

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

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

студенту Поляку Дмитру Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології вирощування соняшника
з розробкою пристосування для сівби в борозну до сівалки СУПН-8

Керівник роботи Хомик Надія Ігорівна, 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 24 червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи ширина захвату агрегату 5,6 м; швидкість руху агрегату:
робоча – 8 км/год, на поворотах – 7км/год, транспортна швидкість 12 км/год; склад агрегату –
трактор ДТ-75, підживлювач-обприскувач ЕКО-600, сівалка СУПН-8; норма внесення
гербициду – 300 л/га; норма висіву насіння соняшника – 45...60тис./га; ширина міжрядь – 0,7 м;
глибина висіву 4...5 см; питомий опір ґрунту 65...71 кПа.

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

Реферат. Вступ. 1. Технології вирощування соняшника та засоби для їх реалізації.

2. Конструктивні та технологічні можливості сівби соняшника у борозну.

3. Обґрунтування до застосування посівного агрегату для сівби соняшника у борозну.

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

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

1. Мета, предмет, об'єкт, задачі дослідження. 2. Схема посівного агрегату для сівби

соняшника у борозну. 3. Сівалка СУПН-8 у звичайному виконанні. 4. Сівалка СУПН-8

з борозноробом. 5. Борознороб. Стійка борознороба. 6-7. Розрахункові схеми. 8. Деталювання
борознороба

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видач завдання

22 січня 2026 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін етапів виконання роботи	Примітка
1	Технології вирощування соняшника та засоби для їх реалізації	до 20.02.2026	
2	Конструктивні та технологічні можливості сівби соняшника у борозну	до 30.04.2026	
3	Обґрунтування до застосування посівного агрегату для сівби соняшника у борозну	до 15.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	до 10.06.2026	
9	Реферат. Вступ. Загальні висновки	до 15.05.2026	
10	Ілюстративний матеріал	до 12.06.2026	

Студент

_____ (підпис)

Поляк Д.М..

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Хомик Н.І..

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Поляк Дмитро Миколайович.

Тема роботи – «Удосконалення технології вирощування соняшника з розробкою пристосування для сівби в борозну до сівалки СУПН-8». Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Хомик Надія Ігорівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку посилань (38 найменувань). Загальний обсяг текстової частини – 52 сторінки, на яких є 11 рисунків та 1 таблиця. Ілюстративний матеріал розміщений на 8 аркушах формату А4.

Актуальність теми роботи. Удосконалити технологію вирощування соняшника можна застосовуючи нові підходи, які базуються як на застосуванні комбінованих агрегатів для виконання суміщеного в часі передпосівного обробітку ґрунту та сівби, а також на введенні додаткових технологічних операцій, які забезпечують збереження вологи у посівному шарі ґрунту, як обов'язкову умову появи дружних сходів захищених від бур'янів у перші фази розвитку культурних рослин, що сприятиме підвищенню врожайності.

Мета роботи: удосконалити технологію вирощування соняшника розробивши пристосування для сівби у борозну до сівалки СУПН-8.

Мета роботи потребує вирішення таких завдань:

- проаналізувати властивості соняшника як культурної рослини та умови його вирощування;
- проаналізувати технології вирощування соняшника та можливості для їх удосконалення, вибрати спосіб сівби соняшника;
- обґрунтувати технологічні можливості виконання сівби соняшника у борозну;
- розробити конструктивні зміни в комбінованому агрегаті для можливості сівби соняшника у борозну;
- обґрунтувати технологічні особливості формування борозен для сівби;
- виконати технологічні розрахунки посівного агрегату для сівби соняшника у борозни з одночасним смуговим внесенням гербіцидів;
- розробити зміни у технології вирощування соняшника з використанням посівного агрегату для сівби у борозни;
- визначити продуктивність комбінованого знаряддя для сівби соняшника;

- визначити тягові характеристики двигуна трактора для можливості агрегування комбінованого агрегату;
- виконати розрахунок на міцність балки посівного агрегату;
- розробити вимоги безпеки праці при підготовці до роботи та під час роботи комбінованого посівного агрегату для сівби соняшника у борозну.

Об'єкт дослідження. Пристосування для сівби соняшника в борозну до сівалки СУПН-8.

Предмет дослідження. Технологічні, кінематичні та міцнісні розрахунки комбінованого посівного агрегату для сівби соняшника в борозну і встановлення умови та режимів його роботи у полі.

Практичне значення отриманих результатів. Удосконалено технологію вирощування соняшника завдяки використанню комбінованого посівного агрегату з пристосуванням для сівби у борозну – борозноробом. Конструктивно його виготовляють приєднанням до стрілочастих лап культиватора КРН-5,6 ліво- і правобічних полиць від підгортальників типу КРН-5,2 і КРН-5,3. Конструкція борознороба під час заглиблення у ґрунту формує посівні борозни глибиною 6...10см для сівби насіння соняшника. Встановлення полиць запобігає осипанню сухого ґрунту у борозни. У відкритих борозноробами борознах на вологий ґрунт вкладається насіння, оскільки одразу за борозноробами рухаються сошники сівалки СУПН-8. Мілке загортання насіння у вологий шар ґрунту сприяє появі швидких та одночасних сходів, що забезпечує рівномірний ріст і розвиток рослин у подальших фазах, а це забезпечує підвищення врожайності. Сіють соняшник на ширину міжрядь 70см.

Балка борознороба та балка сівалки з'єднанні між собою хомутами і встановлені на гряділі з паралелограмною підвіскою, яку приєднують до задньої гідронавіски трактора, чим забезпечують незалежне копіювання робочими органами – борозноробом і посівною секцією сівалки, рельєфу поля. Як тягову машину використовують трактор ДТ-75М з дизельним двигуном потужністю 66,2кВт. На передню частину рами трактора через перехідні кронштейни монтують обприскувач-підживлювач ЕКО-600 та встановлюють додатковий вантаж вагою 780кг, що забезпечуватиме поздовжню стійкість агрегата в транспортному режимі, на задню гідронавіску встановлюють сівалку СУПН-8. Продуктивність комбінованого знаряддя – 3,94га/год.

Ключові слова: насіння соняшника, сівба в борозну, борозноутворювач, сівалка, смугове внесення гербіцидів, комбінований агрегат, трактор.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА ТА ЗАСОБИ ДЛЯ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ	8
1.1. Соняшник та його властивості як культурної рослини	8
1.2. Технології вирощування використовувані для соняшника	9
1.3. Вибір способу сівби соняшника	13
2. КОНСТРУКТИВНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ СІВБИ СОНЯШНИКА У БОРОЗНУ	15
2.1. Передумови до виконання сівби соняшника у борозну	15
2.2. Конструктивні зміни в агрегаті для сівби соняшника у борозну та технологічні особливості формування борозен	17
2.3. Технологічні розрахунки посівного агрегату для сівби соняшника у борозни при внесенні гербіцидів	20
3. ОБҐРУНТУВАННЯ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ СІВБИ СОНЯШНИКА У БОРОЗНУ	25
3.1. Умови роботи посівного агрегату для сівби соняшника у борозни	25
3.2. Визначення продуктивності комбінованого знаряддя	28
3.3. Регуляторна і тягова характеристики двигуна трактора	31
3.4. Розрахунок на міцність балки посівного агрегату	37
4. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	40
4.1. Техніка безпеки при підготовці до роботи, технічному обслуговуванні та транспортуванні сівалки з борозноробом	40
4.2. Вимоги техніки безпеки при агрегуванні комбінованого агрегату для сівби соняшника в борозну	42
4.3. Дотримання вимоги безпеки праці під час сівби та вимоги до зберігання сівалки	44
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	46
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48
ДОДАТКИ	52

ВСТУП

Соняшник належить до основних олійних рослин вирощуваних на землях нашої країни у різних зонах, що стало можливим через зміну кліматичних умов.

Насіння соняшника займає значну частку – до 80% сировини у масложировій промисловості завдяки вмісту олії в ньому за абсолютно сухого стану – 47...52%.

Соняшникова олія відзначається високими смаковими якостями, завдяки чому її безпосередньо вживають у їжу, приготують з її використанням різноманітні продукти харчування, використовують її для виготовлення маргарину, різних видів консервів. Соняшникова олія та відходи при її переробці, поряд з іншими оліями, необхідна для виготовлення миючих засобів, незамінна для виробництва фарбів, лаків, технічних оливок, скла тощо.

Насіння соняшника окрім того, що є сировиною для виготовлення олії, його також використовують як окремий продукт харчування, як добавку до різних продуктів завдяки вмісту біологічно активної лінольової кислоти, незамінної у повноцінному харчуванні людини. Таке насіння містить різні цінні речовини: фосфатиди, жиророзчинні вітаміни А, D, Е, К, стеарин, пахучі речовини.

Переробка насіння соняшника дає цінні високобілкові корми для тварин, такі як макуха, яка може містити більше 30% білкових речовин, біля 20% вуглеводів та до 7% жиру. Інші менш цінні відходи при переробці насіння соняшника – шрот та лузга, також входять у склад кормів [27, 28, 31].

З одного гектара посіву олійного соняшника за врожайності 25ц/га (кошиків до 15ц) можна отримати до 12ц олії, біля 8ц макухи, до 5ц лузги. Соняшник висівають також як кулісну або силосну культуру, яка дає біля 600ц/га силосної маси з високою часткою (до 2,5%) протеїну та вуглеводів 17%, містить каротин і багато фосфору та кальцію.

Площі під соняшник в Україні збільшують за рахунок висівання у зоні лісостепу, де необхідним є підбір сортів і гібридів олійного соняшника, щоб забезпечити його своєчасне досягання.

1. ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА ТА ЗАСОБИ ДЛЯ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

1.1. Соняшник та його властивості як культурної рослини

Соняшник є однорічною культурою рослиною з родини складноцвітних, не потребує особливих температурних умов на початку вегетації соняшник; його насінини проростають при +3...5С, але в подальшому, щоб нормально розвиватися йому потрібно, щоб середня температура повітря протягом доби була на рівні +12...14С, ґрунт має бути прогрітий на глибину 10см у межах 6...8С. Паростки рослин соняшника за відзначених сприятливих умов появляються на сьомий день і протяжність проростання може бути до тринадцятого дня від сівби. При нижчих від рекомендованої температурах повітря і ґрунту сходи рослин затримується [15, 19, 20, 27, 28, 31].

Рослини соняшника потребують тепла та вологи для утворення врожаю, зокрема вони добре використовують продуктивну вологу наявну в орному горизонті, особливо важливо це у період сівби та появи сходів. Під час проростання рослини використовують запаси вологи з глибини 21...30мм.

Наявність на період появи кошиків і до цвітіння 60...90мм продуктивної вологи на глибину до одного метра дає задовільний врожай, а якщо вологи більше 90мм, то соняшник формує добрий урожай

Кліматичні умови для вирощування соняшника визначають через коефіцієнт волого забезпечення

$$K_B = \frac{0,6 \sum r_1 + \sum r_2}{0,1 \sum t}, \quad (1.1)$$

де 0,6 – середній коефіцієнт, який відповідає засвоєнню зимових опадів;

$\sum r_1$ – сума опадів, що випали в осінньо-зимовий період (від жовтня до березня);

$\sum r_2$ – сума опадів протягом вегетаційного періоду;

$0,1 \sum t$ – сума середньодобової температури повітря протягом періоду вегетації, зменшена у десять разів.

Соняшник має тривалий вегетаційний період – 95...130 днів, який різниться залежно від його сорту чи гібриду, а також погодних умов. Як культура він добре витримує атмосферну та ґрунтову засуху у період до формування кошиків, однак у період розвитку кошиків потребує на утворення одиниці сухої речовини набагато більше вологи порівняно зі злаковими.

Якщо вологи недостатньо, то утворення пластичних речовин в насінні соняшника сповільнюється, а це призводить до зниження олійності, покращити становище можна внесенням фосфорних добрив.

Соняшник завдяки потужній та глибокопроникаючій кореневій системі активно забирає вологу та зольні елементи з нижніх шарів ґрунту, тому важливим є регулювати запаси вологи у ґрунті практикуючи ротацію полів у сівозміні. Беззмінні посіви соняшника невиправдані, бо врожайність різко знижується через ушкодження рослин шкідниками, хворобами, а також появу у посівах бур'янів-паразитів [15, 19, 20, 27, 28, 31, 32, 34, 35].

Раціональним вважають таке розміщення соняшника у сівозмінах:

- озима пшениця на чорному парі, за нею кукурудза на зерно, опісля – соняшник;
- ярі колосові, за ними кукурудза на силос, опісля – соняшник;
- кукурудза як силосна культура, за нею озима пшениця, опісля – соняшник.

1.2. Технології вирощування використовувані для соняшника

Технологія вирощування культур об'єднує заходи, що направлені на збереження і підвищення родючості ґрунту, охорону навколишнього середовища, містить комплекс заходів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин, а також має на меті зниження затрат праці та коштів під час вирощування культурних рослин і підвищення врожайності.

В Україні соняшник вирощували і досі вирощують користуючись різними технологіями, які появлялися та вдосконалювалися завдяки науковим

дослідженням, розвитку технічних засобів для їх реалізації, появи засобів для захисту рослин та стану економіки країни. У переліку технологій вирощування соняшника виділяють механізовану, індустріальну, інтенсивну, інтенсивну малогербіцидну, гребеневу тощо.

Механізована технологія тривала більше двадцяти років до початку 60-х років ХХ століття та потребувала ручної праці. Завдяки їй були науковими дослідженнями встановлені оптимальні попередники соняшника та вплив на його врожайність глибини орного шару. Передпосівну підготовку ґрунту виконували у такій послідовності – ранньовесняне боронування та дві передпосівні культивації. Основний спосіб сівби використовували квадратно-гніздовий завдяки якому виконували міжрядну культивацію у двох напрямках.

Найскладніше було з формуванням кінцевої густоти рослин та знищенням бур'янів у гніздах та захисних зонах рослин, для чого потребували ручної праці. У середині 60-х років для боротьби з бур'янами почали використовувати гербіциди, що суттєво зменшило затрати праці.

Індустріальну технологію вирощування соняшника на території України почали застосовувати після появи гербіцидів ґрунтової дії, а це вимагало появи нових високопродуктивних машин для її реалізації. Сівбу соняшника почали виконувати пунктирним способом, який практикують і по сьогодні, а для цього були спроектовані та виготовлені сівалки для пунктирної сівби типу СПЧ-6М, СПЧ-8М, СУПН-6, СУПН-8; для внесення гербіцидів розробили обприскувачі, як приклад штанговий ОПШ-15; для збирання кошиків соняшника виготовили спеціальне пристосування Змієвського, а згодом пристосування ПСП-1,5, яке монтували на зернозбиральний комбайн СК-5 “Нива”.

Подальший розвиток індустріальної технології забезпечив появу зональних інтенсивних технологій, які розвинулися завдяки досягненням науково-технічної та агротехнічної думки. Такі технології побудовані на використанні різних видів гербіцидів, а саме: загальної дії, ґрунтових й післясходових або страхових. Нові технології потребували нових машин: так з'явилися просапні сівалки для пунктирної сівби – СУПН-8, СУПН-8-01, СУПН-8А, СКПП-12; згодом почали використовувати закордонні просапні

сівалки марок Kinze-2000, Accord тощо. З'явилися просапні культиватори нового покоління типу КРК-5,6; обприскувачі ОП-2000; нові пристосування ПСП-10 до зернозбиральних комбайнів Дон-1500, Дон-1200, Лан, Славутич. Згодом широко почали використовувати для збирання соняшника закордонні зернозбиральні комбайни, найпоширеніші серед них Claas, Case, Massey Fergysson, John Deere тощо.

Різновидом інтенсивної технології вирощування соняшника є малогербіцидна, яка потребує використання комбінованих агрегатів, які поєднують в одному проході полем виконання кількох технологічних операцій, а саме: передпосівна культивація, сівба та стрічкове (в зону рядків) внесення ґрунтових гербіцидів, або сівба у поєднанні зі стрічковим внесенням гербіцидів або як різновид – культивація міжрядь поєднана з обробкою захисних зон рядків гербіцидами [15, 19, 20, 27, 28, 31].

Особливостями малогербіцидної інтенсивної технології є використання нових та удосконалених робочих органів знарядь для міжрядного обробітку ґрунту, які застосовують для боротьби з бур'янами у міжряддях, а особливо у захисних зонах рядків соняшника, такими є пруткові пружинні борони, полільні борінки, плоскорізні та корпусні підгортачі тощо.

Для зон з надлишковою вологістю ґрунту можна практикувати гребеневу сівбу, підготовку під яку виконують восени, нарізаючи на відстані 700мм гребені культиватором-гребнеутворювачем. Весною гребені підрівнюють застосовуючи той же культиватор. Сівбу соняшника виконують гребеневою сівалкою, яку обладнують спеціальним робочим органом, що зрізає верхню частину гребеня разом з бур'янами, які проросли, та одночасно в гребінь висіває насіння соняшника. В умовах недостатньої вологості така технологія непридатна, оскільки врожайність суттєво зменшується.

Знизити пестицидне навантаження на ґрунт можна зменшивши захисну зону рядків при міжрядній культивації, однак вона потребує ретельного налаштування культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту та їх водіння по направляючих щілинах нарізаних під час сівби. У такому випадку

використовують стрічкове внесення робочих розчинів гербіцидів у захисні зони рядків, що виконують одночасно з сівбою.

Згодом, під кінець ХХ сторіччя, інтенсивну технологію вирощування соняшника завдяки появі нових ґрунтообробних та посівних знарядь трансформували в енергоресурсозберігаючу, яку на сьогодні повсюдно практикують. Основна мета цієї технології в тому, щоб знизити витрати палива на весь комплекс робіт необхідний для вирощування соняшника. Реалізація цієї технології була побудована на виконанні таких завдань: заміні енергоємних технологічних операцій на менш енергоємні; поєднання кількох операцій в один прохід тягової машини, тобто зниження кількості впливів на ґрунт завдяки використанню комбінованих ґрунтообробно-посівних агрегатів.

Впровадження енергозбереження в інтенсивній технології вирощування соняшника сприяло зниженню витрат палива з 120-125л/га до 90-95л/га без втрат врожайності. Окрім якісного передпосівного обробітку ґрунту потрібно ще й забезпечити якість сівби соняшника, щоб отримати високий врожай.

В усіх технологіях обов'язково має бути забезпечено захист ґрунту та навколишнього середовища і людини від шкідливих впливів, при отриманні високих врожаїв з врахуванням конкретних погодних умовах за одночасного зниження затрат на гектар і на одиницю вирощеної продукції.

Технологія вирощування соняшника, як і будь-якої іншої культури, поєднує агротехнічні заходи, які забезпечують отримання високого врожаю насіння соняшника, важливе значення серед них займає основний обробіток ґрунту, який різниться, залежно від попередника, за набором технологічних операцій. Наприклад, після зернових колосових виконують лущення стерні з подальшою глибокою полицевою або безполицевою оранкою залежно від ґрунтових умов; після кукурудзи виконують дискування з подальшою глибокою оранкою плугом, чизельним або плоско-різним знаряддям [15, 19, 20, 27, 28, 31].

Передпосівну підготовку ґрунту виконують поєднанням ранньовесняного боронування з подальшими однією або двома допосівними культиваціями під час яких вносять ґрунтові гербіциди.

Сіють соняшник пунктирним способом з шириною міжрядь 0,7м, одразу або одночасно з передпосівною культивацією за температури ґрунту на глибині загортання насіння +10...12С. Густоті рослин перед збиранням – 25...30тис/га (південь), 40...45 тис/га (центр). Глибину загортання насіння визначають враховуючи запаси вологи – інтервал 4...10 см.

Збирання соняшника починають, якщо середня вологість насіння досягне 12% і нижче. Якщо збирання потрібно виконати у ранні терміни з отриманням сухого і вирівняного за вологістю насіння, то виконують десикацію – підсушують рослини хімічними препаратами прискорюючи досягання.

Соняшник відносять до рослин із значним періодом вегетації, потужною кореневою системою та великою вегетативною масою; він належить до культур високого виносу поживних речовин з ґрунту, порівняно з зерновими колосовими потребує: азоту більше у два рази, фосфору більше у три рази, калію більше у десять-дванадцять разів. Формування 1ц насіння соняшника потребує азоту – 4,8...7,5кг; фосфору – 1,6...2,8кг; калію –15,5...19кг [15, 19, 20].

Для регулювання запасів продуктивної вологи у ґрунті при вирощуванні соняшника потрібно дотримуватися зональних рекомендацій з його розміщення у сівозміні.

1.3. Вибір способу сівби соняшника

Найкращі сходи соняшника є при його якісній сівбі та неглибокому загортанні насіння, але обов'язково у вологий шар ґрунту, що є основою для майбутньої високої врожайності.

Забезпечити неглибоке загортання насіння соняшника у вологий шар ґрунту можна, розробивши робочий орган до посівної машини, який відгортатиме сухий шар ґрунту із зони розташування майбутніх рядків культурних рослин у міжряддя.

Сівбу соняшника виконують пунктирним способом, насіння потрапляє у ґрунт з висіваючих апаратів, закривають його загортаючі робочі органи. Розподіляється насіння у рядках достатньо рівномірно, чим створюються однакові умови для рівномірного розвитку рослин. Важливим є забезпечити однакову площу живлення для всіх рослин, що в ідеальному випадку можна досягнути за умови, що кожна насінина потрапляє у центр на перетині діагоналей квадрата, сторона якого відповідає густоті розміщення рослин, однак цього досягнути практично неможливо, бо густина розміщення рослин у рядка варіює в широких межах.

Враховуючи результати досліджень посівів просапних високостеблових культур і те, що показник густоти рослин має певний діапазон, було встановлено, що ширина міжрядь для соняшника – 700мм, відстань між насінинами у рядках змінна залежно від показника густоти, який коливається залежно від ґрунтово-кліматичних умов, сорту, призначення вирощеної продукції тощо [15, 19, 20, 27, 28, 31].

Враховуючи особливості вирощування соняшника кваліфікаційна робота направлена на вдосконалення технології вирощування соняшника шляхом покращення конструкції сівалки СУПН-8, яка забезпечуватиме якісну сівбу насіння соняшника у вологий шар ґрунту.

2. КОНСТРУКТИВНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ МОЖЛИВОСТІ СІВБИ СОНЯШНИКА У БОРОЗНУ

2.1. Передумови до виконання сівби соняшника у борозну

При вирощуванні соняшника на зерно на більшості площ використовують загальноприйнятту гладеньку сівбу, яку виконують після передпосівної культивуації, яка йде по зяблевій оранці.

Сіють соняшник переважно сівалками СУПН-8 й СУПН-8-01, які виконують точну сівбу пунктирним способом, недоліком їх є нерівномірність глибини загортання насіння, що спричиняє недружні сходи.

Удосконалюючи пристрої для сівби та вносячи зміни у механізм її реалізації необхідно обумовити вимоги, на яких вони базуватимуться, а саме: висівають насіння сортів і гібридів соняшника лише першого класу (при лабораторній схожості 98...99%, чистоті на рівні 99,2% з домішками подрібнених часточок насіння до 0,5%), попередньо оброблене отрутохімікатами; посівні роботи мають тривати не більше п'яти-шести днів, щоб вкласти у рекомендовані терміни; засівають кожне з полів не довше ніж один-два дні; перед сівбою для кожного поля агроном господарства встановлює норми висіву насіння та добрив і глибину загортання насіння враховуючи зональні рекомендації та конкретні умови (запас вологи у ґрунті, попередник, систему підготовки ґрунту тощо).

Сівалки, якими сіють соняшник, конструктивно мають плавне (безступінчате) регулювання глибини (діапазон 4-10см, відхилення до ± 1 см) на яку загортають насіння та гранульовані мінеральні добрива, за умови, що туки загортають глибше від насіння на 3см та вбік від рядків на 3см.

Конструкції висіваючих апаратів та загортачів реалізують рівномірне розподілення насіння у рядках при відхиленні від очікуваного інтервалу у межах $\pm 30\%$, що має бути виконано для більше ніж 70% насіння за норми висіву до 45 тис/га. Зміни у нормі висіву можуть бути до 5%, якщо встановлено 25...60 тис/га та до 8%, якщо встановлено до 60 тис/га [12, 13, 15, 18, 19, 20, 22, 27, 28, 31].

Конструктивно висівні апарати сівалок мають висівати повноцінні насінини не травмуючи їх та забезпечувати регулювання норми висіву у діапазоні 20...120тис/га, при цьому крок регулювання в межах 3...5тис.насінин. Відхилення у висіванні туків $\pm 10\%$.

Якісні показники роботи сівалок на висіванні насіння і туків мають бути на робочій швидкості посівного агрегату до 8км/год, при цьому має бути забезпечена однакова ширину міжрядь 700мм (відхилення до 1см, на стиках до 5см). Рядки посівів мають бути прямолінійні, можливе відхилення від осевої лінії рядка до 5 см на довжині 50см. Поворотні смуги мають бути не більші за шириною за три-чотири захвати посівного агрегату.

Засіяне поле має бути вирівняне і прикотковане, щоб зменшити випаровування вологи та покращити контакт насінин та ґрунту для рівномірних сходів.

Для вирощування соняшника у посушливих умовах, доцільно удосконалити процес, застосовуючи сівбу на дно борозни. За традиційної технології соняшник висівають у період 25 квітня-9 травня, на цей момент верхній шар ґрунту, зазнавши багаторазового впливу ґрунтообробних знарядь на глибину 5...8см, що відповідає посівному шару більшості культур, практично зневоднений через боронування та культивації. Щоб отримати рівномірні сходи соняшника, потрібно насіння загорнути у вологий шар, тобто вкласти на дно борозни. Якщо насіння потрапляє надто глибоко (на 9см) і при тому має різну енергію проростання, то сходи появляються ослабленими та нерівномірними за висотою, зокрема на початку (перша-друга фази) розвитку.

Враховуючи, що найкращою є гладенька сівба на рівну поверхню поля, але у посушливих умовах розпушений шар ґрунту пересихає, що призводить до недружних сходів, тому сівба соняшника у борозни має свої перспективи, при якому сухіший верхній шар ґрунту зміщують у міжряддя, а насіння потрапляє у вологий шар [13, 15, 16, 18, 19, 20, 27, 28, 31].

Як удосконалення процесу сівби соняшника можна реалізовувати його використовуючи спеціальний робочий орган (бороутворювач), яким формують борозенки глибиною 10...14см.

Такий спосіб сівби відкриває вологе дно у посівних рядках, по яких зразу за борозноутворювачами просуваються полозовидні сошники сівалки СУПН-8. За таких умов насіння соняшника має потрапляти у вологий шар на глибину 3...4см. Завдяки мілкому загортанню насіння у вологий шар сходи мають бути більш-менш одночасно та рівномірно розвиваються рослини у подальші фази. Такий спосіб потребує обґрунтування.

2.2. Конструктивні зміни в агрегаті для сівби соняшника у борозну та технологічні особливості формування борозен

Посівний агрегат, який висіватиме соняшник у борозну за один прохід виконуватиме такі технологічні операції: нарізання борозен, сівбу соняшника; розчинів гербіцидів за шириною борозен, загортання на потрібну глибину насіння соняшника та розчинів гербіцидів, ущільнення ґрунту та вирівнювання рядків. Усі ці агротехнічні операції реалізують робочі органи просапної сівалки СУПН-8 з пневматичним висівним апаратом.

Для нарізання борознів і смугового внесення гербіцидів використовують спеціальні робочі органи – борозноутворювачі (рис. 2.1) встановлені на відповідні агрегатами, їх виконують використовуючи стрілчасті лапи 1 культиватора КРН-5,6 з шириною захвату 270мм, у проміжок між їх крила та стійки 3 яких приварюють ліво- 4 і правобічні 2 полиці культиваторів-підгортачів типу КРН-52 і КРН-53.

Зварні шви умають бути з протилежного боку до напрямку руху знярядь у ґрунті, у такий спосіб шов не заважатиме пересуванню ґрунту по полицях борозно утворювача під час відкриття борозен.

Борозноутворювачі з допомогою стійок 3 встановлюють у тримачі культиватора КРН-5,6 і закріплюють на гряділь з паралелограмною підвіскою, щоб забезпечити копіювання рельєфу поля та для дотримання потрібної глибини утворення борозен. Надійність роботи підвіски та довговічність її шарнірів забезпечується завдяки встановленню на підшипниках.

Паралелограмну підвіску хомутами підвішують до поздовжнього бруса, який має таку саму довжину як центральний брус сівалки, до якого електрозварюванням кріплять поперечні бруси (рис. 2.2) довжина яких 850мм. Через поперечні бруси 2 (рис. 2.2а) балку хомутами (рис. 2.2б) кріплять до балки сівалки СУПН-8. Борозноутворювачі закріплюють так, щоб їх вісь симетрії співпадала з віссю симетрії у посівній секції СУПН-8.

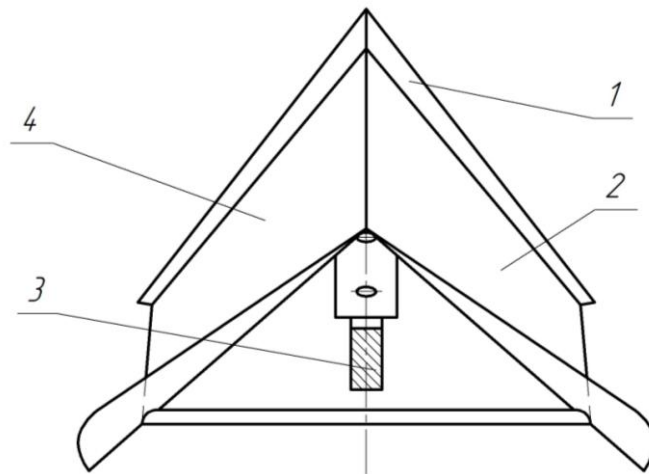


Рисунок 2.1

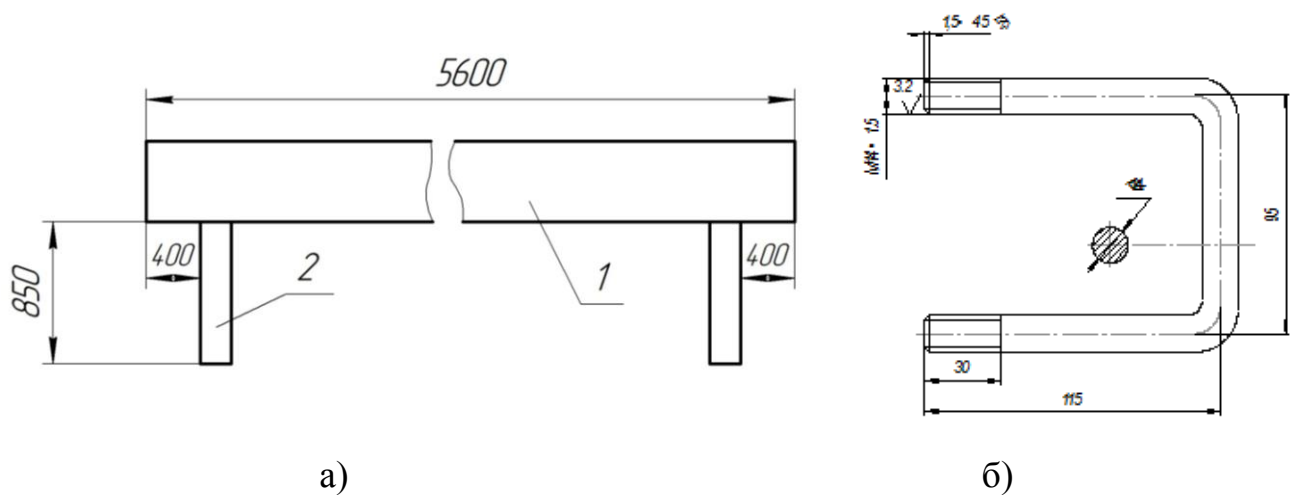


Рисунок 2.2

Конструктивне удосконалення агрегату робить можливим незалежність копіювання поверхні поля робочими органами – борозноутворювачем і посівною секцією та забезпечує рівномірність у засипанні ґрунтом насіння соняшника допускаючи агротехнічно допустимі межі відхилення заданої глибини.

Бороздороби утворюють борозенки відповідного профілю (рис. 2.3а) запобігаючи осипанню ґрунту у рядки для посіву.

Глибину борозенок h визначають залежно від глибини залягання вологи, переважно 100...120мм, іноді 130...140мм.

Формування борозен відбувається у такій послідовності – комбінований агрегат для сівби містить культиватор КРН-5,6 та сівалку СУПН-8, при заїзді на поле опускають стрічасті лапи в робоче положення, у якому вони занурившись у ґрунт підрізають верхній його шар ліво- і правобічними полицями і відсовують його у міжряддя (рис. 2.3б, рис. 2.4).

Висота валочків ґрунту в міжряддях h_1 (див. рис. 2.3б) залежить від глибини борозенок h . Ширину борозенок b приймають в діапазоні 150...180мм, враховуючи, що при збільшенні глибини входження борозутворювача вона буде збільшуватися, попри те, що скиби, які відкидають сусідні бороздороби у міжряддях не будуть з'єднуються між собою.

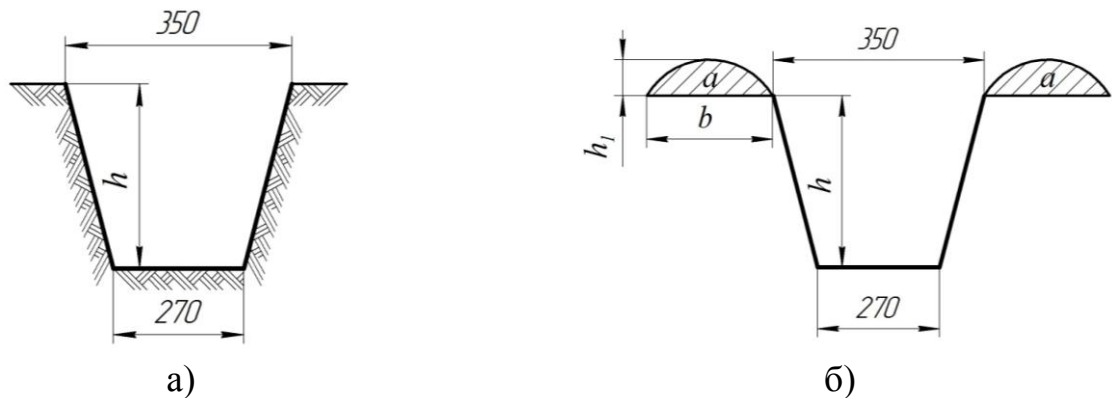


Рисунок 2.3

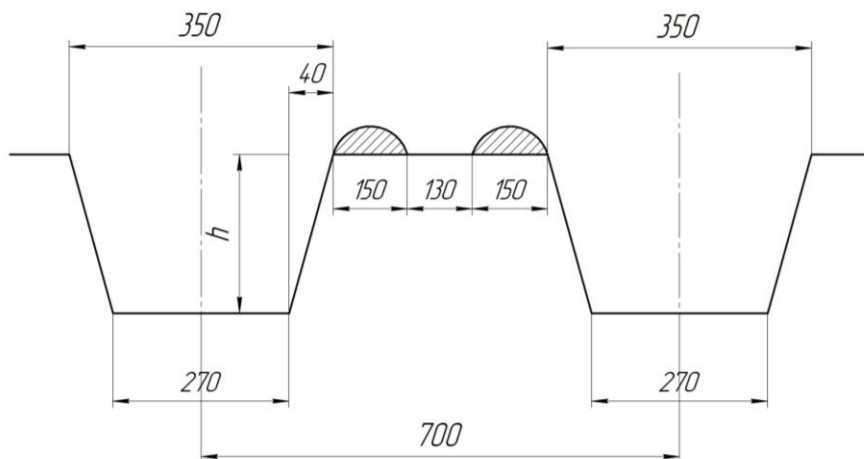


Рисунок 2.4

Міжрядний обробіток таких посівів виконують за умови, що культурні рослини в рості набрали висоту більшу за глибину борозен, тоді стрілочасті лапи просапних культиваторів, що мають ширину захвату 270мм чи інші робочі органи, проходять між валиками ґрунту в міжряддях і зміщують їх у борозни.

2.3. Технологічні розрахунки посівного агрегату для сівби соняшника у борозни при внесенні гербіцидів

Скомпонуємо посівний агрегат для сівби соняшника у борозну з одночасним внесенням гербіцидів (рис. 2.5).

Тягова машина, яка забезпечуватиме за один прохід нарізання борозенок, сівбу разом зі стрічковим внесенням розчину гербіциду доцільно використати трактор ДТ-75М, потужність двигуна якого 66,2кВт. На передню частину рами трактора через перехідні кронштейни встановлюють обприскувач-підживлювач (підійде ЕКО-600), насос якого поміщають на вал відбору потужності, частота обертання якого 543об/хв. Ззовні до кабіни трактора прикріплюють через болтові з'єднання регулятор тиску; для контролю тиску у напірній магістралі встановлюють манометр, так, щоб механізатор міг його бачити. Подають робочий розчин гербіциду включаючи та виключаючи гідросистему трактора.

На задню навіску 3 трактора 2 встановлюють посівний агрегат – сівалку 5 з борозноробом 4 (див. рис. 2.5). У висіваючих апаратах сівалки створюють вакуум газоструменевим компресором ГСК-3,0 за рахунок енергії, яку виділяють вихлопні газів двигуна.

Маркери сівалки встановлюють у робоче положення гідросистемою трактора.

Сівбу соняшника у борозни поєднують зі смуговим внесенням робочого розчину гербіциду використовуючи підживлювач-обприскувач ЕКО-600, закріплений попереду трактора у комплекті з мембранно-поршневым насосом закріпленим на задньому мосту тягової машини. Насос з'єднують з хвостовиком ВВП трактора шліцевою втулкою. З бака обприскувача розчин гербіциду

забирають насосом і завдяки створеному надлишковому тиску він надходить на регулятор тиску, що має два крани, один з них створює тиск на розпилювачах, інший регулює скидання розчину назад у місткість. Розчин гербіциду дозовано надходить до колектора, з якого трубопроводом поступає до щілинних плоскофакельних розпилювачів (рис. 2.6), розташованих у корпусах, які різьбовим з'єднанням кріпляться до живильної трубки. Конструкція кріплення трубки у кронштейні забезпечує зміну висоти встановлення розпилювача.

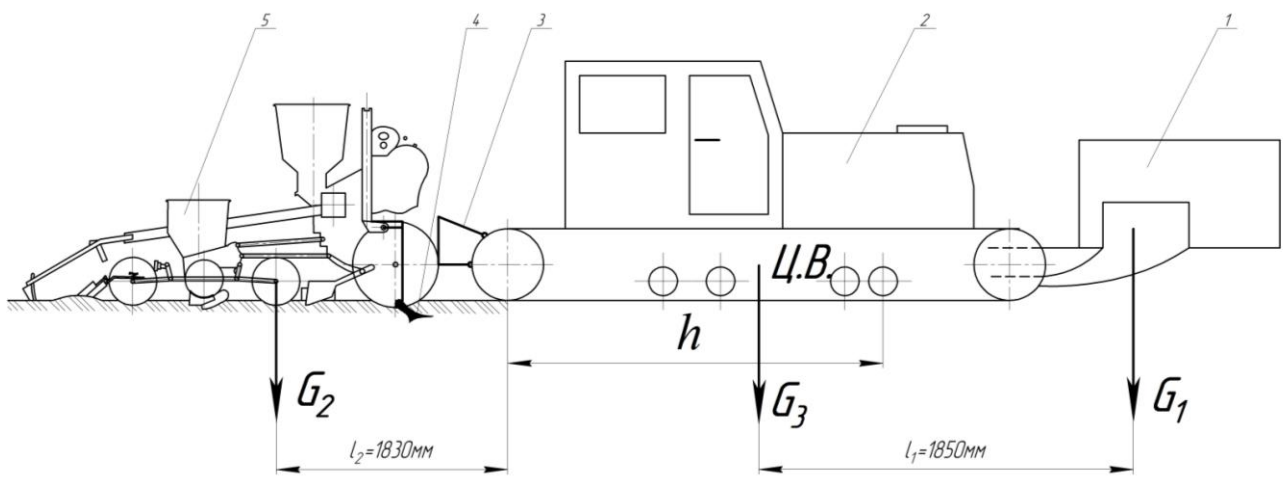


Рисунок 2.5

Для реалізації технологічного процесу внесення гербіциду через повертач 5 (див. рис. 2.6), пересувають трубку 3, на якій є розпилювач 1 так, щоб утворювалася оброблювана смуга шириною 280мм, враховуючи, що ширина дна борозенок 270мм, то на нього гарантовано потрапить розчин гербіциду.

Форсунки обприскувача встановлені на агрегаті для сівби соняшника в борозну на відміну від серійних, створюють закон розподілення рідини на поверхні близький до прямокутника, коефіцієнт варіації за нерівномірністю розподілу $\pm 40\%$.

Витрати робочої рідини при обробці гектара площі посіву соняшника

$$q_{P1} = \frac{Q_{ca} \cdot V_P \cdot B_{PO}}{600 \cdot n_{P3}}, \quad (2.1)$$

- де q_{p1} – розхід розчину гербіциду, на виході з одного розпилювача, л/хв;
 Q_{za} – витрата гербіциду $Q_{za} = 300$ л/га;
 V_p – швидкість пересування посівного агрегата, $V_p = 8$ км/год;
 B_{p0} – ширина захвату під час обробки посівів гербіцидом, м;
 n_{pz} – кількість розпилювачів, $n_{pz} = 8$ шт.

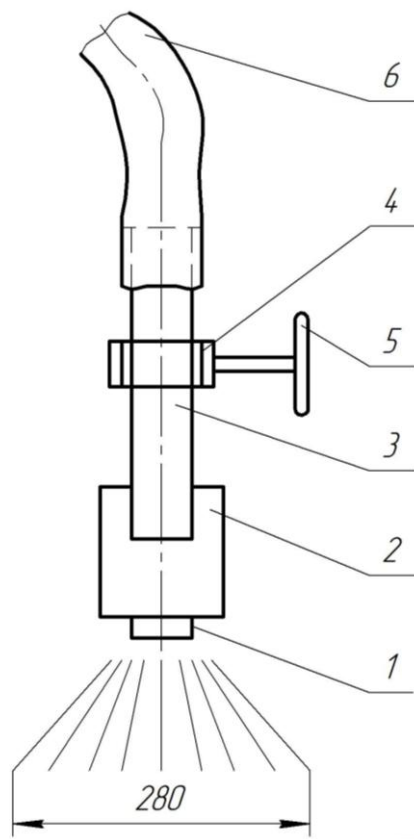
Враховуючи, що

$$B_{p0} = 0,28 \cdot n_{pz} = 0,28 \cdot 8 = 2,24 \text{ м,}$$

отримаємо

$$q_{p1} = \frac{300 \cdot 8 \cdot 2,24}{600 \cdot 8} = 1,12 \text{ л/хв.}$$

Відповідно підбирають розпилювачі, у яких хвилинна витрата 1,0 л/хв, якщо підвищити тиск у напірній магістралі, витрата становитиме 1,12 л/хв.



- 1 – розпилювач; 2 – гайка-корпус; 3 – металева трубка; 4 – кронштейн;
 5 – повертач; 6 – гнучкий шланг

Рисунок 2.6 – Схема розпилювача

Оскільки ширина захвату посівного агрегата 5,6м, фактичної обробки зазнає площа поля на ширині 2,24м або 40%. Якщо використовувати оптимальну норму гербіцидних препаратів (харнес, троффи) – 3л/га, то у смуги достатньо внести обґрунтовано меншу його кількість гербіциду, тобто на гектар посівної площі соняшника має бути достатньо 1,2л, що вказує на значну економію препарату (60% або 1,8л/га) при застосуванні комбінованого агрегату.

Враховуючи компоновку посівного агрегату для сівби соняшника у борозни – на передній гідронавісці трактора 2 встановлено обприскувач 1, на задній гідронавісці 3 – посівний агрегат (див. рис. 2.5), потрібно перевірити повздовжню стійкість агрегату.

Вага бороздоробів відповідатиме вазі культиватора КРН-5,6А – 870кг, вага сівалки СУПН-8-01 – 1175кг, вага обприскувача ЕКО-600 – 970кг, вага трактора ДТ-75М – 6670кг.

Визначимо базу трактора (приймають відстань між центрами розташування переднього котка гусениці та ведучої зірочки гусениці)

$$L = 1800\text{мм}; l_1 = 1850\text{ мм } l_2 = 1830\text{мм}.$$

Прийнявши, що трактор перебуває у рівноважному стані, тоді його вагу в розрахунки не вводять.

Запишемо умову рівноваги агрегата для сівби соняшника у борозну керуючись прийнятою розрахунковою схемою (див. рис. 2.5) [1, 8, 11]

$$l_2 \cdot G_2 \geq l_1 \cdot G_1 . \quad (2.2)$$

Тобто

$$1830 \cdot (870 + 1175) \geq 1850 \cdot 970 .$$

отримаємо

$$1830 \cdot 2405 > 1850 \cdot 970 .$$

Враховуючи, що на сівбі з внесенням гербіциду вага обприскувача збільшиться на 630кг, оскільки у його бак залиють робочий розчин гербіциду, тоді

$$1830 \cdot 2405 \neq 1850 \cdot (970 + 630) .$$

Щоб зрівноважити агрегат із заповненим обприскувачем на передню балку встановлюють додатковий вантаж ΔG_1

$$1830 \cdot 2405 \neq 1850 \cdot (1600 + \Delta G_1),$$

$$\Delta G_1 = \frac{1830 \cdot 2405}{1850} - 1600 = 780 \text{ кг.}$$

Враховуючи прийняті конструктивні дообладнання кінцево приймемо склад посівного агрегату для сівби соняшника у борозни: трактор ДТ-75М з сівалкою СУПН-8-01 додатково обладнаною бороздоробами і пристосуванням для смугового внесення гербіцидів та обприскувач ЕКО-600. Подовжня стійкості такого комбінованого агрегату для сівби забезпечується встановленням на передню балку трактора додаткових вантажів масою 780кг.

Завдяки впровадженню в інтенсивній технології вирощування соняшника елементів енергоресурсозбереження реалізованих використанням комбінованого посівного агрегату із смуговим внесенням гербіцидів, можна досягти зниження витрат палива через заміну оранки глибоким розпушуванням, та поєднавши в одному проході комбінованого агрегату передпосівну культивуацію, сівбу і внесення гербіцидів.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ СІВБИ СОНЯШНИКА У БОРОЗНУ

3.1. Умови роботи посівного агрегату для сівби соняшника у борозни

Прийmemo для посіву соняшника у борозну площу плантації у 200га, довжина гонів – 1000м, спосіб висіву – пунктирний у борозни, робоча швидкість агрегату на сівбу 8км/год (2,22м/с), глибина висіву соняшника – до 5см, глибина нарізки борозенок – до 14см, посівна норма соняшника – 65тис.шт/га, комплектація агрегату для посіву – трактор ДТ-75М з обприскувачем, сівалка СУПН-8 з борозноробом, ширина захвату агрегата – 5,6м, радіус повороту – 4,7м, ухил поля, 2-3гр, агрофон – рівна поверхня на фоні ранньовесняного боронування; поєднані операції: боронування з нарізкою борозенок для сівби; сівба соняшника зі смуговим внесенням гербіцидних розчинів, мінеральних добрив, загортання гербіцидів, добрив і насіння; ущільнення і мульчування поверхні [13, 15, 16, 19, 20, 27, 28, 31].

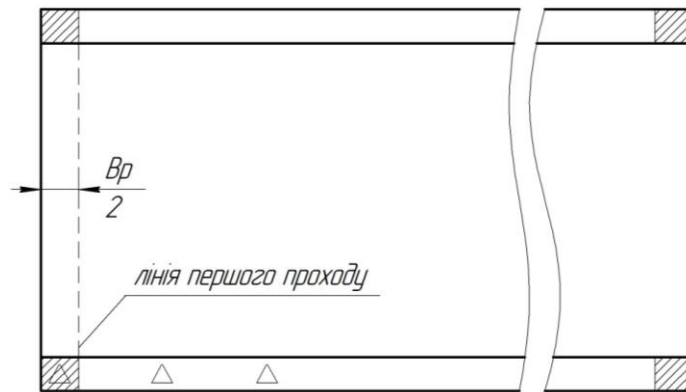
Під час технологічного процесу посіву соняшника у борозни скомпонований машинно-тракторний агрегат переміщаючись полем виконує робочі ходи (робочі органи знаряддя включені у роботу) та холості ходи (маневри на поворотній смузі, переїзди з однієї ділянки на іншу) та зупинки агрегату (заправка насінням, добривами, гербіцидами, зупинки на обслуговування, усунення неполадок тощо), враховуючи усі ці моменти виконують розмітку поля на робочі і неробочі зони, щоб забезпечити злагоджену роботу.

Розмітка поля потребує виділення робочої ділянки (рис. 3.1), на якій буде здійснюватися сівба соняшника у борозну, її розміри: довжина L_D , ширина B_D і площа s_D . Схема переміщення агрегату для сівби соняшника у борозни показана на рисунку 3.2.

Частину робочої ділянки на полі, або усе поле, на якому мають виконувати сівбу прийнятним способом руху агрегату називають робочий загін або загін чи загінка, її ширину узгоджують враховуючи робочу ширину захвату

агрегату з умовою, що кількість переміщень агрегату (робочих ходів) по загінці буде дорівнювати цілому числу.

Частина загінки чи робочої ділянки, яку відводять на рух агрегата на холостих ходах на поворотах, називають поворотною смугою, а лінія, що їх розділяє – контрольна лінія, на якій вимикають та вмикають робочі органи виїжджаючи на поворотну смугу чи на робочий прохід у загінці.



Δ – пункти заправки посівного агрегату

Рисунок 3.1

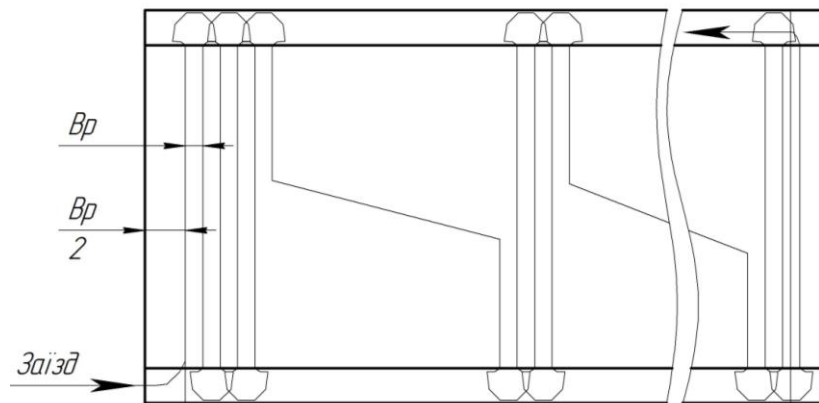


Рисунок 3.2

Ширину поворотної смуги агрегату визначають з врахуванням його довжини, ширини, радіуса виконання повороту та довжини виїзду у загінку. Якщо приймемо петлеву схему повороту, то мінімальна ширина поворотної смуги при петлевому повороті агрегату [2, 8, 17, 18]

$$B_{ПС} = e + (2,7 \dots 3,0) R_{П} + \Delta Z_{ПС} , \quad (3.1)$$

де e – відстань, на яку зміщують посівний агрегат, визначають її від розташування контрольної лінії починаючи з поворотної смуги на початок повороту так, щоб запобігти огріхам через передчасне виключення з процесу робочих органів, можна прийняти з діапазону 4,5...9,0м за робочої швидкості знаряддя 7...9км/год, $e=6,5$ м;

ΔZ_{PC} – зона резервування на поворотній смузі;

R_{II} – радіус повороту, 4,7м.

Ширину смуги для повороті беруть такою, щоб дорівнювала цілому числу переміщень агрегату

$$B_{PC} = 6,5 + 3 \cdot 4,7 + \Delta Z_{PC} = 20,8 + \Delta Z_{PC} .$$

Число проходів агрегата полем

$$n_A = B_{PC} / B_A , \quad (3.2)$$

де B_A – ширина захоплення агрегата, $B_A = 5,6$ м;

тоді

$$n_A = 20,8 / 5,6 = 3,71 .$$

Прийmemo $n_A = 4$.

Відповідно

$$B_{PC} = n_A \cdot B_A = 4 \cdot 5,6 = 22,4 \text{ м.}$$

На резервну зону у поворотній смузі потрібно

$$\Delta Z_{PC} = 22,4 - 2,8 = 1,6 \text{ м.}$$

Довжина робочих ходів агрегата на сівбі соняшника

$$L_P = L_T - 2 B_{PC} , \quad (3.3)$$

де L_T – довжина гонів у загінці, $L_T=1000$ м.

Тоді

$$L_P = 1000 - 2 \cdot 22,4 = 955,2 \text{ м.}$$

Виконання технологічних операцій на полі потребує певного способу руху агрегату, на що впливають вид операцій, компоновання агрегатів, розміри та форма полів. Для удосконаленого посівного агрегату вибирають гоновий спосіб, на індивідуальних загонах МТА рухається човниковим способом, для якого визначимо величину коефіцієнта робочих ходів

$$\varphi_{PX} = \frac{L_{PX}}{L_{PX} + L_{XX}}, \quad (3.4)$$

тут L_{XX} – шлях, що пройде агрегат рухаючись холостим ходом, визначають в одному загоні враховуючи ширину захвату

$$L_{XX} = \frac{2 C}{B_A} \cdot (3 R_{II} + e), \quad (3.5)$$

буде

$$L_{XX} = \frac{2 \cdot 107}{5,6} \cdot (3 \cdot 4,7 + 6,5) = 78,5 \text{ м.}$$

Потрібна довжина робочих ходів агрегата

$$L_{PX} = L_P \cdot n_x. \quad (3.6)$$

Тоді

$$L_{PX} = 955 \cdot 19 \approx 18150 \text{ м.}$$

Визначимо коефіцієнт, що описує робочі ходи агрегату

$$\varphi_{PX} = \frac{18150}{18150 + 785} \approx 0,98 .$$

3.2. Визначення продуктивності комбінованого знаряддя

Продуктивність комбінованого посівного агрегату є одним з основних показників його роботи, визначають її через кількість виконаної роботи за одиницю часу, до прикладу – га/год чи га/зм.

Годинна продуктивність [2, 4, 8, 17, 18]

$$W_{ГОД} = 0,1B_P \cdot V_P \cdot \tau_P, \quad (3.7)$$

тут τ_P – коефіцієнт використовуваного робочого часу у зміні,

$$\tau_P = T_P / T_{ЗМ}, \quad (3.8)$$

тут T_P – головний час зміни;

$T_{ЗМ}$ – тривалість зміни, $T_{ЗМ} = 8$ год.

Визначимо основний час робочої зміни, що містить кілька складників часу [2, 8, 17, 18]

$$T_P = T_{ЗМ} - T_{ХХ} - T_{ПЗ} - T_{ТО} - T_{ТД} - T_{ВД} - T_{ПР} - T_{ЗП} - T_{ВД}, \quad (3.9)$$

де $T_{ХХ}$ – холості ходи на переїздах, $T_{ХХ} = 0,06$ год ;

$T_{ПЗ}$ – підготовчо-завершальний час, $T_{ПЗ} = 0,064$ год ;

$T_{ТО}$ – технічне обслуговування знаряддя, $T_{ТО} = 0,20$ год ;

$T_{ТД}$ – огляд перед роботою $T_{ТД} = 0,054$ год ;

$T_{ВД}$ – виправлення ймовірних відмов, $T_{ВД} = 0,108$ год ;

$T_{ПР}$ – переїзди, $T_{ПР} = 0,33$ год ;

$T_{ЗП}$ – затрати часу викликані організаційними причинами, $T_{ЗП} = 0,074$ год ;

$T_{ВД}$ – відпочинковий час, $T_{ВД} = 1$ год ,

отримаємо

$$T_P = 8 - 0,06 - 0,064 - 0,20 - 0,054 - 0,108 - 0,33 - 0,074 - 1 = 6,198 \text{ год} .$$

Відповідно

$$\tau_P = 6,198 / 7 = 0,88 .$$

З врахуванням отриманих значень годинна продуктивність посівного агрегату буде

$$W_{ГОД} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 8 \cdot 0,88 = 3,94 \text{ га/год} ;$$

тоді змінна продуктивність становитиме

$$W_{ЗМ} = W_{ГОД} \cdot T_{ЗМ} , \quad (3.10)$$

$$W_{ЗМ} = 3,94 \cdot 7 = 27,7 \text{ га/зм.}$$

Важливо визначити на реалізацію технологічного процесу сівби потребу у паливо-мастильних матеріалах [2, 8, 17, 18]

$$q_{ПММ} = \frac{Q_P \cdot T_P + T_{ХП} \cdot Q_{ХП} + Q_{ПОВ} \cdot T_{ПОВ}}{0,1 \cdot B_P \cdot V_P \cdot \tau_P} , \quad (3.11)$$

де $q_{ПММ}$ – питомий розхід палива, кг/га;

Q_P – годинний розхід палива при роботі,

$$Q_P = 44,2 \text{ кВт} \cdot 231 \text{ г/кВт} \cdot \text{год} = 10,25 \text{ кг/год} ;$$

$Q_{ХП}$ – годинний розхід палива на холості переїзди, $Q_{ХП} = 5,6 \text{ кг/год} ;$

$Q_{ЗП}$ – годинний розхід палива на зупинки, $Q_{ЗП} = 2,8 \text{ кг/год} ;$

T_P – час, коли агрегат працює у номінальному режимі, $T_P = 6,198 \text{ год} ;$

$T_{ХП}$ – час, коли агрегат рухається на холостих переїздах

$$T_{ХП} = 0,7 (T_{ЗМ} - T_P) , \quad (3.12)$$

тобто

$$T_{ХП} = 0,7 (8 - 6,198) = 1,19 \text{ год} ;$$

$T_{ЗП}$ – час протягом якого двигуна трактора працює на зупинках агрегата

$$T_{ЗП} = 0,3 (T_{ЗМ} - T_P) , \quad (3.13)$$

тобто

$$T_{ЗП} = 0,3 (8 - 6,198) = 0,59 \text{ год.}$$

Враховуючи отримані значення визначимо величину витрат паливно-мастильних матеріалів під час сівби соняшника у борозну

$$q_{ПММ} = \frac{10,25 \cdot 6,198 + 5,6 \cdot 1,19 + 2,8 \cdot 0,59}{3,94} = 3,65 \text{ кг/год} .$$

Результати розрахунків виконаних відповідно до операційно-технологічної карти на посів соняшника з використанням комбінованого посівного агрегата ДТ-75М+СУПН-8-01+ЕКО-600 показують такі важливі експлуатаційні показники: продуктивність знаряддя, спосіб руху, витрату пального.

3.3. Регуляторна і тягова характеристики двигуна трактора

Перевіримо можливості трактора ДТ-75М для приєднання до нього удосконаленого знаряддя для посіву соняшника враховуючи такі технічні характеристики дизельного двигуна трактора: потужність $N_{ДВ} = 74,3 \text{ кВт}$; оберти вала двигуна $n_{ДВ} = 1750 \text{ об/хв}$; вага трактора $G_{ТР} = 66,7 \text{ кН}$; радіус головної зірочки $R_3 = 0,358 \text{ м}$.

Можливості трансмісії трактора для забезпечення відповідних робочих швидкостей та передаточних чисел [2, 8, 17, 18]:

$$V_1 = 1,67 \text{ км/год} ; \quad u_1 = 44,6;$$

$$V_2 = 2,85 \text{ км/год}; \quad u_2 = 39,8;$$

$$V_3 = 4,59 \text{ км/год}; \quad u_3 = 35,8;$$

$$V_4 = 5,63 \text{ км/год}; \quad u_4 = 32,2;$$

$$V_5 = 6,67 \text{ км/год}; \quad u_5 = 29,0;$$

$$V_6 = 7,81 \text{ км/год}; \quad u_6 = 26,0;$$

$$V_7 = 11,36 \text{ км/год}; \quad u_7 = 21,0.$$

Визначимо яка має бути номінальна величина крутного моменту, що передається валом двигуна трактора [2, 4, 8, 17, 18]

$$M_{ДВ} = \frac{9,81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot N_{ДВ}}{3,14 \cdot n_{ДВ}}, \quad (3.14)$$

Буде

$$M_{ДВ} = \frac{9,81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot 74,3}{3,14 \cdot 1750} = 406 \text{ Нм.}$$

Максимальний крутний момент, що може передавати вал двигуна

$$M_{ДВ \text{ max}} = 1,05 M_{ДВ}, \quad (3.15)$$

тобто

$$M_{ДВ \text{ max}} = 1,05 \cdot 406 = 427 \text{ Нм.}$$

Максимальний крутний момент двигуна потребує відповідної кількості обертів його вала

$$n_{ДВ \text{ M}} = n_{ДВ} \cdot 1,15^{-1}. \quad (3.16)$$

Буде

$$n_{ДВ \text{ M}} = 1750 / 1,15 = 1565 \text{ об/хв.}$$

Максимальна частота обертання вала тракторного двигуна трактора, за уживи, що $M_{ДВ} = M_0 = 0$

$$n_{ДВ \text{ max}} = n_{ДВ} \cdot 0,92^{-1}. \quad (3.17)$$

Буде

$$n_{ДВ \text{ max}} = 1750 / 0,92 = 1900 \text{ об/хв.}$$

На максимальному крутному моменті $M_{ДВ \text{ max}}$ його потужність буде [12]

$$N_{ДВ М} = \frac{\pi \cdot M_{ДВ \max} \cdot n_{ДВ М}}{0,81 \cdot 30 \cdot 102} \quad (3.18)$$

Тобто

$$N_{ДВ М} = \frac{3,14 \cdot 42,7 \cdot 1165}{0,81 \cdot 30 \cdot 102} = 52 \text{ кВт.}$$

Потужність тракторного двигуна дорівнює нулю, якщо крутні моменти дорівнюють нулю $M_{ДВ} = M_0 = 0$.

Визначимо годинну витрату, яка пов'язана з потужністю і $M_{ДВ}$ двигуна рушія

$$G_{ДВ} = g_{ДВ} \cdot N_{ДВ} \quad (3.19)$$

Буде

$$G_{ДВ} = 206 \cdot 74,3 = 15,3 \text{ кг/год.}$$

Визначимо годинну витрату палива за умови, що $M_{ДВ} = M_{ДВ \max}$ тобто при максимальній потужності трактора

$$G_{ДВ \max} = g_{ДВ} \cdot N_{ДВ \max} \quad (3.20)$$

Буде

$$G_{ДВ \max} = 206 \cdot 52 = 10,7 \text{ кг/год.}$$

Отримані результати розрахунків внесені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Оберти вала дизельного двигуна, об/хв	Величина крутного моменту, Н м
$n_{ДВ} = 1750$	$M_{ДВ} = 406$
$n_{ДВ М} = 1565$	$M_{ДВ \max} = 427$
$n_{ДВ \max} = 1900$	$M_0 = 0$

Розрахуємо можливі тягові параметри вибраного трактора.

Трактор, враховуючи умову буксування, може розвивати максимальну силу тяги T_{\max} за певних умов [2, 8, 17, 18]

$$\delta = A \cdot \left(\frac{T_{\max}}{9,81 \cdot G_{TP}} \right) + B \cdot \left(\frac{T_{\max}}{9,81 \cdot G_{TP}} \right)^n = 1, \quad (3.21)$$

тут A, B, n – значення коефіцієнтів, що визначаються ґрунтовими умовами,

типом двигуна трактора, тощо, у даному разі $A = 0,198$; $B = 4,77$;

$$n = 6 .$$

Враховуючи прийняті значення коефіцієнтів A, B, n вираз (3.21) набуде вигляду

$$\delta = 0,198 \cdot \left(\frac{T_{\max}}{9,81 \cdot 66,7} \right) + 4,7 \cdot \left(\frac{T_{\max}}{9,81 \cdot 66,7} \right)^6 = 1,0 . \quad (3.22)$$

Отриману функцію (3.22) розкладають у ряд Фур'є обмежуючись першими п'яти членами, результат $T_{\max} \approx 48$ кН . Приймають решта значень:

$$T_1 = 10 \text{ кН} ; T_2 = 20 \text{ кН} ; T_3 = 30 \text{ кН} ; T_4 = 40 \text{ кН} ; T_5 = 45 \text{ кН} .$$

Враховуючи прийняті значення T_1, T_2, T_3, T_4 і T_5 визначають $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$

$$\delta_1 = 0,198 \cdot \left(\frac{10}{9,81 \cdot 66,7} \right) + 4,8 \cdot \left(\frac{10}{9,81 \cdot 66,7} \right)^6 \approx 0,0298 ;$$

$$\delta_2 = 0,198 \cdot \left(\frac{20}{9,81 \cdot 66,7} \right) + 4,8 \cdot \left(\frac{20}{9,81 \cdot 66,7} \right)^6 \approx 0,0472 ;$$

$$\delta_3 = 0,198 \cdot \left(\frac{30}{9,81 \cdot 66,7} \right) + 4,8 \cdot \left(\frac{30}{9,81 \cdot 66,7} \right)^6 \approx 0,0890 ;$$

$$\delta_4 = 0,198 \cdot \left(\frac{40}{9,81 \cdot 66,7} \right) + 4,8 \cdot \left(\frac{40}{9,81 \cdot 66,7} \right)^6 \approx 0,1300 ;$$

$$\delta_5 = 0,198 \cdot \left(\frac{45}{9,81 \cdot 66,7} \right) + 4,8 \cdot \left(\frac{45}{9,81 \cdot 66,7} \right)^6 \approx 0,5500 .$$

Визначимо силу опору перекочуванню рушія [2, 8, 17, 18]

$$P_f = 9,81 \cdot G_M \cdot f_{КОЧ} , \quad (3.23)$$

тут $f_{КОЧ}$ – значення коефіцієнта кочення, $f_{КОЧ} = 0,23$.

Буде

$$P_f = 66,7 \cdot 0,23 = 15,3 \text{ кН.}$$

Знайдемо величину сили тяги, яка виникає на ведучій зірочці рушія []

$$P_O = \frac{M_{ДВ} \cdot u \cdot \eta}{R} , \quad (3.24)$$

де η – ККД трансмісії трактора, $\eta = 0,89$.

Буде

$$P_O = \frac{40,7 \cdot 26,0 \cdot 0,89}{0,358} = 26,3 \text{ кН.}$$

Визначення дійсних швидкостей руху агрегата виконаємо врахувавши буксування рушіїв [2, 8, 17, 18]

$$V_{gi} = \frac{\pi \cdot R \cdot n_i (1 - \delta_i)}{30 \cdot u} , \quad (3.25)$$

тут n_i – частота, з якою обертається вал двигуна трактора якщо буксування δ_i

та сила тяги T_i : $n_1 = 1800$ об/хв; $n_2 = 1750$ об/хв; $n_3 = 1730$ об/хв;

$n_4 = 1710$ об/хв; $n_5 = 1680$ об/хв.

Результати розрахунків:

$$V_{g1} = \frac{3,14 \cdot 0,358 \cdot 1800 (1 - 0,0298)}{30 \cdot 26} = 2,52 \text{ м/с ;}$$

$$V_{g2} = \frac{3,14 \cdot 0,358 \cdot 1750 (1 - 0,0472)}{30 \cdot 26} = 2,40 \text{ м/с ;}$$

$$V_{g3} = \frac{3,14 \cdot 0,358 \cdot 1730 (1 - 0,0890)}{30 \cdot 26} = 2,24 \text{ м/с ;}$$

$$V_{g4} = \frac{3,14 \cdot 0,358 \cdot 1710 (1 - 0,13)}{30 \cdot 26} = 2,13 \text{ м/с ;}$$

$$V_{g5} = \frac{3,14 \cdot 0,358 \cdot 1680 (1 - 0,55)}{30 \cdot 26} = 1,08 \text{ м/с .}$$

Для кожного значення сили тяги T_i встановимо величини тягової потужності

$$N_{Ti} = T_i \cdot V_{gi} . \quad (3.26)$$

Розрахуємо:

$$N_{T1} = 10 \cdot 2,52 = 25,2 \text{ кВт;} \quad N_{T2} = 20 \cdot 2,4 = 48,0 \text{ кВт;}$$

$$N_{T3} = 30 \cdot 2,24 = 67,2 \text{ кВт;} \quad N_{T4} = 40 \cdot 2,16 = 85,2 \text{ кВт;}$$

$$N_{T5} = 45 \cdot 1,08 = 52,6 \text{ кВт.}$$

Встановимо величину питомої витрати палива g_{Ti} при різних значеннях тягової потужності [2, 8, 17, 18]

$$g_{Ti} = \frac{1000 \cdot G_{Ti}}{N_{Ti}} . \quad (3.27)$$

Розрахуємо

$$g_{T1} = \frac{1000 \cdot 15,3}{25,2} = 607,2 \text{ г/кВт} \cdot \text{год;} \quad g_{T2} = \frac{1000 \cdot 15,3}{48} = 318,8 \text{ г/кВт} \cdot \text{год;}$$

$$g_{T3} = \frac{1000 \cdot 15,3}{67,2} = 227,7 \text{ г/кВт} \cdot \text{год}; \quad g_{T4} = \frac{1000 \cdot 15,3}{85,2} = 179,6 \text{ г/кВт} \cdot \text{год};$$

$$g_{T5} = \frac{1000 \cdot 15,3}{52,6} = 291 \text{ г/кВт} \cdot \text{год}.$$

По тяговій характеристиці агрегата можна визначити $P_0 = 26,3 \text{ кН}$, повний тяговий опір агрегату для сівби соняшника у борозну $W = 25,5 \text{ кН}$, що вказує на дотримання умови $P_0 > W$ та $T_Y > W$. Звідси висновок, що пропонуванний агрегат з борозноробом для сівби відповідає вимогам до мобільних сільськогосподарських машин завдяки технічним можливостям трактора ДТ-75М з тяговою потужністю $N_T = 57 \text{ кВт}$, робочою швидкістю $V_p = 2,2 \text{ м/с}$ та питомою витратою палива $q_{ПММ} = 3,58 \text{ кг/га}$

3.4. Розрахунок на міцність балки посівного агрегату

Сівбу соняшника у борозни виконують видозміненою сівалкою СУПН-8, на якій встановлено борознороби.

Борознороб – це додатковий робочий орган, який встановлюють перед сошниками сівалки, він утворює борозни підрізаючи шар ґрунту та відсовуючи його двома лезами з полицями вліво і вправо, тому з певною похибкою, тяговий опір борознороба визначають як для корпусу плуга.

Розрахуємо на міцність першу балку посівного агрегату (рис. 3.3), на яку діють сили опору F_1 від борозноробів та сили опору F_2 від сошників сівалки. Позначення на розрахунковій схемі: брус борозноробів 1; брус сівалки 2, навіска 3, з'єднання брусів 4.

Враховуючи прийняті при удосконаленні сівалки допущення матимемо

$$F_1 = 1,38 \text{ кН}; \quad F_2 = 0,8 \text{ кН}.$$

Визначаємо з рівнянь рівноваги опорні реакції R_A та R_B

$$\sum F_i = 0 ; \quad \text{або } R_A + R_B = \sum F_1 + \sum F_2.$$

Звідки

$$R_A + R_B = 8 \cdot 1,38 + 8 \cdot 0,6 = 19,44 \text{ кН}; \quad \text{ВІДПОВІДНО } R_A = R_B = 9,72 \text{ кН}.$$



Рисунок 3.3

Балки агрегату з'єднані між собою хомутами C і D , які працюють на розрив, для їх розрахунку покажемо розрахункову схему (рис. 3.4) і приймемо матеріал для їх виготовлення – сталь 30, допустиме напруження на розрив їх матеріалу $[\sigma_p] = 160 \text{ МПа}$ [7, 9]

Розміри поперечного перерізу хомутів визначимо з умови міцності – площа перерізу

$$S_x = \frac{\sum(F_1 + F_2)}{[\sigma_p]}. \quad (3.28)$$

Визначимо

$$S_x = \frac{19,44 \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6} = 1,12 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 112 \text{ мм}^2.$$

Враховуючи, що формою перерізу хомутів є круг, то знайдемо його діаметр

$$d_x = \sqrt{4 S_x / \pi}. \quad (3.29)$$

Розрахувавши матимемо

$$d_x = \sqrt{4 \cdot 112 / 3,14} = 11,9 \text{ мм}.$$

Приймемо діаметр хомутів $d_x = 12 \text{ мм}$ для виготовлення яких використовують круглий гарячекатаний профіль $\text{Ø}12\text{мм}$.

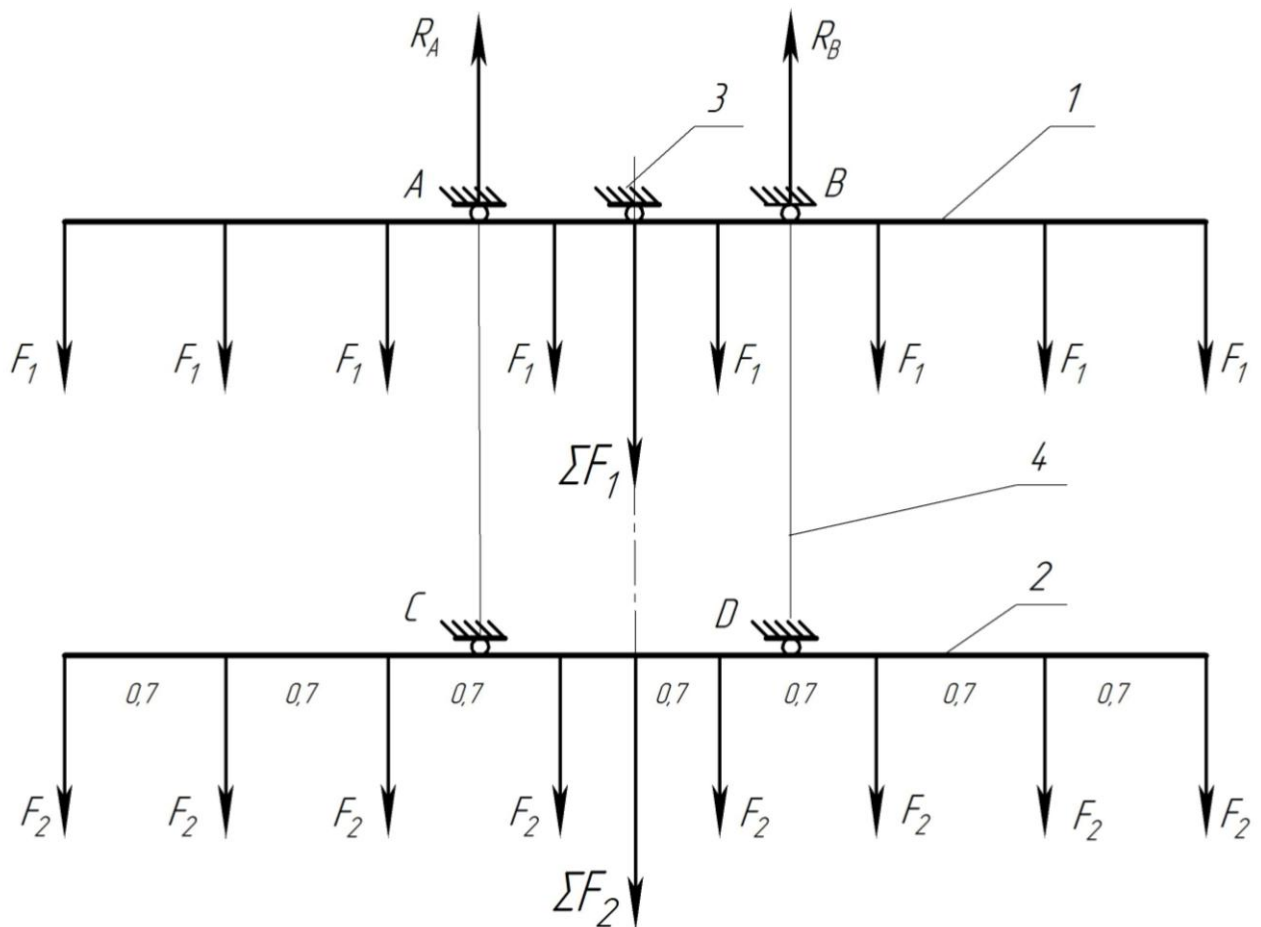


Рисунок 3.4

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Техніка безпеки при підготовці до роботи, технічному обслуговуванні та транспортуванні сівалки з борозноробом

До виїзду посівного агрегату у поле оглядають технічний стан сівалки СУПН-8 з борозноробом і виконують її технічне обслуговування. Обов'язково перевіряють правильність розташування висівних секцій. Їх потрібно встановлювати чітко по лунках, які є на брусі рами сівалки.

Перевіряючи пристосування контролю і сигналізації домагаються правильного встановлення датчиків рівня насіння, а саме, щоб вони були розташовані на другій та сьомій секціях сівалки СУПН-8. На туковисівних апаратах відповідні датчики розміщують на третьому і четвертому висівних апаратах сівалки. Дотримуються, щоб перекіс ланцюга не перевищував 2 мм, а прогин неробочої гілки ланцюга був 8...12мм під дією зусилля 100 Н. Перевіряють тиск у пневматичних шинах коліс сівалки і доводять його до $0,25 \pm 0,02$ МПа. Перевіряють працездатність усіх механізмів сівалок на дотримання вимог плавності роботи, без заїдань і стороннього шуму.

Удосконалення сівалки, зокрема встановлення борознороба потребує встановлення додаткових робочих органів, які кріплять хомутами на окремому брусі, який з'єднують з брусом сівалки. Зміна конструкції сівалки може бути причиною почастишання випадків травматизму. Тому, окрім правила техніки безпеки, встановлених заводом-виробником, потрібно дотримуватися додаткових вимог. Заборонено таке: рух агрегату на великих швидкостях і круті повороти; при тривалій стоянці залишати сівалку у піднятому стані; ремонтувати, змащувати, підтягувати кріплення, очищати сівалку та борознороб під час руху агрегату і при включеному двигуні трактора; перебування сторонніх осіб під час регулювання механізму включення гідропідіймання і при переводі сівалки у транспортне положення й навпаки; сідати на сівалку під час руху агрегату; виконувати огляд і регулювання механізмів сівалки і борознороба на ходу агрегату; транспортувати сівалку без світловідбивачів у темний час доби. Транспортна швидкість по дорогах із

твердим покриттям не більше 15км/год. На далеких переїздах використовують транспортне пристосування. При транспортуванні посівного агрегату дорогах з вибоїнами і мостах швидкість зменшують до 5км/год. Транспортувати агрегат на великі відстані можна тільки при позначені габаритів агрегату відповідними знаками, які передбачені Правилами дорожнього руху.

Усі роботи, пов'язані з ремонтом і технічним обслуговуванням посівного агрегату, монтажем обприскувача і додаткових вантажів, виконувати тільки на відчепленій, або опущеній на землю сівалці і при заглушеному двигуні трактора. Для підтримання сівалки з борозноробом у належному технічному стані виконують щозмінне технічне обслуговування одночасно з обслуговуванням трактора, з яким її агрегують. Встановлюючи сівалку на зберігання виконують післясезонне технічне обслуговування [2, 14, 17].

Під час щозмінного технічного обслуговування необхідно ретельно очистити агрегат від налиплого ґрунту, бур'янів і рослинних решток, оглянути стан кріплення всіх складальних одиниць і робочих органів; особливу увагу звернути на різьбові кріплення, а саме: гайки осей батарей повинні бути надійно затягнуті і зафіксовані. Перевіряють також тиск у пневматичних шинах. Виявлені недоліки усувають. Усі тертьові поверхні змащують. Перевіряють і підтягують кріплення сошників і борозноробів, перевіряють правильність встановлення та натяг ланцюгів, розміщення сошників та борозноробів, перевіряють відсутність у бункерах насіння і добрив, сторонніх предметів, виконують змащування сівалки згідно з картою мащення. При виконанні післясезонного технічного обслуговування, крім операцій щозмінного, виконують також інші – робочі органи зняв промивають у гасі і покривають захисним мастилом для запобігання іржавінню. Переведення сівалки з робочого положення у транспортне і навпаки здійснюють тільки при опущеній транспортній підставці на рівній ділянці поля зі схилом не більше 5° [2, 14, 17]. Сівалка з борозноробом може працювати на схилах крутизною не більше 3° із дотриманням необхідних заходів безпеки щодо обмеження швидкості і при відповідній колії трактора. Забороняється заглиблювати сівалку та борознороби

не на ходу, а на місці, ставлячи при цьому важіль розподільника на «опускання» і «замкнено».

4.2. Вимоги техніки безпеки при агрегуванні комбінованого агрегату для сівби соняшника в борозну

До роботи з агрегатом допускаються особи, які ознайомлені з будовою агрегата, його регулюваннями і організацією проведення робіт.

При монтажі бороздоутворюючої частини на сівалку необхідно дотримуватись наступних правил: трактор з навішеним бороздоробом заднім ходом під'їжджає до сівалки СУПН-8 таким чином, щоб подовжні бруси торкнулися бруса сівалки; опустити підпірки з лівого і правого боку, опустити бороздороб гідросистемою трактора на підпірки; з'єднати хомутами фланці брусів бороздороба і бруса сівалки СУПН-8-01; змонтувати газоструменевий компресор відповідно до заводської інструкції; підняти агрегат у зборі, забрати підпірки й оглянути весь агрегат; заїхати на регульовальний майданчик, відкинути підставки, опустити агрегат на опорні колеса сівалки; установити підпірки таким чином, щоб вони торкалися майданчика, при цьому агрегат ними підтримується; змонтувати на передній частині балки трактора обприскувач ЕКО-600 відповідно до заводської інструкції. На передній міст встановити противагу; установити на сівалку СУПН-8 пристрій для стрічкового внесення гербіцидів; установити глибину заглиблення бороздороба відповідно інструкції до культиватора КРН-5,6; встановити глибину загорання насіння соняшника і норму висіву відповідно до заводської інструкції; встановити норму внесення робочих розчинів гербіциду.

Перед виїздом із регульовального майданчика переконатися, що в зоні маневрування немає сторонніх і об'єктів, що заважають руху.

У процесі посіву соняшника з одночасним внесенням гербіцидів механізатор і підсобний робітник зобов'язані мати і використовувати індивідуальні засоби захисту.

Комбінований агрегат для посіву соняшника в борозну зайнятий на польових роботах обмежений час – 160...200 годин, тому ефективність його використання, можливість застосування однієї сівалки й умови збереження агрегату в зборі визначаються затратами праці і засобів на складання агрегату і постановку його на збереження.

Для реалізації сівби у борозну під брус бороздороба комбінованого агрегату, що опирається на опорні пневматичні колеса, змонтовані зліва і справа, встановлюють по одній регульованій підставці, що відкидається. Принципова схема цього пристрою приведена на рис. 4.1.

Використання підставок при складанні агрегату, його розбиранні та встановленні на зберігання дозволять скоротити час на розбірно-складальні роботи, забезпечити безпеку праці при підготовці агрегату.

Підставка (див. рис. 4.1) виготовлена у вигляді стакана 1 із труби 2,5" із закріпленою у верхній частині гайкою 2 з різьбою M20×2,5. У гайку вкручують гвинт 3. Для зміни положення гвинта по вертикалі верхня частина його виконана за формою квадрата перетином 20мм×20мм. До труби в її верхній частині зі зміщенням відносно осьової лінії приварені два кронштейни 5 з отворами для забезпечення шарнірного з'єднання підставки з брусом культиватора, до нижньої частини труби приварена п'ята 4.

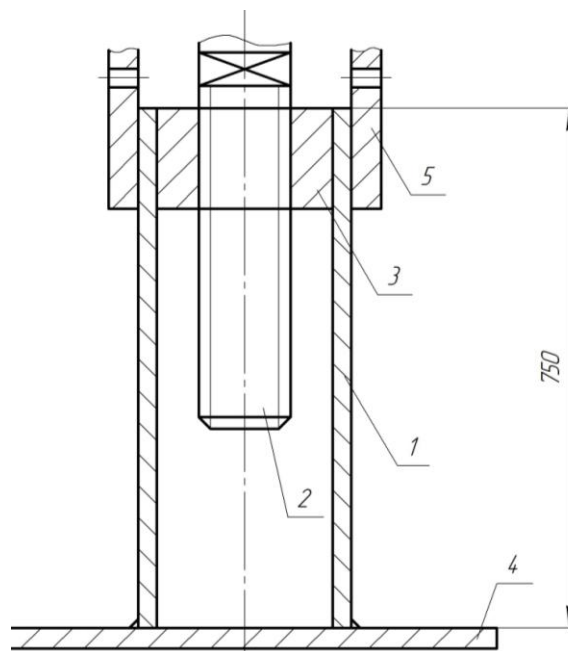


Рисунок 4.1

4.3. Дотримання вимоги безпеки праці під час сівби та вимоги до зберігання сівалки

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

Під час роботи агрегату заборонено: виконувати регулювання робочих органів сівалки; змінювати глибину ходу борозноробів; змінювати показники норми висіву насіння, добрив, норму внесення гербіцидів; очищати від налиплого ґрунту та технологічних решток робочі органи сівалки і борознороба; заправляти насінням та добривами технологічні місткості посівного агрегату; сідати в трактор та виходити з нього; змінювати положення маркерів вручну. Агрегат заправляють насінням, добривами та робочим розчином гербіциду у спеціальному одязі і при використанні засобів захисту від отрутохімікатів. Очищати робочі органи агрегату (сошники, лапи, борознороба) необхідно відповідними очисними пристосуваннями. Монтажні роботи, технічне обслуговування посівного агрегату, усунення несправностей необхідно виконувати лише при зупиненому двигуні. Забороняється знаходитись між трактором і сівалкою під час її монтажу на гідронавіску трактора.

Вимоги техніки безпеки при підготовці посівного агрегату для сівби цукрових буряків у борозну встановлюють, що до роботи з агрегатом допускають лише тих осіб, які ознайомлені з будовою агрегату, його регулюваннями та організацією виконання робіт. Перед початком робіт необхідно: заїхати на регульовальний майданчик, відкинути підставки, опустити агрегат на опорні колеса сівалки; установити підпірки так, щоб вони торкалися майданчика, при цьому агрегат ними підтримується; установити глибину загортання насіння цукрових буряків і норму висіву відповідно до заводської інструкції та удосконаленої конструкції борознороба; встановити норму витрати робочого розчину гербіциду. Такий порядок підготовки посівного агрегату до роботи зменшить ризик травматизму.

Перед виїздом із регульовального майданчика переконатися, що в зоні маневрування немає сторонніх осіб і об'єктів, що заважають руху. У процесі сівби цукрових буряків механізатор зобов'язаний мати і використовувати індивідуальні засоби захисту. Зберігання сівалки здійснюють згідно рекомендацій ДСТУ. Після закінчення польових робіт складові частини сівалки необхідно вкласти на місця зберігання і виконати такі роботи: очистити від пилу, бруду і рослинних залишків; встановити на підставки; демонтувати гідроциліндри, ходові колеса, рукави високого тиску і здати на склад; змастити солідолом маслянки; нанести консерваційне мастило на робочі органи; відкриті місця гідросистем змастити солідолом і зберігати від потрапляння бруду і вологи; бункери насінневих і туковисівних апаратів очистити від насіння і мінеральних добрив; туковисівні апарати та їх бункери промити теплою водою, просушити, щільно закрити; місця із пошкодженою фарбою підфарбувати; тукопроводи зняти з сівалки, очистити від пилу, добрив, промити теплою водою та підсушити; втулково-роликові ланцюги зняти з сівалок, промити у дизельному паливі і протягом 20 хв проварити в автолі. Якщо посівний агрегат зберігають у приміщенні, то очищені і змащені ланцюги без натягу встановлюють на сівалки. При зберіганні сівалок на відкритих майданчиках ланцюги здають на склад; зірочки, зубчасті передачі, різьбові з'єднання покривають антикорозійним мастилом; всі підшипники і тертьові поверхні змащують згідно з картою мащення; тиск у камерах пневматичних шин коліс знижують до 0,098МПа; всі пружини розвантажують та змащують антикорозійним мастилом; електричну сигналізацію знімають, очищають і задають для зберігання на склад. Зберігають сівалку з борозноробом встановленою на підставки у закритому приміщенні або під навісом [2, 14, 17].

Запропонований порядок підготовки комбінованого агрегату до роботи дозволить уникнути травматизму.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню технології вирощування соняшника, що реалізується використанням комбінованого ґрунтообробного і посівного агрегату у складі ДТ-75М+СУПН-8-01+ЕКО-600, що в одному проході полем здійснює такі процеси: нарізає борозни; висіває насіння соняшника; вносить по ширині борозенок робочий розчин гербіциду; загортає висіяне насіння та внесені добрива і гербіциди; ущільнює рядки та вирівнює поверхню поля.

Необхідні технологічні операції виконуються робочими органами пневматичної сівалки СУПН-8, на яку встановлено борознороби та обладнання для смугового внесення гербіцидів.

Конструктивно борознороби виготовлені на базі стрілочастих лап культиватора КРН-5,6, ширина захвату яких 270мм, у проміжках між стійками лап та їх крилами приварені електрозваркою лівобічні та правобічні полиці від підгортачів, завдяки чому борознороби формують борозенки для сівби, а різнобічні полиці притримують сухий ґрунт від потрапляння у борозни.

Борознороби, формуючи посівні борозни, відкривають вологе дно для вкладання у нього насіння соняшника, яке висівають сошники сівалки СУПН-8. Висів у вологий ґрунт забезпечує швидку появу сходів культурних рослин, що рівномірно ростуть у подальші фази розвитку.

Необхідна глибина формування борозенок – 10...12см створюється завдяки копіюванню рельєфу поля, що досягається при встановленні борозноробів на гряділь з паралелограмною підвіскою приєднаних до задньої начіпної системи трактора. Оскільки балка борозноробів з'єднана з балкою сівалки СУПН-8 і борознороби встановлені перед сошниками, то таким чином забезпечується рівномірна глибина заортання насіння соняшника, нерівномірність якої не виходить за агротехнічні межі.

Завдяки запропонованим конструктивним змінам досягають кращих технологічних показників сівби, а саме, зменшення глибини сівби, сівба у

вологий ґрунту, рівномірність глибини загорання насіння, дружність сходів, захист посівів від бур'янів на початку вегетації.

Сівбу соняшники у борозни виконують використовуючи тягову машину – трактор ДТ-75М, потужність двигуна 66,2кВт, на передню начіпну систему через кронштейни встановлюють обприскувач монтований типу ЕКО-600, на задню начіпну систему монтують сівалку СУПН-8 з борозноробами, таким чином відбувається сівба з одночасним смуговим внесенням гербіцидів у зону рядків.

Для забезпечення стійкості посівного агрегата виконані відповідні розрахунки, встановлено додаткову масу, яку розміщують на передньому мосту трактора – 780кг.

Тяговим розрахунком встановлено, що удосконалене знаряддя для сівби соняшника можна агрегатувати з трактором типу ДТ-75М.

На основі агротехнічних вимог до сівби обґрунтовано умови роботи посівного агрегата у складі ДТ-75М+СУПН-8-01+ЕКО-600: прийнято схему руху агрегату, визначено робочу швидкість – 8км/год, на поворотах – до 7км/год, на переїздах – до 12км/год, прийнято спосіб сівби – пунктирний у борозни, встановлено глибину загорання насіння – до 5см, визначено норму внесення робочого розчину гербіцидів – 300л/га, встановлено норму висіву туків – 100кг/га. Ширина захвату знаряддя – 5,6м, що співрозмірно з шириною захвату культиватора КРН-5,6, з якого взято лапи для брзнуотворювачів та сівалки СУПН-8, яка висіває насіння соняшника з шириною міжрядь 70см, щоб забезпечити його міжрядний обробіток. Рельєф поля під посів – рівний, що має бути забезпечено ранньовесняним боронуванням зябу.

Продуктивність комбінованого знаряддя для сівби соняшника у борозни 3,94га/год або 27,7га/зм, витрата пального на сівбі – 3,65кг/га.

Загалом агрегат відповідає вимогам до комбінованих знарядь, зайнятих на сівбі сільськогосподарських культур та може бути використаний при удосконаленні технологій вирощування просапних культур.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бабій А.В. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Сільськогосподарські машини: конструкції та розрахунок» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агро інженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Машини для заготівлі кормів. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. 76с.
2. Бабій А.В., Бабій М.В. Організація і технологія механізованих робіт: навчальний посібник до курсового проєктування для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 208 «Агроінженерія» для здобуття освітнього ступеня «Бакалавр». Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2023. 144 с.
3. Брошак І.С., Хомик Н.І., Мандрико М.В., Бровко О.З., Гуйван М.Д., Колесник Т.М. Нове органічне добриво на основі лігніту та курячого посліду. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Серія "Сільськогосподарські науки"*. Випуск 2(106). 2024 р. С. 16-30.
4. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Павх І. І. Машини сільськогосподарського виробництва. Тернопіль, 2005. 228 с.
5. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А. Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
6. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2000. 230 с.
7. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
8. Довбуш Т.А. Методи проєктування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проєктування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
9. Довбуш Т.А. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи / Т.А.Довбуш, Н.І.Хомик, А.В. Бабій, Г.Б.Цьонь, А.Д.Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А.,2022. 220с

10. Довбуш Т.А., Хомик Н.І., Дунець Б.О. Експериментальні дослідження циклічної тріщинотривкості конструктивної системи// XXI наукова конференція ТНТУ імені Івана Пулюя. Тернопіль, 2019. С. 15-16.
11. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. /За ред. проф. В.Ю.Ільченка. Київ: Урожай, 1993. 286 с.
12. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (частина1) Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків: ОКО, 2001. 444 с.
13. Доскоч О.Р., Хомик Н.І. Удосконалення сівалки ССТ-12Б для сівби цукрових буряків у борозну //Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей, том I VII міжнар. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів (Тернопіль, 28-29 лист. 2018). Тернопіль. ТНТУ, 2018. С. 88-89.
14. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. 188 с.
15. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
16. Навроцький П.М., Хомик Н.І. Переваги застосування удосконаленого комірково-дискового висівного апарату /Актуальні задачі сучасних технологій: Зб. тез доповідей VII Міжнар. наук.-техн. конференції молодих учених та студентів в 2-х т. Т.1. Тернопіль: ТНТУ, 2018. С. 133-134.
17. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник /Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Вища освіта, 2004. 544 с.
18. Сільськогосподарські машин: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1: Машини для рільництва /П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. Київ: Урожай, 2001. 382 с.
19. Солошенко О.В. Технології вирощування сільськогосподарських культур: Навчальний посібник /О.В. Солошенко, Н.Ю. Гаврилович, В.І. Солошенко, Л.С. Осипова, С.І. Кочетова; за ред. О.В. Солошенко. Харків : Торнадо, 2006. 348 с.
20. Солошенко О.В. Основи агрономії: Навчальний посібник /О.В. Солошенко, Б.С. Носко, Н.Ю. Гаврилович, А.А. Богачов, В.І. Солошенко; за ред. О.В. Солошенко. Харків : Торнадо, 2003. 368 с.

21. Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи /Упоряд. Л.С. Пристапчук, О.Ф. Лук`янчук, В.М. Карпенко. Київ : Урожай, 1982. 504 с.
22. Хомик Н.І. Вступ до фаху: навчальний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія» / Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, І.Й. Блозва, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 348 с.
23. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.
24. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машини та обладнання для тваринництва. Навчальний посібник (курс лекцій). Частина перша. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.
25. Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Рубінець Н.А., Довбуш А.Д. Аналітичне дослідження напружено-деформованого стану складних конструктивних систем з довільним зовнішнім навантаженням. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 158. «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві»*. Харків: ФО-П Дуюнова Т.В., 2015. С.44–50.
26. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування /Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
27. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
28. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи /Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, Н.А. Антончак. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 320 с.
29. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А. Ознайомча практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 80 с.

30. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А. Навчальна практика: методичний посібник для студентів спеціальності 208 «Агроінженерія». Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 140 с.
31. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
32. Хомик Н.І. Агрозахист: навчальний посібник / Н.І. Хомик, В.В. Мартинюк, А.В. Бабій, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2025. 520 с.
33. Хомик Н.І., Рубінець Н.А. Використання тракторів інтегральної схеми /Всеукраїнська наук.-практ. конф. «Обладнання і технології сучасного машинобудування». Збірник тез. Тернопіль: ТНТУ, 2017. С.165-166.
34. Babii A., Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor *Procedia Structural Integrity*, 2022. No 36, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
35. Babii A., Levytskyi B., Dovbush T., Babii M., Khomuk N., Dovbush A., Valiashek V. Mathematical model of sprayer tank loading. *Procedia Structural Integrity*, 2024. No 59, 609-616. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2024.04.086>.
36. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Dovbush Anatolii, Dunets Bogdan. Evaluation technique of frame residual operational life. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2019. Vol. 93. No. 1. P. 61-69. (Manufacturing engineering and automated processes).
37. Dovbush Taras, Khomyk Nadia, Tson Hanna, Dovbush Anatolii. Improvement of prt-9 constructive system on the basis of frame elements strength balance. *Scientific Journal of the Ternopil national technical university*. Tern.: TNTU, 2020. Vol. 100. No 4. P. 40-45.
38. Tchoursinov Yuriy. Phyto-feed additives production: technological aspects and biological value. / Yuriy Tchoursinov, Olena Kovaliova, Viktoriia Kalyna, Svitlana Mykolenko, Nadiia Khomuk /*Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, Vol. XXIV, No. 2, 2020, P.43-48.

ДОДАТКИ