

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Удосконалення технології вирощування буряку столового
з обґрунтуванням параметрів удосконаленої
сівалки**

Виконав: студент факультету, гр.МгМ-1-20
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Полтораки Ярослав Володимирович

Керівник: _____ Сокол Сергій Петрович

Рецензент: _____

Дніпро, 2021

АНОТАЦІЯ

Полторак Я.В. Удосконалення технології вирощування буряків столових з обґрунтуванням параметрів удосконаленої сівалки/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація рослинництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2021. – 91с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій і розроблено технологію вирощування буряків столових для умов і на замовлення селянського фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Проведено аналіз конструкцій висіваючих апаратів сівалок точного висіву та розрахунки основних параметрів і режиму роботи удосконаленої сівалки на базі ССТ-12. Визначено основні технологічні показники посівного агрегату.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні буряка столового і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок в господарстві становить 1801868,4 грн., а затрати на розроблену технологію і удосконалену сівалку окупляться протягом 1 року експлуатації.

Ключові слова: буряк столовий, коренеплоди, технологія, сівалка, параметри, режим роботи, продуктивність, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П.	6
1 УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ СТОЛОВИХ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА.	8
2 ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СТОЛОВИХ БУРЯКІВ В ГОСПОДАРСТВІ.	12
3 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ СІВАЛОК І ЇХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ.	16
4 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПНЕВМАТИЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТУ.	31
5 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИСІВНОГО АПАРАТУ.	34
5.1 Визначення основних технологічних параметрів апарату.	34
5.2 Розрахунок на міцність конструктивних елементів сівалки.	40
5.2.1 Розрахунок осі опорного колеса посівної секції.	40
5.2.2 Розрахунок ланцюгової передачі приводу посівної секції.	43
6 РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СІВБИ УДОСКОНАЛЕНОЮ СІВАЛКОЮ.	48
6.1 Вихідні дані до розрахунків і агротехнічні вимоги до сівби.	48
6.2 Визначення режимів роботи агрегату.	48
6.3 Визначення норми виробітку і витрат палива.	54
7 ОХОРОНА ПРАЦІ.	59
7.1 Аналіз стану охорони праці в господарстві.	59
7.2 Аналіз можливих небезпек при виконанні технологічних процесів на вирощуванні буряку.	61
7.3 Техніка безпеки при сівбі буряка.	64
7.4 Розрахунок засобів індивідуального захисту.	66
7.5 Основні правила пожежної безпеки.	67
7.6 Рекомендації по поліпшенню умов праці.	67
8 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	69
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	78
ДОДАТКИ.	80

ВСТУП

За об'ємами виробництва овочів Україна входить в десятку світових лідерів (9,3 млн. т. овочів відкритого ґрунту і 0,73 млн. т. баштанних культур), однак, за рівнем урожайності займає 18-е місце. З огляду на річну потребу людини в овоче-баштанній продукції у розмірі 161 кг та у відповідності до галузевої комплексної програми «Овочі України», основною проблемою на перспективу є забезпечення населення України високоякісними овочами в обсязі 12 млн. т [1].

Буряк столовий – одна із провідних цінних продовольчих культур відкритого ґрунту, яка займає близько 10 % у структурі посівних площ під овочевими. В Україні буряк столовий займає 44,1 тис. га. При цьому урожайність коренеплодів складає у середньому 20,3 т/га, валовий збір 894,1 тис. т. Дніпропетровська область лідирує у вирощуванні цих коренеплодів з об'ємом виробництва 5611,4 т [2].

Столові коренеплоди містять до 2% білка, 14,5 % цукрів, солі калію, кальцію, магнію, фосфору. Буряк також містить вітаміни В, Р, РР, фолієву кислоту, клітковину, йод, марганець, залізо, сірку, рубідій, цезій і ще цілий перелік поживних компонентів. Кількість кожного з елементів досить істотна, що дозволяє добре поповнити запаси організму. Калорійність буряка - 40 ккал на 100 гр. Завдяки наявності багатьох корисних речовин споживання буряку покращує травлення, знижує артеріальний тиск, нормалізує обмін речовин, кровотворення [3].

На відміну від моркви в буряку немає каротину, але більше аскорбінової кислоти. У їжу вживають коренеплоди і листя молодих рослин, готують салати, буряківники, борщі, оладки, ікру, маринують і т.д. При ранньому споживанні (пучкового буряка) використовують молоді листя і черешки у свіжому, вареному і тушкованому вигляді. Рослина волого- і світлолюбна, досить холодо- і засухостійка. Культуру вирощують на всіх континентах, в Україні - у всіх землеробських районах, окрім Криму. Буряк більш вимогливий до тепла,

ніж морква. Оптимальна температура для росту коренеплодів $+16...+22^{\circ}\text{C}$. Пристосована до підвищеної засоленості ґрунтів, але вони повинні бути нейтральними і добре забезпечені поживними елементами. Вегетаційний період у залежності від сорту 60-120 днів [4].

Для отримання високих врожаїв столових коренеплодів з високою якістю і смаковими властивостями в господарстві слід впроваджувати сучасні технології з використанням сучасних високопродуктивних сортів і технологій, які передбачають використання високопродуктивних машин і засобів захисту рослин.

Метою дипломної роботи є удосконалення технології вирощування буряків столових з обґрунтуванням параметрів удосконаленої сівалки в умовах і на замовлення селянського фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області.

1 УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ БУРЯКІВ СТОЛОВИХ В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА

Для отримання високого урожаю з хорошою якістю коренеплодів при розробці технології слід враховувати ряд головних факторів: вибір поля з відповідними характеристиками ґрунту і кращими попередниками, вибір районованих сортів з хорошим біологічним потенціалом, розрахунок потреби і своєчасне внесення відповідних добрив, підбір техніки і складання агрегатів з високою продуктивністю для проведення робіт в оптимальні строки, підбір засобів для захисту рослин від хвороб і шкідників і т. ін. Тобто, для отримання високого урожаю всі елементи технології вирощування повинні забезпечувати рослини всіма важливими чинниками для росту і розвитку свого біологічного потенціалу.

Чорноземні ґрунти господарства з нейтральною реакцією цілком придатні для вирощування столових коренеплодів.

Кращими попередниками для буряків є овочеві культури - цибуля, огірки, помідори та бобові і зернові (озима пшениця) культури. Не варто висівати їх після будь-яких видів капусти. При повторних посівах столових буряків врожайність різко знижується, коренеплоди вражаються хворобами і шкідниками. Тому буряки повертають на те ж поле через 3-4 роки.

Із ранньостиглих сортів рекомендуються для вирощування в господарстві сорти Астар F1 та Єгіпос. Із сортів середньої стиглості – Болівар, Бордо харківський, Бохан. Ці сорти мають високу біологічну продуктивність – до 70 т/га і хороші смакові якості.

Столові буряки добре реагують на внесення мінеральних добрив. На протязі вегетаційного періоду вони потребують різну кількість елементів живлення. В період від появи сходів до формування коренеплодів найбільш ефективним буде азотне підживлення, а на початку формування коренеплодів, в процесі накопичення в них поживних речовин зростає вплив калійних добрив, які сприяють утворенню вуглеводів. Необхідну кількість мінеральних добрив

розраховують балансовим методом на основі агрохімічного аналізу ґрунтів. Встановлено, що для формування 10 т коренеплодів буряки виносять з ґрунту 27-40 кг N, 11-15 кг P₂O₅, 30-43 кг K₂O. Розрахункову кількість мінеральних добрив найбільш доцільно вносити за декілька прийомів. Під оранку (основне внесення) – 25 % азотних, 60 % фосфорних та 50 % калійних добрив. Одночасно з посівом вноситься N₁₅P₁₅K₁₅, решту мінеральних добрив необхідно вносити на протязі вегетаційного періоду, враховуючи, що більшу частину калійних добрив доцільно вносити в фазі «початок формування коренеплодів – технічна стиглість». Відомо, що надлишок азотних добрив сприяє накопиченню нітратів в коренеплодах, гранично норма яких складає 1400 мг/кг. Через це доза азотних добрив не повинна перевищувати 180 кг/га діючої речовини (д.р.). Їх необхідно вносити за декілька разів. За місяць до збирання вносити азотні добрива не рекомендується. Столові буряки позитивно реагують на внесення мікроелементів: марганцю, бору та міді.

Обробіток ґрунту включає в себе осінню оранку після збирання попередника на глибину не менше 20-22 см. Якщо попередником є озима пшениця, то спочатку слід провести обробку ґрунту дисковими луцильниками ЛДГ-5, ЛДГ-10 або важкими дисковими боронами БДТ-10, БДТ-7 глибиною 6 - 8 см.

Весною поле боронують (закривають вологу) та комбінованим агрегатом вносять гербіциди (культиватор УСМК-5,4Б + обприскувач, борони ЗОР-0,7) до посіву або до сходів буряка.

Посів столових буряків проводять при прогріванні верхніх шарів ґрунту (3-6 см) до температури 6-8 °С. В умовах господарства це орієнтовно I-II декади квітня, але слід пам'ятати, що чим вища температура, тим швидше появляються сходи (при температурі 15-18 °С сходи появляються через 4-5 доби).

Буряки дуже чутливі до нестачі води в період проростання насіння, але не витримують навіть короткочасного затоплення. Тому не варто висівати їх на низинних ділянках, позаяк тижневе затоплення практично повністю згубить майбутній урожай.

Сівбу пропонуємо проводити агрегатом з удосконаленою сівалкою широкорядним способом з міжряддям 45 см. Багаторосткові сорти висівають нормою 12-16, одноросткові – 8–10 кг/га на глибину 3 см на важких ґрунтах і 4–5 см - на супіщаних. До і після посіву у міру потреби необхідно проводити коткування.

Столові буряки - дуже світлолюбна культура. Світло потрібне рослинам упродовж усієї вегетації, за його браку врожай зменшується на 30%. Нестача світла, зниження його інтенсивності погіршують хімічний склад коренеплодів.

Догляд за рослинами нічим не відрізняється від догляду за іншими овочами. Важливими є забезпечення достатньої вологи ґрунту (проведення поливу при наявності), розпушування, підживлення, обов'язкове проріджування, профілактика хвороб і захист від шкідників.

При утворенні ґрунтової кірки і з'явленні поодиноких сходів бур'янів посіви боронують упоперек рядків легкими боронами ЗБП-0,6А. З появою сходів проводять 1-е розпушування вільних міжрядь на глибину 5-6 см. Проріджують паростки зазвичай в два прийоми. При першому між рослинами в рядку залишають 3-4 см, при другому, коли діаметр коренеплоду перевершує 1,5 см - формують кінцеву густоту рослин, яка знаходиться в залежності від сортових особливостей і планованої величини коренеплодів. 2-е розпушування потрібно провести в фазі 4-5 листків на глибину 6-8 см. Затримка із прорідженням (пізніше ніж після 3–5 листочків) призводить до суттєвого зниження товарного врожаю. Воно сприяє рівномірному розміщенню рослин та відповідному використанню поживних елементів ґрунту, знищенню бур'янів. На плантації столових буряків, призначеній для одержання товарних коренеплодів, після остаточного формування густоти залишають близько 500 тис. шт. рослин/1 га.

Третій міжрядний обробіток здійснюють на глибину 8-10 см, потім збільшують глибину обробітку до 12 см. Використовують при цьому культиватори просапні КОР-4,2 або УСМК-5,4.

При догляді за посівами бур'яни знищують механічним способом, а також використовують хімічні засоби захисту рослин. Із гербіцидів під передпосівну культивуацію вносять Гезагард (2-3 кг/га), Стомп (3-6 кг/га). Для знищення бур'янів посіви буряків в фазі другого справжнього листка обробляють гербіцидом Бетаналом (1-1,3 кг/га д.р.). Найбільш шкодочинними на посівах буряка столового, особливо у фазі сходів, є буряковий довгоносик, бурякова блоха, мінуюча муха. Для боротьби з ними сходи та дорослі рослини обприскують пестицидами включеними до переліку дозволених препаратів.

Збір врожаю слід закінчити до настання заморозків. Коренеплоди, пошкоджені низькими (-2°C) температурами, непридатні для зберігання. Оптимальний строк збирання у Степу - у другій половині жовтня. Найбільш поширеним способом збирання є роздільний. Для цього використовують бурякозбиральні комплекси. Коренеплоди повинні бути очищені від ґрунту і гички (черешки не більше 1 см). Їх сортують згідно стандарту, затарюють і відправляють на реалізацію або закладають на тривале зберігання.

2 ОБГРУНТУВАННЯ НАБОРУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СТОЛОВИХ БУРЯКІВ В ГОСПОДАРСТВІ

Вибір машин для вирощування столових буряків здійснюють на основі технологічної карти, яка має включати такі основні блоки інформації: агрономічний блок, який містить назву операції, обсяг робіт, початок і тривалість робіт; технічне забезпечення операцій і нормативи на використання техніки; потреба в ресурсах: кількість технічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і нормозмін, палива і технологічних матеріалів; показники ефективності: затрати праці, прямі і приведені витрати [7].

Приклад заповнення технологічної карти покажемо на першій операції – луцення стерні.

Дата початку роботи та її тривалість обумовлюються агротехнікою вирощування столових буряків.

Коефіцієнт змінності $K_{зм}$ підраховуємо за формулою [6]:

$$K_{зм} = \frac{T_{\partial}}{T_{зм}} \quad (2.1)$$

де T_{∂} – тривалість роботи агрегату за добу, год.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.;

Тривалість зміни становить 7 годин, а при роботі з отрутохімікатами – не більше 6 годин.

Тривалість робочого часу за добу встановлюють на основі прийнятого у господарстві робочого дня на даний період та з урахуванням операції, що виконується, тоді

$$K_{зм} = \frac{7}{7} = 1.$$

Для луцення стерні вибираємо такий склад машинно-тракторного агрегату – трактор Т-150К і лушительник дисковий ЛДГ-15.

Змінну норму виробітку і норму витрати палива на одиницю роботи визначаємо за [8]. Вони відповідно становлять $W_{зм} = 66,2$ га /зм та $g_{п} = 2,4$ л /га.

Норма витрати технологічних матеріалів визначається агротехнікою вирощування столових буряків. При луценні стерні технологічні матеріали не використовують.

Кількість механізаторів і допоміжних робітників, обслуговуючих агрегат, визначають в залежності від його складу і рекомендацій заводів-виробників машин. Для даної операції потрібно 1 механізатор.

Значення годинної еталонної продуктивності λ згідно [6] для трактора Т-150К становить 1,65 у.е.га /год.

Необхідну кількість агрегатів n_a визначаємо за формулою [7]:

$$n_a = \frac{\Omega}{W_{зм} K_{зм} D_p}, \quad (2.2)$$

де Ω – обсяг робіт, га;

$W_{зм}$ – змінна норма виробітку, га /зм;

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

D_p – тривалість роботи, днів.

Підставивши дані, будемо мати

$$n_a = \frac{240}{66,2 \cdot 1 \cdot 5} = 0,73.$$

Приймаємо 1 агрегат.

Кількість днів, протягом яких фактично буде виконана робота, підраховуємо за формулою [7]

$$D_\phi = \frac{\Omega}{n_a \cdot W_{зм} \cdot K_{зм}}. \quad (2.3)$$

Підставивши дані, будемо мати

$$D_\phi = \frac{240}{1 \cdot 66,2 \cdot 1} = 3,6 \text{ дні.}$$

Прийmemo, що луцення буде виконано за три робочих дні.

Кількість нормозмін, необхідних для виконання роботи, знаходимо за формулою:

$$N_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}}, \quad (2.4)$$

де $N_{зм}$ – число нормозмін.

Підставивши дані, будемо мати

$$N_{зм} = \frac{240}{66,2} = 3,6.$$

Необхідну кількість обслуговуючого персоналу визначаємо за формулою:

$$n_m = m_m \cdot n_a \cdot K_{зм}, \quad (2.5)$$

де m_m – кількість механізаторів, обслуговуючих агрегат.

$$n_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ механізатор.}$$

Аналогічно визначають кількість допоміжних робітників.

Кількість палива, необхідного для виконання роботи визначаємо за формулою

$$G_n = \Omega \cdot g_n. \quad (2.6)$$

$$G_n = 240 \cdot 2,4 = 576 \text{ л.}$$

Сумарні затрати праці на виконання роботи підраховуємо за формулою [6]

$$Z_n = (n_m + n_o) \cdot N_{зм} \cdot T_{зм}. \quad (2.7)$$

Підставивши дані, будемо мати

$$Z_n = (1 + 0) \cdot 3,6 \cdot 7 = 25,2 \text{ люд. год.}$$

Виробіток машинно-тракторного агрегату в умовних одиницях визначаємо за формулою [6]:

$$\Omega_Y = \lambda \cdot N_{зм} \cdot T_{зм}, \quad (2.8)$$

де Ω_Y – виробіток агрегату в умовних одиницях, у.е.га.

Підставивши дані, будемо мати

$$\Omega_Y = 1,65 \cdot 3,6 \cdot 7 = 34,7 \text{ у. е. га.}$$

Всі отримані дані заносимо у відповідні їм колонки технологічної карти. Аналогічні розрахунки виконуємо для всіх технологічних операцій, необхідних для вирощування і збирання столових буряків. Отримані дані зводимо у технологічну карту.

Для виконання сільськогосподарських робіт, пов'язаних з вирощуванням і збиранням столових буряків необхідно мати певну кількість тракторів та сільськогосподарської техніки. Структурний та кількісний набір машин можна

визначити методом побудови графіків завантаження тракторів і сільськогосподарських машин. Графіки будується на основі даних технологічної карти. При побудові графіків завантаження тракторів і сільськогосподарських машин записують загальні назви групи машин. В графу “Марка” у відповідності із загальною назвою групи машин. Графу “Строки використання машин” розбиваємо на шість граф, що відповідає кількості місяців, під час яких проводять операції, пов’язані з вирощуванням і збиранням столових буряків. Під графу місяця ділять на три частини, кожна з яких відповідає певній декаді місяця.

У відповідності з технологічною картою прямокутниками позначають роботу кожної із машин. Довжина основи прямокутника дорівнює кількості днів роботи, початок основи співпадає з початком роботи, а кінець – з кінцем. Для різновидності площа кожного прямокутника містить номер операції з технологічної карти, під час якої використовується та чи інша машина або агрегат. В результаті побудови графіку визначають набір машин для вирощування і збирання столових буряків у господарстві.

3 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ СІВАЛОК І ЇХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Основною складальною одиницею будь якої багаторядної сівалки є посівна секція, в якій об'єднано висівну та загортаючу системи для сівби насіння. Посівні секції бувають одно- та двоопорні, в яких опорами є котки або лижі.

Висівний апарат – один з найбільш важливих робочих органів сівалок. Він забезпечує відбір із загальної маси визначної кількості насіння і формує її потік за наперед заданими параметрами. Тому робота сівалок, відносно якості розподілу насіння в рядку і в цілому на засіяному полі, головним чином визначається роботою посівних апаратів.

Основна вимога до посівних апаратів – створення рівномірного дозованого потоку насіння з метою рівномірного розподілу його на площі поля.

За принципом дії висівні апарати сівалок розподіляють на чотири типи: механічні, пневматичні, пневмомеханічні, гідравлічні.

У конструкціях бурякових сівалок переважно використовуються механічні висівні апарати, які дозують насіння одиничним його відбиранням. Передумовою точного висіву насіння є однонасіннєве рівномірне розміщення в ґрунті насіння культури по глибині, яке забезпечує найбільш сприятливі умови для їхнього проростання і виходу паростків на поверхню ґрунту.

Мета точного висіву – одержати рівномірно розміщені по площі поля рослини, які в цьому випадку розвиваються найкраще. За інших рівних умов завдяки точному висіву забезпечується економія насіння і підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Точний висів характеризується тим, що рядки рослин в полі розташовують один від одного на певній відстані, а кожному рядку розміщують насіння приблизно на однаковій відстані між собою.

Механічний висівний апарат для пунктирного висіву має диск з комірками, в які при його обертанні вкладається насіння. Кожна насінина при подальшому обертанні диска підводиться до вікна над сошником для викидання її борозну виштовхувачем. Якщо в комірку диска попало декілька насінин, то на шляху їхнього руху з диском діє відбивач, який зчищає зайве насіння, залишаючи по одній насінині в комірці.

Головною метою загортаючої системи посівної секції є збереження утвореної посівною системою якості розподілу насіння у рядку, створення умов для одержання з висіяного насіння максимальної кількості якісних сходів, тобто досягнення максимальної польової схожості.

В Україні для сівби цукрових і інших видів буряків використовують сівалки сімейства ССТ.

На рис. 3.1 показано схему двоопорної посівної секції бурякової сівалки з такими робочими органами, що дають змогу диференційно використовувати різноманітні засоби загортання насіння в залежності від ґрунтових умов. Розглянемо на цьому прикладі призначення робочих органів, що входять до складу посівної секції.

Передсошниковий коток 11 являє собою циліндричний коток діаметром 260-300 мм та шириною 60-80 мм з шиною атмосферного тиску. Він призначений для ущільнення ґрунту перед сошником з тим, щоб вузький кілеподібний наральник сошника розрізав ущільнений, а не пухкий ґрунт, що дає змогу одержати чітку борозну з рівними ущільненими стінками. Тиск котка на ґрунт регулюється. Якщо ґрунт має підвищену вологість, то тиск зменшують, а якщо знижену, то тиск збільшують. Шина атмосферного тиску – це така шина, в якій внутрішня порожнина спеціальними отворами сполучена з атмосферою, завдяки чому, а також пружним властивостям гуми, вона легко сплющується в зоні контакту її з поверхнею борозни і швидко приймає первісну форму, що дає змогу самоочищуватися від залипання ґрунтом.

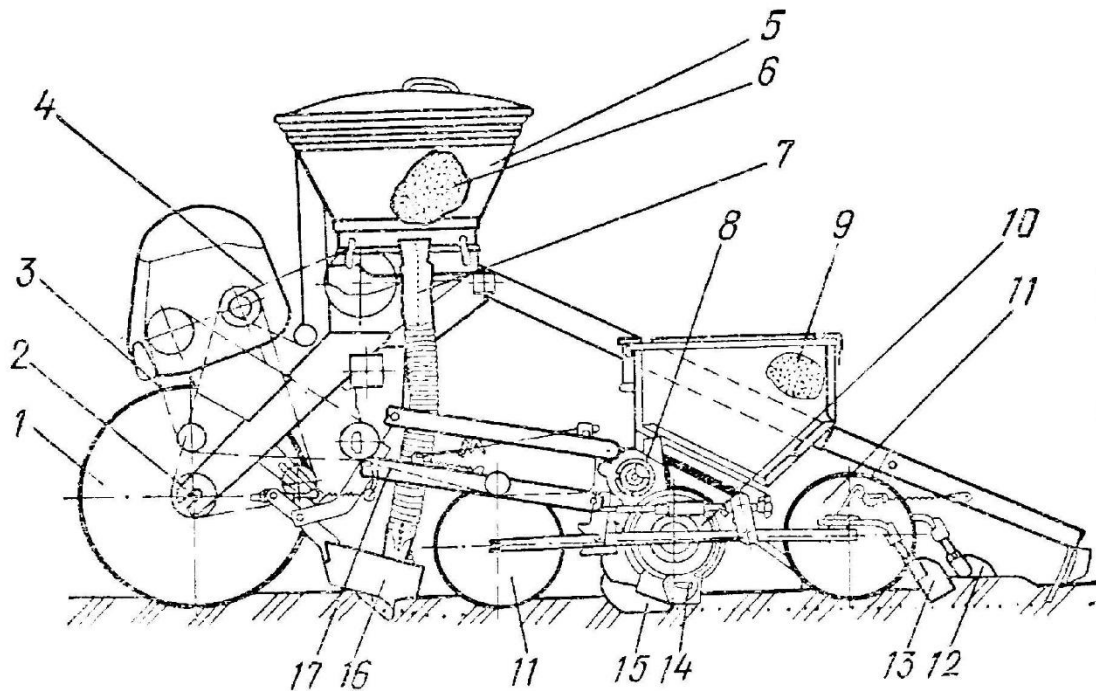


Рисунок 3.1- Схема посівної секції сівалки ССТ-12Б:

1 – колесо; 2, 3, 4 і 17 – ланцюги; 5 – туковисівний апарат; 6 – добрива; 7 – тукопровід; 8 – зчісуючий ролик; 9 – насіння; 10 – висівний диск; 11 – передсошниковий коток; 12 і 13 – загортачі; 14 – виштовхувач; 15 – насінневий сошник; 16 – туковий сошник

Сошник 15 – кілеподібного типу, виконаний у вигляді вузького (шириною 22-26 мм) кілеподібного наральника з подовженими щоками сошника. Він призначений для утворення кілеподібної борозни у ґрунті (клином донизу) та утримування її стінок від передчасного обвалювання, поки висівна система не покладе в неї насіння.

Борозний коток являє собою циліндричний коток діаметром 160-200 мм та шириною, меншою за відстань між щоками сошника. Він призначений для ущільнення ґрунту навколо насіння у відкритій борозні. При ущільненні ґрунту у борозні підвищується рівномірність загортання насіння за глибиною та якість сходів рослин. Найефективніше ущільнення ґрунту навколо насіння у відкритій борозні досягається в умовах нестачі вологи, причому поверхневий шар ґрунту, яким загортається борозна залишається без ущільнення.

Загортачі 12 і 13 – це плоскі або криволінійні полиці, встановлені під кутом до напрямку руху сівалки з обох боків борозни. Вони призначені для укріплення насіння ґрунтом у борозні. Під час роботи загортачі знімають поверхневий шар ґрунту глибиною до 3 см та спрямовують його у центр рядка. Активність загортачів змінюється за рахунок змін кута їхнього розхилу та зміни тиску їх на ґрунт.

Прикочувальний коток також оснащений шинами атмосферного тиску. Він призначений для ущільнення ґрунту над насінням у рядку. При невеликій глибині сівби коток, котячись по рядку забезпечує не тільки поверхнєве ущільнення, а й ущільнення ґрунту навколо насіння в борозні, але при порівняно великих глибинах загортання насіння (більше 4 см) він істотно ущільнює поверхневі шари ґрунту, що ускладнює розвиток паростків.

Висівний апарат являє собою алюмінієвий корпус, в якому змонтоване зубчасте колесо ($z = 90$) із закріпленим на ньому висівним диском, проміжне зубчасте колесо ($z = 40$), вал-шестерня, ролик, відбивач, кришки і накладка. Вал-шестерню встановлено у металокерамічних втулках, запресованих в опорні отвори корпусу.

Вал-шестерня через проміжне зубчасте колесо $z = 40$, змонтоване на осі, передає обертання зубчастому колесу $z = 90$ і висівному диску. На валі-шестерні за допомогою шпонки нерухомо закріплений ролик. До верхньої частини корпусу прикріплений відбивач. Зазор між роликом і відбивачем 0,1...0,6 мм. Між висівним диском і зубчастими колесами до корпусу прикріплена накладка.

Циліндричні поверхні трирядних дисків містять у собі три ряди комірок, розміри яких відповідають фракціям насіння, що висівається.

Циліндрична поверхня однорядних дисків має один ряд комірок, розміри яких відповідають фракціям насіння, що висівається. Розміри фракції нанесені на висівних дисках. На двох штирях у нижній частині корпусу встановлені три клинових виштовхувача. Розташування опорних бортів штирів має бути таким,

щоб диск не зачіпав їх.

Насіннєві сошники прикріплені до корпусу висівного апарата за допомогою болтів.

Туковий сошник прикріплений до кронштейна висівної секції за допомогою рухомої рамки. Він є одночасно і грудковідводом. Туковий сошник оснащений подільником, за допомогою якого мінеральні добрива направляються в борозну двома потоками – з боків рядка, що засівається.

Колеса секції змонтовані в рамках на однаковій відстані від насіннєвого сошника. Колеса сприяють рівномірному ходу насіннєвого сошника, встановленого на задану глибину, і є опорами висівних секцій.

Закріплення регулювального гвинта в середньому (другому зверху) отворі планки рамки дозволяє рівномірно розподіляти тиск на переднє і заднє колеса. Переднє колесо ущільнює ґрунт перед насіннєвим сошником, а заднє призначено для прикочування борозни з висіяним насінням, що створює кращий контакт насіння з ґрунтом. Маточини коліс по обидва боки закриті манжетами. Від осьового зсуву маточини утримуються корончастими гайками і шплінтами.

Загортачі шарнірно прикріплені до рамки заднього колеса. Тиск загортача на ґрунт змінюють, переставляючи пружину в пазах сектора, який прикріплено до повідця. Для запобігання деформації і поломки загортачів при русі сівалки назад передбачені шарніри. Механізм регулювання глибини ходу насіннєвого сошника складається з регулювального гвинта і ручки. Стяжка гвинта має поділki. Одна поділka відповідає 1 см заглиблення сошника.

Механічні апарати розрізняють по способу відбору насіння з загальної маси: по одній насінині (поодинокій відбір) та групою насінин (груповий відбір); за конструктивними ознаками поділяють на стрічкові, дискові та барабанні.

Представником стрічкових висівних апаратів є апарат англійської сівалки Станхей (рис. 3.2). Апарат має бункер, перепускную насіннєву камеру, розмір вхідного вікна з бункера регулюється заслінкою 7, прогумований пас з отворами для насіння 10, зчісуючий ролик 8 з гумовою шиною, ведучий 11, ведений 4 та натяжний 3 ролики, пластмасове підтискне денце 6, електричний датчик 12.

Працює апарат наступним чином. Насіння самопливом крізь вікно, яке регулюється заслінкою 7, надходить до насіннєвої камери, дном якої є прогумований пас 10 з отворами. Ділянка прогумованого пасу у насіннєвій камері лежить на підтискному денці 6, яке має випуклу форму у бік насіннєвої камери. Завдяки цьому отвори у прогумованому пасі набувають замість циліндричної зрізану конічну форму з більшою основою у бік насіннєвої камери, що покращує заповнення отворів насінням. Стрічка паса з насінням рухається до зчісуючого ролика 8, який зчісує насіння з поверхні стрічки назад у насіннєву камеру.

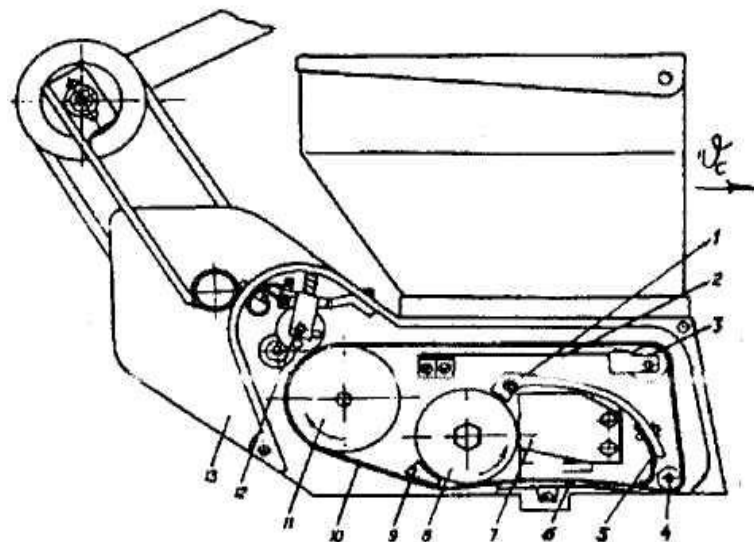


Рисунок 3.2- Стрічковий висівний апарат „Станхей”:

1 - перегородка насіннєвої камери; 2 - пружина натяжного пристрою; 3 - ролик натяжного пристрою; 4 - ролик; 5 - еластичний щіток; 6 - пластмасове підтискне дно; 7 - заслінка; 8 - зчісуючий ролик; 9 - упор; 10 - прогумований пас з отворами для насіння; 11 - ведучий ролик; 12 - пристрій контролю руху паса; 13 - корпус апарату

А насіння, яке потрапило у отвори паса, рухається з пасом до упора 9, де пас набуває випуклої форми вже у бік борозни, отвори з заповненим насінням набувають зрізаної конічної форми з більшою основою над борозною і насіння вільно випадає з отворів паса.

Дискові апарати поділяються на апарати з горизонтальним, похилим та вертикальним диском.

Першим дисковим апаратом були апарати з горизонтальним диском, які були створені у США для кукурудзяних сівалок (рис.3.3). Висівні диски цих апаратів мали наскрізні отвори на периферії диску, розміри яких відповідали розмірам насіння. Для задовільної роботи таких апаратів насіння кукурудзи ретельно калібрували на 12 і більше фракцій Під ці фракції виготовляли диски різної товщини (5... 8 мм), з отворами різного діаметра (10...18 мм) і різною кількістю отворів.

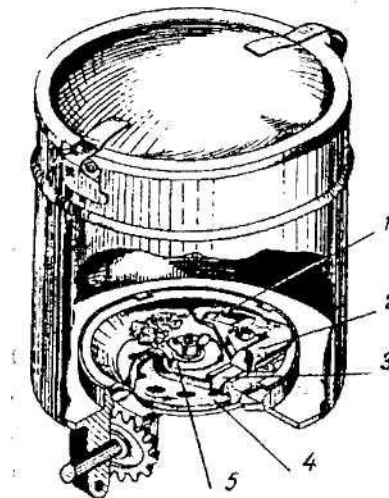


Рисунок 3.3 - Дисковий висівний апарат:

- 1 - зуб-виштовхувач; 2 - накладка кришки; 3 - відбивач; 4 - висівний диск;
5 – кришка

Працює апарат наступним чином. Диск 4, обертаючись під шаром насіння, підводе отвори з заповненими насінням до відбивача 3, який зчищає зайве насіння з отворів. Отвори з насінням потрапляють під накладку 2,

ізолюючись від шару насіння у бункері і проходячи порожнину накладки у кінці її піддаються дією зуба-виштовхувача 1, який виштовхує насіння із отвору вниз до насіннепроводу.

У подальшому такі апарати удосконалювались і диски у них мали вже відкриті отвори на периферії диску з різною формою: довгасті, поздовжні, довгасті поперечні, напівкруглі.

Висівний апарат з горизонтальним диском важко розташовувати близько до борозни, бо під диском ще слід розташувати механізм приводу до диска, що заважає якісно розподіляти насіння у борозні. Тому почався пошук, яким чином диск дискового висівного апарата наблизити до борозни. І таким рішенням стали апарати з похилими та вертикальними дисками.

Висівні апарати з похилими дисками мають також диски з наскрізними отворами. Перші конструкції таких апаратів працювали наступним чином: заповнення чарунок диска насінням відбувалось у нижній частині похилого диску, а виштовхувалось насіння з отворів диска у верхній частині диску, що знову віддаляло місця скиду насіння з диску від борозни. Тоді пошуки рішення скиду насіння з диску теж у нижній частині там, де й відбувається заповнення

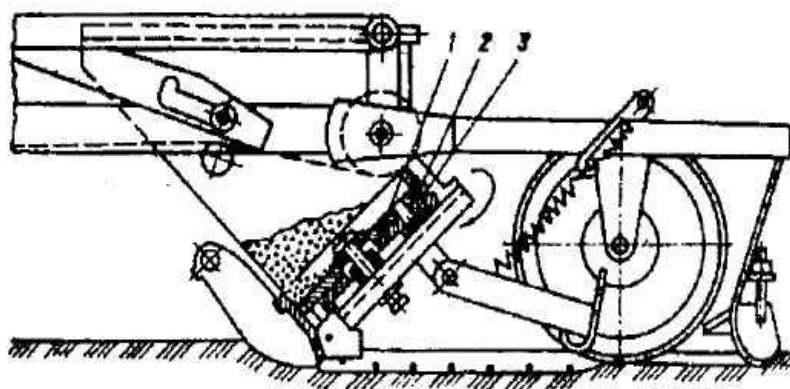


Рисунок 3.4 - Схема висівного апарата сівалки Унадріл (фірма «Шмотцер», ФРН): 1-вибираючий диск-дозатор; 2 – нерухомий проміжний тонкий диск з вікном; 3 – диск - насіннепровід

чарунок насінням привели, наприклад, до такого рішення, коли в апараті розташовано два диска з отворами, розташованими один над одним (рис. 3.4).

Верхній диск - висівний, а нижній - виконує функцію активного насіннепроводу. Насіння з отворів висівного диска у верхній частині надходять у отвори нижнього, коли вони співпадають у верхній частині і нижній диск доносить це насіння у нижню частину ближче до борозни і скидає його у неї. Цим покращується якість розподілення насіння у борозні.

Представником барабанного висівного апарата може бути апарат І. Ф. Буханова (рис. 3.5), який має горизонтальну вісь обертання барабана, яка спрямована уздовж осі рядків, що засіваються. Принцип роботи ґрунтується на висіві насіння з чарунок, які розташовані на твірній барабана (циліндра) з заданим шагом пунктиру. За час повороту барабана по колу до викидання насіння з наступних чарунок твірної сівалка переміститься на довжину барабану. Цим апаратом можна здійснювати пунктирну або пунктирно-переривисту сівбу насіння цукрових буряків.

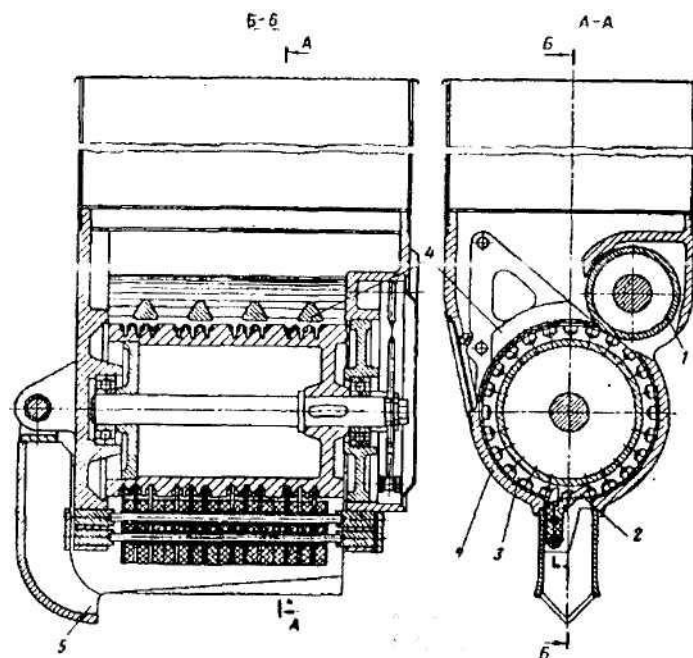


Рисунок 3.5 - Висівний апарат І.Ф.Буханова:

- 1 - знищуючий ролик; 2 - клиновий виштовхувач; 3 - висівний барабан;
4 – роздільно - блокувальний гребінець; 5 – сошник

У пневмо-механічних апаратах для відбору насіння із загальної маси по одному використовують вакуум та надлишковий тиск повітря. Пневмо-механічні апарати бувають дискові та барабанні.

Однією з переваг пневмо-механічних висівних апаратів перед механічними є те, що для них не потрібне ретельне калібрування насіння, але водночас цими апаратами неможливо сформувати поодинокі висівання лише роботою присмоктувальних отворів, бо до них присмоктуються відразу кілька насінин. Зайве насінні від присмоктувальних отворів віддаляють пневматичним і механічним способами. Пневматичне скидання зайвого насіння виконується нагнітальним повітряним струменем, спрямованим по осі присмоктувального отвору або перпендикулярно до нього; механічне - різноманітними пристроями, які називають відбивачами, у вигляді гребінок, вилок тощо. Застосування пневматичних скидачів призводить до значного ускладнення конструкції сівалки, оскільки при цьому необхідно мати на ній дві незалежні пневматичні системи: вакуумної дії та надлишкового тиску. Тому в сучасних конструкціях пневмо-механічних висівних апаратів використовують в основному механічні відбивачі (рис. 3.6). При роботі вилочного відбивача (рис. 3.7, а) отвір з насінням проходить у зазор між штирями вилки, який змінюють залежно від величини та виду насіння.

У разі потрапляння насіння, що присмокталося до отвору, у зазор між штирями воно спочатку вдаряється об верхній штир, а потім об нижній; що сприяє відпаданню зайвого насіння від отвору. При роботі гребінчастих (пластинчастих) відбивачів (рис. 3.8, б) насіння дістає удари лише зверху, кількість та інтенсивність яких забезпечується кількістю, формою і взаємним розміщенням виступів гребінки.

Але такі конструктивні рішення відбивачів не завжди забезпечують якісне формування поодинокого насінневого потоку у борозну без двійників та пропусків при висіві різного по формі та розмірах насіння. Тому цим питанням постійно займаються фахівці.

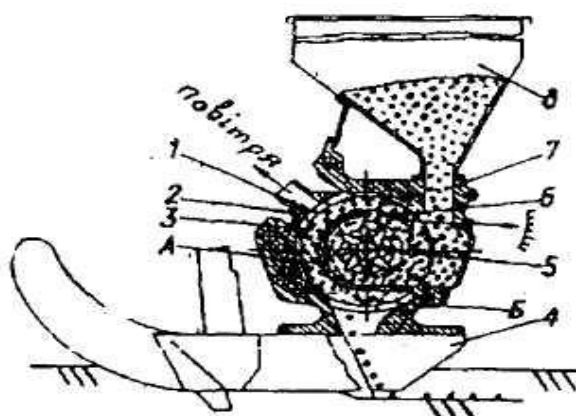


Рисунок 3.6 - Схема пневмо-механічного висівного апарата з вертикальним плоским диском: 1 - капронова вставка; 2 - кришка з пневматичною камерою; 3 - висівний диск; 4 - сошник; 5 - ворушила; 6 - відбивач зайвого насіння; 7 - корпус; 8 - бункер; А - зона розрідження; Б - зона атмосферного тиску.

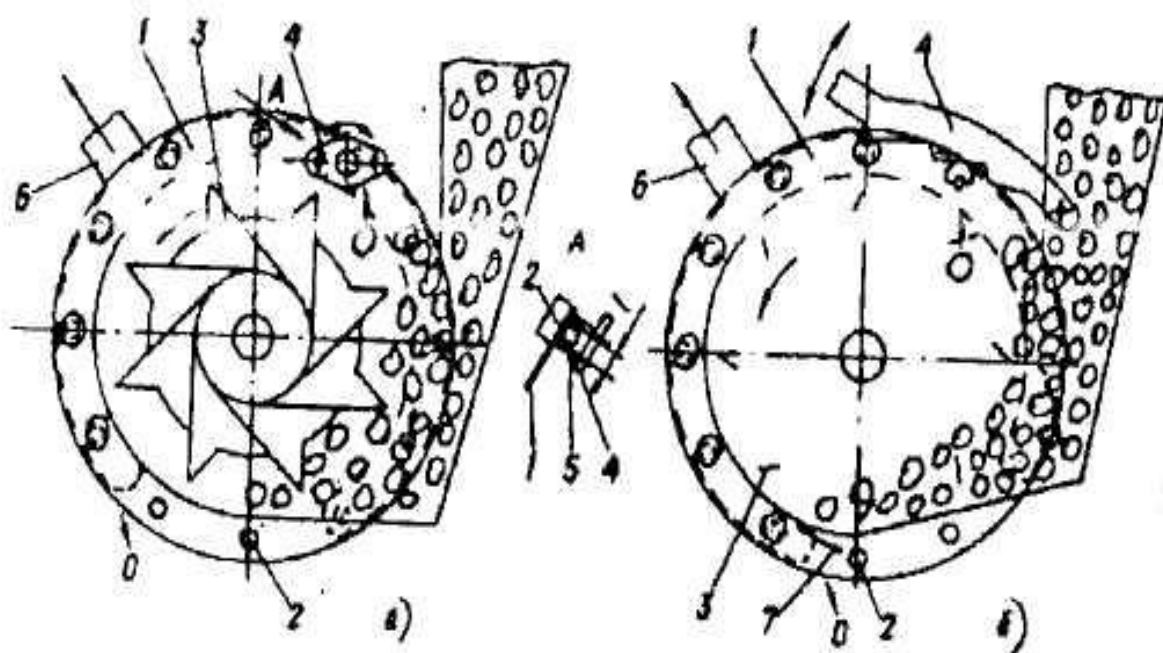


Рисунок 3.7 - Схеми пневмо-механічних вакуумних висівних апаратів: 1 - висівний диск; 2 - присмоктувальні отвори; 3 - ворушило; 4 - відбивач; 5 - насінина; 6 - повітропровід; 7 - скидач

Розглянемо два таких рішення по удосконаленню роботи відбивачів. Пропонується вилчатий відбивач, у якого зуби індивідуально підпружинені до

площі диску (рис. 3.8). Це дасть можливість, на думку авторів, підвищити якість відбивання зайвого насіння і повністю запобігатиме пошкодження дрібного насіння за рахунок затягування їх під зуби відбивача. Крім того, така конструкція відбивача дає можливість встановлювати в апараті висівні диски різної товщини і диски з присмоктувальними прорізами без заміни відбивача.

Друге рішення полягає у тому, що капронова прокладка, яка встановлюється між диском та пневматичною камерою для забезпечення надійного вакууму в апараті, має не суцільний кільцевий виріз, а у зоні відбивання зайвого насіння має перемички (рис. 3.9), ширина яких по ходу обертання диска зменшується і кут нахилу ребер перемичок до вертикальної осі диска теж зменшується.

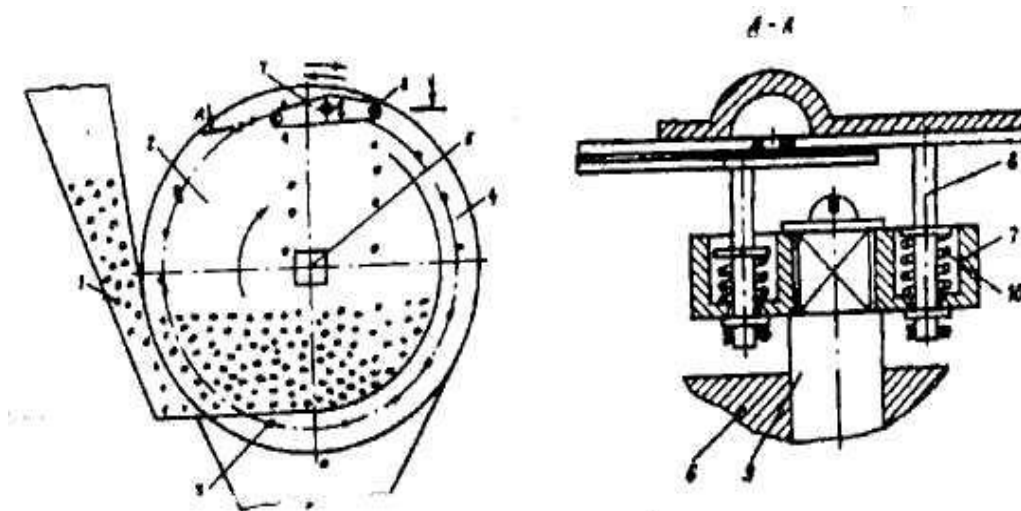


Рисунок 3.8 - Апарат з новим виловним відбивачем: 1 - камера з насінням; 2 - висівний диск; 3 - наскрізні отвори диска, які розташовані по колу 4; 5 - вал; 6 - корпус; 7 - виловний відбивач; 8 - зуби відбивача; 9 - поворотна вісь відбивача; 10 - пружини

Таким чином, у зоні відбивання зайвого насіння перемички 9, 10 та 11 (рис. 3.9), виконані у кільцевому вирізі 8 прокладки 7, частково перекривають присмоктуючі отвори 4, які рухаються відносно них, послаблюючи тим самим силу присмоктання насіння, при цьому насіння, яке присмокталось по

периферії збоку та знизу отвору 4, відриваються і падають назад у насінневу камеру 5, а які присмоктались зверху, переміщуються до центру отвору 4. По мірі обертання диску 3 ширина перемичок зменшується і насіння, яке розташовано по центру отворів 4, не встигає відірватися від отворів і попадає у зону транспортування у, потім після припинення дії розрідження воно випадає у борозну.

Як ми бачимо, фахівці намагаються удосконалювати пневматичні висівні апарати і в той же час проводять пошук інших оригінальних конструкцій пневмо-механічних висівних апаратів для підвищення якості сівби, розширення їхньої універсальності та підвищення продуктивності сівалок.

Так, наприклад, для забезпечення більш рівномірного розподілення насіння у борозні на підвищених швидкостях руху сівалки у висівному апараті сівалок Екзакта Мат (рис. 3.10) присмоктувальні отвори висівного диску розташовані з внутрішнього боку обертаючого насіннепроводу - прискорювачу, на боку якого є сектори з криволінійними напрямниками.

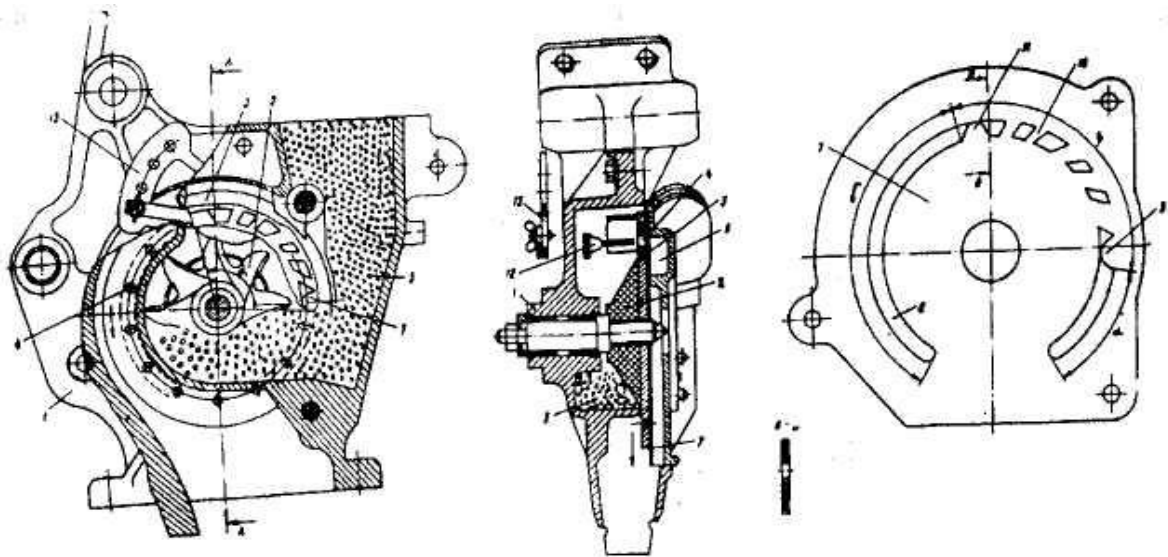


Рисунок 3.9 - Висівний апарат з комбінованою прокладкою: 1 - корпус; 2 - ворушилка; 3 - висівний диск; 4 - наскрізні отвори диска; 5 - насіннева камера; 6 - вакуумна камера; 7 - капронова комбінована прокладка; 8 - кільцевий виріз; 9, 10, 11 - перемички; 12 - відбивач; 13 - регулятор відбивача

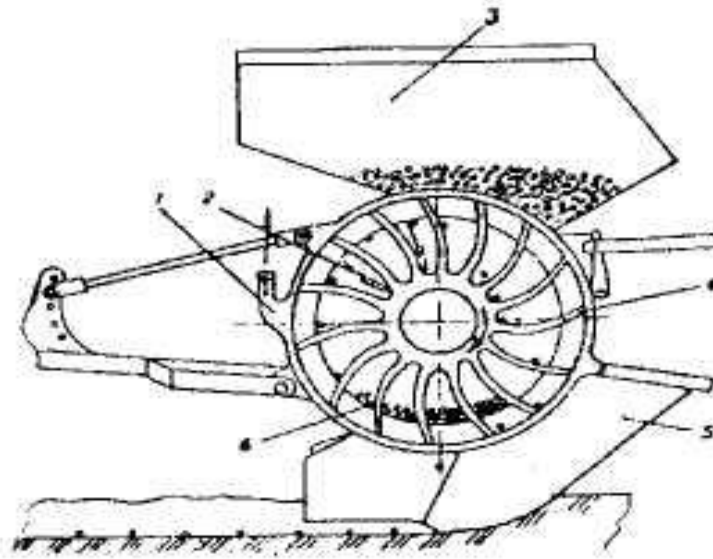


Рисунок 3.10 - Схема висівного апарату сівалки Екзакта Мат (ФРН): 1 - повітропровід; 2 - еластичний відбивач зайвого насіння; 3 - бункер; 4 - напрямник; 5 - сошник; 6 - висівний диск

Насіння, яке присмокталось до отворів висівного диска, після виходу з зони розрідження падає на напрямники і при подальшому обертанні диска підводяться ними до точки скиду їх у борозну. Постійна відстань між напрямками сприяє більш рівномірному розміщенню насіння у борозні.

Крім пневмо-механічних апаратів вакуумної дії фахівці працювали над конструкціями пневмо-механічних апаратів надлишкового тиску повітря. Найбільш вдалою конструкцією таких апаратів, які знайшли впровадження на сівалках, це пневмо-механічний апарат сівалки „Аеромат” фірми „Беккер” (Німеччина) (рис. 3.11).

Висівний диск у цьому апараті являє собою кільце з чарунками у вигляді зрізаного конуса. Більша основа конуса знаходиться на зовнішній поверхні диску і входить в процесі обертання диска в масу насіння у приймальній камері 4, менша основа конуса чарунки закінчується наскрізним отвором. Під час обертання висівного диска 1 насіння з приймальної камери заповнює чарунки по кілька штук. При проходженні чарунки з групою насіння зони повітряного патрубку 2 на неї діє повітряний струмінь. Під дією повітря, яке також спрямовується і через наскрізний отвір малої основи чарунки, одна з насінин

утримується в чарунці силою тиску повітряного струменя, а решта видувається назад в приймальну камеру апарата. Так формується однонасінневий потік. Коли чарунки переміщуються у нижню зону корпусу апарата, насінини в чарунці падають на її більшу основу, яка у цій зоні перекрита обмежувальним щитком 5, і крайкою чарунки переміщуються до викидного вікна 6 і скидаються з фіксованої точки в борозну.

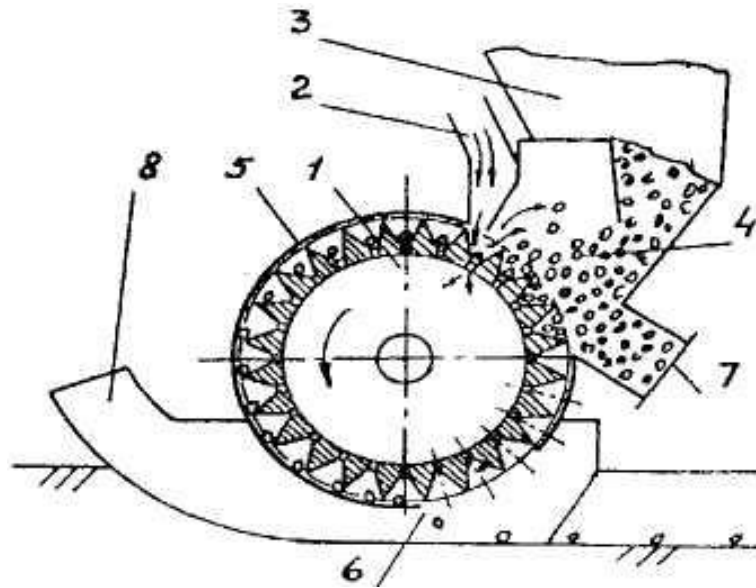


Рисунок 3.11 - Схема пневматичного висівного апарата сівалки „Аеромат”: 1 - висівний диск; 2 - повітряний патрубок; 3 - бункер; 4 - приймальна камера; 5 - обмежувальний щиток; 6 - викидне вікно; 7 - розвантажувальний канал; 8 - сошник.

Однак ці апарати не знайшли широкого застосування, оскільки якість їх роботи залежить від форми насінини. Чим ближче вона до сфери, тим вища якість висівання апаратом, тобто він не має достатньої універсальності щодо висівання різноманітного насіння. Крім того, з підвищенням швидкості обертання висівного диска якість роботи апарата погіршується.

4 ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБКИ ПНЕВМАТИЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТУ

Столові, як і інші види буряків сіють пунктирним способом з поодиноким розміщенням недражованого чи дражованого насіння по довжині рядків. В Україні для пунктирної сівби використовують начіпні дванадцятирядкові сівалки та вісімнадцятирядкові сівалки серії ССТ, обладнані вертикально-дисковими комірковими висівними апаратами. Рівномірність розміщення насіння в рядках згаданими сівалками збільшується в міру зменшення норми висіву насіння (в штуках на 1 м довжини рядка). Тому, щоб забезпечити поодиноке рівномірне розміщення насіння в рядках з метою одержання сходів з найменшою відстанню між ними 5 см (це вимога, яку ставить перед буряківниками технологія вирощування столових буряків без затрат ручної праці на формування густоти насадження) необхідно висівати не більше 10-18 насінин на 1 м довжини рядка. Сівалки ССТ при висіві таких норм насіння забезпечують розміщення насіння з рівномірністю, оцінюваною коефіцієнтом варіації довжини відстаней між висіяним насінням в межах 35-40 %. Такої високої точності розміщення насіння досягають тоді, коли застосовують однорядні висівні диски, а швидкість руху сівалки не перевищує 4 км/год.

Проводячи сівбу сівалками ССТ необхідно враховувати особливість роботи висівних апаратів, яка пов'язана з тим, що інколи в комірки попадає дві і більше насінин. Це призводить до невидимого травмування їх виштовхувачем або навіть до повного подрібнення. Крім того, при підготовці сівалок до роботи треба ретельно перевірити висівний диск та виштовхувач у кожному висівному апараті, щоб розміри їх та технічний стан не призводили до пошкоджень насіння. Дуже часто деформація виштовхувача буває причиною того, що кількість сходів у рядку в два-три рази менша, ніж в сусідньому рядку, де виштовхувач справний, бо насіння пошкоджувалося.

Тому в дипломному проекті ставиться завдання розробити пневматичний

висівний апарат точного висіву насіння столових буряків, який не травмував би насіння, а крім того, висівний апарат повинен забезпечувати сівбу на підвищених швидкостях руху (до 8 км/год).

Запропонований нами висівний апарат має корпус 1 (рис. 4.1), в якому на вісь 2 встановлено висівний диск 3. Для відсікання вакууму в порожнині апарата, що розташований між корпусом і висівним диском на осі 4 у вилці 5 встановлений ролик 6. На торці висівного диска 3 знаходяться комірочки 7 для відбору одиничного насіння. Камера забору 8 насіння закривається кришкою 9. Привід висівних апаратів здійснюється від опорно-ходових коліс сівалки через механізм передачі. Завантажується насіння у бункер 10. Борозна утворюється полозовидним сошником 11.

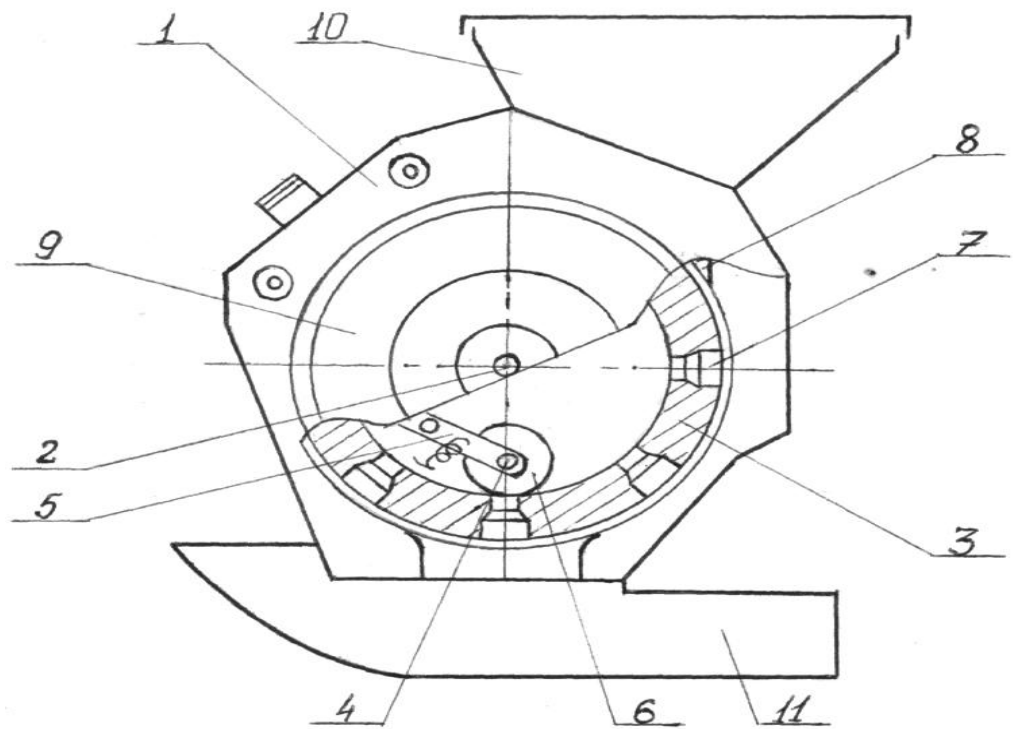


Рисунок 4.11 – Схема запропонованого висівного апарату: 1 – корпус; 2 – вал; 3 – висівний диск; 4 – вісь; 5 – вилка; 6 – ролик; 7 – комірочка; 8 – камера забору; 9 – кришка; 10 – бункер; 11 – сошник

Процес роботи сівалки, що обладнана розробленим пневматичним висівним апаратом, здійснюється таким чином. Висівний диск приводиться в рух через механізм передачі від опорно-привідних коліс сівалки. Вентилятором

у порожнині, що є між корпусом і висівним диском створюється вакуум, який передається через наскрізні отвори в комірки висівного диска. Насіння із бункера поступає в камеру заповнення і поштучно заповнює комірки висівного диска, присмоктуючись до них утвореним вакуумом. Лишні насінини знімаються зчісувачем роликів і подаються назад в камеру заповнення.

В процесі обертання висівного диска, насіння, яке присмоктуються до його комірок, виносяться диском в нижню частину висівного апарата тобто в зону викиду його на дно борозни, що утворюється полозовидним сошником. Розміщений у порожнині висівного апарату ролик постійно перекочуючись по внутрішній поверхні висівного диска перебиває вакуум і насіння під дією сили тяжіння і відцентрової сили вільно випадає, із розміщених назовні комірок на дно борозни.

Таке удосконалення дозволить підвищити якість висівання насіння і збільшити продуктивність за рахунок збільшення швидкості руху агрегату.

5 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИСІВНОГО АПАРАТУ

5.1 Визначення основних технологічних параметрів апарату

Вихідними даними для технологічного і конструктивного розрахунку робочих органів посівної секції пунктирної сівалки перш за все є кількість насінин, які мають бути висіяні на гектар і схема розміщення насіння у відповідності з агротехнічними вимогами.

Кількість насінин, які мають бути висіяні сівалкою на одному погонному метрі рядка можна визначити за формулою:

$$q = \frac{Na}{10^4}, \quad (5.1)$$

де N – норма висіву насіння, шт./га;

a – ширина міжрядь, м.

Норму висіву насіння столових буряків визначимо виходячи із наступного. На період збирання на одному гектарі повинно бути 100000 коренів буряків. Якщо врахувати, що польова схожість насіння становить 60...65 %, то на гектар необхідно висіяти 150000 - 160000 насінин.

Ширина міжрядь посівів столових буряків у господарстві становить 0,45 м.

Тоді, підставивши дані в (5.1), будемо мати

$$q = \frac{(150000...160000)0,45}{10^4} = 15-16 \text{ шт./м.}$$

Для забезпечення норми висіву насіння N на гектар при швидкості поступального руху сівалки V висівний апарат повинен подавати за одиницю часу наступну кількість насіння:

$$q_c = \frac{V}{a_1}, \quad (5.2)$$

де q_c – кількість насінин, яку має подавати висівний апарат за одиницю часу, шт./с;

a_1 - віддаль між насінинами в рядку, м;

V – поступальна швидкість руху сівалки, $V=2,22$ м/с або 8 км/год.

При висіванні 16 насінин на погонний метр рядка середня віддаль між насінинами буде становити $1/16 = 0,63$ м.

Підставивши значення у формулу (5.2), одержимо

$$q_c = \frac{2,22}{0,63} \approx 35 \text{ зерен за секунду.}$$

За рекомендацією академіка Г.М. Бузенкова [12] діаметр висівного диска має бути в межах 160 - 220 мм. Приймаємо $D_d = 215$ мм. Кількість комірок на диску приймаємо 70 шт.

Частоту обертання диска висівного апарату обчислюємо за формулою:

$$n_d = \frac{60 \cdot V}{a_1 \cdot z}, \quad (5.3)$$

де z – кількість комірок на висівному диску, шт.

Підставивши значення у формулу (5.3), будемо мати

$$n_d = \frac{60 \cdot 2,22}{0,63 \cdot 70} = 30,2 \text{ хв}^{-1}.$$

Привід висівних апаратів сівалки здійснюється від ходових коліс. При загальному передаточному відношенні від ходового колеса до висівного апарату i_d за один оберт останнього сівалка проходить шлях:

$$S = \frac{\pi \cdot D}{i_d}, \quad (5.4)$$

де D – діаметр висівного диска, м;

i_{∂} – передаточне відношення.

Передаточне відношення i_{∂} визначаємо за формулою:

$$i_{\partial} = \frac{n_{\kappa}}{n_{\partial}}, \quad (5.5)$$

де n_{κ} – частота обертання ходового колеса, хв^{-1} .

Частоту обертання ходового колеса визначаємо виходячи із робочої швидкості посівного агрегату:

$$V = \omega \cdot R_{\kappa}, \quad (5.6)$$

де V – поступальна швидкість руху посівного агрегату, м/с;

ω – кутова швидкість ходового колеса, с^{-1} ;

R_{κ} – радіус колеса, м.

Із рівності (5.6) визначаємо кутову швидкість:

$$\omega = \frac{V}{R_{\kappa}}, \quad (5.7)$$

або

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{\kappa}}{30}, \quad (5.8)$$

де n_{κ} – частота обертання колеса, хв^{-1} .

Звідси частота обертання колеса буде дорівнювати

$$n_{\kappa} = \frac{30 \cdot \omega}{\pi}. \quad (5.9)$$

Підставивши у вираз (5.9) значення кутової швидкості, одержимо:

$$n_{\kappa} = \frac{30 \cdot V}{\pi \cdot R_{\kappa}}. \quad (5.10)$$

Прийmemo, що радіус колеса становить 0,255 м. Тоді,

$$n_k = \frac{30 \cdot 2,22}{3,14 \cdot 0,255} = 83,2 \text{ хв}^{-1}.$$

Підставивши значення у формулу (5.5), будемо мати

$$i_o = \frac{30,2}{83,2} = 0,36.$$

Шлях, що проходить сівалка за один оберт висівного диска становитиме

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,215}{0,36} = 1,87 \text{ м.}$$

Розглянемо умови забору і виносу одиничного насіння повітряним потоком. Схема сил, що діють на насіння представлена на рис. 5.1 [12].

Силу, з якою повітряний потік присмоктує насінину до висівного диску P виразимо через площу отвору S і розрідження ΔP , яке створює вентилятор [12]:

$$P = K \cdot \Delta P \cdot S, \quad (5.11)$$

де K – коефіцієнт пропорціональності, $K = 0,35 - 1,35$.

Для насіння столових буряків приймаємо $K = 1,0$.

Розрідження ΔP підбираємо із умови, щоб сила P була більшою за вагу насінини.

Маса 1000 насінин цукрових буряків (фракція 4,4...5,5 мм) становить 20...30 г [7]. Прийmemo, що маса 1000 насінин становить 25 г. Масу однієї насінини визначаємо за формулою:

$$m = \frac{m'}{1000}, \quad (5.12)$$

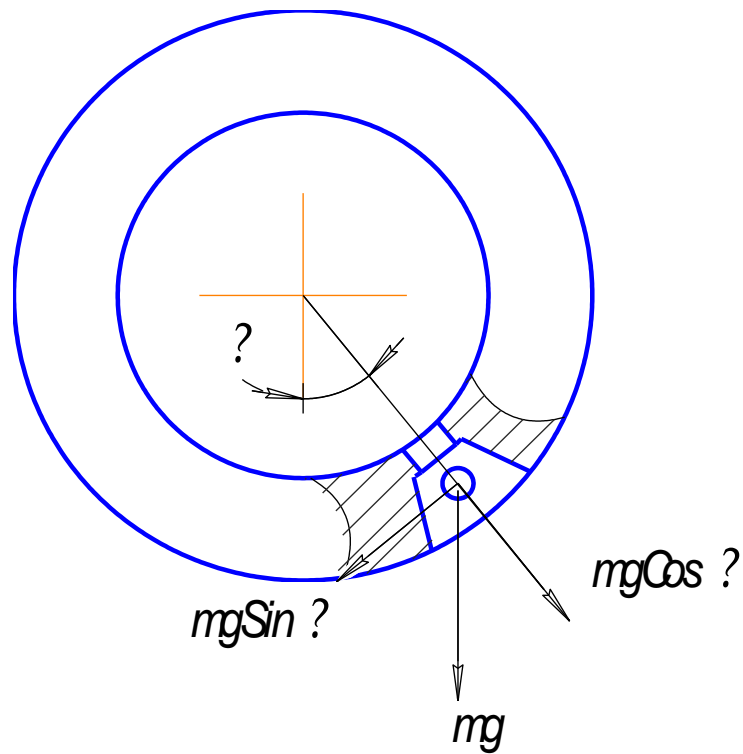


Рисунок 5.1 – Схема присмоктування насіння до отворів диска

де m – маса однієї насінини, кг;

m' - маса 1000 насінин, кг.

$$m = \frac{0,025}{1000} = 0,25 \cdot 10^{-4} \text{ кг.}$$

Присмоктуючу силу визначаємо за формулою:

$$P = 32,2 \cdot m \cdot g, \quad (5.13)$$

де P – присмоктуюча сила, Н;

Підставляємо значення у формулу (5.13) і отримуємо

$$P = 32,2 \cdot 0,25 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81 = 0,008 \text{ Н.}$$

Величину розрідження ΔP визначаємо за формулою [12]:

$$\Delta P = \frac{P}{K \cdot S}, \quad (5.14)$$

S – площа отвору, m^2 .

Площу отвору S , визначаємо за формулою:

$$S_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (5.15)$$

де d – діаметр присмоктуючого отвору, м.

Виходячи з геометричних розмірів насіння буряків приймаємо $d = 6$ мм або $d = 0,006$ м.

Підставляємо значення у формулу (5.15) і дістанемо

$$S_1 = \frac{3,14 \cdot 0,006^2}{4} = 0,00003 \text{ м}^2.$$

Тоді,

$$\Delta P = \frac{0,008}{1 \cdot 0,00003} = 267 \text{ Па.}$$

Швидкість повітряного потоку в отворі комірки визначаємо за формулою [12]:

$$Vn = \alpha \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta F}{\rho}}, \quad (5.16)$$

де α - аеродинамічний коефіцієнт опору, $\alpha = 0,7$;

ρ - щільність повітря, $\rho = 1,2$ кг/м³.

Підставляємо значення у формулу (5.16) і отримуємо:

$$Vn = 0,7 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 267}{1,2}} = 14,8 \text{ м/с.}$$

Загальну витрату повітря визначаємо за формулою [12]:

$$Q = K_n \cdot V \cdot S_1 \cdot n \cdot N, \quad (5.17)$$

де K_n – коефіцієнт присмоктування, $K_n = 0,8$;

N – кількість висівних апаратів сівалки, $N = 12$.

Підставляємо значення у формулу (5.17) і дістанемо

$$Q = 0,8 \cdot 14,8 \cdot 0,00003 \cdot 70 \cdot 12 = 0,3 \text{ м}^3 / \text{с}, \text{ або } Q = 1080 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Повний тиск повітря, який має створювати вентилятор визначаємо за формулою:

$$H_m = \frac{\Delta P}{\eta_N}, \quad (5.18)$$

де η_N – коефіцієнт корисної дії вентилятора, $\eta_N = 0,6$.

Підставляємо значення і дістанемо

$$H = \frac{267}{0,6} = 445 \text{ мм водяного стовпа.}$$

Отже, повний повітряний тиск становить $H = 0,445$ м водяного стовпа.

5.2 Розрахунок на міцність конструктивних елементів сівалки

5.2.1 Розрахунок осі опорного колеса посівної секції

Визначаємо сили, що діють на вісь. На вісь колеса діє зусилля, що викликане масою посівної секції. Оскільки вага посівної секції становить 250 Н, тоді реакції по кінцях дорівнюють по 125 Н. Отже, $P_1 = P_2 = 125$ Н.

Викреслюємо розрахункову схему осі (рис. 5.2), позначимо відомі сили, що викликають згин і визначаємо згинаючі моменти.

Для побудови епюри згинаючих моментів визначимо їх величини від дії сил R_a і R_b :

$$M_a = R_b \cdot \ell, \quad (5.19)$$

$$M_a = 125 \cdot 0,26 = 32,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_b = R_a \cdot \lambda,$$

$$M_b = 125 \cdot 0,26 = 32,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

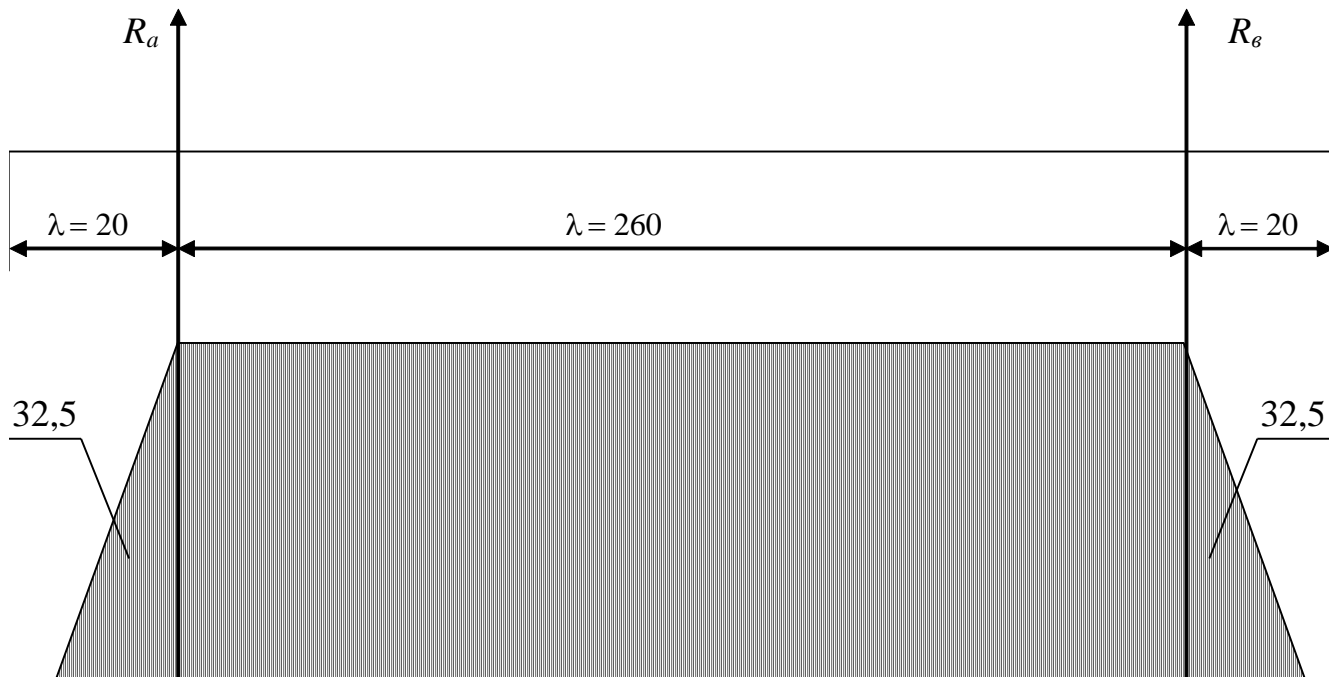


Рисунок 5.2 – Схема до визначення згинаючих моментів

Визначаємо діаметр осі сил за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{M_a}{0,1 \cdot \sigma \cdot [\sigma_u]}} \quad (5.20)$$

де M_a – згинаючий момент в точці А, н/м;

σ – коефіцієнт напружень, які викликані щільною посадкою на вісь внутрішнього кільця підшипника;

$[\sigma_u]$ – допустима напруга на згин осі .

По стандарту приймаємо найближче значення діаметра $d = 30$ мм.

В точці В вісь буде мати такий же діаметр із-за дії однакових згинаючих

моментів.

Визначаємо найменший допустимий запас міцності, скориставшись формулою:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (5.21)$$

де K_1 – коефіцієнт, що враховує степінь відповідальності деталі, $K_1 = 1,3$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує точність визначення навантажень, $K_2 = 1,1$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує надійність матеріалу, $K_3 = 1,5$.

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

$$K = 1,3 \cdot 1,1 \cdot 1,5 = 2,15.$$

Перевіряємо запас міцності по межі витривалості в перерізі A . Визначаємо ефективний коефіцієнт концентрації напруги маючи на увазі, що вісь в цьому місці має отвір.

Для осі, що має $\sigma_{вр} = 950 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$ знаходимо $K\sigma = 1,95$. Значення масштабного фактору при згинанні для осі діаметром $d = 30 \text{ мм}$ $E\sigma = 0,88$, тоді коефіцієнт буде визначений із залежності

$$\frac{K\sigma}{E\sigma} = \frac{1,95}{0,88} = 2,22.$$

Запас міцності при згині осі визначаємо за формулою:

$$H\sigma = \frac{\sigma-1}{\frac{H\sigma}{E\sigma} \cdot \sigma_u}, \quad (5.22)$$

де σ_u – номінальна напруга згину.

$$\sigma_u = \frac{M_a}{W_u}, \quad (5.23)$$

де W_u – момент опору при згині у перерізі.

Підставивши значення у формулу, одержуємо

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{32,5}{9 \cdot 10^6} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2.$$

Тоді

$$n_{\sigma} = \frac{350 \cdot 10^6}{2,22 \cdot 3,6 \cdot 10^6} = 43.$$

Отже, запас міцності більший допустимого. Перевіряємо запас міцності в місці насадки підшипника на вісь.

Визначаємо ефективний коефіцієнт концентрації напруги при згині осі, що викликані внутрішнім кільцем підшипника, насадженим на вісь з натягом.

Для осі діаметром 30 мм, виготовленої із сталі, що має $\sigma_{\text{кр}} = 950 \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$, шляхом інтерполяції знаходимо $\frac{K_{\sigma}}{E_{\sigma}} = 3,8$.

Визначаємо запас міцності при згині в перерізі A :

$$n = \frac{\sigma - 1}{\frac{K_{\sigma}}{E_{\sigma}} \cdot \sigma}, \quad n = \frac{350 \cdot 10^6}{3,8 \cdot 3,6406} = 25.$$

Отже, запас міцності більший допустимого.

5.2.2 Розрахунок ланцюгової передачі приводу посівної секції

Ланцюгова передача є останнім ступенем приводу посівної секції. Вибираємо привідний ланцюг. Крутний момент, що передається ведучою зірочкою буде рівним $M_1 = 60 \text{ Нм}$.

Цей момент необхідно підвести до висівного диску. Враховуючи невелику швидкість ланцюга приймаємо кількість зубів ведучої зірочки $Z_1 = 30$ (рис. 5.3). Передаточне число від валу контрприводу до висівного диску становить 1,3.

Кількість зубів веденої зірочки Z_2 буде становити:

$$Z_2 = \frac{Z_1}{i}; \quad Z_2 = \frac{30}{1,3} = 23.$$

Визначаємо розрахунковий коефіцієнт навантаження:

$$K_r = K_d \cdot K_a \cdot K_H \cdot K_p \cdot K_c \cdot K_n, \quad (5.24)$$

де K_d – динамічний коефіцієнт. При спокійному навантаженні, $K_d = 1$;

K_a – враховує вплив міжосьової відстані. При $A_y = (30 - 50) \cdot t$, $K_a = 1$ (припустимо, що A_y знаходиться у вказаних межах);

K_H – враховує вплив кута нахилу передачі. При нахилі до 60° $K_H = 1$ (у нашому випадку нахил 30°);

K_p – враховує спосіб регулювання натягу ланцюга, $K_p = 1,25$ (натяг натяжним роликком);

K_n – враховує тривалість роботи при однозмінній роботі, $K_n = 1$;

K_c – враховує спосіб змащення. Змащення періодичне, $K_c = 1,5$.

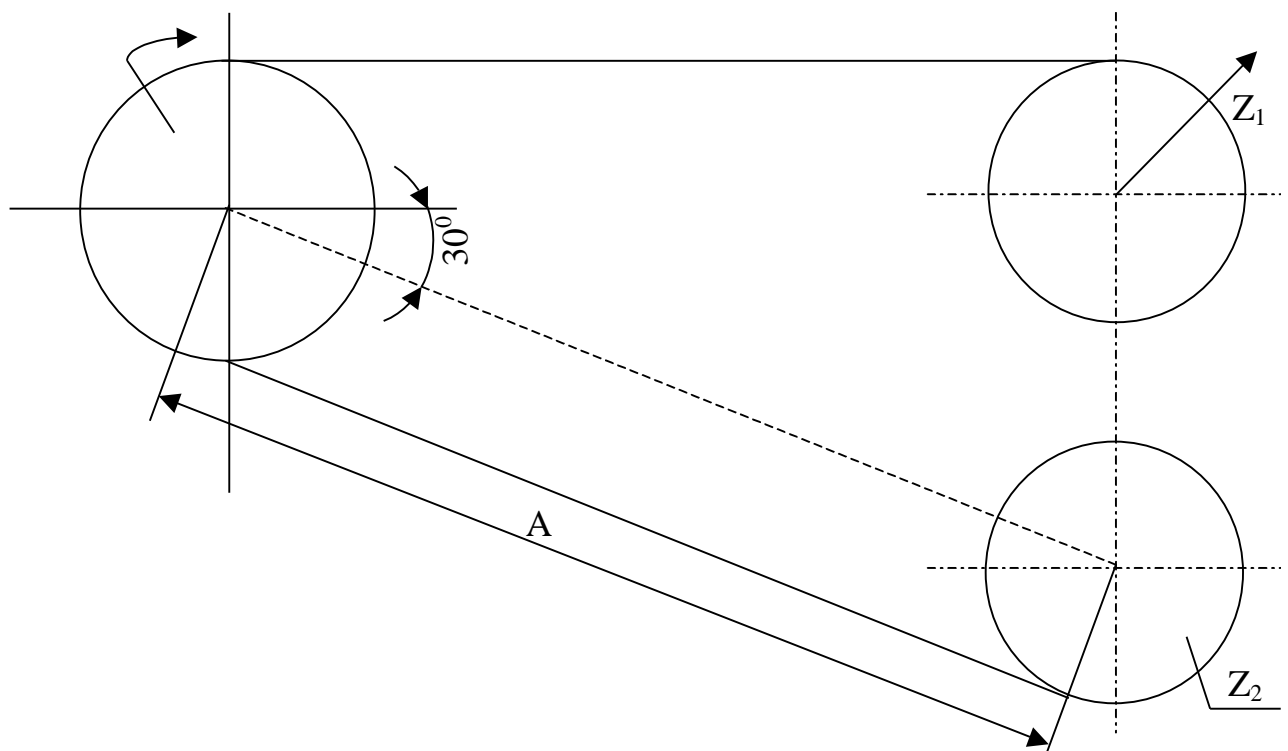


Рисунок 5.3 – Схема до розрахунку ланцюгової передачі

Підставляємо значення у формулу і одержуємо:

$$K = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,875.$$

Крок ланцюга визначаємо за формулою:

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{M \cdot K_3}{Z_1 \cdot [P] \cdot M}}, \quad (5.25)$$

де M – ланцюг однорядний;

$[P]$ - допустимий тиск для роликів ланцюгів в залежності від кроку ланцюга, $[P] = 34 \text{ Н/мм}^2$.

Підставляємо значення в формулу і дістанемо

$$t \geq 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 10^3 \cdot 1,875}{30 \cdot 34 \cdot 1}} = 2,8 \cdot \sqrt[3]{\frac{113}{1,050}} = 16,1 \text{ мм.}$$

Вибираємо ланцюг з $t = 15,875$ мм. Розміри ланцюга: внутрішній діаметр втулки $d = 5,08$ мм; довжина втулки $B = 13,95$ мм; відстань між внутрішніми пластинками $B_{\text{вн}} = 9,65$ мм; довжина з'єднувального валика $\lambda = 23,2$ мм; навантаження $Q = 23$ кН; маса одного метра ланцюга $3,73$ кг.

Швидкість ланцюга визначаємо за формулою:

$$V = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n_3}{60 \cdot 10^3}, \quad (5.26)$$

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

$$V = \frac{30 \cdot 15,875 \cdot 120}{60000} = \frac{56700}{60000} = 0,95 \text{ м/с.}$$

Визначимо зусилля, яке діє в ланцюгу:

$$P_y = \frac{N}{\gamma}, \quad (5.27)$$

де N – потужність необхідна для приводу висівного апарату.

Підставляємо значення у формулу і дістанемо:

$$P_y = \frac{1,2 \cdot 10^3}{0,95} = 1210 \text{ Н / м.}$$

Розраховуємо середній тиск у шарнірі:

$$P = \frac{P_y \cdot K_3}{F}, \quad (5.28)$$

де F – проекція опорної поверхні шарніра, $F = B \cdot d = 27,5 \cdot 9,55 = 263 \text{ мм}^2$.

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

$$P = \frac{1210 \cdot 1,875}{263} = 860 \text{ Н / мм}^2.$$

Зусилля від натягу ланцюга розраховуємо за формулою:

$$P_f = K_f \cdot g \cdot A, \quad (5.29)$$

де K_f – коефіцієнт, що враховує вплив розміщення передачі, $K_f = 1,5$;

A – міжосьова відстань, $A = 30 \cdot t$, $A = 30 \cdot 15,875 = 476 \text{ мм}$.

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

$$P = 1,5 \cdot 3,73 \cdot 476 = 26,6 \text{ Н.}$$

Зусилля від відцентрової сили визначаємо за формулою

$$P_v = g \cdot V^2, \quad (5.30)$$

$$P_v = 3,73 \cdot 0,95^2 = 3,4 \text{ Н.}$$

Що дуже мало порівняно з P_y .

Коефіцієнт запасу міцності визначаємо за формулою

$$n = \frac{Q}{(k_d \cdot P_y) + P_f}, \quad (5.31)$$

Підставляємо значення у формулу і отримуємо

$$n = \frac{23000}{(1 \cdot 1210) + 26,6} = \frac{23000}{1236,6} = 18,5.$$

Силу тиску на вал визначаємо за формулою:

$$R_y = P_y + 2 \cdot P_f, \quad (5.32)$$

Підставляємо значення у формулу і дістанемо

$$R_y = 1210 + 53,2 = 1263,2 \text{ Н.}$$

Умовне позначення привідного роликового однорядного ланцюга з кроком $t = 15,875$ мм. Ланцюг ПР – 15,875 – 2300 згідно ДСТУ.

6 РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СІВБИ УДОСКОНАЛЕНОЮ СІВАЛКОЮ

6.1 Вихідні дані до розрахунків і агротехнічні вимоги до сівби

Склад агрегату МТЗ-80 + сівалка із запропонованим висівними апаратами. Кількість висівних апаратів у сівалки становить 12, тоді ширина захвату сівалки при ширині міжрядь 45 см буде дорівнювати 5,4 м. Рельєф поля $i = 2 \%$. Площа поля 60 га. Довжина поля 860 м.

Столові буряки сіють пунктирним способом з шириною міжрядь 45 см. Глибина загортання насіння 3-5 см. Відхилення від заданої норми висіву насіння не повинно перевищувати $\pm 5 \%$, а від заданої норми внесення мінеральних добрив - $\pm 10 \%$. Відхилення ширини основних міжрядь не повинно перевищувати ± 1 см, а стикових - $\pm 2,5$ см. Поверхня поля після сівби має бути рівною. Робоча швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 8 км/год. Тривалість сівби в господарстві на одному не повинна перевищувати 2 дні.

6.2 Визначення режимів роботи агрегату

Оскільки швидкість руху сівалки не повинна перевищувати 8 км/год, то дотримання цієї вимоги можна досягти, якщо трактор МТЗ-80 буде рухатись на другій, третій або четвертій передачі. Теоретична швидкість руху трактора на зазначених передачах відповідно становить: $V_2 = 4,26, V_3 = 7,24$ і $V_4 = 8,9$ км/год. Передаточні числа трансмісії на цих передачах рівні $i_{тр2} = 142; i_{тр3} = 83,5; i_{тр4} = 68$.

Визначимо дотичну сили тяги на вибраних передачах [6]:

$$P_d = \frac{9,554 N e i_{mp} \eta_{mp}}{r_x \eta_H},$$

(6.1)

де P_d – дотична сила тяги трактора, кН;

Ne – ефективна потужність двигуна, кВт;

i_{mp} – передаточне число трансмісії;

η_{mp} – коефіцієнт корисної дії трансмісії;

r_k – дійсний радіус кочення, м;

n_n – номінальна частота обертання колінчастого валу, об/хв.

Номінальна потужність двигуна трактора МТЗ-80 $N_e = 58,9$ кВт. Коефіцієнт корисної дії трансмісії становить $\eta_{mp} = 0,91$. Номінальна частота обертання колінчастого валу двигуна $n_n = 2200$ об/хв.

Дійсний радіус перекошування трактора можна визначити за формулою [7]:

$$r_k = (r_o + h) \lambda, \quad (6.2)$$

де r_o – радіус сталевого ободу колеса, м;

h – висота шини;

λ – коефіцієнт деформації шини.

У тракторів МТЗ $r_o = 0,483$ м; $h = 0,305$. Коефіцієнт деформації шини залежить від фону і на полі підготовленому до сівби $\lambda = 0,8$.

$$\text{Тоді, } r_k = (0,483 + 0,305) \cdot 0,8 = 0,63 \text{ м.}$$

Отже, для вибраних передач, дотичні сили будуть становити:

$$P_{g2} = \frac{9,554 \cdot 58,9 \cdot 142 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200} = 52,46 \text{ кН,}$$

$$P_{g3} = \frac{9,554 \cdot 58,9 \cdot 83,5 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200} = 30,85 \text{ кН,}$$

$$P_{g4} = \frac{9,554 \cdot 58,9 \cdot 68 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200} = 25,13 \text{ кН.}$$

Дотична сила тяги трактора може бути прийнятою за рушійну силу в тому випадку, коли сила зчеплення його рушіїв з ґрунтом $F_{зч}$ є більшою або рівною дотичній силі. В протилежному випадку за рушійну силу трактора приймають силу зчеплення рушіїв з фоном $F_{зч}$, яку можна визначити за формулою [7]:

$$F_{зч} = \mu G \varphi, \quad (6.3)$$

де μ – коефіцієнт зчеплення рушіїв з ґрунтом;

G – вага трактора, кН.;

φ - коефіцієнт, що враховує зчїпну вагу трактора.

Коефіцієнт зчеплення рушїїв трактора з ґрунтом на полі підготовленому до сївби, з врахуванням класу ґрунту $\mu = 0,61$.

Вага трактора МТЗ-80 $G = 33,5$ кН, а коефіцієнт $\varphi = 1$.

$$\text{Тодї, } F_{зч} = 0,61 \cdot 33,5 \cdot 0,7 = 17,1 \text{ кН.}$$

Оскїльки сила зчеплення $F_{зч}$ є меншою за дотичну силу на вибраних передачах, то рушїйна сила трактора дорївнює силї зчеплення рушїїв з ґрунтом, тобто на будь-якїй їз вибраних передач $P_p = F_{зч}$ (тут – P_p – рушїйна сила трактора).

Визначимо зусилля тяги трактора:

$$P_{зак} = P_p - P_f - P_i, \quad (6.4)$$

де $P_{зак}$ – сила тяги трактора на гаку, кН.;

P_f – сила опору перекочування, кН.;

P_i – сила опору пїдйому, кН.

$$P_f = fG, \quad (6.5)$$

де f – коефіцієнт опору перекочування трактора ($f = 0,12$).

$$\text{Тодї, } P_f = 33,5 \cdot 0,12 = 4,0 \text{ кН.}$$

$$P_i = G \frac{i}{100}, \quad (6.6)$$

де i – нахил поля.

$$P_i = 33,5 \cdot \frac{2}{100} = 0,7 \text{ кН.}$$

Отже, на будь-якїй їз вибраних передач

$$P_{зак} = 17,1 - 4 - 0,7 = 12,4 \text{ кН.}$$

Визначимо коефіцієнт буксування рушїїв трактора. Для практичних розрахункїв коефіцієнт буксування визначають як функцїю вїд показника [7, 16]:

$$P = \frac{P_{\text{гак}} \eta_{\text{в}}}{F_{\text{зч}}}, \quad (6.7)$$

де - $\eta_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора. $\eta_{\text{в}} = 0,75 - 0,85$.

Прийmemo $\eta_{\text{в}} = 0,80$, тоді

$$P = \frac{12,4 \cdot 0,8}{17,1} = 0,58.$$

Згідно даних [7] при $P = 0,58$ коефіцієнт буксування рушіїв трактора $\delta = 11,3 \%$.

Визначимо робочі швидкості трактора на вибраних передачах:

$$V_{pi} = V_m \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (6.8)$$

де V_{pi} – робоча швидкість трактора на i -тій передачі, км/год,

V_m – теоретична швидкість руху трактора на i -тій передачі.

Отже, робочі швидкості трактора на вибраних передачах становлять:

$$V_{p2} = 4,26 \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 3,8 \text{ км/год.},$$

$$V_{p3} = 7,24 \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 6,4 \text{ км/год.},$$

$$V_{p4} = 8,9 \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 7,9 \text{ км/год.}$$

Визначимо питомий тяговий опір сівалки на вибраних передачах за формулою [7]:

$$K = K_o \left[1 + (V_p - V_o) \cdot \frac{\Delta}{100}\right], \quad (6.9)$$

де K_o – питомий опір сівалки при швидкості руху 5 км/год ($V_o = 1,2$ кН/м);

V_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год.;

V_o – швидкість руху сівалки, при якій визначають K_o ($V_o = 5$ км/год);

Δ - темп приросту робочого опору ($\Delta = 3 \%$).

Оскільки робоча швидкість руху агрегату на другій передачі є меншою за 5 км/год., то прийmemo, що питомий опір сівалки на цій передачі $K_2 = K_o = 1,2$ кН/м.

Питомий опір сівалки на третій і четвертій передачах є відповідно рівним:

$$K_3 = 1,2 \cdot \left(1 + (6,4 - 5) \cdot \frac{3}{100}\right) = 1,25 \text{ кН/м,}$$

$$K_4 = 1,2 \cdot \left(1 + (7,9 - 5) \cdot \frac{3}{100}\right) = 1,30 \text{ кН/м.}$$

Оскільки трактор МТЗ-80 може агрегувати лише одну сівалку то розрахунки по визначенню максимальної ширини захвату агрегату і кількості сівалок в агрегаті проводити недоцільно.

Визначимо тяговий опір агрегату [7]:

$$R_a = R_m + R_{np}, \quad (6.10)$$

де R_a – загальний тяговий опір агрегату, кН;

R_m – тяговий опір переміщення сівалки, кН;

R_{np} – приведений тяговий опір сівалки, пов'язаний із втратою рушійної сили трактора на вибраній передачі при відборі частини потужності через ВВП.

$$R_m = K_i B + G_m \frac{i}{100}, \quad (6.11)$$

де K_i – питомий опір агрегату на i -тій передачі;

B – ширина захвату агрегату, м ($B = 4,0$ м);

G_m – вага сівалки, кН ($G_m = 9,6$ кН).

Тоді, тяговий опір на переміщення агрегату на вибраних передачах становить

$$R_{m2} = 1,2 \cdot 5,4 + 9,6 \cdot \frac{2}{100} = 6,7 \text{ кН,}$$

$$R_{m3} = 1,25 \cdot 5,4 + 9,6 \cdot \frac{2}{100} = 6,9 \text{ кН,}$$

$$R_{m4} = 1,30 \cdot 5,4 + 9,6 \cdot \frac{2}{100} = 7,2 \text{ кН.}$$

Приведений тяговий опір R_{np} можна визначити за формулою [6]:

$$R_{np} = \frac{9,54 \cdot N_{BВП} \cdot i_{np} \cdot \eta_{np}}{r_k \cdot n_n \cdot \eta_{BВП}}, \quad (6.12)$$

де $N_{BВП}$ – потужність, яка витрачається на привод робочих органів сівалки через ВВП, кВт ($N_{BВП} = 5$ кВт);

$\eta_{BВП}$ – ККД ВВП ($\eta_{BВП} = 0,95$).

Тоді, приведений тяговий опір агрегату вибраних передач становить:

$$R_{np2} = \frac{9,54 \cdot 5 \cdot 142 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200 \cdot 0,95} = 4,7 \text{ кН},$$

$$R_{np3} = \frac{9,54 \cdot 5 \cdot 83,5 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200 \cdot 0,95} = 2,8 \text{ кН},$$

$$R_{np4} = \frac{9,54 \cdot 5 \cdot 68 \cdot 0,91}{0,63 \cdot 2200 \cdot 0,95} = 2,3 \text{ кН}.$$

Отже, загальний тяговий опір агрегату на вибраних передачах дорівнює:

$$R_{a2} = 6,7 + 4,7 = 11,4 \text{ кН},$$

$$R_{a3} = 6,9 + 2,8 = 9,7 \text{ кН},$$

$$R_{a4} = 7,2 + 2,3 = 9,5 \text{ кН}.$$

Визначимо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на передачах:

$$\eta = \frac{R_a}{P_{гак}}, \quad (6.13)$$

$$\eta_2 = \frac{11,4}{12,4} = 0,92,$$

$$\eta_3 = \frac{9,7}{12,4} = 0,78$$

$$\eta_4 = \frac{9,5}{12,4} = 0,77$$

Таким чином, трактор може працювати на будь якій із вибраних передач, оскільки визначені коефіцієнти використання тягового зусилля менші допустимого значення коефіцієнта використання тягового зусилля на сівбі $[\eta]$

0,90-0,94 [6]. Однак доцільно агрегувати сівалку на четверті передачі, оскільки буде досягнута більша продуктивність.

6.3 Визначення норми виробітку і витрат палива

Розрізняють три види способів руху машинно-тракторних агрегатів: гоновий, діагональний та круговий.

Одним із різновидів гонових способів руху, який використовують при сівбі, є човниковий спосіб руху. Робоча довжина гонів при цьому дорівнює [19, 20]:

$$L_p = L - 2E, \quad (6.14)$$

де L_p – робоча довжина гону, м;

L – довжина поля, м;

E – ширина поворотної смуги.

При петльових поворотах мінімальна ширина поворотної смуги [20]:

$$E_{\min} = 0,5 V_p + 2,7 R + e, \quad (6.15)$$

де V_p – ширина захвату агрегату ($V = 4,0$ м);

R – радіус повороту агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегату, м.

Радіус повороту односівалкового агрегату становить $1,6 V_p$ [6]. Отже, в нашому випадку $R = 1,6 \cdot 4,0 = 6,4$ м.

Довжина виїзду агрегату – це відстань, на яку необхідно відвести агрегат (його кінематичний центр) для виведення робочих органів сівалки на контрольну лінію.

Для начіпних агрегатів [20]:

$$e = 0,1 (l_m + l_M), \quad (6.16)$$

де l_m – кінематична довжина трактора ($l_m = 1,2$ м).

l_M – кінематична довжина сівалки ($l_M = 1,5$ м).

Тоді, $e = 0,1 (1,2 + 1,5) \approx 0,3 \text{ м,}$

$$E_{\min} = 0,5 \cdot 4,0 + 6,4 + 0,3 = 8,7 \text{ м.}$$

Дійсна ширина поворотної смуги повинна бути більша E_{\min} і кратна ширині захвату агрегату, тобто

$$E_{\phi} \geq E_{\min} = nB_p, \quad (6.17)$$

де n – число проходів агрегату.

Прийmemo $n = 2$, тоді $E_{\phi} = 10,8 \text{ м.}$

Отже,

$$L_p = 860 - 2 \cdot 10,8 \approx 838 \text{ м.}$$

Визначимо коефіцієнт робочих ходів [20]:

$$\phi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (6.18)$$

де L_x – довжина холостого ходу агрегату, м.

Довжина холостого ходу при грушевидному повороті при русі човником можна визначити за формулою [6]:

$$L_x = k R, \quad (6.19)$$

де k – коефіцієнт ($k = 6,6 \dots 8,0$).

Прийmemo $k = 7,4$, тоді $L_x = 7,4 \cdot 6,4 \approx 48 \text{ м.}$

$$\text{Отже, } \phi = \frac{838}{838 + 48} = 0,94.$$

Змінну норму виробітку агрегату можна визначити за формулою [18]:

$$H = 0,1 \frac{B_p}{V_p} T_p, \quad (6.20)$$

де V_p – робоча швидкість руху ($V_p = 7,9 \text{ км/год}$);

T_p – чистий робочий час зміни, год.

Чистий робочий час агрегату протягом зміни становить [6]:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{обс} + T_{пов})}{1 + \tau_{пов} + \tau_{то}}, \quad (6.21)$$

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

$T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час, год;

$T_{обс}$ – час організаційно-технічного обслуговування агрегату (очищення робочих органів, перевірка якості роботи, регулювання і т.д.);

$T_{воп}$ – витрати часу на відпочинок та особисті потреби, год;

$\tau_{пов}$ – коефіцієнт поворотів;

$\tau_{то}$ – коефіцієнт технологічного обслуговування агрегату.

Підготовчо-заклучний час посівних агрегатів складає $T_{пз} = 39 - 65$ хв. Прийmemo $T_{пз} = 50$ хв = 0,83 год. Час організаційно-технічного обслуговування $T_{обс} = 9 - 21$ хв. Приймаємо $T_{обс} = 20$ хв = 0,33 год.

Коефіцієнт поворотів можна визначити за формулою [6]:

$$\tau_{пов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi} = \frac{1 - 0,94}{0,94} = 0,06.$$

Коефіцієнт технологічного обслуговування складається із суми двох коефіцієнтів, коефіцієнта технологічного обслуговування заправки сівалки насінням τ_1 і добривами τ_2 , тобто

$$\tau_{то} = \tau_1 + \tau_2. \quad (6.22)$$

Коефіцієнти τ_1 і τ_2 розраховуються за аналогічними формулами [18]:

$$\tau_1 = t_{зав1} \frac{WU_{B1}}{60V_1\psi \cdot \rho_1},$$

$$\tau_2 = t_{зав2} \frac{WU_{B2}}{60V_2\psi\rho_2},$$

де $t_{зав1}$ і $t_{зав2}$ – відповідно, тривалість часу одного завантажування сівалки насінням і добривами ($t_{зав1} = 5$ хв, $t_{зав2} = 6$ хв);

$W = 0,1$ V_p V_p – продуктивність агрегату за годину чистої роботи ($W = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,9 = 4,27$ га/год);

U_{B1} і U_{B2} – відповідно норма висіву насіння і внесення мінеральних добрив ($U_{B1} = 250$ кг/га, $U_{B2} = 20$ кг/га);

V_1 і V_2 – місткість насінневих і тукових ящиків сівалки ($V_1 = 12 \cdot 0,042 = 0,504$ м², $V_2 = 6 \cdot 0,032 = 0,192$ м³);

ψ - коефіцієнт використання технологічних місткості, $\psi = 0,85$;

ρ_1 і ρ_2 – кількість насіння і добрива ($\rho_1 = 700$ кг/м³ $\rho_2 = 580$ кг/м³).

$$\text{Тоді, } \tau_1 = 5 \frac{4,27 \cdot 20}{60 \cdot 0,504 \cdot 0,85 \cdot 580} = 0,03,$$

$$\tau_2 = 6 \frac{4,27 \cdot 250}{60 \cdot 0,192 \cdot 0,85 \cdot 980} = 0,10.$$

$$\text{Отже, } \tau_{\text{то}} = 0,03 + 0,10 = 0,13.$$

Таким чином, чистий час роботи агрегату за зміну становить

$$T_p = \frac{7 - (0,83 + 0,33 + 0,5)}{1 + 0,06 + 0,13} = 4,49 \text{ год.},$$

а норма виробітку агрегату дорівнює

$$H = 0,1 \cdot 5,4 \cdot 7,9 \cdot 4,49 = 19,2 \text{ га.}$$

Продуктивність агрегату за годину змінного часу становить

$$W = \frac{H}{T_{\text{зм}}} = \frac{19,2}{7} = 2,7 \text{ га/год.},$$

при коефіцієнті використання часу зміни

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{зм}}} = \frac{4,49}{7} = 0,64.$$

Норму витрат палива можна визначити за формулою [18]:

$$Q = \frac{T_p G_p + T_{\text{пов}} G_n + T_{\text{пер}} G_{\text{пер}} + T_{\text{зуп}} G_{\text{зуп}}}{H},$$

(6.23)

де $T_{\text{пов}}$, $T_{\text{пер}}$, $T_{\text{зуп}}$ – затрати часу протягом зміни відповідно на повороти ($T_{\text{пов}} = T_{\text{пов}} \cdot T_p = 0,08 \cdot 4,2 = 0,34$ год.), переїзди і на зупинках.

Прийемо, що тривалість переїздів на поле і назад складає 25 хв = 0,42 год, а на зупинках трактор працював тільки під час заправки сівалки насінням і добривами.

$$\text{Тоді, } T_{\text{зуп}} = \tau_{\text{то}} \cdot T_p = 0,13 \cdot 4,49 = 0,6 \text{ год.}$$

G_p , G_n , $G_{пер}$ і $G_{зуп}$ – норматив витрат палива відповідно на виконання основної роботи, при поворотах, переїздах і на зупинках.

$$G_p = 11,7 \text{ кг/год}; G_n = 8,2 \text{ кг/год}; G_{пер} = 7 \text{ кг/год}; G_{зуп} = 2,3 \text{ кг/год}.$$

Тоді

$$Q = \frac{4,2 \cdot 11,7 + 0,34 \cdot 8,2 + 0,42 \cdot 7 + 0,6 \cdot 2,3}{18,6} = 2,9 \text{ кг/га або } 3,5 \text{ л/га}.$$

Отримані результати використовуємо для подальших розрахунків економічної ефективності розробок і планування посівних робіт в господарстві.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Аналіз стану охорони праці в господарстві

Управління охороною праці в кожному господарстві повинне бути складовою частиною, підсистемою загальної системи управління господарством, тому що тільки при високому рівні охорони праці може бути забезпечене ефективне вирішення завдань, поставлених перед ним.

Метою управління охороною праці є забезпечення безпеки, збереження здоров'я працездатності людини в процесі праці.

Мета управління у свою чергу може бути досягнута шляхом виконання визначених функцій управління. Об'єктом управління охороною праці є діяльність керівників з забезпечення безпечних умов праці на робочих місцях, в полі, і в цілому по господарстві.

Нормативною і методичною основою (зовнішня інформація) системи управління охороною праці (СУОП) є: законодавчі акти про працю; постанови і розпорядження міністерства та інших центральних органів державної виконавчої влади, кабінету міністрів України, а також нормативна та нормативно - технічна документація. При організації охорони праці в господарстві слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542).

Функціями управління охороною праці в господарстві є: планування, організація і координація робіт з охорони праці; облік, аналіз і контроль за станом охорони праці.

Мета управління охороною праці в господарстві може бути досягнута при вирішенні таких основних завдань: навчання працюючих безпеки праці і пропаганди питань охорони праці; забезпечення безпеки машинно-тракторного парку та безпеки виробничих процесів; нормалізації санітарно-гігієнічних умов праці; забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту,

оптимальних режимів праці і відпочинку працюючих; організації лікувально-профілактичного та санітарно-побутового обслуговування працюючих; професійного добору працюючих за окремими спеціальностями.

В сучасних умовах в роботі з охорони праці важливими є такі фактори:

- економічна зацікавленість власника в одержанні максимального прибутку, зменшення витрат на штрафні санкції, ремонт пошкодженого обладнання, відшкодування шкоди потерпілим;
- моральна і юридична відповідальність власника за нещасні випадки і відшкодування збитків їх сім'ям;
- моральна відповідальність власника перед трудовим колективом за створення гуманних умов праці;
- забезпечення постійного і якісного ремонту техніки, а також своєчасне її оновлення;
- забезпечення досягнення перспективної мети господарства, що неможливо без підвищення рівня охорони праці.

Періодично в господарстві проводяться інструктажі з техніки безпеки для усіх працівників. Згідно типового положення про навчання з питань охорони праці проводяться навчання та перевірка знань з охорони праці. Ведуться журнали реєстрації проведення інструктажів по ознайомленню з основами охорони праці та техніки безпеки при виконанні виробничих завдань.

З часу створення господарства, тобто з 2000 року не було зареєстровано жодного нещасного випадку. Оперативну роботу та контроль за станом охорони праці в господарстві здійснює інженер з охорони праці, який підпорядкований керівнику господарства (інженер–механік, освіта вища, стаж роботи 6 років).

В адміністративному приміщенні господарства є кабінет по охороні праці, який розрахований на 20 чоловік. Кабінет обладнаний стендами, плакатами та зразками індивідуальних засобів захисту. В ньому проводиться ввідний інструктаж по охороні праці, навчання по 32 – годинній програмі, атестації.

Робітники зайняті на роботах з шкідливими умовами праці забезпечуються засобами індивідуального захисту, але не завжди вчасно і в недостатній кількості. Паспортизація в господарстві не проводилась останні 5 років. Контроль за виконанням вимог охорони праці здійснюється інспектором Держнагляду з охорони праці та адміністративним громадським контролем. Не всім працівникам з шкідливими умовами праці видається спеціальне харчування.

У виробничих підрозділах створено куточки по охороні праці, де знаходяться медичні аптечки та інструкції по охороні праці для певних робіт, але не завжди медичні аптечки повністю укомплектовані.

Основними причинами травматизму в господарстві є: не відповідність обладнання та транспортних засобів безпечним умовам праці; відсутність засобів індивідуального захисту; допуск до робіт працівників не навчених та не проінструктованих з питань охорони праці.

7.2 Аналіз можливих небезпек при виконанні технологічних процесів на вирощуванні буряку

При вирощуванні столового буряку існують небезпечні фактори, які приводять до професійних захворювань або травмування людини.

При луценні стерні:

- несправний трактор (гальма, рульове управління, тягово-зчіпний пристрій);
- гідросистемою піднятий луцильник, який ремонтується;
- перевищення швидкості;
- рух агрегату вздовж і впоперек схилів, перевищуючих допустимі значення;
- очищення робочих органів при працюючому двигуні і на ходу трактора.

Шкідливим фактором є запиленість повітря і високотемпературний режим в кабіні трактора.

Для усунення цих шкідливих факторів необхідно ізолювати доступ пилу в кабіну трактора і встановити кондиціонер.

При подрібненні, змішуванні і внесенні мінеральних добрив:

- несправний трактор (гальма, рульове управління, тягово-зчіпний пристрій);
- робота машини без захисних пристроїв в небезпечних зонах;
- ремонт і регулювання на ходу агрегату;
- знаходження людей під піднятим вантажем;
- відсутні відсмоктувальні пристрої при подрібненні мінеральних добрив;
- робота обслуговуючого персоналу без засобів індивідуального захисту;
- недотримання правил безпеки.

При оранці зябу:

- оранка на схилах, які перевищують допустимі значення;
- усунення неполадок і регулювання на ходу трактора;
- неполадки тягово-зчіпного пристрою;
- заміна лемешів без запобіжних підставок;
- очищення робочих органів на ходу;
- несправність рульового управління і гальм.

При посіві:

- сівалки не обладнані підніжними дошками і поручнями;
- очищення робочих органів на ходу;
- відсутня двостороння сигналізація;
- заправка сівалки на ходу.

При внесенні гербіцидів:

- робота без засобів індивідуального захисту і спеціальної одежі;
- заправка агрегату в незапланованих місцях;
- робота агрегату при температурі вище 25⁰ С;
- робота агрегату при сильному вітрові;
- знаходження людей близько агрегату;
- недотримання правил безпеки;
- заміна розпилювачів при працюючому насосі;
- зберігання гербіцидів в спеціально непризначених місцях;
- приготування робочої суміші з порушенням інструкції;
- транспортування гербіцидів на транспорті, не призначеному для цієї мети;
- знищення гербіцидів не в відповідності з інструкцією.

При збиранні столового буряку:

- недотримання інтервалу між працюючими машинами;
- робота бурякозбиральних комбайнів в тумані;
- робота комбайнів без захисних кожухів;
- очищення робочих органів на ходу;
- відсутня сигналізація і не працює сигнальний пристрій;
- заміна робочих органів при працюючому двигуні.

При транспортуванні коренеплодів і гички:

- робота транспортних засобів на підвищених швидкостях;
- неполадки рульового управління і гальма;
- неполадки тягово-зчіпного пристрою;
- рух агрегатів на великих підйомах і спусках без гальмування причепу;
- перевезення людей в причепах;
- рух на великій швидкості на поворотах;
- рух агрегату на схилах з виключеною передачею.

Аналіз можливих і існуючих небезпек і шкідливих факторів показує, що травмування працюючих буває головним чином із-за незадовільного технічного

стану трактора і агрегатуючи з ним машин, очистці робочих органів при працюючому двигуні чи на ходу трактора, неузгодженої чи неухважної дії працюючих на агрегаті, відсутність чи несправність індивідуальних засобів захисту, невідповідність одяжі для роботи на машинах.

Заходи при оздоровленні умов праці при вирощуванні буряку:

- виготовлення захисних кожухів на карданні і шестеренчасті передачі;
- виготовлення підставок для проведення техоглядів і ремонтів;
- обладнання пересувних вагончиків і душових на час збирання врожаю;
- придбання плакатів з техніки безпеки;
- обладнання кімнат для прийому їжі на тракторних бригадах;
- благоустрій території тракторних бригад.
- встановлення наглядної агітації по техніці безпеки і охороні праці.

7.3 Техніка безпеки при сівбі буряка

Тракториста і робітника, який обслуговує посівний агрегат, слід проінструктувати безпечним методам праці згідно інструкції. Особи, які не досягли 18-річного віку до обслуговування сівалки не допускаються.

7.1. Транспортувати сівалку на велику відстань і по поганих шляхах тільки автотранспортом. При цьому надійно надійно закріпити її в кузові автомобіля.

При транспортуванні сівалки, навішеної на трактор, необхідно:

- раму автозчіпки завести в замок, собачку зафіксувати шплінтом;
- надійно заблокувати розтяжки навіски трактора, зняти вантажі з задніх коліс трактора;
- попереду трактора начепити вантажі від 150 до 200 кг;

- маркери вкласти всередину захвату сівалки і закріпити в скобах замками;
- від'єднати троси на важелі і надійно закріпити їх на шплінті маркерів без провисання;
- шлейфи підняти і вкласти на повідки котків.

Забороняється під час транспортування знаходитися на сівалці, а також завантажувати її насінням, добривами і сторонніми предметами.

7.2. Монтаж, збирання, технічне обслуговування, усунення несправностей при навішеній на трактор сівалці слід проводити тільки з виключеним двигуном і підведеними під раму підставками.

7.3. Категорично забороняється знаходитися будь-кому між трактором і сівалкою або поблизу сівалки під час навішування сівалки на трактор.

7.4. Перед обкаткою і початком роботи сівалки необхідно перевірити надійність з'єднання сівалки з трактором.

Гідромеханізм трактора включати тільки з сидіння тракториста. При запуску в роботу і зупинках агрегату – користуватися електросигналізацією, встановленою на сівалці.

Під час роботи забороняється:

- агрегувати несправну сівалку;
- знаходитися на підніжній дошці під час повороту агрегату;
- ходити попереду сівалки і трактора, сідати на трактор і сходити з нього; очищувати сошники, проводити ремонт, регулювання і заправку сівалки;
- ставати на бункери насінневих апаратів, класти на них мішки і інші сторонні предмети.

7.5. Заправку сівалки насінням і добривами проводити при повній зупинці агрегату. Очищати сошники тільки чистиком, закріпленим на довгій ручці.

7.6. При висіванні мінеральних добрив і особливо протравленого насіння необхідно дотримуватися всіх мір перестороги і гігієни праці.

Необхідно надійно закривати кришки бункерів. При роботі з протравленим насінням, а також в умовах запиленості, необхідно обов'язково користуватися засобами індивідуального захисту (захисні окуляри марки ОЗЗ-1, ОЗЗ-7, респіратори марки ШБ-1, У-2к „Лепесток”, протипилові маски ПТМ і інші).

Забороняється курити, приймати їжу, очищати бункери насінневих і тукових апаратів руками. Після роботи з добривами і протруєним насінням необхідно вимити сівалку водою.

7.4 Розрахунок засобів індивідуального захисту

Механізаторам, допоміжному персоналу і спеціалістам, які зайняті на вирощуванні сільськогосподарських культур, передбачена безкоштовна видача за встановленими нормами спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту.

Таблиця 7.1 - Норма видачі спецодягу і засобів індивідуального захисту

Вид спецодягу	Строк до списування, місяців	Необхідна кількість
1. Костюм з полезахисної тканини	12	28
2. Комбінезон з кислотнозахисної тканини	змінний	2
3. Рукавиці комбіновані	6	56
4. Рукавиці гумові	4	8
5. Чоботи гумові	24	2
6. Нарукавники	змінні	2
7. Окуляри захисні	до зношування	24
8. Респіратор	до зношування	8

Необхідну кількість спеціального одягу і засобів індивідуального захисту для підрозділу визначаємо шляхом визначення робітників, зайнятих одночасно на виконанні даної операції і норм видачі спецодягу для даної операції. Дані розрахунків заносимо в таблицю 7.1.

7.5 Основні правила пожежної безпеки

1. Необхідно постійно слідкувати за технічним станом посівного агрегату.
2. Забороняється підносити до паливного бака полум'я, а також палити під час заправки паливом. Після заправки бак необхідно насухо протерти.
3. Не допускати протікання з системи живлення, змащення і гідросистеми трактора і сівалки.
4. В випадку загорання палива користуватися вогнегасником або засипати полум'я землею, піском або накрити войлоком, брезентом. Категорично забороняється заливати паливо, яке горить, водою.
5. В нічний час в випадку виходу із строю електропроводки необхідно користуватися вогнебезпечними ліхтарями.
6. Щодня необхідно перевіряти справність електропроводки і не допускати її забруднення мастилами і пилом. Несправність може призвести до замикання проводів і їх загорання.
7. Місця стоянки і зберігання машин необхідно забезпечити протипожежними засобами, узгодженими з пожежною інспекцією.

7.6 Рекомендації по поліпшенню умов праці

1. Провести паспортизацію виробничих підрозділів (інженер з охорони праці). Проводиться щорічно.
 2. Укомплектувати медичні аптечки (інженер з охорони праці).
- Березень 2022 року.

3. Посилити контроль за виконанням шкідливих та небезпечних робіт (керівники підрозділів). Постійно.
4. Забезпечити працюючих необхідною кількістю справних засобів індивідуального захисту (інженер з охорони праці). Травень 2022 року.
5. Укомплектувати пожежні щити необхідним інвентарем (керівник станції пожежної охорони). Квітень 2022 року.
6. Провести 32–годинні курси з охорони праці (керівники підрозділів господарства). Лютий 2022 року.
7. Придбати нову нормативно-технічну літературу з охорони праці (інженер з охорони праці). Постійно.

8 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Застосування удосконаленої технології і сівалки в господарстві дозволить отримати якісний урожай столових коренеплодів. При цьому урожайність збільшиться як мінімум на 20-25%, а продуктивність сівалки при підвищенні якості посівних робіт збільшиться на 25-30%, що також позитивно вплине на кінцевий результат.

Розрахунок економічної ефективності від застосування удосконаленої сівалки проводимо по відомій методиці [17] в порівнянні з серійною сівалкою ССТ-12. Вихідні дані для проведення розрахунків приведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 - Вихідні дані для проведення економічних розрахунків

Показники	Базова сівалка	Удосконалена сівалка
Продуктивність, га/год	2,12	2,7
Питомі витрати палива, л/га	4,12	3,5
Балансова вартість машини, грн.	49500	51600
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	1

Затрати праці на процес визначаються за формулою:

$$H = \frac{M}{W}, \quad (8.1)$$

де M – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

W – продуктивність агрегату, га/год.

Затрати праці при роботі базового агрегату на сівбі цукрових буряків дорівнюють:

$$H_6 = \frac{1}{2,12} = 0,47 \text{ люд.год/га.}$$

При використанні удосконаленої сівалки затрати праці будуть дорівнювати:

$$H_n = \frac{1}{2,7} = 0,37 \text{ люд.год/га.}$$

Зниження затрат праці при використанні розробленої машини будуть дорівнювати:

$$H_3 = H_6 - H_n; \quad (8.2)$$

$$H_3 = 0,47 - 0,37 = 0,10 \text{ люд.год./га.}$$

За сезон при сівбі буряків на площі 60 га зниження затрат праці становить:

$$H_3^c = 0,10 \cdot 60 = 6,0 \text{ люд. год.}$$

Прямі експлуатаційні затрати при сівбі цукрових буряків визначаються за формулою:

$$C = C_o + C_a + C_p + C_{\text{пмм}}; \quad (8.3)$$

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

C_a – амортизаційні відрахування, грн/га;

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

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

В господарстві прийнята наступна система оплати праці працівників, які зайняті на сівбі столових буряків. Оплату праці механізаторів здійснюють по 6-

му розряду тарифної сітки. З врахуванням підвищення мінімальної зарплати до 6000 грн.) вона становить 250 грн. за виконану норму виробітку.

$$C^1_{\text{о}} = \frac{C^T}{W_{\text{зм}}}, \quad (8.4)$$

де C^T – оплата праці по тарифній сітці, грн./зм.;

$W_{\text{зм}}$ – продуктивність агрегату за зміну, га/зм.

Для механізатора, який працює на базовій машині, оплата праці за 1 га засіяної площі буде становити:

$$C^1_{\text{об}} = \frac{250}{14,84} = 16,85 \text{ грн/га.}$$

Крім того, в господарстві проводяться доплати: 50 % - за продукцію; 50 % - за складність збиральних робіт; 20% - за класність, 12 % - за інтенсивність робіт:

$$50 \% = 8,43 \text{ грн/га, } 20\% = 3,37 \text{ грн./га; } 12 \% = 2,02 \text{ грн/га.}$$

І оплата праці при роботі базової сівалки з нарахуваннями становить:

$$C_{\text{об}} = 16,85 + 8,43 + 8,43 + 3,37 + 2,02 = 39,09 \text{ грн/га.}$$

Для механізатора, який працює на агрегаті з удосконаленою сівалкою, оплата праці за 1 га засіяної площі буде становити:

$$C^1_{\text{оп}} = \frac{250}{19,2} = 13,02 \text{ грн/га.}$$

Аналогічно визначаються всі необхідні нарахування на оплату праці механізатора, який працює на агрегаті з удосконаленою сівалкою. І повні затрати на оплату праці будуть становити:

$$C_{\text{оп}} = 13,02 + 6,51 + 6,51 + 2,61 + 1,56 = 30,21 \text{ грн/га.}$$

Амортизаційні відрахування визначаються виходячи з річних норм на відрахування від загальної вартості машини за формулою:

$$C_a = \frac{C \cdot \alpha}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}} \quad (8.5)$$

де C – ціна машини, грн;

D – кількість днів роботи в рік;

K – коефіцієнт змінності.

За нормативами річна норма відрахувань на амортизацію для бурякових сівалок становить 15%. Тоді відрахування для базової машини будуть становити:

$$C_{аб} = \frac{49500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 14,84} = 9,27 \text{ грн/га.}$$

Амортизаційні відрахування на удосконалену сівалку будуть становити:

$$C_{ар} = \frac{51600 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 19,2} = 7,47 \text{ грн/га.}$$

Затрати на ремонт і технічне обслуговування агрегату також визначається за нормативами, які становлять 15 % в рік від вартості машини. Розрахунки проводяться за формулою:

$$C_p = \frac{C \cdot \beta}{100 \cdot D \cdot K \cdot W_{3M}}, \quad (8.6)$$

де β - норма річних відрахувань.

Для базової машини затрати на ремонт і технічне обслуговування машини будуть дорівнювати:

$$C_{p.б} = \frac{49500 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 14,84} = 9,27 \text{ грн/га.}$$

Для удосконаленої сівалки затрати на ремонт і технічне обслуговування будуть дорівнювати:

$$C_{p.n.} = \frac{51600 \cdot 15}{100 \cdot 30 \cdot 1,8 \cdot 19,2} = 7,47 \text{ грн/га.}$$

Витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються по формулі:

$$C_{\text{ПММ}} = C_{\text{п}} \cdot V_{\text{га}}; \quad (8.7)$$

де $C_{\text{п}}$ – комплексна ціна 1 кг палива;

$V_{\text{га}}$ – витрати палива на 1 га.

Комплексна ціна включає витрати на основне паливо, а також на мастильні матеріали і диференціюється в залежності від марки трактора і зони застосування. Приймаємо наступні норми витрат мастильних матеріалів і пускового бензину в % до основного палива:

- моторне масло – 11,7 %;
- трансмісійне масло – 3,43 %;
- індустриальне масло – 0,64 %;
- консерваційні мастила – 0,47%.

На сьогодні вартість на паливо-мастильні матеріали залежить від цінової політики ринку, постачальника, величини оптових закупок і т. ін. Для розрахунків приймаємо комплексну ціну 1 кг палива, яка дорівнює 30,1 грн/л. Тоді затрати на паливо-мастильні матеріали при роботі базової машини будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = 30,1 \cdot 4,12 = 124,01 \text{ грн/га.}$$

При роботі агрегату з удосконаленою сівалкою затрати на ПММ будуть становити:

$$C_{\text{ПММ}}^{\text{н}} = 30,1 \cdot 3,5 = 105,35 \text{ грн/га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі базового агрегату будуть дорівнювати:

$$C_6 = 39,09 + 9,27 + 9,27 + 124,01 = 181,64 \text{ грн/га.}$$

Загальні прямі експлуатаційні затрати при роботі агрегату з удосконаленою сівалкою будуть дорівнювати:

$$C_H = 30,21 + 7,47 + 7,47 + 105,35 = 150,5 \text{ грн/га.}$$

Зниження прямих затрат при впровадженні розробленої машини в виробництво в порівнянні з базовим об'єктом буде становити:

$$E = C_6 - C_H = 181,64 - 150,5 = 31,14 \text{ грн/га.}$$

У відсотках економічний ефект буде становити:

$$E_B = \frac{31,14 \cdot 100}{181,64} = 17,14 \text{ \%}.$$

Річний економічний ефект при впровадженні розробок на площі 60 га буде становити:

$$E_p = 31,14 \cdot 60 = 1868,4 \text{ грн.}$$

При впровадженні удосконаленої технології урожайність столових коренеплодів збільшиться в середньому на 20%. Таким чином буде отримана додатково продукція – 5 т/га столових коренеплодів. При вартості 6000 грн./т буде отримано додатково 30000 грн/га, а на всій площі річний ефект від додаткової продукції становитиме

$$E_d = 30000 \cdot 60 = 1800000 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект від впровадження розробок в господарстві становитиме

$$E_3 = 30000 + 31,14 = 30031,14 \text{ грн./га,}$$

або річний –

$$E_{зр} = 1800000 + 1868,4 = 1801868,4 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічні показники, які розраховані в проекті, приведені в таблиці 8.2.

Окупність затрат на удосконалення визначається за формулою:

$$E_o = \frac{Ц}{E_{зр}} \quad (8.8)$$

$$Z_o = \frac{2100}{1801868,4} = 0,001 \text{ роки.}$$

Таблиця 8.2 - Основні техніко-економічні показники проекту

Назва показників	Базовий агрегат	Розроблений агрегат
1. Продуктивність, га/год.	2,12	2,7
2. Питомі витрати палива, кг/га	4,12	3,5
3. Затрати праці, люд.год./га	0,47	0,37
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн/га	181,64	150,5
в т . ч. – оплата праці з нарахуваннями	39,09	30,21
- амортизаційні відрахування	9,27	7,47
- затрати на ремонт і ТО	9,27	7,47
- затрати на ПММ	124,01	105,35
4. Зниження прямих затрат, грн/га	-	31,14
5. Економічний ефект від додаткової продукції, грн.	-	1800000

5. Загальний річний економічний ефект, грн	-	1801868,4
6. Строк окупності затрат на удосконалення, років	-	0,001

Аналіз прямих затрат на виконання процесу показує, що основна частка затрат припадає на паливо і мастильні матеріали, що пояснюється надто високими цінами на ринку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Аналіз діяльності господарства показує, що його матеріальна база застаріла і потребує поліпшення. Для досягнення кращих економічних показників в господарстві слід впроваджувати нові технології і машини для вирощування сільськогосподарських культур, в т. ч. і для столових буряків.

2. На підставі вивчення нових технологій вирощування та збирання столових буряків, аналізу особливостей господарства нами запропонована удосконалена технологія вирощування столових буряків з використанням удосконаленої сівалки. Розроблена технологічна карта для умов господарства і визначено комплекс машин для її реалізації.

3. Проведено аналіз конструкцій висіваючих апаратів і визначено напрямок його удосконалення. Розроблена конструкція висіваючого апарату сівалки типу ССТ-12В дозволяє зменшити подрібнення насіння апаратом в процесі висіву, підвищити точність висіву на більш високих швидкостях руху агрегату, що дає можливість збільшити продуктивність сівби столових буряків в короткі агротехнічні строки.

4. Розроблені в дипломному проекті заходи по охороні праці можуть бути використані для проведення інструктажів на робочому місці з механізаторами і обслуговуючим персоналом, які задіяні на сівбі столових буряків. А також підвищити рівень безпеки праці при виконанні сільськогосподарських робіт.

5. Економічний ефект від застосування удосконаленої технології і висіваючого апарату сівалки в господарстві становить 1801868,4 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Власова О. Особливості вирощування та догляду за буряком столовим// Агрономія сьогодні. 07 лютого, 2020.
2. Корнієнко С.І., Терьохіна Л.А., Куц О.В., Могильний В.В. Сучасні енергоощадні технології вирощування маточних коренеплодів буряка столового// Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2014, вип. 21.
3. Культура буряк столовий (особливості вирощування та зберігання)// <https://agrarii-razom.com.ua/culture/buryak-stoloviy>.
4. Вирощування буряків, технологія вирощування столових буряків// <https://jak.waykun.com/articles/viroshhuvannja-burjakiv-tehnologija-viroshhuvannja.html>.
5. Столові буряки: прогресивні технології та нормативи витрат / [кол. авторів ; За ред. Д.І. Мазоренка і Г.Є.Мазнева]. – Харків: видавництво «Міськдрук», 2011. – 28 с.
6. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
7. Сільськогосподарські машини /Д.Г.Войтюк, Л.В.Аніскевич, В.В.Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г.Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
8. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
9. Довідник з опору матеріалів / Пісаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Пісаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.
10. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001. - 384с.

11. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.
12. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
13. Практикум з використання машин у рослинництві/ В.Ю.Ільченко та ін.; Дніпропетр. держ. агр. ун-т.- 2002.
14. Машиновикористання та екологія докiлля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.
15. Целинський В.П. Охорона праці в рослинництві. – К.: Урожай, 1991. – 80 с.
16. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.
17. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.