

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«___» _____2026 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

Механізація вирощування ячменю з удосконаленням
комбінованого ґрунтообробного знаряддя

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-23мб-1.1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Левківський Ігор Володимирович

«___» _____2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____Віктор ДЕЙКУН

«___» _____2026 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____Тимофій РУДЕНКО

[illegible]

ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Розділ	Найменування структурних одиниць і розділів	Арк.
1	Вступ	5
2	Аналіз типової технології вирощування озимої пшениці та визначення шляхів її удосконалення	6
3	Операційна технологія підготовки ґрунту під посів озимої пшениці	13
	3.1. Агротехнічні вимоги до підготовки ґрунту під посів озимої пшениці.	13
	3.2. Комплектування і підготовка агрегату до роботи.	14
	3.3. Підготовка поля до роботи	18
	3.4. Організація роботи агрегату в загінці.	19
	3.5. Контроль якості роботи.	20
4	Інженерна частина	22
	4.1. Обґрунтування модернізації.	22
	4.2. Технологічний розрахунок.	27
	4.5. Кінематичний розрахунок.	30
	4.6. Розрахунок деталей та вузлів на міцність..	32
	4.7. Енергетичний розрахунок	32
	4.8. Розрахунок деталей та вузлів на міцність	50
5	Охорона праці при вирощуванні озимої пшениці із застосуванням знаряддя для передпосівного обробітку ґрунту.	36
6	Висновки	40
	Список використаної літератури	41
	Додатки.	43

1. ВСТУП

Сучасний розвиток аграрного виробництва України характеризується необхідністю підвищення ефективності вирощування зернових культур, зокрема ячменю, який є однією з провідних культур як у продовольчому, так і в кормовому напрямі. Ячмінь відзначається високою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов, відносно коротким вегетаційним періодом та стабільною врожайністю, що зумовлює його широке використання в аграрному секторі.

Важливу роль у підвищенні врожайності ячменю відіграє якісна підготовка ґрунту, яка забезпечує створення оптимальних умов для проростання насіння, розвитку кореневої системи та формування рослин. Традиційні технології обробітку ґрунту часто є енергоємними, потребують значних витрат часу та матеріальних ресурсів, що знижує економічну ефективність виробництва.

У зв'язку з цим актуальним є впровадження комбінованих ґрунтообробних знарядь, які дозволяють виконувати декілька технологічних операцій за один прохід агрегату. Це сприяє зменшенню ущільнення ґрунту, економії пального, підвищенню продуктивності праці та зниженню витрат на вирощування культури.

Таким чином, удосконалення конструкції комбінованого ґрунтообробного знаряддя є важливим напрямом підвищення ефективності механізації вирощування ячменю.

Дана кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності механізації вирощування ячменю шляхом удосконалення конструкції ґрунтообробного агрегату.

					МВЯ 00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Механізація вирощування ячменю з удосконаленням комбінованого грунтообробного знаряддя	Літ.	Арк.вш	Арк.вс	
Розроб.	Левківський						5	42	
Перевір.	Дейкун					ЦНТУ гр. АІ-23мб-1.1			
Н. контр.	Артеменко								
Затв.	Васильковський								

2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ

2.1. Біологічні особливості ячменю.

Ячмінь (*Hordeum vulgare* L.) є однорічною зерновою культурою родини тонконогових, яка широко використовується у продовольчих, кормових та технічних цілях. Він характеризується високою скоростиглістю, відносною невибагливістю до умов вирощування та здатністю формувати стабільні врожаї в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Ячмінь належить до холодостійких культур. Насіння починає проростати при температурі 1-2 °С, однак оптимальною температурою для проростання і появи дружних сходів є 15-20 °С. Сходи здатні витримувати короточасні заморозки до мінус 4-5 °С, що дозволяє висівати його у ранні строки.

Коренева система ячменю мичкувата, відносно слабо розвинена порівняно з іншими зерновими культурами, і проникає в ґрунт на глибину до 1–1,2 м. Основна маса коренів розміщується у верхньому орному шарі, що зумовлює підвищену вимогливість до родючості ґрунту та забезпеченості вологою і поживними речовинами.

Ячмінь є світлолюбною культурою довгого дня. Недостатнє освітлення негативно впливає на розвиток рослин, зменшує кущення та врожайність. Оптимальна температура для росту і розвитку становить 18–22 °С.

Вологозабезпечення має важливе значення на початкових етапах росту та в період виходу в трубку — колосіння. Ячмінь відносно посухостійкий, однак дефіцит вологи в критичні фази розвитку може суттєво знижувати врожай.

Вегетаційний період ячменю залежить від сорту та умов вирощування і становить у середньому 60–100 днів. Рослина швидко проходить початкові фази розвитку, що зменшує конкуренцію з бур'янами порівняно з іншими культурами.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		6

Ячмінь вимогливий до ґрунтів. Найкраще росте на родючих, структурних ґрунтах із нейтральною або слабнокислою реакцією середовища. Погано переносить кислі, перезволожені та засолені ґрунти.

Таким чином, біологічні особливості ячменю визначають його вимоги до умов вирощування і повинні враховуватися при розробці технології механізованого виробництва, зокрема при виборі способів обробітку ґрунту та технічних засобів.

2.2. Місце ячменю в сівозміні.

Ячмінь є важливою зерновою культурою у системі сівозмін і відіграє значну роль у підвищенні ефективності використання орних земель. Завдяки короткому вегетаційному періоду та ранньому досягненню він є цінною культурою для раціонального планування польових робіт.

У сівозміні ячмінь зазвичай розміщують після культур, які залишають поле чистим від бур'янів і добре забезпечують ґрунт поживними речовинами. Найкращими попередниками є просапні культури (кукурудза, картопля, цукрові буряки), зернобобові (горох, соя), а також озимі зернові, що вирощуються по удобреному пару. Такі попередники сприяють створенню оптимальних умов для росту і розвитку рослин ячменю.

Ячмінь не рекомендується висівати після зернових культур, особливо повторно, через накопичення збудників хвороб і шкідників, а також виснаження ґрунту. Повернення ячменю на попереднє поле доцільне не раніше ніж через 2–3 роки.

Як попередник ячмінь також має важливе значення, оскільки рано звільняє поле, що дозволяє своєчасно підготувати ґрунт під озимі культури або інші сільськогосподарські рослини. Крім того, після нього поле залишається відносно чистим від бур'янів.

Таким чином, правильне розміщення ячменю у сівозміні сприяє підвищенню врожайності, покращенню фітосанітарного стану посівів і ефективному використанню ґрунтових ресурсів.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		7

2.3. Система удобрення для ячменю.

Ячмінь належить до культур, які досить вимогливі до родючості ґрунту та забезпеченості поживними речовинами, що пов'язано з відносно слабким розвитком кореневої системи. Раціональна система удобрення є важливою умовою формування високого врожаю та покращення якості зерна.

Основу системи удобрення становить внесення мінеральних добрив, зокрема азотних, фосфорних і калійних. Азот сприяє інтенсивному росту рослин і формуванню врожаю, проте його надлишок може призводити до вилягання посівів і погіршення якості зерна. Фосфор забезпечує розвиток кореневої системи та прискорює досягання, а калій підвищує стійкість рослин до посухи, хвороб і несприятливих умов.

Орієнтовні норми внесення мінеральних добрив становлять:

N_{30-60} , P_{30-60} , K_{30-60} (у діючій речовині), залежно від родючості ґрунту та попередника. На родючих чорноземах дози можуть бути меншими, а на бідних ґрунтах — збільшуються.

Фосфорно-калійні добрива зазвичай вносять під основний обробіток ґрунту, а азотні – частково перед сівбою і у вигляді підживлення у період вегетації. Ефективним є локальне внесення добрив під час сівби, що сприяє кращому стартовому розвитку рослин.

Органічні добрива (гній, компости) безпосередньо під ячмінь, як правило, не вносять, а використовують їх післядію, вносячи під попередню культуру. Це пов'язано з тим, що надлишок органічної маси може негативно впливати на якість зерна.

Важливим елементом є застосування мікродобрив, особливо на ґрунтах із низьким вмістом мікроелементів. Найбільше значення мають мідь, марганець, цинк, які підвищують стійкість рослин і сприяють підвищенню врожайності. Таким чином, система удобрення ячменю повинна бути збалансованою, враховувати ґрунтово-кліматичні умови, попередник і запланований рівень урожайності, що забезпечує ефективне використання поживних речовин і стабільне отримання високих урожаїв.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		8

2.4. Обробіток ґрунту під ячмінь

Система обробітку ґрунту під ячмінь спрямована на створення оптимальних умов для проростання насіння, накопичення та збереження вологи, знищення бур'янів і формування сприятливої структури ґрунту. Враховуючи біологічні особливості культури, особливу увагу приділяють якісній підготовці посівного ложа.

1. Лушення стерні (після попередника) знищує падалицю та бур'яни, сприяє збереженню вологи. Проводиться на глибину 6-8 см агрегатами: ЛДГ-10, ЛДГ-15, БДТ-7, БДВП-6 (дискові борони)

2. Основний обробіток ґрунту (оранка або чизелювання) проводиться з метою розпушення ґрунту, загортання рослинних решток і добрив на глибину 20–22 см агрегатами: плуги ПЛН-5-35, ПЛП-6-35; чизельні культиватори ЧКУ-4, КЧП-5,4

У посушливих умовах доцільно застосовувати безполицевий обробіток для збереження вологи.

3. Ранньовесняне боронування має на меті: закриття вологи, вирівнювання поверхні поля. Виконується агрегатами: БЗСС-1,0, БП-8 (зубові борони).

4. Передпосівна культивація проводиться з метою знищення бур'янів, підготовки посівного ложа на глибину 4-6 см агрегатами: КПС-4, КШУ-8,6 у агрегаті з боронами та котками.

5. Передпосівне коткування проводиться за необхідності для ущільнення ґрунту, покращення контакту насіння з ґрунтом агрегати: ЗККШ-6, ККН-2,8.

Таким чином, система обробітку ґрунту під ячмінь повинна забезпечувати створення вирівняного, пухкого та достатньо ущільненого посівного шару, що сприяє отриманню дружних сходів і формуванню високого врожаю.

2.5. Підготовка насіння ячменю до посіву та посів

Підготовка насіння ячменю до посіву є важливим етапом технології

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		9

вироснування, який забезпечує підвищення польової схожості, дружність сходів і стійкість рослин до хвороб та несприятливих умов. Для сівби використовують кондиційне насіння високих репродукцій із чистотою не менше 97% і схожістю не нижче 92%.

Передпосівна підготовка включає очищення та калібрування насіння, що забезпечує його вирівняність за розмірами і сприяє рівномірному висіву. Обов'язковим заходом є протруювання насіння для захисту від збудників хвороб. Для цього застосовують сучасні протруйники, які забезпечують надійний захист рослин на початкових етапах розвитку.

З метою підвищення енергії проростання та стійкості до стресових умов насіння обробляють мікроелементами і стимуляторами росту. За необхідності проводять повітряно-теплове обігрівання насіння.

Посів ячменю проводять у ранні строки, як тільки ґрунт досягає фізичної стиглості. Ранні строки сівби забезпечують краще використання вологи та формування більш високого врожаю.

Норма висіву становить у середньому 3,5-5,0 млн схожих зерен на 1 га (або 160–220 кг/га залежно від умов). Глибина загортання насіння – 3-5 см на легких ґрунтах і 2-3 см на важких. Ширина міжрядь зазвичай становить 15 см.

Для посіву використовують зернові сівалки, які забезпечують рівномірний розподіл насіння по площі, зокрема: СЗ-3,6, СЗ-5,4; Amazone D9, Rapid Väderstad; Horsch Pronto, Great Plains.

Сівалки агрегуються з тракторами класу 1,4-3,0. Робоча швидкість посіву становить 6-8 км/год.

У сучасних технологіях широко застосовують комбіновані посівні агрегати, які поєднують передпосівний обробіток ґрунту і сівбу за один прохід, що дозволяє зменшити витрати пального та підвищити продуктивність.

Таким чином, якісна підготовка насіння і своєчасний посів із застосуванням сучасних агрегатів забезпечують формування оптимальної густоти стояння рослин і є важливою умовою отримання високого врожаю ячменю.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		10

2.6. Догляд за посівами ячменю

Операції по догляді за посівами ячменю спрямовані на створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, знищення бур'янів, збереження вологи в ґрунті та підвищення врожайності культури. Враховуючи швидкий початковий ріст ячменю, основні заходи догляду проводять у ранні фази розвитку рослин.

1. Досходове боронування проводять з метою руйнування ґрунтової кірки, знищення проростків бур'янів на глибину 2-3 см агрегатами: зубові борони БЗСС-1,0, БП-8 через 3-5 днів після сівби за умови утворення ґрунтової кірки.

2. Післясходове боронування проводять для знищення бур'янів у фазі “білої ниточки” агрегатами: легкі борони або ротаційні мотики МРН-6 у фазі 2-3 листків ячменю з дотриманням обережності.

3. Хімічний захист рослин проводять з метою боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами агрегатами: обприскувачі ОПШ-2000, ОП-2000, Amazone UX, Hardi Navigator. Застосовують гербіциди у фазі кущення, а також фунгіциди та інсектициди за потреби.

4. Підживлення рослин поживними речовинами у критичні фази росту забезпечується розкидачами мінеральних добрив РУМ-5, Amazone ZA-M, Kuhn Axis або обприскувачами для внесення рідких добрив.

Підживлення проводять переважно у фазі кущення.

5. Коткування (за необхідності) проводять для ущільнення ґрунту та покращення контакту коренів із ґрунтом котками ЗККШ-6.

Застосовується за надмірно пухкого ґрунту.

Таким чином, система догляду за посівами ячменю передбачає комплекс механічних і хімічних заходів із застосуванням сучасних агрегатів, що забезпечує ефективний контроль бур'янів, оптимальні умови розвитку рослин і формування високого врожаю.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		11

2.7. Збирання врожаю ячменю

Заключною стадією технологічного процесу вирощування ячменю є збирання врожаю, яке має вирішальне значення для збереження його кількісних і якісних показників. Обґрунтований вибір строків збирання та чітке дотримання технологічних параметрів дозволяють запобігти втратам зерна внаслідок осипання та пошкодження.

1. Оптимальні строки збирання

Визначення оптимального періоду збирання ячменю здійснюється з урахуванням ступеня стиглості рослин. Проведення збиральних робіт доцільне у фазі повної фізіологічної зрілості зерна, яка характеризується рядом ознак:

- колосся набуває сухого стану та жовтого забарвлення, а зерно — типової золотисто-жовтої окраски;
- показники натури (тестової маси) зерна досягають максимальних значень;
- зернівки легко відокремлюються від колоскових лусок;
- вологість зерна знижується до оптимального рівня – 14–16%.

Збирання рекомендується розпочинати саме за досягнення зазначеного рівня вологості, що забезпечує належні умови для подальшого зберігання без додаткових втрат якості. У випадку підвищеної вологості виникає потреба у післязбиральному сушінні зерна.

Запізнення зі строками збирання після настання повної стиглості може призводити до значних втрат урожаю внаслідок осипання зерна, що негативно впливає на загальну продуктивність.

2. Способи збирання врожаю

Збирання ячменю переважно здійснюється механізованим способом із використанням зернозбиральних комбайнів, оснащених відповідними жатками для зернових культур. Вибір конкретного способу збирання визначається умовами вирощування, зокрема рівнем вологості зерна, ступенем досягання та станом посівів.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		12

Пряме комбайнування – найбільш поширений і ефективний спосіб збирання ячменю, який дозволяє оперативно обробляти значні площі посівів. При цьому застосовуються сучасні зернозбиральні комбайни, обладнані зерновими жатками. Важливою умовою є правильне налаштування робочих органів комбайна (швидкість руху, оберти барабана, зазори), що забезпечує мінімальні втрати зерна та зменшує його травмування під час збирання.

3. Технологічні вимоги до збирання

Ефективність збирання ячменю значною мірою залежить від дотримання оптимальних технічних параметрів роботи збиральної техніки та врахування погодних умов.

Швидкість руху агрегату. Робота комбайна повинна здійснюватися з раціональною швидкістю, яка забезпечує рівномірне завантаження робочих органів без їх перевантаження. Надмірна швидкість може призводити до зростання втрат зерна та зниження якості обмолоту.

Налаштування жатки. Для мінімізації втрат важливо правильно відрегулювати висоту зрізу та роботу різального апарата. Це дозволяє забезпечити якісне скошування колосся без його пошкодження та зменшити втрати зерна під час збирання.

Погодні умови проведення робіт. Збиральні роботи доцільно виконувати за сухої погоди. Проведення збирання за наявності вологи на рослинах або під час опадів є небажаним, оскільки підвищена вологість зерна погіршує його збереженість і потребує додаткових витрат на сушіння.

4. Післязбиральна доробка та зберігання зерна

Після завершення збирання врожаю важливим етапом є належна післязбиральна доробка зерна, спрямована на збереження його якісних показників і запобігання псуванню. Зібране зерно часто має підвищену вологість, тому потребує доведення до кондиційного стану.

З цією метою проводять сушіння зерна до оптимального рівня вологості – 14-16%, що забезпечує його безпечне тривале зберігання. Для цього

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		13

використовують зерносушильні установки, які забезпечують рівномірне видалення надлишкової вологи без погіршення якості продукції.

Після сушіння зерно очищають від домішок, за потреби сортують і закладають на зберігання. Зберігання здійснюють у спеціалізованих зерносховищах або складах із належною вентиляцією, що дозволяє підтримувати оптимальний температурно-вологісний режим та запобігати самозігріванню і розвитку шкідників.

Таким чином, правильно організована післязбиральна доробка та умови зберігання є необхідною умовою збереження якості зерна і мінімізації втрат.

5. Втрати при збиранні

З метою забезпечення максимальної реалізації потенційної врожайності важливо звести до мінімуму втрати зерна під час збирання ячменю. Втрати можуть виникати під впливом різних факторів, пов'язаних як із технічним станом машин, так і з умовами проведення робіт.

До основних причин втрат належать:

- осипання зерна внаслідок перезрівання або неправильного налаштування робочих органів комбайна;
- технічні несправності або неякісне регулювання механізмів, що призводять до травмування зерна і пошкодження колосся;
- підвищена вологість зерна, яка ускладнює процес обмолоту та транспортування, спричиняючи додаткові втрати.

Для зниження рівня втрат необхідно забезпечити постійний контроль за технічним станом збиральної техніки, своєчасно виконувати її регулювання та дотримуватися оптимальних режимів роботи в процесі збирання.

Отже, процес збирання ячменю має вирішальне значення у загальній технології вирощування культури, оскільки безпосередньо впливає як на кількісні, так і на якісні показники отриманого врожаю. Своєчасне проведення збиральних робіт за сприятливих умов та належна організація зберігання є запорукою досягнення високої ефективності виробництва.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		14

2.8. Удосконалення технологічної карти вирощування ячменю

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було проведено ґрунтовний аналіз існуючої технологічної карти вирощування ячменю. З урахуванням поставлених завдань запропоновано оптимізувати технологічний процес шляхом удосконалення системи передпосівного обробітку ґрунту та посіву культури.

Зокрема, передбачається заміна традиційного комплексу операцій, що включає дві передпосівні культивації та одне боронування, на виконання єдиної комбінованої операції. Запропоноване рішення полягає у проведенні передпосівного обробітку ґрунту з одночасним суцільним висівом ячменю за допомогою комбінованого ґрунтообробного знаряддя.

Таке удосконалення дозволяє скоротити кількість проходів агрегатів по полю, зменшити витрати пального та часу, знизити ущільнення ґрунту, а також підвищити загальну ефективність механізованого процесу вирощування культури.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		15

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

3.1. Умови роботи.

Польова операція передбачає виконання комбінованого технологічного процесу, що включає обробіток ґрунту з одночасним висівом культури. Для реалізації даного процесу використовується машинно-тракторний агрегат у складі трактора Т-150К, агрегатованого з ґрунтообробним знаряддям відповідної конструкції.

Площа поля, що підлягає обробітку, становить $S = 120$ га. Довжина гону прийнята $L = 1000$ м. Рельєф ділянки характеризується наявністю ухилу 3%, що враховується при встановленні раціонального режиму роботи агрегату та розрахунку навантаження на енергетичний засіб.

Питомий опір ґрунту становить $K = 1,8$ кН/м, що свідчить про його важкий механічний склад і обумовлює підвищені вимоги до тягового зусилля агрегату.

Формування машинно-тракторного агрегату здійснювалося з урахуванням забезпечення високої якості виконання технологічної операції, досягнення максимальної продуктивності та підвищення економічної доцільності. При цьому підбір технічних засобів орієнтований на найбільш повне використання потужності трактора за умови мінімізації витрат на одиницю площі.

3.2. Агротехнічні вимоги до посіву ячменю

Оптимальні строки сівби: Ранні строки – при настанні фізичної стиглості ґрунту (температура ґрунту 3-5 °С). Запізнення з посівом призводить до зниження врожайності через втрату вологи та погіршення умов росту.

Глибина загортання насіння: 3-5 см на легких ґрунтах; 2-3 см на важких і вологих ґрунтах.

Норма висіву: 3,5-5,0 млн схожих зерен на 1 га (орієнтовно 160-220 кг/га), залежно від зони вирощування, попередника та якості насіння.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		16

Ширина міжрядь: 15 см (звичайний рядковий спосіб сівби).

Рівномірність висіву: Забезпечення рівномірного розподілу насіння по площі та глибині з відхиленням не більше $\pm 10\%$; недопустимі пропуски та загущення.

Передпосівна підготовка ґрунту: Повинна забезпечувати вирівняне, дрібногрудочкувате посівне ложе з ущільненим піднасіннєвим шаром і розпушеним верхнім шаром ґрунту на глибину загортання насіння.

Дотримання цих вимог забезпечує рівномірні та дружні сходи, сприяє розвитку сильної кореневої системи й однорідному кущенню, що в результаті підвищує врожайність ячменю.

Агротехнічні вимоги до ґрунтообробного агрегату

Агротехнічні вимоги до ґрунтообробного агрегату — це сукупність умов і показників, яким має відповідати агрегат під час обробітку ґрунту, щоб забезпечити оптимальні умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Суть цих вимог полягає в такому: агрегат повинен якісно виконувати технологічну операцію (розпушування, вирівнювання, ущільнення тощо), не погіршуючи структуру ґрунту, зберігаючи вологу та створюючи сприятливе посівне ложе.

До основних агротехнічних вимог належать:

- забезпечення заданої глибини обробітку з мінімальними відхиленнями;
- рівномірність обробітку по всій ширині захвату;
- якісне кришення ґрунту до агрономічно цінної структури;
- відсутність брил, гребенів і борозен;
- збереження вологи в ґрунті;
- недопущення переущільнення або розпилення ґрунту;
- ефективне підрізання бур'янів;
- формування рівного посівного ложа;
- дотримання оптимальних строків виконання робіт.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		17

Дотримання цих вимог забезпечує підвищення польової схожості, рівномірний розвиток рослин і, як наслідок, зростання врожайності культури.

3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи.

Для виконання посіву ячменю необхідно дотримуватись встановленої агротехнічної швидкості руху агрегату, у зв'язку з чим доцільним є використання трактора Т-150К. У польових умовах передбачається робота агрегату зі швидкістю в межах 8-9 км/год. Застосування другої передачі трактора Т-150К забезпечує швидкість 8,62 км/год, що відповідає середньому значенню рекомендованого діапазону та дозволяє забезпечити якісне виконання технологічної операції.

Для оцінки можливості ефективної роботи машинно-тракторного агрегату необхідно визначити тягове зусилля трактора Т-150К з урахуванням умов рельєфу, зокрема наявності ухилу поля.

$$P_{\text{гак}} = P_{\text{н.гак}} - G_{\text{тр}} i \quad (3.1)$$

$P_{\text{н.гаку}}$ — тягове зусилля з урахуванням ухилу;

$G_{\text{трактора}}$ — вага трактора;

i — кут підйому (ухил поля).

Для трактора Т-150К орієнтовне тягове зусилля на горизонтальній ділянці на II-й передачі становить:

$$P_{\text{гак}}^{\text{II}} = 37,0 - 110,0 \cdot 0,03 = 33,7 \text{ кН.}$$

Максимально допустима ширина захвату ґрунтообробного агрегату при роботі на II-й передачі трактора Т-150К визначається з урахуванням його тягових можливостей та питомого опору ґрунту:

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		18

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{гак}}^{\text{II}}}{K_o + R_i} \quad (3.2)$$

R_i – побіжний опір, що виникає при русі агрегату при підйомі.

$K_{\text{опору}}$ – питомий опір від ґрунту;

Побіжний опір:

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} i,$$

G_m – маса ґрунтообробного знаряддя;

B – ширина захвату ґрунтообробного знаряддя;

i – значення кута підйому.

$$R_i = \frac{24,9}{3,9} \cdot 0,03 = 0,19 \text{ кН/м.}$$

Гранично допустима ширина захвату ґрунтообробного знаряддя

$$B_{\max}^{\text{II}} = \frac{33,7}{6 + 0,19} = 5,4 \text{ м.}$$

Опір ґрунтообробного знаряддя, робочий

$$R_{\text{пл}} = (K_o + R_i) B_k = (6 + 0,19) \cdot 3,9 = 24,14 \text{ кН.}$$

Ступінь використання тягового зусилля трактора.

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_{\text{пл}}}{P_{\text{гак}}} = \frac{24,14}{33,7} = 0,71.$$

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		19

Продуктивність ґрунтообробного агрегату, змінна

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (3.3)$$

B_p – ширина ґрунтообробного знаряддя, робоча;

V_p – швидкість ґрунтообробного знаряддя, робоча.

$$B_p = B_k \cdot \beta,$$

B_k – ширина захвату ґрунтообробного знаряддя конструктивна;

$\beta=1,05$ – показник використання ширини захвату ґрунтообробного знаряддя.

$$B_p^{\delta} = 3,9 \cdot 1,05 = 4,095 \text{ м},$$

$$B_p^m = 5,4 \cdot 1,05 = 5,67 \text{ м}.$$

Час зміни робочий буде:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

τ – показник використання змінного часу;

T – час зміни;

$$T_p = 7 \cdot 0,81 = 5,67 \text{ год.}$$

В інший спосіб:

$$W_{зм}^{\delta} = 0,1 \cdot 4,095 \cdot 8 \cdot 5,67 = 18,57 \text{ га/зміну},$$

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$W_{3M}^M = 0,1 \cdot 5,67 \cdot 8,62 \cdot 5,67 = 27,71 \text{ га/зміну.}$$

Розхід пального складе:

$$Q_{\text{га}} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}} \quad (3.4)$$

Q_{3M} – розхід пального за всю зміну.

$$Q_{3M} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3, \quad (3.5)$$

$Q_{\text{роб}}$, $Q_{\text{хол}}$, $Q_{\text{зуп}}$ – погодинні розхід пального під час виконання робіт, на холостому ході, а також у періоди зупинок із працюючим двигуном.

$$Q_p^6 = 35 \text{ кг/ годину.};$$

$$Q_p^M = 32 \text{ кг/ годину.}$$

$$Q_x^6 = 20 \text{ кг/ годину.};$$

$$Q_x^M = 20 \text{ кг/ годину.}$$

$$Q_3^6 = 5 \text{ кг/годину.};$$

$$Q_3^M = 5 \text{ кг/ годину.}$$

t_x , t_3 – час, використаний на робочі проходи та зупинки з увімкненим двигуном, приймемо. $t_x = t_3$.

В інший спосіб,

$$Q_{3M}^6 = 35 \cdot 5,67 + 20 \cdot 0,665 + 5 \cdot 0,665 = 214,63 \text{ кг/зміну.}$$

$$Q_{3M}^M = 32 \cdot 5,67 + 20 \cdot 0,665 + 5 \cdot 0,665 = 198,07 \text{ кг/зміну.}$$

Пальне, затрачене на обробіток одного гектару площі, розраховуємо наступним чином:

$$Q_{\text{га}}^6 = \frac{214,63}{18,57} = 11,55 \text{ кг/гектар}$$

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		21

$$Q_{\text{га}}^{\text{м}} = \frac{198,7}{27,71} = 7,15 \text{ кг/гектар.}$$

Запропоновані технологічні зміни при вирощуванні ячменю дадуть можливість отримання економії палива:

Зміни, запропоновані у новій технології вирощування ячменю, дають економію паливу наступну:

$$E_{\text{га}} = Q_{\text{га}}^{\text{м}} - Q_{\text{га}}^{\text{б}} = 11,55 - 7,15 = 4,4 \text{ кг/гектар.}$$

Перерахувавши його на всю площу посіву ячменю, отримаємо:

$$E = E_{\text{га}} \cdot S$$

S – площа посіву ячменю.

$$E = 5,3 \cdot 120 = 636 \text{ кг.}$$

Отже, за результатами проведених розрахунків встановлено, що агрегат у складі трактора Т-150К і ґрунтообробного знаряддя відзначається суттєво меншими витратами пального порівняно з базовим варіантом. Водночас після його застосування відпадає потреба в додатковому передпосівному обробітку ґрунту, що підвищує загальну ефективність вирощування ячменю та забезпечує позитивний економічний результат.

Оскільки ґрунтообробне знаряддя здатне одночасно виконувати кілька технологічних операцій, скорочення їх кількості сприяє підвищенню ефективності посіву ячменю та супроводжується очікуваним економічним ефектом.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		22

3.4. Підготовка поля до роботи

Підготовка поля до виконання ґрунтообробних операцій включає комплекс організаційних і технологічних заходів, спрямованих на забезпечення ефективної роботи агрегатів та досягнення високої якості обробітку ґрунту.

Суть підготовки поля полягає у створенні оптимальних умов для руху техніки та роботи робочих органів. Це передбачає вирівнювання поверхні, усунення перешкод (каменів, рослинних решток), визначення напрямків руху агрегатів, розбивку поля на загінки та підготовку розворотних смуг. Важливим є також урахування стану ґрунту (вологість, щільність), що дозволяє обрати оптимальні строки та режими виконання робіт.

Раціональна підготовка поля дає змогу скоротити простої техніки, зменшити витрати пального, підвищити якість обробітку ґрунту та забезпечити рівномірність майбутніх сходів.

Поле, заплановане під посів ячменю, обстежують і оцінюють не пізніше ніж за п'ять днів до початку робіт, що дозволяє своєчасно розпочати виконання технологічних операцій.

Під час огляду визначають загальний стан ґрунту, ступінь забур'яненості, особливості рельєфу та придатність під'їзних шляхів. Виявлені перешкоди усувають або позначають кілками.

Обираємо для роботи ґрунтообробного знаряддя на полі спосіб руху (рис. 3.1) гоновий човниковий із поворотами у формі петлі.

Величина поворотної смуги при такому русі:

$$E = 3R_{\min} + L_a, \quad (3.6)$$

$R_{\min}$ – радіус повороту ґрунтообробного знаряддя, найменший;

L_a – довжина ґрунтообробного знаряддя, кінематична.

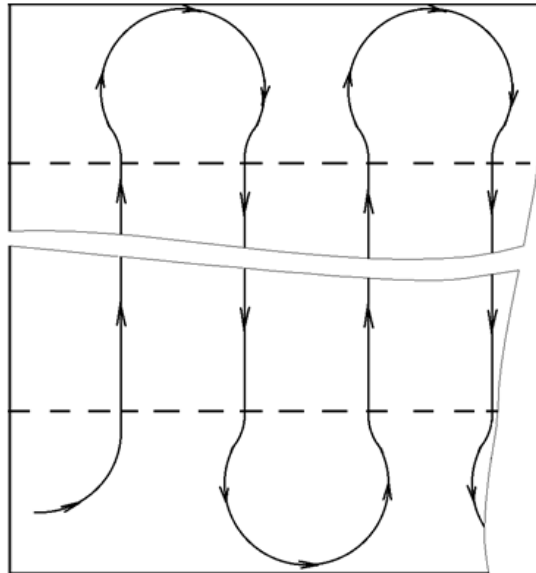


Рис. 3.1. Схема руху агрегату по полю.

Поворотний радіус ґрунтообробного знаряддя, найменший:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B = 1,7 \cdot 5,67 = 9,63 \text{ м},$$

B – ширина захвату ґрунтообробного знаряддя, технологічна.

Довжина ґрунтообробного знаряддя, кінематична:

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_z + L_m \quad (3.7)$$

$L_{\text{тр}}$ – довжина трактора, кінематична;

L_z – довжина зчіпки, кінематична;

L_m – довжина ґрунтообробного знаряддя, кінематична.

В такому разі, довжина кінематична ґрунтообробного знаряддя:

$$L_a = 1,15 + 0 + 6,8 = 7,95 \text{ м}.$$

значення ширини поворотної смуги складе:

$$E = 3 \cdot 6,9 + 7,95 = 28,65 \text{ м.}$$

З урахування значення ширину поворотної смуги, матимемо:

$$E = K \cdot B,$$

K – кратність проходу рекомендованого агрегату,

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{28,65}{5,67} = 5,05,$$

і приймаємо $K=5$.

Тоді маємо:

$$E = 5 \cdot 3,9 = 19,5 \text{ м.}$$

Обґрунтуємо та визначимо оптимальну ширину загінки, яка буде кратною ширині захвату запропонованого агрегату.

$$C = \frac{10^4 (2...3) W_{зм}}{L}, \quad (3.8)$$

$W_{зм}$. –продуктивність агрегату, позмінна;

L – розмір загінки;

$(2...3)$ – тривалість роботи агрегату в загінці.

Найвідповідна ширина загінки:

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 27,71}{1000} = 554 \text{ м.}$$

Число проходів агрегату по розрахованій ширині загінки становитиме:

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		25

$$k_3 = \frac{C}{B} = \frac{554}{3,9} = 142,05.$$

Приймаємо кратність проходів $k_3=142$.

У такому випадку ширина загінки може стати більшою:

$$C_{\text{опт}} = k_3 \cdot B = 142 \cdot 3,9 = 553,8 \text{ м.}$$

Матимемо наступне число загінок:

$$n_3 = \frac{10^4 F}{LC_{\text{опт}}} \quad (3.9)$$

F – площа під посів ячменю.

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 120}{1000 \cdot 553,8} = 2,16.$$

Число загінок приймемо 3.

Коефіцієнт робочих ходів при цьому:

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x},$$

L_p, L_x – середня робоча довжина загінки, в межах якої здійснюється рух агрегату, з урахуванням його холостих ходів.

Для обраного способу руху – гонового човникового з петльовими поворотами:

$$L_p = L - 2 \cdot E;$$

$$L_x = 6R + 2 \cdot l,$$

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		26

l – довжина виїзду рекомендованого агрегату, м.

$$l = 0,5 \cdot L_a = 0,5 \cdot 7,95 = 3,95 \text{ м.}$$

Довжина загінки, робоча:

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 25,25 = 949,5 \text{ м;}$$

Довжина холостих ходів

:

$$L_x = 6 \cdot 9,63 + 2 \cdot 3,95 = 65,68 \text{ м.}$$

Значить:

$$K_p = \frac{949,5}{949,5 + 65,68} = 0,93.$$

Розрахований коефіцієнт наближається до 1, що свідчить про високий рівень використання робочого часу зміни.

Далі визначаємо організаційні показники виконання операції.

Тривалість одного робочого циклу становитиме:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \quad (3.10)$$

L_p – довжина загінки, в якій працює агрегат, робоча;

V_p – робоча швидкість рекомендованого знаряддя;

t_n – час на поворот рекомендованого знаряддя кінці загінки.

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 949,5}{10^2 \cdot 8,62} + 2 \cdot 1,5 = 16,21 \text{ хв.} = 0,27 \text{ год.}$$

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Технічна продуктивність за один цикл:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \quad (3.11)$$

$B, v_p, T_{\text{ц}}, \tau$ – величини, визначені попередніми виразами.

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 3,9 \cdot 8,62 \cdot 0,32 \cdot 0,81 = 0,87 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів, які проведені за одну зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}. \quad (3.12)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{27,71}{0,87} = 31,8 \text{ ц/зміну.}$$

Отримані нами результати вносимо до операційно-технологічної карти посіву ячменю з використанням ґрунтообробного знаряддя та доповнюємо нею графічну частину роботи.

3.5. Організація роботи агрегату в загінці.

Для забезпечення якісного виконання технологічної операції, що поєднує передпосівний обробіток ґрунту та висів ячменю, роботу машинно-тракторного агрегату організовують у межах попередньо сформованої загінки. Загінка являє собою прямокутну частину поля, яка виділяється з метою раціоналізації руху агрегату з урахуванням його робочої ширини та довжини гону.

Перед виконанням польових робіт здійснюється розмітка меж загінки та обирається напрямок руху агрегату. Як правило, робочий хід організовують уздовж довшої сторони поля, що дозволяє зменшити кількість розворотів і скоротити непродуктивні витрати часу.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		28

Роботу машинно-тракторного агрегату виконують за маршрутною схемою: на початковому етапі обробляють крайові смуги (розгінні проходи), після чого переходять до обробітку основної частини поля – загінки.

У процесі роботи агрегат забезпечує розпушення ґрунту на глибину 10–12 см із одночасним загортанням насіння на встановлену глибину 5-7 см, що сприяє формуванню оптимальних умов для проростання. При цьому досягається рівномірний розподіл насіння по площі посіву.

Робоча швидкість агрегату підтримується в межах 8-9 км/год, що дозволяє забезпечити належну якість виконання технологічних операцій і раціональне використання потужності енергетичного засобу.

Під час виконання робіт оператор здійснює безперервний візуальний контроль за якістю висіву, функціонуванням сошникових пристроїв і дотриманням встановленої глибини загортання насіння. У випадку виявлення відхилень від заданих параметрів або виникнення технічних несправностей агрегат зупиняють для проведення необхідного регулювання.

Запропонована організація роботи забезпечує своєчасне та якісне виконання технологічного процесу в оптимальні агротехнічні строки, сприяє зменшенню витрат пального та підвищенню продуктивності праці.

3.6. Контроль якості роботи.

Поєднання передпосівного обробітку ґрунту з посівом ячменю потребує сумлінного контролю якості виконання всіх технологічних операцій. Від їх точності залежить рівномірність сходів, рівень продуктивності культури та плідного використання ресурсів.

1. Глибина обробітку та висіву насіння: контролюють відповідність фактичної глибини заданим параметрам:

- глибина передпосівного обробітку: зазвичай 4–8 см (залежно від умов).
- глибина висіву ячменю: 3–5 см.
- допустимі відхилення: ± 1 см.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		29

Можливі відхилення: нерівномірна глибина, оголення або надмірне заглиблення насіння, що призводить до зріджених або нерівномірних сходів.

2. Оцінювання якості підготовки ґрунту: визначають ступінь розпушення та вирівняності поверхні:

- розмір ґрунтових агрегатів: переважно до 25 мм.
- вирівняність поля: без гребенів і западин понад 3-4 см.

Можливі відхилення: наявність брил, пилюватої структури або ущільнених ділянок, що погіршує контакт насіння з ґрунтом.

3. Інспекція рівномірності висіву: оцінюють рівномірність розподілу насіння в рядку:

- відхилення норми висіву: не більше $\pm 3-5\%$.
- рівномірність розміщення насіння: без пропусків і згущень.

Можливі відхилення: пропуски, подвійний висів, нерівномірний розподіл, що знижує врожайність.

4. Оцінювання щільності прикочування та закриття борозни: перевіряють якість ущільнення та закриття насіння ґрунтом.

- насіння має бути повністю закрите вологим шаром ґрунту.
- поверхня – помірно ущільнена, без кірки.

Можливі відхилення: неповне закриття борозни, пересушений верхній шар або надмірне ущільнення.

5. Технічна перевірка агрегату: оцінюють справність і налаштування машини:

- стан робочих органів (зношення не більше 10–15 %).
- стабільність глибини, рівномірність роботи висівних апаратів.

Можливі відхилення: зношені сошники, несправності висівних механізмів, порушення регулювань.

6. Зоровий контроль посівної смуги: проводиться безпосередньо в полі після проходу агрегату.

- рядки рівні, прямолінійні.
- відсутність необроблених смуг або перекриттів понад 10%.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		30

Можливі відхилення: викривлення рядків, нерівномірне загортання, оголене насіння, пропуски.

Дотримання цих показників забезпечує якісний посів, дружні сходи та оптимальні умови для формування врожаю.

Після проїзду агрегату проводять огляд посівної смуги, оцінюючи глибину та рівномірність сформованої борозни, відсутність насіння на поверхні, а також загальний стан посівного шару ґрунту.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		31

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Обґрунтування модернізації.

Ґрунтообробне знаряддя, що пропонується до вдосконалення у кваліфікаційній роботі, призначене для виконання комбінованої технологічної операції, яка поєднує обробіток ґрунту з одночасним висівом насіння. Конструктивно виконане як напівпричіпне знаряддя, яке агрегується з тракторами тягового класу 3 кН.

Знаряддя ґрунтообробне (рис. 4.1) має конструкцію, до складу якої входить рама 1, оснащена опорно-приводними колесами. На рамі встановлено бункер 3 з туковисівними апаратами 4, обладнаними штифтовими котушками. Подача повітря в систему забезпечується вентилятором 2, привід якого здійснюється від вала відбору потужності трактора через клинопасову передачу. До конструкції також входять ежектори 5, гнучкі шланги 6 та ґрунторозпушувач 7.

Основними робочими органами машини є вентилятор, туковисівні апарати, оснащені штифтовими котушками, ежектори, а також стрілчасті лапи, обладнані тукопроводами та розсіювачами.

Робота знаряддя здійснюється таким чином: під час руху агрегату по полю обертання від правого опорно-приводного колеса через систему ланцюгових передач і коробку зміни передач передається на вал туковисівних апаратів. Туковисівні апарати 4 котушкового типу забезпечують подачу посівного матеріалу із бункера.

Після цього посівний матеріал через лійку надходить до всмоктувального отвору ежектора 5, де захоплюється потоком повітря. Вентилятор 2, який приводиться в роботу від вала відбору потужності через клинопасову передачу, створює повітряний потік, необхідний для переміщення посівного матеріалу від ежекторів 5 до зони внесення.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Далі посівний матеріал разом із повітряним потоком транспортується трубопроводами 6 (шлангами) до верхнього ярусу лап ґрунтообробного знаряддя 7. У цій зоні матеріал потрапляє на розсіювач, який забезпечує його максимально рівномірний розподіл по поверхні підорного шару ґрунту, оброблюваного верхніми лапами знаряддя.

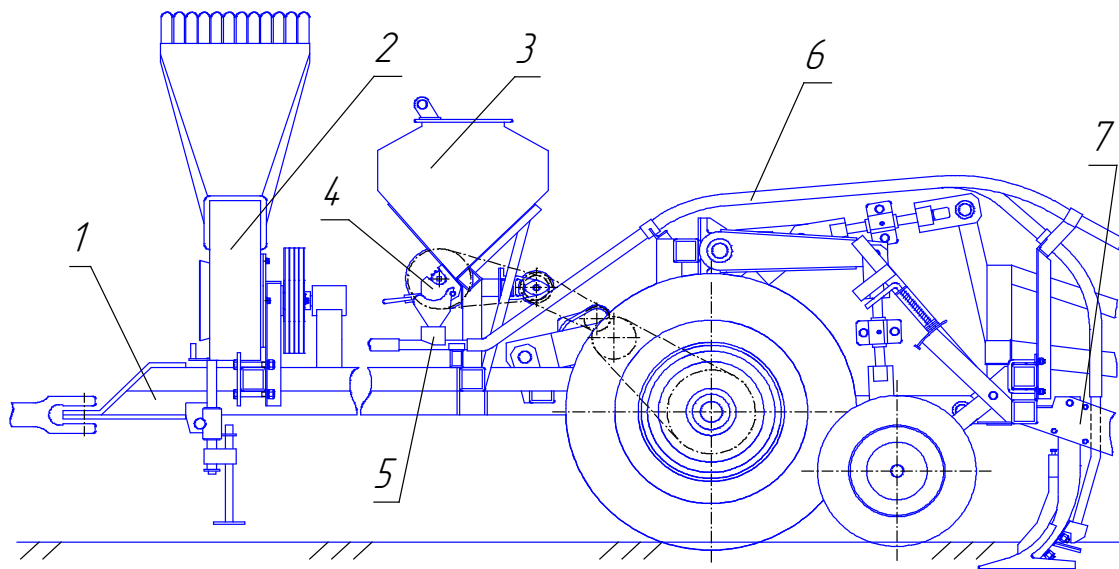


Рис 4.1. Ґрунтообробне знаряддя: 1 – рама; 2 – вентилятор; 3 – бункер;
4 – котушковий висівний апарат; 5 – ежектор; 6 – трубопровід;
7 – ґрунторозпушувач.

Ґрунтообробне знаряддя оснащується лапою з циліндричним розсіювачем. На верхньому ярусі лап 1 (рис. 4.2) через з'єднання «болт-шайба-гайка» встановлюється тукопровід 2 з розсіювачем 3.

Подача насіннєвого матеріалу разом із повітряним потоком до розсіювача забезпечується тукопроводом.

Основною функцією розсіювача є забезпечення максимально рівномірного розподілу посівного матеріалу у підорному горизонті ґрунту, який обробляється верхнім ярусом лап знаряддя.

Якість та рівномірність розподілу добрив значною мірою залежать від геометричних параметрів розсіювача, а також від його розташування відносно напрямку руху повітряно-добривно-насіннєвого потоку, тобто відносно тукопроводу.

Розсіювач функціонує таким чином: потік посівного матеріалу, що рухається з великою швидкістю, через тукопровід спрямовується на поверхню розсіювача. Насіння, володіючи значною кінетичною енергією, ударяється об його поверхню та відбивається від неї. Оскільки частинки посівного матеріалу потрапляють на різні ділянки розсіювача, їх відбиття відбувається під різними кутами. У результаті цього насіння розподіляється на різних відстанях від осі лап знаряддя, забезпечуючи рівномірне покриття всієї поверхні підорного горизонту верхнього ярусу робочих органів.

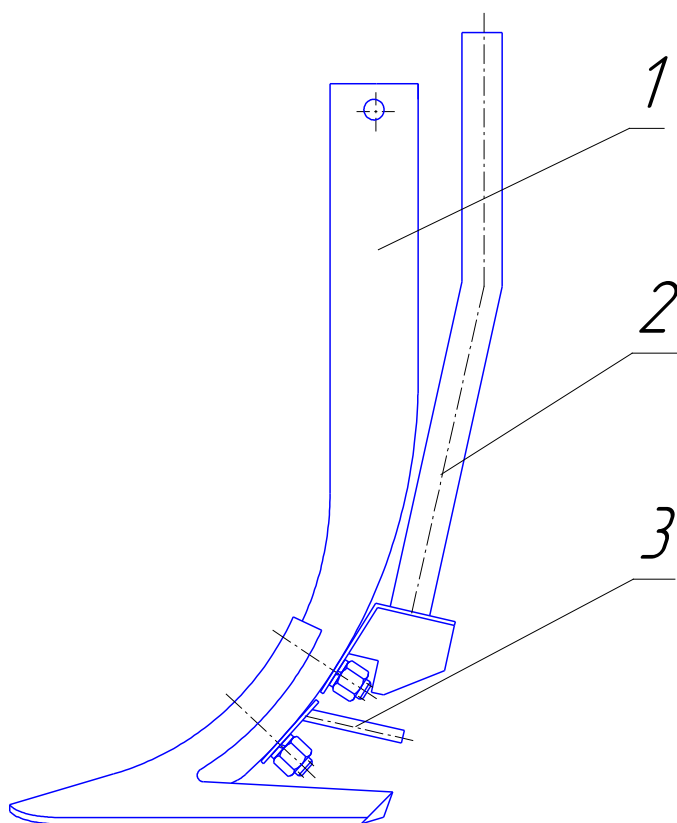


Рис. 4.2. Лапа: 1 – лапа; 2 – тукопровід; 3 – розсіювач.

4.2. Технологічний розрахунок.

Виконаємо розрахунок об'єму бункера ґрунтообробного знаряддя.

Форма і габаритні розміри бункера визначаються необхідним об'ємом для конкретних умов роботи, конструктивною компоновкою машини, а також вимогами щодо забезпечення безперешкодного висипання матеріалу.

Раціональний об'єм бункера визначається за такою формулою:

$$V = \frac{K_3 \cdot K \cdot L \cdot b \cdot Q}{10^4 \cdot \gamma}, \quad (4.1)$$

K_3 – показник, враховуючий резерв посівного матеріалу на випадок зупинки агрегату для чергового завантаження;

K – чисельність лап, у які надходить посівний матеріал з одного бункера;

L – відстань, яку проходить машина між черговими заправками, що визначається розмірами поля;

$$L = m \cdot L_z, \quad (4.2)$$

L_z – розмір гону у загінці;

m – число гонів, які засіваються за 1-у заправку;

b – відстань між рядками;

γ – об'ємна маса посівного матеріалу;

Q – норма висіву

Визначаємо шлях машини між черговими заправками:

$$L = 6 \cdot 400 = 2400 \text{ м};$$

Визначаємо об'єм бункера, раціональний:

$$V = \frac{1,1 \cdot 12 \cdot 2400 \cdot 320 \cdot 600}{10^4 \cdot 1025} = 593 \text{ дм}^3;$$

Обираємо $V = 600 \text{ дм}^3$.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		35

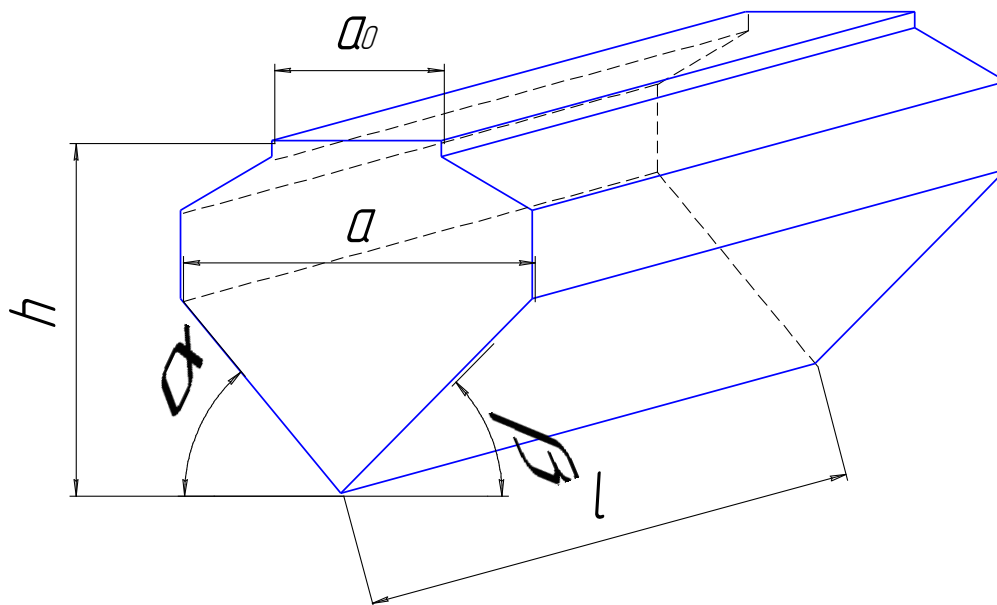


Рис. 4.3. Бункер.

4.3. Кінематичний розрахунок.

Розрахунок передаточних відношень приводу висівуючих апаратів наводимо у дод. А.

4.4. Силовий аналіз механізмів машини.

Для виконання розрахунку вала на міцність необхідно визначити всі навантаження, що діють на нього. У даному випадку розглядається вал висівних апаратів, на який впливає сила, що виникає внаслідок натягу ланцюга ланцюгової передачі (рис. 4.4), яка використовується для приводу вала. Величина цієї сили визначається за залежністю:

$$R = (1,15 \dots 1,2) \cdot F_t, \quad (4.3)$$

F_t – колова сила, яка передається ланцюговою передачею, визначається за такою формулою:

$$F_t = 1000 \cdot N/V, \quad (4.7)$$

N – потужність, яку передає ланцюгова передача на вал;

Потужність на валу висівних апаратів визначимо із виразу:

$$N_I = \frac{T_I \cdot \omega}{1000}, \quad (4.3)$$

T_I – момент на валу, крутний, який відповідає моменту опору обертанню висівних апаратів;

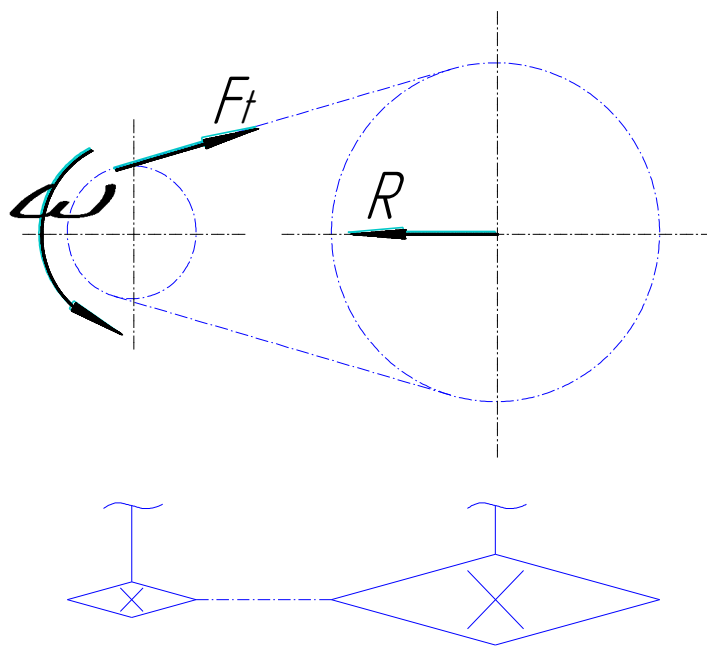


Рис. 4.4. Схема сил, що діють на ланцюгову передачу

$$T_I = \kappa M, \quad (4.4)$$

κ – число висівних апаратів;

M – момент опору 1-го висівного апарату;

$$T_I = 9,6 \text{ Нм.}$$

ω – швидкість кутового обертання вала.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_I}{30} = \frac{3,14 \cdot 129,95}{30} = 13,6 \text{ с}^{-1};$$

n_I – кількість обертань валу висівних апаратів.

Потужність на валу висівальних апаратів буде:

$$N_I = \frac{9,6 \cdot 13,6}{1000} = 0,13 \text{ кВт.}$$

V – лінійна швидкість руху ланцюга.

$$V = \frac{z \cdot n \cdot t}{60 \cdot 1000}, \quad (4.5)$$

z – число зубців зірочки;

n – кількість обертання зірочки;

t – ланцюговий крок.

Дана передача складається з ланцюга приводного роликів ПР-31,75-2300 за ДСТУ ГОСТ 13568:2006 Ланцюги приводні роликів та втулкові. Загальні технічні умови, який має крок $t = 31,75$ мм.

Щоб розрахувати колову швидкість, оберемо $z = z_1 = 15$.

Значить $n_1 = i_i \cdot n_v$

Для забезпечення надійності конструкції приймемо найбільше передаточне відношення – $i_{30} = 2,543$.

Знаємо, що:

$$V_M = \frac{\pi \cdot d_k \cdot n}{60}, \quad (4.6)$$

Значить

$$n_v = \frac{60 \cdot V_M}{\pi \cdot d_k}, \quad (4.7)$$

V_M – швидкість знаряддя, робоча;

d_k – поперечник опорно-приводного колеса.

$$n_v = \frac{60 \cdot 2,22}{3,14 \cdot 0,935} = 51,1 \text{ об/хв};$$

$$n_1 = 2,543 \cdot 51,1 = 129,95 \text{ об/хв};$$

$$V = \frac{15 \cdot 129,95 \cdot 31,75}{60 \cdot 1000} = 1,03 \text{ м/с}.$$

Обрахуємо зусилля колове.

$$F_t = 1000 \frac{0,13}{1,03} = 126,21 \text{ Н}.$$

Силу, яка діє на вал висівних апаратів.

$$R = 1,2 \cdot 126,21 = 151,452 \text{ Н}.$$

4.5. Енергетичний розрахунок.

Розрахуємо робочий опір ґрунтообробного знаряддя

$$R_{\Gamma} = (K_o + R_i) B_{\kappa}$$

K_o – опір ґрунту, питомий;

R_i – додаткова сила опору, що з'являється під час руху агрегату на підйомі.

Додаткову силу опору визначимо так:

$$R_i = \frac{G_m}{B_{\kappa}} i,$$

G_m – маса ґрунтообробного знаряддя;

i – значення величини підйому;

B_{κ} – ширина захвату ґрунтообробного знаряддя, конструктивна.

$$R_i = \frac{6,3}{1,6} \cdot 0,03 = 0,12 \text{ кН/м}.$$

Опір ґрунтообробного знаряддя складе:

$$R_{\Gamma} = (K_o + R_i) B_{\kappa} = (6 + 0,12) \cdot 1,6 = 9,84 \text{ кН}$$

Таке тягове зусилля забезпечується трактором Т-150К, який може розвивати на гаку тягове зусилля $P_{н.гак} = 14 \text{ кН}$, коли рухається на III передачі зі швидкістю 7,24 км/год.

Тягове зусилля обраного трактора при рухові на підйом буде:

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		39

$$P_{\text{гак}} = P_{\text{н.гак}} - G_{\text{тр}} i$$

$G_{\text{тр}}$ – маса трактора;

i – значення величини підйому.

Врахувавши визначені величини, тягове зусилля, що розвивається на гаку трактора, становитиме

$$P_{\text{гак}} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН};$$

Показник використання тягового зусилля трактора під час роботи з ґрунтообробним знаряддям визначимо за формулою:

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_{\text{г}}}{P_{\text{гак}}} = \frac{9,84}{13} = 0,76.$$

Отримане значення коефіцієнта використання тягового зусилля трактора під час роботи з ґрунтообробним знаряддям підтверджує наявність достатнього запасу потужності трактора, що є необхідною умовою ефективної роботи агрегату.

4.6. Розрахунок деталей та вузлів на міцність.

Розрахунок стояка на міцність наводимо в дод. Б.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		40

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Основні небезпечні фактори під час використання ґрунтообробних агрегатів пов'язані з роботою машин, рухомими частинами та умовами виконання польових робіт:

1. Механічні небезпеки

- обертів та рухомі робочі органи (диски, лапи, котки);
- можливість захоплення одягу або частин тіла;
- травмування під час очищення чи регулювання агрегату.

2. Небезпека від руху техніки

- наїзд або затиснення між трактором і знаряддям;
- перекидання агрегату на схилах або нерівностях;
- недостатня видимість у зоні роботи.

3. Гідравлічні та механічні системи

- розрив гідравлічних шлангів;
- раптове опускання або піднімання робочих органів;
- травмування при обслуговуванні під навантаженням.

4. Пил та аерозолі

- запиленість повітря, що впливає на органи дихання;
- алергічні реакції, подразнення очей.

5. Шум і вібрація

- тривалий вплив шуму на слух;
- вібраційне навантаження на оператора.

6. Погодні та польові умови

- слизький або нерівний ґрунт;
- робота в умовах спеки, холоду або поганої видимості.

7. Пожежна безпека

- можливе займання сухих рослинних решток;
- несправності паливної системи.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		41

8. Людський фактор

- втома оператора;
- порушення правил експлуатації та техніки безпеки;
- недостатня кваліфікація.

Урахування та мінімізація цих факторів є обов'язковою умовою безпечної роботи та запобігання виробничому травматизму.

Заходи безпеки при застосуванні ґрунтообробних знарядь спрямовані на запобігання травмам, аваріям і пошкодженню техніки під час виконання польових робіт:

1. Перед початком роботи

- перевірити технічний стан агрегату, справність кріплень і гідросистеми;
- переконатися у відсутності сторонніх предметів на полі;
- відрегулювати робочі органи відповідно до заданих параметрів;
- перевірити наявність захисних кожухів і огорожень.

2. Під час роботи

- не допускати перебування людей у зоні дії агрегату;
- дотримуватись безпечної швидкості руху;
- уникати різких маневрів, особливо на поворотах і схилах;
- постійно контролювати роботу механізмів і якість обробітку.

3. Обслуговування та регулювання

- виконувати тільки при зупиненому двигуні та опущеному агрегаті;
- не проводити очищення чи ремонт при працюючих робочих органах;
- використовувати справний інструмент і засоби індивідуального захисту.

4. Робота з гідросистемою

- не працювати при пошкоджених шлангах або витоках;
- уникати контакту з рідиною під тиском;
- перед ремонтом зняти тиск у системі.

5. Засоби індивідуального захисту

- використовувати спецодяг, рукавиці, захисне взуття;
- при підвищеній запиленості – респіратор і захист очей;
- за потреби – засоби захисту слуху.

6. Пожежна безпека

- не допускати накопичення сухих рослинних решток на агрегаті;
- мати вогнегасник у справному стані;
- не курити поблизу техніки.

7. Після завершення роботи

- очистити агрегат від ґрунту та рослинних залишків;
- провести огляд на наявність пошкоджень;
- поставити техніку на стійку та безпечну стоянку.

Дотримання цих заходів забезпечує безпечні умови праці, знижує ризик травматизму та підвищує надійність роботи ґрунтообробних агрегатів.

Перед виконанням будь-яких робіт з обслуговування чи ремонту агрегату необхідно повністю його зупинити, переконатися у припиненні руху всіх механізмів і забезпечити стійке положення техніки.

Ремонт ґрунтообробних знарядь повинен здійснюватися виключно кваліфікованими фахівцями, які мають відповідні знання та практичні навички. Усі виявлені несправності необхідно усунути до повторного введення агрегату в експлуатацію. Під час технічного обслуговування слід використовувати лише спеціалізований, справний інструмент, що зменшує ризик травмування та підвищує безпеку виконання робіт.

4. Захист від пилу та шкідливих випарів

Оператори мають застосовувати респіратори або захисні маски для запобігання потраплянню в органи дихання пилу та шкідливих частинок, що утворюються під час обробітку ґрунту. Вологість ґрунту повинна підтримуватися на оптимальному рівні, що дозволяє зменшити утворення пилу під час роботи. Виконання польових операцій рекомендується здійснювати за сприятливих погодних умов, які мінімізують запиленість повітря.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		43

6. ВИСНОВКИ

Нами розглянуто шляхи вдосконалення механізації технологічного процесу вирощування ячменю. На основі аналізу існуючої технології вирощування культури запропоновано застосування ґрунтообробного знаряддя з модернізованими робочими органами – лапами, обладнаними циліндричними розсіювачами. Використання такого технічного рішення спрямоване на зменшення виробничих витрат і підвищення економічної ефективності вирощування культури.

Запропонований агрегат забезпечує виконання передпосівного обробітку ґрунту та суцільного висіву ячменю за один технологічний прохід, що сприяє скороченню кількості операцій і раціональнішому використанню матеріально-технічних ресурсів.

Нами встановлено відповідність агрегату агротехнічним вимогам і встановленим нормативам, а також його здатність ефективно виконувати передбачені технологічні операції. У роботі вдосконалено операційно-технологічну карту вирощування ячменю із застосуванням запропонованого ґрунтообробного знаряддя.

Для реалізації технологічного процесу обґрунтовано склад машинно-тракторного агрегату, до якого входять трактор Т-150К та ґрунтообробне знаряддя. Вибраний агрегат відповідає умовам експлуатації та вимогам технології вирощування ячменю. Робочі параметри визначено з урахуванням біологічних особливостей культури, фізико-механічних властивостей ґрунту та виробничих умов.

У кваліфікаційній роботі наведено опис конструкції ґрунтообробного знаряддя та виконано комплекс інженерних розрахунків, результати яких підтверджують доцільність і ефективність його використання у виробничих умовах.

Запропоноване знаряддя відповідає чинним вимогам ДСТУ з охорони праці та безпеки експлуатації сільськогосподарської техніки.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		44

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко А.І., Свірень М.О. Шмат С.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. Навч. посібник. – К.: 2003. – 202 с.
2. Бондаренко М.Г. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві / М.Г. Бондаренко, В.А. Демещук. – К.: Вища школа, 1996. – 236 с.
3. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підр. – К.: Каравела, 2004. – С. 66-82.
4. Дейкун В. А. Комбіноване знаряддя для обробітку ґрунту з одночасним внесенням мінеральних добрив / В. А. Дейкун, А. М. Лановий. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Вертикальний обробіток ґрунту та зрошення – шлях до рекордних врожаїв». Кропивницький: ЦНТУ. 2018. – С.19-21.
5. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с. URL:<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8095/1/РґРњР Р %28РцР %29%202018%20%28Р·%20PSPsPjPμCЃР°C†C–C”CЃ%29.pdf>.
6. Надикто В.Т., Кюрчев В.М., Кувачов В.П. Використання техніки в АПК : підручник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 268 с.
7. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Рудь Ю.С. – 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
8. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: “Тріада плюс”, 2010.

9. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник /Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін. – К.: Вища освіта, 2005.—464 с.

10. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / За ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. Харків : ХНТУСГ, 2006. 725 с.

11. Шудренко І.В. Основи охорони праці : навч. посіб. / І.В. Шудренко. Житомир :Видавець О.О. Євенок, 2016. – 214 с.

					МВЯ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		46

ДОДАТКИ