

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення процесу сівби цукрових буряків з розробкою
системи навіски сівалки ССТ-12Б у складі
комбінованого агрегату КА-5,6

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГ-41

спеціальності 208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

Чорний М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Брошак І.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Сташків М.Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Бабій А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2026

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Чорному Михайлу Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення процесу сівби цукрових буряків з розробкою системи навіски сівалки ССТ-12Б у складі комбінованого агрегату КА-5,6

Керівник роботи Броцак Іван Станіславович, к.с.-г.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 22 » січня 2026 року № 4/9-56

2. Термін подання студентом завершеної роботи 26 червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи ширина захвату агрегату 5,6 м; швидкість руху агрегату на основних операціях до 7 км/год; тягове зусилля на гаку 24,3кН; склад агрегату – трактор ДТ-75, машина для передпосівного обробітку ґрунту ВИП-5,6 у складі обертової мотики, шлейфа, котків; сівалка ССТ-12Б; норма висіву насіння – 6,3 кг/га; кількість висіяних насінин на 1 пог.м. – 10...12; ширина міжрядь – 0,45 м; глибина висіву 3...4 см; питомий опір ґрунту 65...71 кПа; продуктивність за годину основного часу 2,84га/год.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Сівба цукрових буряків з використанням комбінованих агрегатів..

2. Конструктивне удосконалення комбінованого агрегату для сівби.

3. Планування врожайності цукрових буряків та обґрунтування схеми комбінованого агрегату.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точних зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Мета, предмет, об'єкт, задачі дослідження. 2. Загальна схема комбінованого посівного агрегату та схеми його роботи у загінці. 3. Компонування комбінованого агрегату. 4. Силовий аналіз сівалки у складі комбінованого агрегату. 5. Центральна рама комбінованого агрегату

6. Бокова секція. 7-8. Деталювання

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., к.т.н., зав. каф. МТ		

7. Дата видачі завдання

22 січня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін етапів виконання роботи	Примітка
1	Сівба цукрових буряків з використанням комбінованих агрегатів	до 20.02.2026	
2	Конструктивне удосконалення комбінованого агрегату для сівби	до 30.03.2026	
3	Планування врожайності цукрових буряків та обґрунтування схеми комбінованого агрегату	до 30.04.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	до 12.05.2026	
9	Реферат. Вступ. Загальні висновки	до 16.06.2026	
10	Ілюстративний матеріал	до 16.06.2026	

Студент

_____ (підпис)

Чорний М.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Брошак І.С..

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Чорний Михайло Володимирович.

Тема роботи – «Удосконалення процесу сівби цукрових буряків з розробкою системи навіски сівалки ССТ-12Б у складі комбінованого агрегату КА-5,6». Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Броцак Іван Станіславович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку посилань (40 найменувань). Загальний обсяг текстової частини – 52 сторінки, на яких є 9 рисунків. Ілюстративний матеріал розміщений на 8 аркушах формату А4.

Актуальність теми роботи. Важливі фактори у досягненні високих врожаїв цукрових буряків за умови покращення їх технологічних якостей є своєчасний та якісний передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив і сівба. Виконати ці технологічні операції потрібно у стислі агротерміни, забезпечивши дрібно грудкувату структуру ґрунту, вирівняну поверхню та максимальне збереження вологи у верхньому шарі ґрунту. У такий спосіб реально запобігти багаторазовому переміщенню зрядь полем і знизити ущільнення ґрунту.

Мета роботи: удосконалити процес сівби цукрових буряків розробивши систему навіски до сівалки ССТ-12Б у складі комбінованого агрегату.

Мета роботи потребує вирішення таких завдань:

- проаналізувати особливості технології вирощування цукрових буряків;
- проаналізувати можливості комплектування комбінованого агрегату для сівби цукрових буряків у складі машини ВІП-5,6 та сівалки ССТ-12Б;
- обґрунтувати конструктивне удосконалення системи навіски сівалки для комплектування комбінованого посівного агрегату;
- визначити зусилля піднімання сівалки у складі комбінованого агрегату;
- виконати міцнісні розрахунки елементів удосконаленої конструкції, а саме: гвинтової стяжки механізму навіски сівалки та кріплення кронштейна гідроциліндра до рами агрегату;
- розрахувати параметри пружини шлейфа комбінованого агрегату;

- виконати планування врожайності цукрових буряків при використанні удосконаленого комбінованого агрегату для сівби;
- обґрунтувати використання комбінованого агрегату для покращення процесу сівби та отримання запланованої врожайності цукрових буряків;
- на основі загальних вимог безпеки до причіпних ґрунтообробних агрегатів розробити вимоги безпеки до удосконаленого комбінованого агрегату для сівби цукрових буряків та вимоги безпеки праці під час його технічного обслуговування та зберігання.

Об'єкт дослідження. Система навіски сівалки ССТ-12Б для комплектування комбінованого агрегату для сівби цукрових буряків.

Предмет дослідження. Технологічні, кінематичні та міцнісні розрахунки складових комбінованого посівного агрегату для сівби цукрових буряків.

Практичне значення отриманих результатів. Удосконалено процес вирощування цукрових буряків завдяки суміщенню передпосівного обробітку та сівби, які реалізуються комбінованим агрегатом, скомпонованим з машини ВИП-5,6 і сівалки ССТ-12Б. Машина ВИП-5,6 містить обертову мотику, кільчасто-зубові котки та вирівнювач, завдяки чому знищуються сходи бур'янів, покращується мікробіологічна активність ґрунту та його живильний режим. Сівалку ССТ-12Б приєднано в агрегат завдяки удосконаленню конструкції вирівнювача машини ВИП.-5,6, а саме: основні робочі органи закріплюють на двох бокових та одній центральній рамі. Бокові рами з'єднані з центральною рамою шарнірно, переведення агрегату у робоче і транспортне положення виконують гідроциліндрами. Фіксацію робочих органів у піднятому положенні забезпечують використавши вухо, приварене до рами. Комбінований агрегат має самовстановлюючі колеса, які використовують для регулювання глибини обробітку ґрунту. Визначено конструктивні параметри з'єднувальних елементів комбінованого агрегату, а саме: гвинтової стяжки механізму навіски сівалки, пальця кронштейна та пружини шлейфа для вирівнювання поверхні ґрунту. На основі планової врожайності коренеплодів вибрано та розраховано технологічні та кінематичні параметри роботи агрегату, зокрема робоча швидкість руху агрегату – 6,6км/год, кінематична довжина агрегатованої машини – 4м.

Ключові слова: цукрові буряки, технологія вирощування, врожайність, комбінований посівний агрегат, сівалка, трактор.

ЗМІСТ

	стр.
ВСТУП.....	7
1. СІВБА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМБІНОВАНИХ АГРЕГАТІВ	8
1.1. Технологічні особливості застосовувані при вирощуванні цукрових буряків	8
1.2. Комплектування комбінованого агрегату для сівби цукрових буряків	15
1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи	15
2. КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНОВАНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ СІВБИ	16
2.1. Обґрунтування удосконалення системи навіски сівалки для комплектування комбінованого посівного агрегату	16
2.2. Знаходження зусиль для піднімання сівалки	18
2.3. Розрахунок гвинтової стяжки механізму навіски сівалки	20
2.4. Розрахунок параметрів пружини шлейфа комбінованого агрегату	23
2.5. Розрахунок кріплення кронштейна гідроциліндра до рами	28
3. ПЛАНУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ТА ОБґРУНТУВАННЯ СХЕМИ КОМБІНОВАНОГО АГРЕГАТУ	31
3.1. Планування врожайності при використанні удосконаленого комбінованого агрегату для сівби цукрових буряків	31
3.2. Обґрунтування використання комбінованого агрегату для вирощування цукрових буряків	33
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	41
4.1. Загальні вимоги безпеки до причіпних грунтообробних агрегатів	41
4.2. Вимоги безпеки до удосконалюваного комбінованого агрегату для сівби цукрових буряків	42
4.3. Вимоги безпеки праці під час технічного обслуговування та зберігання комбінованого агрегату для сівби	45
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	47
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	49
ДОДАТКИ	53

ВСТУП

Вирощування цукрових буряків є однією з багатьох складових у створенні продовольчих ресурсів, будучи культурою, яку вирощують як сировину для отримання цукру та інших продуктів цукроваріння, а також важливим джерелом кормів для тваринництва.

В агротехніці вирощування цукрові буряки є просапною культурою, що потребує якісної підготовки ґрунту під сівбу та внесення підвищених доз органічних і мінеральних добрив; для високих врожаїв потребує своєчасного міжрядного обробітку ґрунту та захисту посівів від бур'янів і шкідливих факторів, таких як шкідники та хвороби, тобто є культурною рослиною, яка потребує значних затрат на вирощування та збирання, та попри все – це добрий попередник під інші культури у сівозміні, зокрема зернові, оскільки практично немає спільних з ними хвороб та шкідників.

Вирощування цукрових буряків є затратним, однак може бути і високорентабельним за умови отримання 400 і більше ц/га коренеплодів, що реально реалізувати лише при використанні інтенсивної, енергозберігаючої чи/та індустриальної технології, які базуються на виконанні усіх технологічних операцій у визначені агротерміни при дотриманні заходів агротехніки, що є можливим при використанні відповідних систем машин для їх реалізації.

Основу врожаю солодких коренеплодів закладають посівні роботи, якісне і своєчасне виконання яких забезпечує можливості приросту врожаю коренеплодів в межах 30...50 ц/га. Завершальними у технології вирощування є збиральні роботи, затрати праці на які складають біля 80% всіх робіт.

Тому у мету кваліфікаційної роботи покладено удосконалення процесу сівби цукрових буряків відповідно до вимог науково-обґрунтованої технології їх вирощування з можливістю покращення комбінованого посівного агрегату на базі машини ВІП-5,6 та сівалки ССТ-12 для підвищення якості сівби і зменшення її тривалості.

1. СІВБА ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМБІНОВАНИХ АГРЕГАТІВ

1.1. Технологічні особливості застосовувані при вирощуванні цукрових буряків

Цукрові буряки відносять до основних технічних культур, які виконують важливу господарську функцію – забезпечують потребу населення у цукрі, а з переробки їх отримують корми для тваринництва.

Цукрові буряки відносять до рослин помірного клімату, насінини яких повільно проростає за температури 2-3⁰С. Дружні сходи, які добре розвиваються, проростають за температури вищої 10⁰С. Для рівномірної вегетації цукровим бурякам найбільше підходить температура 20-25⁰С. Це рослини, у яких добре розвивається коренева система, глибина проникання якої до 2-2,5м, розгалуження у ширину – до 1м, завдяки чому вони можуть використовувати вологу та мінеральні речовини зі значної площі та об'єму ґрунту. Цукрові буряки утворюють велику кількість органічної маси (коренеплоди і листки), тому вони мають потребу у великій кількості вологи і добрий розвиток та високий врожай спостерігається лише за умов достатнього зволоження.

Цукровим бурякам потрібно багато живильних речовин, що є у ґрунті, тому найвищих врожаїв досягають на родючих чорноземах. Можна вирощувати цю рослину і на менш родючих ґрунтах – таких як темно-сірі, сірі і навіть світло-сірі лісові ґрунти. Непридатними для них є збіднені піщані і кислі ґрунти, а також важкі глинисті ґрунти.

Цукрові буряки потребують достатнього освітлення особливо на початку росту. Не допустимим є загущені посіви, на яких рослини затіняючи одна одну, спричиняють так зване стікання: надмірне видовження коренів, витягування листків, їх жовтіння, а це може стати причиною значного зниження врожайності або й загибелі рослин [15, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 28].

Буряки є важливою просапною культурою, для вирощування якої у районах достатнього зволоження використовують напівпаровий спосіб в основному обробітку ґрунту.

За умов достатньої вологи кращими попередниками для отримання високих врожаїв цукрових буряків є горох на зерно, зайняті підживлені пари та озима пшениця, посіяна після багаторічних трав використаних один рік.

Основний обробіток під цукрові буряки – це напівпаровий спосіб, виконаний після збирання зернових, який поєднує лушчіння стерні у два сліди знаряддями ЛДГ-10, ЛДГ-15-А при заглибленні на 6...8см, глибоку оранку у серпні, краще у першій половині та поверхневу обробку поля перед посівом з використанням зубових та дискових борін і культиваторів при врахуванні стану ущільнення ґрунту навесні, його вологості і згодом залежно від появи сходів буряків.

Цукрові буряки потребують доброго підживлення, тому вносять 30...40т/га органічних добрив безпосередньо під них або під попередник використовуючи розкидачі типу РУН-15-Б, ПРТ-10, ПРТ-16 тощо

При достатньому зволоженні, за умови посіву у сівозміні після зайнятого пару на чорноземах глибоких, для одержання 450-500ц/га буряків оптимальна норма внесення поживних речовин: азот 150 кг/га, фосфор 170 кг/га і калій 140кг/га.

Внесення мінеральних добрив під цукрові буряки виконують тричі: восени перед глибокою оранкою (близько 70%), навесні під час сівби (10-15%) та при вегетації (решту %).

Ранньовесняний обробіток ґрунту поєднує розпушування ґрунту з використанням важких зубових борін БЗТС-1,0 та вирівнювання поверхні поля з використанням шлейфів типу ШБ-2,5, або знарядь ВИП-5,6, РВК-5,4. Передпосівний обробіток поєднують в єдиний технологічний процес зі сівбою.

Якісний передпосівний обробіток ґрунту реалізують використовуючи культиватори обладнані зарівнювальними пристроями [15, 16, 23-28].

Сівбу і догляд за посівами цукрових буряків виконують використовуючи 12-рядні комплекси машин (типу ССТ-12Б, УСМК-5,4Б). Сіють буряки дотримуючись кращих агротехнічних термінів, при середньодобовій температурі ґрунту 5...6°C у глибину на 8...10см при вологості 22...23%.

Головна ознака на початок сівби – фізична сплість ґрунту, тобто стан, коли він розсипається на дрібні грудочки, але не розпилюється.

Вимогами до сівби буряків для отримання дружніх сходів є також необхідність посіяти їх на полі протягом одного-двох днів, що є також запорукою своєчасного і добре виконаного досходового боронування, тощо. При сівбі дотримуються рекомендованої глибини загортання – 3...4см.

Вимогою інтенсивної технології є сівба каліброваним насінням на кінцеву густоту – тобто висівають 10...12 насінин на один метр погонний рядка [15, 16, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 27, 28].

Найбільший ефект при сівбі дражованим насінням отримують при висіванні із застосуванням засобів для боротьби з бур'янами, типовим шкідниками та хворобами.

Після сівби посіви прикотковують для кращого контакту насіння з ґрунтом котками типу СКГ-2, ЗКВГ-1,4.

Система догляду за посівами цукрових буряків поєднує виконання відповідних механізованих операцій:

- розпушування досходове і післясходове з використанням зубових борін і просапних культиваторів (типу УСМК-5,4Б) обладнаних ротаційними батареями;

- підживлення міндобривами відповідно до фаз розвитку культурних рослин та за потреби застосування хімічного захисту від шкідників та хвороб (обприскувачі типу ОП-2000, ОПШ-15).

Важлива умова для одержання якісної сировини для переробної (цукрової) промисловості – своєчасне збирання коренеплодів, враховуючи можливість максимальних осінніх приростів коренеплодів у масі та накопичення цукру. Збирають коренеплоди залежно від зони бурякосіяння у різні терміни, починаючи з кінця вересня, а закінчують до настання тривалих заморозків.

Якість зібраної сировини залежить від дотримання відповідних способів збирання – потокового, перевалочного і потоково-перевалочного. За умов достатнього та високого зволоження ґрунту, а також при сухому ущільненому

грунті, кращим є перевалочний спосіб збирання, що запобігає зменшенню забруднення коренеплодів ґрунтом і рослинними рештками [15, 16, 17, 23-28].

Збирають цукрові буряки високопродуктивними комплексами шестирядних машин роздільного збирання або за один прохід, при перевалочній технології коренеплоди укладають у кагати поблизу доріг і згодом навантажують з кагатів навантажувачами. Всі задіяні на збиранні агрегати, що працюють на одному полі, мають працювати кожен у своїй загинці.

Найважливіші показники різних технологій вирощування сільськогосподарських культур виявляються у вартісних результатах використання кожної з них. Ефективність технології вирощування цукрових буряків оцінюють за врожайністю, затратами праці, валовим збором.

Рівень врожайності цукрових буряків формується на основі таких факторів [1, 15, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 28]: застосування високоврожайних сортів, придатних до відповідного району вирощування; своєчасне удобрення, висока якість мінеральних добрив з дотриманням їх правильного зберігання та внесення; запобігання втратам великих коренеплодів при збиранні; використання рідких комплексних добрив; своєчасне та розділене у часі внесення мінеральних добрив при дотриманні співвідношення між основними компонентами живлення; практикування періодичного внесення органічних добрив у сівозміні; дотримання агротермінів та агровимог під час підготовки ґрунту до сівби та під час сівби; запобігання проявам вітрової ерозії, особливо у передпосівний період, що спричиняє значні втрати вологи у поверхневому (посівному) шарі ґрунту; суміщення передпосівного обробітку та сівби.

Дотримання вимог інтенсивної технології виробництва цукрових буряків забезпечує одержання урожаю 450...500ц/га при цукристості 17...18% і більше при зменшенні затрат праці в 3...4рази [15, 16, 23-28]. Свою нішу мають також індустріальна та енергозберігаюча технології вирощування буряків, однак найбільшого ефекту досягають завдяки застосуванню інтенсивної технології, що базується на високій культурі землеробства з використанням комплексів високопродуктивних машин, вплив яких на ґрунт та рослини узгоджений щодо ширини захвату (рядності) та продуктивності.

1.2. Комплектування комбінованого агрегату для сівби цукрових буряків

Спеціальні комбіновані машини, якими виконують культивуацію і сівбу, є сівалки суміщені з культиватори або луцильниками, фрезерні культиватори поєднанні з сівалки та комбіновані агрегати, до прикладу КА-5,6 (рис. 1.1).

Такі комбіновані агрегати використовують для передпосівної підготовки важких ґрунтів, сівби зернових і зернобобових культур з одночасним внесенням добрив та коткуванням посівів. Компонують комбінований агрегат з фрезерного начіпного культиватора, сівалки та обладнання для коткування. Сівалку приєднують спеціальним зчіпним механізмом.

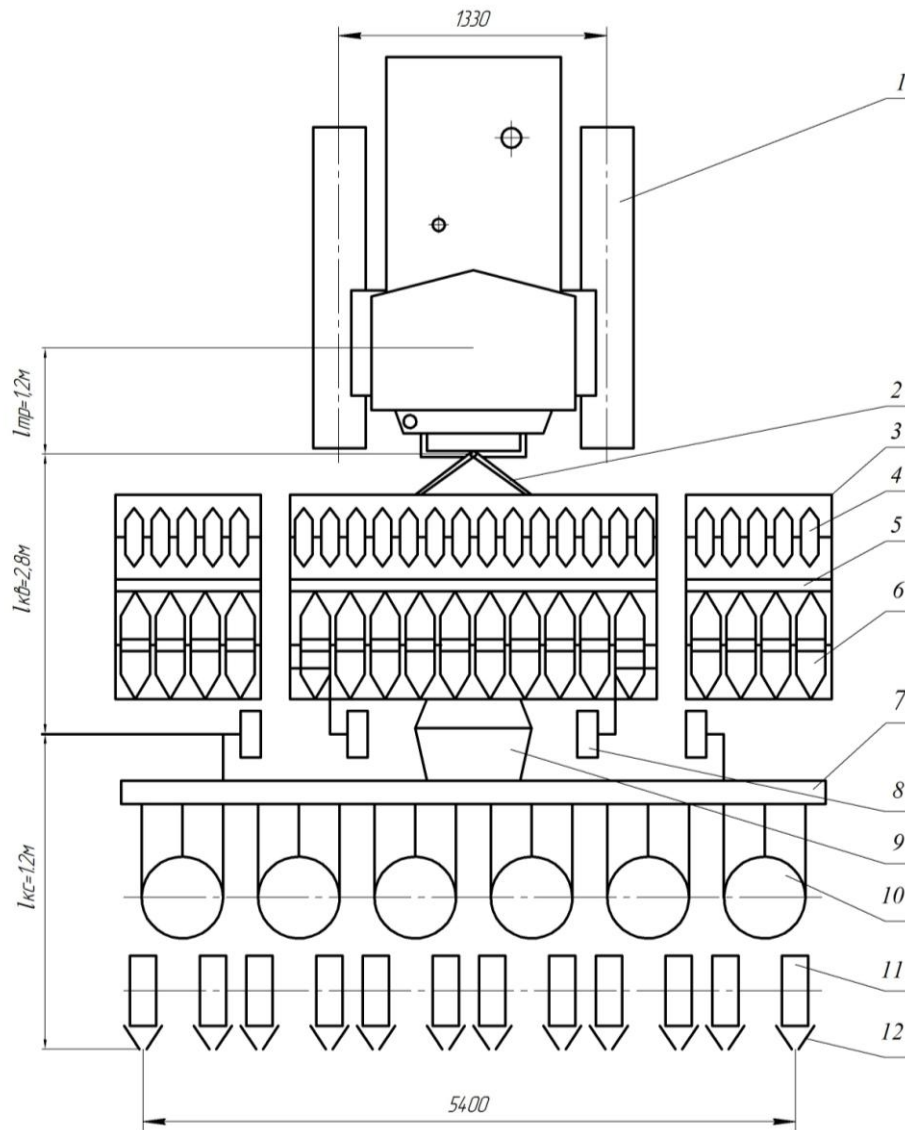
Цукрові буряки сіють буряковими сівалками типу ССТ-12Б, ширина захвату яких 5,4м або сівалками типу ССТ-18, ширина захвату яких 8,1м.

Передпосівний обробіток під цукрові буряки можна ефективно реалізувати використовуючи вирівнювач-подрібнювач ВИП-5,6, який часто використовують готуючи ґрунт для сівби трав, зернових, овочевих і технічних культур. Такий агрегат за один прохід подрібнює ґрунтові агрегати, вирівнює мікрорельєф поверхневого шару поля та ущільнює посівний шар ґрунту.

Комбінованим агрегатом укладеним із знарядь ВИП-5,6 та ССТ-12Б можна зреалізувати агротехнічно-допустимі умови для передпосівного обробітку ґрунту у поєднанні з сівбою цукрових буряків. Сівалка є основною складовою у комбінованому агрегаті, тому аналізуючи її будову і принцип роботи обґрунтуємо можливість укомплектування нею посівного агрегату.

Сівалкою буряковою начіпною ССТ-12Б висівають каліброване звичайне та дражоване насіння цукрових буряків з одночасним внесенням міндобрив у рядки. Якщо сівалку доукомплектувати відповідними пристосуваннями, то можна одночасно з сівбою вносити у зону рядків пестициди. Працюють сівалкою на робочій швидкості 1,3-2м/с, агрегатуючи з універсальними тракторами класу 1,4, та 2.

Сівалка ССТ-12Б має раму з замком автозчіпки, два опорно-приводні колеса, механізм передач, дванадцять посівних секцій, шість туковисівних апаратів, два маркери та слідоутворювач.



1 – трактор, 2 – сниця, 3 – бокова секція, 4 – обертова сниця, 5 – шлейф, 6 – котки, 7 – рама сівалки, 8 – колеса вирівнювача, 9 – механізм навіски, 10 – туковисівний апарат, 11 – насінневисівна секція, 12 – загортачі
 Рисунок 1.1 – Схема комбінованого посівного агрегату

Кожна посівна секція сівалки має паралелограмний механізм навіски, насінневисівний комірково-дисковий апарат, насінневий і туковий сошники, грудковідвід, переднє і заднє колеса, загортачі і механізм регулювання глибини ходу сошників. Стійкий хід посівної секції та необхідний тиск насінневого сошника регулюється відповідним механізмом.

Висівні диски мають по три ряди комірок, розміри яких відповідають фракціям насіння. У нижній частині корпусу висівного апарату є виштовхувачі насіння. У верхній частині є відбивач, який зчищає зайве насіння з поверхні ролика. Приводиться в рух висівний диск від шестерні, що входить у

зачеплення з валом-шестірнею, яка отримує рух від опорно-приводного колеса сівалки і далі через ланцюгові передачі і коробку передач.

Над корпусом висівного апарата встановлено бункер для насіння. Знизу у корпусах висівних апаратів є насінневі сошники з наральниками кілевидної форми, що утворюють вузькі клиноподібні борозенки, у яких розташовується насіння. Сошники розташовані посередині між колесами секції, завдяки чому рівномірно заглиблюються у ґрунт на певну глибину. Передні колеса ущільнюють ґрунт перед насінневими сошниками, а задні прикочують борозенки з висіяним насінням, забезпечуючи добрий контакт насіння з ґрунтом. За прикочувальними колесами на повідках встановлюють по два підпружинені загортачі з крилами, активність яких регулюють перестановкою пружин.

Тукові сошники сівалок кріплять до кронштейнів посівних секцій. В середині сошників є подільник, який розподіляє добрива, що надходять від тукопроводу, в борозенках двома рядочками. Насінневі сошники між цими рядочками роблять борозенки для висівання насіння. Заглиблюються тукові сошники під дією пружин. Насінне- й туковисівні апарати приводять в рух опорно-приводні колеса сівалки через ланцюгові передачі та коробку передач.

Маркери сприяють прямолінійності руху посівного агрегату, а слідоутворювачі утворюють видимі борозенки після проходу посівного агрегату, які використовують для наступного водіння трактора у міжряддях на досходовому обробітку посівів.

До початку роботи сівалки заправляють насінням бункери насінневих, а добривами туковисівних апаратів. Під час сівби насіння з бункерів самопливом поступає до комірок висівних дисків, а звідти надходить у місця викидання, зайве насіння біля комірок зчищає ролик, у комірках вміщається по одній насініні, з яких воно випадає, коли диск повернеться вниз і зустрінеться з клиноподібним виштовхувачем. Насіння потрапляє у борозенки утворені насінневими сошниками і зверху покривається ґрунтом завдяки його самоосипанню і прикочуються заднім колесом, щоб покращити його контакт з ґрунтом і для підтягування до нього вологи. Загортачі, які встановлені за задніми колесами секцій, повністю закривають борозенки вологим шаром

грунту, крилами утворюючи горбики висотою 10-30мм. Борозенки для насіння утворюють насінневі сошники між двома рядочками добрив, які вносять тукові сошники. Борозенки з внесеними туками закриваються ґрунтом внаслідок самоосипання і їх прикочують передні колеса секцій.

Норму висівання насіння регулюють змінюючи число робочих комірок на висівних дисках, встановлюючи сектор, який перекриває один ряд комірок та частотою обертання висівного диска за допомогою коробки передач.

Норму внесення добрив регулюють змінюючи величину висівних вікон у туковисівних апаратах.

1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи

Важливі фактори у досягненні високих врожаїв цукрових буряків за умови покращення їх технологічних якостей є своєчасний та якісний передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив і сівба. Виконати ці технологічні операції потрібно у стислі агротерміни, забезпечивши дрібно грудкувату структуру ґрунту, вирівняну поверхню та максимальне збереження вологи у верхньому шарі ґрунту. У такий спосіб реально запобігти багаторазовому переміщенню знарядь полем і знизити ущільнення і розпилування ґрунту ходовими системами машин.

Для посушливих умов, що спостерігається останніми роками в основних ґрунтово-кліматичних умовах придатних для вирощування цукрових буряків пропонується поєднати передпосівний обробіток та сівбу використавши комбінований ґрунтообробний і посівний агрегат, укомплектований з двох знарядь – машини ВИП-5,6 та сівалки ССТ-12Б.

Норму висіву рекомендовано вибирати в межах 7-14кг/га враховуючи величину фракцій та схожість насіння. Для обґрунтування умов використання комбінованого агрегату необхідно удосконалити процес сівби та окремі вузли комбінованого агрегату встановивши конструктивні параметри розробленого вдосконалення та виконавши технологічні і міцнісні розрахунки.

2. КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНОВАНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ СІВБИ

2.1. Обґрунтування удосконалення системи навіски сівалки для комплектування комбінованого посівного агрегату

Враховуючи агротехнічні вимоги [15, 16, 23, 24, 25, 26, 27, 28] сівбу цукрових буряків виконують у добре підготований вологий ґрунт в одному проході з використання комбінованих агрегатів для поверхневого обробітку і сівби або не пізніше як за дві години, якщо були використані окремі агрегати призначені для поверхневої підготовки ґрунту. Це є основною умовою використання комбінованого агрегату типу КА-5,6, який компонується з машини ВІП-5,6 та сівалки ССТ-12Б.

Машина ВІП-5,6 обладнана голчастим диском, вирівнювачем та кільчасто-зубовими котками, які становить секцію і їх кріплять на одну раму. Машина має у своєму складі одну передню і дві задні секції, які шарнірно скріплені між собою. Сівалку ССТ-12Б безпосередньо приєднати до комбінованого агрегату не можна, оскільки у нього немає рами з механізмом з'єднання. Сівалка ССТ-12Б начіпна, її робочі органи приводять в рух від опорно-приводних коліс.

Комбінований агрегат можна з'єднати з сівалкою удосконаливши конструкцію вирівнювача, тобто основні робочі органи закріпити на двох бокових та одній центральній рамі. Бокові рами (рис. 2.1) з'єднують з центральною рамою шарнірно використавши пальці, переведення у робоче і транспортне положення виконують гідроциліндрами. Фіксацію їх у піднятому положенні забезпечують використавши вухо, приварене до рами.

У задній частині центральної рами (рис. 2.2) встановлюють (приварюють) механізм переведення сівалки у робоче і транспортне положення, який вмикатиме гідроциліндр, центральну та нижні тяги із розкосами. Передню частину центральної рами обладнують самовстановлюючими колесами, які використовують для регулювання

глибини обробітку ґрунту голчастим диском, тобто обертовою мотикою, також ними регулюють роботу вирівнювача та котків агрегату. Переводять машину у транспортне положення гвинтовим механізмом переміщуючи колеса вниз відносно рами, забезпечуючи потрібну відстань від робочих органів мотики до поверхні ґрунту.

Завдяки удосконаленню комбінований агрегат працюватиме наступним чином. Для виконання технологічного процесу гідроциліндрами переводять у робоче положення опорні колеса. Потім гідроциліндром механізму з'єднання вирівнювача та сівалки, переводять сівалку у робоче положення. Бокові секції переводять у робоче положення використовуючи два гідроциліндри, розміщені на центральній рамі.

Під час руху комбінованого агрегату голчасті диски, що вільно обертаються, роздрібнюють грудочки ґрунту, що нагромаджуються перед вирівнювачем, який зрізує мікронерівності поверхні, зарівнює виїмки та колію, утворені трактором. Наступними перекочуються по ґрунту кільчато-зубові котки, що розкришують грудочки, які залишилися та ущільнюють поверхневий шар ґрунту, а за ними рухаються насінневі та тукові сошники сівалки здійснюючи сівбу в підготовлений ґрунт.

Використання такого комбінованого агрегату забезпечує виконання сівби цукрових буряків у розрихлений на глибину заробки насіння ґрунт, при цьому верхній шар ґрунту має достатню кількість вологи і дрібногрудкувату структуру посівного шару; завдяки поверхневому обробітку знищуються сходи бур'янів, мікробіологічна активність ґрунту та його живильний режим покращуються. Сівбу можна виконати за короткий термін з використавши меншу кількість машино-тракторних агрегатів, забезпечивши тим самим економію енергоресурсів.

Необхідно визначити кінематичні параметри системи навіски агрегату для переведення сівалки у транспортне положення; розрахувати зусилля, які діятимуть на шток гідроциліндра та підібрати його діаметр; визначити конструктивні параметри гвинтової стяжки та перевірити міцність з'єднань.

2.2. Знаходження зусиль для піднімання сівалки

Важливим є визначити зусилля, які потрібні, щоб перевести сівалку з робочого у транспортне положення, а також визначити тиск масла у гідросистемі сівалки для різних її положень.

Покажемо схему начіпки сівалки (рис. 2.1). При заповненому добривами бункері центр її ваги орієнтовано буде розташовуватися на висівному апараті тукового ящика. Зусилля визначають будуючи план швидкостей (див. рис. 2.1) у підбраному масштабі λ , з умовою, що швидкості точок ланок механізму начіпки будуть визначатися довжинами цих ланок. Напрями векторів швидкостей, що відповідають кінцям ланок механізму повертають на 90° .

З плану швидкостей та враховуючи напрями діючих сил визначають зусилля необхідні для піднімання наральника сошника на штоці гідроциліндра начіпки для робочого і транспортного положень, врахувавши, що у момент піднімання сівалки незначна кількість ґрунту буде залишатися на її робочих органах.

Вага сівалки складається з кількох складових [4, 13, 14]

$$G_C = G_D + G_H + G_M + G_G, \quad (2.1)$$

де G_D – вага міндобрив, Н;

G_H – вага насіння буряків, Н;

G_M – власна вага машини, Н;

G_G – вага налиплого ґранту, Н.

Буде

$$G_C = 1680 + 12040 + 2160 + 100 = 15980 \text{ Н.}$$

Аналізуючи план швидкостей (див. рис. 2.1) можна визначити зусилля на штоці гідроциліндра [13, 14, 39, 40]

$$P_P = \frac{G_C \cdot L_P}{h_P}, \quad (2.2)$$

де h_P , L_P – плечі сил P_P і G_C відносно полюса, м.

Матимемо

$$P_P = \frac{15980 \cdot 0,9}{0,2} = 71910 \text{ Н.}$$

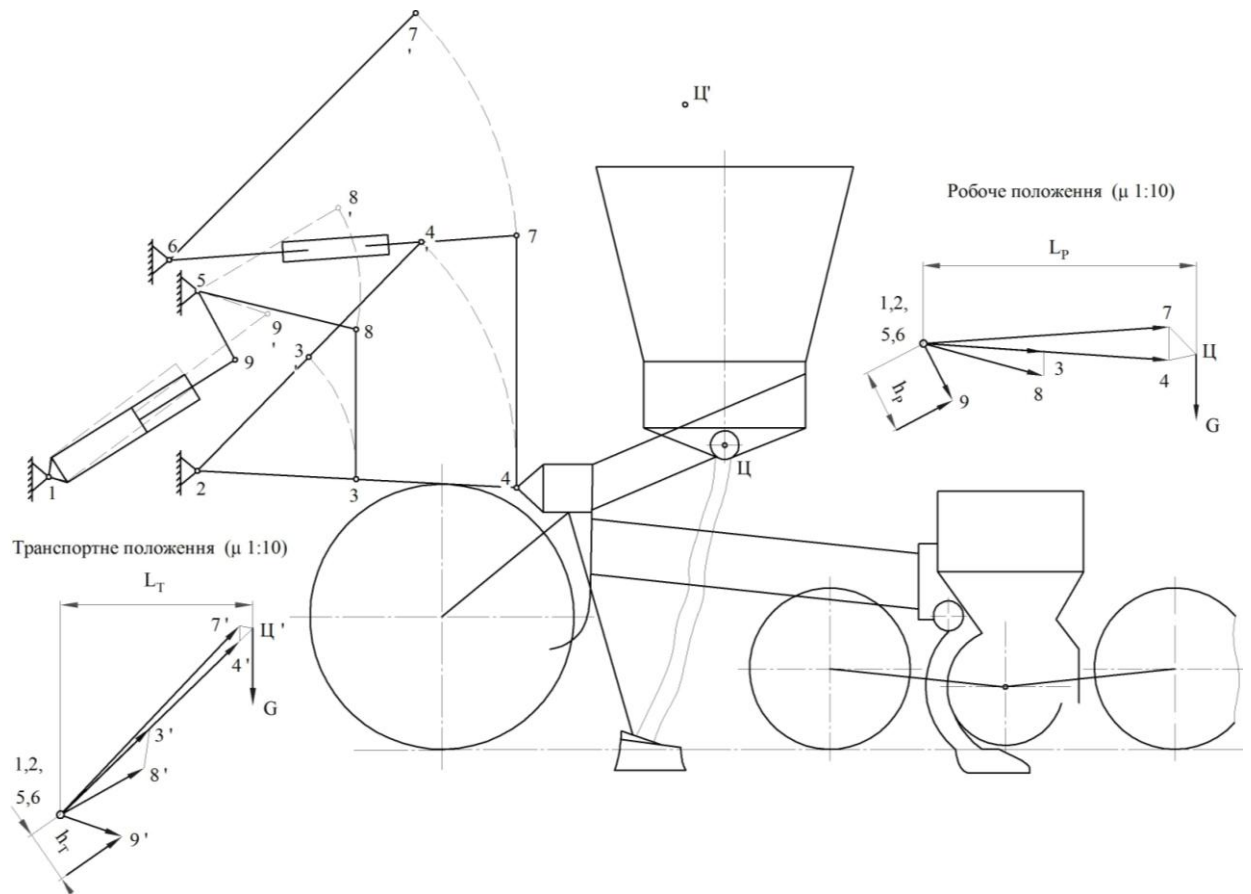


Рисунок 2.1 – Силевий аналіз сівалки

З аналогічних міркувань визначають зусилля потрібне для піднімання сівалки у транспортне положення, але без врахування ваги ґрунту

$$P_T = \frac{G_C \cdot L_T}{h_T}, \quad (2.3)$$

де h_T , L_T – плечі сил P_T і G_C щодо полюса, м.

Буде

$$P_T = \frac{15980 \cdot 0,6}{0,16} = 59550 \text{ Н.}$$

Враховуючи отримані значення сили, що діє на шток, та умову надійної роботи механізму піднімання сівалки, вибирають циліндр ЦС-11.

Визначають тиск масла, який виникає у гідросистемі, і який є необхідним для піднімання сівалки та утримання у різних положеннях

$$p = \frac{4 \cdot P}{\pi \cdot D^2}, \quad (2.4)$$

де D – діаметр силового циліндра, мм.

Визначаємо тиск у гідросистемі:

- робоче положення

$$p = \frac{4 \cdot 71910}{3,14 \cdot 110^2} = 7,6 \text{ МПа};$$

- транспортне положення

$$p = \frac{4 \cdot 59550}{3,14 \cdot 110^2} = 6,3 \text{ МПа.}$$

Результати розрахунків вказують на надійність роботи гідросистеми, вибраний гідроциліндр забезпечує переведення сівалки у робоче та транспортне положення.

2.3. Розрахунок гвинтової стяжки механізму навіски сівалки

Для встановленої у верхній поздовжній тязі механізму навіски стяжки потрібно визначити діаметр гвинта. Гвинти стяжки (рис. 2.2) навантажені осьовими силами, які розтягують стержень гвинта. Виконаємо проектний розрахунок [3, 5]

$$d = 1,3 \sqrt{\frac{P}{[\tau]_P}}, \quad (2.5)$$

де P – сила, яка розтягує гвинт, Н;

$[\tau]_P$ – допустиме напруження на розтяг для матеріалу гвинта, Н/мм²,

визначають з формули [3, 5]

$$[\tau]_P = \frac{\sigma_T}{[k]}, \quad (2.6)$$

де σ_T – границя текучості матеріалу гвинта, 780Н/мм²;

$[k]$ – запас міцності.

Буде

$$[\tau]_P = \frac{780}{3} = 260 \text{ МПа.}$$

Відповідно діаметр гвинта стяжки

$$d = 1,3 \cdot \sqrt{\frac{74910}{260}} = 21,6 \text{ мм.}$$

Прийmemo $d = 22$ мм.

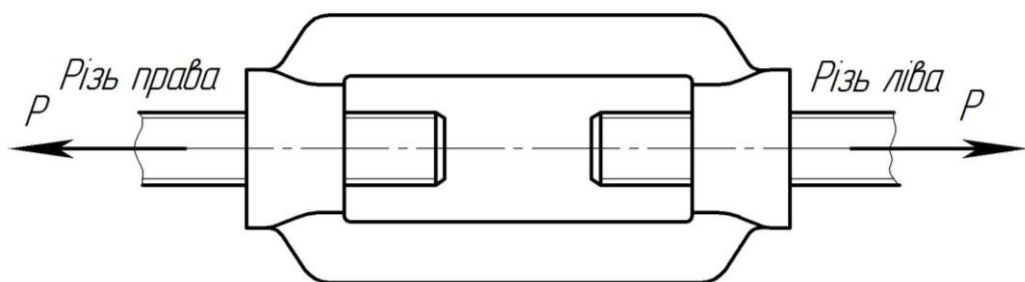


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема гвинтової стяжки

Гвинтову стяжку кріплять до вуха кронштейна використовуючи палець, тому потрібно розрахувати його діаметр. Користуючись розрахунковою схемою (рис. 2.3), визначимо діаметр пальця кріплення гвинтової стяжки поздовжньої тяги до кронштейна рами.

На палець діє сила P , товщина вуха кронштейна рами, $h = 12$ мм.

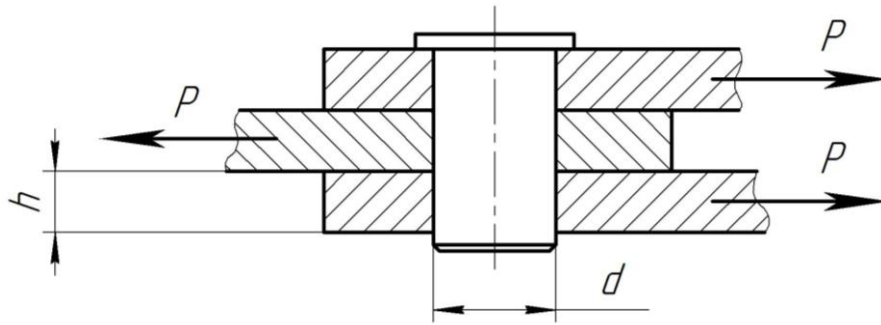


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема пальця кріплення гвинтової стяжки

Користуючись умовою міцності на зріз [2, 19] для найбільш небезпечного перерізу визначають діаметр пальця

$$d \geq \sqrt[2]{\frac{4P}{n \cdot \pi [\tau]_{зр}}}, \quad (2.7)$$

де P – сила, яка діючи на палець спричиняє зріз, Н;

n – кількість площин зрізу, $n = 2$;

$[\tau]_{зр}$ – допустиме напруження на зріз для матеріалу пальця, МПа.

Визначимо допустиме напруження на зріз з умови [5, 19]

$$[\tau]_{зр} = (0,2 \dots 0,3) \cdot \sigma_T. \quad (2.8)$$

Отримаємо

$$[\tau]_{зр} = (0,2 \dots 0,3) \cdot 780 = (156 \dots 234) \text{ МПа.}$$

Прийmemo $[\tau]_{зр} = 190$ МПа. Відповідно діаметр пальця

$$d \geq \sqrt[2]{\frac{4 \cdot 71910}{2 \cdot 3,14 \cdot 190}} = 15,5 \text{ мм.}$$

Прийmemo діаметр пальця $d = 16$ мм.

Перевіримо міцність з'єднання за умовою міцності на зминання [5, 19]

$$\sigma_{зМ} = \frac{P}{A_{зМ}} = \frac{P}{2d \cdot h} \leq [\sigma_{зМ}], \quad (2.9)$$

де $A_{зМ}$ – площа зминання мм^2 ;

h – висота пластини з'єднання, 12мм;

$[\sigma]_{3M}$ – допустиме напруження зминання для матеріалу пальця,

$$[\sigma]_{3M} = 200 \text{ МПа.}$$

Отримаємо

$$\sigma_{3M} = \frac{71910}{2 \cdot 16 \cdot 12} \approx 195 \text{ МПа.}$$

Умова міцності витримана, отже надійність роботи з'єднання забезпечена.

2.4. Розрахунок параметрів пружини шлейфа комбінованого агрегату

У комбінованому агрегаті є шлейф для вирівнювання поверхні ґрунту під сівбу. Щоб створити відповідний тиск на ґрунт, його виконують підпружиненням використовуючи пружину, що працює на розтяг. Визначити параметри пружини можна з розрахункової схеми (рис. 2.4).

Діаметр дроту необхідний для виготовлення пружини визначають з умови міцності на кручення [3, 5, 19]

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{k \cdot P_{MAX} \cdot c}{[\tau]_{KP}}}, \quad (2.10)$$

де k – коефіцієнт кривизни витків, $k = 1,37$;

c – індекс пружини, $c = 5$;

$[\tau]_{KP}$ – допустиме напруження на кручення для матеріалу пружини,

$$[\tau]_{KP} = 560 \text{ Н/мм}^2 \text{ [5].}$$

Отримаємо

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{1,37 \cdot 3240 \cdot 5}{560}} = 10,0 \text{ мм,}$$

прийmemo $d = 10 \text{ мм.}$

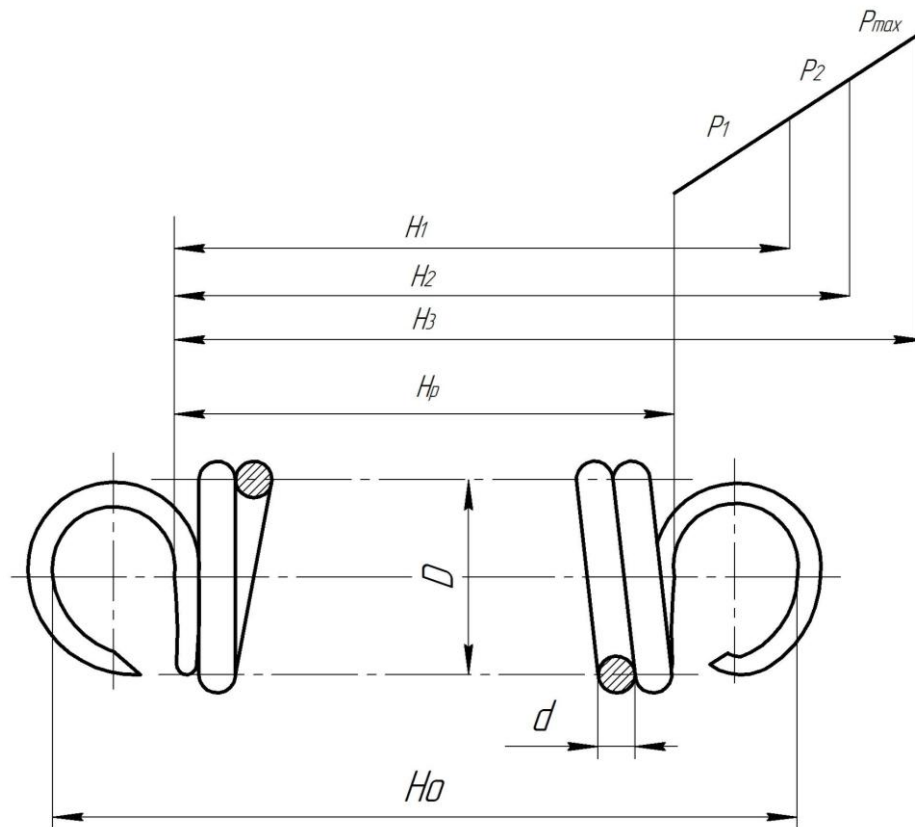


Рисунок 2.4

Середній діаметр пружини буде [5]

$$D = c \cdot d . \quad (2.11)$$

Тобто

$$D = 5 \cdot 10 = 50 \text{ мм.}$$

Довжину робочої частини пружини вибирають з конструктивних міркувань, $H_p = 100$ мм.

Крок пружини розтягу має відповідати діаметру її витка $h = 10$ мм.

Визначають кількість робочих витків пружини [5]

$$i = H_p / h , \quad (2.12)$$

тобто

$$i = 100 / 10 = 10 .$$

Визначають довжину пружини розтягу у ненавантаженому стані [5]

$$H_0 = i \cdot d + 2 \cdot h_{\text{ПР}} , \quad (2.13)$$

де $h_{\text{ПП}}$ – висота одного витка

$$h_{\text{ПП}} = (0,5 \div 1,0) \cdot D \quad (2.14)$$

Отримаємо

$$h_{\text{ПП}} = (0,5 \div 1,0) \cdot 50 = 25 \div 50 \text{ мм.}$$

Відповідно

$$H_0 = 10 \cdot 10 + 2 \cdot 50 = 200 \text{ мм.}$$

Визначимо жорсткість пружини

$$Z = \frac{Z_1}{i}, \quad (2.15)$$

де Z_1 – жорсткість одного витка, $Z_1 = 800 \text{ Н/мм.}$

Відповідно

$$Z = \frac{800}{10} = 80 \text{ Н/мм.}$$

Сила пружини при деформації [5]

$$P_2 = P_3 \cdot (1 - \delta), \quad (2.16)$$

де δ – відносний інерційний зазор, у пружин розтягу $\delta = 0,05 \div 0,1$.

Тоді

$$P_2 = 3240 \cdot (1 - 0,1) = 2916 \text{ Н.}$$

Сила пружини за попередньої деформації [5]

$$P_1 = P_2 - (Z \cdot h). \quad (2.17)$$

Тоді

$$P_1 = 2916 - (80 \cdot 10) = 2116 \text{ Н.}$$

Перевіряють число робочих витків пружини

$$n = \frac{Z_1}{Z}. \quad (2.18)$$

Тобто

$$n = \frac{800}{80} = 10.$$

Визначають попередню деформацію пружини

$$F_1 = \frac{P_1}{Z}. \quad (2.19)$$

Тобто

$$F_1 = \frac{2116}{80} = 26,45 \text{ мм.}$$

Визначають робочу деформацію [3]

$$F_2 = \frac{P_2}{Z}. \quad (2.20)$$

Отримають

$$F_1 = \frac{2916}{80} = 36,45 \text{ мм.}$$

Визначають максимальну деформацію пружини [3]

$$F_3 = \frac{P_{MAX}}{Z}. \quad (2.21)$$

Тобто

$$F_3 = \frac{3240}{80} = 40,5 \text{ мм.}$$

Визначають довжину пружини при попередній деформації з врахуванням зачепів [3]

$$H_1 = H_0 + F_1. \quad (2.22)$$

Буде

$$H_1 = 200 + 26,45 = 226,45 \text{ мм.}$$

Визначають довжину пружини при робочій деформації

$$H_2 = H_0 + F_2. \quad (2.23)$$

Тоді

$$H_2 = 200 + 36,45 = 236,45 \text{ мм.}$$

Визначають довжину дроту для виготовлення пружини [5]

$$L = \frac{\pi D \cdot i}{\cos \alpha} + 2 \cdot l_{\text{ПР}} , \quad (2.24)$$

де $l_{\text{ПР}}$ – довжина дроту для одного зачепа, $l_{\text{ПР}} = 108,4 \text{ мм}$;

α – кут підйому витків, $\alpha = 10 \div 12^\circ$.

Тоді

$$L = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 10}{\cos 10^\circ} + 2 \cdot 108,4 = 1818,9 \text{ мм.}$$

За результатами розрахунків вибирають для даного вузла стандартну пружину розтягу № 210 I класу, розряд 3, матеріал пружини сталь 50ХФА твердість HRG 44...50.

Визначають масу пружини [5]

$$Q = 19,25 \cdot 10^{-6} \cdot D \cdot d^2 \cdot n , \quad (2.25)$$

де n – кількість повних витків.

Буде

$$Q = 19,25 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10 \cdot 10 = 0,96 \text{ кг.}$$

Об'єм, який займає пружина

$$W = 0,758 \cdot D^2 \cdot H \quad (2.26)$$

Отримаємо

$$W = 0,758 \cdot 50^2 \cdot 226,45 = 429122,7 \text{ мм}^3.$$

Виконаємо перевірний розрахунок пружини, тобто визначимо дійсні напруження кручення для визначених геометричних параметрів пружини і порівняємо з допустимими.

Жорсткість пружини [5]

$$Z = \frac{P_1}{F_1} = \frac{P_2}{F_2} = \frac{P_{\text{MAX}}}{F_3} = \frac{1000 \cdot d^4}{D^3 \cdot n} . \quad (2.27)$$

Отримаємо

$$Z = 0,08 = 0,08 = 0,08 = 0,08 .$$

Жорсткість вибраної стандартної пружини однакова з розрахунковою тобто її підібрано правильно.

Визначають напруження при крученні [21]

$$\tau_{KP} = K \frac{8 P_{MAX} \cdot D}{\pi \cdot d^3}, \quad (2.28)$$

де K – поправочний коефіцієнт, розраховують так [5]

$$K = \frac{4c \cdot 1}{4c \cdot 4} + \frac{0,615}{c}. \quad (2.29)$$

Отримаємо розрахунком

$$K = \frac{4 \cdot 5 \cdot 1}{4 \cdot 5 \cdot 4} + \frac{0,615}{5} = 1,31 .$$

Відповідно напруження кручення

$$\tau_{KP} = 1,31 \cdot \frac{8 \cdot 3240 \cdot 50}{3,14 \cdot 10^3} = 54 \text{ Н/мм}^2.$$

що є допустимим .

2.5. Розрахунок кріплення кронштейна гідроциліндра до рами

Сівалку у транспортне положення переміщують гідроциліндром механізму підйому, який шарнірно кріплять до кронштейна, привареного до рами. Перевіряють міцність шва (рис. 2.5). Зусилля, яке необхідне для піднімання сівалки, прикладене під кутом $\alpha = 30^\circ$ і передається до квадратної труби розміром $a \times a = 75$ мм. Горизонтальна складова зусилля підйому спричиняє розтягування зварного шва, а вертикальна складова створює згинальний момент. Вирази для визначення складових зусилля підйому сівалки

$$P_G = P \cdot \cos \alpha ;$$

$$P_B = P \cdot \sin \alpha .$$

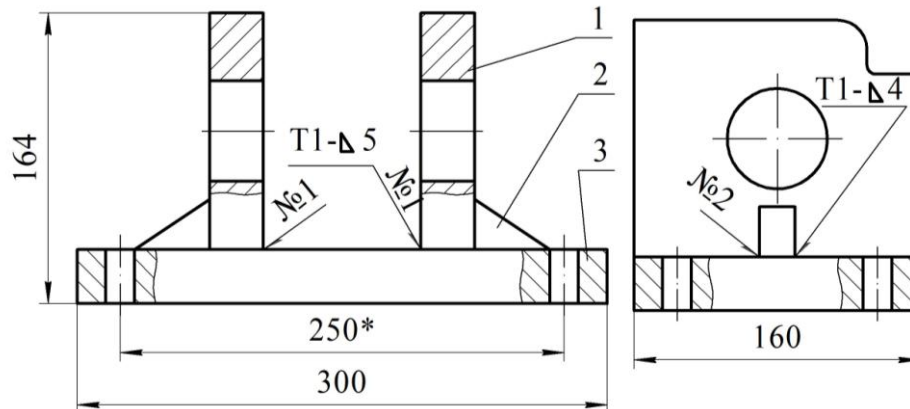


Рисунок 2.5

Оскільки зусилля на штоці гідроциліндра $P = 71910$ Н, отримаємо

$$P_{\Gamma} = 71910 \cdot \cos 30^{\circ} = 61842,6 \text{ Н};$$

$$P_{B} = 71910 \cdot \sin 30^{\circ} = 35955 \text{ Н}.$$

Визначимо згинальний момент

$$M_{3\Gamma} = P_{B} \cdot l,$$

де l – відстань від рами до перетину, де прикладено зусилля, м.

Отримаємо

$$M_{3\Gamma} = 35955 \cdot 0,25 = 8988,75 \text{ Нм}.$$

Прийmemo катет шва з відношенням $a/k \approx 10$, при $a = 75$ мм, $k \approx 7$ мм.

Визначають дотичне напруження, яке виникає у шві від дії згинального моменту [5, 19]

$$\tau_M = \frac{M_{3\Gamma}}{W_{III}} \leq [\tau'], \quad (2.30)$$

де W_{III} – осьовий момент опору, для бісекторного перерізу зварного шва,

$$W_{III} = W_X = W_Y .$$

Визначають дотичне напруження, яке виникає у шві від горизонтальної складової зусилля, що спричиняє розтягування шва

$$\tau_N = \frac{P_\Gamma}{F_{III}} \leq [\tau'] , \quad (2.31)$$

де F_{III} – площа шва, визначають так

$$F_{III} = (82 \cdot 7) \cdot 2 + (68 \cdot 7) \cdot 2 = 2100 \text{ мм}^2 .$$

Визначають дотичне напруження у шві, яке виникає від вертикальної складової зусилля, що спричиняє розтяг шва [5, 19]

$$\tau_Q = \frac{P_B}{F_{III}} \leq [\tau'] , \quad (2.32)$$

Розрахувавши залежності (2.30), (2.31) і (2.32) отримують:

$$\tau_M = 8988 ,75 / 1358 = 6,6 \text{ МПа};$$

$$\tau_N = 61842 ,6 / 2100 = 29 ,5 \text{ МПа};$$

$$\tau_Q = 35955 / 2100 = 17 ,2 \text{ МПа} .$$

Визначають повне дотичне напруження у зварному шві [5, 19]

$$\tau_{3P} = \sqrt{(\tau_N + \tau_M)^2 + \tau_Q^2} \leq [\tau'] . \quad (2.33)$$

Отримаємо

$$\tau_{3P} = \sqrt{(29 ,5 + 6,6)^2 + 17 ,2^2} \approx 40 \text{ МПа} .$$

Враховуючи, що допустиме напруження на розтяг для матеріалу шва $[\tau'] = 160$ МПа, то умова міцності для кріплення кронштейна гідро циліндра до рами забезпечена.

3. ПЛАНУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ КОМБІНОВАНОГО АГРЕГАТУ

3.1. Планування врожайності при використанні удосконаленого комбінованого агрегату для сівби цукрових буряків

Для покращення врожайності цукрових буряків найкращим є вирощування їх за інтенсивною технологією, яку максимально пристосовують до ґрунтово-кліматичних умов району вирощування. Для основної зони бурякосіяння як попередник краще використати озиму пшеницю, посіану після багаторічних трав або зернобобові.

Важливий фактор підвищення врожайності та високі технологічні якості цукровим бурякам забезпечує внесення добрив, а саме: під зяблеву оранку вносять по 30ц/га органічних добрив і по 2ц/га мінеральних добрив. Органіку вносять машинами ПРТ-10 після дозрівання добрив у кагатах. Мінеральні добрива вносять машиною типу МВУ-5, з дотримання рівномірності їх розподілу на площі.

Ґрунт орють ярусними плугами ПНЯ-4-40 на глибину 27...30см. Навесні проводять ранньовесняне боронування з метою збереження вологи.

Передпосівний обробіток є найвідповідальнішим етапом у технології вирощування цукрових буряків тому його своєчасність і якісне виконання суттєво впливають на формування врожаю. Виконують його у стислі агротехнічні терміни, для максимального збереження вологи у верхніх шарах ґрунту та створення дрібногрудкуватої структури.

Удосконалення процесу вирощування цукрових буряків можна досягнути сумістивши передпосівний обробіток та сівбу, для цього використовують комбінований ґрунтообробно-посівний агрегат, скомпонований з машини ВИП-5,6 і сівалки ССТ-12Б. Норму висіву насіння буряків вибирають в межах 7-14кг/га враховуючи схожість насіння.

Після сівби доцільно провести одне, лише за умов надмірної вологості два досходових боронування на глибину 1,5...2см по діагоналі поля для знищення пророслих бур'янів і руйнування ґрунтової кірки. З появою сходів

буряків та упродовж вегетації до збирання доцільно розпушувати міжряддя та виконувати підживлення посівів мінеральними добривами [15, 16, 23, 24, 27].

Перед початком збирання, найкраще за два-три тижні, виконують глибоке розпушування ґрунту в міжряддях на глибину 10...14см чим покращують наростання маси коренів та полегшують їх викопування.

Програмування врожаю цукрових буряків, як і іншої культури умовно поділяють на два етапи [11, 27]: на першому розробляють програму одержання врожаю бажаного рівня; на другому виконують її реалізацію на конкретному полі з врахуванням погодних умов, що склалися, стану культурних рослин, забезпечення їх поживними речовинами, вологою тощо.

Планову врожайність визначають з таких міркувань [11]

$$ПВ = [B \cdot Ц_B \cdot K_M \cdot (D_M \cdot O_M + D_O \cdot O_O)] \cdot K_{II} \cdot K_{\Phi} \cdot 0,01, \quad (3.1)$$

де B – бонітет ґрунту, прийmemo 37балів;

$Ц_B$ – ціна одного бала бонітету, 680кг/га;

K_M – коефіцієнт, що характеризує несприятливі властивості ґрунту, 1;

K_{II} – поправочний коефіцієнт, залежить від виробничих умов, 0,8;

K_{Φ} – поправочний коефіцієнт, відповідає за на фондооснащеність, 0,8;

D_M – доза мінеральних добрив, основних елементів живлення: азоту (N), фосфору (P), калю (K), 600кг/га;

D_O – доза органічних добрив, рекомендовано 30т/га;

O_M – окупність кілограма мінеральних добрив у кілограмах продукції;

O_O – окупність органічних добрив у кілограмах продукції.

Отримаємо

$$ПВ = \frac{37 \cdot 680 \cdot 1,0 + (600 \cdot 65 + 30 \cdot 270) \cdot 0,8 \cdot 0,8}{100} = 462,46 \text{ ц/га.}$$

Отриманий результат вказує на можливість вирощування високих врожаїв цукрових буряків. Однак у розрахунках не були враховані деякі обмежувальні чинники, що можуть вплинути на рівень урожаю коренеплодів, тому приймають орієнтовну врожайність 400ц/га враховуючи особливості господарської діяльності на вирощуванні буряків.

3.2. Обґрунтування використання комбінованого агрегату для вирощування цукрових буряків

Сівалка має виконувати сівбу насіння буряків і культур близьких до них за розмірами, орієнтуючись на задану норму висіву. Допустиме відхилення від заданої норми висіву до $\pm 3\%$.

Під час сівби потрібно, щоб сошники сівалки укладали насіння на ущільнене дно борозенок на однакову глибину задану агрономіями, опісля закривали насіння вологим шаром ґрунту. Відхилення глибини посіву від заданої має бути у межах ± 1 см. Після проходження сівалки поверхню поля вирівнюють, допустима висота нерівностей поля створюваних гребенями та глибина борозенок у межах 2...3см. Допустиме відхилення норми висіву гранульованих мінеральних добрив та органічних добрив до $\pm 10\%$ [11, 15, 16, 27].

Схема удосконаленого агрегату призначеного для сівби цукрових буряків показана на рис. 3.1 та в ілюстративній частині роботи.

Комбінований агрегат є причіпним, складається з обертової мотики, кільчасто-зубових котків, вирівнювача та сівалки, укладений як одна сільськогосподарська машина, агрегують з трактором ДТ-75-М.

Орієнтуючись на технічно допустиму швидкість для виконання технологічних операцій підготовки ґрунту і сівби вибирають 4 передачу трактора, для якої реальними є такі характеристики [4]: тягове зусилля на гаку трактора $P_T = 24,3$ кН; транспортна швидкість $V_T = 7,3$ км/год.

Опір комбінованого агрегату [4, 7, 8]

$$R_{АГР} = R_K + R_M + R_B + R_C, \quad (3.2)$$

де R_K – опір кільчасто-зубових котків, кН;

R_M – опір мотики, кН;

R_B – опір шлейфа-вирівнювача, кН;

R_C – опір сівалки, кН.

Опір котків буде [8]

$$R_K = n \cdot B_p \cdot K, \quad (3.3)$$

де n – кількість машин в агрегаті, 1 шт.;

B_p – робоча ширина обробітку машиною, 5,4м;

K – питомий опір машини, 0,6кН/м.

Отримаємо

$$R_K = 1 \cdot 5,4 \cdot 0,6 = 3,24 \text{ кН.}$$

Таким же чином визначають тяговий опір решти знарядь, що входять у комбінований агрегат враховуючи їх питомий опір. Отримаємо тяговий опір:

- вирівнювача

$$R_B = 1 \cdot 5,4 \cdot 1,2 = 6,48 \text{ кН;}$$

- обертової мотики

$$R_M = 1 \cdot 5,4 \cdot 1,3 = 7,02 \text{ кН;}$$

- сівалки

$$R_C = 1 \cdot 5,4 \cdot 1,2 = 6,48 \text{ кН.}$$

Сумуючи отримані значення матимемо опір комбінованого агрегату

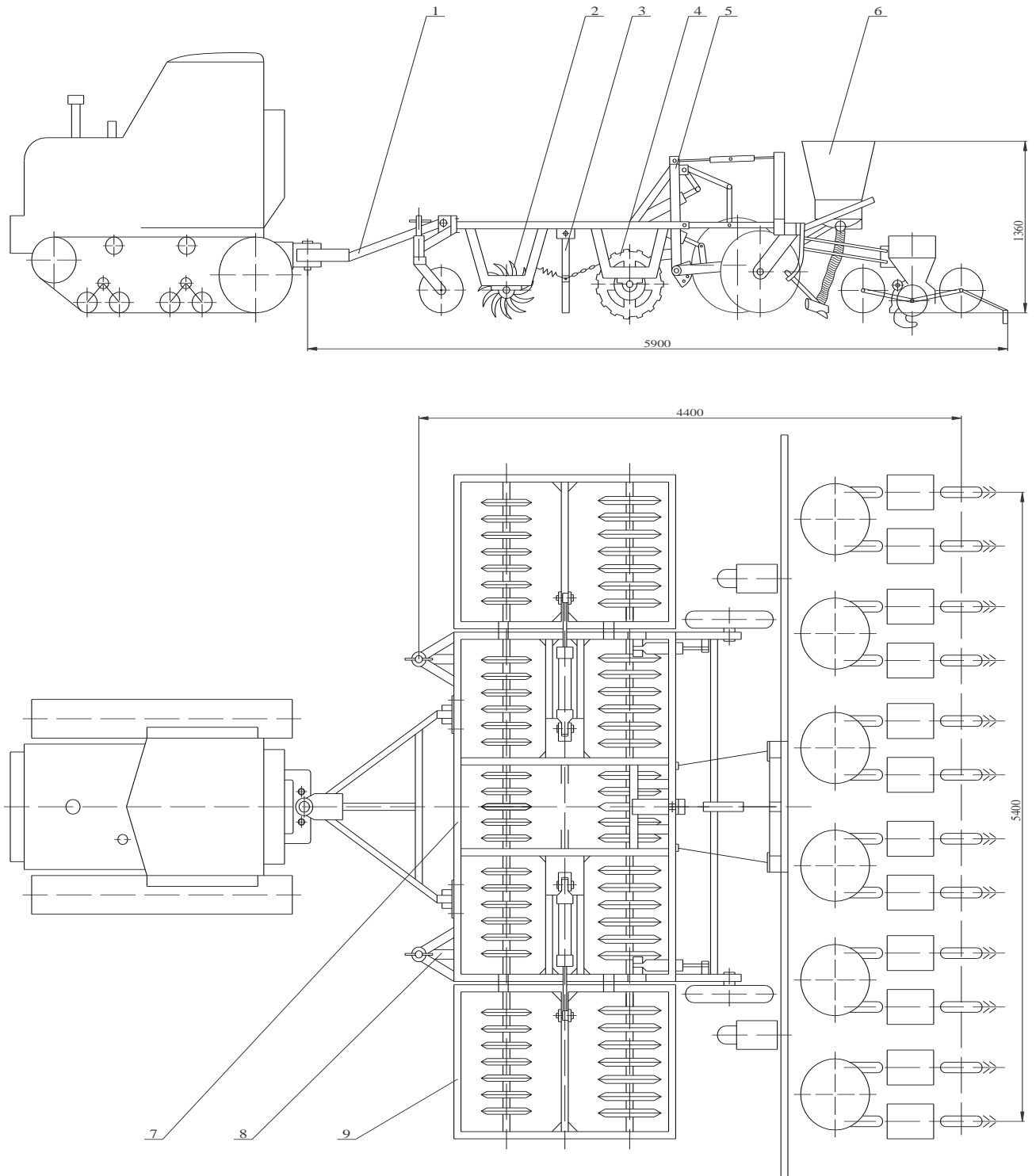
$$R_{АГР} = 3,24 + 6,48 + 7,02 + 6,48 = 23,22 \text{ кН.}$$

Визначають коефіцієнт використання гакового зусилля трактора [4]

$$\eta = \frac{R_{АГР}}{P_{Г}}, \quad (3.4)$$

Числом

$$\eta = \frac{23,22}{24,3} = 0,95 .$$



1 – сниця; 2 – обертова мотика; 3 – шлейф; 4 – коток; 5 – навіска; 6 – сівалка;
7 – центральна рама; 8 – опорні колеса; 9 – бокова секція

Рисунок 3.1 – Схема комбінованого агрегату

Визначають коефіцієнт використання потужності трактора [4]

$$\eta_P = \frac{N_{ГАК}}{N_E}, \quad (3.5)$$

де $N_{ГАК}$, N_C – потужність двигуна гакова та ефективна, кВт.

Гакова потужність

$$N_{ГАК} = V_P \cdot R_{АГР}, \quad (3.6)$$

де V_P – робоча швидкість агрегату

$$V_P = V_T (1 - \delta), \quad (3.7)$$

де δ – коефіцієнт буксування ходової частини, приймають 0,1.

Тоді

$$V_P = 7,3(1 - 0,1) = 6,57 \text{ км/год} = 1,8 \text{ м/с}.$$

Відповідно

$$N_{ГАК} = 1,8 \cdot 23,22 = 41,7 \text{ кВт}.$$

Згідно (3.5) отримуємо

$$\eta_P = \frac{41,7}{66} = 0,63.$$

Після комплектування комбінованого агрегату його готують до роботи, виконуючи періодичне технічне обслуговування, перевіряють комплектність і справність усіх вузлів, систем і робочих органів, а також чи є паливно-мастильні матеріали. Перевіряють під'єднання гідроциліндрів агрегату та справність рукавів гідросистеми. На системі начіпки встановлюють причіпне обладнання, щоб під'єднати агрегат до трактора. Встановлюють сівалку на рекомендовану норму висіву та відповідну глибину ходу сошників.

З'єднують комбінований агрегат з трактором, при цьому важливо правильно під'єднати рукави гідросистеми трактора з агрегатом. Справність

роботи гідросистеми перевіряють переводячи машину у робоче чи транспортне положення.

Підготувавши трактор з комбінованим агрегатом до роботи, виконують підготовку поля.

Поле готують до роботи у такий спосіб: оглядають ділянку, на ній не має бути післяжнивних решток, каменів, чагарників; вибирають спосіб руху агрегату, розбивають поле на загінки, виконують обробіток поворотних смуг, загортають розгінні борозни.

Схему руху агрегату в загінці показано на рис. 3.2, розбивку поля на рис. 3.3.

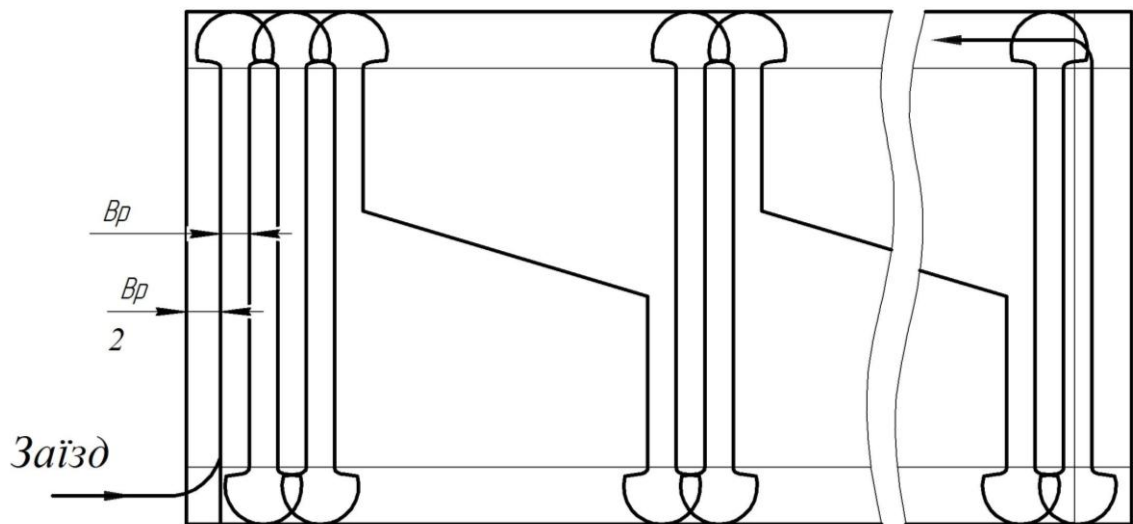


Рисунок 3.2

Своєчасна та якісна підготовка поля дає можливість застосувати груповий метод роботи агрегатів, роботу на підвищеній швидкості руху.

Визначають кінематичні параметри агрегату. Мінімальна ширина для поворотної смуги при петлевому способі повороту агрегату [4]

$$E_{MIN} = 1,1 \cdot R_0 + l_K + d_K, \quad (3.8)$$

де R_0 – радіус повороту агрегату, м;

l_K – кінематична довжина, м;

d_K – кінематична ширина, м.

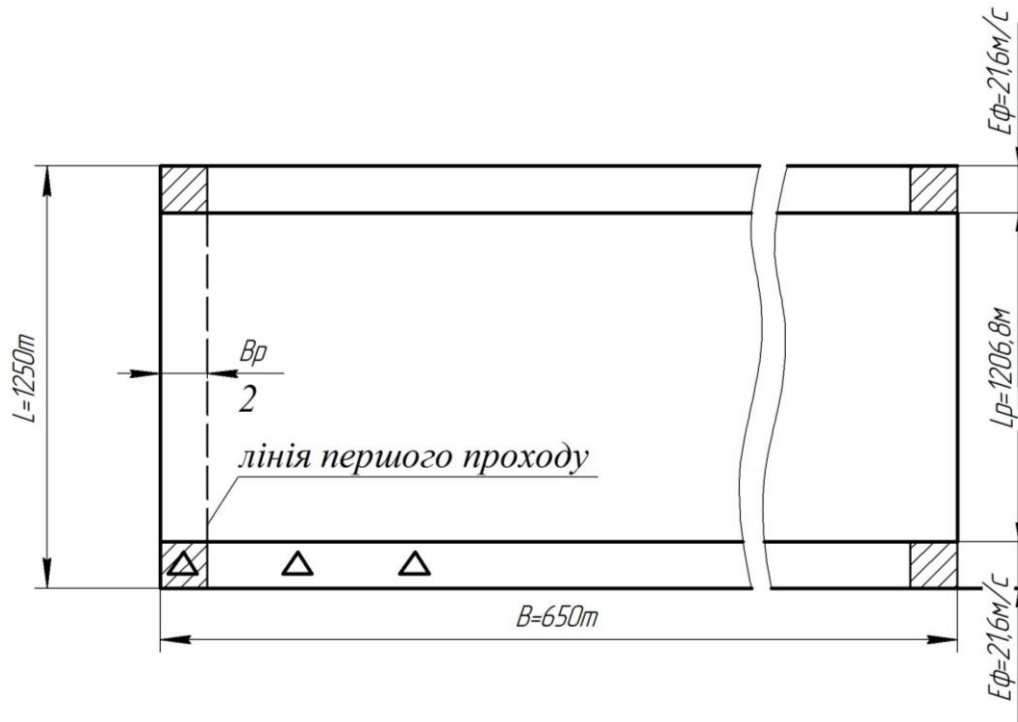


Рисунок 3.3 – Схема підготовки поля до роботи
 Δ – місця заправки агрегату насінням і добривами

Радіус повороту агрегату пов'язаний з робочою шириною [4]

$$R_0 = 1,3 \cdot B_p, \quad (3.9)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м.

Отримаємо

$$R_0 = 1,3 \cdot 5,4 = 8,6 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату визначають додавши кінематичні довжину трактора l_{TP} та агрегатованої машини l_M

$$l_K = l_{TP} + l_M. \quad (3.10)$$

Кінематичну довжини агрегатованої машини визначають через кінематичні довжини мотики l_{MOT} , вирівнювача l_B , котків l_K та сівалки l_C

$$l_M = l_{MOT} + l_B + l_K + l_C. \quad (3.11)$$

Отримаємо

$$l_M = 1,2 + 0,5 + 0,9 + 1,4 = 4,0 \text{ м.}$$

Результат формули (3.10)

$$l_K = 1,55 + 4,0 = 5,55 \text{ м.}$$

Визначають кінематичну ширину агрегату

$$d_K = \frac{B_P}{2}. \quad (3.12)$$

Результат

$$d_K = \frac{5,4}{2} = 2,7 \text{ м.}$$

Мінімальна ширина поворотної смуги за формулою [4]

$$E_{MIN} = 1,1 \cdot R_0 + l_K + d_K. \quad (3.13)$$

буде

$$E_{MIN} = 1,1 \cdot 8,6 + 5,55 + 2,7 = 17,71 \text{ м.}$$

Фактична ширина смуги для повороту агрегату має бути кратна поворотній ширині захвату агрегату і має становити 21,6м.

Враховуючи ширину поля B , визначають кількість робочих ходів на всьому полі

$$n_P = \frac{B}{B_P}. \quad (3.14)$$

Відповідно

$$n_P = \frac{640}{5,4} = 119.$$

Визначають яка має бути кількість холостих ходів агрегату на всьому полі

$$n_{X.X} = \frac{B}{B_P} \cdot 1. \quad (3.15)$$

Отримаємо

$$n_{X.X} = \frac{640}{5,5} \cdot 1 = 118 \text{ .}$$

Визначають довжину робочого ходу агрегату [4]

$$L_p = L - 2E \text{ ,} \quad (3.16)$$

тут L – довжина поля, м.

Відповідно

$$L_p = 1250 - 2 \cdot 21,6 = 1206,8 \text{ м.}$$

Визначають яка має бути довжина холостого повороту [4]

$$l_x = 4R_0 + C + 2l \text{ ,} \quad (3.17)$$

де l – довжина виїзду агрегату, м;

C – середня довжина холостих переїздів, м.

Визначають довжину холостих переїздів

$$l = 0,5 \cdot l_K \text{ .} \quad (3.18)$$

Отримаємо

$$l = 0,5 \cdot 5,55 = 2,7 \text{ м.}$$

Тоді

$$l_x = 4 \cdot 8,6 + 54 + 2 \cdot 2,7 = 93,8 \text{ м.}$$

Визначають коефіцієнт робочих ходів агрегату [4]

$$\varphi = \frac{L_p \cdot n'_p}{L_p \cdot n'_p + l_x \cdot n_x} \text{ ,} \quad (3.19)$$

де n'_p – робочі ходи на полі;

n_x – кількість холостих ходів на полі.

Отримаємо

$$\varphi = \frac{1206,8 \cdot 119}{1206,8 \cdot 119 + 93,8 \cdot 118} = 0,93 \text{ .}$$

Отримані результати є позитивними для використання комбінованого агрегату у запропонованому складі для сівби цукрових буряків.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Загальні вимоги безпеки до причіпних ґрунтообробних агрегатів

Сільськогосподарські агрегати, які працюють з колісними енергозасобами повинні мати навантаження на керовані колеса не менше 0,2 від експлуатаційної маси енергозасобу.

Для забезпечення повздовжньої стійкості і необхідного навантаження на керовані колеса допускається встановлення баластових вантажів, маса кожного не повинна перевищувати 20кг.

Причіпні, напівпричепі машини у відчепленому стані повинні зберігати стійкість при застосуванні до тих зусиль не менше 200Н.

Агрегати, ширина яких перевищує габарити енергозасобу, повинні бути обладнані світлоповертачами; задні світлоповертачі повинні бути червоного кольору, передні – білого кольорів. Допускається замість світлоповертачів нанесення на елементи конструкції кругів, трикутників або прямокутників червоного або білого кольорів, вписаних у коло діаметром 100мм.

Механізми, які при агрегуванні з енергозасобом закривають прилади його світлової сигналізації, повинні бути устатковані власними приладами світлової сигналізації.

Агрегати та робочі органи повинні бути обладнані механічними фіксаторами, які утримують їх у транспортному положенні.

Елементи конструкції агрегатів повинні забезпечувати безпечний та зручний підхід до них при монтажі, технічному обслуговуванні та ремонті.

Елементи конструкції агрегатів не повинні обмежувати оператору огляд з робочого місця об'єктів постійного спостереження.

При розташуванні точок змащування у важкодоступних місцях застосовують пристрої дистанційного, централізованого подання мастила або забезпечене одноразове змащення підшипників на весь міжремонтний термін роботи вузла. Місця розташування точок змащення повинні бути позначені кольоровими покажчиками, які відрізняються від загального кольору агрегату.

Машини повинні бути забезпечені комплектом інструменту, що відсутній у комплекті енергозасобу, відповідно з нормативно-технічною документацією, та мати спеціальний ящик або сумку для його зберігання.

Причіпні машини повинні бути укомплектовані противідкатними упорами під колеса.

4.2. Вимоги безпеки до удосконалюваного комбінованого агрегату для сівби цукрових буряків

До експлуатації та обслуговування комбінованого агрегату для комплексного поверхневого обробітку ґрунту допускаються особи, які закінчили курси з вивчення конструкції і правил експлуатації даного агрегату.

Вузли і деталі гідросистеми агрегату мають бути надійними, виключати витікання масла і самовільне опускання робочих органів. Гідросистема комбінованого агрегату повинна з'єднуватись з гідросистемою енергозасобу за допомогою розподільчих муфт.

Попадання на ґрунт паливо-мастильних речовин (масло, дизельне пальне, солідол тощо) під час агрегування знаряддя з енергозасобом, а також у процесі експлуатації не допускається. Розміщення маслянок повинно забезпечувати зручний і безпечний доступ до них.

Комбінований агрегат повинен бути обладнаний комплектом інструменту, необхідним для обслуговування його у польових умовах. Для очищення робочих органів має бути укомплектований відповідними чистиками [10].

До виїзду посівного агрегату у поле оглядають його технічний стан і виконують технічне обслуговування. Обов'язково перевіряють правильність розташування висівних секцій у сівалці ССТ-12Б. Їх потрібно встановлювати чітко по лунках, які є на брусі рами сівалки.

Перевіряючи пристосування контролю і сигналізації домагаються правильного встановлення датчиків рівня насіння та рівня мінеральних добрив у відповідних апаратах. Перевіряють тиск у пневматичних шинах коліс сівалки і доводять його до $0,25 \pm 0,02$ МПа. Перевіряють працездатність усіх механізмів сівалок на дотримання вимог плавності роботи, без заїдань і стороннього шуму.

Вимоги техніки безпеки при підготовці посівного агрегату для сівби цукрових буряків встановлюють, що до роботи з агрегатом допускають лише тих осіб, які ознайомлені з будовою агрегату, його регулюваннями та організацією виконання робіт.

Перед початком робіт необхідно: заїхати на регульовальний майданчик, відкинути підставки, опустити агрегат на опорні колеса сівалки; установити глибину загортання насіння цукрових буряків і норму висіву відповідно до заводської інструкції. Перед виїздом із регульовального майданчика переконатися, що в зоні маневрування немає сторонніх осіб і об'єктів, що заважають руху. У процесі сівби цукрових буряків механізатор зобов'язаний мати і використовувати індивідуальні засоби захисту.

Удосконалення конструкції комбінованого агрегату використовуюваного для передпосівного обробітку ґрунту та сівби може бути причиною виникнення травматизму. Тому, окрім правилами техніки безпеки, встановленими заводом-виробником окремих агрегатів, що входять у склад КА-5,6, потрібно дотримуватися інших вимог, а саме: заборонено рух агрегату на великих швидкостях і виконання крутих поворотів; не залишати сівалку у піднятому стані при тривалій зупинці; ремонт, змашування, підтягування кріплень, очищення робочих органів знаряддя ВІП-5,6 і сівалки та борознороб можна виконувати при повній зупинці агрегату і при вимкненому двигуні трактора. Заборонено перебування сторонніх осіб під час регулювання механізму включення гідро підйому для перевodu сівалки у транспортне положення й навпаки; не можна сідати на сівалку під час руху агрегату та виконувати огляд і регулювання будь-яких механізмів сівалки на ходу агрегату; не транспортувати сівалку без світловідбивачів у темний час доби. Транспортна швидкість по дорогах із твердим покриттям не більше 15 км/год.

На далеких переїздах використовують транспортне пристосування. При транспортуванні посівного агрегату дорогах з вибоїнами і мостах швидкість зменшують до 5 км/год. Транспортувати агрегат на великі відстані можна тільки при позначенні габаритів агрегату відповідними знаками, які передбачені Правилами дорожнього руху.

Усі роботи, пов'язані з ремонтом і технічним обслуговуванням комбінованого агрегату можна виконувати тільки на відеднаній або опущеній на землю сівалці за умови вимкненого двигуна трактора. Для забезпечення належного технічного стану сівалки виконують щозмінне її технічне обслуговування одночасно з обслуговуванням трактора, з яким її агрегують. Після завершення посівних робіт, встановлюють сівалку на зберігання виконавши післясезонне технічне обслуговування [10].

Під час сівби цукрових буряків необхідно дотримуватися вимог безпеки. Забороняється знаходитися під час роботи попереду агрегату, сидіти на сівалці та інших частинах посівного агрегату.

Під час роботи агрегату заборонено: виконувати регулювання робочих органів сівалки; змінювати глибину ходу сошників; змінювати показники норми висіву насіння, добрив, норму внесення пестицидів; очищати від налиплого ґрунту та технологічних решток робочі органи ґрунтообробного знаряддя та сівалки; заправляти насінням та добривами технологічні місткості посівного агрегату; сідати в трактор та виходити з нього; змінювати положення маркерів вручну.

Ґрунтообробно-посівний комбінований агрегат заправляють насінням, добривами та робочим пестицидами (при потребі) у спеціальному одязі і при використанні засобів захисту від отрутохімікатів. Очищати робочі органи агрегату (сошники, лапи) необхідно відповідними очисними пристосування. Монтажні роботи, технічне обслуговування посівного агрегату, усунення несправностей необхідно виконувати лише при зупиненому двигуні. Забороняється знаходитись між трактором і сівалкою під час її монтажу на гідронавіску трактора.

Сівалка може працювати на схилах крутизною не більше 3° із дотриманням необхідних заходів безпеки щодо обмеження швидкості і при відповідній колії трактора. Забороняється заглиблювати сівалку не на ходу, а на місці, ставлячи при цьому важіль розподільника на «опускання» і «замкнено».

4.3. Вимоги безпеки праці під час технічного обслуговування та зберігання комбінованого агрегату для сівби

Під час щозмінного технічного обслуговування необхідно ретельно очистити агрегат від налиплого ґрунту, бур'янів і рослинних решток, оглянути стан кріплення всіх складальних одиниць і робочих органів; особливу увагу звернути на різеві кріплення, а саме: гайки осей батареї повинні бути надійно затягнуті і зафіксовані. Перевіряють також тиск у пневматичних шинах. Виявлені недоліки усувають. Усі тертьові поверхні змащують.

Перевіряють і підтягують кріплення сошників, перевіряють правильність встановлення та натяг ланцюгів, розміщення сошників, перевіряють відсутність у бункерах насіння і добрив, сторонніх предметів, виконують змащування сівалки згідно з картою мащення.

При виконанні післясезонного технічного обслуговування, крім операцій щозмінного, виконують також інші – робочі органи знярядь промивають у гасі і покривають захисним мастилом для запобігання іржавінню.

Переведення сівалки з робочого положення у транспортне і навпаки здійснюють тільки при опущеній транспортній підставці на рівній ділянці поля зі схилом не більше 5° [7, 10].

Зберігання сівалки здійснюють згідно рекомендацій ДСТУ. Після закінчення польових робіт складові частини сівалки необхідно вкласти на місця зберігання і виконати такі роботи: очистити від пилу, бруду і рослинних залишків; встановити на підставки; демонтувати гідроциліндри, ходові колеса,

рукави високого тиску і здати на склад; змастити солідолом маслянки; нанести консерваційне мастило на робочі органи; відкриті місця гідросистем змастити солідолом і зберігати від потрапляння бруду і вологи; бункери насінневих і туковисівних апаратів очистити від насіння і мінеральних добрив; туковисівні апарати та їх бункери промити теплою водою, просушити, щільно закрити; місця із пошкодженою фарбою підфарбувати; тукопроводи зняти з сівалки, очистити від пилу, добрив, промити теплою водою та підсушити; втулково-роликів ланцюги зняти з сівалок, промити у дизельному паливі і протягом 20 хв проварити в автолі.

Якщо посівний агрегат зберігають у приміщенні, то очищенні і змащені ланцюги без натягу встановлюють на сівалки. При зберіганні сівалок на відкритих майданчиках ланцюги здають на склад; зірочки, зубчасті передачі, різьбові з'єднання покривають антикорозійним мастилом; всі підшипники і тертьові поверхні змащують згідно з картою мащення; тиск у камерах пневматичних шин коліс знижують до 0,098 МПа; всі пружини розвантажують та змащують антикорозійним мастилом; електросигналізацію знімають, очищають і задають для зберігання на склад.

Зберігають сівалку встановленою на підставки у закритому приміщенні або під навісом.

Машину для передпосівного обробітку, що входить у склад комбінованого агрегату, зберігають аналогічно до сівалки, частіше під навісом ніж у приміщенні, її робочі органи піддають очищенню, тертьові поверхні очищують і змащують.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Удосконалення процесу сівби цукрових буряків реалізується завдяки використанню комбінованого агрегату укладеного з машини для передпосівного обробітку ґрунту ВИП-5,6 та сівалки ССТ-12Б. Таке знаряддя забезпечує виконання сівби цукрових буряків у розрихлений на глибину заробки насіння ґрунт. При цьому верхній шар ґрунту має достатню кількість вологи і дрібногрудкувату структуру посівного шару, бо використані голчасті диски, шлейфи і котки.

Комбінований агрегат є причіпним, складається з обертової мотики, кільчасто-зубових котків, вирівнювача та сівалки, укладений як одна сільськогосподарська машина, агрегують з трактором типу ДТ-75.

У процесі поверхневого обробітку ґрунту машиною ВИП-5,6 знищуються сходи бур'янів, покращується мікробіологічна активність ґрунту та його живильний режим. Сівалкою буряковою ССТ-12Б висівають каліброване звичайне або дражоване насіння цукрових буряків одночасно вносячи мінеральні добрива у рядки, а також, за потреби, пестициди у зону рядків. У результаті сівбу виконують за короткий термін використовуючи меншу кількість агрегатів, забезпечивши тим самим економію енергоресурсів.

Сівалку ССТ-12Б приєднано у склад комбінованого агрегату завдяки удосконаленню конструкції вирівнювача машини ВИП-5,6, а саме: основні робочі органи вирівнювача закріплюють на двох бокових та одній центральній рамі. Бокові рами з'єднані з центральною рамою шарнірно, переведення агрегату у робоче і транспортне положення виконують гідроциліндрами. Фіксацію робочих органів у піднятому положенні забезпечують використавши вухо, приварене до центральної рами; сівалку приєднують до центральної рами за допомогою системи навіски. Механізм переведення сівалки у робоче і транспортне положення встановлюють у задній частині центральної рами, він вмикатиме гідроциліндр, який шарнірно кріплять до кронштейна, привареного до рами. Виконано розрахунок гвинтової стяжки механізму навіски сівалки, підібрано діаметр гвинта – 22мм. Гвинтову стяжку кріплять до вуха

кронштейна привареного на центральній рамі. На рамі зчіпного механізму встановлюють і гідроциліндр ЦС-110-560 діаметром 110мм; для регулювання кута нахилу вирівнювача встановлюють пружину № 210 з діаметром дроту 10мм і зовнішнім діаметром 60мм; для з'єднання гвинтової стяжки поздовжньої тяги з кронштейном рами, використовують палець діаметром не менше 16мм.

Комбінований агрегат має самовстановлюючі колеса, які використовують для регулювання глибини обробітку ґрунту голчастим диском, ними регулюють роботу вирівнювача та котків агрегату. Переводять машину у транспортне положення гвинтовим механізмом переміщуючи колеса вниз відносно рами, забезпечуючи потрібну відстань від робочих органів мотики до поверхні ґрунту.

Визначено зусилля потрібне для переведення сівалки з робочого у транспортне положення – 60 кН. Визначено тиск робочої рідини у гідросистемі сівалки: для робочого положення – 7,6 МПа, для транспортного – 6,3 МПа.

У комбінованому агрегаті є шлейф для вирівнювання поверхні ґрунту під сівбу. Щоб створити відповідний тиск на ґрунт він виготовлений підпружиненим.

Визначено планову врожайність коренеплодів при використанні запропонованого комбінованого агрегату – 462ц/га. Визначено опір комбінованого агрегату 23 кН. Визначено робочу швидкість руху агрегату – 6,6км/год. Визначено кінематичну довжину агрегатованої машини через кінематичні довжини мотики, вирівнювача, котків та сівалки – 4м.

Вибрано спосіб руху агрегату на виконані технологічних операцій – петлевий. Розроблено схему підготовки поля до роботи, на якій вказані місця заправки агрегату насінням і добривами.

Розроблено вимоги безпеки до удосконаленого комбінованого агрегату для сівби цукрових буряків та вимоги безпеки праці під час його технічного обслуговування та зберігання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Брошак І.С., Хомик Н.І., Мандрико М.В., Бровко О.З., Гуйван М.Д., Колесник Т.М. Нове органічне добриво на основі лігніту та курячого посліду. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія "Сільськогосподарські науки"*. Випуск 2(106). 2024 р. С. 16-30.
2. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
3. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
4. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
5. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.В. Бабій, Г.Б. Цьонь, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А.,2022. 220с
6. Довбуш Т.А., Хомик Н.І., Дунець Б.О. Експериментальні дослідження циклічної тріщинотривкості конструктивної системи// ХХІ наукова конференція ТНТУ імені Івана Пулюя. Тернопіль, 2019. С. 15-16.
7. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. /За ред. проф. В.Ю.Ільченка. Київ: Урожай, 1993. 286 с.
8. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (частина1) Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків: ОКО, 2001. 444 с.
9. Доскоч О.Р., Хомик Н.І. Удосконалення сівалки ССТ-12Б для сівби цукрових буряків у борозну //Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей, том I VII міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів (Тернопіль, 28-29 лист. 2018). Тернопіль. ТНТУ, 2018. С. 88-89.
10. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. 188 с.
11. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.

12. Навроцький П.М., Хомик Н.І. Переваги застосування удосконаленого комірково-дискового висівного апарату /Актуальні задачі сучасних технологій: Зб. тез доповідей VII Міжнар. наук.-техн. конференції молодих учених та студентів в 2-х т. Т.1. Тернопіль: ТНТУ, 2018. С. 133-134.
13. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник /Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2004. 544 с.
14. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1: Машини для рільництва /П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. Київ: Урожай, 2001. 382 с.
15. Солошенко О.В. Технології вирощування сільськогосподарських культур: Навчальний посібник /О.В. Солошенко, Н.Ю. Гаврилович, В.І. Солошенко, Л.С. Осипова, С.І. Кочетова; за ред. О.В. Солошенко. Харків : Торнадо, 2006. 348 с.
16. Солошенко О.В. Основи агрономії: Навчальний посібник /О.В. Солошенко, Б.С. Носко, Н.Ю. Гаврилович, А.А. Богачов, В.І. Солошенко; за ред. О.В. Солошенко. Харків : Торнадо, 2003. 368 с.
17. Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи /Упоряд. Л.С. Пристапчук, О.Ф. Лук`янчук, В.М. Карпенко. Київ : Урожай, 1982. 504 с.
18. Хомик Н.І. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, І.Й. Блозва, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
19. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.
20. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машини та обладнання для тваринництва. Навчальний посібник (курс лекцій). Частина перша. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.
21. Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Рубінець Н.А., Довбуш А.Д. Аналітичне дослідження напружено-деформованого стану складних конструктивних систем з довільним зовнішнім навантаженням. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 158. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві»*. Харків: ФО-П Дуюнова Т.В., 2015. С.44–50.

22. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування /Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
23. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
24. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, Н.А. Антончак. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 320 с.
25. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А. Ознайомча практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 80 с.
26. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А. Навчальна практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 140 с.
27. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
28. Хомик Н.І. Агрозахист: навчальний посібник / Н.І. Хомик, В.В. Мартинюк, А.В. Бабій, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2025. 520 с.
29. Хомик Н.І., Рубінець Н.А. Використання тракторів інтегральної схеми /Всеукраїнська наук.-практ. конф. «Обладнання і технології сучасного машинобудування». Збірник тез. Тернопіль: ТНТУ, 2017. С.165-166.
30. Цебенко Б.М., Хомик Н.І. Розрахунок стійкості навантажувача ПЕ-0,8Б / Актуальні задачі сучасних технологій: Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів в 2-х т. Т.1. Тернопіль: ТНТУ, 2018. С. 169-170.
31. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor Procedia Structural Integrity, 2022. No 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
32. Babii A., Levytskyi B., Dovbush T., Babii M., Khomuk N., Dovbush A., Valiashek V. Mathematical model of sprayer tank loading. Procedia Structural Integrity, 2024. No 59, 609-616. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2024.04.086>.

33. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Dunets Bogdan. Evaluation technique of frame residual operational life. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2019. Vol. 93. No. 1. P. 61-69. (Manufacturing engineering and automated processes).
34. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Tson Hanna, Dovbush Anatolii. Improvement of prt-9 constructive system on the basis of frame elements strength balance. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2020. Vol. 100. No 4. P. 40-45.
35. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Palyukh A. Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2022. Vol 108. No 4. P. 5-15.
36. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii. Research of the mathematical model of the tribosystem head rod-bushing of the traction organ of rod transporters. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2024. Vol. 115. No 3. P. 112-121.
37. Tchoursinov Yuriy. Phyto-feed additives production: technological aspects and biological value. / Yuriy Tchoursinov, Olena Kovaliova, Viktoriia Kalyna, Svitlana Mykolenko, Nadiia Khomuk /*Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, Vol. XXIV, No. 2, 2020, P.43-48.
38. Довбуш Т.А., Хомик Н.І., Верескля А.В. Визначення внутрішніх силових факторів в елементах пристрою для дообрізання гички. *Актуальні задачі сучасних технологій* : зб. тез доповідей XIII міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів. м. Тернопіль, 11-12 грудня 2024 р. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2024. С.71-72.
39. Бабій А.В. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Сільськогосподарські машини: конструкції та розрахунок» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агро інженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Машини для заготівлі кормів. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. 76с.
40. Бабій А.В., Бабій М.В. Організація і технологія механізованих робіт: навчальний посібник до курсового проєктування для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2023. 144 с.
41. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Павх І. І. Машини сільськогосподарського виробництва. Тернопіль, 2005. 228 с.

ДОДАТКИ