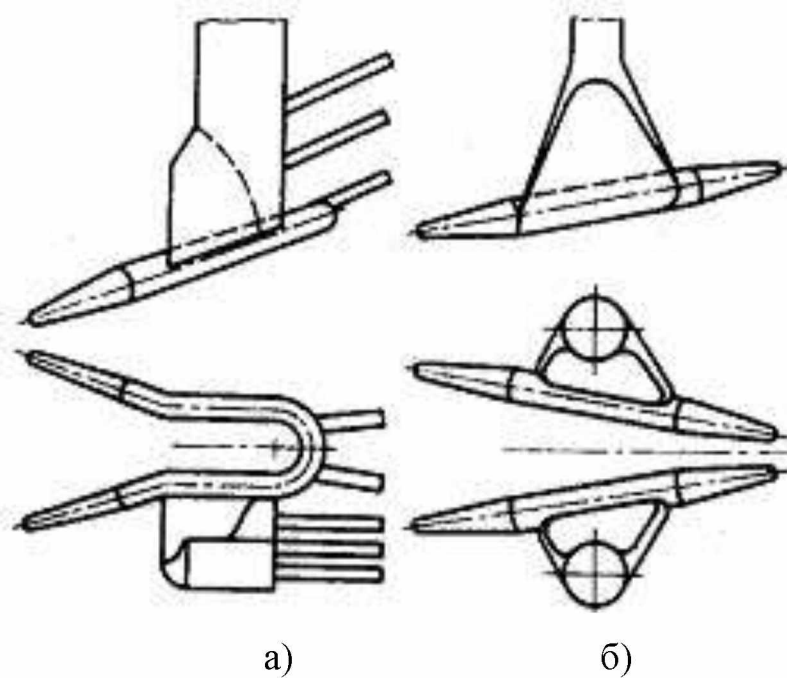
Узагальненні дослідження і аналіз поширених конструкцій копачів коливного типу [7,8] показали, що згадані копачі активно діють на систему коренеплід - ґрунт і потік вороху, що сходить з копачів. Однак вони не забезпечують достатніх зусиль для якісного вилучення коренеплодів при вологості ґрунту в межах 8..14% і 26...30%. Підвищення активності копачів для кращої сепарації і звільнення коренеплодів від ґрунту, спричиняють збільшення пошкоджень коренеплодів на 15...25% і втрат врожаю до 5...15%. В посушливих умовах ворох засмічується на 10...35% грудками ґрунту діаметром 50...100 мм і 20...40% коренеплодів викопується з обірваними «хвостами», а в зволожених умовах до 40% ґрунту «налипає» на коренеплоди завдяки стискувачим діям копачів.

Вібраційні копачі потребують значних енерговитрат при збиранні цукрового буряку. Начіпний варіант бурякозбиральної машин

характеризується тяговим опором до 20 кН, що передбачає використання силового агрегату потужністю 90...120 кВт.

Вилкові копачі за конструкцією поділяються на замкнуті і розімкнуті (рис.1.2). Для інтенсифікації процесу вилучення коренеплодів, використовуються активні конусоподібні вилки.

Характерне розташування активних вилок під кутом до горизонту з утворенням кута розхилу між їх центральними вісями сприяє руйнуванню зв'язку коренеплід - ґрунт. Під впливом обертового руху роторів коренеплід має складний рух, він ковзає по поверхні вилок піднімаючись вгору, після чого коренезахоплювачем подається до очисників. Безпосередній контакт активних роторів з коренеплодом сприяє підвищенню відсотку травмованих коренеплодів.



а) – замкнуті; б) – розімкнуті

Рисунок 1.2 – Вижимні вилкові копачі

При умовах коли вологість ґрунту становить 8...14%, а твердість більш ніж 1,5 МПа травмованість збираємих коренеплодів становить близько 40%. При цьому процес вилучення коренеплодів потребує значних енерговитрат –

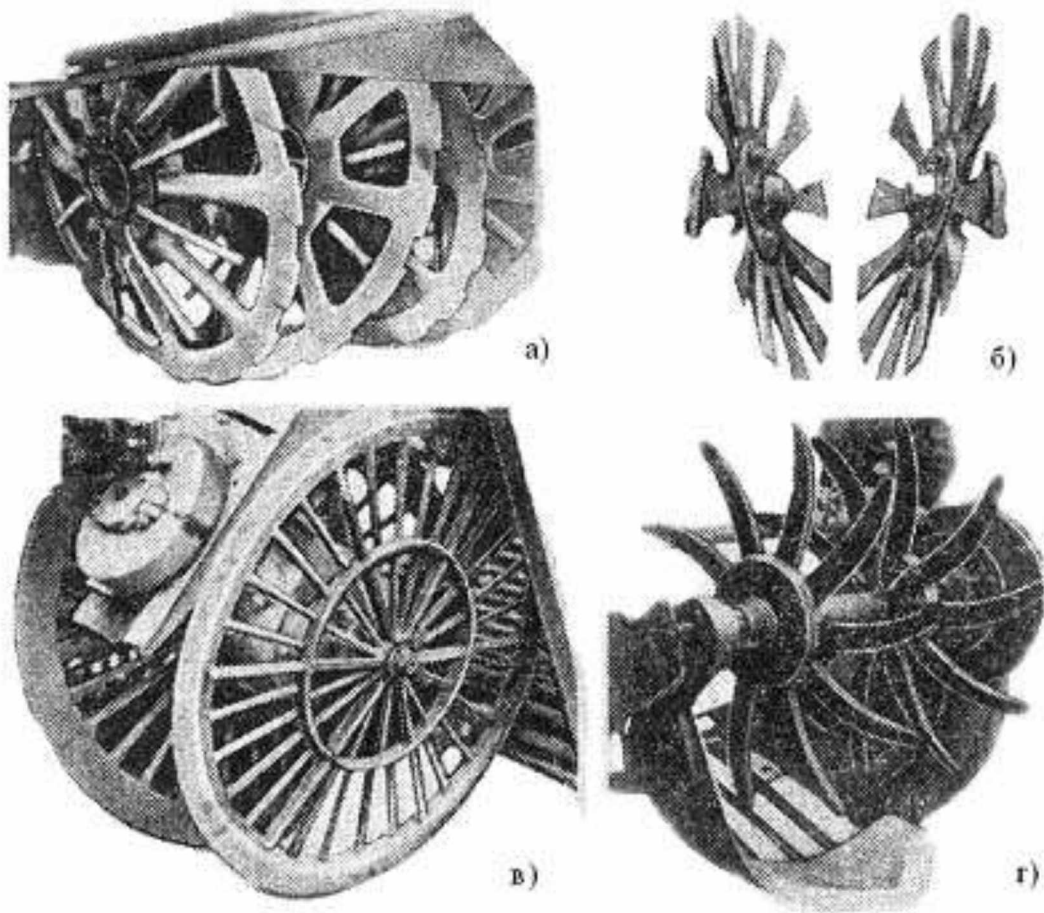
до 30 кВт, що складає 56% від усієї потужності, що витрачається на технологічний процес збирання коренеплодів [19, 20]. Активні вилкові копачі знайшли своє застосування при роботі бурякозбиральних машин на легких та середніх ґрунтах при поступальній швидкості руху до 1,8 м/с. Даним типом копачів комплектуються в основному вітчизняні бурякозбиральні машини МКК-6-02, РКМ-6-01 – Дніпропетровського комбайнового заводу; КС-6Б-01, МКП-4 – ВАТ Тернопільського комбайнового заводу.

Комбіновані копачі – поєднують в собі робочі органи, які мають різну геометричну форму, що і визначає тип комбінованих копачів.

До найбільш поширеного типу відносяться комбіновані копачі, які складаються з сферичного диска діаметром 450...600 мм і полоза, копач типу «Євро диск». Даний тип копачів був використаний при обладнанні бурякозбиральних машин вітчизняного виробництва. Так, Тернопільський комбайновий завод запропонував серійну машину КС-6Б-07; ВАТ «Уманьфермаш» причіпний копач АЗК-6-01. Закордонні фірми «Matrot», «Herriau», «Moreau» Франція – пропонують самохідні комбайни, «Gelles» Бельгія – причіпний копач. Підбирання коренеплодів у цих машинах здійснюється роторними сепаруючими пристроями.

Дослідження дисково-лемішних копачів встановили ефективність їх використання на легких ґрунтах і обмежене використання на в'язких та важких ґрунтах. Не рекомендується використовувати їх на полях з глибоко розташованими коренеплодами, коли розмір коренеплодів знаходиться на грані кондиційності.

Дискові копачі (рис. 1.3) поділяються за формою – на сферичні та плоскі, за конструкцією – на долотоподібні, пальцеві і такі, що мають суцільне лезо гладке чи з вирізами, за приводом – пасивні, активні [9,10].



а) – сферичні з вирізним лезом; б) – сферичні долотоподібні; в) – плоскі з гладким лезом; г) – плоскі пальчасті

Рисунок 1.3 – Форми дискових копачів бурякозбиральних машин

Процес руйнування зв'язку коренеплід - ґрунт визначається розташуванням дисків, вертикальні осі яких утворюють кут розхилу, а горизонтальні – кут атаки. Вирізаний шар ґрунту разом з коренеплідом по мірі переміщення стискається в розхилі дисків і піднімається вгору до зустрічі з бітером очисника. При використанні активних дисків на коренеплід діє крутий момент, який забезпечує інтенсивне руйнування зв'язків. Серед існуючих типів викопуючих пристроїв дискові копачі вважаються найбільш універсальними, що надійно забезпечують технологічний процес в широких ґрунтово-кліматичних умовах.

Бурякозбиральні машини обладнані активними дисковими копачами працюють з робочими швидкостями до 2,6 м/с.

Дисковими копачами обладнані бурякозбиральні машини вітчизняного і закордонного виробництва. ВАТ «Тернопільський комбайновий завод» КС-6Б, КБ-6; Дніпропетровський комбайновий завод РКМ-6-0,5, МКК-6; фірми «Garford-Victor», «Stanten» Англія, «TIM», «Thyregon» Данія, «WKM», «Stoll» Німеччина, «Juko» Фінляндія, «WIC» США, «Matrot» Франція використовують дискові викопуючі пристрої.

Низька зносостійкість і швидке затуплення леза дисків копачів знижує ефективність їх використання. Коренезбиральна машини КС-6Б, обладнана викопуючим пристроєм з штампованими дисками, втрачає працездатність після 480...500 га або чотирьох сезонів нормативного напрацювання машини [49]. Порушення технологічного процесу збирання коренеплодів, що пов'язане із зміною технологічних параметрів викопуючого пристрою, характеризується спрацюванням леза дисків, збільшенням тягового опору, зменшенням глибини входження дисків в ґрунт, обривом хвостової частини і втратою коренеплодів [11].

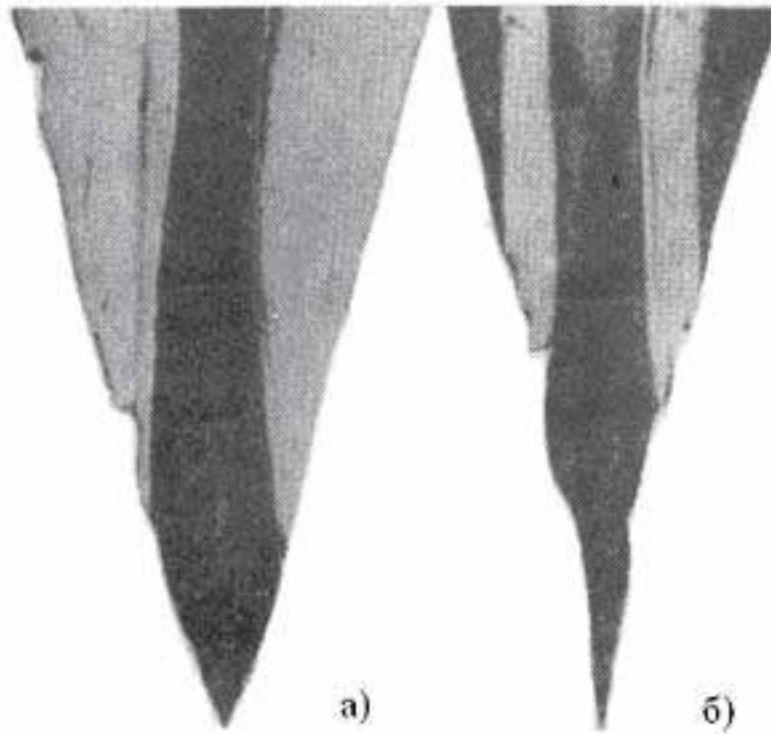
Підвищення працездатності і довговічності копачів є актуальною проблемою вирішення якої дасть змогу підвищити надійність і конкурентну здатність бурякозбиральної техніки вітчизняного виробництва.

1.3. Методи підвищення зносостійкості робочих органів машин

При взаємодії лезових робочих органів сільськогосподарських машин з ґрунтом спостерігається інтенсивне спрацювання ріжучої крайки, яке призводить до втрати працездатності.

Сучасний підхід до створення зносостійкого леза базується на історичному досвіді. Дослідження Н.Е. Резніка, О.А. Семьонова [12] визначено тенденції розвитку лезових знарядь праці: це зменшення кута загострення, зниження шорсткості поверхні, що примикає до леза. Виявлено і протилежні прагнення, щодо максимального збільшення шорсткості поверхні леза шляхом надання йому зубчастої або пилкоподібної форми.

Виникнення металу сприяло розвитку лезових робочих органів. Технологічні прийоми виготовлення металевих ножів полягали в багатошаровому виготовленні з поєднанням шарів металу різної зносостійкості і твердості (рис. 1.4).



а) – тришарове лезо; б) – п'ятишарове лезо

Рисунок 1.4 – Мікроструктура лез ножів Х століття

Сучасна технологія виготовлення лезових робочих органів широко використовує багатошарову структуру матеріалів. Немає сумнівів, що ідея виготовлення ножів багатошаровими ще в давні часи мала за мету отримати лезо, що самозагострюється в процесі роботи.

Методи підвищення зносостійкості робочих органів поділяються на методи, що забезпечують зміцнення робочої поверхні зносостійким матеріалом і конструкторсько-технологічні методи.

Для зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин набули широкого розповсюдження наступні способи наплавлення:

ацетиленокисневе, електроконтактне, плазмове, плакування вибухом, прокаткою, індукційне та інші.

Газове наплавлення [10] використовують для зміцнення ножів, дискових копачів бурякозбиральних машин, дисків сівалок, лушпильників, лемешів. Джерелом нагріву є ацетиленокисневе полум'я. В якості матеріалу для наплавлення використовують прутки або порошки зносостійких сплавів. Для робочих органів сільськогосподарських машин з різною шириною зносостійкого шару розроблено ряд багатополум'яних наконечників до стандартних горілок, які дозволяють виконувати наплавлення механізованим способом. Перевага газового наплавлення полягає в незначному проплавленні основного металу і мінімальному змішуванні основного і наплавленого металу – в межах 8...10%. Простота та доступність обладнання і технології, дає можливість одержання наплавленого шару практично будь-якої системи легування. До недоліків слід віднести низьку продуктивність, нерівномірність наплавленого шару, шкідливі умови праці, необхідність залучення кваліфікованих працівників. Час необхідний для наплавлення одного дискового копача, зносостійким шаром довжиною 1600 мм, товщиною 2,5 мм і шириною 30 мм, складає приблизно 4...5 хв.

Метод наплавлення зносостійким порошковим сплавом за допомогою шовної машини використовується для зміцнення дискових ножів зубчастої форми. Перевагами даного способу є відсутність проплавлення основного матеріалу, мінімальне деформування наплавлених деталей, можливість наплавлення шару зносостійкого матеріалу малої товщини. До недоліків слід віднести низьку продуктивність процесу, нестабільну якість наплавленого шару, відсутність серійного виробництва обладнання.

Отримати біметалічні робочі органи можна плакуванням зносостійкою стрічкою. Цей процес зводиться до міцного з'єднання стрічки з основним матеріалом. Стрічка, що підлягає плакуванню з основним матеріалом під тиском пропускається між роликівими електродами, струм що проходить через ролики зварює стрічку з деталлю.

Перед плакуванням дискові ножі, для забезпечення заданої міцності та пружності підлягають об'ємному загартуванню і відпуску. Окалина, що утворюється в процесі прокатки і термообробки, видаляється травленням в 20% розчині сірчаної кислоти з додаванням 1% інгібітору ОП-1, який підігрівається до 70 °С. Після травлення, промивки і сушки диск підлягає плакуванню стрічкою. Головним недоліком цього способу є велика трудомісткість робіт по підготовці зварювальних деталей та труднощі, що виникають при виготовленні стрічки з зносостійких матеріалів. При неякісній підготовці зварювальних поверхонь, в процесі експлуатації зносостійка стрічка відстає від основного матеріалу.

Спосіб наплавлення високотемпературною стиснутою дугою – плазмове наплавлення, використовується для зміцнення різноманітних деталей і інструментів, в тому числі робочих органів ґрунтообробних машин. В якості матеріалів для наплавлення використовують сплави на основі заліза та самофлюсуючі сплави на нікелевій основі. До переваг цього способу відносяться: мале проплавлення основного матеріалу, висока якість наплавленого металу, можливість отримання тонких шарів з використанням широкої гами зносостійких матеріалів. До недоліків слід віднести відносно низьку продуктивність, необхідність залучення складного та дорогого обладнання. Високі вимоги до гранулометричного складу та форми гранул порошків, призводить до значного подорожчання цього способу. Все це обмежує його використання.

При зміцненні робочих поверхонь різноманітних плоских деталей, в тому числі робочих органів ґрунтообробних машин, використовують метод плакування вибухом і прокаткою. До недоліків цього способу слід віднести технологічну складність при формуванні пакетів великих розмірів, пов'язаних з необхідністю ущільнення порошку для мінімізації об'єму повітря в порожнинах пакета. А по друге, низька деформаційна властивість малопластичних матеріалів плакуемого шару, які як правило мають вузький температурний інтервал режимів прокатки.

Для зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин використовують дугове наплавлення. Цей спосіб обмежений, він має низьку продуктивність процесу, велике проплавлення основного металу, при напавленні проволочками і стрічковими електродами.

Значну кількість робочих органів сільськогосподарських машин зміцнюють індукційним способом [14]. Це леміші та польові дошки плугів, лапи культиваторів і плоскорізів, ножі фрез, копачі бурякозбиральних машин та інші робочі органи. В сільгоспмашинобудуванні індукційне наплавлення знайшло широке застосування після розробки промислової технології зміцнення РостНДІТМ.

Перевагою цього способу є можливість наплавлення тонких шарів зносостійкого матеріалу, висока продуктивність, можливість механізації і автоматизації процесу, що важливо в умовах серійного виробництва робочих органів. До недоліків слід віднести відносно високу енергоємність, перегрів основного матеріалу. Матеріал для наплавлення повинен використовуватися у вигляді порошку з розміром часток менше 0,05 мм., та мати мінімальне магнітне проникнення. До порошків, які відповідають вказаним вимогам можна віднести Сормайт-1, Сормайт-27, ФБХ-6-2, УС-25, У35х26Г6В2РТ та псевдо сплави типу ПС-3 (сормайт + реліт), ПС-4 (сормайт + ферохром), ПС-5 (сормайт 40% + ферохром 58% + феротитан 2%). Основу цих твердих сплавів складає залізо. Вибір матеріалу для наплавлення залежить від умов експлуатації робочого органу.

Проведений аналіз показав, що найбільш перспективним з розглянутих способів наплавлення робочих органів сільськогосподарських машин є індукційний спосіб.

Одним із напрямків підвищення зносостійкості і працездатності робочих органів сільськогосподарських машин є удосконалення форми робочого органу, а саме профілю ріжучої частини [13]. Поряд з робочими органами, що мають гладке лезо все більшого розповсюдження отримують робочі органи з зубчастими лезами [7], які можуть набувати зубчастого

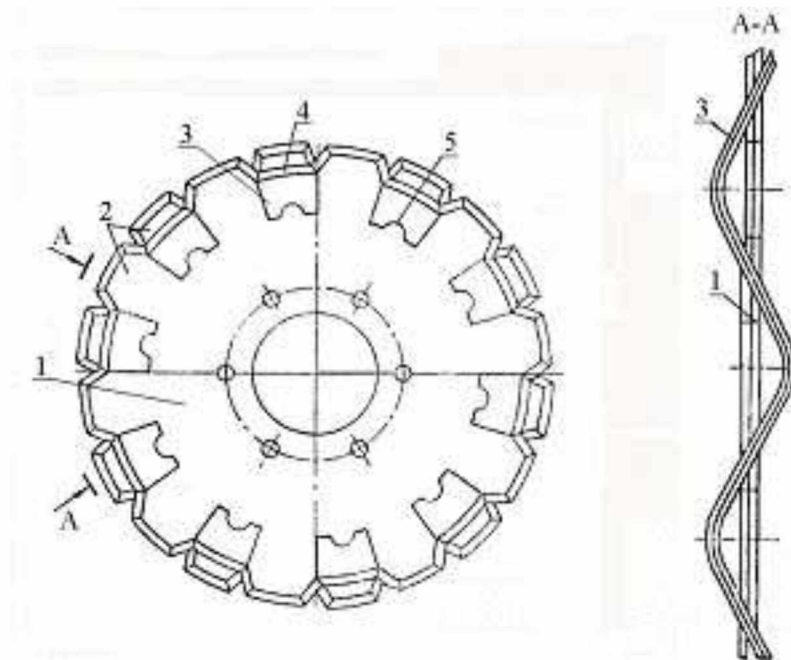
профілю, як під час виготовлення так і в процесі спрацювання леза при виконанні технологічного процесу [6].

В процесі дослідження розглянуто два основні типи робочих органів – це дискові і лемішні.

Дискові робочі органи набули широкого застосування на різних типах ґрунтообробних і коренеклубне збиральних машинах. Леза дискових робочих органів в декілька разів довше лез лемішних і лапчастих, що забезпечує меншу інтенсивність спрацювання ріжучої кромки.

Розглянемо основні типи дискових робочих органів і визначимо за рахунок чого досягається підвищення зносостійкості і працездатності при виконанні функції за призначенням.

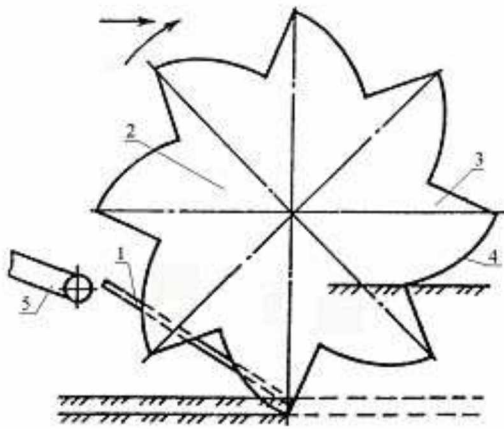
Трапецеїдальне виконання зубців 2 ґрунтообробного знаряддя [116], (рис. 1.5) дозволяє збільшити їх зносостійкість за рахунок перерозподілу ріжучого навантаження між зубцями плоского диска 1 і гофрованого ножа 3, покращити якість рихлення і знизити зусилля врізання в ґрунт.



1 – плоский диск, 2 – зубці, 3 – гофрований ніж, 4 – зовнішня ріжуча крайка 5 – фіксатор

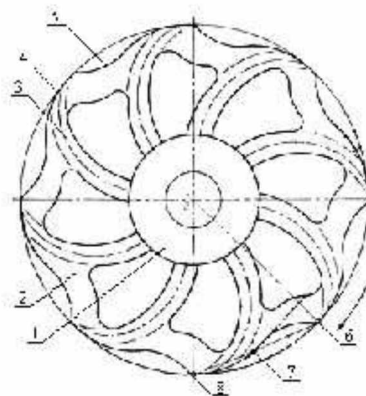
Рисунок 1.5 – Робочий орган ґрунтообробного знаряддя

Виконання ріжучої крайки зубців на одному з дискових робочих органів, за логарифмічною кривою з постійним кутом різання, (рис. 1.6) і спряженням випуклих і вгнутих кривих у вигляді частини циклоїди і еліпсоїда іншого, (рис. 1.7) змінює процес різання ковзання на різання фрезерування ґрунту. При цьому відбувається перерозподіл навантаження на ріжучій крайці леза. Зміцнення ділянок леза, які сприймають максимальне навантаження дозволяє підвищити його зносостійкість. Запропоновані форми зубців дозволяють знизити тяговий опір, підвищити ефективність роботи дискового робочого органу і покращити подрібнення ґрунту.



1 – леміш, 2 – диск, 3 – зубці, 4 – ріжуча крайка, 5 – сепаруючий елеватор

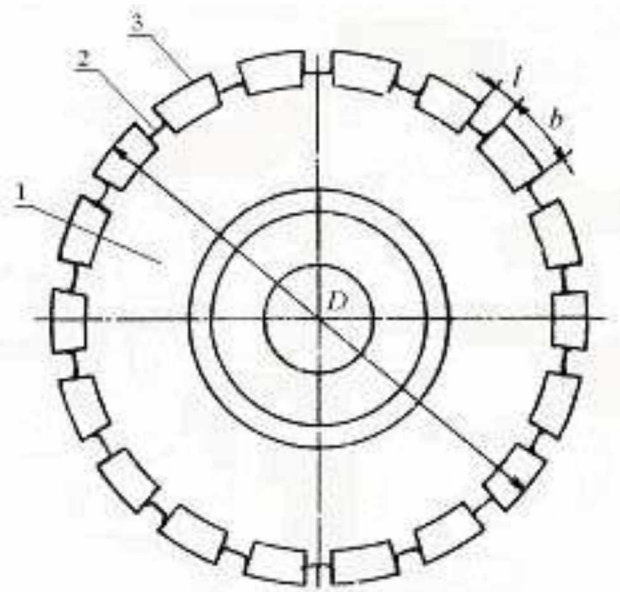
Рисунок 1.6 – Викопуючий робочий орган коренеклубнезбиральної машини



1 – маточина, 2 – обід, 3 – спиці, 4 – дуга у вигляді частини циклоїди, 5 – дуга у вигляді еліпсоїди

Рисунок 1.7 – Дисковий копач для коренеплодів [14]

В процесі роботи дискового ножа (рис. 1.8) зовнішня поверхня виступу 3 спрацьовується рівномірно по всій висоті зубця. В результаті такого рівномірного спрацювання форма виступу 3 і заглиблення 2 зберігається до повного спрацювання, чим забезпечується збільшення зносостійкості і строку служби ножа. Це досягається конструктивно тим, що довжина дуги заглиблення l між суміжними зубцями по всій її довжині складає $0,04...0,07$ діаметра диска D , а співвідношення її довжини до довжини дуги виступу b складає $0,4...0,6$.

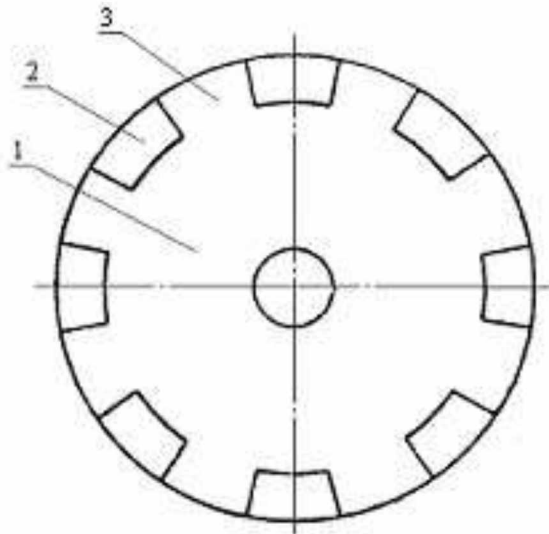


1 – зубчастий диск, 2 – заглиблення, 3 – виступ

Рисунок 1.8 – Дисковий ніж гичкозбиральної машин

Для ножів з переривчастим зміцненням (рис. 1.9) характерно нерівномірне спрацювання ділянок леза, що сприяє утворенню зубців на поверхні леза і підвищенню зносостійкості. На початку роботи ножа незміцнені ділянки леза спрацьовуються швидше, ніж зміцнені. В подальшому темп спрацювання цих ділянок зменшується, матеріал, що розрізається поступає до цих ділянок в меншій кількості, що рівноцінно зменшенню питомого тиску. Конструктивні параметри зносостійкого шару: довжина дуги по периметру диска складає $0,1...0,125$ діаметра диска, а товщина зносостійкого шару складає $0,3...0,5$ товщини матеріалу диска. Диск

спрацьовується як по товщині, так і по радіусу в зоні виступу 3, що забезпечує самозагострення леза ножа.



1 – ніж, 2 – зміцнена ділянка леза, 3 – ділянка леза з основного матеріалу

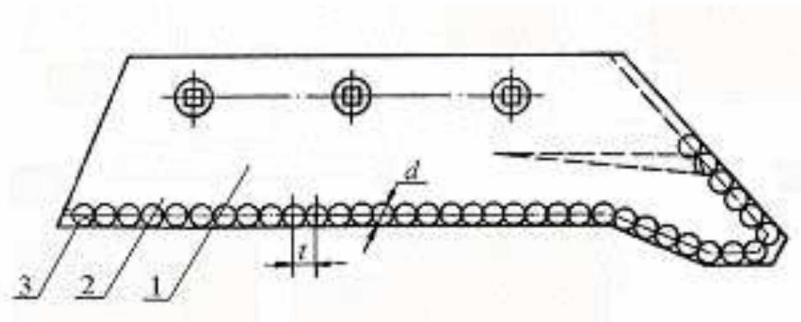
Рисунок 1.9 – Ніж для коренеплодозбиральної машини

З метою підвищення зносостійкості і працездатності лемішних робочих органів застосовується переривчастий метод зміцнення [15]. Даний метод забезпечує утворення зубців в процесі роботи. В початковий період роботи лемеша незміцнені ділянки леза спрацьовуються значно швидше зміцнених ділянок. У результаті лезо приймає загострену зубчасту форму, яка з урахуванням конструктивних параметрів зносостійкого шару забезпечує зменшення тягового опору і спрацювання лемеша.

Для забезпечення переривчастого методу зміцнення застосовують наступні способи наплавлення:

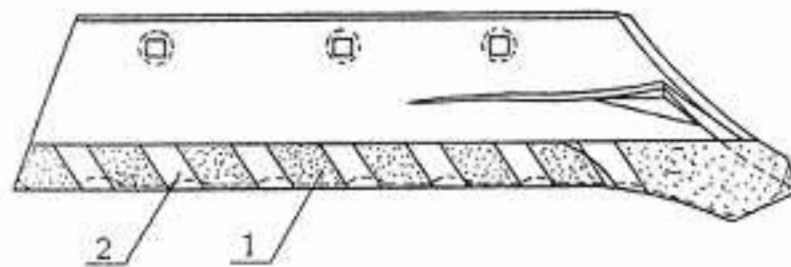
- нанесення зносостійкого матеріалу у вигляді усічених конусів (рис. 1.10) наплавлення шляхом крапкового проплавлення основного матеріалу леміша зносостійкою порошковою проволокою під дією електричної дуги;
- нанесення зносостійкого матеріалу переривчасто, паралельно ріжучій крайки з наступним обмеженням зони наплавлення (рис. 1.11) або у вигляді

валиків виконаних під дією електронного пучка на шар порошку зносостійкого матеріалу (рис. 1.12).



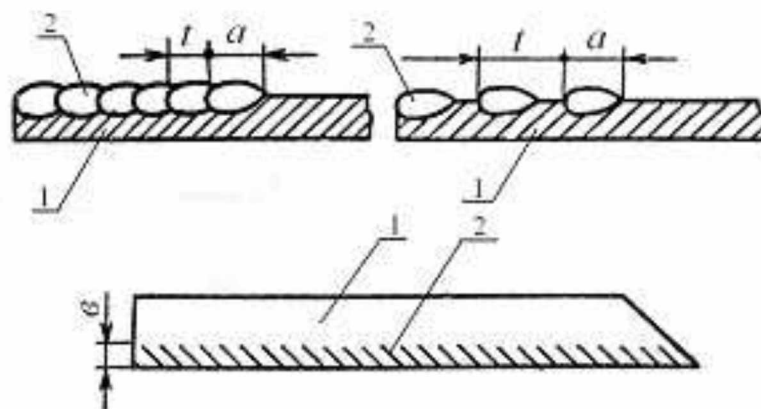
1 – леміш, 2 – лезо, 3 – зносостійкий матеріал, t – крок розташування конусів, d – діаметр більшої основи конусів

Рисунок 1.10 – Плужний леміш



1 – зносостійкий матеріал, 2 – ненаплавлена ділянка

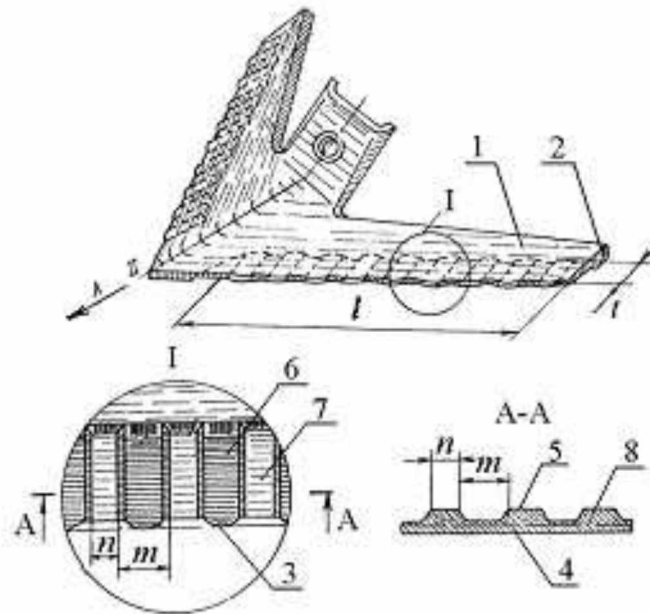
Рисунок 1.11 – Плужний леміш



1 – лезо, 2 – валики, t – крок розташування валиків, a – ширина валика

Рисунок 1.12 – Ґрунтообробний робочий орган

Для підвищення зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин використовують загартування металу, з метою одержання зносостійкого шару. Так лапа культиватора (рис. 1.13), має на кожному крилі 1 клин 2 з пилкоподібним лезом 3 довжиною l .



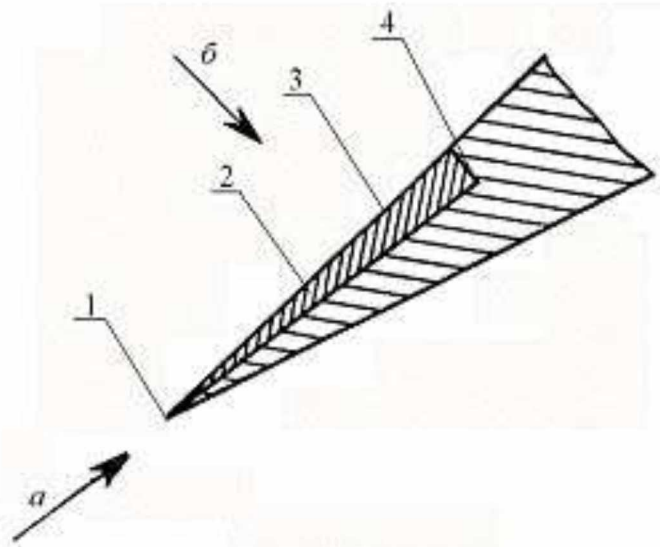
1 – крило, 2 – клин, 3 – пилкоподібне лезо довжиною l , 4 – передня робоча поверхня, 5 – тильна робоча поверхня шириною t , 6 – виступ, 7 – заглиблення, 8 – зносостійкий шар

Рисунок 1.13 – Ріжучий робочий орган для обробітку ґрунту

Пилкоподібне лезо 3 утворено перетином передньої 4 і тильною 5 робочих поверхонь шириною t . Робоча поверхня 5, має виступи 6 і заглиблення 7, на яких внаслідок високоенергетичного нагріву СВЧ, утворюється зносостійкий шар 8. Цей метод дозволяє виконувати загартування робочої поверхні до високої твердості. Робоча частина індуктора рівна ширині зони загартування, переміщується з визначеною швидкістю вздовж леза, здійснюючи при цьому швидкісний нагрів зони клина, з наступним охолодженням водою. Решта металу не нагрівається. Структура його не змінюється, за виключенням зони загартування, де структура основного металу стає мілко зернистою. Під час роботи ріжучого робочого органу при культивації ґрунту лапа спрацьовується. Незміцнений

шар клина 2 спрацьовується швидше, ніж зміцнений шар 8, що дозволяє зберегти лезу пилкоподібну форму. При цьому гострота леза утворюється за рахунок заглиблення 7, а стійкість леза за рахунок виступів 6.

Підвищити зносостійкість робочих органів можна за рахунок наплавлення зносостійкого матеріалу змінної товщини. Так на лицьову сторону 3 лемеша (рис. 1.14) наплавляють зносостійкий матеріал змінної товщини, збільшення якого йде від ріжучої крайки 1 до його основи 4. Леміш спрацьовується як в радіальному напрямку a так і по товщині b . При такій конструкції леза на протязі всього строку служби забезпечується стабільне самозагострення, що підвищує його строк служби.

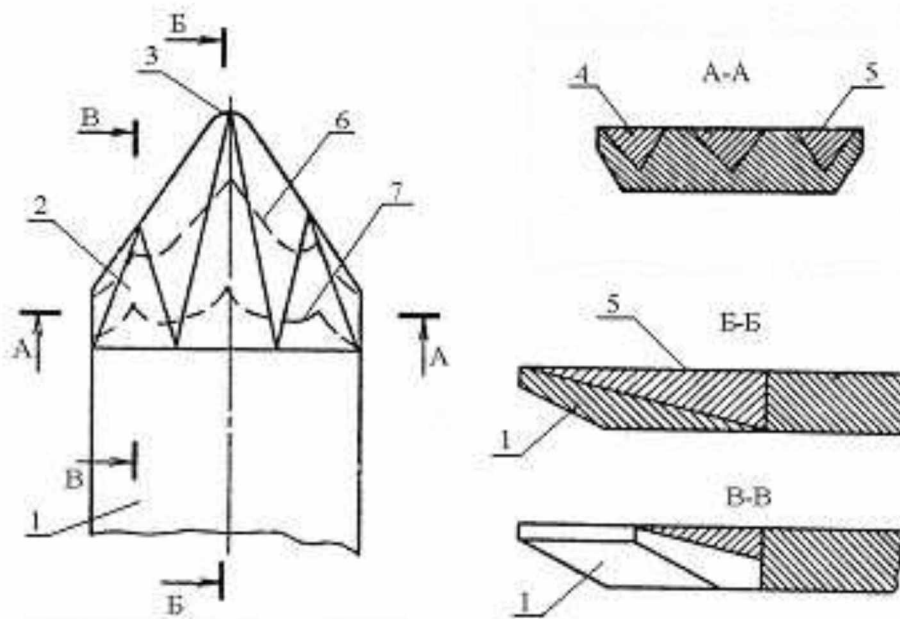


1 – ріжуча крайка, 2 – зносостійкий матеріал, 3 – лицьова сторона лемеша, 4 – основа

Рисунок 1.14 – Плужний самозагострюючий леміш

Підвищенню зносостійкості сприяє поєднання переривчастого метода зміцнення з методом формоутворення змінної товщини. Грунторіжучий інструмент (рис. 1.15) має ріжучу частину 1, що наплавлена окремими ділянками зносостійкого матеріалу, які по периметру виконані у вигляді рівнобічного трикутника з вершиною 3 на лезі ріжучої частини. Кожна сторона трикутника розміщена на грані піраміди з основою 4 у вигляді рівнобічного трикутника, при цьому одна грань 5 піраміди розміщена на

лицевій поверхні ріжучої частини. При роботі ґрунторіжучого інструмента йде спрацювання лицевої і тильної поверхні ріжучої частини. Зносостійкий матеріал має меншу інтенсивність спрацювання по відношенню до основного матеріалу інструмента, за рахунок чого утворюється гостра вершина піраміди. Спрацювання ґрунторіжучого інструменту здійснюється по лінії 6, яка зберігає в процесі спрацювання загострений носок (вершина піраміди), тим самим зберігаючи свою здатність до рихлення.



1 – ріжуча частина, 2 – зносостійкий матеріал, 3 – вершина рівнобічного трикутника, 4 – основа рівнобічного трикутника, 5 – грань піраміди, 6, 7 – лінія спрацювання

Рисунок 1.15 – Ґрунторіжучий інструмент

Виходячи з дослідження методів підвищення зносостійкості робочих органів встановлена перспективність розвитку конструкторсько-технологічних методів, що визначається поєднанням форми робочого органу і геометричних параметрів зносостійкого шару металу, що дозволяє спрямувати процес спрацювання на отримання гострої ріжучої крайки леза, самозагострення, що обумовлюється різною інтенсивністю спрацювання шарів металу.

Висновки та завдання дослідження

На підставі вивчення стану питання та обґрунтування проблеми досліджень підвищення працездатності дисків викопуючого пристрою коренезбиральної машини можна зробити наступні висновки.

1. Аналіз існуючих конструкцій викопуючих пристроїв бурякозбиральних машин вказує на універсальність і ефективність використання дискових копачів. Але при виконанні функції призначення їх працездатність втрачається внаслідок інтенсивного спрацювання леза дисків, що призводить до порушення технологічного процесу збирання коренеплодів виходячи із зміни технологічних параметрів викопуючого пристрою.

2. Існуючі методи зміцнення не дозволяють в повній мірі забезпечити самозагострення леза дисків викопуючого пристрою при виконанні технологічного процесу. Виникає необхідність в періодичному відновленні працездатного стану, що значно знижує ефективність дисків з урахуванням сезонності роботи бурякозбиральних комплексів.

3. Одним з перспективних конструкторсько-технологічних напрямків з підвищення працездатності дисків є зміцнення леза зносостійким матеріалом змінної товщини, що дозволяє отримати зубчасте лезо, що самозагострюється та підвищити на 5...10% технологічну швидкість машини.

Отримані висновки дозволяють сформулювати наступні завдання дослідження:

- проаналізувати напрямки підвищення працездатності та довговічності робочих органів сільськогосподарських машин, що взаємодіють з ґрунтом;
- встановити закономірності спрацювання та умови самозагострення леза дисків викопуючого пристрою коренезбиральної машини;
- дослідити вплив параметрів зносостійкого шару зміцненого леза змінної товщини на інтенсивність формоутворення зубчастої поверхні при виконанні

– провести порівняльні з серійними виробничі випробування розроблених дисків, визначити техніко-економічну ефективність їх застосування.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма і методика експериментальних досліджень

Програма експериментальних досліджень передбачає такі напрямки:

- провести експериментальні дослідження процесу зміцнення леза дисків змінної товщини і формоутворення зубчастої робочої поверхні при виконанні функції призначення;
- обґрунтувати раціональні параметри леза дисків викопуючого пристрою з урахуваннями їх самозагострення та забезпечення довговічності;
- розробити, виготовити і провести порівняльні з серійними виробничі випробування розроблених дисків.

Експериментальні дослідження проводили в лабораторних і виробничих умовах з використанням загальновідомих та особистих методів. На першому етапі з метою дослідження стабілізації зміцнення леза змінної товщини проведено дослідження в лабораторних умовах шляхом виготовлення зразків фрагментів дисків викопуючого пристрою у відповідності з параметрами, що отримані за результатами теоретичних досліджень.

Наступний етап досліджень передбачав виготовлення експериментальних дисків викопуючого пристрою згідно запропонованої технології та випробування їх у виробничих умовах з метою визначення і обґрунтування раціональних параметрів леза дисків викопуючого пристрою.

До особливостей методики експериментальних досліджень слід віднести запропонований метод визначення параметрів леза дискового копача, зокрема товщини леза та розроблений приладу для вимірювання геометричних параметрів профілю леза.

2.2. Дослідження стабілізації зміцнення леза змінної товщини в лабораторних умовах

Згідно запропонованого методу зміцнення робочої поверхні дисків викопуючого пристрою коренезбиральної машин, лезо диска копача виконується рифленим за допомогою розкатного верстата з визначеною глибиною заглиблень та кроком їх розташування. Зміцнення леза виконується за існуючою технологією з дотриманням умови одержання гладкої зовнішньої поверхні зносостійкого шару при змінній товщині основного матеріалу леза.

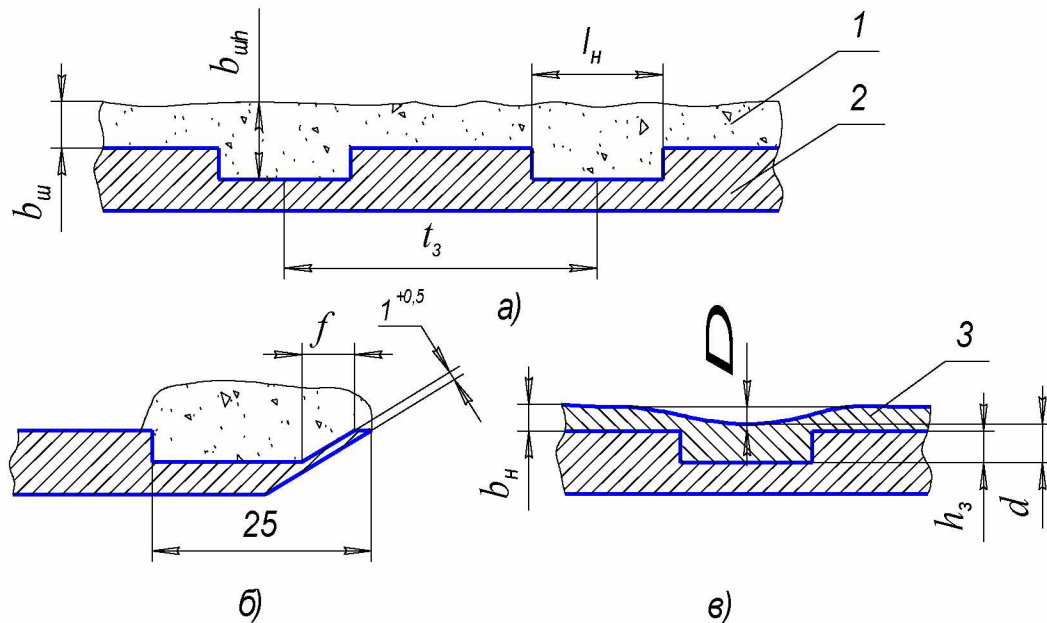
Для виконання вказаних вимог є дуже важливим розподіл розплавленої шихти при заповненні заглиблень та можливість утворення змінної товщини зносостійкого шару з урахуванням усадки шихти при зміцненні.

При проведенні досліджень були враховані параметри, які характеризують утворення на лезі змінної товщини зносостійкого шару взято величину нерівномірності формуючого шару λ , що не повинна перевищувати 40% і співвідношення товщини зносостійкого шару на виступах і заглибленнях χ .

При знаходженні величин λ і χ прийнято припущення, що на нерівномірність формуючого шару впливає глибина заглиблення h_3 і товщина шихти, яку насипали $b_{ш}$ (рис. 2.1), а на співвідношення товщини зносостійкого шару на виступах і заглибленнях впливає глибина заглиблення h_3 , крок розташування заглиблень t_3 , довжина заглиблення l_H та товщини шихти $b_{ш}$ з урахуванням текучості зносостійкого матеріалу при зміцненні.

З літературних джерел [20] встановлено, що при наплавленні шихти коефіцієнт її усадки приблизно становить 2. Виробнича технологія зміцнення дисків копачів [21] передбачає насипання шихти на лезо товщиною $4^{+1}_{-0,5}$ мм, при контрольній товщині зносостійкого шару $1,7 \pm 0,5$ мм. Збільшення

товщини зносостійкого шару до 2,5 мм дозволяється на загальній площі до 15%, зменшення товщини до 0,8 мм на площі до 10%.



а), б) – до зміцнення; в) – після зміцнення; 1 – шихта; 2 – основний матеріал; 3 – зносостійкий матеріал; товщина зносостійкого шару в заглибленні – d , на виступі – b_H ; h_3 – глибина заглиблень; b_{uh} – товщина шихти на виступі; f – відстань, що визначається величиною заглиблення h_3 ; b_{uh} – товщина шихти в заглибленні; l_H – довжина заглиблення; t_3 – крок розташування заглиблень; Δ – абсолютна нерівномірність формуючого шару

Рисунок 2.1 – Розрахункова схема усадки шихти

Приймаючи до уваги виробничу технологію зміцнення дисків копачів розрахунковий коефіцієнт усадки шихти k складає 2,5, абсолютне значення якого розраховується за формулою:

$$k = \frac{b_{uh}}{b_H} . \quad (2.1)$$

Відносне значення цього коефіцієнта становить:

$$i = \frac{b_{uh} - b_H}{b_{uh}} \quad (2.2)$$

Звідки:

$$b_H = b_{ui} - b_{ui}i. \quad (2.3)$$

За аналогією, товщина зносостійкого шару заглиблень визначається залежністю:

$$d = b_{uih} - b_{uih}i. \quad (2.4)$$

Абсолютне значення нерівномірності формуючого шару на зовнішньому боці дорівнює:

$$\Delta = b_H + h_3 - d. \quad (2.5)$$

Відносне значення нерівномірності формуючого шару становить:

$$\lambda = \frac{b_H + h_3 - d}{b_H + h_3}. \quad (2.6)$$

Згідно отриманих залежностей (2.4), (2.6) визначено вплив зміни величини заглиблення h_3 на відносне значення нерівномірності формуючого шару λ (табл. 2.1, рис. 2.2).

Таблиця 2.1 – Розрахункові дані визначення параметрів зносостійкого шару при $i = 0,6$

Глибина заглиблень h_3	Товщина зносостійкого шару на виступі b_H	Товщина зносостійкого шару в заглибленні d	Відносне значення нерівномірності формуємого шару λ
1	1,7	2,1	0,22
2	1,7	2,5	0,32
3	1,7	2,9	0,38
4	1,7	3,3	0,42
5	1,7	3,7	0,45
6	1,7	4,1	0,47
7	1,7	4,5	0,48

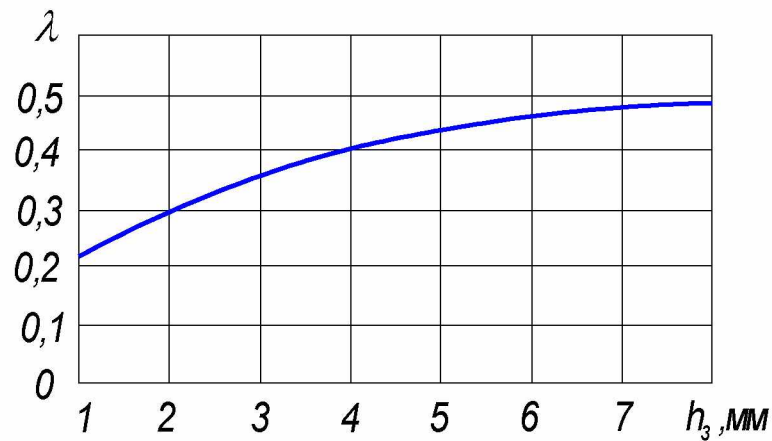


Рисунок 2.2 – Залежність відносного значення нерівномірності формуючого шару λ від величини заглиблень h_3

Виходячи з аналізу табл. 2.1 і рис. 2.2 граничні значення величини заглиблення h_3 становлять 1...3 мм, збільшення їх є недоцільним про що свідчить відносне значення нерівномірності формуючого шару λ , яка є причиною усадки шихти при зміцненні.

Визначимо вплив кроку розташування заглиблень t_3 та довжини заглиблення l_H на співвідношення товщини зносостійкого шару виступів і заглиблень χ з урахуванням текучості зносостійкого матеріалу при зміцненні.

З врахуванням теоретичних досліджень, що проведені в другому розділі роботи та отриманими результатами, щодо нерівномірності формуючого шару подальші дослідження з можливості формоутворення леза дисків змінної товщини проведено при наступних значеннях технологічних параметрів: $l_H = 15...20$ мм, $h_3 = 2; 2,5; 3$ мм, $t_3 = 35; 45; 55$ мм.

Процес текучості можна відобразити через знаходження об'єму шихти, що насипаємо і об'єму зносостійкого матеріалу на лезі змінного профілю.

Згідно технології зміцнення леза дискового копача, на диск насипається шихта з дозуючого бункера, після чого надлишок знімається скребком. Товщина шихти визначається товщиною зносостійкого шару.

З врахуванням змінної товщини леза (рис. 2.1) визначимо об'єм шихти, що насипається на лезо змінного профілю.

Об'єм шихти, що насипається в заглиблення леза визначається за формулою:

$$V_3 = (h_3 \times l_3 \times (m - f)) + \left(\frac{f \times h_3 \times l_3}{2} \right), \quad (2.7)$$

де m – ширина зносостійкого шару;

f – відстань, що визначається глибиною заглиблення h_3 .

Об'єм шихти, що насипається на лезо розраховується за формулою:

$$V_{л.ш} = b_{ш} \times t_3 \times 25. \quad (2.8)$$

Сумарний об'єм зносостійкого шару після зміцнення леза змінного профілю визначається за формулою:

$$V_H = \frac{V_3 + V_{л.ш}}{k}. \quad (2.9)$$

Товщина зносостійкого шару на виступі розраховується за формулою:

$$b_H = \frac{V_H - V_3}{t_3 \times m}. \quad (2.10)$$

Співвідношення товщини зносостійкого шару виступів і заглиблень χ визначається за формулою:

$$\chi = \frac{b_H + h_3}{b_H}. \quad (2.11)$$

За отриманими залежностями (2.10), (2.11) визначено, вплив зміни глибини заглиблення h_3 та кроку розташування заглиблень t_3 на співвідношення товщини зносостійкого шару виступів і заглиблень χ при $l_H = 15$ мм (табл. 2.2, рис. 2.3).

Таблиця 2.2 – Розрахункові дані визначення параметрів зміцнення при

 $l_H = 15 \text{ мм}$

Глибина заглиблень h_3	Крок розташування заглиблень t_3	Товщина зносостійкого шару на виступі b_H	Співвідношення товщини зносостійкого шару виступів і заглиблень χ
2	35	1,25	2,61
	45	1,34	2,49
	55	1,41	2,42
2,5	35	1,15	3,18
	45	1,27	2,97
	55	1,35	2,86
3	35	1,05	3,84
	45	1,2	3,5
	55	1,29	3,32

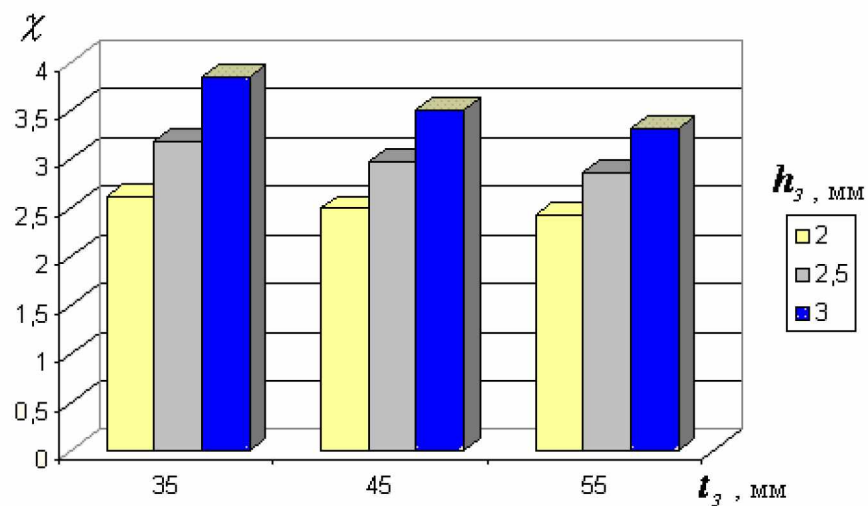


Рисунок 3.3 – Залежності співвідношення товщини зносостійкого шару виступів і заглиблень χ від глибини h_3 і кроку розташування t_3 заглиблень, при $l_H = 15 \text{ мм}$

Аналізуючи дані табл. 3.2 і рис. 3.3 встановлено, що при заданих конструктивних параметрах леза змінної товщини, співвідношення товщини зносостійкого шару виступів і заглиблень χ відповідають можливості утворення зносостійкого шару змінної товщини. Слід відмітити, що співвідношення χ відіграє значну роль у формоутворенні зубчастого леза,

що визначається різною товщиною зносостійкого шару, отже і різною швидкістю спрацювання.

Теоретичні розрахунки свідчать про стабілізацію товщини зносостійкого шару при зміцненні леза змінної товщини і правомірності зменшення заданого співвідношення максимального і мінімального значення товщини зносостійкого шару секторів ремонтних дисків при використанні нового методу зміцнення леза дискового копача. Для підтвердження теоретичних розрахунків виникає необхідність в проведенні експериментальних досліджень стосовно впливу глибини заглиблень h_z і кроку розташування заглиблень t_z на утворення змінного профілю зносостійкого шару.

Висновки

1. Розроблений новий метод зміцнення дискових копачів, що полягає в утворенні заглиблень на робочій поверхні леза при його розкочуванні, дозволяє отримати зубчасту поверхню при виконанні технологічного процесу, що забезпечує самозагострення леза.

2. Встановлено можливість утворення зносостійкого шару змінної товщини без істотної усадки, при цьому товщина шару металу між заглибленнями залежить від конструктивних параметрів леза.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив параметрів леза дискового копача на якість виконання функції призначення

Розглядаючи критерії працездатності леза дискового копача можна визначити критерії, що пов'язані з енергоємністю вилучення цукрового буряку з ґрунтом і ті які визначають якість виконання технологічного процесу.

При вилученні коренеплодів лезо копача взаємодіє з шаром ґрунту поступово по всій його глибині. В цьому випадку працездатність леза характеризується властивістю розділяти ґрунт на частки шляхом передачі через ріжучу крайку леза навантажень прикладених до дисків копача. Ріжуча здатність леза пов'язана з величиною і способом прикладення навантаження, з властивостями ґрунту та з геометричними параметрами леза: кутом загострення і гостротою леза, які змінюються під час його спрацювання. При зміні геометричних параметрів леза, затупленні підвищується зусилля входження дискового копача в ґрунт за рахунок збільшення площі контакту крайки леза з ґрунтом.

При розгляді критерію працездатності леза дискового копача та пов'язуючи його з якістю виконання технологічного процесу, слід розглядати його з точки зору втрат цукрового буряку при виконанні ним функції призначення.

Розроблені агротехнічні вимоги до збирання цукрового буряку згідно [15], свідчать про допустимі втрати коренеплодів: повнота підкопування коренів не менше 98,5% ; втрати коренеплодів у вигляді залишених у ґрунті і на поверхні поля, не повинні перевищувати 1,5%; пошкодження коренеплодів –

20%, у тому числі значно пошкоджених – 5%; загальна забрудненість вороху – 10%, у тому числі зеленої маси – 3%.

Збільшення втрат та кількості пошкоджених коренеплодів свідчить про недотримання вимог відносно технологічних регулювань дискового викопуючого пристрою (рис. 2.1, 2.2) та технології вирощування цукрового буряку.

Зміна технологічних параметрів викопуючого пристрою може здійснюватись оператором, в залежності від геометричних розмірів коренеплодів (табл. 3.1) або бути наслідком спрацювання леза дискового копача.

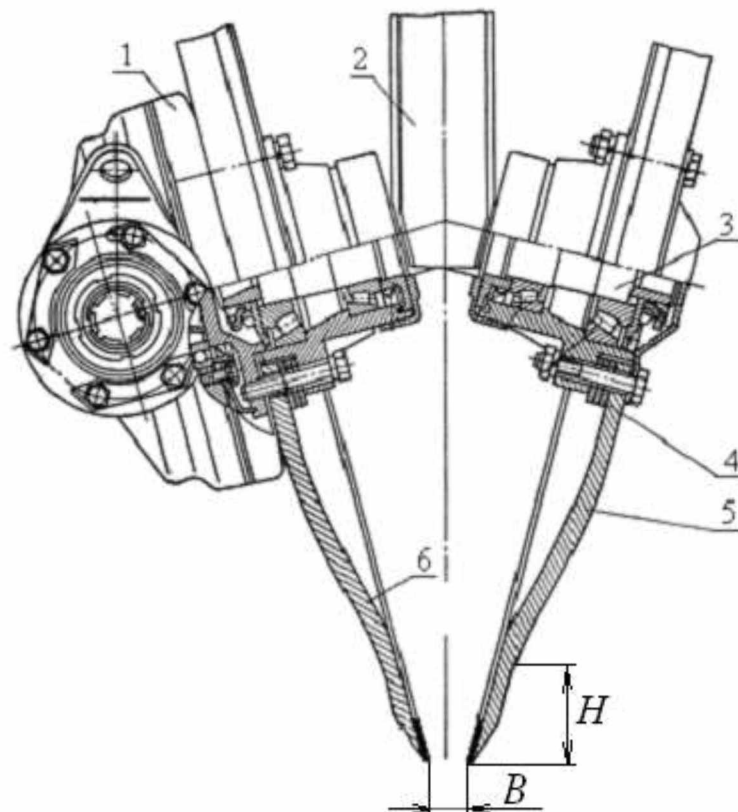
Таблиця 3.1 – Регулювання дискового викопуючого пристрою в залежності від розмірів коренеплодів

Показники	Діаметр коренеплодів, мм			
	40...60	60...80	80...100	100...120
Відстань між дисками в нижній частині, B мм	30	35	40	45
Глибина ходу дисків, H мм	60...70	70...80	80...90	90...100
Відстань між кромкою леза дискового копача та поверхнею переднього барабана гвинтового очисника, L мм	75	75	80	85

Розглянемо основні регулювання викопуючого пристрою і вплив порушення цих параметрів на якість технологічного процесу вилучення коренеплодів з ґрунту.

Згідно інструкції з експлуатації коренезбиральної машини КС-6Б та її модифікацій [16], на якість збирання цукрового буряку великий вплив має зміна відстані B між суміжними дисками копача в точці їх сходження (рис. 3.1). При порушенні цієї відстані і встановленій глибині ходу копачів і

точному напрямку їх руху по рядках в ґрунті залишається невилучені коренеплоди.



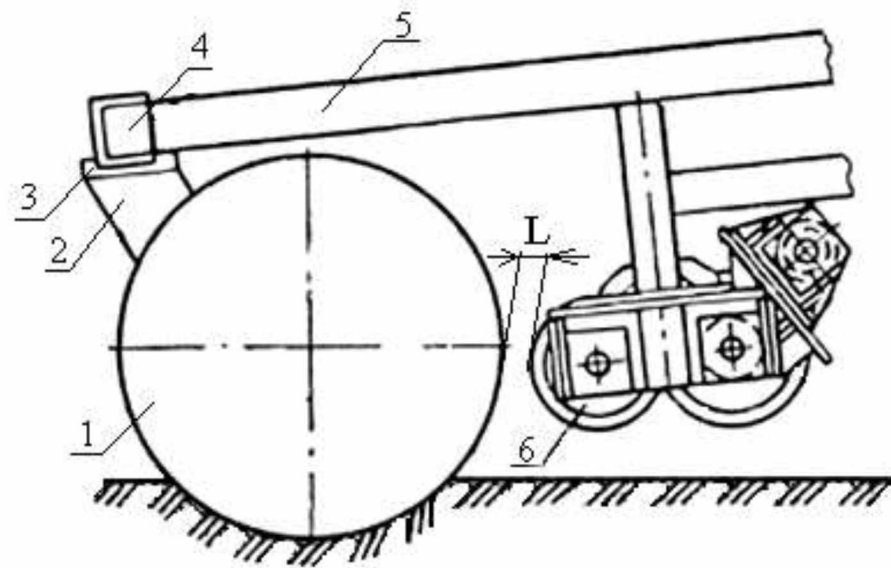
1 – редуктор; 2 – стояк; 3 – вісь; 4 – регулювальні шайби; 5, 6 – диски; B – відстань між суміжними дисками копача в точці сходження, H – глибина ходу дисків

Рисунок 3.1 – Викопуючий пристрій машини КС-6Б

Для корегування відстані B , в залежності від діаметру коренеплодів, переставляють регулювальні шайби 4. Для зменшення зазору вони ставляться з зовнішньої сторони зіркової шайби, а для збільшення – з внутрішньої сторони диска копача.

Другим технологічним параметром, який впливає на якість збирання цукрового буряку, є горизонтальна відстань L між поверхнею переднього барабана гвинтового очисника і ріжучою крайкою леза дисків копача (рис. 3.2). В залежності від агротехнічних умов збирання коренеплодів відстань L встановлюється в межах 75...85 мм.

Надмірне збільшення цієї відстані призводить до підвищення втрат коренеплодів внаслідок того, що шнек не встигає їх приймати після копачів. При зменшенні цієї відстані шнек передчасно взаємодіє з коренеплодами, які ще міцно защемлені між дисками копача і штовхає їх вперед, що також пов'язано з втратами і пошкодженнями коренеплодів. Для корегування горизонтальної відстані використовують підкладки 3 між тримачем стояка копача 2 і брусом 4 рами 5 (рис. 3.2). Під час корегування диски повинні розміщуватися на одній висоті від поверхні поля.



1 – диск копача; 2 – стояк копача; 3 – прокладки; 4 – брус рухомої рами; 5 – рама; 6 – шнековий барабан; L – відстань між крайкою леза дисків копача та поверхнею переднього барабана гвинтового очисника

Рисунок 3.2 – Викопуючий пристрій з шнековим очисником

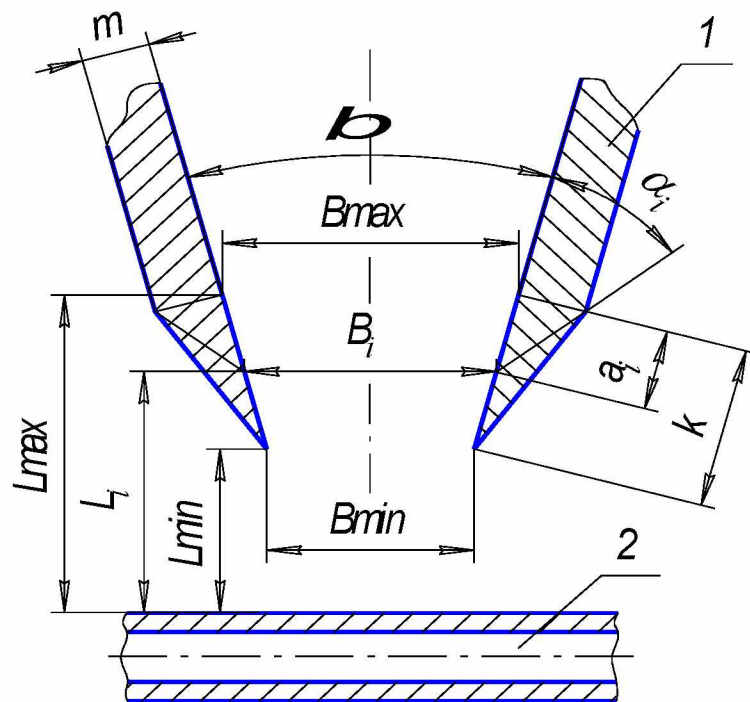
З аналізу літературних джерел [17,18] встановлено, що при виконанні функції призначення дисковим викопуючим пристроєм на якість збирання цукрового буряку впливає два параметра – це відстань між суміжними дисками копача в точці сходження B і відстань між крайкою леза дисків копача та поверхнею переднього барабана гвинтового очисника L . Встановлено, що на зміну технологічних параметрів викопуючого пристрою впливає спрацювання леза дисків копача. Технічні вимоги на передремонтну

дефектацію встановлюють допустимі значення діаметру диска 660 мм, граничні 650 мм – при конструктивному виконанні нового диска 680 мм.

Для встановлення залежності зв'язку параметрів леза диска з виконанням функції призначення викопуючого пристрою розроблено розрахункову схему (рис. 3.3).

При розгляданні схеми (рис. 3.3) прийнято ряд припущень:

- лезо дискового копача має вигляд трикутника з прямим кутом при основі;
- основа трикутника m має незмінне значення, яке дорівнює товщині диска 10 мм;
- висота трикутника k нового леза визначається шириною наплавлення зносостійкого матеріалу 25 мм;
- за основний параметр, який характеризує стан леза прийнято кут загострення α .



1 – диск; 2 – гвинтовий очисник

Рисунок 3.3 – Конструктивна схема визначення зв'язку геометричних параметрів леза дисків копача з технологічними параметрами викопуючого пристрою

За схемою (рис. 3.3) працездатність дискового викопуючого пристрою при виконанні функції призначення характеризується зміною двох технологічних параметрів і відстанню B між суміжними дисками копача в точці сходження і відстанню L між поверхнею переднього барабана гвинтового очисника та ріжучою крайкою леза дисків копача за рахунок зменшення діаметру дисків внаслідок спрацювання.

Розглянемо вплив кута загострення α на зміну відстані B .

При спрацюванні леза дисків копача змінюється відстань B в напрямку її збільшення. Цей параметр розраховується за формулою:

$$B_i = B_{\min} + 2\Delta B_i, \quad (3.1)$$

де B_i – контрольна відстань між суміжними дисками копача в точці сходження, мм;

$B_{\min}$ – мінімальна відстань між суміжними дисками копача в точці сходження, мм;

ΔB_i – збільшення відстані B від початкового значення при спрацюванні леза, мм.

$$\Delta B_i = (k - a_i) \sin \frac{\beta}{2}, \quad (3.2)$$

де k – прийнята висота трикутника неспрацьованого леза, 25 мм;

a_i – висота трикутника спрацьованого леза, що визначається в контрольний період кутом загострення α_i ;

β – кут встановлення дисків копача, 30° .

$$a_i = \frac{m}{\operatorname{tg} \alpha_i}, \quad (3.3)$$

де m – основа трикутника, 10 мм;

α_i – кут загострення леза в контрольний період, град;

Підставляючи формули (3.2, 3.3) в (3.1) отримаємо залежність:

$$B_i = B_{\min} + 2 \left[\left(k - \frac{m}{\operatorname{tg} \alpha_i} \right) \sin \frac{\beta}{2} \right]. \quad (3.4)$$

Аналіз формули (2.4) буде приведено далі.

Розглянемо вплив кута загострення α на зміну відстані L . При спрацюванні леза диска змінюється відстань L , яка визначається за формулою:

$$L_i = L_{\min} + \Delta L_i, \quad (3.5)$$

де L_i – контрольна відстань між крайкою леза дисків копача та поверхнею переднього барабана гвинтового очисника, мм;

$L_{\min}$ – мінімальна відстань між крайкою леза дисків копача та поверхнею переднього барабана гвинтового очисника, мм;

ΔL_i – збільшення відстані L від початкового значення при спрацюванні леза, мм.

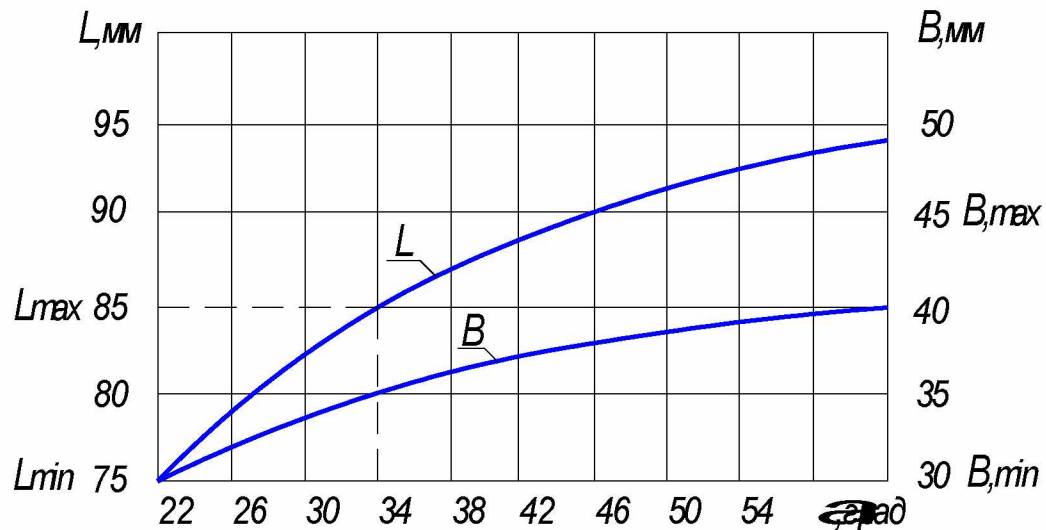
$$\Delta L_i = (k - a_i) \cos \frac{\beta}{2}. \quad (3.6)$$

Виконуючи ряд перетворень отримаємо залежність:

$$L_i = L_{\min} + \left(k - \frac{m}{\operatorname{tg} \alpha_i} \right) \cos \frac{\beta}{2}. \quad (3.7)$$

За отриманими залежностями (3.4) і (3.7) визначимо вплив зміни параметрів B і L на якість виконання технологічного процесу при заданих граничних значеннях цих параметрів (табл. 3.1) і однакових змінах геометричного профілю леза, а саме – кута загострення α_i . Розрахунки параметрів згідно залежностей 3.4 і 3.7 зведені до таблиці 3.2.

Аналіз отриманих залежностей (3.4, 3.7) показує, що при спрацюванні леза дисків і збільшенні кута загострення від початкового (рис. 3.4), відстань між крайкою леза дисків та барабаном гвинтового очисника нелінійно збільшується до граничних значень, обумовлених виконанням технологічного процесу збирання коренеплодів.



$B_{\max}^H$; $B_{\min}^H$ – нормативні параметри максимального і мінімального значення відстані B ; відстані між крайкою леза дисків копача та поверхні переднього барабана гвинтового очисника, L від кута загострення диска α : $L_{\max}^H$, $L_{\min}^H$ – нормативні параметри максимального і мінімального значення відстані L ; α_1 , α_2 – значення кута загострення леза дисків копача

Рисунок 3.4 – Залежності зміни технологічних параметрів: відстані між суміжними дисками копача в точці сходження B від кута загострення α

Кут загострення леза α характеризує зміну діаметру диска і відстань B між суміжними дисками копача. При зміні кута загострення α від 22° до 34° (рис. 3.4) відстань B збільшується від 30 до 35 мм, що свідчить про якісне викопування коренеплодів діаметром 40...60 мм (табл. 3.1). При збільшенні кута загострення α до граничного значення, що дорівнює 75° спостерігається поступове збільшення втрат коренеплодів.

Таблиця 3.2 – Залежність відстані B між суміжними дисками копача в точці сходження та відстані L між кромкою леза дисків копача та поверхнею переднього барабана гвинтового очисника від кута загострення α

Показники	Значення показників																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
α_i град	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
B_i мм	30	30,75	31,31	31,84	32,33	32,78	33,21	33,60	33,98	34,33	34,66	34,97	35,27	35,55	35,82	36,07	36,32	36,55
L_i мм	75	76,39	77,45	78,43	79,34	80,19	80,98	81,72	82,42	83,07	83,69	84,27	84,83	85,35	85,85	86,33	86,75	87,21

Продовження табл. 3.2

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
36,77	36,99	37,19	37,39	37,58	37,76	37,94	38,40	38,28	38,44	38,60	38,75	38,90	39,04	39,18	39,32	39,45	39,58
87,64	88,04	88,42	88,79	89,15	89,49	89,82	90,14	90,45	90,75	91,04	91,33	91,60	91,87	92,13	92,38	92,64	92,88

Продовження табл. 3.2

37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
39,71	39,83	39,95	40,07	40,19	40,30	40,42	40,53	40,64	40,74	40,83	40,95	41,06	41,16	41,26	41,36	41,46	41,55
93,11	93,34	93,57	93,79	94,01	94,22	94,44	94,64	94,85	95,05	95,24	95,44	95,63	95,82	96,01	96,19	96,38	96,56

З аналізу графічної залежності (рис. 3.4) можна зробити висновки, що на якість збирання цукрового буряку більший вплив має зміна відстані між поверхнею переднього барабана гвинтового очисника і ріжучої крайкою леза дисків копача L . При зміні кута загострення в межах від 22° до 34° відстань L збільшується від 75 до 85 мм, що призводить до порушення якості виконання тех-нологічного процесу внаслідок збільшення імовірності втрат коренеплодів [18]. При збільшенні кута загострення леза дисків α до граничного значення, що дорівнює 75° спостерігаються втрати цукрового буряку, які перевищують нормативні вимоги до технологічного процесу збирання цукрового буряку.

3.2. Обґрунтування методу самозагострення леза дисків копача викопуючого пристрою

В основі ґрунторіжучих робочих органів є лезо у вигляді клина, що має дві робочі грані. В процесі роботи робоча поверхня леза стає непрацездатним в наслідок спрацювання [18]. Усі відомі способи підвищення працездатності леза спрямовані на зменшення швидкості його спрацювання шляхом використання зносостійких матеріалів або створення таких умов різання, при яких лезо спрацьовується не змінюючи своїх ріжучих властивостей, тобто самозагострюється.

Визначенням характеру процесу спрацювання деталей і робочих органів сільськогосподарських машин, з виявленням факторів які впливають на формоутворення поверхні при спрацюванні займалось ряд вчених.

Дослідженням процесу спрацювання металів під дією абразиву з розробкою приладів для встановлення зносостійкості та структури металів займались М.М. Хрущов, М.А. Бабічев, R.D. Haworth. Дослідженням процесу абразивного спрацювання деталей машин з розробкою методів їх розрахунку займались Б.Я. Гінзбург, І.В. Крагельський, М.М. Тененбаум. Дослідженням процесу спрацювання робочих органів сільськогосподарських машин з

розробкою методів направлених на підвищення їх довговічності займались А.Ш. Рабинович, В.І. Вінокуров, В.М. Ткачов, І.П. Сичов, А.І. Бойко та ін.

З аналізу літературних джерел встановлено, що при дослідженні процесу спрацювання лезових робочих органів при взаємодії з ґрунтом використовують лінійний закон інтенсивності спрацювання від питомого тиску:

$$\frac{d\tau}{dS} = Cp, \quad (3.8)$$

де τ – лінійне спрацювання, що перпендикулярне до поверхні;

S – шлях тертя (напрацювання);

p – питомий тиск;

C – коефіцієнт спрацювання, який залежить від властивостей ґрунту і зносостійкості матеріалу.

При визначенні впливу швидкості поступального руху машини на процес спрацювання робочої поверхні встановлено, що у визначеному діапазоні швидкостей, лінійне спрацювання не залежить від швидкості ковзання V . Таку закономірність прийнято називати елементною і її можна записати у наступному вигляді:

$$\frac{d\tau}{dt'} = CPV. \quad (3.9)$$

де dt' – час спрацювання;

V – швидкість ковзання.

На основі дослідження процесу спрацювання лемешів плугів та культиваторних лап А.Ш. Рабіновичем отримане диференціальні рівняння формоутворення стабілізованого профілю однорідного та двошарового леза означених робочих органів.

В роботі І.П. Сичова на основі отриманих теоретичних залежностей розглянуто процес спрацювання ножів для зрізання гички. На підставі робіт А.С. Пронікова [10], що стосується перехідних процесів спрацювання спряжених деталей, ним сформульовано умову утворення зубців на поверхні

ножа в процесі його роботи. При цьому формоутворення зубців розглянуто у напрямку різної швидкості спрацювання ділянок леза ножа з перерозподілом зусилля різання на наплавлених і ненаплавлених ділянках леза ножа.

Про якісно нову взаємодію з ґрунтом лезових робочих органів, які мають зубчастий профіль, вказував ще академік В.П. Горячкін [16]. Поєднання різання з відривом розглядається в роботах А.П. Швейкіна [17] – зубчастий профіль леза леміша, З.М. Шаніной – зубчастий плоскоріз, А.С. Кушнар'ова [18] – зубчаста лапа культиватора, І.П. Сичова [19] – ніж для зрізання гички.

В цих роботах і ряду інших (розділ 1) встановлено, що зубчасті лезові робочі органи мають більшу працездатність і довговічність, а також меншу енергоємність та можливість до самозагострення.

Дослідження характеру спрацювання леза дискових копачів проведено з використанням розрахункової схеми, що представлена на рис. 3.5.

Форма леза дисків копача представляє усічений клин. Розташування його в ґрунті у визначений час виконання обертального і поступального руху відповідає лезу леміша плуга з верхнім зміцненням під час виконання поступального руху. Під час обертального руху змінюється положення точки на ободі диска, що сприяє короткочасній взаємодії її з ґрунтом, коли поступальний рух диску є аналогічним до поступального руху леміша плуга.

Рівняння товщини однорідного леза дисків, що визначає спрацювання в радіальному напрямку схематизованого профілю леза можна записати у вигляді:

$$h_{\text{Л}} = h_{\text{П}} + \Delta U t g \alpha - \Delta Z, \quad (3.10)$$

де ΔZ – величина на яку зміститься фаска леза при спрацюванні;

α – кут загострення леза.

Спроби в пошуках підпорядкування процесу спрацювання і самозагострення леза при великому радіальному спрацюванні призвели до появи нових методів зміцнення поверхні леза (розділ 1), а саме переривчастого та зміцнення зносостійким матеріалом змінної товщини.

В роботі отримано теоретичні залежності спрацювання леза дискового ножа для зрізання гички зміцненого переривчастим методом. Вони пояснюють процес формоутворення зубчастої поверхні леза при його спрацюванні. Дані теоретичні залежності можна прийняти за основу при дослідженні процесу спрацювання леза зміцненого зносостійким матеріалом змінної товщини.

Висновки

1. Порушення технологічного процесу вилучення цукрових буряків пов'язане із зміною технологічних параметрів викопуючого пристрою, що характеризується спрацюванням леза. При спрацюванні леза і збільшенні кута загострення в межах від 22° до 34° відстань між крайкою леза дисків та барабаном гвинтового очисника збільшується від 75 до 85 мм, що призводить до порушення технологічного процесу збирання коренеплодів внаслідок збільшення імовірності втрат коренеплодів.

2. Встановлено, що метод зміцнення рівномірним зносостійким шаром леза дисків викопуючого пристрою не забезпечує ефективного самозагострення в процесі спрацювання, що збільшує енергоємність та порушення технологічних установок викопуючого пристрою.

3. Для встановлення закономірностей формоутворення зубчастої поверхні на лезі дисків викопуючого пристрою побудовано математичну модель спрацювання їх робочої поверхні, яка формується зі зносостійкого шару змінної товщини. Встановлено закономірність формоутворення зубців за рахунок різної інтенсивності спрацювання ділянок леза дисків, що мають різну товщину зносостійкого шару.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБОК

4.1. Екологічна експертиза розробок

Екологічна експертиза в Україні – вид науково-практичної діяльності спеціально уповноважених державних органів, еколого-експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, реалізація і дія яких може негативно впливати або впливає на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, і спрямована на підготовку висновків про відповідність запланованої чи здійснюваної діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання й відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

Метою екологічної експертизи є запобігання негативному впливу антропогенної діяльності на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей, а також оцінка ступеня екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях і об'єктах.

Об'єкти, суб'єкти, види екологічної експертизи висвітленні у законі України «Про екологічну експертизу» (9.02.1995р.).

Екологічна експертиза може бути державна, громадська та інша.

Державна екологічна експертиза проводиться експертними підрозділами чи спеціально створюваними комісіями спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів та його органів на місцях на основі принципів законності, наукової обґрунтованості, комплексності, незалежності, гласності та довгострокового прогнозування.

Для участі в проведенні державної екологічної експертизи можуть залучатися відповідні органи державного управління України, представники науково-дослідних, проектно-конструкторських, інших установ та організацій, вищих навчальних закладів, громадськості, експерти міжнародних організацій.

Висновок державної екологічної експертизи після затвердження спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань екології та природних ресурсів є обов'язковим для виконання.

Позитивний висновок державної екологічної експертизи є підставою для відкриття фінансування всіх програм і проектів.

Реалізація програм, проектів і рішень без позитивного висновку державної екологічної експертизи забороняється.

Громадська екологічна експертиза здійснюється незалежними групами спеціалістів з ініціативи громадських об'єднань, а також місцевих органів влади за рахунок їх власних коштів або на громадських засадах.

Громадська екологічна експертиза проводиться незалежно від державної екологічної експертизи.

Висновки громадської екологічної експертизи можуть враховуватися органами, які здійснюють державну екологічну експертизу, а також органами, що зацікавлені у реалізації проектних рішень або експлуатують відповідний об'єкт.

Інші екологічні експертизи можуть здійснюватися за ініціативою зацікавлених юридичних і фізичних осіб на договірній основі із спеціалізованими еколого-експертними органами і формуваннями.

Завданням екологічної експертизи є:

а) визначення екологічної безпеки господарювання та іншої діяльності, яка може нині або в майбутньому прямо або посередньо негативно вплинути на стан навколишнього середовища;

б) встановлення відповідності передпроектних, передпланових, проектних та інших рішень вимогам законодавства про охорону навколишнього середовища;

в) оцінка повноти й обґрунтованості передбачуваних заходів щодо охорони навколишнього природного середовища та здоров'я населення, яка здійснюється Міністерством охорони навколишнього природного середовища разом із Міністерством охорони здоров'я України.

Об'єктом даної екологічної експертизи є досліджувана технологія відновлення шпонкових з'єднань механічних приводів зернозбиральних комбайнів.

При ремонті і відновленні деталей зернозбиральних комбайнів основними факторами, що впливають на оточуюче середовище є:

- металевий пил, що утворюється при обробці деталей на токарних, шліфувальних, хонінгувальних верстатах;
- різноманітні хімічні речовини та їх розчини, що використовуються при відновленні деталей шляхом нанесення покриттів;
- ПММ та продукти їх згорання, що утворюються під час обкатки двигунів;
- шум та вібрація при роботі металообробних верстатів, обкатувальних стендів та ін.

Проведений мікрометраж деталей шпонкових з'єднань, що надходять в якості запасних частин, показав в 70...90% випадків наявність зазорів в з'єднанні «вал-втулка», що негативно впливає на працездатність приводів.

Дослідженнями встановлено, що найбільш раціональним способом відновлення працездатності шпонкових з'єднань є застосування розробленого ремонтного комплексу, що дозволяє знизити час усунення відмови в 1,5...3 рази і підвищити його ресурс в 2,36...3,91 рази, що сприяє зменшенню забруднення навколишнього середовища при їх відновленні

4.2. Охорона праці та безпека з надзвичайної ситуації

4.2.1. Актуальність проблеми безпеки людини у виробничому середовищі та при надзвичайних ситуаціях.

Охорона праці в нашій країні охоплює заходи по подальшому полегшенні умов праці на основі механізації важких і шкідливих виробничих процесів, широкому впровадженню сучасних засобів охорони праці, усуненню причин, що породжують травматизм і професійні захворювання робітників. Вона тісно пов'язана з умовами праці.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в умовах сільського виробництва – важливе завдання, вирішення якого забезпечить нормальні умови праці працівниками сільського господарства. Це заходи по подальшому поліпшенню і оздоровленню умов праці, широкому впровадженню сучасних засобів безпеки, усуненню причин, що породжують травматизм, створенню на виробництві необхідних гігієнічних і санітарно-побутових умов.

Кожна людина і, безперечно, людина з вищою освітою повинна усвідомлювати важливість питань уникнення ризиків у житті та праці.

Україна в освітньому плані приєдналася до Європейської програми навчання з ризиків FORM-OSE. Безпека життя та праці сьогодні формується як меганаука, без якої людство приречене на значні втрати.

Умови праці – це складне об'єктивне суспільне явище, що формується в процесі трудової діяльності під впливом взаємопов'язаних факторів соціально-економічного характеру, які впливають на здоров'я, працездатність людини, на її відношення до праці та ступінь задоволення від неї, на ефективність праці та інші економічні результати виробництва. Вони характеризуються оціночними показниками мікроклімату, наявністю в робочій зоні шкідливих та небезпечних виробничих факторів, психофізичним та естетичними елементами діяльності працівників господарства.

Охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних та нешкідливих умов праці є одним з найважливіших державних завдань. Успішне вирішення цього завдання значною мірою залежить від належної підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці.

З часу виникнення людської цивілізації кожна людина дбала про власну безпеку та безпеку своїх близьких так само, як і людству доводилось дбати про безпеку свого існування. Людська цивілізація досягає все більшої могутності, а проблема безпеки її існування стає все більш гострою. Актуальність проблеми охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в світі значно зросла на початку третього тисячоліття. Сьогодні ця проблема стала пріоритетною для світової цивілізації.

4.2.2. Аналіз формування травмонебезпечних ситуацій

Всяке порушення аналітичної цілості організму або його функцій внаслідок дії на людину, дії будь-якого небезпечного фактора визначається як травма.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що їх можна поділити на групи, які:

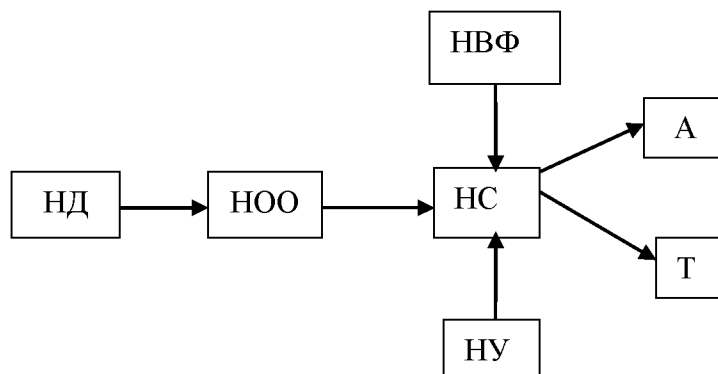
- характеризують стан або рівень небезпеки виробничого обладнання або певного робочого місця, конструктивні недоліки конкретного вузла чи машини;
- спонукають працюючого допускати помилки у процесі роботи, низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці;
- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону в наслідок відсутності відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці, та інші.

Якщо внаслідок аварії технічної системи виникли травми у людей, то сам випадок травми необхідно розглянути як подію, що є наслідком аварії.

Це стосується тих систем, у яких підсистемами одночасно є машина і людина. Якщо при функціонуванні таких систем з ладу вийшла машина, раптово припинивши свої функції внаслідок руйнування окремих деталей або самої машини, і це привело до значного матеріального збитку, то таке випадкове явище необхідно назвати аварією.

Усі явища, що формують небезпечну ситуацію, мають повну достовірність виникнення, а це означає, що небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД), небезпечні ситуації (НС) і наслідки таких ситуацій: аварія (А), травма (Т) і сприятлива подія належить до випадкових явищ.

Оскільки при функціонуванні людино-машинних систем такі явища як травми, аварії мають дуже близькі механізми формування та виникнення, у подальшому ці явища будуть описуватись паралельно (рис.4.1).



НВФ – небезпечний виробничий фактор; НУ – небезпечні умови; НД – небезпечні дії; НО – небезпечні обставини; НС – небезпечна ситуація; А – аварія; Т – травма

Рисунок 4.1 – Блок-схема формування та виникнення травмонебезпечних аварійних ситуацій

Ступенева логіко-імітаційна модель виникнення нещасного випадку наведена на рис. 4.2.

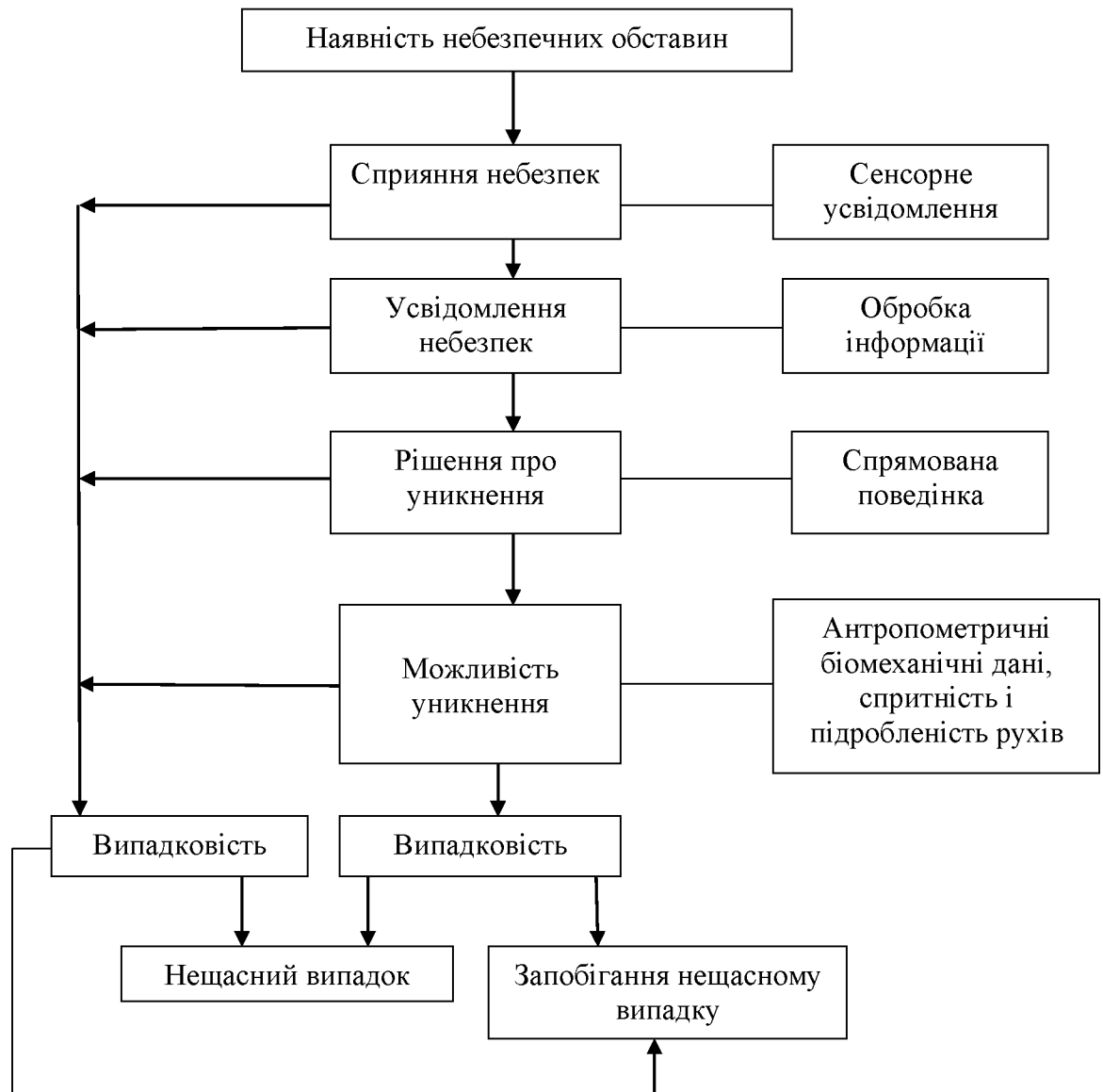


Рисунок 4.2 – Ступенева логіко-імітаційна модель виникнення нещасного випадку

Схема поетапного аналізу умов виникнення і розвитку аварій наведена в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Схема постадійного аналізу умов виникнення і розвитку

аварій

Найменування стадії розвитку аварійної ситуації (аварії)	Основні принципи аналізу умов виникнення (переходу на іншу стадію) аварійної ситуації (аварії та її наслідків)	Способи і засоби попередження, локалізації аварії
Виникнення пожежі	Оцінка й аналіз: можливих масштабів пожежі (площа, кількість горючих продуктів, склад продуктів згоряння, в т. ч. неповного); наявності й ефективності засобів гасіння пожежі; вміння персоналу діяти при ліквідації осередка займання; оперативності й оснащення ДПЧ; наявності і характеристик джерел запалювання	Виключення джерел запалювання; оснащення ефективними засобами гасіння пожежі, засобами сигналізації і зв'язку; дії персоналу і спецпідрозділів щодо рятування людей, гасіння пожежі
Травмування людей	Аналіз кількісних енергетичних характеристик пожежі (енергія випромінювання) та вибуху; наявність і кількість людей в зоні можливого ураження	Рациональне планування промислового майданчика. Розміщення поза межами зони можливого впливу пожежі будівель адміністративного, побутового призначення
Знос, утомленість матеріалу апарата	Перевірка вивченості корозійних властивостей застосовуваних речовин; наявність даних щодо швидкості корозії і зносу; відповідність матеріалу устаткування (трубопроводів), захисного покриття, ущільнювальних матеріалів. Наявність умов для механічного ушкодження устаткування	Застосування обладнання підвищеної надійності, ефективного захисного покриття і захисних пристроїв
Вихід параметрів за критичні значення	Перевірка вивченості властивостей застосовуваних речовин; їх аналіз; виявлення особливо небезпечних	Дооснащення технологічних процесів засобами контролю, управління й

	речовин; виявлення параметрів, які визначають небезпечність технологічних процесів і їх критичні значення; оцінка достатності оснащення засобами, які виключають вихід параметрів за припустимі межі, їх ефективність, надійність	протиаварійного захисту, підвищення їх надійності й ефективності; удосконалення технологічних процесів
Підвищена вібрація	Перевірка надійності й вірності кріплення апаратів, машин, трубопроводів, співосності з'єднань обертових пристроїв	Своєчасне проведення планово-запобіжних ремонтів

4.2.3. Висновки щодо підвищення стану охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

У розділі охорони праці магістерської роботи представлений аналіз загальних питань охорони праці, розглянуто основні шкідливі фактори, що виникають в під час технологічного процесу та їх вплив на організм людини, запропоновано заходи для забезпечення нормальних умов праці:

- 1) для забезпечення безпеки обладнання запропоновані захисні і огорожувальні пристрої;
- 2) для виключення ураження електричним струмом необхідно застосування заземлюючих пристроїв;
- 3) для захисту від небезпечних хімічних речовин – використання спеціального захисного одягу;
- 4) для зменшення запиленості – використання вентиляції, для зменшення шуму і вібрацій – звукоізолюючі засоби;

4.3. Техніко-економічна оцінка ефективності від впровадження удосконаленої конструкції дискового копача

Удосконалена конструкція дискового копача має переваги над серійними копачами завдяки зміцненню леза змінної товщини зносостійким матеріалом, що забезпечує підвищення працездатності та довговічності за рахунок утворення зубчастої форми профілю леза під час виконання функції призначення.

Економічний ефект впровадження дискових копачів запропонованої конструкції (рис. 3.2) розраховано на підставі підвищення його працездатності та довговічності. За показник довговічності дискових копачів прийнято напрацювання до переточування. Термін служби дискових копачів до переточування згідно даних складає чотири сезони польових робіт або 480...500 га на одну коренезбиральну машину КС-6Б. Згідно результатів виробничих випробувань (розділ 3), термін служби розроблених дискових копачів фактично дорівнює терміну служби КС-6Б, що є економічно вигідним.

Річна економія на стадії проектування від використання вузла або деталі з підвищеним терміном служби згідно рекомендацій [22] розраховується за формулою:

$$E_{ed} = B_p \sum_{i=1}^n \left[\frac{C_{i0} + f_{i0}}{t_{i0}} - \frac{C_{i1} + f_{i1}}{t_{i1}} + E_n (K_{i0} - K_{i1}) \right], \quad (4.1)$$

де B_p – річний випуск машин, шт.;

n – кількість і найменування деталей, що були замінені на деталі підвищеної довговічності;

C_{i0}, C_{i1} – ціни деталей, що порівнюються, грн.;

t_{i0}, t_{i1} – термін служби порівнювальних деталей, рік;

f_{i0}, f_{i1} – зарплатня та інші додаткові витрати з установки і періодичної заміни серійних деталей, грн.;

E_n – галузевий нормативний коефіцієнт ефективності, $E_n = 0,15$;

K_{i0}, K_{i1} – капіталовкладення в сільському господарстві порівнювальних деталей, грн.

Капіталовкладення в сільському господарстві при напрацюванні деталей більш року визначаються залежностями:

$$\begin{aligned} K_{i0} &= C_{i0} + f_{i0}; \\ K_{i1} &= C_{i1} + f_{i1}. \end{aligned} \quad (4.2)$$

Вартість дискового копача удосконаленої конструкції приймається рівною вартості серійного копача. Це пов'язане з тим, що технологія виготовлення удосконаленого дискового копача є незмінною по відношенню до серійного. Різниця в конструкції становитиме лезо змінної товщини, що досягається накочуванням рифленим роликом на розкатному верстаті. Вартість виготовлення рифленого ролика можна віднести до збільшення вартості матеріальної бази ВАТ «ТеКЗ» і визначати її такою, що вимагає одноразового вкладення грошових коштів на проектування і виготовлення. Тому формула (4.1) набуває спрощеного вигляду:

$$E_{ed} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{C_{i0} + f_{i0}}{t_{i0}} - \frac{C_{i1} + f_{i1}}{t_{i1}} \right]. \quad (4.3)$$

За даними ВАТ «Тернопільський комбайновий завод» вартість серійного копача складає 600 грн. Вартість встановлення і періодичної заміни дискових копачів встановлювалась згідно середньомісячної заробітної плати комбайнера-механізатора за місцем проведення виробничих випробувань (розділ 3), в розрахунках прийнято 450 грн.

$$E_{ed} = \frac{600+450}{4800} - \frac{600+450}{9600} = 1,09375 \text{ грн. / га}$$

Виходячи з нормативного напрацювання КС-6Б – 960 га, економія коштів на одну коренезбиральну машину складатиме $1,09375 \times 960 = 1050$ грн., табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Показники ефективності дискових копачів коренезбиральної машини КС-6Б

Показники	Одиниці виміру	Значенні показників	
		серійного	розробленого
Продуктивність	га / год.	2,0	2,0
Сезонне напрацювання	га	120	120
Довговічність копача	га	4800	9600
Економічна ефективність			
на один копач	грн.	-	87,5
на одну машину	грн.	-	10500

Висновки

1. В процесі роботи лезо розробленого диска приймає зубчасту форму та самозагострюється.

2. Економічний ефект від впровадження розроблених дисків викопуючого пристрою складає 10500 грн. на одну коренезбиральну машину.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведеним аналізом результатів досліджень з технології виготовлення та процесу спрацювання робочих органів сільськогосподарських машин, які взаємодіють з ґрунтом встановлено, що одним з перспективних напрямків підвищення працездатності та довговічності є зміцнення леза зносостійким матеріалом змінної товщини. При виконанні функції призначення це сприяє самозагостренню леза і формуванню на робочій поверхні зубців.

2. Для встановлення закономірностей формоутворення зубчастої поверхні на лезі дисків викопуючого пристрою побудовано математичну модель спрацювання їх робочої поверхні, яка формується зі зносостійкого шару змінної товщини. Встановлено закономірність формоутворення зубців за рахунок різної інтенсивності спрацювання ділянок леза дисків, що мають різну товщину зносостійкого шару.

3. Виходячи з одержаної математичної моделі формоутворення зубчастої поверхні леза, зміцненого зносостійким матеріалом змінної товщини, встановлено закономірності впливу параметрів зносостійкого шару на інтенсивність формоутворення при виконанні технологічного процесу. Визначено параметри зносостійкого шару, що забезпечують інтенсивне формоутворення зубців на робочій поверхні диска: довжина ділянки леза l_O становить 15...30 мм; $l_H = 15...20$ мм; максимальна товщина зносостійкого шару $h_{H \max} = 3,5...5$ мм.

4. Економічний ефект від впровадження розроблених дисків викопуючого пристрою складає 10500 грн. на одну коренезбиральну машину.