

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Удосконалення конструкції ротаційної борони БРН-3,5А
для поверхневого обробітку ґрунту»**

Виконав: студент групи Маш-41

Спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

Віталій ВАЛЬЧУК
(Ім'я та прізвище)

Керівник: Сергій БЕРЕЗОВЕЦЬКИЙ
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

д.т.н., професор Власовець В.М.
“ _____ ” _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту
Вальчуку Віталію Вікторовичу

1. Тема роботи: **«Удосконалення конструкції ротаційної борони БРН-3,5А для поверхневого обробітку ґрунту»**

Керівник роботи: Березовецький Сергій Андрійович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 27.11.2023 року № 641/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 21.06.2024 року

3. Вихідні дані: технічні характеристики борін для поверхневого обробітку ґрунту, зокрема ротаційних; патенти на корисні моделі та винаходи; літературні джерела за тематикою ротаційних борін; методики розрахунку та проектування ротаційних борін; методики визначення економічної ефективності конструктивного удосконалення машини.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Аналіз об'єкта проектування.

2. Технологічна частина

3. Конструктивна частина.

4. Охорона праці.

5. Економічна частина.

Висновки і пропозиції;

Бібліографічний список.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Аналіз конструкцій борін для поверхневого обробітку ґрунту - 1-ий аркуш.

2. Аналіз конструкцій зубових дисків ротаційних борін для поверхневого обробітку ґрунту - 2-ий аркуш.

3. Схема роботи зубових дисків ротаційних борін для поверхневого обробітку ґрунту - 3-ий аркуш

4. Загальний вигляд зубового диска ротаційної борони БРН-3,5А – 4-ий аркуш.

5. Деталі зубового диска ротаційної борони – 5-ий арк.

6. Результати розрахунку показників економічної ефективності конструктивної розробки – 6-ий арк.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Березовецький С.А. к.т.н., доцент кафедри машинобудування			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 29.12.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Виконання розділу: «Аналіз об'єкта проектування»</i>	22.01.24-16.02.24	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Технологічна частина»</i>	19.02.24-15.03.24	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструктивна частина»</i>	18.03.24-03.05.24	
4.	<i>Виконання розділу: «Охорона праці»</i>	06.05.24-31.05.24	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна частина»</i>	03.06.24-14.06.24	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	17.06.24-21.06.24	

Студент _____ Віталій ВАЛЬЧУК
(підпис)

Керівник роботи _____ Сергій БЕРЕЗОВЕЦЬКИЙ
(підпис)

УДК 621.22

Удосконалення конструкції ротаційної борони БРН-3,5А для поверхневого обробітку ґрунту.

Вальчук В.В. – Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

44 с. текст. част., 29 рис., 2 табл., 19 джерел літератури, 8 арк. графіч. формату А1 (представлено у вигляді презентації).

У роботі удосконалено конструкцію ротаційної борони БРН-3,5А для поверхневого обробітку ґрунту шляхом заміни стандартних робочих органів на запроєктовані нами дворядні. Робота включає детальний аналіз поточного стану подібних пристроїв, виявлення їх недоліків та вдосконалення конструкції, що забезпечує підвищену продуктивність та ефективність.

На основі проведених досліджень було розроблено нову конструкцію ротаційного комбінованого зубового диска, який поділяє оброблювану борозну на два сектори. З обох сторін диска прикріплені у шахматному порядку зуби з евольвентним профілем робочої поверхні. Таке конструктивне рішення призводить до того, що кожен зуб формує свою зону мікровибуху у виділеному секторі.

Ефективність нової конструкції, за попередніми розрахунками, дозволяє збільшити продуктивність на 10% та зменшити експлуатаційні витрати на 5-12%.

Виконані економічні розрахунки показують певну економічну ефективність проектних та конструкторських рішень. Передбачувана ефективність від впровадження конструкторської розробки складе на рік 21315 грн., при терміні окупності протягом 0,22 року.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ОБ’ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ.....	7
1.1. Загальна характеристика процесу поверхневого обробітку ґрунту	7
1.2. Технічне забезпечення процесів боронування посівів та їх підживлення	8
1.3. Сучасні ротаційні борони-мотики вітчизняного та зарубіжного виробництва	12
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	20
2.1 Забезпечення технологічного процесу боронування робочими органами ротаційних борін.....	20
2.2. Ротаційні борони спеціального призначення.	22
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	25
3.1. Обґрунтування конструкції робочого органу ротаційної борони БРН-3,5А	25
3.2. Обґрунтування прототипу і конструктивної схеми робочого органу	26
3.3 Розрахунок вісі на згин.....	28
3.4. Розрахунок зварного з’єднання.	30
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	33
4.1. Аналіз стану безпеки праці в умовах сучасних сільськогосподарських підприємствах	33
4.2. Загальна характеристика операції і нормативні вимоги безпеки при її здійсненні	33
4.3. Організація контролю	35
5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.....	37
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	42

ВСТУП

Ротаційні борони є важливим елементом сільськогосподарської техніки, що використовуються для поверхневого обробітку ґрунту. Вони забезпечують руйнування ґрунтової кірки, аерацію ґрунту та знищення бур'янів, що є необхідним для створення сприятливих умов для росту культурних рослин. Однією з таких борон є БРН-3,5А, яка широко використовується в аграрному секторі.

Незважаючи на високу ефективність та надійність, конструкція ротаційної борони БРН-3,5А має потенціал для подальшого удосконалення. Основною метою даної кваліфікаційної роботи є вдосконалення конструкції стандартних робочих органів ротаційної борони БРН-3,5А шляхом заміни на максимально просту конструкцію, але таку, що могла б забезпечити якісні показники виконання технологічного процесу.

Це удосконалення дозволить досягти більш рівномірного та інтенсивного обробітку ґрунту, що сприяє покращенню агротехнічних показників та зниженню енерговитрат. В результаті впровадження запропонованих змін можна очікувати підвищення продуктивності сільськогосподарських робіт та покращення якості обробітку ґрунту, що має безпосередній вплив на врожайність сільськогосподарських культур.

Таким чином, дана кваліфікаційна робота спрямована на розробку та впровадження нових технічних рішень у конструкції ротаційної борони БРН-3,5А, що дозволить підвищити ефективність її використання та сприяти розвитку сучасних агротехнологій.

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Загальна характеристика процесу поверхневого обробітку ґрунту

Поверхневий обробіток ґрунту є важливим агротехнічним прийомом, який виконується для підготовки ґрунту до сівби, знищення бур'янів, поліпшення структури ґрунту, а також для закриття вологи після сніготанення.

Після дощів на поверхні ґрунту може утворитися кірка, яка заважає проростанню насіння та доступу повітря до коренів рослин. Саме боронування допомагає руйнувати цю кірку; ефективно знищувати дрібні бур'яни, які тільки почали проростати; покращує аерацію ґрунту (проникнення повітря до кореневої системи рослин); закриває вологу шляхом руйнування капілярів у верхньому шарі ґрунту зменшує випаровування [1].

Огляд літературних джерел дозволив встановити, що агротехнічні вимоги залежать від того, яким чином використовується борона: у складі ґрунтообробного комплексу чи як самостійний агрегат. Проте можна окреслити спільні технологічні вимоги до різних варіантів використання борін: діаметр грудок ґрунту не більше 5 см; глибина борозен 3 - 4 см; відсутність огріхів; відсутність брил і гребенів; відсутність бур'янів; у разі післясходового боронування кількість пошкоджених культурних рослин не більше 3%.

До переваг технологічної операції боронування віднесено: Зниження кількості бур'янів; зменшення щільності ґрунту, що сприяє кращому проростанню насіння; покращення фізичних властивостей ґрунту; покращення водного режиму ґрунту, а до недоліків - можливе пошкодження кореневої системи культурних рослин при недотриманні технічних параметрів; надмірне боронування може призвести до руйнування структури ґрунту і підвищення ерозійної небезпеки [1].

1.2. Технічне забезпечення процесів боронування посівів та їх підживлення

Для досягнення підвищення врожайності зерна необхідно покращувати систему та способи обробітку ґрунту, застосовувати найбільш досконалі машини [6]. До таких відносяться багатофункціональні агрегати (БФА) та машини. Застосування таких агрегатів та машин дозволить найбільш раціонально використовувати можливості тракторів при незмінних граничних показниках робочої ширини захвату та робочої швидкості.

Найпростішим рішенням для створення такого БФА і поєднання декількох операцій в одну, є з'єднання двох або кількох операційних знарядь, в послідовності, яка відповідає технологічному процесу. За необхідності кожен його машину можна використовувати як самостійну для виконання конкретної операції. Також можна й іншим шляхом створити багатофункціональний агрегат, розмістивши кілька робочих органів для виконання деякої кількості технологічних операцій на одній спільній рамі [5].

У весняний період у субтропічній кліматичній зоні проводять боронування озимих посівів у міру підсихання ґрунту [11]. Боронування створює сприятливі умови для розвитку рослин за рахунок руйнування ґрунтової кірки та видалення відмерлих частин рослин, а також оберігає ґрунт від зайвого нагріву та знижує відсоток випаровування вологи. На ґрунтах до боронування та після різниця між температурами навіть на 7 день становить 2-3°C.

При боронуванні озимих культур неоднаковою буває ефективність, неї впливають: стан посівів, спосіб боронування, погодні умови і тип ґрунту, тому необхідно враховувати місцеві умови і потім вирішувати питання необхідності виконання цієї операції. Боронувати посіви навесні у дощову погоду недоцільно, але корисно при сухій [11].

Ротаційні мотики та легкі зубні борони доцільно застосовувати на слабких посівах озимої пшениці та легких ґрунтах, а важкі при боронуванні в один або два сліди на добре розвинених озимих посівах і на важких ґрунтах.

Після боронування уражених пліснявою посівів пшениці озимої, необхідно прибрати відмерлі залишки з поля і спалити їх.

Пружинні та зубні борони вітчизняного та зарубіжного виробництва. Пружинні та зубні борони потрібні для руйнування верхнього шару ґрунту та його кришення, а також часткового знищення бур'янів, вирівнювання поверхні поля, загортання насіння та добрив [8].

Робочим органом зубових борін є зуб, який впливає на ґрунт як двогранний клин. Передньою частиною ріже ґрунт, а бічними розсуває його частинки, за рахунок удару руйнуються грудки, а також відбувається вичісування відмерлих і бур'янів. Глибина обробки ґрунту зубовими боронами становить 3...10 см, глибина борозен після обробки не більше 3...4 см, а діаметр грудок не більше 5 см, відсоток пошкоджених рослин не повинен перевищувати 3% [8].

Так як зубні борони невеликої ширини з них складають широкозахватні агрегати для роботи в полі шляхом з'єднання їх у зчеплення. Кожна борона з обох боків має гачки (причіпний пристрій) для приєднання до них повідців (ланцюга) [2].

Для регулювання глибини обробки зубної борони змінюють положення зуба до напрямку руху та його тиск на ґрунт, а також довжину ланцюгів.

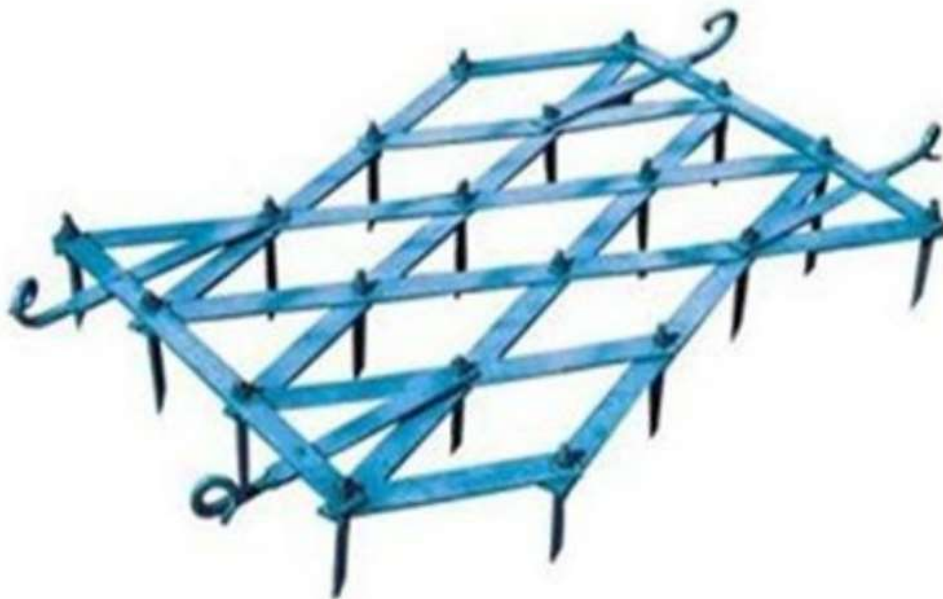


Рис. 1.1 – Легка зубова борона ЗБП-0,6



Рис. 1.2 – Легка зубова борона ЗОР-0,7

Зубові борони відрізняються одна від одної тиском на один зуб, що визначає силу тяжкості ланки на число зубів [5, 8]. Для боронування посівів нам підходять лише легкі зубні борони, до них відносяться триланкові борони ЗОР-0,7 та ЗБП-0,6 [5, 8].

Недоліком легких борін є те, що при надто сухому ґрунті відбувається недостатнє кришення, і боронування таких ґрунтів не дає ефекту.

На сьогоднішній день пружинні борони знайшли широке застосування в сільському господарстві. Основна сфера використання - знищення бур'янів на посівних полях, а також - створення водного балансу в родючому шарі ґрунтового ґрунту і руйнування верхньої кірки, що утворилася. Підходить для всіх видів технічних та зернових культур. Борона за один прохід виконує відразу 4 операції, починаючи від боронування та розпушування ґрунту і закінчуючи закладенням добрив.

Пружинна борона Aktywator 6 (Польща) – це багатоцільова борона, яка застосовується для ранньовесняного утримання вологи в ґрунті. Крім того, даний агрегат розпушує та вирівнює поверхню ґрунту в передпосівний та післяпосівний період, може здійснювати боронування по сходах, вичісування озимих культур, закладення добрив, зріб соломи у валки.



Рис. 1.3 – Пружинна борона Aktywator 6

Пружинна борона БПН-8 [5, 8] використовується для знищення бур'янів, руйнування кірки та створення аераційного режиму поверхневого шару ґрунту. Агрегат підходить для досходового та післясходового боронування зернових та технічних культур, а також для вирівнювання поверхні поля.



Рис. 1.4 – Пружинна борона БПН-8

Пружинна борона для роботи на посівах з одночасним внесенням мінеральних добрив, що випускається фірмою «HATZENBICHLER» (Австрія), застосовується для кришення верхнього шару ґрунту, боротьби з бур'яном, регулювання балансу води в ґрунті, боронування безпосередньо перед посівом живих організмів у ґрунті.

Ця борона, випробувана і пропонує альтернативу хімборотьбі з бур'янами, а також служить для механічного догляду за посівами. Метою

пружинної борони є максимум знищення бур'янів при найменшому заподіянні шкоди культурам, але при цьому не прагне повністю знищити їх, тому що від деяких видів бур'янів може бути цілком позитивний вплив.



Рис. 1.5 – Пружинна борона «HATZENBICHLER»

Недоліком даних пружинних борін є можливість порушення агровимог за величиною пошкоджених рослин залежно від наявності поживних залишків на поверхні ґрунту та вологості поля.

1.3. Сучасні ротаційні борони-мотики вітчизняного та зарубіжного виробництва

Навесні всі проміжки в ґрунті заповнені водою, для її збереження необхідно зруйнувати верхній шар ґрунту, щоб він був подрібнений до дрібного стану, за рахунок цього порушуються капіляри, і запобігає випаровуванню вологи, а отже вона стане сильним фактором для розвитку кореневої системи рослини. е. буде якісною основою для формування врожаю. Цей захід може бути виконано за рахунок боронування із застосуванням ротаційної мотики [3, 4, 6, 7, 9, 16-18].

Грунтообробні машини, такі як ротаційні мотики, відносяться до безпривідних, за конструктивним виконанням їх робочі органи бувають, різні, наприклад: голчасті, зубні, пелюсткові та ножеподібні. Основним завданням даної машини є руйнування верхнього шару ґрунту, його часткове вирівнювання, фарбування грудок та загортання добрив.

Голчасті колеса, що застосовуються на ротаційній мотиці, є найпоширенішими, при цьому вони мають різні діаметри та форму голки. Дані робочі органи знайшли широке застосування у одноопераційних машинах, а й у комбінованих агрегатах [4, 9]. Особливість їх полягає в тому, що вони можуть працювати як на загущених посівах активною частиною ротора, так і на зріджених посівах пасивним положенням диска для більш щадного режиму [4, 9, 17].

Застосування ротаційної борони дає можливість зменшити кількість внесення азотних добрив [18], а деяких випадках навіть зовсім відмовитися від їх використання. Ротаційна борона добре мульчує верхній шар ґрунту, руйнує ґрунтову кірку, створюючи ідеальні умови для початкового розвитку кореневої системи рослин та забезпечуючи потужний старт їх зростання [9, 16, 18]. Перевага ротаційної борони в порівнянні з зубною, найкраще фарбування ґрунту та можливість її використання на сходах рослин ранньою весною у фазі куцїння.

Дані машини виробляються багатьма підприємствами, але варто відзначити, що більшу частину машин на український ринок постачали зарубіжні виробники [8, 14, 18].

Ротаційна борона Antoks 6 [18] сконструйована за схемою підпружиненого важеля, що коливається. Гнучкість важеля забезпечує пружина, яка чинить тиск на ґрунт за допомогою двох зубчастих коліс. У конструкції борони передбачено регулювання відстані між рядами. Недоліком даної борони є можливе перенесення ґрунту, а також недостатнє його фарбування, що неприпустимо за агровимогами.



Рис. 1.6 – Ротаційна борона Antoks 6

Ротаційна борона Green Star [18] призначена для весняного та осіннього розпушування ґрунту на глибину 4-11 см. Борона складається з рами та пружних стійок, на кожній з яких кріпляться на підшипникових вузлах, що не обслуговуються, два голчастих дискових робочих органи. У свою чергу, кожна голка, загострений кінець якої має криволінійну форму, кріпиться до маточини та кільця жорсткості болтовим з'єднанням. Недоліком даної борони є підшипниковий вузол робочих органів, що не обслуговується, а також можливе перенесення ґрунту і недостатнє її крошення, що неприпустимо за агровимогами.



Рис. 1.7 – Ротаційна борона Green Star

Причіпна ротаційна борона БРП-9,7 [16, 18] з робочою швидкістю агрегату в межах від 12 до 20 км/год. Копіювання поверхні поля відбувається за допомогою рухомого тандему кріплення робочих органів, які забезпечують рівномірну глибину обробітку ґрунту по всій ширині захвату, які встановлюють шляхом регулювання рухомого упору гідроклапану. Недоліком даної борони є можливе перенесення ґрунту, а також недостатнє його фарбування, що неприпустимо за агровимогами.



Рис. 1.8 – Ротаційна борона БРП-9,7

Австрійські ротаційні культиватори Rotarystar 300 та Rotarystar 600 [18]. Руйнування монолітної ґрунтової кірки після дощу забезпечують робочі органи – зірочки діаметром 520 мм із 16-ма пальцями. На центральній рамі передбачено захист від каміння. Додатковою функцією Rotarystar є установка на бороні висівного апарату, що дозволяє одночасно з виконанням розпушування ґрунту проводити посів різних видів культур та їх загортання. Виробник декларує робочу швидкість борони до 25 км/год, що може забезпечити високопродуктивну обробіток ґрунту, проте, на нашу думку, такий параметр має бути ретельно досліджений.



Рис. 1.9 – Ротаційна борона борони Rotarystar

У США [18] виробляють ротаційні борони Yetter 3400 та Yetter 3500 з шириною захвату 3, 7 та 8 м. Ротаційні борони обладнані голчастими колесами, які встановлені на пружній стійці. Робоча швидкість борони становить 8-13 км/год. Недолік цієї борони в тому, що при виході з ладу одного із зубів потрібна буде заміна всього робочого органу, а також можливе перенесення ґрунту та недостатнє його фарбування, що неприпустимо за агровимогами.



Рис. 1.10 – Ротаційна борона Yetter

Ротаційна мотика МРН-5,6 призначена для довсходового та післясхідного боронування посівів польових культур. Робочі органи мотики створюють тло для початкового розвитку кореневої системи рослин, знищують ниткоподібне коріння бур'янів на швидкостях до 20 км/год, проте, на нашу думку, такий параметр повинен бути ретельно досліджений, оскільки можливе перенесення ґрунту, що неприпустимо за агровимогами [14].



Рис. 1.11 – Ротаційна борони МРН-5,6

Ротаційна борона «Striegel» [14] дозволяє здійснювати з великою продуктивністю ряд робіт, які є невід'ємною частиною професійної обробки ґрунту. Зброя здатна підготувати ґрунт під посів. Дана машина запобігає пізніше проростанню зерна за рахунок розпушування ґрунту після посіву, що збільшує пористість, а також відбувається рівномірний розподіл вологи та кисню у ґрунті, що призводить до більш стійких сходів культур їхнього зростання та зміцнення. Дана машина може працювати як на суцільній, так і на міжрядній обробці ґрунту, навіть якщо рослина вже зросла. При стандартному міжрядному відстані зброя працює від 2-х листочків до 20 см висоти рослини. Якщо збільшити міжрядну відстань, то можлива робота до висоти 60 см.



Рис. 1.12 – Ротаційна борона «Striegel»

Перспективними машинами є ротаційні мотики з пасивним приводом [14]. Дані машини забезпечують інтенсивне фарбування ґрунту до 0,1-0,12 м, а також можуть працювати за різних умов і при цьому не вимагають приводу від ВОМ.

Перевагою пасивних робочих органів є: виключення забивності дисків; робота на швидкостях 9 та більше км/год; проста конструкція; низька енергоємність; мінімум догляду та ремонту та висока зносостійкість. Робочі органи ротаційних мотиків обертаються за рахунок зчеплення з ґрунтом у напрямку руху машини і можуть працювати або агресивною частиною, або пасивною. Головним завданням усіх борін (мотик) є фарбування ґрунту, вирівнювання верхнього шару та перемішування добрив із ґрунтом.

Порівняно з фрезами, де застосовуються активні робочі органи та культиваторами, ротаційні мотики мають меншу енергоємність, працюють на вищій швидкості та менше розпорошують ґрунт [16, 18].

Голчасті диски в основному застосовуються в одноопераційних машинах та БФА. На диску розташовуються зубці під кутом до обертання диска (Англія, патент № 1350078). (США, патент № 315349; Японія, № 4978881; Франція, №

2111675) – зуб має змінний переріз по всій довжині, а так само ріжучу кромку з нахилом. - зуб зроблений з пружинної сталі, при цьому має прямокутний переріз і зменшується до кінця. (Швеція, патент №398434) – зуб із еластичним елементом кріплення до диска.

Ротаційні борони є багатофункціональними знаряддями, які ефективно застосовують для закриття вологи, руйнування кірки, знищення бур'янів. Особливість їх конструкцій та режимів роботи забезпечують щадний вплив на поверхневий шар ґрунту в точці контакту з ним голки робочого органу та одночасно якісне виконання технологічного процесу з мінімальним негативним впливом на культурні рослини. Такі знаряддя є потужною альтернативою використанню хімічних методів боротьби з бур'янами, до того ж вони надають комплексний вплив на ґрунт. Зазначені знаряддя мають типорозмірні лінійки, що дозволяє підбирати їх для господарства відповідно до наявних енергозасобів. До того ж висока швидкість агрегаткування цих борін мінімізує їх кількісний склад.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Забезпечення технологічного процесу боронування робочими органами ротаційних борін

Останнім часом набули популярності різні типи ротаційних борін, це пояснюється їх низкою переваг перед пасивними пристроями, оскільки саме обертовий рух дозволяє подолати проблему утворення кірки на посівах озимих культур, ця проблема вирішується в ряді інших напрямків. На полях України представлені різноманітні варіанти ротаційних борін, які відповідають всім агротехнічним вимогам поля і випускаються іноземними та вітчизняними виробниками сільськогосподарської техніки.

Ротаційні зубові борони «Динар» (рис. 2.1), обробляють ґрунт глибиною до п'яти сантиметрів. Тут робочим органом є роторні зірочки з евольвентним профілем зуба. Зірочки виготовлені шляхом виливання зуба та ступиці як єдиного монолітного елемента. Для змінювання зусилля притискання на ґрунт проводиться регулювання довжини подвійної пружини-стояка кріплення і швидкістю руху агрегату.

Перевагою робочих органів з евольвентним профілем зуба є геометрія його входження у ґрунт - якщо напрям вигину зуба співпадає з напрямком руху агрегату, то зуб входить у ґрунт вертикально і не створюватиме великого опору руху. Якщо ж обернути зубовий диск згином, протилежним напрямку руху, то інтенсивність зусилля на ґрунт суттєво зросте.



Рис. 2.1 - Ротаційна борона «Динар»

Інколи, бувають випадки, коли ротаційна борона серійного виробництва застосовується у складі комбінованого агрегату, тоді борона не є основним робочим органом. Використання дороговартісних зірочок складної конструкції, в такому випадку, не є виправданим, оскільки технологічний процес виконують інші робочі органи, які працюють в тандемі з зірочками. Переважно у таких конструкціях застосовують дешевий варіант зірок з зубами прямої циліндричної форми (рис. 2.2).

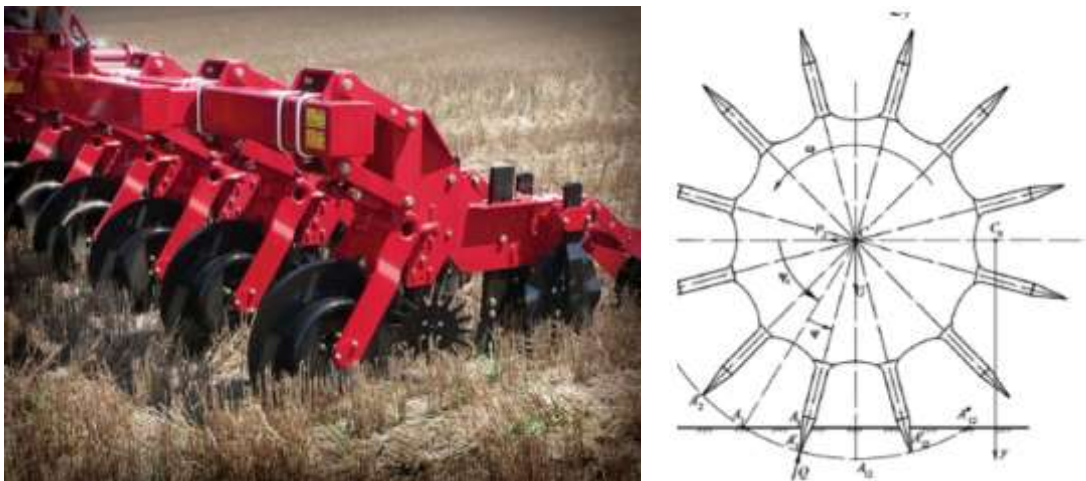


Рис. 2.2 – Комбінований агрегат з ротаційною бороною

Проте, коли борона виконує базовий технологічний процес, її конструктивні елементи мають бути максимально адаптовані до цього нього. Для збагачення поверхневого шару ґрунту повітрям застосовують принцип мікробибуху [3,4], суть якого полягає у тому, що наконечник зуба формують у вигляді лопатки (рис. 2.3).



Рис. 2.3 – Зубовий диск підкопувальної дії «Gonter» БРФ.

У процесі виконання технологічної операції зуб відторює процес копання лопатою і тут, принциповим є те, що коли зуб виходить із ґрунту реакція сил буде направлена вертикально від дна борозни у напрямку ґрунтової поверхні, що зовні схоже вибух.

За умови роботи на легких ґрунтах застосовуються, так звані, легкі голчасті ротаційні борони (рис. 2.4), які використовують в основному для руйнування ґрунтової кірки.



Рис. 2.4 – Голчастий диск легкої ротаційної борони

До недоліків даної конструкції можна віднести велику кількість елементів, які складають один вузол.

2.2. Ротаційні борони спеціального призначення.

Перелічені у п.1.3 конструкції борін застосовуються до роботи в умовах звичайної експлуатації, тобто на звичних полях за умов традиційної системи землеробства. Поряд з тим, є прелік інших технологій вирощування сільськогосподарських культур, які також потребують проведення технологічного процесу боронування, але традиційними способами це зробити не реально. Тут мова йтиме за такі конструктивні рішення, які адаптовані саме для таких технологій.

Для роботи в умовах гребеневого землеробства (наприклад, під час вирощування картоплі) розроблена спеціальна борона (рис. 2.5). Робочий орган

у ній виконує шаровий, поверхневий обробіток під час гребневого розміщення культури. В цій конструкції ротор обробляє міжряддя зі знищенням бур'янів, частково підгортає і розпушує гребені на невелику глибину (до 3 см). Як правило, зуби таких ротаційних борін виготовляють з циліндричного профілю та з загостренням в одну сторону. Залежно від напрямку загострення зубів ротаційна борона має різні реакції на ґрунт, тому вони є ліво- та правосторонніми.



Рис. 2.5 - Ротаційна борона для гребневого землеробства

Особливістю Strip-Till (системи смугового землеробства) є у чергуванні оброблюваних та необроблюваних смуг. Вона передбачає смугове розпушування на глибину прикореневого шару з одночасним внесенням добрив [12]. Тим самим створюються оптимальні умови для проростання сходів, за рахунок отримання добре підготовленої посівної «ліжка». Конструкція агрегатів може бути більш простою або складною. Зокрема, багато хто обладнаний блоком висіву (рис. 2.6).



Рис. 2.6 - Ротаційна борона системи Strip-Till

Секція ротаційної борони, яка повністю вписується в систему машин Strip-Till відображена на рис. 2.7, де особливістю конструкції є те, що батарея має пружні стійки, які збуджують вібрації у процесі роботи.

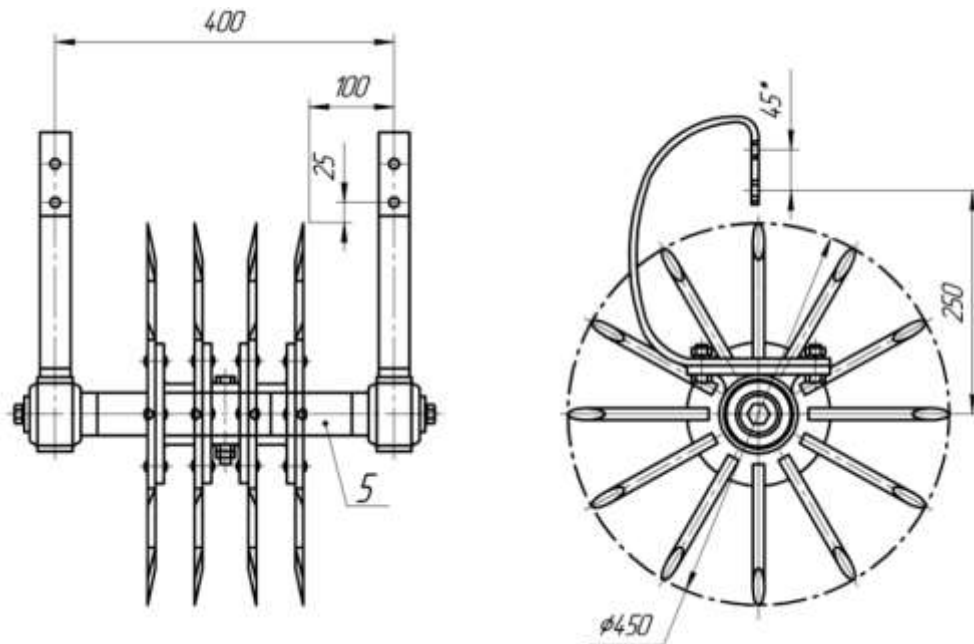


Рис. 2.7 - Секція ротаційної борони для роботи за системою Strip-Till.

Автовібрації у системі Strip-Till сприяють самоочищенню міждискового простору рослинними рештками від забивання, що суттєво підвищує технологічну надійність секції борони [12].

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Обґрунтування конструкції робочого органу ротаційної борони БРН-3,5А

Більшість конструктивних та кінематичних параметрів ротаційних борін всіма виробниками експериментально відпрацьовані в повному обсязі. Проаналізувавши конструкції ротаційних борін визначено, що за їх впливом на ґрунт можна їх можна систематизувати наступним чином:

- вертикальним зануренням прямої голки з конусовидним наконечником;
- створення мікровибуху;
- дія торцевої поверхні.

В першому випадку кришення утвореної кірки на поверхні ґрунту відбувається завдяки вертикальній ріжучій силі занурення леза. В другому - виникнення вертикальнодіючої сили від нижнього до верхнього горизонтів. У третьому - розкришування кірки відбувається дією стискаючих сил. Більшість дослідників вважають мікровибух як пріоритетний. Варто відмітити роботу Шевчука В.В. [18], котрий застосував голки циліндричної форми з конічним наконечником (рис. 3.1).

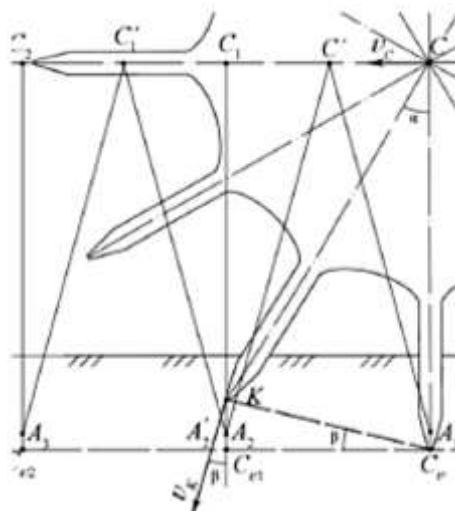


Рис. 3.1 – Схема для визначення параметрів кінематики диска з прямими голчастими зубами роторної борони

Також цікавим вирішенням задачі руху голки диска є у роботі Бабицького Л.Ф. [2, 3] (рис. 3.2, 3.3).

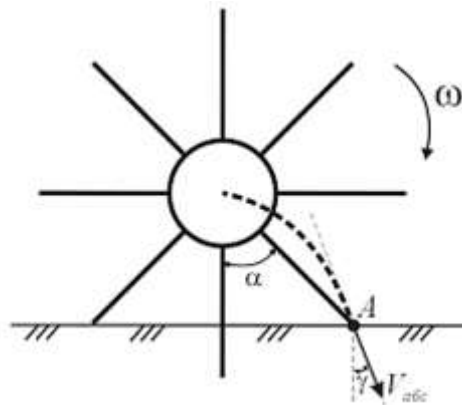


Рис. 3.2 – Схема руху зуба диска [2, 3]

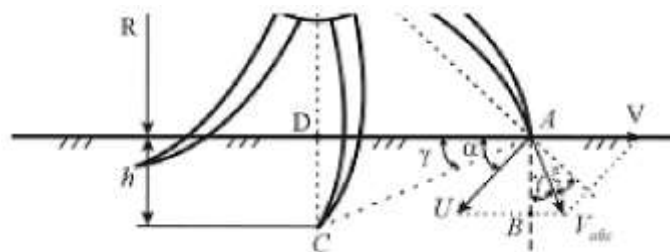


Рис. 3.3 – Загальний вигляд зуба [2, 3]

3.2. Обґрунтування прототипу і конструктивної схеми робочого органу

Для досліджень нами обрано робочий орган роторної борони БРН-3,5А (рис. 3.4), оскільки дана борона випускається рядом вітчизняних виробників і доволі розповсюджена в господарствах України.



Рис. 3.4 – Борона ротаційна начіпна БРН-3,5А

Дана роторна борона призначена для суцільного та міжрядного обробітку сільськогосподарських культур і підходить для роботи на всіх типах ґрунтів. Під час обробки проводиться механічна боротьба з бур'янами у фазі нитки, також розпушується кірка ґрунту і проводиться закладення добривами або гербицидами.

Завдяки візуальним спостереженням за роботою прототипу встановлено, що паралельно встановлені диски розпушують ґрунт в межах утвореної борозни і міждисківий простір залишається практично монолітним. Нами пропонується змінити конструкцію диска як показано на рис. 3.5, де основними відмінностями є те, що базовим елементом робочого органа є дисковий ніж 3, який призначений для поділу оброблюваної борозни на дві смуги. З обидвох сторін даного диска у шахматному порядку приварені зуби 2 з евольвентоподібним профілем робочої поверхні [6].

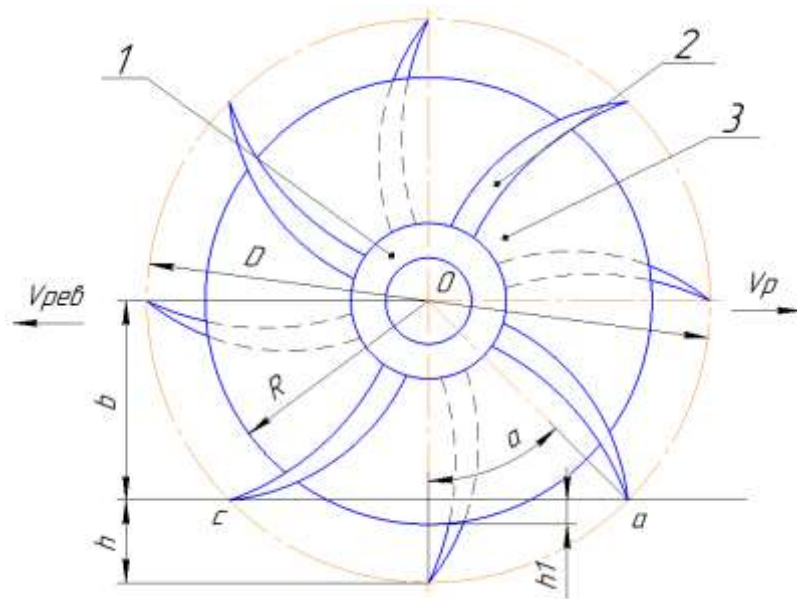


Рис. 3.5 – Розрахункова схема ротаційного зубового диска: 1 – ступиця; 2 – зуб; 3 – дисковий ніж;

В даному конструктивному рішенні кожен зуб формує свою зону мікровибуху у виділеній смузі.

3.3 Розрахунок вісі на згин

Для проведення розрахунків будемо використовувати програму SolidWorks Simulation, для цього запускаємо програму та відкриваємо вісь (рис. 3.6). Далі вмикаємо нове дослідження та вибираємо тип дослідження статичний.

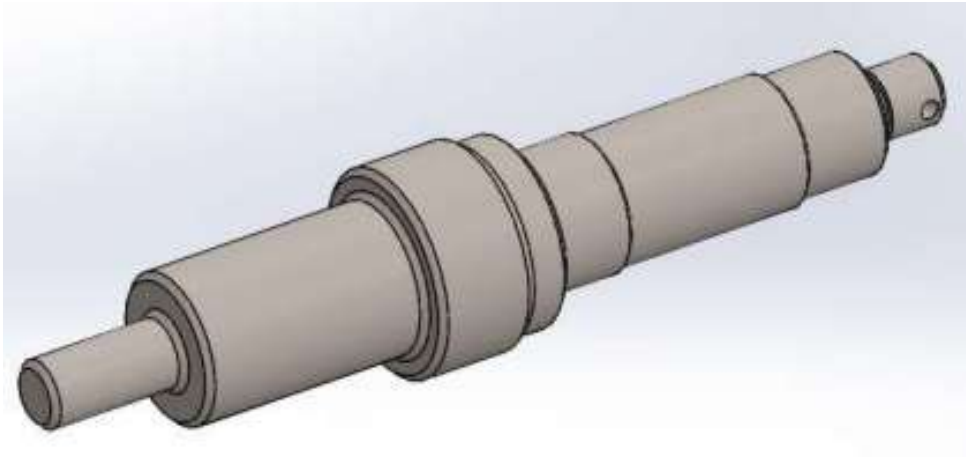


Рис. 3.6 – Загальний вигляд вісі робочого органу ротаційної борони.

В списку матеріалів вибираємо матеріал для вісі «вуглецева сталь» з характеристиками. Далі встановлюємо опорну точку на вісі за допомогою команди «Фіксована геометрія» (рис. 3.7).

Свойство	Значение	Единицы измерения
Модуль упругости	2.1e+011	Н/м ²
Кoeffициент Пуассона	0.28	Не применимо
Модуль сдвига	7.9e+010	Н/м ²
Массовая плотность	7800	кг/м ³
Предел прочности при растяжении	399826000	Н/м ²
Предел прочности при сжатии		Н/м ²
Предел текучести	220594000	Н/м ²
Кoeffициент теплового расширения	1.3e-005	/К
Теплопроводность	43	W/(м·К)

Рис. 3.7 – Характеристики матеріалу

Ця опорна точка відповідає з'єднанню вісі з повідком колеса через втулку яка приварена до повідка та фіксуванням вісі за допомогою гайки та контргайки.

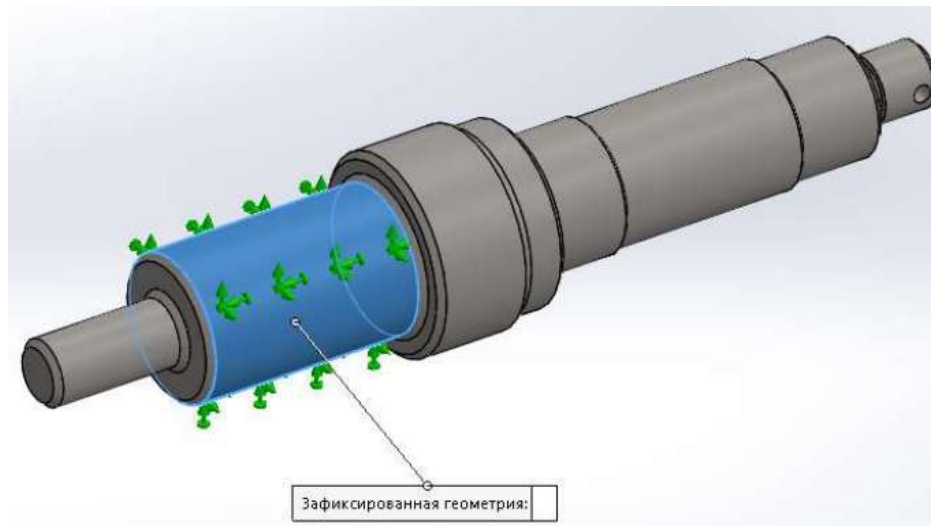


Рис. 3.8 - Встановлення опорної точки

Наступним кроком буде встановлення сил розподіленої ваги, яка вмикається в Solidworks за допомогою команди «Розподілена маса». Це частина ваги борони при встановлених колесах для транспортування, яка діє на дві вісі по два підшипники масою близько 163 кілограми на кожен підшипник. Далі потрібно встановити силу тяжіння – команди «Сила тяжіння» вона становить $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Після встановлення всіх сил, які діють на об'єкт дослідження вмикаємо команду «Запустити це дослідження». Після генерації розрахунків модель досліджуваної вісі зафарбується в кольори, які відповідають за напруження в матеріалі (рис. 3.9).

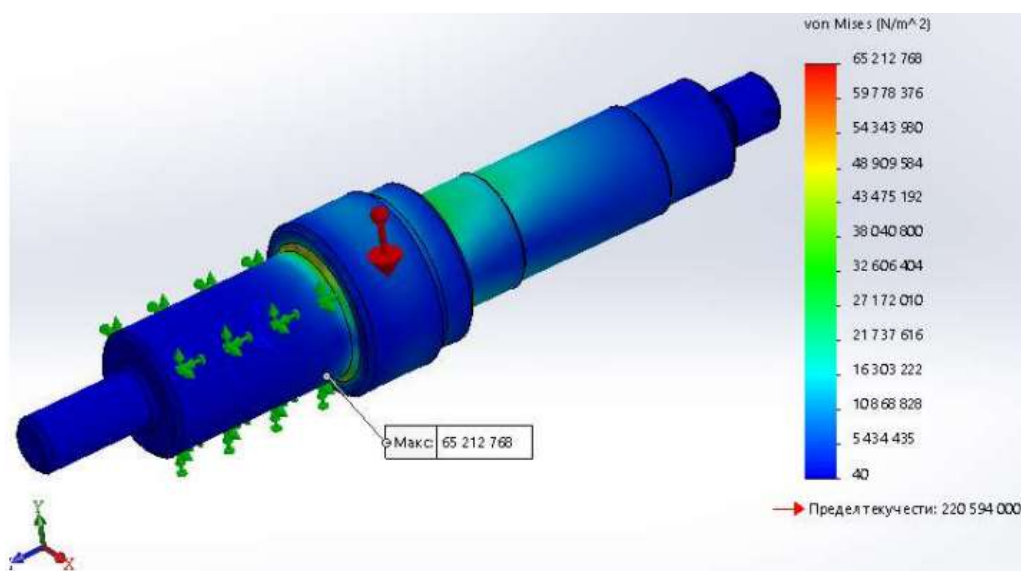


Рис. 3.9 – Напруження в матеріалі

На правій стороні робочого вікна зображений графік з силами, які діють на вісь, синій колір відображає мінімальне напруження (близько 40 Н/м^2), червоний колір відображає максимальне напруження 65212 кН/м^2 , при цьому межа міцності даного матеріалу складає 220594 кН/м^2 , тобто межа міцності складає 155382 кН/м^2 , що задовольняє умову для вибору даного матеріалу для деталі та вибору її геометричних розмірів.

На шкалі зміщення (рис. 3.10) показано як крайня права частина вісі змістилася на $0,062 \text{ мм}$ відносно зафіксованої частини. З розрахунків можна зробити висновок, що дана вісь відповідає поставленим навантаженням та може використовуватись на цьому агрегаті.

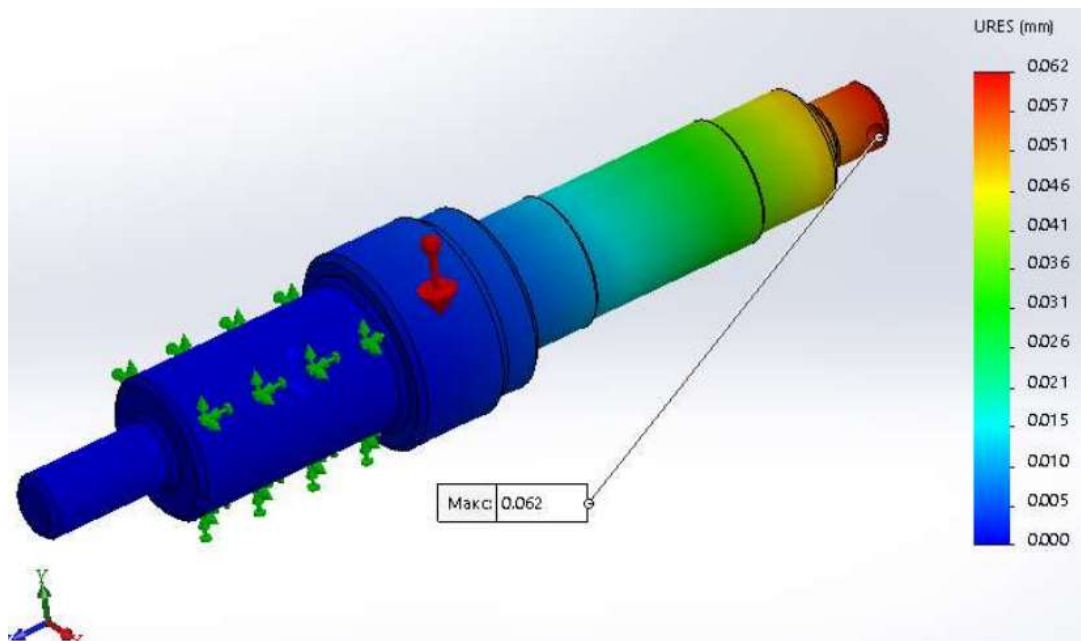


Рис. 3.10 – Графік зміщень під дією зовнішніх сил

3.4. Розрахунок зварного з'єднання.

Допустиму величину переданого зусилля F визначимо за умовою міцності профілю на розтяг

$$\sigma_p = \frac{F}{A} \leq [\sigma_p]$$

де F - зусилля розтягу;

A – площа поперечного перерізу профілю;

$[\sigma_p]$ – допустиме напруження розтягування.

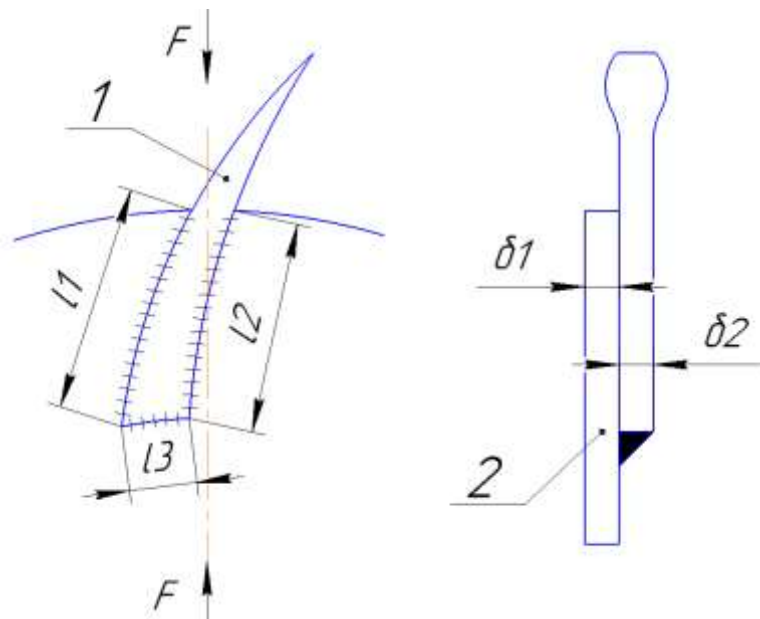


Рис. 3.7 - Зварне з'єднань внапуску: 1 – зуб; 2 – диск

Зуби 1 приварені до диска 2 з одидвох сторін почергово (рис. 3.7). Матеріал зубів та диска Ст3 ГОСТ 535-71, межа текучості $\sigma_T = 220$ МПа, зварювання ручне електродугове, електродом Е42А.

Допустиме напруження розтягування

$$[\sigma_p] = \sigma_T / n = 220 / 1.46 = 150 \text{ МПа},$$

де $n = (1,4 \dots 1,6)$ – запас міцності при розрахунку деталей на розтяг. Площа поперечного перерізу профіля 10×10 становить $S = 100 \text{ мм}^2$.

Тоді допустима величина переданого зусилля:

$$F = A \cdot [\sigma_p] = 100 \cdot 150 = 15000 \text{ Н}.$$

Обчислюємо допустиму напругу на зріз для зварного шва

$$[\tau'_{зр}] = 0,6 \cdot [\sigma_p] = 0,6 \cdot 150 = 90 \text{ МПа}$$

Умова міцності для зварних швів

$$\tau'_{зр} = \frac{F}{0,7 \cdot \delta \cdot (l_1 + l_2 + l_3)} \leq [\tau'_{зр}]$$

де δ – товщина з'єднувальних деталей, мм

l – довжина зварного шва, мм

Таким чином діюче максимальне напруження менше допустимого

$$\tau'_{зр} = \frac{15000}{0,7 \cdot 10 \cdot (10 + 70 + 70)} = 14,3 \text{ МПа} \leq [\tau'_{зр}]$$

$$\tau'_{зр} \leq [\tau'_{зр}]$$

$$14,3 \text{ МПа} \leq 90 \text{ МПа}$$

Умова міцності зварного шва виконується.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Аналіз стану безпеки праці в умовах сучасних сільськогосподарських підприємствах

Верховною Радою України прийнято закон який відбиває державну політику в області охорони праці і базується на наступних основних принципах [19]:

- соціальний захист працівників, повна компенсація збитків особам, що потерпіли від нещасливих випадків на виробництві і професійних захворюваннях;
- установлення єдиних нормативів по охороні праці для усіх видів підприємств незалежно від форми власності і видів їхньої діяльності;
- використання економічних методів охорони праці;
- міжнародне співробітництво в галузі охорони праці, використання світового досвіду в організації роботи з поліпшення умов і безпеки праці.

Використання цих принципів на практиці вимагає знання багатьох галузей науки і техніки, однак, тільки такий усебічний підхід до питань охорони праці, може забезпечити необхідний захист здоров'я і життя працівників. Не менш важливою умовою даної роботи є облік необхідних вимог безпеки вже на етапі конструювання нової техніки, що дозволяє послабити чи навіть усунути небезпечні фактори машин на самому ранньому етапі.

4.2. Загальна характеристика операції і нормативні вимоги безпеки при її здійсненні

Операція підготовки ґрунту ґрунтообробним агрегатом виконується для скорочення витрат праці по підготовки до сівби зернових і інших культур. Технологія процесу підрізування полягає в тому, що агрегат керований одним трактористом рухаючи по полю човниковим способом робить плоскорізну

обробку ґрунту одночасно спускаючи верхній шар ґрунту, заробляючи рознімну борозну і при цьому зберігається ще й стерня [19].

У технологічну схему операції входять: безпосередній виконавець (тракторист); засоби технологічного оснащення (трактор, сільськогосподарська машина – ґрунтообробний агрегат) і предмет праці (ґрунт). Даний процес відповідає структурній моделі: "людина-організація-техніка-рослина-виробниче середовище" чи прибігаючи до умовних позначок "Л-О-Т-Р-ВС". Відповідно до неї складаються вимоги по безпеці праці відповідно до наявного на дані елементи нормативними документами. Виробниче середовище в який виконується операція - кабіна трактора. Механізатор постійно знаходиться в ній залишаючи на незначні інтервали часу для добутку регулювань, контролю якості роботи, огляду агрегату і по особистих нестатках. У кабіні трактора він підданий постійному впливу таких факторів як: висока температура, вологість повітря і його склад, атмосферний тиск, шуми, вібрації, інтенсивність висвітлення. Поза кабіною він піддається небезпеки травмуватися від рухомих частин агрегату.

Основні вимоги безпеки до елементів розглянутої системи і виробничому середовищу встановлюються на основі галузевих стандартів ОСТ46.4.2.143-83 ССБТ [19].

Основними вимогами до виконавця процесу є:

- тракторист повинен бути не молодше 16 років;
- мати права на водіння тракторів даного класу;
- повинен бути здоровий (пройти медичний огляд на предмет загальних і професійних захворювань (радикуліт, бронхіт та ін.);
- знати трактор і комбінований ґрунтообробний агрегат;
- повинен бути атестованим для робіт на машинах з підвищеною небезпекою відповідно до Типового Положення про навчання питань охорони праці.

Технічний стан агрегату повинен відповідати вимогам: ГОСТ12.3.002-75 ССБТ (Загальні вимоги безпеки); Правилам пожежної безпеки в Україні;

ГОСТ12.3.003-76 і ГОСТ12.3.020-80 (Загальні вимоги при виконанні збиральних робіт); ГОСТ 12.2.049-80 (Ергономічні вимоги), ГОСТ12.2.019- 86, а також вимогам, що містяться в заводському посібнику по експлуатації Т-150. Машина повинні бути: технічно справними, цілком укомплектовані необхідними пристосуваннями, інструментами й аптечкою.

При виконанні робіт і при переїздах агрегату з місця на місце ухил місцевості не повинен перевищувати 20° по розуміннях його стійкості.

Вимоги до загальних вимог безпеки визначені змістом галузевих стандартів, основний зміст яких виключити за допомогою визначеної організації праці травмонебезпечні ситуації і захворювання виконавця процесу.

Організація виробничого процесу буде залежати від конкретних умов господарства і рішень господаря про хід робіт. Оплата праці здійснюється відповідно до існуючого законодавством і положенням про оплату праці. Рівень організації охорони праці цілком залежить від дій голови сільськогосподарського фермерського господарства і відповідальності самих працівників що виконують точи інший технологічний процес.

4.3. Організація контролю

Відповідно до закону України "Про охорону праці" відповідальними за безпечний стан робочих місць є безпосередні керівники робіт, що забезпечують відомчий контроль (голова фермерського господарства).

При господарських взаємодіях, ситуаціях купівлі-продажу, оренди, передачі об'єктів у розпорядження відповідальних особи, передача права володіння матеріальною відповідальністю однієї особи іншому спричиняє юридичну відповідальність за стан безпеки переданої технічної системи у виді об'єкта (машинній системи), процесу (технологічній системи).

Юридична особа несе відповідальність за раціональне використання виробничих ресурсів, основні з який - матеріальні, трудові, фінансові. Юридична особа може покладати спеціальні функції і на інші особи, забезпечивши їхню атестацію [19].

Мобільні робочі місця (у даному випадку агрегат з комбінованим ґрунтообробним агрегатом) складають основну частку в матеріальних ресурсах і, через їхню підвищену небезпеку, поряд з матеріальною вимагають додаткової відповідальності за їх технічний стан і безпечну експлуатацію.

Ці види відповідальності залежать від організаційної структури господарства, набору кваліфікаційних вимог до атестуємих фахівців. Тому в процесі господарської діяльності необхідний розподіл відповідальності між особами, що забезпечують керування виробничими процесами. Якщо матеріально відповідальна особа не може бути атестована, як відповідальне за безпечний стан підвідомчої техніки, це покладається на старшого фахівця, що має відповідне утворення і допуск. Якщо техніка передається на обслуговування як зовнішня послуга, то в умовах договору визначається відповідальна особа.

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Метою проведення техніко-економічної оцінки пропонованої конструкторської розробки є визначення вартості витрат на розробку нового ґрунтообробного агрегату, визначення витрат, зв'язаних з експлуатацією даного агрегату, розрахунок витрат праці, й очікуваного економічного ефекту.

Для визначення ефективності пропонованої конструкції умовно назвемо її БРН 3,5М – проектована модель, а в якості базової моделі візьмемо технологію підготовки ґрунту, що складається з машини БРН-3,5

Таблиця 5.1. Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків.

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			Серійна	Модернізована
1	Річний обсяг гоботи	га	300	300
2	Продуктивність	га/год	6,32	6,97
3	Витрати ПММ	кг/год	39,5	36,2
4	Вартість:	грн		
	- Трактора		320000	320000
	- Машини		66000	68000
	- Всього		386000	388000
5	Кількість обслуговуючого персонала		1	1

Кількість нормо-годин у обсязі робіт:

$$K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{300}{6,32} = 47,5 \text{ год}$$

Базовий

$$K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{300}{6,97} = 43,04 \text{ год}$$

Проект

Витрати праці:

$$V_{\text{П}} = K_{\text{НГ}} \cdot n = 47,5 \cdot 1 = 47,5 \text{ год}$$

Базовий

$$V_{\text{П}} = K_{\text{НГ}} \cdot n = 43,04 \cdot 1 = 43,04 \text{ год}$$

Проект

де $n = 1$ - працівники

Експлуатаційні витрати

$$\Pi = \frac{C_T}{W_{\text{год}}} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

де C_T - тарифна ставка, 21,98 грн/год;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує додаткову оплату (20%);

$K_2 = 1,382$ – коефіцієнт, що враховує нарахування на соціальні міроприємства.

Базовий	Проект
$\Pi = \frac{21,98}{6,32} \cdot 1,2 \cdot 1,382 = 5,77$ грн/га	$\Pi = \frac{21,98}{6,97} \cdot 1,2 \cdot 1,382 = 5,23$ грн/га

Амортизаційні відрахування.

Енергетичний засіб – 15%, агрегат – 15%.

Нормативне завантаження на рік: енергозасіб – 1550 год; машина – 580 год

Базовий	Проект
Трактор:	
$A_{\text{тр}} = \frac{320000 \cdot 15}{100 \cdot 1550 \cdot 6,32} = 4,9$ грн/га	$A_{\text{тр}} = \frac{320000 \cdot 15}{100 \cdot 1550 \cdot 6,97} = 4,4$ грн/га
Машина:	
$A_{\text{м}} = \frac{320000 \cdot 15}{100 \cdot 580 \cdot 6,32} = 2,7$ грн/га	$A_{\text{м}} = \frac{320000 \cdot 15}{100 \cdot 580 \cdot 6,97} = 2,5$ грн/га
Всього	
$A_{\text{тр}} + A_{\text{м}} = 4,9 + 2,7 = 7,6$ грн/га	$A_{\text{тр}} + A_{\text{м}} = 4,4 + 2,5 = 6,9$ грн/га

Витрати на ПММ

Базовий $V_{\text{ПММ}} = C_{\text{ПММ}} \cdot V_{\text{ПММ}} = 21,5 \cdot 39,5 = 849,25$ грн/га

Проект $V_{\text{ПММ}} = 21,5 \cdot 36,2 = 778,3$ грн/га

Витрати на ТО, ТР, зберігання

- $\alpha_{\text{ТО}} = 11\%$ - норма відрахувань на ТО;

- $\alpha_3 = 0,2\%$ - норма відрахувань на зберігання;

- $\alpha_{\text{ТР}} = 8\%$ - норма відрахувань на ремонт.

$$V = \frac{V_B \cdot (\alpha_{\text{ТО}} + \alpha_3 + \alpha_{\text{ТР}})}{100 \cdot K_{\text{нг}} \cdot W_{\text{год}}} \cdot K,$$

де V_B – балансова вартість, грн;

K – коефіцієнт переводу трактора у еталонний.

Базовий	Трактор:	Проект
$V_{\text{тр}} = \frac{320000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 47,5 \cdot 6,32}$		$V_{\text{тр}} = \frac{320000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 43,04 \cdot 6,97}$
= 204,66 грн/га		= 204,80 грн/га

Базовий	Машина:	Проект
$V_{\text{м}} = \frac{320000 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 47,5 \cdot 6,32}$		$V_{\text{м}} = \frac{320000 \cdot (8 + 0,2)}{100 \cdot 43,04 \cdot 6,97}$
= 18,02 грн/га		= 18,58 грн/га

Всього по агрегатам:

$V = 204,66 + 18,02 = 222,68$ грн/га	$V = 204,80 + 18,58 = 223,38$ грн/га
--------------------------------------	--------------------------------------

Всього експлуатаційних витрат на 1 га:

Базовий	Проект
$E_{\text{в}} = 5,77 + 7,6 + 849,75 + 204,66 =$	$E_{\text{в}} = 5,23 + 6,9 + 778,3 + 204,80 =$
1067,28 грн/га	995,23 грн/га

Експлуатаційні витрати на весь обсяг роботи:

Базовий	Проект
$E_{\Sigma} = E_{\text{в}} \cdot W_{\text{СЕЗ}} = 1067,28 \cdot 300 = 141570$ грн	$E_{\Sigma} = 995,23 \cdot 300 = 298569$ грн

Капітальні вкладення на 1 га:

Базовий	Трактор:	Проект
$K_{\text{в}} = \frac{V_{\text{б}}}{W_{\text{СЕЗ}}} = \frac{320000}{300} = 1066,67$ грн/га		$K_{\text{в}} = \frac{320000}{300} = 1066,67$ грн/га
Машина:		
$K_{\text{в}} = \frac{66000}{300} = 220$ грн/га		$K_{\text{в}} = \frac{68000}{300} = 226,67$ грн/га
Всього:		
$K_{\text{в}} = 1066,67 + 220 = 1286,67$ грн/га		$K_{\text{в}} = 1066,67 + 226,67 = 1293,34$ грн/га

Приведені витрати на 1 га:

$$P_{\text{в}} = E_{\text{в}} + 0,15 \cdot K_{\text{в}}$$

Базовий $P_{\text{в}} = 1067,28 + 0,15 \cdot 1286,67 = 1260,28$ грн/га

Проект: $P_{\text{в}} = 995,23 + 0,15 \cdot 1293,34 = 1189,23$ грн/га

Приведені витрати на весь обсяг робіт:

$$\text{Базовий } P_{\text{в}\Sigma} = P_{\text{в}} \cdot W_{\text{сез}} = 1260,28 \cdot 300 = 378084 \text{ грн}$$

$$\text{Проект } P_{\text{в}\Sigma} = 1189,23 \cdot 300 = 356769 \text{ грн}$$

$$\text{Річний економічний ефект } E_{\text{Е}} = 378084 - 356769 = 21315 \text{ грн}$$

Результати розрахунків представленні у табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Економічна ефективність роботи			
№	Показники	Варіант	
		Базовий	Проект
1.	Вид роботи	Обробіток ґрунту	
2.	Об'єм роботи, га	300	300
3.	Склад агрегату: Енергозасіб Машина	МТЗ-892 БРН-3,5А	МТЗ-892 БРН-3,5М
4.	Продуктивність, га/год	6,32	6,97
5.	Кількість обслуговуючого персоналу: Трактористів-машиністів Допоміжних працівників	1 -	1 -
6.	Тарифний розряд роботи	5	5
7.	Тарифна ставка, грн/год	21,98	21,98
8.	Норма витрати пального, кг/год	39,5	36,2
9.	Балансова вартість, грн: трактора машини	320000 66000	320000 68000
10.	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	21,5	21,5
11.	Експлуатаційні витрати, грн/га у т.ч.:		
	Амортизаційні відрахування:	471,9	449,6
	-трактора	4,9	4,4
	-машини	2,7	2,5
	Витрати на ПММ	849,25	778,3
12.	Капітальні вкладення, грн/га	1286,67	1293,34
13.	Приведені затрати, грн/т	1260,28	1189,23
14.	Річний економічний ефект, грн		21315

За результатами розрахунку економічний ефект складає 21315 грн за рахунок використання модернізованого агрегату.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Огляд літературних джерел і аналіз досвіду відомих фермерських господарств підтвердив, що дискова ротаційна борона є ефективним знаряддям для поверхневого обробітку ґрунту, яку застосовують, як самостійний агрегат, так і у складі комбінованих агрегатів.
2. Діаметр описаного кола голок (зубів) 450...510 мм, що уніфіковано з серійними дисковими боронами. Довжина голки (зуба) від краю диска 70...110 мм, робоча швидкість - до 15 км/год.
3. Оглядом виокреслено перелік проблем - це недостатня ступінь кришення поверхневої кірки і складність конструктивного виконання робочого органу. Вирішення окремих з них пропонується в даній кваліфікаційній роботі.
4. Перспективним напрямком вдосконалення робочого органу є розділення оброблюваного шару ґрунту на дві смуги. Це можна досягнути розташуванням голок (зубів) у шахматному порядку.
5. Виконаний техніко-економічний аналіз показує, що економічний ефект модернізованої машини становить 21315 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посібник / М. С. Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. – вид. 2-ге, допов. – Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроєкологічний університет», 2012. – 84 с.
2. Бабіцький Л. Ф., Соболевский І. В., Куклін В. А. Обґрунтування конструктивних параметрів гнучкої борони // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. 2016.
3. Бабіцький Л. Ф., Соболевский І. В., Куклін В. А. Обґрунтування оптимальної форми голок ґрунтооброблюваних голчатих дисків. Вчені записки Кримського інженерно-педагогічного університета.
4. Белокопитов А.В. Обґрунтування раціональних параметрів робочих елементів голчастих робочих органів для суцільного обробітку ґрунту в умовах півдня України. – Дис. на здобут. вч. ст. канд. техн. наук. Мелітополь, 1997. с.200.
5. Ветохін В. І. Системні та фізико-механічні основи проектування розпушувачів ґрунту :автореф. дис... д-ра техн. наук / В. І. Ветохін; ННЦ ІМЕСГ. – Глеваха, 2010. - 40 с.
6. Ґрунтообробні агрегати на основі дискових робочих органів: Монографія / [Г.В.Теслюк, Б.А.Волик, С.П.Сокол, О.М.Кобець, А.М.Сенменюта]. – Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП», 2016. – 144.
7. Кем А.А., Чекусов М.С., Черемисін А.І. Ротаційна борона для ґрядових обробок картоплі. / Сільськогосподарські машини і технології. - №5. - 2015. – С.34-37.
8. Кобець А. С. Ґрунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок: монографія / А. С. Кобець, Б. А. Волик, А. М. Пугач. - Дніпропетровськ: Свідлер А.Л., 2011. - 140 с.
9. Малінін М.Ю. Обґрунтування параметрів роботи ротаційної голчастої борони / М.Ю. Малінін – Дипломна робота ступеня магістр за спеціальністю №208 Агроінженерія. – ДДАЕУ, Дніпро,- 2018 – 69 с.

10. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: навчальний посібник / А. С. Кобець, Т. Д. Іщенко, Б. А. Волик, О. А. Демидов. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
11. Основи наукових досліджень в агрономії : Підручник / В.О.Єщенко, П.Г.Копитко, В.П.Опришко, П.В.Костогриз; за ред.. В.О.Єщенко. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.
12. Панченко А.Н. Теорія подрібнення ґрунтів ґрунтооброблюваними знаряддями / А. Н. Панченко. - Дніпропетровск: ДГАУ, 1999. – 140 с.
13. Практикум з використання машин в рослинництві / [Ільченко В.Ю., Кобець А С., Мельник В.П та ін]. – Дніпропетровськ : Дніпроп. держ агр. ун-т. – 2002 – 212с.
14. Сиромятников Ю.М. Обґрунтування параметрів процесу комбінованого технічного засобу для поверхневого обробітку ґрунту. – Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.05.11 «Машини та засоби механізації сільськогосподарського виробництва» (133 - Галузеве машинобудування). – Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка МОН України, Харків, 2019
15. Українська радянська енциклопедія : у 12 т. / гол. ред. М. П. Бажан ; редкол.: О. К. Антонов та ін. — 2-ге вид. — К. : Головна редакція УРЕ, 1974–1985.
16. Теслюк Г.В., Волик Б.А., Теслюк Ю.В. Конструкція ротаційної зубової борони на основі будови тіла біологічного аналогу/ East European Science Journal/ (Warsav, Poland) 2019 : Volume 5 10(50) p.47-53
17. Яропуд В. М. Волик Б. А. Обґрунтування конструкції голчастого диска ротаційної борони аналізом будови тіла біологічного аналогу/ Вібрації в техніці та технологіях № 4 (95) 2019, С.56-64.
18. Шевчук В.В. Обґрунтування параметрів та режимів роботи гольчастої борони автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн.наук /В.В. Шевчук – Львів, 2015. – 24с.

19. Закон України «Про охорону праці» Документ 2694-ХІІ, чинний, поточна редакція. Редакція від 16.10.2020, підстава - 124-ІХ.
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>