

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)

« »

2026 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)
студенту Касяну Денису Григоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення процесу сівби дрібнонасінних сільськогосподарських культур з використанням малогабаритної сівалки-культиватора

Керівник роботи Довбуш Тарас Анатолійович, к.т.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 22 червня 2026 року

3. **Вихідні дані до роботи** спроектувати малогабаритну сівалку для посіву дрібнонасінних сільськогосподарських культур, об'єднавши процес посіву з одночасною культивацією ґрунту

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Реферат. Вступ. 1. Огляд малогабаритної техніки для культивації та сівби овочевих культур. 2. Рекомендації вибору конструктивно-технологічної схеми сівалки-культиватора. 3. Кінематичні та міцнісні розрахунки механізмів та деталей сівалки-культиватора. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точних зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
1. Огляд міні культиваторів – 1А4. 2. Огляд сівалок – 1А4. 3. Малогабаритний культиватор. Складальне креслення – 1А4. 4. Підгортач. Складальне креслення – 1А4. 5. Малогабаритна сівалка-культиватор. Складальне креслення – 1А4. 6. Деталювання – 1А4.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Лазарюк В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання

23 січня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін етапів виконання роботи	Примітка
1	Огляд малогабаритної техніки для культивування та сівби овочевих культур	до 12.05.2026	
2	Рекомендації вибору конструктивно-технологічної схеми сівалки-культиватора	до 26.05.2026	
3	Кінематичні та міцнісні розрахунки механізмів та деталей сівалки-культиватора	до 08.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	до 10.06.2026	
5	Реферат. Вступ. Загальні висновки	до 13.06.2026	
6	Ілюстративний матеріал	до 15.06.2026	

Студент

_____ (підпис)

Касян Д.Г.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Довбуш Т.А.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Касян Денис Григорович.

Тема роботи – «Удосконалення процесу сівби дрібнонасінних сільськогосподарських культур з використанням малогабаритної сівалки-культиватора».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин ТНТУ імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Довбуш Тарас Анатолійович, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку посилань (35 найменувань). Загальний обсяг текстової частини – 81 сторінок на яких є 24 рисунки, додатки розміщені на 4 сторінках. Ілюстративний матеріал розміщений на 10 аркушах формату А4.

Актуальність теми роботи. Вирощування дрібнонасінних сільськогосподарських культур потребує високої точності сівби, зокрема забезпечення рівномірного розміщення насіння, стабільної норми висіву та заданої глибини загортання. Існуючі малогабаритні сівалки не завжди забезпечують необхідну якість виконання цих операцій, що призводить до зниження врожайності та перевитрат посівного матеріалу.

В умовах малих господарств актуальним є використання універсальних машин, здатних поєднувати декілька технологічних операцій. Удосконалення малогабаритної сівалки-культиватора дозволяє підвищити ефективність процесу сівби, зменшити витрати та покращити агротехнічні показники.

Отже, тема роботи є актуальною – спрямована на підвищення якості сівби та вдосконалення засобів малої механізації в аграрному виробництві.

Мета роботи. Удосконалення процесу сівби дрібнонасінних сільськогосподарських культур шляхом обґрунтування конструктивних і

технологічних параметрів малогабаритної сівалки-культиватора, що забезпечує підвищення рівномірності висіву та ефективності виконання посівних робіт.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес сівби дрібнонасінних сільськогосподарських культур із використанням малогабаритної сівалки-культиватора.

Предмет дослідження. Конструктивні та технологічні параметри малогабаритної сівалки-культиватора, що впливають на рівномірність висіву, норму подачі насіння та якість виконання процесу сівби.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні та удосконаленні малогабаритних сівалок-культиваторів для висіву дрібнонасінних культур. Обґрунтовані конструктивні та технологічні параметри забезпечують підвищення рівномірності висіву, зменшення перевитрат насіння та покращення агротехнічних показників процесу сівби.

Запропоновані технічні рішення можуть бути впроваджені у фермерських та особистих селянських господарствах, що сприятиме зниженню витрат на виконання посівних робіт і підвищенню ефективності використання засобів малої механізації.

Ключові слова: сівба, дрібнонасінні культури, сівалка-культиватор, висівний апарат, норма висіву, рівномірність висіву, малогабаритна техніка, агроінженерія, конструктивні параметри, технологічний процес.

ЗМІСТ

	стр.
ВСТУП	7
1 ОГЛЯД МАЛОГАБАРИТНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ КУЛЬТИВАЦІЇ ТА СІВБИ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР	8
1.1 Агротехнічні вимоги до сівби овочевих культур	8
1.2 Огляд і аналіз засобів малої механізації	11
2 РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИБОРУ КОНСТРУКТИВНО- ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СІВАЛКИ-КУЛЬТИВАТОРА	23
2.1 Опис і технічна характеристика малогабаритної сівалки-культиватора	23
2.2 Обґрунтування конструктивної схеми малогабаритної сівалки-культиватора	28
3 КІНЕМАТИЧНІ ТА МІЦНІСНІ РОЗРАХУНКИ МЕХАНІЗМІВ ТА ДЕТАЛЕЙ СІВАЛКИ-КУЛЬТИВАТОРА	33
3.1 Визначення передаточного відношення системи передач: вал опорно-привідного колеса – вал висівного апарату та оптимальної довжини робочої частини жолобків катушки	33
3.2 Розрахунок кінематичної схеми приводу висівного апарату малогабаритної сівалки-культиватора	42
3.3 Розрахунок ланцюгової передачі приводу сівалки	45
3.4 Розрахунок і проектування універсальної стрілчастої лапи малогабаритного культиватора	49
3.5 Перевірка на міцність стійки стрілчастої лапи малогабаритного культиватора	53
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	60
4.1. Держава – гарант забезпечення життєдіяльності	60
4.2. Підвищення стійкості роботи агропромислового об'єкту	63
4.3 Важливість охорони навколишнього середовища	65
4.4 Аналіз забруднень навколишнього середовища, що виникають при виготовленні малогабаритної сівалки-культиватора	67
4.5 Заходи зменшення забруднення довкілля машинобудівним підприємством сільськогосподарського профілю	71
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	75
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	76
ДОДАТКИ	81

ВСТУП

Сучасне сільське господарство України характеризується зростанням ролі інтенсивних та ресурсозберігаючих технологій, що вимагають підвищення якості виконання основних технологічних процесів. Одним із найважливіших етапів у технології вирощування сільськогосподарських культур є сівба, від якої значною мірою залежить рівень урожайності.

Особливо високі вимоги висуваються до процесу сівби дрібнонасінних культур, таких як морква, цибуля, буряк та інші. Для них важливими є точність дозування насіння, рівномірність його розміщення в рядку та стабільність глибини загортання. Недотримання цих параметрів призводить до нерівномірних сходів, зниження врожайності та неефективного використання посівного матеріалу.

У сучасних умовах значна частина сільськогосподарського виробництва зосереджена в малих фермерських і приватних господарствах, де широко застосовуються малогабаритні засоби механізації. Однак існуючі машини не завжди забезпечують необхідну якість виконання технологічних операцій, що зумовлює потребу в їх удосконаленні.

Перспективним напрямом є створення універсальних агрегатів, які поєднують декілька технологічних операцій, зокрема передпосівний обробіток ґрунту, сівбу та міжрядний обробіток. До таких машин належить малогабаритна сівалка-культиватор, удосконалення конструкції якої дозволяє підвищити ефективність виконання посівних робіт.

Метою даної кваліфікаційної роботи є удосконалення процесу сівби дрібнонасінних сільськогосподарських культур шляхом обґрунтування конструктивних і технологічних параметрів малогабаритної сівалки-культиватора.

1. ОГЛЯД МАЛОГАБАРИТНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ КУЛЬТИВАЦІЇ ТА СІВБИ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

1.1 Агротехнічні вимоги до сівби овочевих культур

Важливою умовою отримання високого та стабільного врожаю сільськогосподарських культур є кількість рослин на одиницю площі, тобто оптимальна густина їх розміщення на 1 га. Особливо значущим цей показник є для овочевих культур. За надмірної густоти рослини починають конкурувати між собою за світло, вологу та поживні речовини, що призводить до їх пригнічення. Натомість при занадто розрідженому висіві відведена площа живлення використовується не повністю. У результаті в обох випадках спостерігається зниження врожайності. Дані щодо оптимальної густоти розміщення овочевих культур наведено у табл. 1.1 [10, 13].

Таблиця 1.1 – Рекомендоване число рослин на 1 га

Культура	Спосіб сівби	Кількість рослин на 1га, тис. рослин
Білокачанна капуста	Пунктирний	30...45
Томати	Гніздовий	40...50тис. гнізд по 2...4 рослини в гнізді
	Пунктирний	40...60
Морква	Рядковий звичайний, полосовий	800...1500
Огірок	Пунктирний	100...150
Цибуля із насіння	Пунктирний	300...500
Буряк	Пунктирний	350...500
Солодкий перець	Пунктирний	70...80
Баклажани	Пунктирний	40...60
Горох	Рядковий звичайний	150...300

Під час висіву овочевих культур основними контрольованими параметрами є глибина загортання насіння, норма висіву та ширина міжрядь. Для перевірки глибини загортання за кожним сошником обережно розкривають борозну поперек рядка і за допомогою лінійки виконують не менше десяти вимірювань відстані від насіння до поверхні ґрунту. Середнє фактичне

значення глибини загортання не повинно відхилятися від заданого більш ніж на 1,5 см. Допустиме відхилення фактичної норми висіву від установленної величини становить до 2 %. Ширина основного міжряддя при цьому не повинна перевищувати 2 см.

Однією з ключових вимог до процесу сівби є забезпечення дружних і рівномірних сходів. Насіння більшості овочевих культур починає активно проростати за температури ґрунту +15...18 °С. З цієї причини надто ранній посів є небажаним, оскільки при знижених температурах проростання насіння значно уповільнюється. Це сприяє забур'яненню ділянки або поля та призводить до зрідженості посівів. Водночас запізнення зі строками сівби спричиняє неповне використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) сонячного випромінювання, максимум якої припадає на кінець червня – початок липня. Тому до цього періоду рослини повинні сформувати достатньо розвинену листову поверхню, що забезпечує високий коефіцієнт використання ФАР і, відповідно, сприяє формуванню максимально можливого врожаю.

Необхідна густота розміщення рослин забезпечується правильним визначенням норми висіву насіння. Зміна густоти стояння рослин зумовлюється ґрунтово-кліматичними умовами вирощування, а також біологічними і сортовими особливостями культури [14].

Культури, які формують невеликий компактний кущ і характеризуються коротким періодом вегетації, потребують меншої площі живлення. Із підвищенням родючості ґрунту, кращим забезпеченням рослин елементами живлення та за високого рівня агротехніки доцільно збільшувати кількість рослин на одиниці площі. У протилежних умовах, навпаки, густоту розміщення рослин зменшують.

Істотні відмінності у необхідній густоті стояння різних культур зумовлюють значну різноманітність схем сівби овочевих рослин. Відомості щодо найбільш поширених схем сівби і садіння овочевих культур наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Схема сівби і садіння овочевих культур

Культура	Основні схеми сівби і садіння овочевих культур, мм, при ширині захвату машини, м			
	4,2		5,4	
	Спосіб сівби			
	одно-стрічковий	стрічковий	одно-стрічковий	стрічковий
Капуста, перець баклажани	700	500+900	600	550+550+700
Томати, огірки	1400	500+900	900	600+1200
Морква, столовий буряк	450	80+620 320+320+760 400+400+600	450	450+450+900 50+500+50+500+50+650
Цибуля, часник, горох	450	200+500 150+550	450	450+450+900 150+450+450+150+600

Схема сівби безпосередньо впливає на величину колії трактора. Так, при ширині захвату сівалки 4,2 м колія трактора повинна становити 1,4 м, а при ширині захвату 5,4...1,8 м. Це певною мірою ускладнює експлуатацію тракторів під час виконання сівби. У зв'язку з цим у господарстві, а особливо в овочівницьких підрозділах, доцільно підбирати такі схеми сівби і садіння, які дозволяють використовувати трактор із єдиним регулюванням колії [10, 14].

Під час вибору схем сівби необхідно також дотримуватися певних агротехнічних вимог. Зокрема, співвідношення відстані між рослинами в рядку до відстані між рядами не повинно перевищувати 1:9.

З урахуванням наведеного вище можна зробити висновок, що агротехнічні вимоги до процесу сівби овочевих культур є більш жорсткими порівняно з вимогами, які висуваються під час висіву інших сільськогосподарських культур. Це зумовлює необхідність більш ретельної підготовки посівних машин, точного налаштування робочих органів та суворого дотримання встановлених параметрів сівби. У результаті підвищуються витрати часу на підготовчі операції, а також збільшуються матеріальні витрати, пов'язані з підготовкою техніки та виконанням самого процесу сівби.

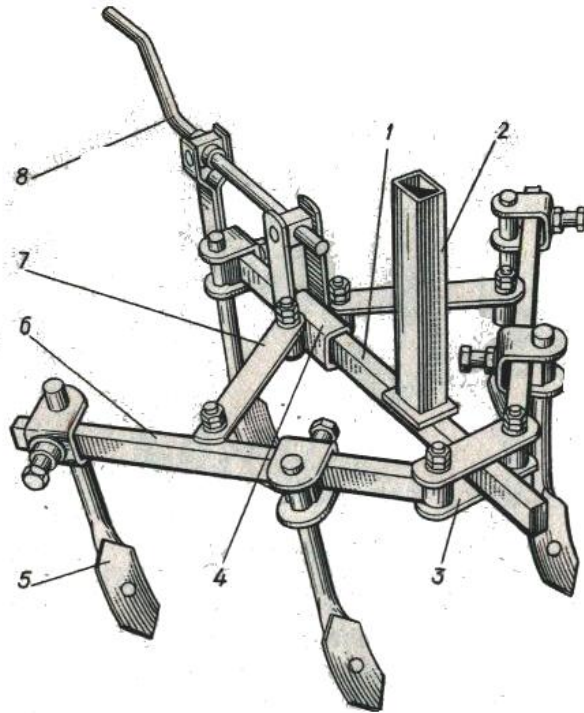
1.2 Огляд і аналіз засобів малої механізації

Культиватори, що агрегуються з мотоблоками, призначені переважно для виконання суцільного передпосівного обробітку ґрунту з одночасним знищенням бур'янів. Крім того, після відповідного регулювання вони можуть використовуватися для розпушування ґрунту в міжряддях просапних культур [9, 11].

Такі культиватори розробляються для використання з різними типами малогабаритних енергетичних засобів. Культиватор КР-70 (рис. 1.1), агрегований з мотоблоком МТЗ-0,5, застосовують для суцільного обробітку ґрунту з одночасним підрізанням і знищенням бур'янів. Основним елементом конструкції є повздовжній брус 1 з вертикальною стійкою 2, яка слугує для з'єднання культиватора з мотоблоком. У передній частині бруса жорстко закріплена обойма 3, до якої шарнірно з обох боків приєднані гряділі 6. У задній частині бруса розташований повзун 4, переміщення якого здійснюється за допомогою гвинтового механізму 8. Повзун з'єднується з гряділями через планки 7.

На гряділях встановлюються робочі органи 5 у вигляді оборотних розпушувальних лап, закріплених на стійках. У цілому конструктивна схема культиватора нагадує механізм «парасольки», яка розкривається під дією гвинтового механізму, що дає змогу змінювати ширину захвату агрегату. Стійки лап мають можливість вертикального переміщення з фіксацією у заданому положенні, що забезпечує регулювання глибини їх ходу. Глибину обробітку ґрунту встановлюють шляхом зміни положення вертикальної стійки відносно зчіпного пристрою мотоблока.

Ширина захвату культиватора становить 0,5...0,7 м, максимальна глибина обробітку досягає 14 см, а маса машини становить 23 кг.



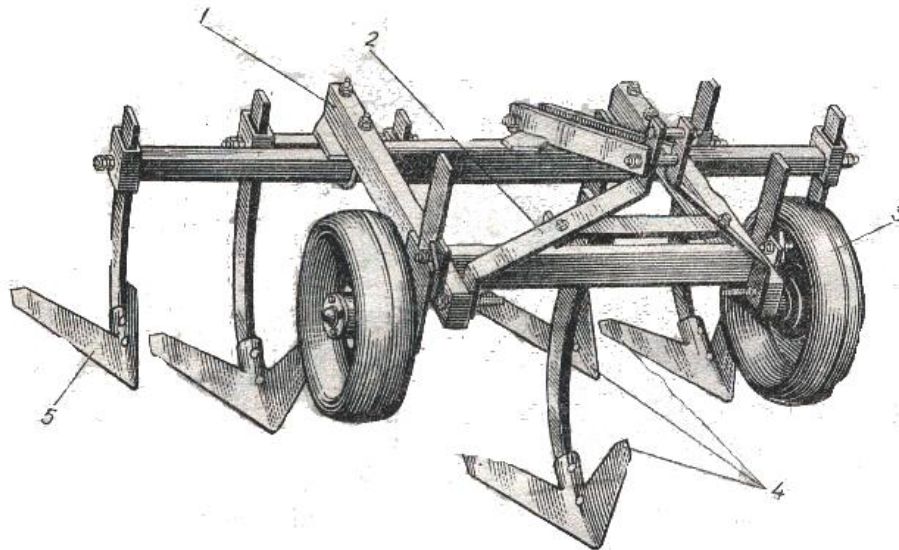
- 1 – поздовжній брус рами; 2 – вертикальна стійка; 3 – кріпильна обойма;
 4 – рухомий повзун; 5 – робочі органи культиватора; 6 – гряділі;
 7 – з'єднувальна планка; 8 – гвинтовий регульовальний механізм

Рисунок 1.1 – Культиватор КР-70

Культиватор, який агрегується з мотоблоком «Супер-610А», обладнаний гряділем Т-подібної форми. До поперечної балки цього гряділя кріпляться три стрілочасті лапи, а на його крайніх частинах встановлюються два опорні колеса. Під час налаштування культиватора для розпушування ґрунту з одночасним підрізанням бур'янів лапи розміщують по ширині захвату з перекриттям приблизно 40 мм. Якщо ж агрегат використовують лише для розпушування ґрунту, між крайніми точками двох суміжних лап залишають проміжок близько 25 мм. Глибина обробітку становить 10...12 см, ширина захвату – 0,35...0,47 м, продуктивність – 0,1...0,15 га/год, маса машини – 24 кг.

Для малогабаритних енергетичних засобів типу Т-010, «Прикарпатець» та ЗИМ-350 створено навісні культиватори, які за конструкцією подібні між собою. Наприклад, культиватор КН-1,5 (рис. 1.2) складається з рами 1, навісного пристрою 2, робочих органів та опорних коліс 3. Робочі органи представлені універсальними стрілочастими лапами 4 і плоскорізними

односторонніми лапами 5. Регулювання глибини ходу робочих органів здійснюється за допомогою опорних коліс. Ширина захвату культиватора становить 1,5 м, глибина обробітку ґрунту досягає 10 см, а маса агрегату становить 75 кг [15, 19].



1 – несуча рама; 2 – навісний пристрій; 3 – опорне колесо;
4 – універсальні стрілочасті лапи; 5 – одностороння плоскоріжуча лапа

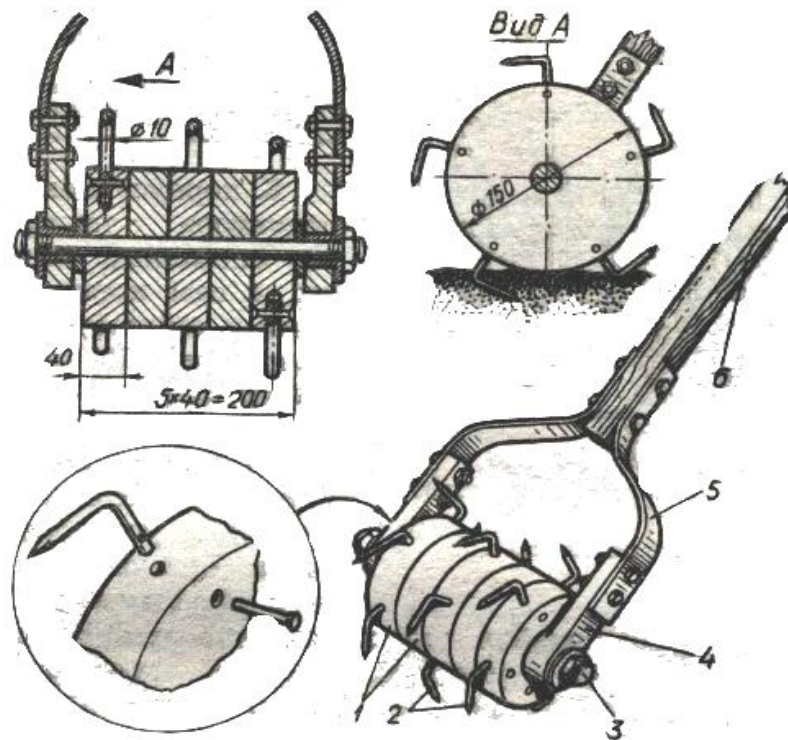
Рисунок 1.2 – Культиватор КН-1,5

Саморобний культиватор (рис. 1.3) застосовують для обробітку ґрунту в міжряддях. Його конструкція включає п'ять масивних сталевих дисків 1, на трьох із яких встановлені вигнуті зуби 2. Диски насаджені на сталеву вісь 3 довжиною 320 мм і діаметром 16 мм. На кінцях осі розміщені втулки, що виконують роль підшипників ковзання, які запресовані у цапфи 4. До виступаючих частин цапф прикріплені сталеві скоби 5, що сходяться в одній точці та з'єднуються з ручкою 6.

Диски та вісь виготовляють на токарному верстаті. У бокових поверхнях трьох дисків виконують по п'ять радіально розташованих глухих отворів діаметром 10,1 мм, які слугують гніздами для встановлення зубів. Зуби виготовляють зі сталевого прута діаметром 10 мм і встановлюють у підготовлені отвори. Після цього виконують наскрізні отвори діаметром 5,1 мм

для встановлення заклепок діаметром 5 мм та здійснюють їх зенкування таким чином, щоб головки заклепок не виступали над поверхнею диска.

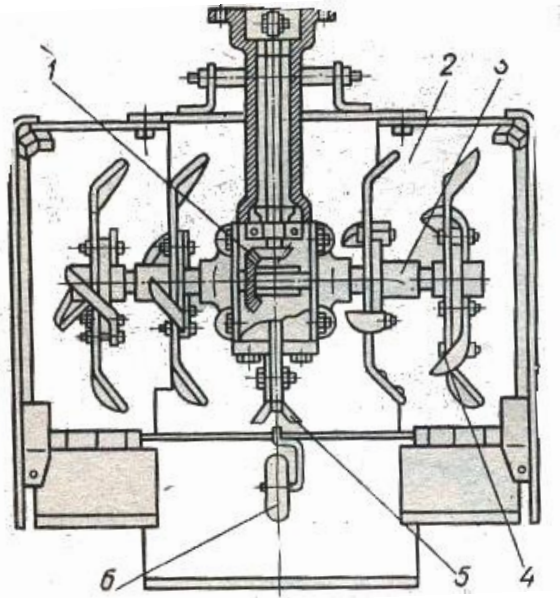
Під час складання диски встановлюють на вісь, після чого монтують шайби, цапфи з підшипниками та фіксують конструкцію гайками. Кінці осі, що виступають за гайки, розклепують для надійного закріплення елементів [7, 15].



1 – металеві диски; 2 – робочі зуби; 3 – вісь; 4 – цапфа;
5 – кріпильна скоба; 6 – рукоятка

Рисунок 1.3 – Саморобний зубчастий культиватор

Фрези застосовують для виконання суцільного та міжрядного обробітку ґрунту. Фреза для суцільного обробітку ґрунту (рис. 1.4) використовується для поверхневого розпушування ґрунту з одночасним знищенням бур'янів на невеликих ділянках складної конфігурації, які не містять каміння та чагарників. Глибина обробітку становить до 12 см, ширина захвату – 70 см, маса агрегату – близько 35 кг [19].



1 – конічний редуктор; 2 – захисний кожух; 3 – робочі органи фрези;
4 – різальні ножі; 5 – механізм регулювання заглиблення; 6 – транспортне колесо

Рисунок 1.4 – Фреза для суцільного обробітку ґрунту

Конструктивно фреза складається з конічного редуктора 1, робочих секцій 3 з ножами 4, механізму заглиблення 5, захисного кожуха 2 та транспортного колеса 6. До корпусу конічного редуктора приєднуються всі інші вузли фрези, а сам редуктор за допомогою шпильок і гайок кріпиться до вала відбору потужності мотоблока. Швидкохідний вал редуктора через муфту з'єднується з валом відбору потужності мотоблока.

На тихохідному валу редуктора встановлені робочі органи – фрезерні барабани діаметром 350 мм. Кожний барабан (лівий і правий) складається з трьох роторів, на яких закріплено ножі. На кожному роторі встановлено по чотири ножі.

Зверху та з боків фрезерні барабани закриті захисним кожухом. Його наявність сприяє кращому подрібненню і розпушуванню ґрунту, запобігає розкиданню ґрунтових часток у різні боки та підвищує безпеку роботи оператора. Задня стінка кожуха закріплена шарнірно, завдяки чому вона може виконувати функцію планувальника-розрівнювача незалежно від глибини роботи фрезерних ножів.

Транспортне колесо встановлюється позаду робочих органів по осі симетрії фрези. Воно має самовстановлювану конструкцію та може швидко зніматися. Під час транспортування агрегату колесо слугує опорою, що забезпечує зручність переміщення фрези до місця роботи та у зворотному напрямку. Під час виконання фрезерування транспортне колесо знімають.

Кожух фрези виконаний таким чином, що його ширину можна змінювати, завдяки чому він придатний для використання при різних варіантах встановлення ширини захвату агрегату. Крім цього, передбачене ступінчасте регулювання кожуха за висотою. Механізм заглиблення має вигляд стрілкової лапи, розміщеної по осі симетрії фрези. На стійці лапи виконано кілька отворів, що забезпечують ступінчасте регулювання її положення за висотою.

Ширину захвату фрези змінюють шляхом варіювання кількості роторів та положення ножів на них. Зазвичай фреза працює при швидкості руху близько 3 км/год на ґрунтах середньої твердості при встановленні чотирьох роторів. На твердих ґрунтах кількість роторів зменшують до двох або трьох, тоді як на легких ґрунтах їх число може збільшуватися до шести. Крайні ножі можуть встановлюватися у трьох положеннях: обидва загнуті кінці повернуті до середини; обидва кінці спрямовані назовні; один кінець повернутий усередину, а інший – назовні. Поєднання від двох до шести роторів із трьома варіантами розташування крайніх ножів дозволяє отримати до 15 різних варіантів ширини захвату фрези.

Фреза, що агрегується з мотокультиватором «Крот», являє собою фрезерний барабан діаметром 320 мм. Він може комплектуватися двома або чотирма роторами, кожен з яких має по чотири ножі. Частота обертання становить 85 об/хв. Максимальна глибина обробітку ґрунту досягає 20 см, а ширина оброблюваної смуги становить відповідно 326 або 578 мм [15].

Ґрунтова фреза для мотоблока МБ-1 комплектується чотирма роторними робочими органами, на кожному з яких встановлено по чотири ножі. Фрезу

монтують замість коліс мотоблока. Діаметр фрези становить 370 мм, глибина обробітку ґрунту може досягати 200 мм, а ширина захвату – 870 мм [1].

Для мотоблока МТЗ-0,5 виготовляється ґрунтова фреза ФНМ-1 із шириною захвату 600 мм, яка забезпечує обробіток ґрунту на глибину до 15 см.

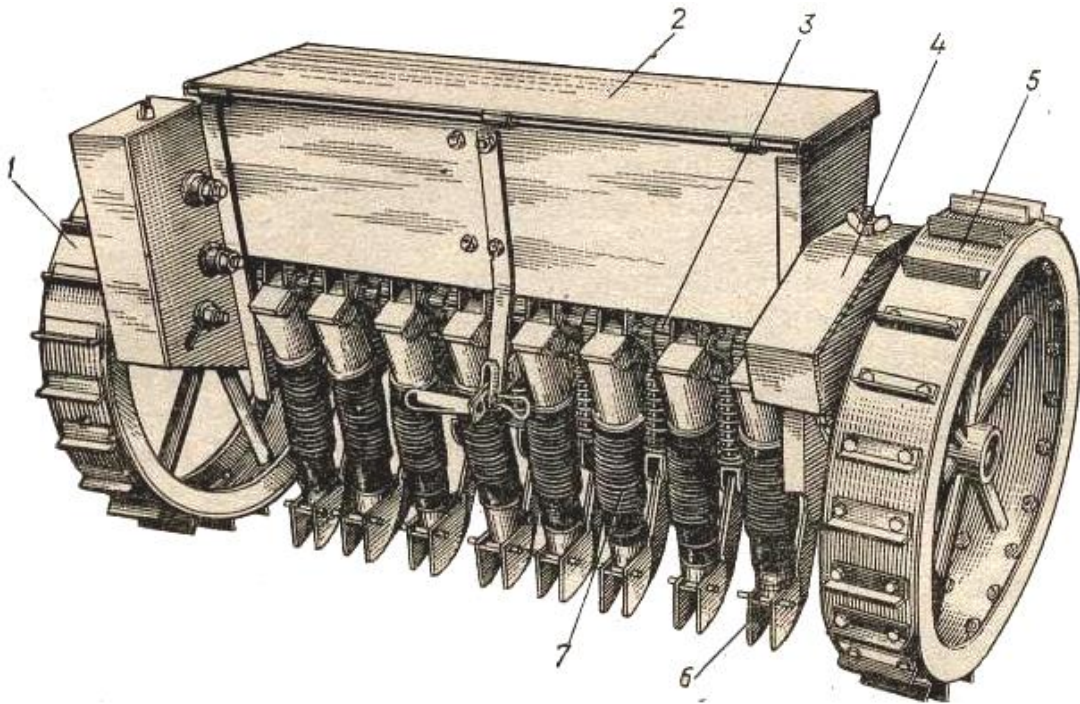
До мотоблока «Супер-610А» застосовується ґрунтова фреза М21 діаметром 350 мм, яка виконує обробіток ґрунту на глибину до 12 см при максимальній ширині захвату 70 см. Маса фрези становить 35 кг. Завдяки встановленню різної кількості робочих органів та зміні їх взаємного розташування можна отримати до 15 варіантів ширини захвату.

Фреза ФН-0,9 агрегується з тракторами Т-010, «Прикарпатець» та ЗИМ-350. Вона призначена для суцільного передпосівного розпушування ґрунту після зяблевої або весняної оранки на глибину до 18 см з метою формування дрібногрудкуватої структури ґрунту, необхідної для якісного висіву. Фреза ФН-0,9 є навісною машиною і складається з редуктора, катушок, фрезерного барабана з робочими органами, фартуха, начіпного пристрою, регульованих опорних лап, розсікача-ножа та карданного вала. Частота обертання вала відбору потужності трактора становить 1000 об/хв, а частота обертання фрезерного барабана – 210 об/хв. Продуктивність за одну годину основного часу досягає 0,27 га. Робоча ширина захвату становить 0,9 м, маса машини – 100 кг. Габаритні розміри агрегату – 910×940×670 мм [15, 19].

Сівалки. Для висіву сільськогосподарських культур в Україні та за кордоном виготовляється значна кількість різних типів сівалок. Серед них важливе місце займають малогабаритні машини, значна частина яких призначена для висіву овочевих культур. Розглянемо деякі з них.

Сівалка СО-0,9 (рис. 1.5) використовується для рядкового висіву насіння овочевих культур, трав та інших культур, подібних за фізико-технологічними властивостями насіння і технологією сівби. Вона агрегується з тракторами тягового класу 0,2...0,4 за допомогою навісного з'єднання. Продуктивність сівалки становить 0,52 га/год. Робоча ширина захвату дорівнює 0,9 м, ширина

міжрядь – 70 мм, робоча швидкість руху – 5,8 км/год, конструкційна маса машини – 75 кг [7].



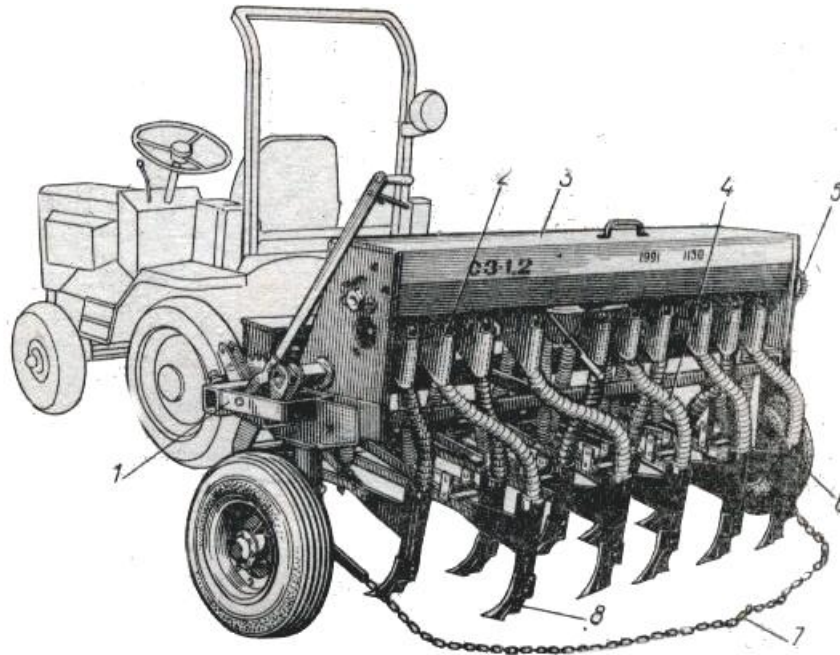
1 – опорне колесо; 2 – бункер для насіння; 3 – висівний механізм; 4 – передавальний механізм; 5 – опорно-приводне колесо; 6 – сошник; 7 – насіннепровід

Рисунок 1.5 – Сівалка овочева малогабаритна СО-0,9

Сівалка СЗ-1,2 (рис. 1.6) призначена для рядкового висіву насіння зернових культур, трав, а також інших культур, насіння яких близьке за розмірами, нормами та глибиною загортання. Її застосовують на вирівняних поверхнях невеликих земельних ділянок як індивідуального, так і колективного користування. Агрегатування здійснюється з тракторами тягового класу 0,2 (типу Т-010) у причіпному виконанні. Робоча швидкість агрегату не перевищує 5 км/год, продуктивність становить 0,6...0,75 га/год, робоча ширина захвату дорівнює 1,2 м. Ширина міжрядь може становити 75 або 150 мм, норма висіву – 0,3...220 кг/га, маса сівалки – 420 кг.

Конструктивно сівалка складається з рами, опорно-приводних коліс, причіпного пристрою, насінневого бункера, сошників, редуктора, висівних

апаратів, насіннепроводів та загортачів. Виробництво цих сівалок здійснює НВО «Лан» (м. Кіровоград).



1 – несуча рама; 2 – висівний апарат; 3 – бункер для насіння; 4 – насіннепровід;
5 – редуктор; 6 – опорно-приводне колесо; 7 – загортач; 8 – сошник

Рисунок 1.6 – Сівалка зернова СЗ-1,2

Для виконання сівби також можуть застосовуватися ручні сівалки СР-1М, ССГ-1 та СГ-1, які виготовляються промисловістю. Основні технічні характеристики зазначених сівалок наведені у табл. 1.3.

Сівалка СР-1М є ручною машиною для рядкового висіву насіння. Вона комплектується вісьмома змінними дисками з комірками різного розміру, що дає змогу висівати насіння різних культур. Рукоятки сівалки шарнірно з'єднані з опорно-приводним колесом, яке через клинопасову передачу приводить у дію дисковий висівний апарат. До нижньої частини апарата приєднаний анкерний або килевидний сошник. Позаду сошника на рамі встановлений ущільнювальний коток. На одній із рукояток розміщений важіль, за допомогою якого вмикають висівний механізм. Насіння подається у висівний апарат через жолоб і трубопровід. Під час руху сівалки у зворотному напрямку механізм висіву автоматично вимикається [15].

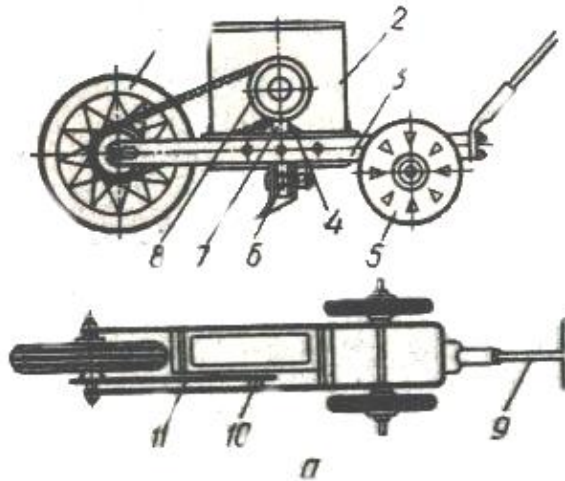
Таблиця 1.3 – Основні технічні характеристик ручних сівалок

Показники	СР-1М	ССГ-1	СТ-1
Глибина загортання насіння, мм	10-50	20-80	10-40
Робоча швидкість, км/год	1,2-4,0	1,4-5,0	1,4-5,0
Продуктивність, га/год	0,057-0,85	0,14-0,5	до 0,5
Габаритні розміри, мм	1020×1000×650	1000×425×700	1780×1245×640
Маса, кг	3,8	13,5	41,5

Сівалка ССГ-1 оснащена висівним апаратом, який утворений двома металевими боковими пластинами, закріпленими на рукоятках. Усі основні вузли та деталі сівалки змонтовані на двох рукоятках. На лівій рукоятці встановлений насінневий бункер, розташований над пластинами висівного апарата, а на правій – насіннепровід та регульований обмежувач глибини загортання насіння. На нижніх кінцях рукояток закріплено дві половини дзьобоподібного сошника, з'єднані між собою віссю. Через цей сошник насіння надходить безпосередньо у ґрунт.

Сівалка СТ-1 є однорядною і призначена для рядкового висіву дрібнонасіневих культур. Подача насіння у висівний апарат здійснюється з комірок касети. У касетну систему одночасно встановлюється повний комплект апарата, що складається з 20 комірок. Об'єм однієї комірки становить 14 см³. Привід висівного апарата здійснюється від двох коліс сівалки.

Саморобна однорядна сівалка (рис. 1.7а) встановлена на трьох колесах: заднє використано від дитячого велосипеда, а переднє – від дитячої коляски. Основою конструкції є зігнута П-подібна рама, виготовлена зі сталевих смуг розміром 4×35 мм, довжиною 525 мм і шириною 115 мм. На рамі за допомогою двох болтів закріплюють ящик із кришкою, який виконує функцію бункера для насіння. У середині бункера в горизонтальній площині на двох підшипниках ковзання встановлено головний елемент висівного апарата – вал (рис. 1.13б), виточений із берези та покритий лаком [7, 15, 19].

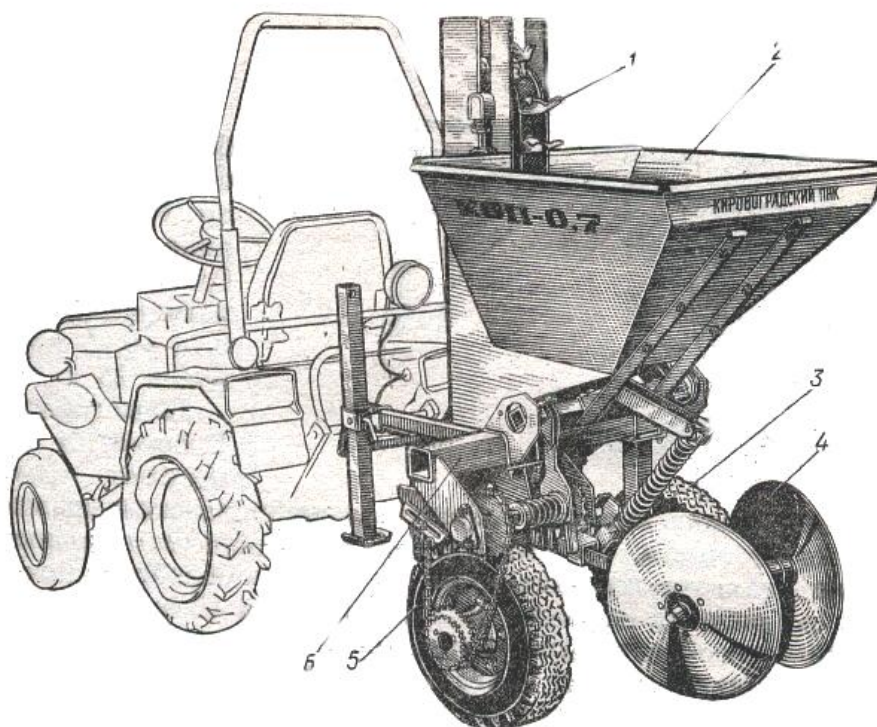


- а) загальний вигляд; б) вал висівного механізму;
 1 – ведуче колесо; 2 – висівний апарат; 3 – рама; 4 – насіннепровід;
 5 – маркерне колесо; 6 – сошник; 7 – насіннепровід; 8 – котушка; 9 – рукоятка;
 10 – зірочка; 11 – ланцюг

Рисунок 1.7 – Саморобна сівалка

У пазу вала розміщують одну з трьох змінних стрічок, виготовлених зі шкіряного паса або гуми. На стрічці виконані напівсферичні комірки, кількість яких визначається необхідною нормою висіву, а їх діаметр становить приблизно 10 мм для насіння буряка і 8 мм для насіння моркви. Під час руху сівалки обертання від заднього колеса передається на котушку за допомогою велосипедного ланцюга. Комірки стрічки захоплюють насіння з бункера і подають його до встановленої лійки насіннепроводу. Далі насіння під дією власної ваги переміщується до сошника, після чого потрапляє у сформовану борозну.

Картоплесаджалка КОП-0,7 (рис. 1.8) призначена для механізованого висаджування бульб картоплі на невеликих земельних ділянках індивідуального та колективного користування [15].



1 – висаджувальний механізм; 2 – бункер для бульб; 3 – опорне колесо;
4 – підгортач; 5 – опорно-приводне колесо; 6 – несуча рама

Рисунок 1.8 – Картоплесаджалка КОП-0,7

Картоплесаджалка КОП-0,7 агрегується з тракторами тягового класу 0,2...0,4 у причіпному варіанті. Її продуктивність становить близько 0,42 га/год, робоча ширина захвату – 0,7 м, робоча швидкість руху агрегату – 6,0 км/год, а конструкційна маса машини – 250 кг.

Конструктивно картоплесаджалка являє собою причіпне знаряддя, на рамі якого розміщені основні робочі та допоміжні вузли. До них належать висаджувальний механізм, садильна секція, опорне колесо, опорно-приводне колесо, механізм піднімання сошника, бункер для бульб, а також дисковий гребенеутворювач-загортач. Розробником і виробником даної машини є НВО «Лан» (м. Кіровоград).

2. РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИБОРУ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СІВАЛКИ-КУЛЬТИВАТОРА

2.1 Опис і технічна характеристика малогабаритної сівалки-культиватора

У сучасних умовах особливо актуальними є прості за конструкцією та доступні за вартістю універсальні засоби малої механізації, що відзначаються надійністю в роботі. Одним із таких технічних засобів може бути сівалка-культиватор.

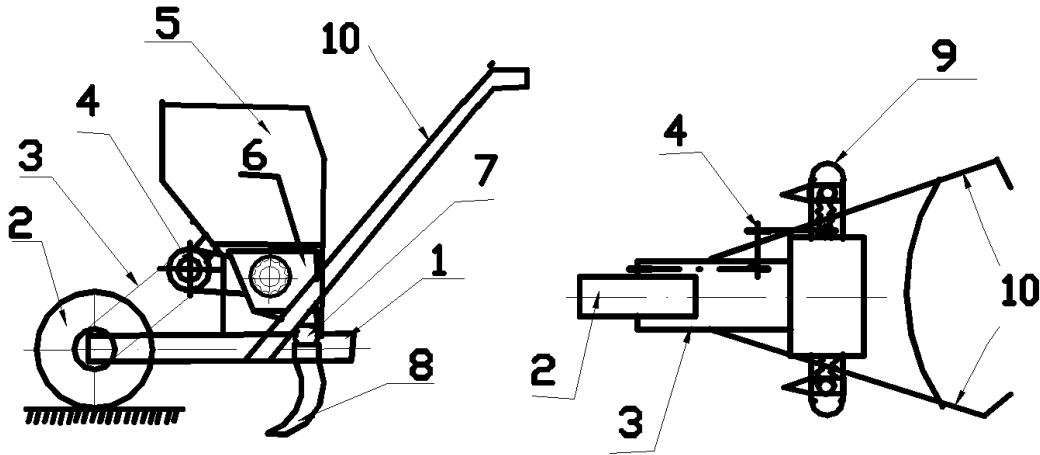
Сівалка-культиватор поєднує функції просапного культиватора та сівалки, що дає змогу використовувати її для висіву різних сільськогосподарських культур. Під час розроблення конструктивної схеми цього агрегату за базову модель було прийнято однорядну сівалку СР-1, яка серійно виготовляється промисловістю [17, 18].

Проектована сівалка-культиватор повинна забезпечувати виконання таких технологічних операцій:

- передпосівний обробіток ґрунту;
- висів насіння різних сільськогосподарських культур;
- міжрядний обробіток посівів, зокрема знищення бур'янів і розпушування ґрунту;
- підживлення рослин у період вегетації.

З огляду на необхідність виконання зазначених технологічних процесів сівалка-культиватор повинна бути оснащена відповідним комплектом робочих органів. При цьому, враховуючи вимоги до простоти конструкції та доступності виготовлення, доцільно використовувати під час її проектування і створення робочі органи та механізми, що вже застосовуються в існуючих машинах для сівби і догляду за посівами.

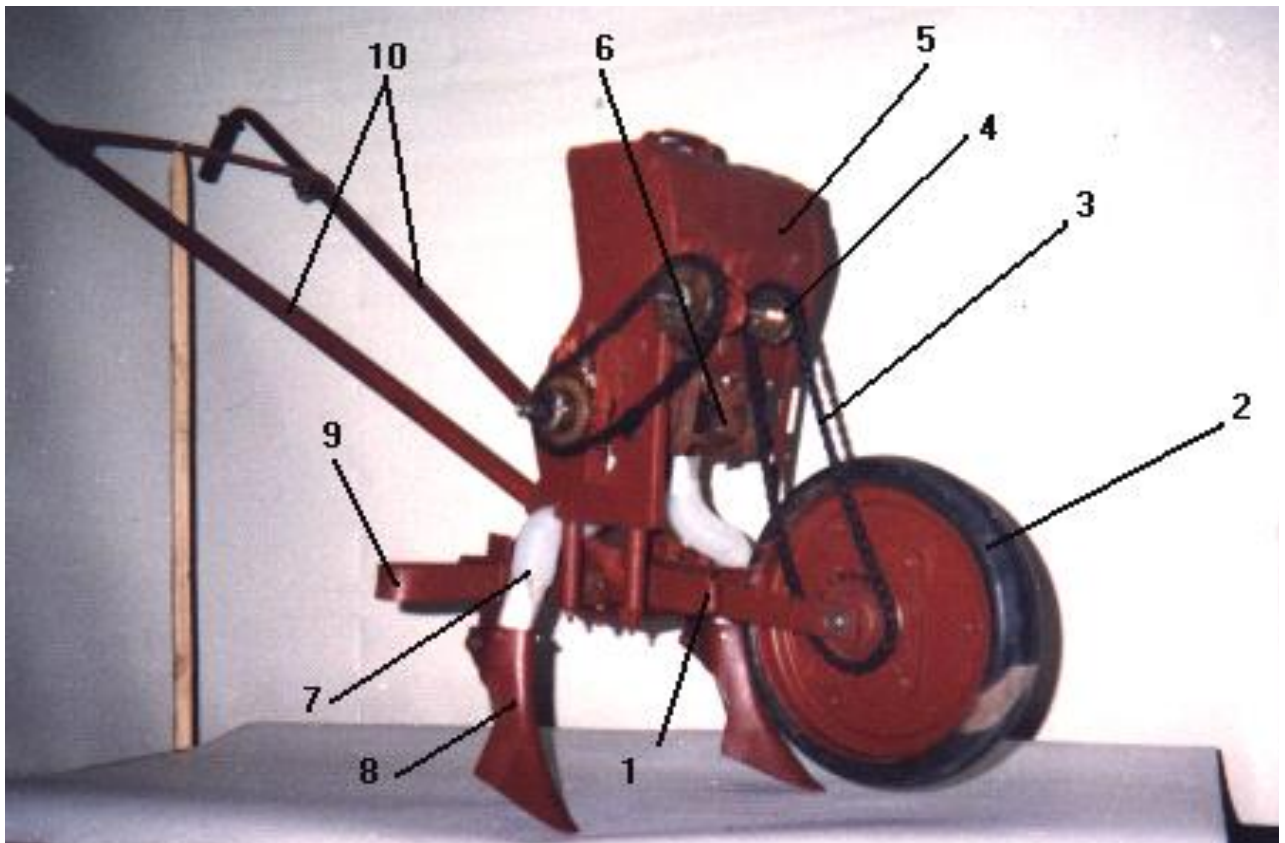
Конструктивну схему малогабаритної сівалки-культиватора наведено на рис. 2.1.



1 – несуча рама; 2 – опорно-приводне колесо; 3 – приводний ланцюг;
4 – проміжна зірочка передачі; 5 – бункер для насіння; 6 – висівний механізм;
7 – насіннепровід; 8 – анкерний сошник; 9 – кріпильна скоба; 10 – рукоятка керування
Рисунок 2.1 – Конструктивна схема малогабаритної сівалки-культиватора

Призначення, будова та регулювання малогабаритної сівалки-культиватора. Сівалка-культиватор призначена для рядкового висіву насіння овочевих та інших сільськогосподарських культур. Крім виконання посіву, вона може використовуватися для підготовки ґрунту перед сівбою та для проведення міжрядного обробітку під час догляду за рослинами. Також агрегат може застосовуватися для підживлення культур у період вегетації гранульованими мінеральними добривами [24].

Принцип роботи малогабаритної сівалки полягає у приводі висівного механізму від опорно-приводного колеса під час руху агрегату. Сівалка (рис. 2.2) складається з таких основних складальних одиниць: рами 1, опорно-приводного колеса 2, механізму приводу висівного апарата 3, 4, насіннепроводів 7, сошників 8, скоби 9 та рукояток керування 10.



1 – несуча рама; 2 – опорно-приводне колесо; 3 – приводний ланцюг;
 4 – проміжна зірочка; 5 – насінневий бункер; 6 – висівний механізм;
 7 – насіннепровід; 8 – сошник; 9 – кріпильна скоба; 10 – рукоятка керування

Рисунок 2.2 – Загальний вигляд малогабаритної сівалки-культиватора

Технічна характеристика сівалки-культиватора наведена у табл. 2.1 [13, 14].

Під час руху сівалки обертання опорно-приводного колеса забезпечує передавання крутного моменту через ланцюгову передачу на вал висівного апарата. Насіння, що міститься у бункері, під дією власної ваги надходить до висівних апаратів. Під час обертання котушка своїми жолобками захоплює насіння і подає його у зазор між клапаном та ребром муфти. Далі насіння через насіннепровід надходить до сошника, який формує у ґрунті борозну. Загортання насіння відбувається за рахунок осипання ґрунту зі стінок борозни [31].

Рама сівалки має зварну конструкцію і складається зі стояка, корпусу, скоби, пластини та кронштейна.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика малогабаритної
сівалки-культиватора

Показник		Величина	
Різновид сівалки-культиватора		ручна	
Продуктивність за 1 годину робочого часу при робочій швидкості руху 5км/год, га/год		0,1	
Робоча швидкість, км/год		1,4...5	
Робоча ширина захвату, м	при сівбі	0,3...0,6	
	при суцільній культивачії	0,2...0,5	
	при міжрядному обробітку	0,2...0,5	
Маса сівалки-культиватора, кг		19	
Глибина загортання насіння, мм		20...80	
Різновид сошників		анкерний	
Ширина міжряддя, м		0,15...0,6	
Нерівномірність висіву між висівними апаратами, %		4	
Місткість ящика для насіння, дм ²		2	
Травмування насіння, %		≤ 1	
Нестійкість загального висіву, %		10	
Спосіб зміни передаточного відношення		заміна зірочок у механізмі приводу	
Габаритні розміри, мм	ширина	660	
	довжина	1000	
	висота	1500	
Норма висіву, кг/га		min	max
морква		3	6
огірки		5	7
капуста		0,7	2,5
томати		1,5	3
цибуля		6	22
баклажани		2,2	4
буряк		14	24

Опорно-приводне колесо включає два диски, шину атмосферного тиску, підшипниковий вузол і вісь. На маточині колеса закріплена ведуча зірочка приводу висівного апарата.

Механізм передачі містить проміжний вал, на якому встановлено дві зірочки – ведучу та ведену. Ведена зірочка закріплена на валу висівного апарата з можливістю зміни її положення, що забезпечує регулювання норми висіву.

Сошник має анкерну форму з гострим кутом входження у ґрунт і закріплюється на стовбі. Він обладнаний напрямником насіння, завдяки якому насіння спрямовується на дно борозни безпосередньо біля носка сошника.

Бункер являє собою зварну конструкцію комбінованого поперечного перерізу. У його нижній частині передбачені прямокутні отвори, через які насіння надходить до висівних апаратів.

Висівні апарати складаються з корпусу, розетки, муфти, котушки та клапана. Котушка і муфта встановлені на валу висівного апарата. Вал має кільцеві канавки з боку механізму приводу, що дає змогу змінювати робочу частину котушки.

Рукоятки призначені для забезпечення зручності роботи агрегату в різних умовах. Конструкція їх кріплення дозволяє змінювати положення рукояток за висотою, що дає можливість регулювати глибину сівби та забезпечувати найбільш зручне положення для оператора під час роботи і налаштування машини.

Правила експлуатації та регулювання. Перед початком роботи необхідно перевірити комплектність сівалки, а також технічний стан підшипникового вузла і висівного апарата.

Опорно-приводне колесо повинно вільно обертатися при зусиллі близько 5 Н, прикладеному до його шини. Зірочки приводу мають бути розташовані в одній площині. Вал висівного апарата повинен мати можливість вільного осьового переміщення. Насіння перед висівом необхідно очистити від сторонніх домішок і відкалібрувати за розмірами. Під час внесення мінеральних добрив їх вологість не повинна перевищувати 3...5 %.

Можливі несправності сівалки та способи їх усунення наведені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Можливі несправності та способи їх усунення

Несправності, зовнішній прояв	Методи усунення
Засмічення сошників. Під час роботи висівних апаратів і надходження насіння у насіннепроводи воно не потрапляє у борозну.	Очистити сошники від засмічення. Виконувати сівбу лише на стиглому ґрунті з вологістю не більше 15...25 %. Під час роботи не допускати руху сівалки у зворотному напрямку.
Зісковзнув один із ланцюгів механізму передачі, внаслідок чого катушки висівних апаратів припинили обертання.	Встановити ланцюг на зірочки, усунути його перекіс або відрегулювати натяг.
Насіння не надходить до висівного апарата.	У бункері утворюється склепіння (звід) через підвищену вологість насіння або гранульованих мінеральних добрив. Необхідно зруйнувати утворене склепіння або використати більш сухе насіння.

2.2 Обґрунтування конструктивної схеми малогабаритної сівалки-культиватора

Запропонована сівалка-культиватор (див. рис. 2.1) поєднує функції просапного культиватора (рис. 2.3) та сівалки (рис. 2.4), призначеної для висіву різних дрібнонасінних сільськогосподарських культур, зокрема буряків.

Сівалка оснащена двома висівними апаратами, які можуть бути використані із зерно-трав'яної сівалки СЗТ-3,6. Вони закріплюються на бункері для насіння. Бункер за допомогою кронштейнів встановлюється на суцільнозварній рамі (рис. 2.5). До рами також приєднані дві рукоятки, за допомогою яких агрегат приводиться у рух. На рамі, до приварених П-подібних дуг, кріпляться анкерні сошники. Конструкція кріплення сошників забезпечує можливість регулювання глибини загортання насіння та ширини міжрядь.

Подача насіння від висівного апарата до сошника здійснюється через насіннепровід. Привід вала висівного апарата передається від опорно-приводного колеса через ланцюгову передачу. Норма висіву насіння регулюється переміщенням вала катушок та фіксується за допомогою спеціального фіксатора [1, 4].

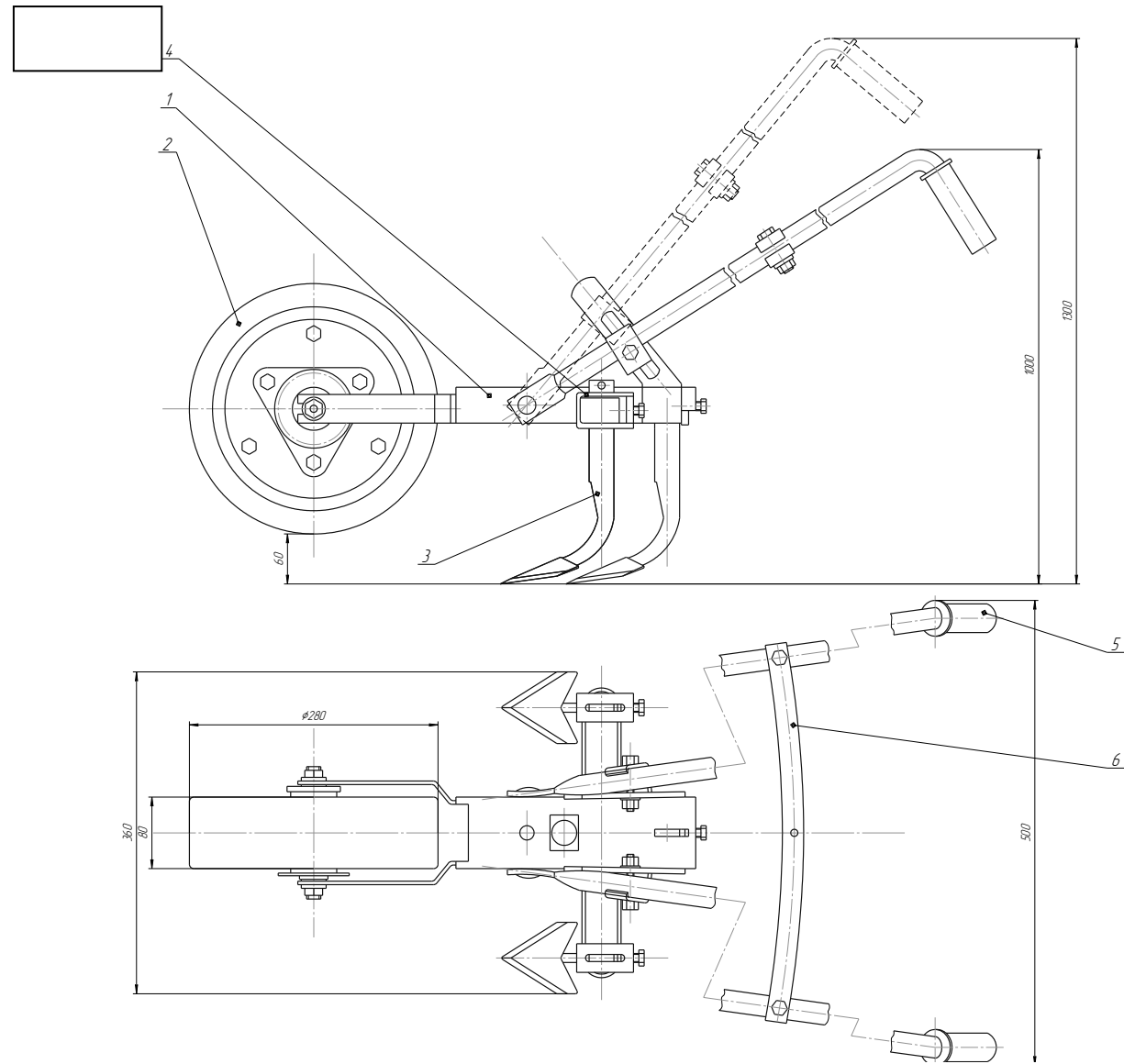
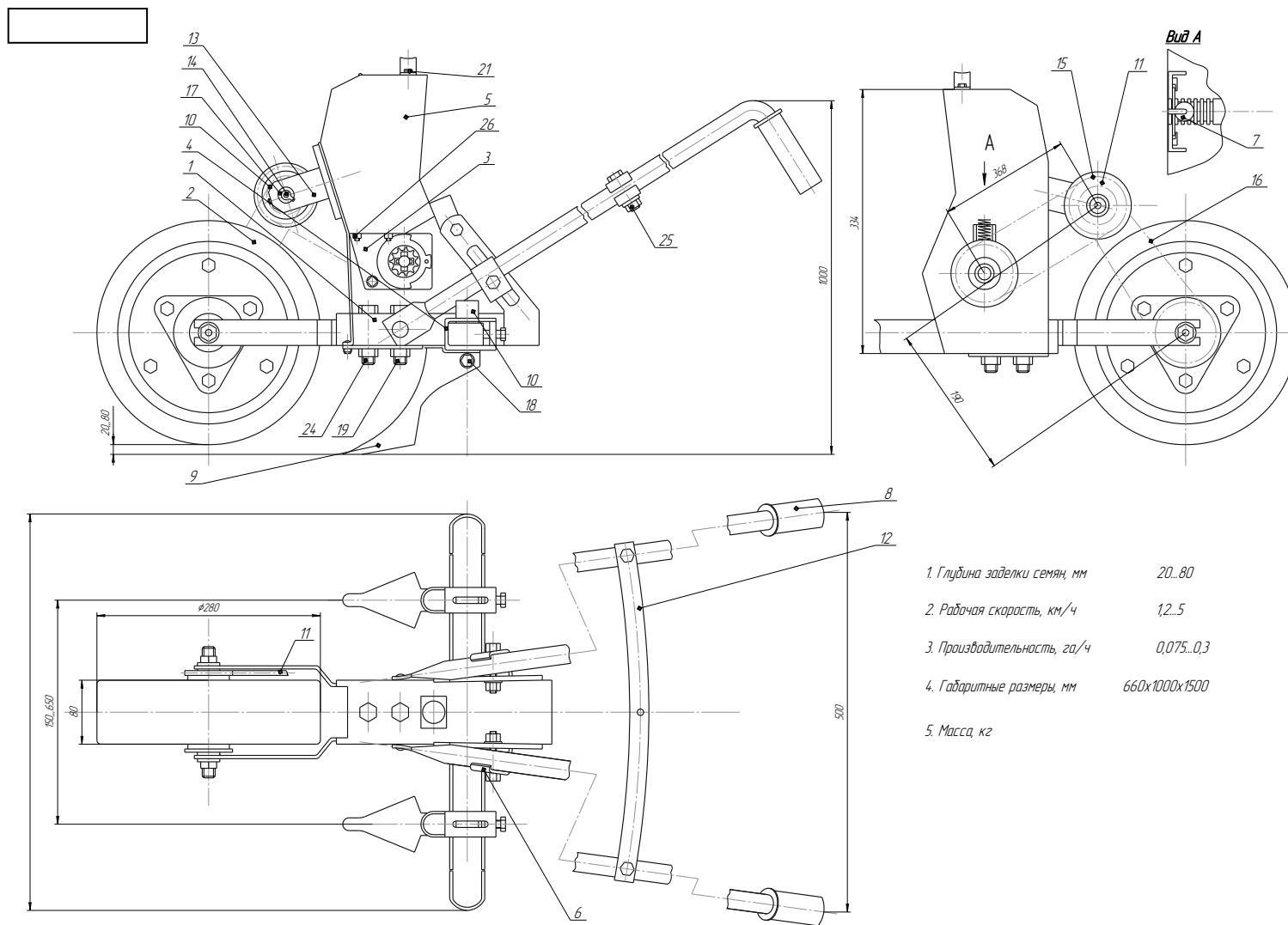


Рисунок 2.3 – Малогабаритний просапний культиватор



- | | |
|------------------------------|---------------|
| 1. Глубина заделки семян, мм | 20.80 |
| 2. Рабочая скорость, км/ч | 12.5 |
| 3. Производительность, га/ч | 0.075..0.3 |
| 4. Габаритные размеры, мм | 660x1000x1500 |
| 5. Масса, кг | |

Рисунок 2.4 – Малогабаритна сівалка

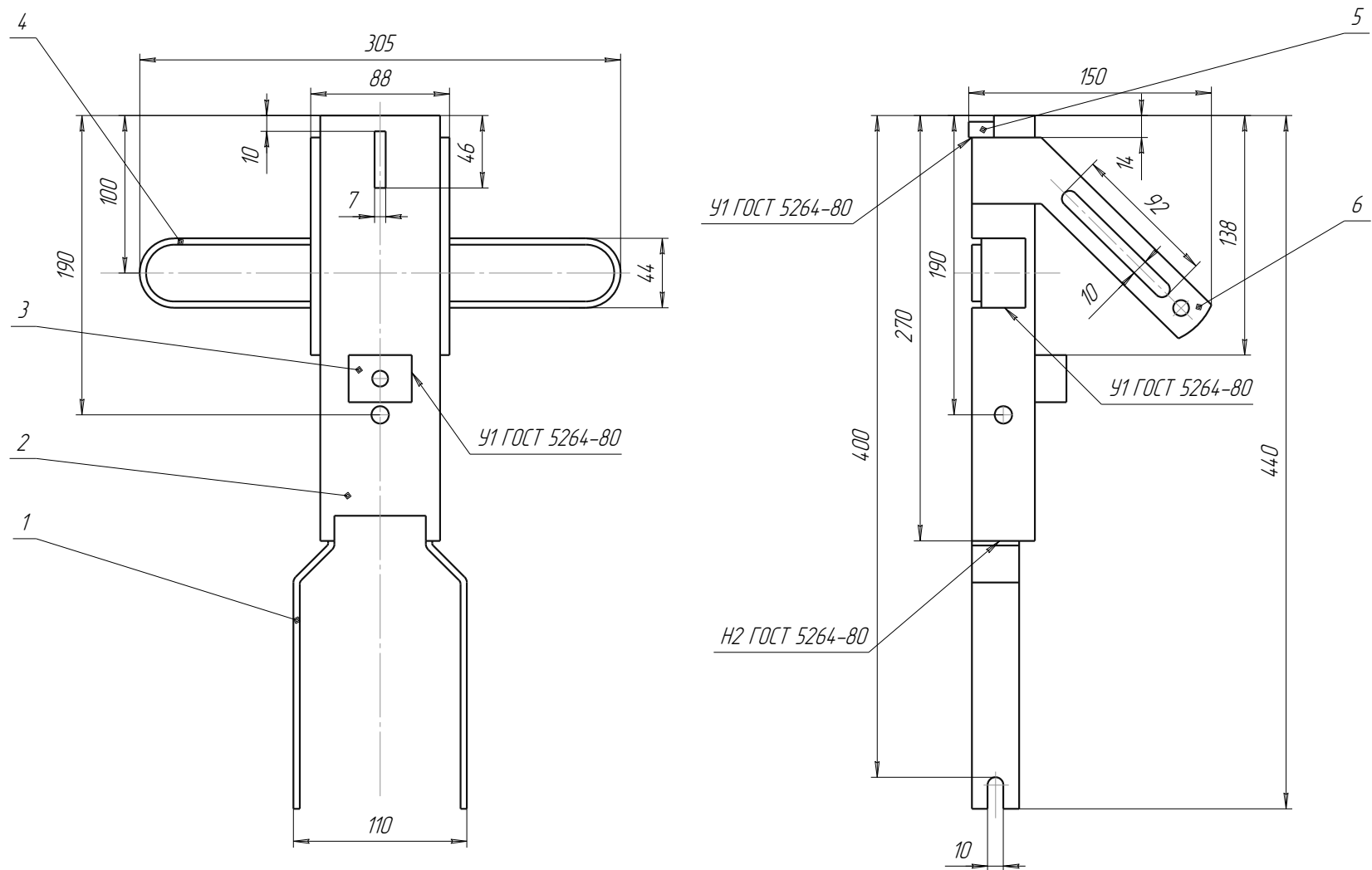


Рисунок 2.5 – Рама малогабаритної сівалки-культиватора

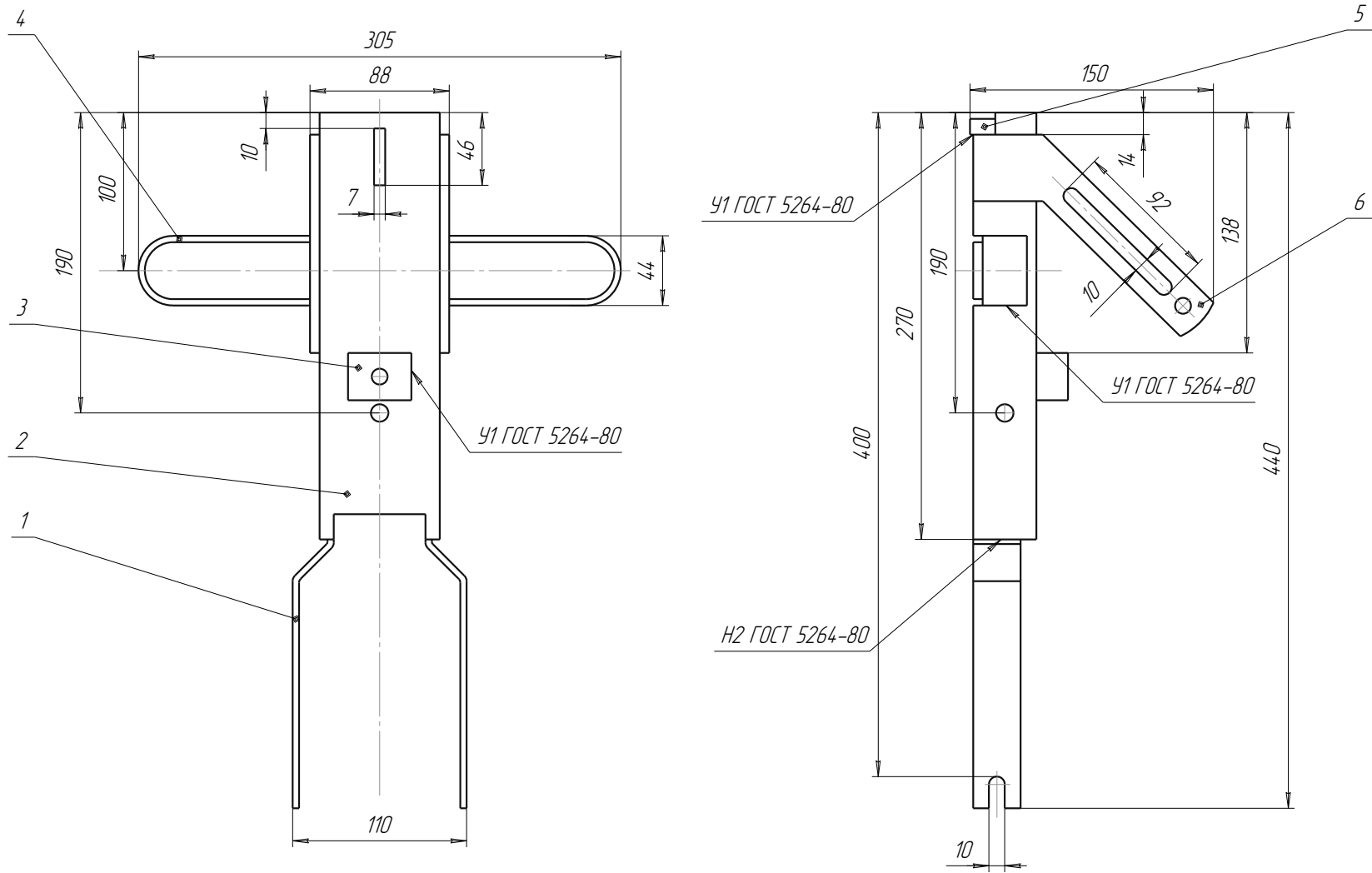


Рисунок 2.6 – Підгортач

3. КІНЕМАТИЧНІ ТА МІЦНІСНІ РОЗРАХУНКИ МЕХАНІЗМІВ ТА ДЕТАЛЕЙ СІВАЛКИ-КУЛЬТИВАТОРА

3.1 Визначення передаточного відношення системи передач: вал опорно-привідного колеса – вал висівного апарату та оптимальної довжини робочої частини жолобків катушки

Під час виконання розрахунків, пов'язаних із визначенням оптимальної довжини робочої частини жолобків катушки, необхідно враховувати, що рівномірність висіву насіння вздовж рядка зростає зі збільшенням довжини робочої частини жолобків. Тому доцільно забезпечувати роботу висівного апарату з максимально можливою довжиною жолобків, а необхідну норму висіву встановлювати шляхом зміни частоти обертання катушки.

Нижче наведено послідовність вибору оптимальної довжини робочої частини жолобків катушки та передаточного числа системи передач від вала опорно-привідного колеса до вала висівних апаратів малогабаритної сівалки.

Загальну довжину рядків на площі 1 га визначають за залежністю [13, 14]

$$l = \frac{10000}{(a/100)} = \frac{1000000}{a}, \quad (3.1)$$

де a – ширина міжряддя, см.

Масу насіння (у грамах), що висівається на 1 погонний метр рядка при заданій нормі висіву, визначають за формулою [1, 8]

$$m_1 = \frac{H}{l} = \frac{1000H \cdot a}{1000000} = \frac{H \cdot a}{1000}, \quad (3.2)$$

де H – норма висіву насіння, кг/га.

Маса насіння, яка висівається одним висівним апаратом під час переміщення сівалки на відстань, що відповідає одному оберту опорно-привідного колеса, визначається із залежності

$$m_k = 2m_1 \cdot \pi \cdot R_k (1 + \delta); \quad (3.3)$$

де δ – коефіцієнт, що враховує проковзування опорно-приводного колеса сівалки по поверхні ґрунту, а також збільшення його діаметра внаслідок налипання ґрунту; $\delta = 0,04 \dots 0,1$;

R_k – динамічний радіус кочення опорно-приводного колеса, м.

Для опорно-приводних коліс із пневматичними шинами, що застосовуються на сільськогосподарських машинах, у тому числі на сівалці-культиваторі, динамічний радіус кочення визначають за формулою [1, 4]

$$R_k = 0,0122 \cdot [D_0 + 2 \cdot (1 - \lambda) \cdot h], \quad (3.4)$$

де D_0 – діаметр обода колеса, дюйм;

h – висота пневматичної шини, яка приблизно дорівнює її ширині, дюйм;

λ – коефіцієнт усадки пневматичної шини, який для посівних машин приймають у межах $\lambda = 0,05 \dots 0,08$.

Масу насіння, що повинна висіватися за один оберт катушки висівного апарата, визначають за виразом

$$m_0 = m_k / i, \quad (3.5)$$

де i – передаточне число системи передач від вала опорно-приводного колеса до вала висівних апаратів.

Об'єм насіння, що висівається за один оберт катушки висівного апарата, визначається за формулою [8]

$$V_0 = m_0 / \gamma, \quad (3.6)$$

де γ – щільність насіння, г/см³.

З урахуванням залежностей (3.2), (3.3) та (3.5) вираз (3.6) можна подати у вигляді

$$V_0 = \frac{H \cdot a \cdot \pi \cdot R_k \cdot (1 + \delta)}{500i \cdot \gamma}, \quad (3.7)$$

Загальний об'єм насіння, що подається катушкою висівного апарата, визначають як суму двох складових

$$V_0 = V_{жс} + V_a, \quad (3.8)$$

де $V_{жс}$ – об'єм насіння, що висівається жолобками катушки, см³;

V_a – об'єм насіння, який подається за рахунок активного шару насіння під час обертання катушки, см³.

Об'єм насіння, що висівається жолобками катушки за один її оберт, визначають за залежністю [8]

$$V_{жс} = f_{жс} \cdot z \cdot L, \quad (3.9)$$

де $f_{жс}$ – площа поперечного перерізу жолобка, см²;

z – кількість жолобків на катушці, шт;

L – довжина робочої частини жолобків катушки, см.

Для визначення площі поперечного перерізу жолобка (рис. 3.1) необхідно побудувати креслення у масштабі, наприклад 5:1 або більшому. На кресленні проводять два концентричні кола з діаметрами d і d_1 . При цьому d – діаметр катушки, виміряний по перемичках між жолобками; у розрахунках приймаємо $d=35$ мм. Діаметр внутрішнього допоміжного кола приймають $d_g=11$ мм.

Далі обидва кола поділяють радіусами на $2z$ рівних частин. На зовнішньому колі катушки вздовж радіусів у прийнятому масштабі відкладають симетрично ширину перемичок між жолобками, яка дорівнює 1,6 мм. Краї перемичок з'єднують між собою тонкими прямими лініями, а також сполучають їх з точками перетину радіусів, що проходять по осі жолобків, із допоміжним колом.

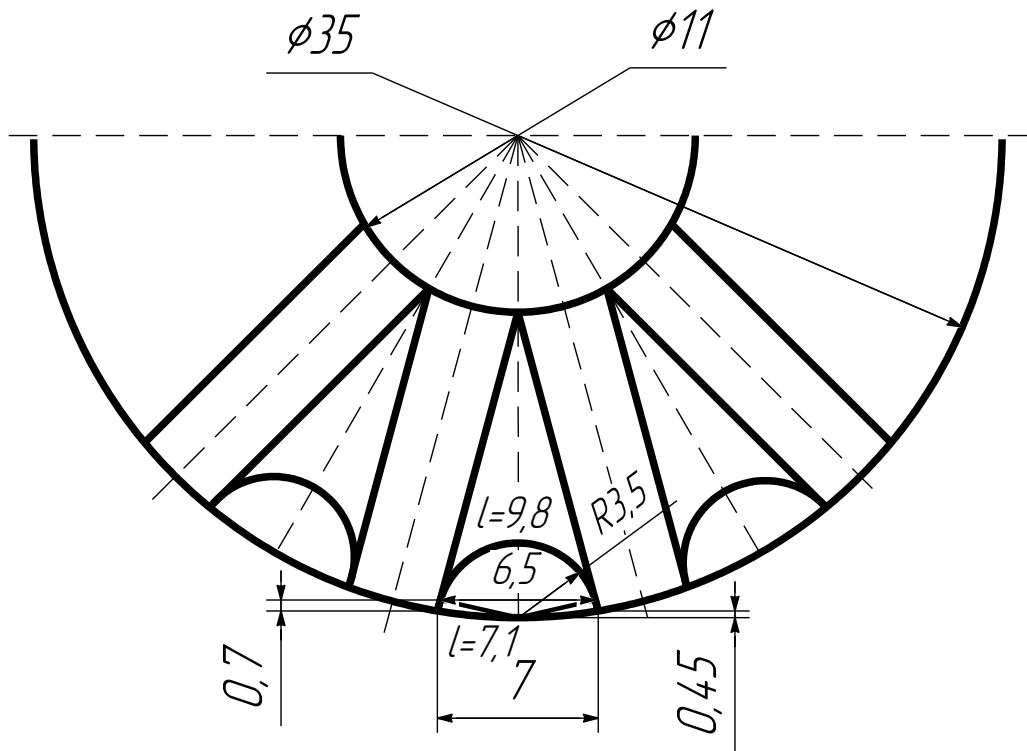


Рисунок 3.1 – Визначення площі поперечного перетину жолобка

Із точок перетину осьових радіусів із зовнішнім колом опускають перпендикуляри до бокових сторін утворених трикутників. Довжину отриманого перпендикуляра приймають за радіус, після чого дно жолобка заокруглюють дугою, дотичною до його бокових стінок. Кінцеві точки цієї дуги з'єднують між собою тонкою лінією [16].

Площу сегмента та трапеції визначають за такими формулами:

$$f_c = \frac{1}{2}[l \cdot r - a \cdot (r - h_0)]; \quad (3.10)$$

$$f_m = (a_m + b_m) \cdot h_m / 2; \quad (3.11)$$

де l – довжина дуги;

a – хорда;

r – радіус кола;

h_0 – стріла сегмента;

a_m, b_m, h_m – висота трапеції та її основи.

Після підстановки числових значень отримаємо:

- площа першого сегмента

$$f_{C1} = \frac{1}{2}(9,8 \cdot 3,5 - 6,5(3,5 - 2,1)) = 0,13 \text{ см}^2;$$

- площа другого сегмента

$$f_{C2} = \frac{1}{2}(7,1 \cdot 17,5 - 7(17,5 - 0,45)) = 0,02 \text{ см}^2;$$

- площа трапеції

$$f_m = (7 + 6,5)0,7/2 = 0,05 \text{ см}^2.$$

Загальну площу поперечного перерізу жолобка катушки визначаємо

$$f_{\text{жс}} = f_{C1} + f_{C2} + f_m. \quad (3.12)$$

Підставивши вихідні дані, отримаємо

$$f_{\text{жс}} = 0,13 + 0,02 + 0,05 = 0,2 \text{ см}^2.$$

Активним називають шар насіння, який розміщується поза межами жолобків катушки і переміщується разом з нею завдяки силам зчеплення насіння з її поверхнею. У цьому шарі швидкість руху насіння змінюється від значення, що дорівнює коловій швидкості точок на зовнішній поверхні катушки V_k , які контактують з насінням, до нуля.

Для спрощення розрахунків застосовують поняття умовного приведенного активного шару C_{np} (рис. 3.2). Через цей умовний шар за один оберт катушки проходить така сама кількість насіння, як і через реальний активний шар, але приймається, що швидкість переміщення насіння по всій товщині цього шару є однаковою і дорівнює V_x .

Формулу для визначення товщини приведенного активного шару насіння можна подати у вигляді [1, 8]

$$C_{np} = b + \varepsilon \cdot L, \quad (3.13)$$

де L – довжина робочої частини жолобків котушки, см;

b і ε – коефіцієнти, значення яких визначені експериментально і становлять:

для пшениці $b=0,17$ см, $\varepsilon=0,02$; для жита $b=0,15$ см, $\varepsilon=0,03$; для цибулі $b=0,14$ см, $\varepsilon=0,03$.

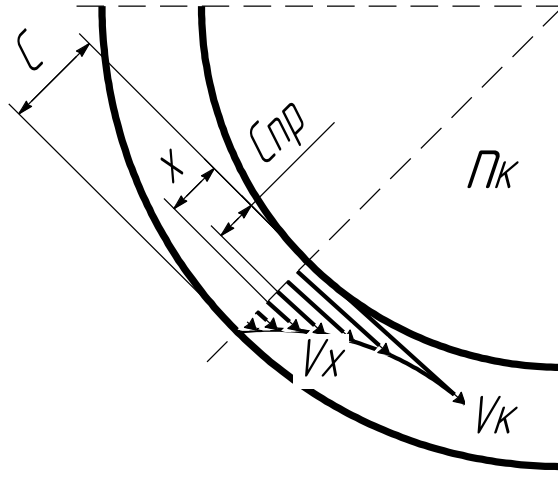


Рисунок 3.2 – Схема зміни швидкості переміщення насіння в активному шарі

Беручи до уваги, що товщина приведеного активного шару значно менша порівняно з радіусом котушки, об'єм насіння, який висівається за рахунок цього шару протягом одного оберту котушки, можна визначити за формулою

$$V_a = \pi \cdot d \cdot C_{np} \cdot L = \pi \cdot d \cdot L \cdot (b + \varepsilon \cdot L), \quad (3.14)$$

З урахуванням співвідношень (3.9) і (3.14) формулу (3.8) можна записати у такому вигляді

$$V_0 = (f_{жс} \cdot z + \pi \cdot d \cdot b) \cdot L + \pi \cdot d \cdot \varepsilon \cdot L^2. \quad (3.15)$$

Прирівнюючи залежності (2.7) і (2.15), одержуємо

$$\frac{H \cdot a \cdot \pi \cdot R_k \cdot (1 + \delta)}{500i \cdot \gamma} = (f_{жс} \cdot z + \pi \cdot d \cdot b) \cdot L + \pi \cdot d \cdot \varepsilon \cdot L^2. \quad (3.16)$$

Із рівняння (3.16) визначаємо вираз для обчислення передаточного числа системи передач від вала опорно-приводного колеса до вала висівного апарата [1]

$$i = \frac{H \cdot a \cdot \pi \cdot R_k \cdot (1 + \delta)}{500 \cdot \gamma \cdot [(f_{жс} \cdot z + \pi \cdot d \cdot b) \cdot L + \pi \cdot d \cdot \varepsilon \cdot L^2]} \quad (3.17)$$

Після підстановки необхідних значень отримуємо

$$i = \frac{16 \cdot 20 \cdot 3,14 \cdot 0,12(1 + 0,07)}{500 \cdot 0,6 \left[(0,2 \cdot 12 + 3,14 \cdot 3,5 \cdot 0,14) \cdot 3 + 3,14 \cdot 3,5 \cdot 0,03 \cdot 3^2 \right]} = 0,368.$$

У розрахунках приймаємо передаточне число $i=0,4$.

Під час виконання розрахунків у формулу (3.17) підставляють максимально можливу робочу довжину жолобків катушки. Отримане значення передаточного числа використовується як вихідний параметр при побудові кінематичної схеми приводу сівалки.

Для визначення необхідної робочої довжини катушки розв'яжемо рівняння (3.16) відносно L [1, 4, 8]. У результаті отримаємо

$$L = \frac{-f_{жс} \cdot z - \pi \cdot d \cdot b + \sqrt{(f_{жс} \cdot z + \pi \cdot d \cdot b)^2 + \frac{H \cdot a \cdot \pi \cdot R_k \cdot d \cdot \varepsilon \cdot (1 + \delta)}{125i \cdot \gamma}}}{2\pi \cdot d \cdot \varepsilon}. \quad (3.18)$$

Підставивши вихідні дані, визначимо

$$L = \frac{-0,2 \cdot 12 - 3,14 \cdot 3,5 \cdot 0,14}{2 \cdot 3,14 \cdot 3,5 \cdot 0,03} + \frac{\sqrt{(0,2 \cdot 12 + 3,14 \cdot 3,5 \cdot 0,14)^2 + \frac{16 \cdot 20 \cdot 3,14 \cdot 0,12 \cdot 3,5 \cdot 0,03 \cdot (1 + 0,07)}{125 \cdot 0,4 \cdot 0,6}}}{2 \cdot 3,14 \cdot 3,5 \cdot 0,03} = 2,6 \text{ см.}$$

У формулах (3.17) та (3.18) параметри b , L і d підставляють у сантиметрах.

У підсумку приймаємо:

– передаточне число передачі від вала опорно-приводного колеса до вала висівного апарата $i=0,4$;

– робочу довжину котушки висівного апарата $L=2,6$ см.

Визначення маси насіння для налаштування сівалки на задану норму висіву. Масу насіння (у грамах), яку необхідно висіяти на площі 1 м^2 при заданій нормі висіву, визначаємо за формулою [14]

$$q = \frac{H \cdot 1000}{10000}, \quad (3.19)$$

де H – норма висіву насіння, кг/га.

Площу, що засівається сівалкою при переміщенні її вперед за z обертів опорно-приводного колеса, визначаємо за формулою

$$F = 2z \cdot B \cdot \pi \cdot R_k \cdot (1 + \delta), \quad (3.20)$$

де B – робоча ширина захвату сівалки, м.

Масу насіння (у кілограмах), яка повинна бути висіяна за 6 обертів опорно-приводного колеса, визначаємо за формулою

$$Q = q \cdot F = \frac{0,2 \cdot H \cdot z \cdot B \cdot \pi \cdot R_k \cdot (1 + \delta)}{1000}. \quad (3.21)$$

Після підстановки числових значень отримаємо

$$Q = \frac{0,2 \cdot 16 \cdot 6 \cdot 0,4 \cdot 3,14 \cdot 0,12 \cdot (1 + 0,07)}{1000} = 0,004 \text{ кг.}$$

Перевірка правильності налаштування сівалки на задану норму висіву у польових умовах виконується таким чином. Під час руху агрегату сошники не занурюють у ґрунт, щоб насіння, яке висівається на ділянці рядка довжиною $2 \dots 2,5$ м, випадало безпосередньо на поверхню поля. Після цього в середній частині зазначеної ділянки підраховують фактичну кількість висіяного насіння і

порівнюють її з розрахунковим значенням. Розрахункову величину визначають, виходячи з таких міркувань.

Як зазначалося раніше, маса насіння, що висівається на 1 погонний метр рядка, визначається за формулою (3.2). Якщо поділити цю масу на масу одного зерна, можна визначити кількість насінин (у штуках), що повинна висіватися на 1 погонний метр рядка при заданій нормі висіву.

Однією з характеристик посівного матеріалу є маса 1000 насінин. Наприклад, для насіння цибулі, залежно від сорту, умов вирощування та інших факторів, маса 1000 насінин знаходиться в межах 2,8...5 г. Середню масу однієї насінини визначають діленням маси 1000 насінин на 1000, тобто $\sigma/1000$, де σ – маса 1000 насінин.

Підставивши це значення маси однієї насінини у формулу для визначення маси насіння, яке повинно висіватися на 1 погонний метр рядка, одержимо

$$\mu = H \cdot a / \sigma. \quad (3.22)$$

Після підстановки числових значень отримуємо

$$\mu = 16 \cdot 20 / 4 = 80 \text{ шт.}$$

У результаті проведених розрахунків встановлено:

- маса насіння, яка повинна висіватися за 6 обертів опорно-приводного колеса, становить $Q=0,004$ кг;
- кількість насінин, що мають висіватися на 1 погонний метр рядка, становить $\mu=80$ шт.

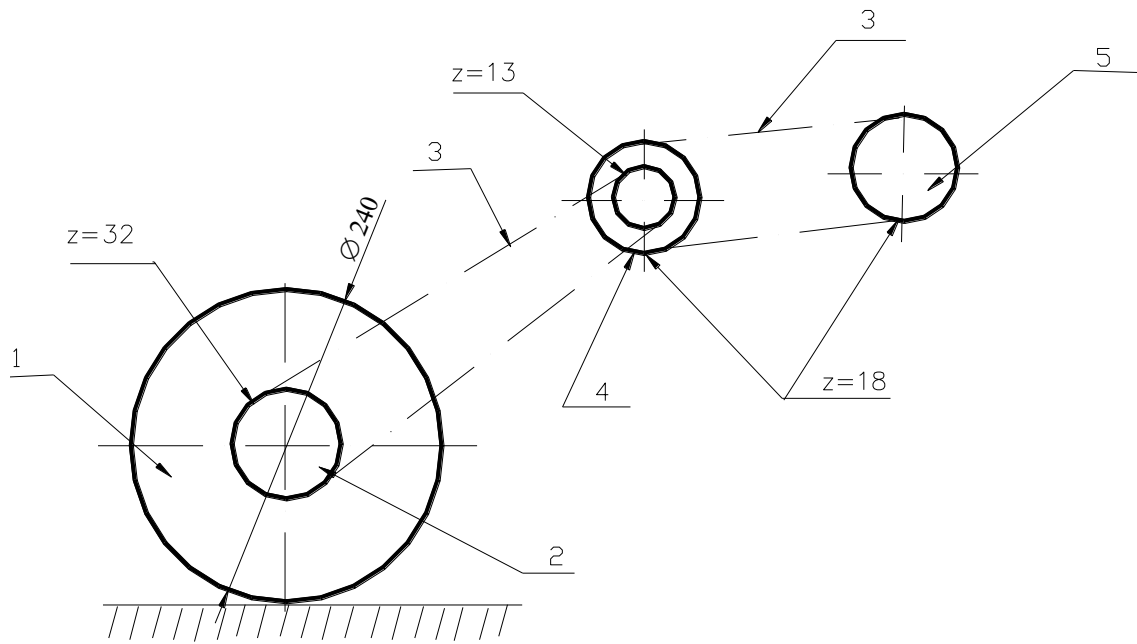
3.2 Розрахунок кінематичної схеми приводу висівного апарату малогабаритної сівалки-культиватора

Привід валів висівних апаратів від ходових коліс сівалки здійснюється за допомогою механізмів передач. У сівалках, висівні апарати яких регулюють норму висіву шляхом зміни довжини робочої частини котушки, використовують зубчасті, ланцюгові або комбіновані зубчасто-ланцюгові передачі [1, 4, 8].

У машинах, де довжина робочої частини котушки є постійною, а регулювання норми висіву здійснюється зміною частоти обертання висівного вала, застосовують складніші механізми передач. Такі системи, як правило, складаються з основної зубчастої або ланцюгової передачі та механізму зміни швидкостей чи безступінчастого варіатора. Подібні конструкції використовуються переважно на деяких зарубіжних моделях сівалок. Для забезпечення рівномірного висіву насіння різних культур і встановлення необхідних норм висіву у вітчизняних сівалках застосовують механізми передач із декількома фіксованими передаточними числами.

У складних дво- та трибункерних сівалках, призначених для комбінованого висіву, використовують більш складні системи передач. Для забезпечення повного загортання насіння механізм передачі повинен вимикатися трохи раніше, ніж відбувається піднімання сошників. Вимкнення передачі здійснюється за допомогою храпових муфт у разі використання ланцюгової передачі або хитної рамки, яка виводить паразитну шестерню із зачеплення при застосуванні зубчастої чи зубчасто-ланцюгової передачі. Для забезпечення плавного входження зубчастих коліс у зачеплення використовують пружини.

Кінематична схема приводу малогабаритної сівалки наведена на рис. 3.3.



1 – опорно-приводне колесо; 2 – ведуча зірочка; 3 – ланцюгова передача;
4 – проміжна зірочка; 5 – зірочка валу висівного апарату

Рисунок 3.3 – Кінематична схема приводу малогабаритної сівалки

Передаточне відношення механізму $i_o = n_B / n_K$ передачі підбирають з урахуванням мінімальної та максимальної норми висіву. Максимальне значення передаточного відношення приводу висівного апарату малогабаритної сівалки визначають за формулою

$$i_{o\max} = \frac{Q \cdot B \cdot \pi \cdot D}{10q \cdot m (1 - K)}, \quad (3.23)$$

де Q – норма висіву, кг/га;

q – маса насіння з мінімальною об'ємною масою, що висівається за один оберт катушки при максимальному відкритті, г;

m – кількість висівних апаратів;

B – ширина захвату сівалки, м;

D – діаметр колеса, м;

K – коефіцієнт ковзання коліс ($K = 0,07 \dots 0,14$); у розрахунках приймаємо

$K=0,1$.

Після підстановки необхідних значень отримуємо

$$i_{o\max} = \frac{16 \cdot 0,65 \cdot 3,14 \cdot 0,24}{10 \cdot 0,73 \cdot 2(1 - 0,1)} = 0,6.$$

Мінімальне передаточне відношення визначають за формулою

$$i_{o\min} = \frac{Q \cdot B \cdot \pi \cdot D}{10 \cdot q_1 \cdot m \cdot (1 - K)}, \quad (3.24)$$

де q_1 – маса насіння з максимальною об'ємною масою, що висівається за один оберт котушки при максимальному відкритті, г.

Після підстановки вихідних даних отримуємо

$$i_{o\min} = \frac{16 \cdot 0,65 \cdot 3,14 \cdot 0,24}{10 \cdot 2,2 \cdot 2(1 - 0,1)} = 0,2.$$

Оптимальне передаточне відношення приводу малогабаритної сівалки визначається за формулою

$$i_o = \frac{n_\partial}{n_\kappa}, \quad (3.25)$$

де n_∂ – число обертів висівної котушки;

n_κ – число обертів приводного колеса.

Тоді

$$i_o = 32/80 = 0,4.$$

У результаті розрахунків визначено:

- максимальне передаточне відношення приводу сівалки $i_{o\max} = 0,6$;
- мінімальне передаточне відношення $i_{o\min} = 0,2$;
- оптимальне передаточне відношення $i_o = 0,4$.

3.3 Розрахунок ланцюгової передачі приводу сівалки

Вихідні дані для розрахунку:

- передаточне відношення $i=0,4$;
- частота обертання ведучої зірочки $n_1=105$ об/хв;
- потужність приводу $0,5$ кВт.

Спочатку визначаємо число зубів ведучої зірочки z_1 відповідно до заданого передаточного відношення. Приймаємо $z_1 = 32$.

Число зубів веденої зірочки визначаємо за формулою [1, 4, 8]

$$z_2 = i \cdot z_1. \quad (3.26)$$

Провівши розрахунки

$$z_2 = 32 \cdot 0,4 = 12,8.$$

Приймемо $z_2 = 13$ мм.

Крок ланцюга t визначаємо з урахуванням стандартних значень за формулою

$$t = \frac{4760}{\sqrt[2]{n_1^2 \cdot z_1}}. \quad (3.27)$$

Отримуємо

$$t = \frac{4760}{\sqrt[2]{105^2 \cdot 32}} = 8 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартне значення $t = 12,7$ мм.

Далі перевіряємо допустиму частоту обертання для обраного кроку та числа зубів. Для ланцюга з кроком $t = 12,7$ мм і числом зубів $z_1 = 32$ максимальна частота обертання становить 2700 хв⁻¹, що повністю задовольняє умови роботи.

Фактичну швидкість руху ланцюга визначаємо за формулою

$$v = \frac{z \cdot n \cdot t}{60 \cdot 1000} \quad (3.28)$$

Після підстановки значень отримуємо

$$v = \frac{32 \cdot 105 \cdot 12,7}{60 \cdot 1000} = 0,7 \text{ м/сек.}$$

Допустимі значення швидкості руху ланцюга не повинні перевищувати 15 м/с, тому отримане значення є допустимим.

Максимальну швидкість руху ланцюга визначаємо за формулою

$$v_{\max} = 7,3\sqrt{z/t} \quad (3.29)$$

Після підстановки даних отримуємо

$$v_{\max} = 7,3\sqrt{12,7} = 11,59 \text{ м/с.}$$

Це значення не перевищує рекомендовану межу $v_{\max} = 18 \text{ м/сек.}$

Коефіцієнт запасу міцності n для ланцюга з кроком $t = 12,7 \text{ мм}$ і числом зубів ведучої зірочки менше 50 приймаємо $n = 7,0$.

Корисне зусилля у ланцюговій передачі визначаємо за формулою

$$P = 750 \cdot N/v \quad (3.30)$$

Після підстановки значень отримуємо

$$P = 750 \cdot 0,5/0,7 \approx 540 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт експлуатації визначаємо за формулою

$$k_E = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3; \quad (3.31)$$

де k_1 – коефіцієнт умов роботи (при постійній роботі з нерівномірним навантаженням приймаємо $k_1 = 1,3$);

k_2 – коефіцієнт змащування (при періодичному змащуванні $k_2 = 1,3$);

k_3 – коефіцієнт, що враховує розташування передачі (при куті нахилу більше 45° $k_3 = 1,3$).

Після підстановки значень

$$k_E = 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 2,197;$$

приймаємо $k_E = 2,2$.

Руйнівне навантаження на ланцюг визначаємо за формулою

$$Q = P \cdot n \cdot k_E. \quad (3.32)$$

Після підстановки значень

$$Q = 54 \cdot 7,0 \cdot 2,2 = 8316 \text{ Н.}$$

Умова $Q \gg P$ виконується.

Відповідно до ГОСТ 13568-75 приймаємо приводний втулково-роликівий ланцюг ПРЛ-12,7-900-1.

Перевірку ланцюга за питомим тиском у шарнірі виконуємо за формулою

$$p = \frac{P \cdot k_E}{K} \leq [p]; \quad (3.33)$$

де $[p]$ – допустимий питомий тиск у шарнірі ланцюга ($[p] = 45 \text{ кг/мм}^2$) [2];

K – характеристика ланцюга, яка для втулково-роликівого ланцюга визначається за формулою

$$K = d_2 \cdot l_{BM}; \quad (3.34)$$

де d_2 і l_{BM} – діаметр валика та довжина опорної поверхні втулки.

$$K = 3,66 \cdot 9 = 32,94.$$

Після підстановки значень

$$p = 536 \cdot 2,2 / 32,94 = 35,8 \text{ кг/мм}^2.$$

Отже, $p \leq [p]$, що підтверджує працездатність ланцюгової передачі.

Визначення міжосьової відстані зірочок $i < 3$. Як правило, відстань між центрами зірочок ланцюгової передачі приймають у межах $A = (30 \dots 50) \cdot t$.

Мінімально допустиму міжосьову відстань для ланцюгової передачі при $i^0 < 3$ визначають за формулою

$$A_{\min} = \frac{D_1 + D_2}{2} + (30 \dots 50). \quad (3.35)$$

Підставивши значення, отримаємо

$$A_{\min} = \frac{130 + 54}{2} + (30 \dots 50) = 142 \text{ мм.}$$

У розрахунках приймаємо $A = 190$ мм, що перевищує мінімально допустиме значення. У результаті розрахунку ланцюгової передачі приводу малогабаритної сівалки встановлено:

- число зубів ведучої зірочки, $z_1 = 32$;
- число зубів веденої зірочки, $z_2 = 13$;
- тип приводного ланцюга – ПРЛ-12,7-900-1;
- швидкість руху ланцюга, 0,7 м/сек;
- корисне зусилля, 540 Н;
- коефіцієнт експлуатації, $k_E = 2,2$;
- відстань між центрами зірочок, $A = 190$ мм.

За результатами проведених розрахунків параметрів малогабаритної сівалки для норми висіву 16 кг/га і ширини міжряддя 200 мм при висіві цибулі одержано такі значення:

- довжина робочої частини котушки висівного апарата, $L = 2,6$ см;
- маса насіння, яка повинна бути висіяна за 6 обертів колеса, $Q = 0,004$ кг;
- кількість насінин, що повинна висіватися на 1 погонний метр рядка $\mu = 80$ шт.

3.4 Розрахунок і проектування універсальної стрілкової лапи малогабаритного культиватора

Розроблене у даній кваліфікаційній роботі бакалавра знаряддя може використовуватися як малогабаритний культиватор для міжрядного обробітку просапних культур, висіяних за допомогою малогабаритної сівалки. Основними робочими органами культиватора є плоскорізальні та універсальні стрілкові лапи [1, 4, 24].

Основні параметри, що визначають конструкцію та геометричні розміри універсальних стрілкових лап як робочих органів, наведені на рис. 3.4.

До них належать:

- кут розхилу, 2γ ;
- кут підйому грудей лапи, α ;
- кут кришіння, β ;
- ширина полиці лапи, b ;
- ширина захвату, $B_{\text{л}}$;
- висота верхнього обрізу полиці лапи, $h \cdot (h + b \cdot \sin \beta)$.

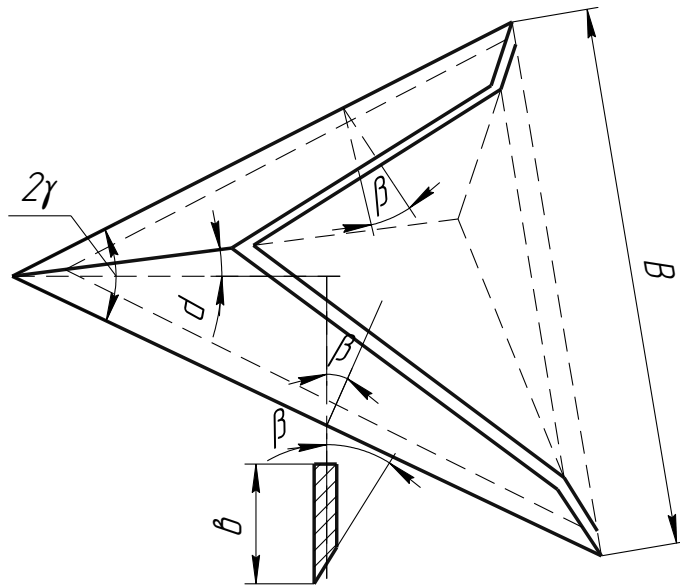


Рисунок 3.4 – Універсальна стрілкова лапа – як трьохгранний клин

Вибір величини кута розхилу 2γ (див. рис. 3.4) ґрунтується на умові, за якої коріння та стебла бур'янів повинні ковзати вздовж леза лапи. За такої умови забезпечується процес різання з ковзанням, що полегшує перерізання бур'янів або їх сходження з леза лапи у випадку, якщо різання не відбулося. Це запобігає намотуванню бур'янів на робочий орган.

Якщо значення кута γ перевищує допустиме, сила тертя F , що виникає між корінням бур'янів і лезом лапи, стає більшою за силу опору T (рис. 3.5). У такому випадку бур'яни не сходять із леза, що може призвести до забивання лапи [4, 8].

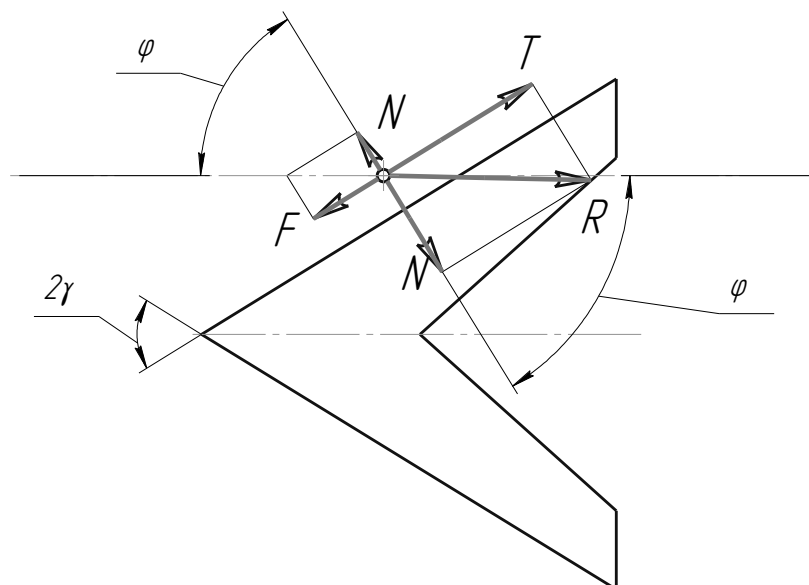


Рисунок 3.5 – Схема дії сил на лезо лапи під час підрізання бур'яну

Під час руху лапи у ґрунті на стебло бур'янини діє сила R (див. рис. 3.5), яка дорівнює силі зминання ґрунту рослиною. Цю силу можна розкласти на тангенціальну складову T , що діє вздовж леза і визначається як $T = R \cdot \cos \gamma$, та нормальну силу $N = R \cdot \sin \gamma$. Під дією сили T бур'ян буде переміщуватися по лезу за умови, коли виконується співвідношення

$$T > F; \quad (3.36)$$

де F – сила тертя бур'яну по лезу, що визначається виразом

$$F = f \cdot N; \quad (3.37)$$

де f – коефіцієнт тертя бур'яну по поверхні леза, $f = \operatorname{tg} \varphi$.

Підставивши у рівняння (3.36) значення T і N , отримаємо

$$R \cdot \cos \gamma > R \cdot \sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad \text{або} \quad \operatorname{tg}(90^\circ - \gamma) > \operatorname{tg} \varphi. \quad (3.38)$$

З урахуванням того, що

$$\gamma < 90^\circ - \varphi; \quad (3.39)$$

де φ – кут тертя бур'яну по металевій поверхні леза, для бур'янів приймаємо \

$$\varphi = 45^\circ.$$

Тоді

$$\gamma < 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ, \quad \text{тобто} \quad \gamma < 45^\circ.$$

Значення R значною мірою залежить від типу ґрунту та його фізичного стану. Тому для різних типів ґрунтів рекомендується застосовувати лапи з різними значеннями цього кута γ . Так, для чорноземних ґрунтів рекомендується кут розхилу $2\gamma = 50 - 58^\circ$; для ґрунтів середньої в'язкості $2\gamma = 60 - 78^\circ$; для піщаних ґрунтів $2\gamma = 70 - 80^\circ$.

Оскільки розроблений у даній роботі малогабаритний культиватор призначений для обробітку ґрунтів середньої в'язкості, приймаємо кут розхилу $2\gamma = 60^\circ$.

Якість підрізання бур'янів лапами значною мірою залежить від величини кута різання, ступеня загострення леза та величини кута . Спосіб заточування леза визначається величиною кута кришіння (різання). Кут різання визначають за залежністю [10, 13]

$$\beta_o = i + \varepsilon; \quad (3.40)$$

де i – кут загострення, $i = 12 - 15^\circ$;

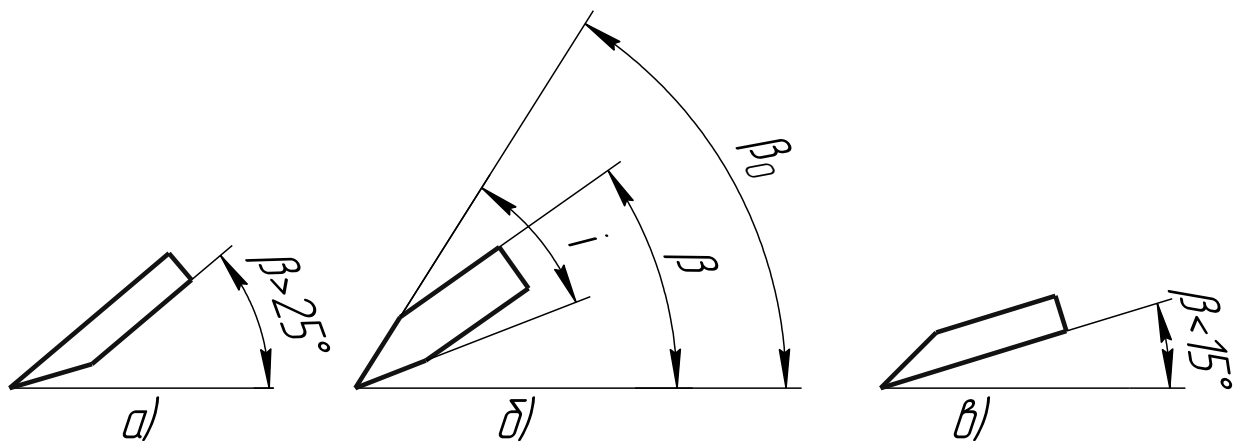
ε – затиловочний кут, $\varepsilon = 10^\circ$.

Отримаємо

$$\beta_0 = (12 - 15) + 10 = 22 - 25^\circ.$$

Оскільки кут кришіння $15^\circ < \beta < 25^\circ$, доцільно застосовувати комбіноване загострення леза (рис. 3.6). Відповідно до вимог ДСТУ 1343-54 гострота леза не повинна перевищувати 0,3 мм.

Величини кута кришіння β та кута підйому грудей лапи α вибирають із умови забезпечення необхідного розпушування ґрунту без винесення нижніх шарів на поверхню. Згідно з ДСТУ 1343-54 для універсальної стрілкової лапи $\beta = 20 - 30^\circ$, прийmemo $\beta = 30^\circ$; $\alpha = 16^\circ$.



а) при $\beta > 25^\circ$; б) при $\beta = 15^\circ \dots 25^\circ$; в) при $\beta < 15^\circ$.

Рисунок 3.6 – Схеми комбінованого загострення леза універсальної стрілкової лапи

Товщину матеріалу лапи S вибирають залежно від ширини захвату B , ширини крила b , глибини обробітку h_0 , типу ґрунту та механічних властивостей сталі, з якої виготовлено робочий орган. Орієнтовно товщину матеріалу лапи визначають за залежністю для полільних лап.

$$S \leq 0,02B. \quad (3.41)$$

Ширину захвату поліельних лап визначають з урахуванням умов стійкості ходу по глибині, самоочищення робочих органів, а також умов їх експлуатації.

Ширину захвату лап малогабаритного культиватора визначають, виходячи з умов заглиблення, здатності до розпушування ґрунту та зручності їх розміщення при міжрядному обробітку просапних культур із різною шириною міжрядь. Для даного культиватора приймаємо ширину універсальної стрілкової лапи $B_{С.Л.} = 80$ мм (див. рис. 3.4), а ширину плоскорізальної лапи $B_{П.Л.} = 160$ мм.

3.5 Перевірка на міцність стійки стрілкової лапи малогабаритного культиватора

Усі різновиди робочих органів культиваторних лап монтуються на стояках і виконані як змінні елементи. Така конструкція забезпечує можливість швидкої заміни одного типу лап іншим, а також полегшує їх демонтаж для проведення загострення або технічного обслуговування.

Стояки культиваторів, які використовують для кріплення стрілкових лап, поділяють на два основні типи – жорсткі та пружинні. Жорсткі стояки виготовляють зі сталі не нижче марки Ст 6. Для закріплення універсальних стрілкових лап у конструкції розроблюваного культиватора доцільно застосувати жорсткі стояки, конструктивна форма яких наведена на рис. 3.7.

Геометричні параметри жорстких стояків культиваторів характеризуються радіусом r_0 , вильотом L та висотою H (рис. 3.8). Значення радіуса визначають за залежністю [1, 4, 8]

$$r_0 = \frac{(H_r - l \cdot \sin \alpha)}{\cos \alpha}, \quad (3.42)$$

де l – довжина прямої ділянки лапи;

H_r – висота, яка визначається з умови $H_r \geq 2 \cdot h_0$;

h_0 – максимальна глибина обробітку ґрунту лапою.

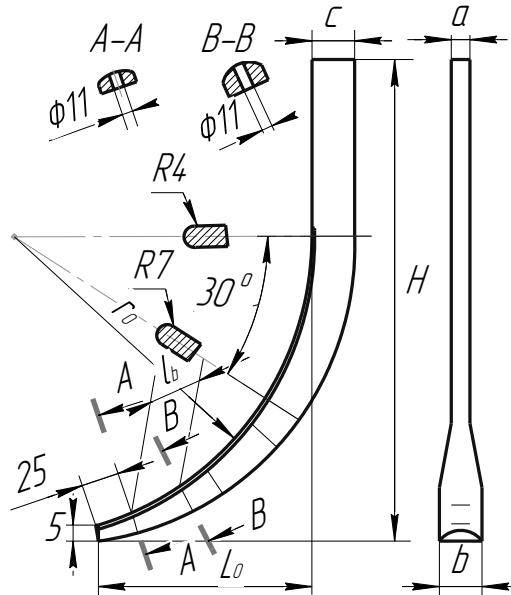


Рисунок 3.7 – Жорсткий стояк робочої лапи культиватора

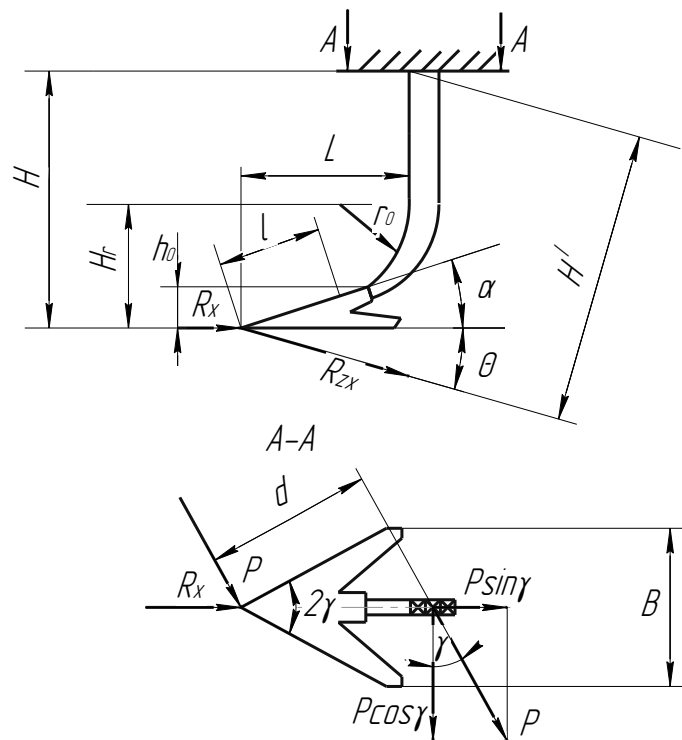


Рисунок 3.8 – Розрахункова схема стояка лапи культиватора

Виліт стояка визначають за формулою

$$L = r_0 \cdot (1 - \sin \alpha) + l \cdot \cos \alpha. \quad (3.43)$$

Висоту стояка, тобто відстань від опорної поверхні лапи до нижньої частини рами, визначають з умови запобігання забиванню культиватора рослинними рештками та ґрунтом

$$H = H' + h_0, \quad (3.44)$$

де H' – відстань від нижньої частини рами до поверхні ґрунту; приймаємо 200мм.

Тяговий опір культиватора залежить від ширини захвату B_K та питомого опору ґрунту q , який відповідає заданій глибині обробітку і типу робочих органів. Для умов міжрядного обробітку тяговий опір культиватора визначають за формулою

$$F_K = (B_K - 2e \cdot m) \cdot q + G_P \cdot f, \quad (3.45)$$

де m – кількість рядів робочих органів культиватора, $m = 1$;

e – ширина захисної зони, $e = 0,07$ м;

q – питомий опір при міжрядному обробітку полільними лапами,

$q = 1$ кН/м [41];

G_P – маса навісного знаряддя, $G_P = 56$;

f – коефіцієнт перекочування, $f = 0,2$.

Підставивши числові значення у формулу (3.45), отримаємо

$$F_K = (0,36 - 2 \cdot 0,07 \cdot 1) \cdot 1 + 0,056 \cdot 0,2 = 0,231 \text{ кН} = 231 \text{ Н}.$$

Робочі органи культиватора розташовують симетрично відносно осі машини. Лапи можуть встановлюватися на рамі як жорстко, так і за допомогою шарнірних з'єднань. Для розроблюваного культиватора приймаємо жорстке кріплення лап.

Напружений стан стояка лапи визначається силою опору ґрунту, яка діє на поверхню робочого органа. Найбільш несприятливі умови роботи виникають у випадку, коли зосереджене навантаження прикладене лише з одного боку робочого органа – у крайній точці його полиці (рис. 3.9). Саме такий випадок навантаження приймають для перевірки елемента на міцність.

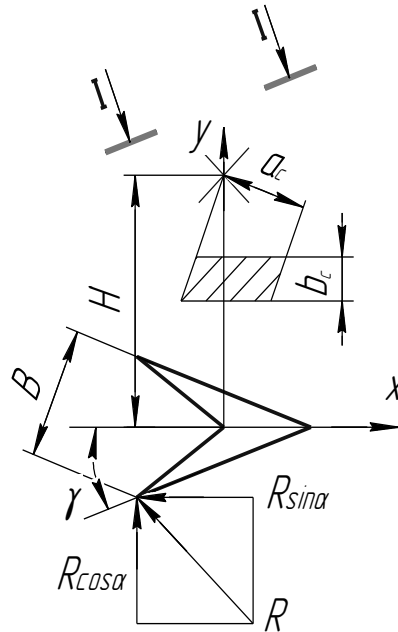


Рисунок 3.9 – Розрахункова схема стійки лапи культиватора

Для спрощення подальших розрахунків силу R розкладають на дві складові $R \cdot \sin \gamma$ та $R \cdot \cos \gamma$. Припускаємо, що сила R діє в горизонтальній площині, тобто кут $\beta = 0$. Величину сили опору робочому органу визначають із залежності

$$R = \frac{(B_K - 2e \cdot m) \cdot q - G_P \cdot f}{n}, \quad (3.46)$$

де n – кількість полільних лап, $n=2$.

Після підстановки числових значень у вираз (3.46) одержимо

$$R = \frac{(0,36 - 2 \cdot 0,07 \cdot 1) \cdot 1 - 0,056 \cdot 0,2}{2} = 116 \text{ Н.}$$

Найбільш небезпечним перерізом стояка є переріз 1–1 у місці його з'єднання з рамою (див. рис. 3.9).

Згинальні моменти у цьому перерізі визначають за формулою

$$M_X = H \cdot R \cdot \sin \gamma; \quad M_Y = H \cdot R \cdot \cos \gamma. \quad (3.47)$$

де H – висота лапи разом зі стояком, $H = 230$ мм.

Максимальне нормальне напруження у поперечному перерізі стояка визначають за формулою

$$\sigma_{зГ} = \frac{M_X}{W_Y} + \frac{M_Y}{W_X} \quad (3.48)$$

де W_Y і W_X – осьові моменти інерції поперечного перерізу стояка.

Осьові моменти інерції поперечного перерізу стояка визначаємо за формулою

$$W_Y = \frac{b_C \cdot h_C^2}{6}, \quad W_X = \frac{h_C \cdot b_C^2}{6}, \quad (3.49)$$

де b_C – ширина поперечного перерізу стояка, $b_C = 6$ мм;

h_C – висота поперечного перерізу стояка, $h_C = 30$ мм.

Підставивши значення (3.48) з урахуванням залежностей (3.49) одержимо

$$\sigma_{зГ} = 6 \frac{230 \cdot 116 \cdot \sin 30^0}{16 \cdot 30^2} + 6 \frac{230 \cdot 116 \cdot \cos 30^0}{30 \cdot 6^2} = 134 \text{ Н/мм}^2.$$

Окрім згину, стояк полільної лапи зазнає також дії крутного моменту

$$M_{КР} = \frac{1}{2} \cdot B \cdot R \cdot \sin \gamma, \quad (3.50)$$

де B – ширина захвату стрілкової лапи, $B = B_{С.Л.} = 80$ мм.

Отримаємо

$$M_{КР} = \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot 116 \cdot \sin 30^0 = 2320 \text{ Нмм} = 2,32 \text{ Нм}.$$

Дотичні напруження, що виникають у цьому випадку, визначають за формулою

$$\tau = \frac{M_{KP}}{W_{KP}}; \quad (3.51)$$

де W_{KP} – момент опору стояка при крученні визначають із залежності

$$W_{KP} = \beta \cdot b_C^2; \quad (3.52)$$

де β – коефіцієнт, значення якого залежить від співвідношення ; h_C/b_C ,

$$\beta = 1,3;$$

Після підстановки числових значень отримаємо $W_{KP} = 1,3 \cdot 6^3 = 47 \text{ мм}^3$,
тоді

$$\tau = \frac{2320}{47} = 49 \text{ Н/мм}^2.$$

Приведене напруження у стояку полільної лапи визначають за однією з теорій міцності

$$\sigma_{PP} = \sqrt{\sigma_{3Г}^2 + 3 \cdot \tau^2}. \quad (3.53)$$

Підставивши у формулу (3.53) результати розрахунків за виразами (3.48) і (3.51), одержимо

$$\sigma_{PP} = \sqrt{134^2 + 3 \cdot 49^2} = 159 \text{ Н/мм}^2.$$

Отримане значення порівнюємо з допустимим напруженням для матеріалу стояка, виготовленого зі сталі Ст.5 за ДСТУ 380-57, для якої $[\sigma] = 160 \text{ Н/мм}^2$

$$\sigma_{PP} = 159 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma] = 160 \text{ Н/мм}^2.$$

Таким чином, умова міцності виконується, що свідчить про достатню міцність стояка.

Аналогічним способом виконують перевірку на міцність стояка плоскорізальної лапи культиватора. Креслення стояків стрілчастих і плоскорізальних лап розробленого малогабаритного культиватора наведені на рис. 3.10 та у графічній частині кваліфікаційної роботи бакалавра.

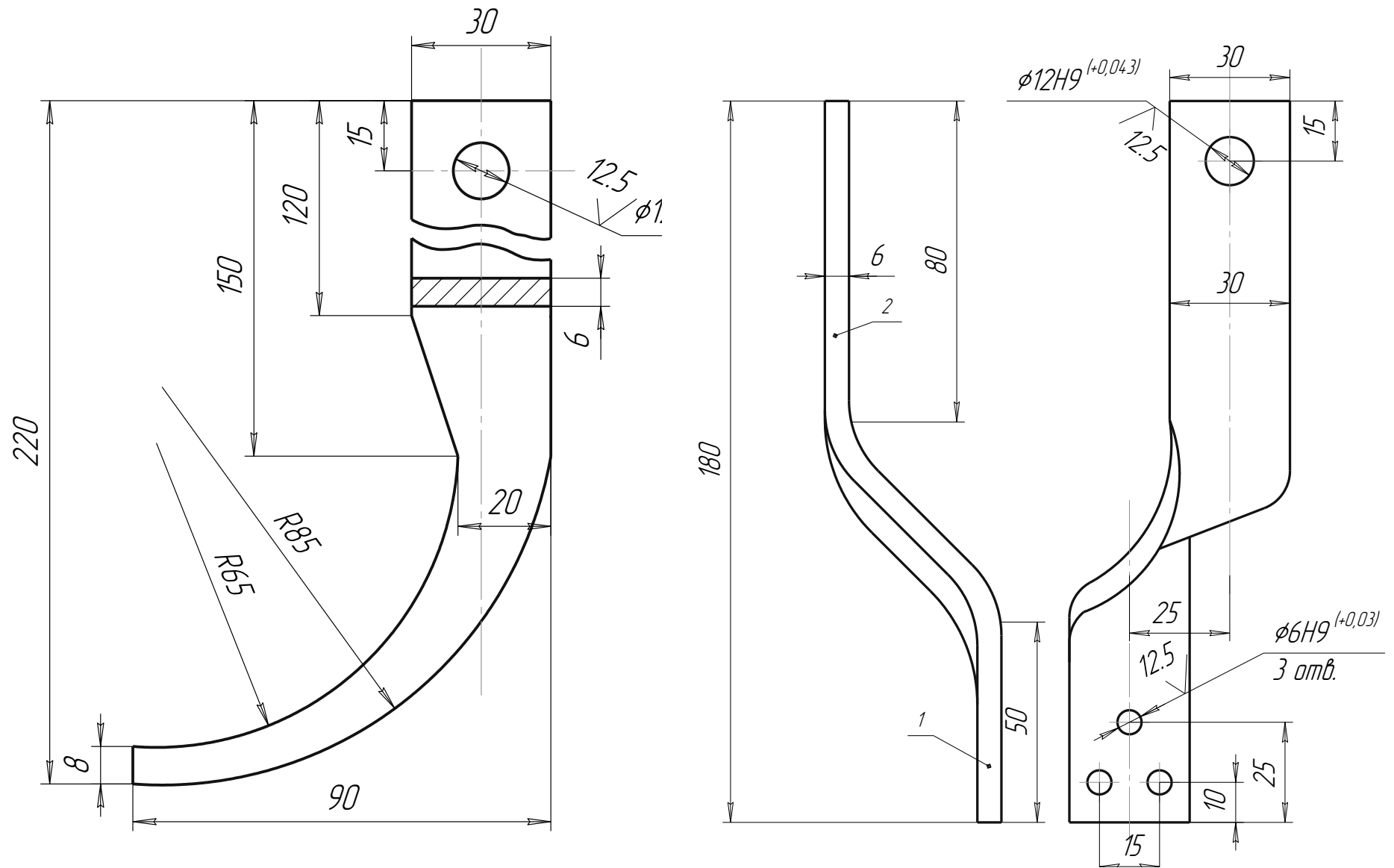


Рисунок 3.10 – Сійки стрілкої та плоскорізьної лап малогабаритного культиватора

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Держава – гарант забезпечення життєдіяльності

Організація безпеки і захисту населення України, об'єктів економіки і національного надбання держави розглядається як невід'ємна частина державного будівництва, як найважливіша функція центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій і виконавчих органів влади [2].

Рівень національної безпеки не може бути достатнім, якщо у загальнодержавному масштабі не буде вирішене завдання захисту населення, об'єктів економіки і національного надбання від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру.

Для реалізації прав людини для захисту її життя і здоров'я від небезпечних наслідків надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу держава, як гарант цього права, створила державну систему – Цивільну оборону України, увівши її в дію Законом України «Про Цивільну оборону України» від 3 лютого 1993 року з наступними змінами і доповненнями в Законі України «Про Цивільну оборону України» від 24 березня 1999 року, а також Положенням Кабінету Міністрів України «Про Цивільну оборону України (1994 р.)».

Цивільна оборона (ЦО) України є державною системою органів управління сил і засобів, створюваних для організації забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного, екологічного, природного і військового характеру.

Цивільна оборона організовується на всіх об'єктах народного господарства з метою завчасної підготовки їх до захисту людей від ядерної, хімічної і бактеріологічної зброї, забезпечення максимального зниження втрат при застосуванні зброї масового ураження, створення умов, що підвищують

стійкість роботи підприємства у військовий час, і своєчасного проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновних робіт.

Цивільна оборона України організується за територіально-виробничим принципом на всій території і є сукупністю структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться на всій території держави, як правило, заздалегідь, з врахуванням особливостей кожного району.

Згідно Закону України «Про правові засади цивільного захисту», який визначає правові та організаційні засади у сфері цивільного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного, природного та військового характеру, повноваження органів виконавчої влади та інших органів управління, порядок створення і застосування сил, їх комплектування, проходження служби, а також гарантії соціального і правового захисту особового складу органів та підрозділів цивільного захисту.

Цивільний захист це – система організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів, які здійснюються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підпорядкованими їм силами і засобами, підприємствами, установами та організаціями незалежно від форми власності, добровільними рятувальними формуваннями, що забезпечують виконання цих заходів з метою запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій, які загрожують життю та здоров'ю людей, завдають матеріальних збитків у мирний час [2].

На організм людини діють небезпечні і шкідливі виробничі чинники (НВЧ і ШВЧ), які розділяються на чотири групи: фізичні; хімічні; біологічні; психофізіологічні.

До фізичних ШВЧ відносяться частини машин; гострі кромки; підвищений рівень вібрації, шуму; аномальне значення мікроклімату; підвищена загазованість, випромінювання і т.д.

Хімічні чинники діляться на токсичні, що дратують (алергени), канцерогенні, мутагенні.

Біологічні НВЧ: патогенні мікроорганізми і продукти їхньої життєдіяльності; рослини; тварини; людина.

Психофізіологічні НВЧ: нервово-емоційні перевантаження; монотонність; статичне, динамічне навантаження; робота в нічну зміну і т.д.

Розглянемо способи захисту людини від впливу деяких з цих факторів.

Захист від вібрації. Зниження вібрації у джерелах їхніх виникнень: підвищення точності припрацювання деталей; оптимізація технологічного процесу; поліпшення балансування.

Поліпшення організації праці вібронебезпечних процесів: загальна кількість часу в контакті з віброобладнанням не повинна перевищувати зміни; одноразову дію не повинно перевищувати для локальної – 20хвилин, для загальної – 40 хвилин.

Захист від шуму досягається розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів індивідуального і колективного захисту, будівельно-акустичними методами.

До головних заходів захисту від випромінювання відносяться: використання джерел із мінімальним виходом випромінювання (захист кількістю); обмеження часу роботи (захист часом); віддалення робочих місць від джерел (захист відстанню); екранізування джерел або робочих місць.

Технічні засоби електронезбезпеки включають: ізоляцію струмопровідних частин, захисне заземлення, замулення, захисне вимикання, малу напругу, вирівнювання потенціалів, електричне розділення, загороджувальні пристрої, запобіжну сигналізацію, блокування, знаки безпеки, засоби індивідуального захисту та інші.

4.2 Підвищення стійкості роботи агропромислового об'єкту

На об'єкті повинен бути забезпечений надійний захист людей за кількістю працюючої зміни від усіх видів надзвичайних ситуацій. Працівники об'єкту забезпечуються засобами індивідуального захисту. Робиться перерахунок по змінах робітників і службовців, що залишаються, відповідно з технологічним процесом. При визначенні тривалості робочого дня і складанні змінного графіка роботи змін враховують реальні потреби виробництва, щоб уникнути скупчення на території об'єкту людей [2].

Насичення сучасних технологічних ліній засобами автоматики і телемеханіки, електронною і напівпровідниковою технікою значною мірою сприяє удосконаленню технологічних процесів, але в той же час робить ці процеси більш вразливими до впливу різних вражаючих факторів. Тому при удосконалюванні технологічних процесів виробництва слід вживати і заходи для підвищення їх стійкості, пам'ятаючи, що найбільш важливі умови надійності – стійкість системи управління і безперебійність забезпечення усіма видами енергопостачання. У випадку виходу з ладу автоматичних систем управління повинен бути передбачений перехід на ручне управління процесом в цілому чи окремими його ділянками.

Підвищення стійкості і технологічного процесу досягається розробкою способів продовження виробництва при виході з ладу окремих верстатів, ліній і навіть окремих цехів за рахунок переведення виробництва в інші приміщення; розміщенням виробництва окремих видів продукції у філіях; шляхом заміни зразків, устаткування, що вийшли з ладу, іншими; а також скороченням числа використовуваних типів верстатів і приладів.

На випадок значних руйнувань повинна бути передбачена заміна складних технологічних процесів більш простими з використанням найбільш стійких типів устаткування і контрольно-вимірювальних приладів, які

збереглись. Необхідно заздалегідь розробити можливі зміни у технології з метою заміни дефіцитних матеріалів, деталей і сировини на більш доступні.

На об'єкті розробляють способи безаварійної зупинки виробництва за сигналом «Повітряна тривога». У кожній зміні призначені люди, які повинні відключати джерела живлення і технологічні установки. Якщо за умовами технологічного процесу зупинити окремі ділянки виробництва не можна, їх переводять на понижений режим роботи; ті, що спостерігають за безупинною роботою цих елементів, повинні бути забезпечені індивідуальними укриттями, спорудженими у безпосередній близькості від робочого місця.

Підвищення стійкості системи енергопостачання досягається проведенням як загальноміських, так і об'єктових інженерно-технічних заходів. Створюються дублюючі джерела електроенергії, газу, води шляхом прокладання декількох електро-, газо-, водопостачальних комунікацій та подальшого їх закільцювання. Інженерні й енергетичні комунікації переносяться у підземні колектори, найбільш відповідальні пристрої розміщуються у підвальних приміщеннях будинків.

Для забезпечення проведення РІНР і якомога швидшого відновлення виробництва на випадок виходу з ладу основних джерел енергоживлення повинен бути створений резерв джерел електро- і водопостачання (пересувні електростанції і насосні агрегати з автономними двигунами).

У мережах електропостачання проводять заходи щодо переведення повітряних ліній електропередач на підземні.

Одним із найважливіших заходів забезпеченню сталого, безперервного на всіх етапах управління у надзвичайних ситуаціях є розподіл всього персоналу об'єкта на дві групи: працююча зміна (перебуває на об'єкті) і відпочиваюча (перебуває у заміській зоні або по дорозі між заміською зоною та об'єктом). До того ж створити дві-три групи управління (за кількістю змін), які, крім керівництва виробництвом, повинні бути готові будь-якої миті взяти на себе організацію і керівництво проведенням РІНР.

Особливе значення має сталість виробничих та господарських зв'язків з постачанням об'єкта всіма видами енергії, водою; з транспортних послуг; з поставок сировини, напівфабрикатів, комплектуючих виробів та ін.

Підвищення сталості матеріально-технічного постачання забезпечується створенням запасів сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, обладнання, палива. Розміри не зменшуваних запасів визначають залежно від можливості їх накопичення, важливості продукції, яка випускається. Стабільно працююче підприємство повинно бути здатним безперервно випускати продукцію за рахунок наявних запасів до відновлення зв'язків з поставок або до одержання необхідного від нових постачальників.

Дуже велике значення має своєчасне відправлення готової продукції споживачам.

Для попередження пожеж у будівлі необхідно застосовувати вогнестійкі конструкції, спеціальні протипожежні перешкоди (розділити цех на секції вогнетривкими стінами-брандмауерами).

4.3 Важливість охорони навколишнього середовища

Завдання охорони природи і раціонального використання природних ресурсів на підприємствах у даний час набуває особливої актуальності. Охорона навколишнього середовища на конкретному підприємстві залежить від планування й економічного стимулювання природоохоронної роботи в усіх напрямках господарювання [2].

Розвинуте промислове, сільськогосподарське виробництво характеризується високими темпами накопичення і концентрації різноманітних відходів. На відвалах підприємств України знаходиться значна кількість

твердих відходів. Відходи основних галузей промисловості складають близько 200 млн. тон в рік. У майбутньому ця кількість може зростати.

Щороку під промислове виробництво продовжують відчужуватись землі. Таким чином, розвиток промислового потенціалу спричиняє проблему захисту навколишнього середовища від забруднень, необхідності економного використання природних ресурсів з метою подальшого підвищення ефективності суспільного виробництва.

Від правильного, своєчасного вирішення проблеми природокористування залежить подальший розвиток техніки, ріст благополуччя та умови життя не тільки нинішнього, але й майбутнього поколінь. Ця проблема має багато аспектів і тому нею займаються представники багатьох спеціальностей.

Слід відмітити дві основні вимоги, які можна поставити до сучасного виробництва: виробництво, створюючи необхідні блага, повністю повинно знешкодити побічні продукти виробництва; побічні продукти можна знову перетворити у продукти виробництва.

Ефективність сучасного виробництва з точки зору використання природних ресурсів ще дуже низька, на рівні 5...10 %. Решта 90...95 % сировини, палива та інших природних ресурсів практично безповоротно втрачаються для людини.

Сучасному забрудненню навколишнього середовища властиве не тільки неухильне і зростаюче розповсюдження в просторі, але й різке збільшення різних форм його проявів.

При зростанні промислової діяльності збільшуються масштаби використання земельних ресурсів для потреб сільськогосподарського виробництва. В цих умовах потрібні значні додаткові затрати, щоб збільшити виробництво сільськогосподарської продукції.

Постійне збільшення темпів використання у сільському господарстві мінеральних добрив, хімічних, харчових добавок, хімічних засобів захисту

рослин приводить до такого забруднення навколишнього середовища, з яким важко боротися.

У зонах підвищеної вологості біля 20 % добрив, внесених у землю, попадають у водостоки, при тому очисні споруди не можуть очистити питну воду від цих компонентів.

Очищення повітря і води не можливе без затрат енергії. Але виробництво енергії на теплових станціях також забруднює навколишнє середовище. До того ж витягування забруднених речовин із атмосфери і гідросфери зв'язано із їх захищенням, тобто знову ж із забрудненням відповідної зони навколишнього середовища.

Таким чином можна виділити наступні основні проблеми взаємодії навколишнього середовища із техногенними відходами: зменшення відновлених і невідновлених природних ресурсів, низький ккд промислової діяльності людини, необхідність раціонального використання ресурсів.

4.4 Аналіз забруднень навколишнього середовища, що виникають при виготовленні малогабаритної сівалки-культиватора

Основними технологічними операціями при виготовленні сільськогосподарської техніки є зварювання та фарбування готових виробів. Ці процеси проходять з викидом у навколишнє середовище різноманітних шкідливих речовин. При фарбуванні у повітря виділяються пари розчинника та інші ефірні речовини. При фарбуванні у повітря виділяються пари важких металів, частинки металу – металічний пил. Також шкідливим є випромінювання електричної дуги та висока температура. Всі ці чинники призводять до розвитку у працівників, зайнятих на виготовленні такої техніки, різних професійних

захворювань. Результатом цього є збільшення невиходів на роботу за станом здоров'я, збільшення витрат на лікування та оздоровлення працівників. Крім того, шкідливі викиди потрапляючи в атмосферу руйнують озоновий шар та сприяють розвитку парникового ефекту. На машинобудівному підприємстві сільськогосподарського профілю існує ряд інших операцій, при проведенні яких можливе попадання різних шкідливих речовин у стічні води, що викликає забруднення гідросфери.

У нашій країні, як через економічну кризу, так і через недбале відношення, на багатьох підприємствах не проводиться переробка чи утилізація відходів. Їх скупчення є осередком забруднення атмосфери, гідросфери, літосфери; вони стають причиною погіршення санітарного стану а також розвитку різних хвороб.

Механічна обробка металів на верстатах супроводжується виділенням пилу та стружки, туманів масел і емульсій, які через вентиляційну систему викидаються з приміщень в атмосферу. При заточенні інструменту утворюється різнофракційний пил, який складається з частинок розміром від 1 мкм до 60 мкм і більше, який також значно впливає на рівень забруднення атмосфери.

Стічні води машинобудівних підприємств забруднюють водойми наступними видами домішок: механічні домішки органічного та мінерального походження, в тому числі гідроксиди металів, стійкі і легкі нафтопродукти, емульсії, стабілізовані різного роду добавками, розчинені токсичні сполуки органічного і неорганічного походження. Зокрема механічні цехи, як у нашому випадку, забруднюють стічні води мінеральними маслами, милами, металічним і абразивним пилом та емульгаторами.

Основні забруднення вносять змащувально-охолоджуючі рідини, які використовуються при обробці деталей на металорізальних верстатах з об'ємною часткою речовин: триетакаламін – 1 %, милокавт – 2 %, олеїнова кислота – 0,5 %, кальцинована сода – 1,5 %, нітрит натрію – 0,3 % та інші. У

процесі механічної обробки деталей змащувально-охолоджуючі рідини забруднюються механічними частинками з концентрацією до 20 г/л.

Забруднення ґрунту відходами машинобудівних підприємств - це тверді відходи, що утворюються в процесі виготовлення продукції у вигляді амортизаційного лому (модернізація обладнання, оснастки, інструменту), стружки металів, осадів і пилу (відходи очищення повітря) та інші.

Відходи машинобудівних підприємств в основному утворюються від виробничого прокату (кінців, обрізків, обробленої стружки, окалини та інші), механічної обробки, яка характерна для даного дипломного проекту (висічки, обрізків, стружки та інших).

Також для даного випадку властиві такі енергетичні забруднення, як шуми та вібрації. Шум в оточуючому людину середовищі створюється багато чисельними і різноманітними джерелами, до основних можна віднести транспортні засоби, технічне обслуговування, вентиляційне, газотурбінні і компресорні установки.

На ділянці або в цеху основними джерелами шуму є: металорізальне обладнання, підйомно-транспортне обладнання, вентиляційне та інше.

У промисловості і сільськогосподарських машинах широко застосовують обладнання, яке створює вібрації, які негативно впливають на людину.

Основними виробництвами при виготовленні проекрованої у даному дипломі малогабаритної сівалки-культиватора є термічне, гальванічне, зварювальне. Розглянемо детальніше джерела забруднення у результаті діяльності термічного та гальванічного виробництв.

Термічне виробництво – це складне комплексне виробництво, що об'єднує у технологічний ряд різні процеси, які супроводжуються виділенням в атмосферу значної кількості шкідливих речовин.

Основними забруднюючими речовинами термічного виробництва є відходи – окалина, металевий пил, оксиди вуглецю, оксиди азоту, абразиви, зольні речовини, мінеральні масла, дими.

Технологічний процес термічної обробки супроводжується виділенням теплоти, що теж є енергетичними відходами виробництва і впливають на навколишнє середовище.

Окалина, яка є наслідком нагрівання металу при термічній обробці, також є видом технологічних втрат металу. При нагріві у полум'ї втрати металу складають до 3% маси заготовки.

Для зниження втрат металу і зменшення появи окалини ефективним є впровадження нагріву у захищеному безокислювальному середовищі, а також контактний та індукційний нагрів, що дозволить знизити втрати металу до 0,5%.

При нагріві сталевих деталей у печах для запобігання виникненню окалини можливим є використання захисних паст короткотривалої дії.

Для закалки деталей з легованих сталей ефективно застосовувати нове середовище для закалки – ЗСП-1, при цьому не виділяється дим і шкідливі випаровування.

Виробничі операції, що забезпечують нанесення на поверхню виробів покриття, можна поділити на три групи: механічна підготовка, обробка поверхні виробів у розчинниках (травлення), обезжирювання, промивання та нанесення гальванічного покриття або фарбування.

Обробка деталей у розчинниках використовується з метою видалення з їх поверхні забруднень, мастила, продуктів корозії. Для цього використовують лужні, кислотні миючі розчини. У їх склад входять концентровані луки, кальцинована сода, сірчана, соляна, азотна кислоти.

Стоки гальванічних цехів, у першу чергу травильних відділень – концентровані відпрацьовані відходи кислот (головним чином сірчаної), лугів, солей і промислових вод, що є відходами при процесах хімічної і електрохімічної обробки.

Технологічний процес малярного виробництва включає операції підготовки поверхонь для нанесення лакофарбувальних матеріалів і сушки пофарбованих поверхонь.

Підготовка поверхонь може виконуватися як металевими, дрібometалевими, абразивними матеріалами, так і хімічними методами, знежирення, травлення.

У фарбувальних цехах виконується промивання, у процесі якого виділяється їдкий луг.

Для нанесення покриття на вироби використовуються генфталеві ґрунтовки ГФО119 і алкідно-акрилові емалі АС-182. Емалі і ґрунтовки розчиняються токсичними вуглеводневими розчинниками: сольвентом, уайт-спіритом, а при фарбуванні в електростатичному полі етилцелозольвом.

Використовується невелика кількість нітроцелюлозних фарб. При фарбуванні виробів методом пневморозпилювання, занурювання, струменевого обливання, фарбування в електростатичному полі відбувається виділення аерозолу фарби та парів розчинників. Більше половини від загальної кількості парів розчинників виділяється при струменевому обливанні. Крім розчинників у малярному виробництві в атмосферу викидається оксид вуглецю та оксид азоту, що утворюється при сушінні виробів у сушильних камерах, що працюють на природному газі.

4.5. Заходи зменшення забруднення довкілля машинобудівним підприємством сільськогосподарського профілю

Для очищення повітря використовують пиловловлююче обладнання, принцип роботи якого ґрунтується на принципових особливостях процесу відділення твердих частинок від газової фази. Воно буває для вловлювання

пилу сухим способом, до якого відносяться циклони, пилоосадні камери, жалюзійні і ротаційні пиловловлювачі, електрофільтри і фільтри для вловлювання пилу мокрим способом.

Для очищення повітря, що видаляється вентиляційними системами від твердих і рідких домішок в проектуваному цеху доцільно застосовувати сухі пиловловлювачі.

Для сухої очистки повітря широке застосування отримали циклони різних типів. В основному у виробничих цехах застосовують циліндричні циклони ЦН-24. Газовий потік вводиться у циклон через патрубков по дотичній до внутрішньої поверхні корпусу і здійснює обертово-поступальний рух вздовж корпусу до бункера.

Під дією відцентрової сили, частинки пилу утворюють на стінці циклону пиловий шар, який разом з частинкою газу попадає у бункер. Відділення частинок пилу від газу, який потрапив у бункер, відбувається при повороті газового потоку в бункері на 180°. Звільнившись від пилу, газовий потік виходить з бункера, даючи початок струменю газу, що покидає циклон через вихідну трубу. Для нормальної роботи циклона потрібно, щоб бункер був герметичним. Якщо бункер негерметичний, то через підсос зовнішнього повітря відбувається винесення пилу з потоком через вихідну трубу.

У малярному виробництві найбільш поширені апарати мокрої очистки. Каскадними гідрофільтрами оснащують всі камери фарбування та пневморозпилення. Ефективність роботи гідрофільтрів по аерозолю фарби - 90%; уловлюється і деяка кількість парів розчинників – 20 %.

Для забезпечення чистоти атмосферного повітря у малярному виробництві необхідно сушильні камери фарбувальних виробництв обладнувати адсорберами поглинання парів розчинників, а у перспективі замінити фарби на менш токсичні.

При виборі способів і технологічного обладнання для очистки стічних вод від домішок необхідно враховувати, що задані ефективність і надійність

роботи будь-якого очисного пристрою забезпечується у певному діапазоні значень концентрації домішок і розходів стічних вод.

Існує велика кількість способів очищення стічних вод. Вибір необхідних способів при проектуванні станції очистки, як правило ґрунтується на виді і концентрації переважаючих домішок стічних вод, а саме механічних, розчинних і органічних.

Очистка стічних вод від твердих частинок на машинобудівних підприємствах здійснюється методом проціджування, відстоювання, відділення твердих частинок наслідок дії відцентрових сил і фільтрування.

Проціджування – первинна стадія очистки стічних вод – призначена для видалення зі стічних вод крупних нерозчинних домішок розміром 25 мм, а також мілких волокнистих забруднень, які у процесі подальшої обробки стоків перешкоджають нормальній роботі очисного обладнання. Проціджування стічних вод відбувається пропусканням води через решітки і волокновловлювачі.

Відстоювання базується на особливості процесу осадження твердих частинок у рідині. При цьому може відбуватися вільне осадження частинок, що не злипаються, зберігаючи свої форми і розміри, і осадження частинок, схильних до коагуляції, змінюючи при цьому свою форму і розміри.

Відділення твердих домішок у полі дії відцентрових сил відбувається у відкритих чи напірних гідроциклонах і центрифугах.

Фільтрування стічних вод призначено для очищення їх від тонкодисперсних твердих домішок з невеликою концентрацією.

На виробництві широко застосовують різні мінеральні масла, які використовуються для змазки механізмів, у гідросистемах, а також у технологічних процесах у якості СОЖ. У процесі експлуатації мінеральні масла, що входять у склад СОЖ, втрачають свої властивості і підлягають заміні свіжими.

Регенерація відпрацьованих масел проводиться різними способами: рідинною екстракцією, термообробкою, ультрафільтрацією через мембрану.

Очистка стічних вод від маслопродуктів на машинобудівних заводах також здійснюється відстоюванням, обробкою в гідроциклонах і фільтруванням.

Суть методів очистки від маслопродуктів подібна до аналогічних методів очистки від твердих домішок.

Стоки гальванічного виробництва мають кислу (рідше лужну реакцію), яка перед скидом стічних вод у водойми доводиться до нейтральної (РН=6,5-8,5), що забезпечується нейтралізацією.

При виконанні цієї операції у стічні води добавляють реагенти, під впливом яких наявні у стоках кислоти і луги нейтралізуються, а інші забруднення випадають в осад.

Установки нейтралізації стічних вод є обов'язковими для всіх підприємств.

Електрохімічні методи очистки, в основі яких лежить використання електричного струму для окислення і відновлення речовин, які є у стічних водах, використовуються в основному для знезараження хромо- і ціановмісних стоків гальванічних цехів.

Для очистки стічних вод у машинобудівному виробництві доцільно використовувати відстійники та фільтри.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведено аналіз агротехнічних вимог до сівби дрібнонасінних сільськогосподарських культур та існуючих засобів малої механізації, за результатами якого встановлено необхідність підвищення точності висіву та рівномірності розміщення насіння.

Обґрунтовано конструктивну схему малогабаритної сівалки-культиватора, що поєднує функції передпосівного обробітку ґрунту, сівби та міжрядного обробітку, що дозволяє зменшити витрати часу та ресурсів.

Визначено основні параметри висівного апарата, зокрема передаточне число приводу та довжину робочої частини котушки, які забезпечують задану норму висіву та підвищення рівномірності подачі насіння.

Розроблено кінематичну схему приводу висівного апарата та виконано розрахунок ланцюгової передачі, що забезпечує надійну та стабільну роботу механізму.

Виконано розрахунок і проектування універсальної стрілчастої лапи культиватора та проведено перевірку її міцності, що підтверджує працездатність і надійність конструкції.

Запропоновані конструктивні та технологічні рішення забезпечують підвищення якості виконання процесу сівби, зниження витрат посівного матеріалу та покращення агротехнічних показників роботи агрегату.

Результати роботи можуть бути використані при проектуванні та виготовленні малогабаритних посівних машин, а також у фермерських господарствах і навчальному процесі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гевко Р. Б., Хомик Н. І., Жаровський О. С., Довбуш Т. А. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання : навч. посіб. до лабораторних робіт. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
2. Гогіташвілі Г. Г., Лапін В. М. Основи охорони праці. Львів : Новий світ, 2000. 230 с.
3. Довбуш Т. А., Хомик Н. І., Цьонь Г. Б. Зниження металоємності гнучких транспортуючих механізмів // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій : матеріали міжнар. наук.-техн. конф., Тернопіль, 14–15 травня 2020 р. Тернопіль : ТНТУ, 2020. С. 20–21.
4. Довбуш Т. А., Хомик Н. І., Бабій А. В., Цьонь Г. Б., Довбуш А. Д. Опір матеріалів : навч. посіб. до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2022. 220 с.
5. Довбуш Т. А., Хомик Н. І., Довбуш А. Д., Цьонь Г. Б. Шляхи зменшення металомісткості гнучких шнекових механізмів // Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин : матеріали міжнар. наук.-техн. конф., Тернопіль, 23–24 вересня 2021 р. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. С. 67–68.
6. Олексюк В. П., Бабій А. В., Сташків М. Я., Хомик Н. І., Довбуш Т. А., Цьонь Г. Б., Мартинюк В. В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія». Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2024. 93 с.
7. Хомик Н. І., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А., Блозва І. Й., Довбуш А. Д. Вступ до фаху : навч. посіб. для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2022. 348 с.

8. Хомик Н. І., Довбуш А. Д., Цьонь О. П. Деталі машин : курс лекцій для студентів заочної форми навчання. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2016. 160 с.
9. Хомик Н. І., Довбуш А. Д., Олексюк В. П. Машини та обладнання для тваринництва : навч. посіб. (курс лекцій). Ч. 1. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.
10. Хомик Н. І., Мартинюк В. В., Бабій А. В., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А., Довбуш А. Д. Агрозахист : навч. посіб. / за заг. ред. Н. І. Хомик. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2025. 520 с.
11. Хомик Н. І., Ткаченко І. Г., Довбуш А. Д. Машини та обладнання для тваринництва : навч. посіб. до курсового проєктування для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2022. 100 с.
12. Хомик Н. І., Олексюк В. П., Сташків М. Я., Бабій А. В., Довбуш Т. А. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності «Агроінженерія». Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2025. 180 с.
13. Хомик Н. І., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А., Олексюк В. П. Основи агрономії : навч. посіб. (курс лекцій). Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 232 с.
14. Хомик Н. І., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А., Антончак Н. А. Основи агрономії : навч. посіб. до практичних занять та самостійної роботи. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2021. 320 с.
15. Хомик Н. І., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А. Навчальна практика : метод. посіб. для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2022. 140 с.
16. Babii A., Dovbush T., Khomyk N., Dovbush A., Tson H., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor. *Procedia Structural Integrity*. 2022. Vol. 36. P. 203–210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>

17. Dovbush T., Khomyk N., Dovbush A., Palyukh A. Estimation of the load capacity and the strain-stress state of rod transporters. *Scientific Journal of the Ternopil National Technical University*. 2022. Vol. 108, No. 4. P. 5–15.
18. Dovbush T., Dovbush A., Khomyk N., Tson H. Substantiation of flexible screw conveyor metal consumption under productivity maintenance conditions. *Scientific Journal of TNTU*. 2021. Vol. 103, No. 3. P. 33–42.
19. Хомик Н. І., Цьонь Г. Б., Довбуш Т. А. Ознайомча практика : метод. посіб. для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2022. 80 с.
20. Гевко І. Б., Довбуш Т. А., Цьонь О. П., Довбуш А. Д., Станько А. І. Синтез гвинтових робочих органів із еластичними поверхнями та результати їх дослідження. *Сільськогосподарські машини*. 2021. Вип. 47. С. 63–72.
21. Хомик Н. І., Довбуш Т. А., Цьонь Г. Б., Довбуш А. Д. Машини та обладнання для тваринництва : навч. посіб. до практичних занять та самостійної роботи. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2022. 360 с.
22. Nevko R., Lyashuk O., Dzyura V., Dovbush T., Trokhaniak O., Liashko A. Experimental studies of the process of loose material transportation by a pneumatic-screw conveyor. *INMATEH – Agricultural Engineering*. 2021. P. 479–487.
23. Rybak T., Popovych P., Khomyk N., Dovbush T., Tson H. Simulation calculations on quasistatic strength of structural elements of heavily loaded agricultural machines. *Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka*. 2013. P. 321–326.
24. Хомик Н. І., Довбуш Т. А., Цьонь Г. Б. Машини та обладнання для тваринництва : навч.-метод. посіб. до виконання курсового проєкту. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2017. 84 с.
25. Dovbush T., Khomyk N., Dovbush A. Research of the mathematical model of the tribosystem head rod-bushing of the traction organ of rod transporters. *Scientific Journal of TNTU*. 2024. Vol. 115, No. 3. P. 112–121.

26. Гевко Р. Б., Гевко І. Б., Ляшук О. Л., Дячун А. Є., Залуцький С. З., Станько А. І., Довбуш Т. А. Гвинтові конвеєри з еластичними поверхнями. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2024. 239 с.
27. Дячун А. Є., Довбуш Т. А., Брикса А. О., Никитюк А. Г. Шнеки для змішування із спеціальними елементами // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій : матеріали міжнар. наук.-техн. конф., Тернопіль, 28–29 травня 2025 р. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2025. С. 128–129.
28. Tson H., Dovbush T., Martyniuk V., Khomyk N., Stashkiv M., Dovbush A. Development of highly productive technological schemes for the use of agrodrones for plant protection. Scientific Journal of TNTU. 2025. Vol. 118, No. 2. P. 66–78.
29. Хомик Н. І., Довбуш Т. А. Обґрунтування силових факторів завантаженості пруткових транспортерів // Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., Тернопіль, 29–30 вересня 2022 р. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2022. С. 140–141.
30. Nevko I., Liashuk O., Tson O., Dovbush T., Zalutskyi S., Stanko A. Installation for the investigation of screw working bodies with elastic surfaces and the results of their experimental tests. Scientific Journal of TNTU. 2021. Vol. 103, No. 3. P. 98–109.
31. Хомик Н. І., Довбуш Т. А., Дунець Б. Розрахунок ресурсу роботи конструктивної системи розкидача добрив // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій : матеріали міжнар. наук.-техн. конф. Тернопіль : ТНТУ, 2018. С. 102–103.
32. Tson H., Baranovskyi V., Lyashuk O., Dovbush T. Experimental researches of parameters of the technological process of the improved beet tops purifier. Scientific Journal of TNTU. 2018. Vol. 92, No. 4. P. 60–67. https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2018.04.060.

33. Гевко І. Б., Ляшук О. Л., Довбуш Т. А., Хорошун Р. В., Гевко І. Б. Проектування трансформаційних причепів для оптимізації площ зберігання в автотранспортних підприємствах. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2025. Вип. 12(43), ч. 2. С. 236–243.
34. Олексюк А. В., Довбуш Т. А., Олексюк В. П. Пошук оптимальних конструкцій сепаруючих пристроїв картоплезбиральних машин // Актуальні задачі сучасних технологій : матеріали XIV Міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів. Тернопіль : ФОП Паляниця В. А., 2025. С. 110–112.
35. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.М. Барановський. За н. . Д.Г. Войтюка. 2-е вид. перероб. та доп. – К. НУБІП України, 2018. 736 с.

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			КРБ 23-405.02.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
				<u>Деталі</u>		
A4		1	КРБ 23-405.02.01	Наральник	1	
A4		2	КРБ 23-405.02.02	Обтікач	1	
A4		3	КРБ 23-405.02.03	Крило полиці	2	
A4		4	КРБ 23-405.02.04	Стійка	1	
A4		5	КРБ 23-405.02.05	Вісь	2	
A4		6	КРБ 23-405.02.06	Кронштейн	2	
A4		7	КРБ 23-405.02.07	Кронштейн	2	
A4		8	КРБ 23-405.02.08	Пластина	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		9		Шайба 12.62Г.019	1	
				ГОСТ 6402-70		
		10		Болт М10-6gx25.58.019	1	
				ГОСТ 7802-81		
			КРБ 23-405.02.00			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		
<i>Розробив</i>	Касян Д.Г.				<i>Літер.</i>	<i>Лист</i>
<i>Перевірив</i>	Довбуш Т.А.					<i>Листів</i>
<i>Консульт.</i>	Довбуш Т.А.					1
<i>Н.контр.</i>	Сташків М.Я.					1
<i>Затв.</i>	Бабій А.В.				ФМТ, МГс-41	
				Підгортач		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Прим.
				Документація		
A1			КРБ 23-405.03.00 СК	Складальне креслення		
				Складальні одиниці		
A2	1		КРБ 23-405.03.01	Рама	1	
	2		КРБ 23-405.03.02	Опорно-приводне колесо	1	
	3		КРБ 23-405.03.03	Висівний апарат	2	
	4		КРБ 23-405.03.04	Кронштейн кріплення сошників	2	
	5		КРБ 23-405.03.05	Насінневий бункер	1	
	6		КРБ 23-405.03.06	Кронштейн кріплення рукояток	2	
	7		КРБ 23-405.03.07	Механізм фіксації	1	
	8		КРБ 23-405.03.08	Рукоятки	2	
	9		КРБ 23-405.03.09	Анкерний сошник	2	
				Деталі		
	10		КРБ 23-405.03.10	Зірочка z=13	1	
	11		КРБ 23-405.03.11	Зірочка z=18	2	
	12		КРБ 23-405.03.12	Розкісна планка рукояток	1	
	13		КРБ 23-405.03.13	Опора підшипникова	2	
	14		КРБ 23-405.03.14	Вісь	1	
КРБ 23-405.03.00						
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
Розробив	Касян Д.Г.				Літер.	Лист
Перевірів	Довбуш Т.А.					1
Консульт.	Довбуш Т.А.					2
Н.контр.	Сташків М.Я.				ФМТ, МГс-41	
Затв.	Бабій А.В.					

