

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2026 р.

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

Механізація вирощування люцерни з удосконаленням
кормозбирального комбайна КПИ–2,4

Виконав здобувач вищої освіти III курсу,
групи АІ–23мбз

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Нестеренко Уляна Андріївна

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Сергій МОРОЗ

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____ Сергій МАГОПЕЦЬ

« ____ » _____ 2026 р.

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти Бакалавр

Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольствоСпеціальність 208 АгроінженеріяОсвітньо-професійна (освітньо-наукова) програма Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2026 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА
ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Нестеренко Уляни Андріївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Механізація вирощування люцерни з удосконаленням кормозбирального комбайна КПИ-2,4

2. Керівник роботи (проекту)

Мороз Сергій Миколайович, канд. техн. наук, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 20.06.2026 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту)_____

Удосконалити технологію вирощування люцерни та підвищити ефективність
роботи кормозбирального комбайна КПИ-2,4

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–6	Мороз С.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Пояснювальна записка	20.06.2026 р.	
2	Графічна частина	20.06.2026 р.	
3	Перевірка роботи на доброчесність	20.06.2026 р.	
4	Захист роботи	25–30.06.2026	

Дата видачі завдання

«23» березня 2026 р.

Підпис керівника

_____ Сергій МОРОЗ
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«23» березня 2026 р.

Підпис здобувача

_____ Уляна НЕСТЕРЕНКО
(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ.....	6
2. Аналіз технології вирощування люцерни з визначенням шляхів її удосконалення	8
3. Операційна технологія збирання люцерни	16
4. Інженерна частина	32
5. Охорона праці.....	45
Висновки	52
Список використаної літератури	53

					<i>МВЛ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		5

ВСТУП

Забезпечення тваринництва якісною кормовою базою є одним із визначальних чинників розвитку агропромислового комплексу України. В умовах зростання попиту на продукти тваринного походження та посилення конкуренції на аграрних ринках особливого значення набуває пошук культур, здатних формувати стабільно високі врожаї поживної маси за відносно невисоких виробничих витрат. Серед таких культур чільне місце належить люцерні посівній (*Medicago sativa* L.) – багаторічній бобовій траві з унікальним поєднанням агрономічних і господарських переваг.

Люцерна є незамінним компонентом сівозміни завдяки здатності до симбіотичної фіксації атмосферного азоту в обсягах до 200–300 кг/га на рік, що суттєво знижує потребу в азотних добривах для наступних культур і позитивно впливає на родючість ґрунту. Висока врожайність зеленої маси – до 50–70 т/га за 3–4 укоси, значний вміст протеїну (18–22 % у сухій речовині), каротину та мінеральних речовин роблять люцерну незамінною сировиною для виробництва сінажу, сіна і зеленого корму. Водночас тривалість продуктивного використання травостою 5–7 років дозволяє розподілити капітальні витрати на закладання посіву на тривалий строк, що суттєво підвищує економічну привабливість культури.

Попри очевидний потенціал, реалізація генетичних можливостей люцерни в господарствах нерідко залишається неповною. Причинами цього є технологічні прорахунки на окремих етапах виробничого процесу: порушення строків збирання, недосконалість систем живлення, недостатня увага до якості підготовки насіння та незадовільний технічний стан збиральної техніки. Особливо гостро стоїть питання оснащення

					МВЛ 00. 000 ПЗ			
Зм	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.	Нестеренко				Пояснювальна записка		Літ.	Аркуш
Перевір.	Мороз							Аркушів
Н.контр.	Артеменко						6	40
Затв.	Васильковський						ЦНТУ, гр. АІ–23мбз	

агropідприємств сучасними машинно–тракторними агрегатами, здатними виконувати збиральні операції у стислі агрооптимальні строки з мінімальними втратами кормової маси та поживних речовин.

У цьому контексті актуальним є порівняльний аналіз базового агрегату на базі трактора МТЗ–80 та перспективного – CASE IH Farmall 90 JX у парі з кормозбиральним комбайном КПИ–2,4. Обидва варіанти агрегату орієнтовані на збирання люцерни урожайністю 50 т/га, однак суттєво відрізняються за рівнем енергозабезпечення, продуктивністю та питомими витратами ресурсів.

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		7

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Загальна характеристика культури

Люцерна посівна (*Medicago sativa* L.) – багаторічна бобова кормова культура, що є одним із найцінніших компонентів польових сівозмін. Завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями (*Rhizobium meliloti*) рослина фіксує з повітря 200–400 кг/га азоту щорічно, збагачуючи ним ґрунт. Після її відмирання в ґрунті накопичується 150–300 кг/га азоту, що робить люцерну одним із найкращих попередників для зернових і технічних культур [1, 2].

Люцерна – рослина довгого дня, теплолюбна, але відносно зимостійка. Мінімальна температура проростання насіння +1...+2 °С, оптимальна – +20...+25 °С. Сходи витримують заморозки до –5 °С, а дорослі рослини – до –25...–30 °С при достатньому сніговому покриві.

Вегетаційний період першого укосу – 60–80 діб (залежно від зони), відступних укосів – 35–50 діб. Тривалість продуктивного використання травостою в Степу – 3–4 років. Коренева система – стрижнева, глибиною до 2–8 м, що забезпечує посухостійкість культури.

Люцерна вимоглива до вологи в початковий період розвитку і під час стеблуння–бутонізації; не переносить перезволоження та застою талих вод. Найвища продуктивність забезпечується при зволоженні 70–80% НВ. Оптимальна реакція ґрунтового середовища рН=6,5–7,5; на кислих ґрунтах (рН < 6,0) необхідне вапнування.

Основні фази розвитку: проростання → сходи → гілкування → бутонізація → цвітіння → плодоутворення → досягання. Найкращий корм (максимальний вміст протеїну – до 20–22% у сухій речовині) отримують при збиранні у фазі бутонізації або початку цвітіння (10–15% квіток розкрито).

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		8

Люцерна є типовою культурою польових, кормових і ґрунтозахисних сівозмін. Вона добре поєднується з будь-яким попередником, що забезпечує чисте від бур'янів поле з хорошою структурою ґрунту.

Найкращими попередниками є культури, після яких поле вільне від кореневищних і коренепаросткових бур'янів:

- озима пшениця після чорного пару (Степ, Лісостеп) – найкращий варіант;
- озимий ячмінь, тритикале – задовільні попередники;
- кукурудза на зерно або силос – за умови своєчасного звільнення поля до 25 серпня;
- соняшник, цукровий буряк – при якісному зяблевому обробітку;
- яра пшениця, ярий ячмінь – при безпокритому висіві люцерни.

Небажані попередники: багаторічні злакові трави (через схожу кореневу систему, спільних шкідників); соняшник – на полях з ураженістю вовчком; конюшина та інші бобові – через накопичення спільних хвороб та нематод. Повторний висів на одному полі – не раніше ніж через 5–6 років.

Після люцерни найкраще розміщувати: озиму пшеницю (прибавка врожаю 7–12 ц/га порівняно зі стерньовим попередником), озимий ячмінь, кукурудзу, цукровий буряк, соняшник. Люцерна залишає в ґрунті 150–300 кг/га азоту, поліпшує структуру орного шару завдяки стрижневій кореневій системі, збагачує ґрунт органічною речовиною.

Люцерна як бобова культура фіксує атмосферний азот, тому азотні добрива в основне удобрення не вносять або вносять лише «стартову» дозу N_{25-50} на бідних ґрунтах. Під оранку вносять фосфорно-калійні добрива в підвищеній нормі, що будуть працювати на покривну культуру та перші роки люцерни:

- фосфорні добрива (суперфосфат простий або подвійний): P_{90-120} кг/га д.р.; при низькому забезпеченні ґрунту – до P_{150} кг/га;
- калійні добрива (калій хлористий 60%): K_{90-120} кг/га д.р.;

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

– органічні добрива (перегній або компост): 20–30 т/га – ефективні під покривну культуру за 1–2 роки до закладки люцерни;

– на кислих ґрунтах ($\text{pH} < 6,0$): вапнування вапном–меленим або дефекатом з нормою 2–6 т/га під попередню культуру.

У рядки при сівбі вносять гранульований суперфосфат P_{10} кг/га д.р. для стимуляції розвитку кореневої системи в початковий період. Допускається використання нітрофоски або нітроамофоски ($\text{N}_5\text{P}_{10}\text{K}_5$).

Щорічно навесні після відновлення вегетації або восени після останнього укосу вносять:

– фосфорні добрива: P_{30-60} кг/га д.р.;

– калійні добрива: K_{30-60} кг/га д.р.;

– азотні добрива: не рекомендуються (пригнічують бульбочкові бактерії); виняток – слаборозвинутий травостій 1–го року (N_{30-45} кг/га);

– мікроелементи: Мо (молібдат амонію 0,3–0,5 кг/га), Бор (бура 1–1,5 кг/га), Мп – за результатами агрохімічного аналізу.

Проводиться восени (серпень–жовтень) після попередника. Мета – знищення бур'янів, вирівнювання ґрунту, загортання добрив та рослинних решток, нагромадження вологи.

Луцення стерні – перший захід після збирання попередника. Дисковими луцильниками (ЛДГ–5, ЛДГ–10, БД–3) на глибину 6–8 см впоперек або по діагоналі до напрямку збирання – для підрізання підземних органів бур'янів і провокації їх проростання.

Зяблева оранка – через 15–20 діб після луцення, коли бур'яни проросли. Глибина оранки для Степу 25–30 см (поглиблена до 30–32 см на ущільнених ґрунтах). Напрямок – впоперек попереднього обробітку.

Мета – вирівнювання поверхні поля, ущільнення та розпушення верхнього шару, знищення проростків бур'янів. Особливо важливий для люцерни, оскільки її насіння дуже дрібне і вимагає рівного, добре підготовленого ложа.

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Якість насіннєвого матеріалу є критичним чинником успіху. Схожість насіння люцерни I класу – $\geq 80\%$, II класу – $\geq 70\%$; чистота – не нижче 97%. Насіння готують за 10–15 діб до сівби.

Основні операції підготовки насіння:

1) скарифікація – механічне ушкодження твердої оболонки насіння для підвищення схожості. Проводять на скарифікаторах СКС–1, СКС–3 або клеверотерках КТТ–0,5. Налаштування: зазор між бичем і декою 1,0–1,5 мм. Норма схожості після скарифікації має зрости на 15–20%;

2) інокуляція (ризобіалізація) – обробка насіння суспензією бульбочкових бактерій (ризоторфін для люцерни, штам 425а). Норма бактеріального препарату: 200 г/ц насіння. Операцію проводять безпосередньо перед сівбою в тіні, за температури $< 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, з обов'язковим просушуванням у тіні 20–30 хв;

3) протруювання – обробка фунгіцидними протруйниками для захисту від корневих гнилей і фузаріозу. Проводиться за 10–15 діб до сівби (до інокуляції, яка завжди проводиться останньою);

4) молібденізація – обробка молібдатом амонію 50 г/ц насіння у розчині (300–400 мл/ц). Підвищує ефективність азотфіксації на 20–30%.

Строки сівби люцерни:

– рання весна (безпокровний спосіб): при прогріванні ґрунту на глибині 5 см до $+5...+7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (кінець березня – початок квітня). Перевага: краща перезимівля, вищий урожай 2–го та 3–го років;

– підпокровний спосіб: одночасно із покривною культурою (ярий ячмінь, яра пшениця, суданська трава). Покривна культура захищає слаборозвинені рослини від виляжки та іссушення ґрунту;

– літньо–літні строки (друга декада серпня): після збирання попередника. Виправдані при достатній вологості ґрунту.

Способи сівби:

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

– суцільний рядовий (міжряддя 15 см) – для заготівлі сіна та зеленої маси; норма висіву 14–18 кг/га (6–8 млн схожих насінин/га);

– широкорядний (міжряддя 45–70 см) – для вирощування насіння; норма висіву 1–4 кг/га (2–4 млн насінин/га);

– підпокровний (аналогічно покровній культурі) – норма висіву збільшується до 16–20 кг/га (10 млн насінин/га).

Глибина загортання насіння: 1–2 см на важких ґрунтах; 2–3 см на легких ґрунтах. При пересушеному ґрунті – до 3–4 см.

У рік сівби люцерна росте повільно і дуже страждає від бур'янів. Основні заходи:

1) боронування до сходів (через 3–5 діб після сівби) – знищення кірки та ниткоподібних сходів бур'янів. Агрегат: МТЗ–82+БЗСС–1,0 (середні зуби). Швидкість 5–6 км/год, впоперек рядків; глибина 1–2 см;

2) боронування по сходах (фаза 1–2 листків) – для широкорядних посівів. Швидкість 4–5 км/год. Не проводять по підпокровних посівах;

3) міжрядні обробітки (широкорядні посіви) – культивування міжрядь. Глибина першої культивування 4–6 см, другої – 5–8 см;

4) хімічний захист від бур'янів – гербіциди до; по сходах у фазі 2–3 листків;

5) прикочування після посушливої погоди – кільчастими котками для відновлення контакту насіння з ґрунтом.

Навесні після відновлення вегетації:

1) ранньовесняне боронування – знищення відмерлих пагонів, аерація кореневої шийки. Виконують при підсиханні ґрунту (не допускати злами стеблових зачатків);

2) підживлення фосфорно–калійними добривами ($P_{30-60}K_{30-60}$ кг/га д.р.);

3) захист від шкідників: фітономуса – Каліпсо 480 SC; лучного метелика, попелиць – Нурел–Д. Строк обробки: кожен укіс при виявленні граничної чисельності шкідників;

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

4) захист від хвороб – при бурій плямистості, антракнозі: фундазол 0,5 кг/га; Байлетон 0,6 кг/га; за наявності фузаріозу – ранній укіс.

Оптимальна фаза збирання для отримання корму найвищої якості – початок бутонізації (для сіна і сінажу) або початок цвітіння (10–15% квіток) – для силосу і зеленої маси. Запізнення зі збиранням знижує вміст протеїну і підвищує вміст клітковини.

Кількість укосів у Степу – 2–3 за сезон; при зрошенні – до 5–6 укосів. Останній укіс – не пізніше ніж за 30–35 діб до настання стійких морозів (щоб рослини накопичили поживні речовини для перезимівлі).

Висота зрізу: перший укіс – 5–6 см від поверхні ґрунту (нижче не можна – пошкодження кореневої шийки); для наступних укосів – 5–7 см. Мінімальна висота зрізу 5 см є критичною – при нижчому зрізі зменшується відростання і скорочується строк використання травостою.

Підв'ялювання скошеної маси у прокосі до вологості 40–45%, потім ворошіння 1–2 рази, укладання у валки при вологості 35–40%, підбирання і пресування при вологості 17–20% (для тюків і рулонів). При вологості понад 22% пресування не допускається (самозігрівання).

Скошування → підв'ялювання до вологості 50–55% (12–18 год) → підбирання і подрібнення (1,5–4 см) → завантаження в траншею або загортання в плівку (сінаж у пакети). Тривалість закладки 3–4 дні.

2.2. Визначення шляхів вдосконалення технології вирощування люцерни

Традиційна технологія закладання люцернового травостою передбачає оранку на глибину 25–27 см з подальшими численними культиваціями, що призводить до значних витрат пального і часу. Альтернативою є система мінімального обробітку (mini-till), яка скорочує кількість проходів агрегатів у 2–3 рази.

Система мінімального обробітку при закладанні люцерни включає:

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

- поверхнєве дискування поживних залишків на глибину 8–10 см дисковими боронами типу БДМ або Carrier;
- глибоке чизелювання або підґрунтове розпушення на глибину 25–30 см раз на 3–4 роки для усунення плужної підшви без перевертання горизонтів;
- передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння (1,5–2,0 см) комбінованим агрегатом.

Економія пального при переході на систему мінімального обробітку – 20–30 л/га порівняно з класичною технологією оранки. Крім того, збереження стерні і мульчуючого шару знижує ерозійні ризики і підвищує вологозатримуючу здатність ґрунту.

Старі люцернові травостої (3–5 рік і більше) страждають від ущільнення верхнього горизонту і накопичення рослинних залишків, що знижують аерацію кореневої зони. Ранньовесняне щілювання на глибину 35–45 см щілерізами СЩН–2 або подібними знаряддями покращує водо– та повітропроникність ґрунту і стимулює відростання люцерни навесні.

Поєднання щілювання з підживленням фосфорно–калійними добривами у щілини дозволяє одночасно покращити фізичні властивості ґрунту і забезпечити живлення в оптимальній зоні розміщення кореневої системи.

Альтернативою традиційній технології прямого збирання кормозбиральним комбайном є дворядна схема з попереднім валкуванням. У такому разі алгоритм роботи виглядає так:

- скошування люцерни косаркою–плющилкою з укладанням у прокоси (1–й прохід);
- при досягненні вологості 60–65 % – підгортання двох прокосів у один спареним валкувачем для підвищення щільності маси і зменшення кількості проходів комбайна;

- підбирання та подрібнення підв'яленої маси кормозбиральним комбайном з підбирачем (3-й прохід);
- транспортування та закладання у сховище з трамбуванням.

Ця схема дозволяє підвищити продуктивність кормозбирального комбайна на 25–35 %, оскільки підв'ялена маса має меншу питому масу і менший опір різанню, а спарений валок забезпечує рівномірне завантаження комбайна.

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		15

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ

3.1. Умови роботи

Збирання люцерни на сінаж або зелений корм – технологічно відповідальна операція, ефективність якої суттєво залежить від зовнішніх умов, стану рослин та ґрунту. Якість кінцевого продукту – соковитого корму з мінімальними втратами поживних речовин – визначається передусім правильним вибором термінів початку роботи та дотриманням усіх вимог агротехніки.

Люцерна є багатовіковою бобовою культурою, яка формує значну надземну масу з підвищеним вмістом протеїну, мінеральних речовин і вітамінів. За умови урожайності 50 т/га зеленої маси потреба у злагодженій та оперативній роботі агрегату особливо висока, адже запізнення з початком збирання навіть на 3–5 діб призводить до зниження вмісту протеїну на 15–20% унаслідок загрубіння стебел і перестоювання рослин.

Оптимальні умови для проведення операції формуються за таких показників навколишнього середовища та стану культури:

- середньодобова температура повітря від +12 °С до +28 °С; нижчі температури сповільнюють ферментацію і підвищують ризик промерзання маси, вищі – прискорюють розкладання та погіршують збереженість;
- відносна вологість повітря не вище 75%; при підвищеній вологості значно зростають умови для розвитку плісневих грибів у закладеному сінажі;
- відсутність атмосферних опадів протягом не менше 6–8 годин до початку роботи і в її процесі – це критично важливо для збереження механічних властивостей зеленої маси та запобігання зайвому забрудненню корму;

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

- поверхня ґрунту повинна бути достатньо ущільненою, без розмоклих ділянок, щоб унеможливити буксування колісного трактора та перевантаження трансмісії;
- швидкість вітру не повинна перевищувати 6–8 м/с, щоб уникнути значних розкидів маси і нерівномірності подавання в камеру подрібнення;
- стан рослин: оптимальна фаза – бутонізація або початок цвітіння (не більше 10% квітів розкрилося), стебла ще пружні, листя соковите, висота травостою 60–90 см.

Відповідно до умов регіону, де здійснюється збирання, необхідно також враховувати мікрорельєф ділянки. Для тракторного агрегату МТЗ–80 та CASE IH Farmall JX90 граничний поздовжній ухил не має перевищувати 8°, поперечний – 5°. Перевищення зазначених значень призводить до зростання ризику перекидання агрегату, погіршення роботи гідросистеми подачі та зниження якості подрібнення маси.

Для визначення оптимального терміну початку збирання люцерни рекомендується проводити попереднє обстеження поля не менш як за 2–3 доби до планованого початку роботи. Під час обстеження оцінюють: фазу розвитку рослин, висоту травостою, наявність хвороб та шкідників, рівномірність стояння і можливі перешкоди на полі (каміння, нори тварин, затоплені ділянки).

При збиранні на сінаж вологість зеленої маси на момент закладання у сховище повинна становити 55–70%. Надмірна вологість (понад 75%) призводить до витікання соку та значних втрат поживних речовин, а також до бродіння масляної кислоти. Недостатня вологість (менше 50%) погіршує ущільнення маси і підвищує ризик розвитку аеробних мікроорганізмів. При збиранні на зелений корм жорстких вимог до вологості немає, однак бажано уникати надто вологої маси з метою зменшення забруднення корму ґрунтом.

3.2. Агротехнічні вимоги

Агротехнічні вимоги до збирання люцерни на сінаж та зелений корм регламентують основні параметри технологічного процесу, дотримання яких забезпечує отримання корму нормативної якості з мінімальними механічними та біологічними втратами. Усі вимоги базуються на державних стандартах та галузевих нормативних документах.

Висота зрізання маси є одним із ключових агротехнічних показників. При першому укосі мінімально допустима висота зрізу становить 6–8 см від поверхні ґрунту, при другому та наступних – 8–10 см. Занижений зріз підвищує забруднення корму ґрунтом, збільшує знос різального апарату та знижує здатність культури до відростання. Завищений зріз призводить до зростання механічних втрат і зниження збору поживної маси.

Основні агротехнічні вимоги до проведення операції збирання наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Агротехнічні вимоги до збирання люцерни на сінаж і зелений корм

Показник	Одиниця виміру	Допустиме значення
Висота зрізу (1-й укос)	см	6–8
Висота зрізу (2-й і наступні укоси)	см	8–10
Довжина різки (на сінаж)	мм	20–50
Довжина різки (зелений корм)	мм	50–100
Вологість маси при закладанні на сінаж	%	55–70
Рівномірність різки (часток потрібної довжини)	%	не менше 85
Втрати зеленої маси	%	не більше 3
Забрудненість корму ґрунтом	%	не більше 1
Робоча швидкість агрегату	км/год	6–10
Фаза збирання	–	бутонізація – початок цвітіння

Рівномірність подрібнення є важливим показником, що безпосередньо впливає на якість силосування. Часток довжиною менше 10 мм має бути не більше 15% від загальної маси, оскільки надмірно подрібнена маса ущільнюється нерівномірно і може сприяти небажаним процесам бродіння. Занадто довгі частки (понад 80 мм у частці більше 10%) ускладнюють трамбування та погіршують анаеробні умови закладення.

Втрати зеленої маси за жодних умов не повинні перевищувати 3% від зібраного врожаю. Збільшення втрат вище норми свідчить про несправність різального апарату, неправильне регулювання висоти зрізу або невідповідну швидкість руху агрегату. Контроль втрат здійснюється шляхом зважування маси на ділянці площею 1 м² до та після проходу агрегату.

Забруднення корму ґрунтом не повинне перевищувати 1% від загальної маси. При значеннях вище 1,5% корм втрачає кормову цінність та може спричинити захворювання тварин. Для мінімізації забруднення необхідно контролювати висоту зрізу та уникати роботи на перезволожених ділянках з рихлим ґрунтом.

Якість різки є специфічною вимогою залежно від призначення корму. Для сінажу рекомендована довжина різки 20–50 мм, що забезпечує оптимальне ущільнення при закладанні та сприяє правильному перебігу молочнокислого бродіння. Для зеленого корму довжина різки може бути більшою – 50–100 мм, оскільки така маса споживається тваринами безпосередньо без процесу консервування.

3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи

Правильне комплектування та ретельна підготовка агрегату до роботи є необхідною передумовою ефективного та безаварійного виконання технологічного процесу збирання люцерни. Підготовка агрегату включає

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

технічний огляд трактора, регулювання і підготовку кормозбирального комбайна, а також правильне агрегування машин між собою.

Трактор МТЗ–80 є колісним трактором класу 1,4 з потужністю двигуна 80 к.с. (58,8 кВт). Він широко застосовується в агропромисловому комплексі для агрегування з причіпними та навісними сільськогосподарськими машинами.

Трактор CASE IH Farmall 90 JX є сучасним колісним трактором провідного американського виробника з потужністю 90 к.с. (81 кВт). Він оснащений електронним керуванням, покращеною гідравлічною системою та системою моніторингу режимів роботи в режимі реального часу. Підвищена потужність дозволяє збільшити швидкість агрегату при збиранні та забезпечити стабільнішу роботу КПИ–2,4 на складних ділянках.

Підготовка агрегату до роботи виконується у визначеній послідовності, яка дозволяє уникнути пропуску важливих операцій технічного обслуговування. Для обох варіантів агрегату – базового та проектного – послідовність підготовки є аналогічною, відмінності полягають лише в специфічних регулюваннях відповідно до конструктивних особливостей трактора.

Підготовка трактора:

1. перевірити рівень оливи в двигуні, коробці передач, гідравлічній системі та мостах – при необхідності долити до норми;
2. перевірити рівень охолоджувальної рідини та рідини в акумуляторній батареї;
3. оглянути стан шин, підкачати до нормативного тиску (переднє колесо – 0,13–0,18 МПа, заднє – 0,10–0,14 МПа);
4. перевірити справність гальм, рульового управління, освітлення та сигналізації;
5. переконатися у відсутності витоків паливно–мастильних матеріалів;
6. перевірити натяг приводних пасів вентилятора та генератора;

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		20

7. налаштувати вертикальні тяги навісної системи на однакову довжину; центральна тяга налаштовується на забезпечення горизонтального положення КПІ–2,4.

Підготовка КПІ–2,4:

–провести зовнішній огляд: перевірити стан та надійність кріплення ножів різального барабана (ножі не повинні мати тріщин, зазор між ножами і підбивачем – 0,5–1,0 мм);

–перевірити стан і натяг усіх приводних ланцюгів та ременів;

–змастити всі точки мащення відповідно до схеми технічного обслуговування;

–встановити потрібну довжину різки: для сінажу встановити 2–3 ножі з 6 (довжина різки 40–50 мм), для зеленого корму – всі 6 ножів не задіяні або менша їх кількість залежно від конструкції;

–відрегулювати висоту зрізу копіювальними башмаками: для першого укосу – 6–8 см, для наступних – 8–10 см;

–перевірити натяг транспортувального конвеєра та стан завантажувального шнека;

–з'єднати карданний вал приводу з ВВП трактора, переконатися у правильності кута нахилу (не більше 15°) та наявності захисного кожуха.

Пробний запуск агрегату виконується на холостому ходу протягом 3–5 хвилин. Під час пробного запуску перевіряють: рівномірність обертання різального барабана, відсутність сторонніх шумів та вібрацій, правильність роботи транспортувального конвеєра, відсутність витоків оливи та паливно–мастильних матеріалів. За результатами пробного запуску усувають виявлені несправності до виїзду в поле.

Виконаємо розрахунки кормозбиральних агрегатів за базовою та проектною технологіями, до складу яких, крім кормозбирального комбайна КПІ–2,4, входять відповідно трактори МТЗ–80 та CASE IH Farmall 90 JX.

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Згідно з агротехнічними вимогами, при збиранні трав кормозбиральними комбайнами швидкість руху не повинна перевищувати $V_{max}=10$ км/год. Згідно з технічною характеристикою трактора МТЗ–80 приймаємо 4–ту передачу руху, для якої $V_T=8,9$ км/год. Для трактора CASE ІН Farmall 90 JX приймаємо максимально допустиме значення робочої швидкості при виконанні цієї операції, оскільки його трансмісія дозволяє рухатись з цією швидкістю, – $V_T=10,00$ км/год.

Для нормальної роботи агрегату необхідно забезпечити умову:

$$N_{np} < N_{BVP},$$

де N_{np} – потужність для приведення в дію механізмів машини, кВт;

N_{BVP} – потужність, що передається через ВВП при русі агрегату, кВт.

Робоча швидкість агрегату з урахуванням буксування:

$$V_p = V_T \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.1)$$

де δ – коефіцієнт буксування ведучих коліс, $\delta=12\%$

$$V_{p.баз} = 8,9 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 7,83 \text{ км/год};$$

$$V_{p.нр} = 10,0 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 8,8 \text{ км/год}.$$

Секундна подача маси в кормозбиральний комбайн:

$$q = \frac{B_p \cdot V_p \cdot U}{36}, \quad (3.2)$$

де B_p – робоча ширина захвату КПП–2,4, $B_p=2,4$ м;

U – урожайність зеленої маси, $U=5,0$ кг/м²

$$q_{баз} = \frac{2,4 \cdot 7,83 \cdot 5,0}{36} = 2,61 \text{ кг/с};$$

$$q_{нр} = \frac{2,4 \cdot 8,8 \cdot 5,0}{36} = 2,93 \text{ кг/с}.$$

Потужність для приведення в дію механізмів КПП–2,4:

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		22

$$N_{np} = n_n \cdot q, \quad (3.3)$$

де N_n – питома потужність для приведення в дію робочих органів КПІ–2,4, $N_n=3,0$ кВт·с/кг

$$N_{p.баз} = 3,5 \cdot 2,61 = 9,14 \text{ кВт};$$

$$N_{p.нр} = 3,5 \cdot 2,93 = 10,26 \text{ кВт.}$$

Опір на пересування трактора і сільськогосподарської машини:

$$R_{коч} = G \cdot (f + i), \quad (3.4)$$

де G – відповідно сила ваги трактора або машини, Н;

f – коефіцієнт опору коченню, $f=0,10$;

i – величина підйому місцевості, $i=0,03$

$$R_{коч.тр.баз} = 33,4 \cdot (0,10 + 0,03) = 4,34 \text{ кН};$$

$$R_{коч.тр.нр} = 39,24 \cdot (0,10 + 0,03) = 5,10 \text{ кН.}$$

Для КПІ–2,4:

$$R_{коч.тр.баз} = 16,51 \cdot (0,10 + 0,03) = 2,51 \text{ кН.}$$

Потужність, що передається через ВВП трактора при русі агрегату:

$$N_{ВВП} = N_e \cdot \eta_{ВВП} \cdot \eta_{тр} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) - \frac{(R_{коч.тр} + R_{коч.м}) \cdot V_p}{3,6}, \quad (3.5)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна, кВт;

$\eta_{ВВП}$ – ККД трансмісії ВВП, $\eta_{ВВП}=0,95$;

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії трактора, $\eta_{тр}=0,92$

$$N_{ВВПбаз} = 58,9 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) - \frac{(4,34 + 2,15) \cdot 7,83}{3,6} = 31,19 \text{ кВт.}$$

$$N_{ВВПнр} = 66,2 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) - \frac{(5,10 + 2,15) \cdot 8,8}{3,6} = 33,19 \text{ кВт.}$$

Умова нормальної роботи агрегату $N_{np} < N_{ВВП}$ задовольняється, оскільки:

$$9,14 \text{ кВт} < 31,19 \text{ кВт (МТЗ–80+КПІ–2,4)};$$

$$10,26 \text{ кВт} < 33,19 \text{ кВт (CASE IH Farmall 90 JX+КПІ–2,4)}.$$

Отже, скомплектовані агрегати будуть працювати нормально.

Змінна продуктивність агрегату:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (3.6)$$

T_p – чистий робочий час

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.7)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, приймаємо $T_{зм}=8,0$ год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau=0,619$ при довжині гонів 880 м.

Отже:

$$T_p = 8 \cdot 0,619 = 4,952 \text{ год.}$$

Таким чином

$$W_{зм}^{\bar{o}} = 0,1 \cdot 2,4 \cdot 7,83 \cdot 4,952 = 9,31 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^{np} = 0,1 \cdot 2,4 \cdot 8,8 \cdot 4,952 = 10,46 \text{ га/зм.}$$

Витрати палива на 1 га площі:

$$Q_{за} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (3.8)$$

де $Q_{зм}$ – витрата палива за зміну, кг/зм

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_z \cdot t_z, \quad (3.9)$$

де Q_p , Q_x , Q_z – відповідно годинні витрати палива при збиранні, холостому русі, на зупинках; для трактора МТЗ–80 $Q_p^{\bar{o}}=15,8$ кг/год; $Q_x^{\bar{o}}=9,3$ кг/год; $Q_z^{\bar{o}}=2,6$ кг/год; для трактора CASE IH Farmall 90 JX $Q_p=12,3$ кг/год; $Q_x=4,7$ кг/год; $Q_z=0,86$ кг/год;

T_p , t_x , t_z – відповідно час робочих і холостих рухів, час зупинок

$$t_x = t_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2}. \quad (3.10)$$

Отже,

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$t_x = t_3 = \frac{8 - 4,952}{2} = 1,524 \text{ год.}$$

Таким чином

$$Q_{3м}^{\phi} = 15,8 \cdot 4,952 + 9,3 \cdot 1,524 + 2,6 \cdot 1,524 = 96,38 \text{ кг/зм};$$

$$Q_{3м}^{np} = 12,3 \cdot 4,952 + 4,7 \cdot 1,524 + 0,86 \cdot 1,524 = 69,38 \text{ кг/зм.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу 3.9 і проводимо розрахунок:

$$Q_{2а}^{\phi} = \frac{96,38}{9,31} = 10,35 \text{ кг/год}; \quad Q_{2а}^{np} = \frac{69,38}{10,46} = 6,63 \text{ кг/год.}$$

З приведених розрахунків видно, що агрегат в складі трактора CASE ІН Farmall 90 JX і косарки КПИ–2,4 має більшу продуктивність і менші витрати палива в порівнянні з трактором МТЗ–80 та косарки КПИ–2,4.

3.2. Підготовка поля до роботи

Для агрегата обираємо загінковий способу руху всклад. На краях загінок залишаємо смуги для його розвороту.

Обраний спосіб руху характерний першим петльовим поворотом, всі інші – безпетльові. Знаходимо приблизне значення ширини поворотної смуги:

– при безпетльовому повороті

$$E \approx 1,5R_{\min} + L_a, \quad (3.11)$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, $R_{\min} = 5,3$ м;

де L_a – кінематична довжина агрегат;

$$L_a = L_{mp} + L_m, \quad (3.12)$$

де L_{mp} – кінематична довжина трактора, $L_{mp} = 0,83$ м;

L_m – кінематична довжина машини, $L_m = 5,5$ м

$$L_a = 0,83 + 5,5 = 6,33 \text{ м};$$

$$E = 1,5 \cdot 5,3 + 6,33 = 14,28 \text{ м.}$$

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підп.	Дата		

$$K = \frac{25,6}{2,4} = 10,67.$$

Приймаємо $K=11$.

Отже,

$$E_{\text{нетл}} = 11 \cdot 2,4 = 26,4 \text{ м.}$$

Довжина виїзду агрегату:

$$e = 0,6 \cdot L_a, \quad (3.15)$$

$$e = 0,6 \cdot 6,33 = 3,80 \text{ м.}$$

Значення оптимальної ширини загінки:

$$C_{\text{онм}} = \sqrt{L \cdot B_p + 16 \cdot R_{\text{мін}}^2}, \quad (3.16)$$

де L – довжина загінки, $L=880$ м

$$C_{\text{онм}} = \sqrt{2 \cdot (880 \cdot 2,4 + 16 \cdot 5,3^2)} = 71,57 \text{ м.}$$

Узгодження ширини загінки з робочою шириною машини

$$n = \frac{C_{\text{онм}}}{B_p} = \frac{71,57}{2,4} = 29,82.$$

Приймаємо $n=30$. Тоді

$$C = n \cdot B_p = 30 \cdot 2,4 = 72 \text{ м.}$$

Кількість заїнок

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \quad (3.17)$$

де F – площа поля, $F=167,8$ га;

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 83,9}{880 \cdot 72} = 13,24 \text{ шт.}$$

Таким чином на полі буде дванадцять заїнок шириною $C_{1-12} = 72$ м і одна загінка шириною $C_{13} = C_{1-12} \cdot 1,24 = 89,28$ м.

Значення коефіцієнту робочих ходів

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		27

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (3.18)$$

де L_p, L_x – робоча довжина загінки і холостого ходу

$$L_p = L - 2 \cdot E; \quad (3.19)$$

$$L_p = 880 - 2 \cdot 26,4 = 827,2 \text{ м};$$

$$L_x = 4,5R + 4 \cdot L_a, \quad (3.20)$$

$$L_x = 4,5 \cdot 5,3 + 4 \cdot 6,33 = 49,17 \text{ м}.$$

Отже

$$K_p = \frac{827,2}{827,2 + 49,17} = 0,94.$$

Коефіцієнт вказує на високе використання робочого часу оскільки близький до одиниці.

Тривалість одного циклу:

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot v_a} + 2 \cdot t_n, \quad (3.21)$$

де t_n – час повороту в кінці загінки, $t_n = 1,54$ хв

$$T_u = \frac{12 \cdot 827,2}{10^2 \cdot 8,8} + 2 \cdot 1,54 = 14,36 \text{ хв} \approx 0,239 \text{ год}.$$

Технічна продуктивність за цикл

$$W_u = 0,1 \cdot B_p \cdot v_a \cdot T_u \cdot \tau, \quad (3.22)$$

$$W_u = 0,1 \cdot 2,4 \cdot 8,8 \cdot 0,239 \cdot 0,619 = 0,31 \text{ га/цикл}.$$

Кількість циклів за зміну

$$n_u = \frac{W_{зм}}{W_u}, \quad (3.23)$$

$$n_u = \frac{10,46}{0,31} = 33,74 \text{ цикл/зм}.$$

Витрати палива за цикл

$$Q_u = Q_{за} \cdot W_u, \quad (3.24)$$

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$Q_{\text{цикл}} = 6,63 \cdot 0,31 = 2,06 \text{ кг/цикл.}$$

Під час роботи механізатор зобов'язаний постійно контролювати наступні параметри:

- рівномірність подачі маси до різального барабана – за звуком двигуна і відсутністю різких провалів оборотів ВВП;
- відсутність намотування рослин на карданний вал та ланцюгові передачі;
- рівномірність укладання маси в кузов транспортного засобу – при необхідності коригувати напрямок потоку поворотом відкидача;
- стан під'їзних шляхів і своєчасну зміну заповнених транспортних засобів;
- відсутність перешкод по напрямку руху, особливо на поворотних смугах.

При наближенні до позначених небезпечних місць швидкість агрегату знижується до 2–3 км/год і проводиться ретельний огляд небезпечної зони. Якщо перешкоду не можна об'їхати, роботу зупиняють і усувають небезпеку вручну.

Виявлені під час роботи несправності усуваються лише після зупинки двигуна і фіксації агрегату на гальмах. Будь-яке очищення, регулювання чи ремонт при працюючому двигуні або обертових робочих органах категорично забороняється.

Заправка паливом виконується на краю поля з дотриманням правил пожежної безпеки: вимкнути двигун, уникати розпилення палива на гарячі поверхні, не допускати паління в радіусі 10 м від місця заправки.

3.4. Контроль якості роботи

Контроль якості виконання операції збирання люцерни на сінаж та зелений корм є невід'ємною частиною технологічного процесу. Він

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		29

здійснюється на трьох рівнях: самоконтроль механізатора під час роботи, поточний контроль агрономом або бригадиром та підсумковий контроль за зміну. Виявлення відхилень від нормативних показників і своєчасне усунення їх причин забезпечує стабільну якість кінцевого продукту.

Висота зрізу визначається не рідше одного разу на годину, а також після кожного регулювання або заміни копіювальних башмаків. Для вимірювання у 5–10 рівномірно розподілених точках прокошу вимірюють висоту стерні за допомогою мірної лінійки. Середнє значення обчислюють як середнє арифметичне з усіх вимірів. Допустиме відхилення від заданої висоти зрізу – не більше ± 1 см.

Довжина різки контролюється шляхом відбору проби маси масою 0,5 кг з кузова транспортного засобу відразу після завантаження. Проба розкладається і вручну або за допомогою шаблону сортується на три фракції: менше 20 мм, 20–50 мм та більше 50 мм (при збиранні на сінаж). Масова частка кожної фракції у відсотках від загальної маси проби є основним показником якості подрібнення. Результати заносяться до журналу контролю якості.

Забруднення корму ґрунтом визначається лабораторним методом – шляхом спалювання відібраної проби і визначення зольності. В польових умовах допускається органолептична оцінка: при огляді проби маси ознаки значного забруднення ґрунтом або рослинним брудом видимі неозброєним оком. Порівняння відібраних проб з еталонними зразками дозволяє орієнтовно оцінити рівень забруднення.

Механічні втрати маси визначаються шляхом збирання і зважування частин рослин, що залишилися на скошеній ділянці у межах 1 м² у трьох різних місцях.

Своєчасне виявлення причин відхилень від нормативних показників якості дозволяє оперативно вносити коригування без зупинки роботи або зі зупинкою мінімальної тривалості.

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		30

Таблиця 3.2

Відхилення від нормативних показників якості та способи їх усунення

Відхилення	Ймовірна причина	Спосіб усунення
Висота зрізу завищена	Зношення башмаків або неправильне регулювання	Відрегулювати або замінити копіювальні башмаки
Висота зрізу занижена	Вигин рами, нерівна поверхня поля	Перевірити раму, додатково вирівняти ділянку
Нерівномірна різка (багато довгих частин)	Затуплення або поломка ножів барабана	Заточити або замінити ножі; зменшити зазор між ножем і підбивачем
Намотування маси на вали	Надмірна вологість; підвищена засміченість бур'янами	Знизити швидкість руху; провести профілактичне очищення
Підвищена забрудненість ґрунтом	Занадто низький зріз або перезволожений ґрунт	Підняти висоту зрізу; уникати перезволожених ділянок
Підвищені механічні втрати	Нерівномірний хід, висока швидкість, вигин ножів	Знизити швидкість; перевірити і відрегулювати ножі
Недостатня продуктивність	Занадто низька швидкість; часті зупинки на завантаження	Збільшити швидкість у допустимих межах; додати транспортні засоби

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Стан питання про машину, що модернізується

Комбайн кормозбиральний причіпний КПІ–2,4 проводить скошування зелених і підбір з валків підв'ялених сіяних і природних трав, скошування кукурудзи та інших культур, що силосуються, з одночасним подрібненням і завантаженням в транспортні засоби подрібненої маси, що використовується для безпосереднього згодовування худобі або приготування сінажу, гранульованих і брикетованих кормів, трав'яної муки та силосу.

Комбайн виготовляється в кліматичних виконаннях У і Т категорії розміщення при експлуатації І по ГОСТ 15150–69 і може бути використаний у всіх ґрунтово–кліматичних зонах окрім гірських.

Комбайн агрегатується з тракторами МТЗ–80, МТЗ–82 і іншими тракторами класу 14–20 кН з частотою обертання валу відбору потужності $16,667 \text{ c}^{-1}$.

Комбайн кормозбиральний причіпний (рис. 2.1) включає причіпний подрібнювач, підбирач, жатку для прибирання трав і жатку для прибирання культур, що силосуються.

Підбирачем проводять підбір заздалегідь скошених і підв'ялених трав з валків висотою до 0,6 м, шириною до 1,8 м, масою не більше 6 кг на метр довжини.

Жаткою для прибирання трав скошують тонкостеблові культури висотою до 1,5 м, а жаткою для прибирання культур, що силосуються, – кукурудзу, соняшник і інші високостеблові культури.

При підборі валків підбираючий механізм подає масу безпосередньо, а при скошуванні жатками – за допомогою мотовила до шнеків.

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

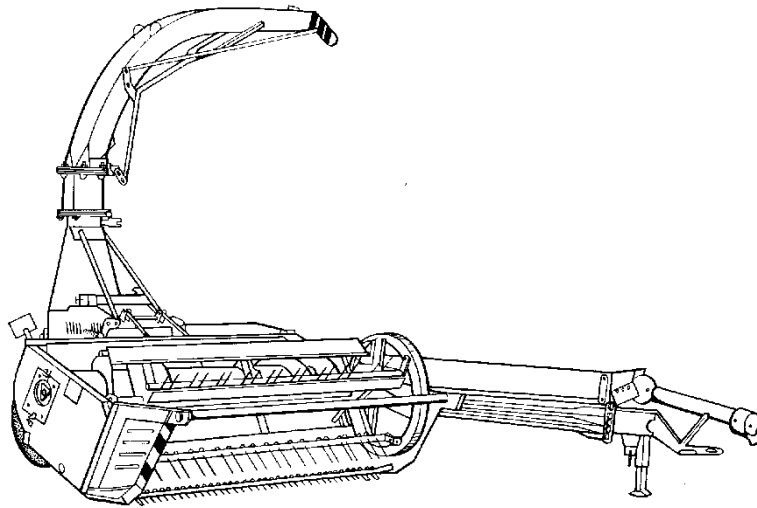


Рис. 4.1. Комбайн кормозбиральний причіпний КПІ–2,4 з жаткою для збирання трав

Шнеки підбирача і жаток звужують і направляють потік рослин в камеру живлячого апарату, де передні вальці захоплюють його і подають на підпресування між верхніми і нижніми вальцями.

Подрібнюючий барабан подрібнює масу і подає по силосопроводу в транспортний засіб. Поворотом козирка змінюють напрям руху подрібненої маси для рівномірного заповнення транспортних засобів.

Ступінь подрібнення регулюють зміною швидкості подачі маси в подрібнюючий апарат живлячими вальцями і зміною кількості ножів на подрібнюючому барабані.

Висоту зрізу рослин встановлюють зміною положення полозів, що копіюють рельєф поля.

Залежно від культури, що збирається і висоти рослин регулюють положення мотовила жатки для прибирання культур, що силосуються.

Для забезпечення безпеки руху по дорогах загального користування на комбайн встановлені світловідбивачі.

4.2. Технологічні розрахунки

4.2.1. Розрахунок різального апарата

Зріз рослин різальним апаратом відбувається за принципом ножиць, ріжучу пару при цьому утворює сегмент і вкладиш.

Якість зрізу залежить від багатьох чинників: розстановки пальців, гостроти леза, кутів нахилу лез сегменту і пальця до лінії руху, щільність прилягання сегменту до опорної площини пальця, швидкості ножа.

Досліди показують, що технологічна швидкість V_T , тобто швидкість, що забезпечує чистий зріз рослин з мінімальним опором, при зрізу трав не перевищує $1,0 \div 1,2$ м/с.

В даній трав'яній жатці застосований різальний апарат нормального різання, у якого

$$S = t = t_0, \quad (4.1)$$

де S – хід ножа від одного крайнього положення до іншого;

t – крок різальної частини, рівний відстані між осьовими лініями сусідніх сегментів;

t_0 – крок протирізальної частини, яка рівна відстані між осьовими лініями сусідніх пальців.

Щоб здійснити якісний зріз рослин ножем, потрібно щоб $V > V_T$, де V – швидкість ножа.

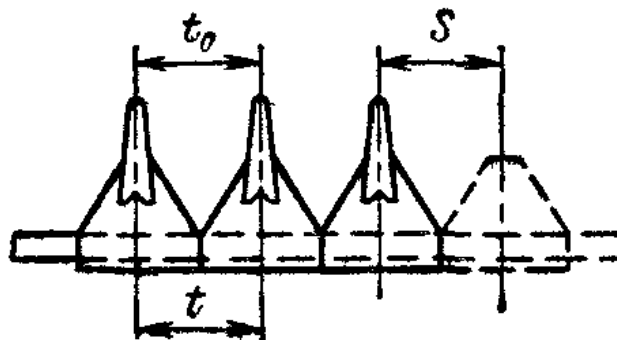


Рис. 4.2. Різальний апарат нормального різання

Швидкість ножа величина змінна, що змінюється від нуля до максимального його значення рівного $r\omega$.

Залежно від переміщення ножа x його швидкість визначаємо за виразом

$$V = r\omega \sqrt{\frac{x}{r} \left(2 - \frac{x}{r} \right)}. \quad (4.2)$$

Графічно цю швидкість визначаємо методом, представленим на рис. 3.2.

Оскільки в основному стебла перерізуються сегментом біля крайка пальця, то графічно можна визначити швидкість, при якій відбуватиметься зріз стебел.

Визначаємо подачу на різальний апарат. Для збиральних машин встановлено практикою співвідношення $l/h_0=1,5$.

Оскільки розміри сегментів протирізальних пластин стандартизовані, таким чином згідно ГОСТ приймаємо

t	α	h_0	m	h
76	29	55	16	80

Якщо врахувати, що $h_0=55$ мм – висота робочої частини леза сегменту, то подача l визначається

$$l = 1,5 \cdot h_0 = 1,5 \cdot 55 = 82,5 \text{ мм.}$$

Приймаючи сегмент з верхньою насічкою, значення критичного кута затискання при насічених лезах $\varphi \leq 30^\circ$, кут пластини пальця $\alpha_1=1,5^\circ$, тоді кут різання сегменту

$$\alpha = \varphi - \alpha_1 = 30^\circ - 1,5^\circ = 28,5^\circ.$$

Частоту обертання кривошипа визначаємо за формулою

$$n = \frac{30 \cdot V_m}{2 \cdot l}, \quad (4.3)$$

$$n = \frac{30 \cdot 2,2}{2 \cdot 0,0825} = 375 \text{ об/хв.}$$

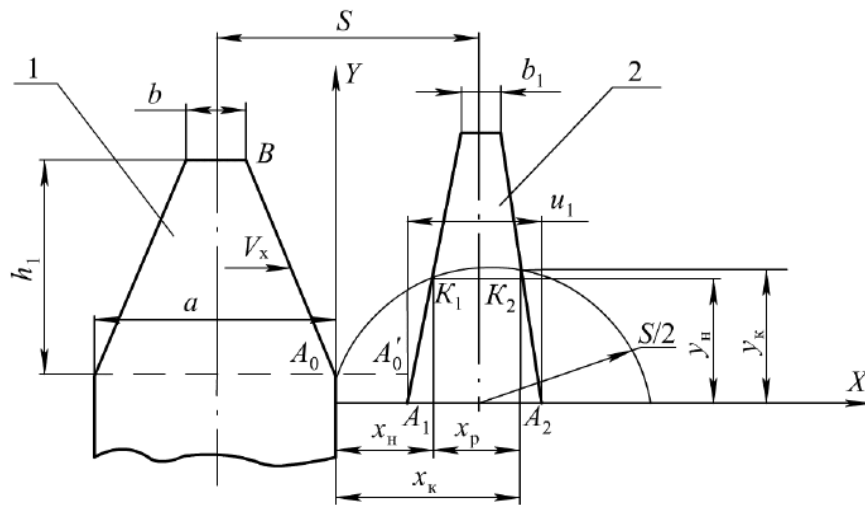


Рис. 4.3. Визначення робочих швидкостей різання

1 – сегмент; 2 – палець

Оскільки в основному стебла перерізуються сегментом у крайка пальця, то графічно можна визначити швидкість, при якій відбуватиметься зріз стебел.

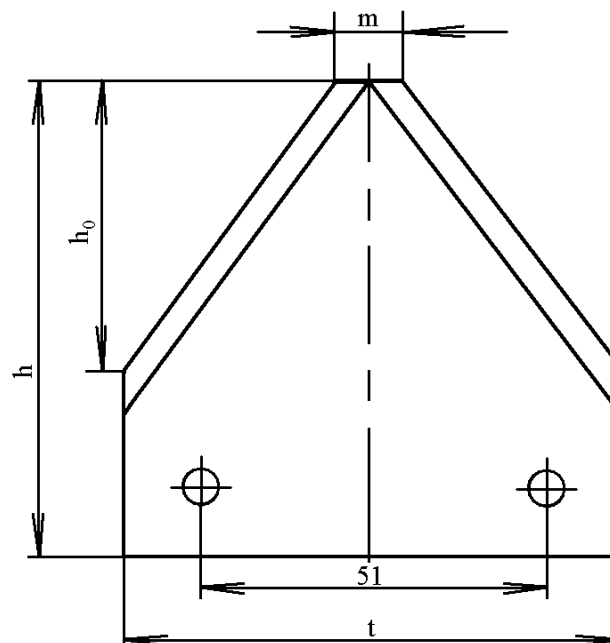


Рис. 4.4. Основні розміри сегменту

На рис. 4.4 A_0B_0 – ріжучий крайок сегменту

A_0B_2 – опорний крайок вкладиша

AA_0 – виключається з роботи, оскільки вона перекривається відростком пальців, що є на різальному апараті.

Початок різання визначаємо розташуванням кромки A_0B_0 по лінії A_1B_1 . Швидкість ножа при цьому в масштабі $\omega=1$ буде визначатися відрізком $Y_n=A_1C$. При подальшому русі сегменту вправо різальний крайок його A_0B_0 стикається з крайком A_0B_2 вкладиша, затискатиме стебла рослин і перерізуватиме. Кінець різання рослин, що потрапили в дану ріжучу пару визначається таким переміщенням X_k , при якому верхня точка B_0 різального крайка торкнеться опорного крайка пальця, тобто опиниться в т. B_2 .

Швидкість кінця різання в масштабі $\omega=1$ визначається відрізком $Y_k=A_2C_2$.

При відомому значенні ω можна знайти істинне значення швидкості на початку і кінці різання

$$V_n = Y_n \omega, \quad (4.4)$$

$$V_k = Y_k \omega. \quad (4.5)$$

Кутова швидкість кривошипа

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 375}{30} = 39,3 \text{ с}^{-1}.$$

З графіка визначаємо ординати початку і кінця різання

$$Y_n = 36 \text{ мм}; Y_k = 34 \text{ мм};$$

$$V_n = 0,036 \cdot 39,3 = 1,4 \text{ м/с};$$

$$V_k = 0,034 \cdot 39,3 = 1,34 \text{ м/с}.$$

Найменша швидкість різання буде в кінці процесу різання $V_k = 1,34 \text{ м/с}$.

Для отримання якісного зрізу необхідно мати, щоб

$$V_k < V_n; \quad 1,34 < 1,4;$$

$$V_t \leq V_k; \quad 1,2 < 1,34,$$

або

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\omega \geq \frac{V_T}{Y_K}; \quad 39,3 \geq \frac{1,2}{0,034};$$

$$39,3 > 35,3 \text{ с}^{-1}.$$

Умова якісного зрізу забезпечується.

4.2.2. Визначення навантаження на лезо

Навантаження на лезо залежить від скошуваної площі f і від кількості стебел γ , що доводяться на 1 см довжини леза.

Всі стебла на площі подачі зрізаються лезом за 1 хід ножа.

Для апарата нормального різання

$$F = Sh, \quad (4.6)$$

$$F = 2rh, \quad (4.7)$$

$$F = 2 \cdot 3,8 \cdot 18 = 136,8 \text{ мм}^2.$$

Оскільки, довжина різання

$$l = \frac{h'}{\cos \alpha} = \frac{9}{\cos 29} = 10,3 \text{ мм},$$

то

$$\gamma = \frac{F}{L} = \frac{136,8}{10} = 13,68 \text{ мм}^2.$$

Якщо позначити через k число стебел на 1 м², то на площі F число стебел буде

$$N = kSh \cdot 10^{-4}, \quad (4.8)$$

$$N = 800 \cdot 7,6 \cdot 18 \cdot 10^{-4} \approx 11 \text{ шт.}$$

$$k = 800 \text{ штук на 1 м}^2.$$

А на одиницю довжини леза

$$\gamma = \frac{N}{L} = k \frac{Sh \cos \alpha}{h'} \cdot 10^{-4}, \quad (4.9)$$

$$\gamma = 800 \cdot \frac{7,6 \cdot 18 \cos 29}{9} \cdot 10^{-4} \approx 1 \text{ шт.}$$

4.3. Кінематичний розрахунок

4.3.1. Визначення кінематичних параметрів приводу ножа

Кінематичними показниками ходу ножа залежно від кута повороту кривошипа є переміщення X , швидкість V , прискорення a .

При переміщенні ходу ножа $S=76$ мм і довжині коромисла $L=170$ мм знаходимо кут повороту коромисла

$$\varphi = \arcsin \frac{S}{L} = \arcsin \frac{76}{170};$$
$$\varphi = 26^{\circ}5'.$$

Знаючи кут повороту коромисла, знаходимо переміщення коромисла в точці з'єднання кулачка і коромисла

$$x = b \sin \varphi, \quad (4.10)$$

де b – довжина коромисла від точки закріплення до точки зіткнення коромисла і кулачка, $b=70$ мм

$$x = 70 \cdot \sin 26,5 = 31,4 \text{ мм.}$$

Звідси знаходимо параметри кулачка.

Задаючись мінімальним радіусом $r_{\min}=20$, можна знайти $r_{\max}$

$$r_{\max} = r_{\min} + x, \quad (4.11)$$

$$r_{\max} = 20 + 31,4 = 51,4 \text{ мм.}$$

Знаючи розміри кулачка і частоту обертання кулачка $\omega=39,3 \text{ с}^{-1}$ знаходимо мінімальну і максимальну швидкість і прискорення точок кулачка і коромисла

$$V_{\max} = \omega \cdot l_{O1A} = \omega \cdot r_{\max}, \quad (4.12)$$

$$V_{\max} = 39,3 \cdot 0,0514 = 2 \text{ м/с;}$$

$$V_{\min} = \omega \cdot l_{O1A'} = \omega \cdot r_{\min}, \quad (4.13)$$

$$V_{\min} = 39,3 \cdot 0,02 = 0,79 \text{ м/с;}$$

$$a_{\max} = \omega^2 \cdot l_{O_1A} = \omega^2 \cdot r_{\max}, \quad (4.14)$$

$$a_{\max} = 39,3^2 \cdot 0,0514 = 79,4 \text{ м/с}^2$$

$$a_{\min} = \omega^2 \cdot l_{O_1A'} = \omega^2 \cdot r_{\min}, \quad (4.15)$$

$$a_{\min} = 39,3^2 \cdot 0,02 = 30,9 \text{ м/с}^2.$$

Знаючи відстані O_1B і O_1B_1 з конструкції приводу можна визначити швидкість і прискорення в т. B .

$$V_B = \omega \cdot O_1B, \quad (4.16)$$

де O_1B – відстань від центру обертання кулачка до максимально видаленої точки коромисла в точці зіткнення, $O_1B=101$ см

$$V_B = 39,3 \cdot 0,101 = 3,97 \text{ м/с}$$

$$V_{B1} = \omega \cdot O_1B_1, \quad (4.17)$$

де O_1B_1 – відстань від центру обертання кулачка до максимально видаленої точки коромисла в точці зіткнення, $O_1B_1=69$ см

$$V_{B1} = 39,3 \cdot 0,069 = 2,7 \text{ м/с};$$

$$a_B = \omega^2 \cdot O_1B, \quad (4.18)$$

$$a_B = 39,3^2 \cdot 0,101 = 155,9 \text{ м/с}^2;$$

$$a_{B1} = \omega^2 \cdot O_1B_1, \quad (4.19)$$

$$a_{B1} = 39,3^2 \cdot 0,069 = 106,6 \text{ м/с}^2.$$

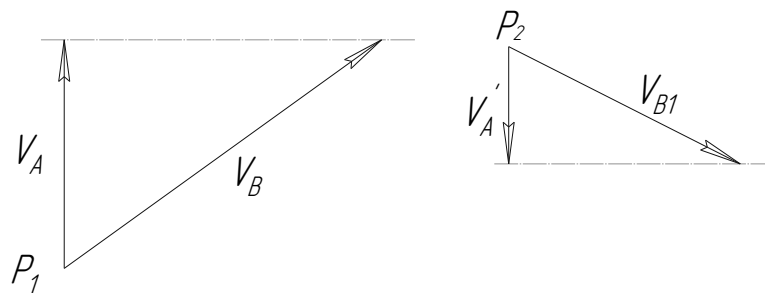


Рис. 4.5. Графічне зображення швидкостей т. A кулачкового механізму

Знаючи швидкість в т. A – V_A , можна графічно визначити V_B

$$\overline{V_B} = \overline{V_A} \cdot \overline{V_{BA}};$$

$$\perp O_2A \quad \perp O_1A \quad \perp BA.$$

Побудуємо швидкості для V_{max} і V_{min} .

В певному масштабі відкладаємо V_A .

4.4. Силовий аналіз

4.4.1. Визначення навантаження, що діє на ніж

Повну роботу різального апарата нормального різання з одинарним пробігом ножа визначаємо за формулою

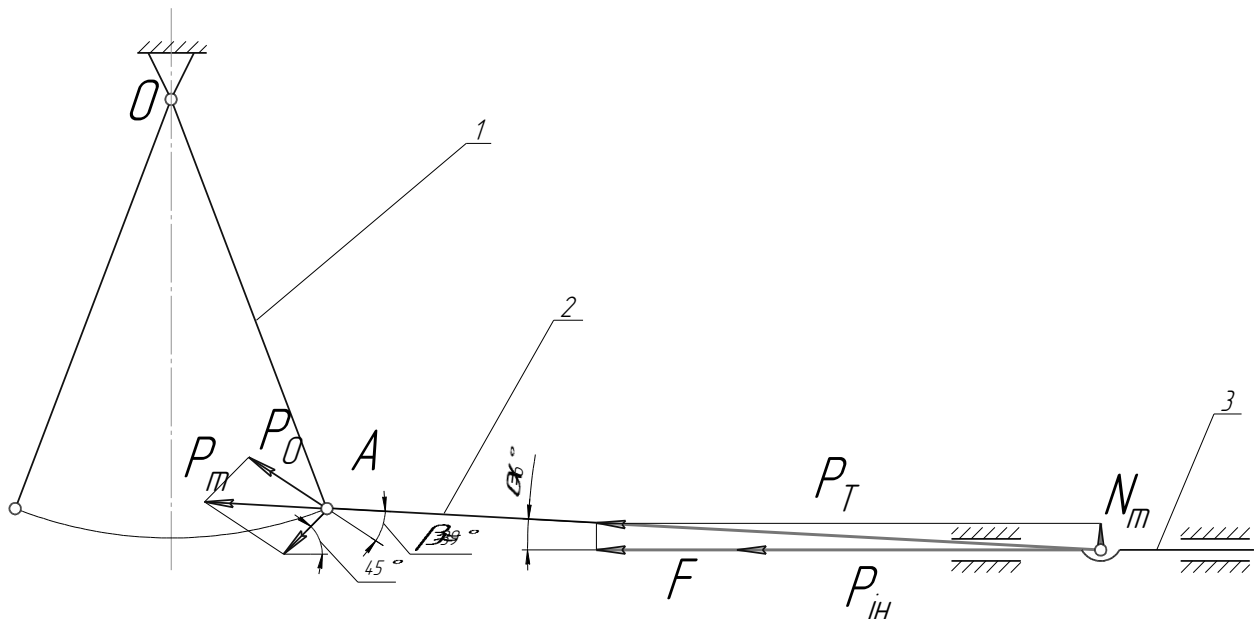


Рис. 4.6. Схема сил, що діють на ніж і привід ножа

1 – коромисло, 2 – тяга, 3 – ніж

$$L = B \cdot h \cdot L_0, \quad (4.20)$$

де B – ширина захвату різального апарата, $B=2,4$ м;

h – подача, $h=0,0825$ м;

L_0 – робота на зріз стебел з 1 м^2 , для трави $L_0=200 \text{ Н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$.

Силу, що діє на ніж в різальному апараті сегментного типу, визначаємо за формулою

$$P_H = P_{зр} + P_i + F, \quad (4.21)$$

де $P_{зр}$ – середнє значення опору зрізу в період різання;

P_i – сила інерції;

F – сила тертя польової спинки по пластинах тертя.

а) середнє значення $P_{зр}$, визначаємо за питомою роботою, яка характеризує роботу, що затрачається на зріз рослини з 1 м² площі.

$$P_{зр} = \frac{L}{x_p} = \frac{B \cdot h \cdot L_0}{x_p}, \quad (4.22)$$

де x_p – ділянка різання;

$$x_p = x_K - x_H, \quad (4.23)$$

де x_n і x_K – координати початку і кінця різання

$$x_p = 53 - 27 = 26 \text{ мм};$$

$$P_{зр} = \frac{200 \cdot 2,4 \cdot 0,0825}{0,026} = 1523 \text{ Н};$$

б) сила інерції P_i визначаємо за формулою

$$P_u = (m_H + m_m) \frac{S}{2} \omega^2 \cos \omega t, \quad (4.24)$$

де m_H і m_m – маса ножа і маса тяги

$$m_H = \frac{G_H}{g}, \quad (4.25)$$

$$m_m = \frac{G_m}{g}, \quad (4.26)$$

де G_H і G_m – вага ножа і вага тяги; $G_H=118 \text{ Н}$, $G_T=34 \text{ Н}$

$$m_H = \frac{118}{9,8} = 12 \text{ Н};$$

$$m_m = \frac{34}{9,8} = 3,5 \text{ Н};$$

$\frac{S}{2}\omega^2 \cos \omega t$ – прискорення ножа, що змінюється при зміні кута

повороту по рівнянню прямої.

Найбільше значення прискорення матимуть в точках $X=0$ і $X=S$. Якщо $X=0$, то $\omega t=0$, а $\cos \omega t=1$, тоді

$$P_{umax} = (m_H + m_m) \frac{S}{2} \omega^2, \quad (4.27)$$

де S – хід ножа.

$$P_{umax} = (12 + 3,5) \frac{0,076}{2} 39,3^2 = 909,7 \text{ Н.}$$

в) сила тертя, викликана нормальним тиском ваги ножа і нормальної складової тяги на ніж, визначається за формулою:

$$F = f (G_H + N_m), \quad (4.28)$$

де f – коефіцієнт тертя стебла по сталі

$$N_m = P_H \operatorname{tg} \alpha, \quad (4.29)$$

$$P_H = P_{zp} + P_i, \quad (4.30)$$

$\operatorname{tg} \alpha$ – кут нахилу тяги, $\alpha=6^\circ$.

$$P_H = 1523 + 9097 = 2432,7 \text{ Н;}$$

$$N_m = 2432,7 \operatorname{tg} 6^\circ = 256 \text{ Н.}$$

Тоді

$$F = 0,15(118 + 256) = 56,1 \text{ Н.}$$

Приймаємо, що сила тертя рівномірно розподіляється незалежно від кута повороту коромисла і на графіку зобразиться прямою.

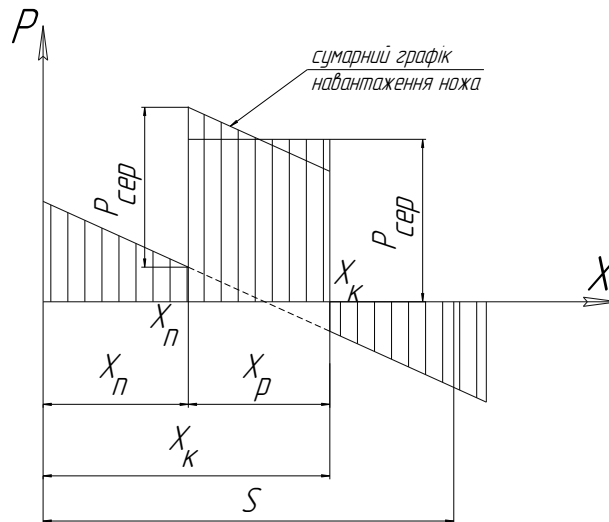


Рис. 4.7. Діаграма різання

Таким чином, найбільша сумарна сила, діюча на ніж буде в т. X_H і рівна

$$P_H = 1523 + 909,7 + 56,1 = 2488,8 \text{ Н.}$$

Подальші розрахунки приводимо по максимальній величині сумарного навантаження на ніж отриманої на графіку.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Інструкція з охорони праці при роботі агрегату з кормозбиральним комбайном КПІІ–2,4

1. Загальні положення

1.1. Ця інструкція встановлює вимоги безпечного виконання робіт при агрегуванні та експлуатації кормозбирального комбайна КПІІ–2,4 у складі тракторного агрегату з трактором CASE IH Farmall 90 JX під час збирання трав і багаторічних бобових культур на сінаж та зелений корм.

1.2. Дія інструкції поширюється на трактористів–машиністів, механіків і допоміжний персонал, що задіяний у виконанні операції збирання зеленої маси із застосуванням комбайна КПІІ–2,4.

1.3. До самостійної роботи допускаються особи, які:

- досягли 18–річного віку та пройшли медичний огляд і визнані придатними за станом здоров'я;
- мають посвідчення тракториста–машиніста відповідної категорії та документ про проходження навчання безпечним методам праці;
- пройшли вступний інструктаж з охорони праці, первинний інструктаж на робочому місці та стажування не менше 3 змін під наглядом досвідченого механізатора;
- ознайомлені з технічним описом і правилами обслуговування КПІІ–2,4 та трактора, що входить до складу агрегату.

1.4. Механізатор зобов'язаний знати: будову і принцип роботи агрегату, правила технічного обслуговування, небезпечні зони та характер можливих травм, порядок дій при аварійних ситуаціях, прийоми першої долікарської допомоги.

1.5. При роботі агрегату на механізатора можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі чинники:

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		45

- оберткові ножі різального барабана, приводні ланцюги, карданний вал і шків – небезпека травмування при контакті;
- підвищений рівень шуму і вібрації від роботи двигуна і різального апарату – фаховий ризик при тривалій роботі;
- запиленість повітря при скошуванні підсохлого травостою – ризик ураження органів дихання;
- ергономічні навантаження при тривалій роботі в кабіні – підвищена втомлюваність;
- ризик перекидання агрегату на схилах і зволожених ділянках;
- пожежна небезпека від займання пального та сухої рослинної маси.

1.6. Механізатор несе персональну відповідальність за порушення вимог цієї інструкції відповідно до чинного законодавства про охорону праці.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Перед початком роботи механізатор зобов'язаний надіти спецодяг і засоби індивідуального захисту: спецкомбінезон або костюм, захисне взуття зі сталевим носком, захисну каску (при роботі поза кабіною), захисні окуляри (при роботі в запиленому середовищі), протишумові навушники або беруші.

2.2. Технічний огляд агрегату перед виїздом:

1. Перевірити надійність кріплення всіх болтових з'єднань КПП–2,4, особливо кріплення ножів різального барабана. Ослаблені чи відсутні кріплення усунути до запуску.

2. Упевнитись у наявності та цілісності всіх захисних кожухів: кожуха карданного вала, кришки ланцюгових передач, захисного щитка різального барабана. Робота без захисних кожухів – **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**.

3. Перевірити стан ножів різального барабана: зазор між ножем і підбивачем має становити 0,5–1,0 мм; тріснуті, погнуті або зношені ножі замінити.

4. Перевірити рівень оливи у трансмісії трактора і гідросистемі; відсутність витоків паливно–мастильних матеріалів.

					<i>МВЛ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		46

5. Упевнитись у правильності підключення карданного вала: шплінти фіксаторів карданного вала встановлені, кут нахилу вала не перевищує 15°.

6. Перевірити справність гальм, рульового управління та звукового сигналу трактора.

7. Переконатись у відсутності сторонніх осіб у зоні роботи агрегату (небезпечна зона – 50 м навколо комбайна).

Категорично забороняється запускати двигун і вмикати ВВП при знятих або пошкоджених захисних кожухах та загородженнях робочих органів.

2.3. Перед виїздом у поле ознайомитись зі схемою поля, розташуванням небезпечних місць (дренажні люки, нори, каміння), схемою організації транспортних засобів і місцями їх стоянки. Небезпечні місця повинні бути позначені вішками висотою не менше 1,5 м.

2.4. Упевнитись у наявності у кабіні трактора: вогнегасника типу ОП–5 або ВП–5, аптечки першої допомоги, засобів зв'язку (мобільного телефону або рації).

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Рух і маневрування агрегату:

- розпочинати рух плавно, без різких ривків; вмикати ВВП лише після набору двигуном номінальних обертів;
- на поворотних смугах підіймати різальний апарат у транспортне положення та вимикати ВВП; виконувати повороти зі зниженою швидкістю (не вище 5 км/год);
- при переїздах до місця роботи і від нього переводити КПП–2,4 у транспортне положення, зафіксувавши транспортну стійку; максимальна транспортна швидкість агрегату – 15 км/год;
- забороняється рухатись переднім ходом з опущеним різальним апаратом поза технологічним прокосом.

Знаходження людей і тварин у зоні 50 м від працюючого агрегату **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**. Перед початком кожного робочого ходу механізатор

					<i>МВЛ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		47

зобов'язаний переконатися у відсутності людей у небезпечній зоні та подати звуковий сигнал.

3.2. Небезпечні зони та заборони дії під час роботи:

- забороняється залишати трактор з працюючим двигуном і увімкненим ВВП без нагляду;
- забороняється проводити технічне обслуговування, очищення, регулювання та усунення засмічень при працюючому двигуні або обертових робочих органах; для зупинки обертових органів після вимкнення ВВП необхідно витримати не менше 60 секунд;
- забороняється підходити до завантажувальної труби і підставляти руки чи предмети під викидне вікно в зону виходу подрібненої маси;
- забороняється перевозити людей на рамі або підніжках комбайна, а також у кузові транспортного засобу, що завантажується;
- при роботі на схилах: граничний поздовжній ухил для МТЗ–80 – 8°, для CASE IH Farmall JX90 – 10°; поперечний ухил для обох тракторів – не більше 5°; при наближенні до рівнозначних ділянок знижувати швидкість до 3–4 км/год;
- забороняється залишати у відкритому стані паливний бак; не допускати потрапляння пального та мастил на гарячі поверхні двигуна і випускний колектор.

3.3. При виявленні під час роботи стороннього предмета, що потрапив у різальний барабан або конвеєр:

1. Негайно вимкнути ВВП та знизити обороти двигуна до мінімальних.
2. Зупинити трактор, встановити на гальмо стоянки.
3. Вимкнути двигун. Витримати не менше 60 с до повної зупинки обертових органів.
4. Прибрати сторонній предмет за допомогою крюка або пристосування; руки в зону різання не вводити.

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		48

5. Перевірити цілісність ножів і стан барабана. За наявності пошкоджень – замінити ножі до відновлення роботи.

3.4. Вимоги до організації взаємодії з транспортними засобами:

- під час завантаження транспортного засобу водій і пасажери повинні знаходитися в кабіні; знаходження людей у кузові транспортного засобу при завантаженні **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**;
- сигнали між механізатором агрегату і водієм транспортного засобу повинні бути заздалегідь узгоджені та однозначно зрозумілі обом;
- наступний транспортний засіб підходить до місця завантаження лише після від'їзду заповненого.

4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

4.1. При виникненні пожежі на агрегаті:

1. негайно вимкнути двигун. Відчепити комбайн від трактора (якщо це можливо і безпечно).

2. Спрямувати вогнегасник у зону вогнища пожежі; при займанні пального – не застосовувати воду.

3. Якщо погасити пожежу власними силами неможливо – відійти на безпечну відстань (не менше 50 м) і терміново викликати пожежну охорону за номером 101.

4. Повідомити керівника робіт.

4.2. При нещасному випадку (травмування людини):

1. негайно зупинити агрегат, вимкнути двигун, встановити стоянковий гальмо.

2. Оцінити стан потерпілого; не переміщувати його без необхідності (особливо при підозрі на травму хребта).

3. Надати першу долікарську допомогу відповідно до характеру травми.

4. Викликати швидку допомогу за номером 103; повідомити керівника робіт і інженера з охорони праці.

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		49

5. До прибуття слідчих органів – зберегти обстановку місця нещасного випадку незмінною (якщо це не загрожує новими нещасними випадками).

4.3. При загрозі перекидання агрегату (різке занурення колеса в яму, зсув):

- не вистрибувати з кабіни: тримайтеся за кермо і впирайтесь ногами у підлогу кабіни;
- негайно вимкнути ВВП, знизити обороти двигуна;
- при можливості – кермом і гальмами направити трактор на стабільну ділянку;
- якщо перекидання неминуче – пригнутися до рульової колонки, захистити голову руками.

5. Вимоги безпеки по закінченні роботи

5.1. Після закінчення зміни механізатор зобов'язаний:

1. Перевести КПП–2,4 у транспортне положення, зафіксувати транспортну стійку.

2. Зупинити агрегат на рівному майданчику; вимкнути ВВП; дати двигуну попрацювати на холостому ході 2–3 хвилини для охолодження, після чого заглушити.

3. Очистити різальний апарат, конвеєр і завантажувальну трубу від залишків рослинної маси за допомогою скребка або щітки (не руками).

4. Провести щоденне технічне обслуговування: перевірити та підтягнути кріплення ножів, змастити точки мащення згідно з таблицею ТО.

5. Перевірити комплектність агрегату; при виявленні несправностей – занести їх до журналу обліку та повідомити механіка.

6. Зняти і прибрати спецодяг та ЗІЗ; вимити руки та обличчя з милом або прийняти душ.

Заправку паливом проводити лише після зупинки двигуна і повного охолодження паливної системи. Не допускати паління у радіусі 10 м від

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		50

паливних ємностей. Зберігати агрегат у призначеному місці, не залишати на краю рову, ухилу або дороги.

6. Відповідальність

6.1. Механізатор, який порушив вимоги цієї інструкції, несе відповідальність згідно з Кодексом законів про працю України, Законом України «Про охорону праці» та правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства.

6.2. Посадова особа, яка допустила до роботи механізатора без інструктажу, стажування та перевірки знань, несе адміністративну і кримінальну відповідальність відповідно до чинного законодавства.

					<i>МВЛ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		51

ВИСНОВКИ

Серед багаторічних бобових трав люцерна посівна вирізняється стабільно високим господарським значенням і широким попитом як у вітчизняному, так і у світовому кормовиробництві.

Вивчення наявних технологічних рішень щодо вирощування цієї культури дало змогу визначити напрями їх поліпшення та сформуванню оновлений технологічний регламент. Розроблені пропозиції охоплюють усі ключові операції від обробітку ґрунту після попередника до фінального збирання врожаю і ґрунтуються на сучасних агротехнічних підходах. Практичне впровадження запропонованих рішень забезпечить поліпшення агрофізичних і агрохімічних властивостей ґрунту, нарощування продуктивності посівів та зниження собівартості виробленої продукції.

У розділі технологічних розрахунків виконано аналітичне обґрунтування параметрів збирального агрегату, що дозволяє забезпечити раціональне використання енергетичних і матеріальних ресурсів при виконанні збиральних операцій.

Інженерна частина роботи присвячена розробці, розрахунковому обґрунтуванню та оцінці працездатності вдосконаленого різального апарата кормозбирального комбайна. Отримані результати свідчать про відповідність модернізованої конструкції пред'явленим технічним і експлуатаційним вимогам.

Заходи з охорони праці, висвітлені в окремому розділі, спрямовані на унеможливлення виробничого травматизму та створення належних умов праці для механізаторів, зайнятих на збиранні люцерни.

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Список використаної літератури

1. Аграрії разом. Культура люцерна. Особливості вирощування, догляд, обробіток ґрунту, захист від шкідників [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agrarii-razom.com.ua/culture/lyucerna> (дата звернення: 10.05.2026). – Назва з екрана.
2. Ковбасюк П. Технологія вирощування люцерни на насіння // Пропозиція. 2017. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/viroshchuiemo-lyucernu-na-nasinnya> (дата звернення: 10.05.2026). – Назва з екрана.
3. Зелений щит ґрунтів України: роль люцерни в сівозміні і технологія вирощування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://superagronom.com/articles/716-zeleniy-schit-gruntiv-ukrayini-rol-lyutserni-v-sivozmini-i-tehnologiya-viroshchuvannya> дата звернення: 10.04.2026). – Назва з екрана.
4. Технологія вирощування люцерни [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agronomy.com.ua/statti/29-kormovyrobnytstvo/768-tekhnohiiia-vyroshchuvannia-liutserny.html> дата звернення: 10.04.2026). – Назва з екрана
5. Вирощування Люцерни: Як Підвищити Врожайність [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eos.com/uk/blog/vyroshchuvannia-liutserny/> дата звернення: 10.04.2026). – Назва з екрана
6. Люцерна: технологія вирощування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agroapp.com.ua/uk/blog/lyucerna-texnologiya-viroshhuvannya/> дата звернення: 10.04.2026). – Назва з екрана
7. Вирощуємо люцерну на насіння [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnohiiyi-vyroshchuvannya/vyroshchuyemo-lyutsernu-na-nasinnya> дата звернення: 10.04.2026). – Назва з екрана

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		53

8. Люцерна. Способи вирощування: за і проти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://estw.com.ua/Люцерна–Способи–вирощування–за–і–проти> дата звернення: 10.04.2026). – Назва з екрана

9. ЛЮЦЕРНА ВІД А ДО Я | ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ДОГЛЯДУ | ПРИБУТОК НА ЛЮЦЕРНІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cow.tekro.ua/godivlya/item/73-ljucerna-vid-a-do-ja-viroshhuvannja-ljucerni-ta-osoblivosti-dogljadu-pributok-na-ljucerni-tekro-1ch.html> дата звернення: 10.04.2026). – Назва з екрана

10. Кращі поради для успішного вирощування люцерни [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.masseeds.ua/agro-library/найкращі–поради–для–успішного–вирощу/> дата звернення: 10.04.2026). – Назва з екрана

11. Технологія вирощування люцерни: як обрати сорт [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://milkua.info/uk/post/tehnologia-virosuvanna-lucerni-ak-obrati-sort> дата звернення: 10.04.2026). – Назва з екрана

12. Вирощування люцерни та її кормова цінність [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://khersonmash.com.ua/ua/catalog/goods/102> дата звернення: 10.04.2026). – Назва з екрана

13. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно–тракторного парку в рослинництві: Підручник. –К.: Вища шк., 1995. –237 с.: іл.

14. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.

15. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.

16. Технологія механізованих робіт в рослинництві. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності

					МВЛ 00. 000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		54

«Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» та «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / Укладачі: С.М. Лещенко, Д.І. Петренко, О.М. Васильковський, П.Г. Лузан, – Кіровоград: КНТУ, 2013. – 86 с.

17. 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.

18. Сисолін П.В., Т.І. Рибак, Сало В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2: Машини для рільництва// За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2002. – 364 с.

19. Войналович О. Охорона праці у сільському господарстві. Навчальний посібник / Войналович О., Білько Т., Марчиниша Є. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.

					<i>МВЛ 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		