

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 вівса з удосконаленням жатки
ЖВН–6

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи AI–22–1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Пернак Дмитро Юрійович

« _____ » 2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Сергій МОРОЗ

« _____ » 2026 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____ Дмитро ГОЛУБ

« _____ » 2026 р.

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський) рівень

Галузь знань 20 – Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітньо-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

Пернака Дмитра Юрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

Механізація вирощування вівса з удосконаленням жатки ЖВН–6

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 24.06.2026 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту)

Удосконалити технологію вирощування вівса з модернізацією жатки ЖВН–6

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	23.06.2026 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 _____

Дмитро ПЕРНАК
(прізвище та ініціали)

Зміст

стор.

Вступ.....	7
2. Аналіз технології вирощування вівса з визначенням шляхів її удосконалення	9
3. Технологічна частина	16
4. Інженерна частина.....	24
5. Охорона праці	41
Висновки	43
Список використаної літератури	44

ВСТУП

Зернофуражні культури, серед яких особливе місце посідає овес, відіграють важливу роль у забезпеченні тваринництва кормами та харчової промисловості сировиною для виробництва круп і дієтичних продуктів. Овес вирізняється високою кормовою цінністю зерна і соломи, невибагливістю до ґрунтово-кліматичних умов та порівняно коротким вегетаційним періодом.

Водночас технологія вирощування вівса має особливості, які впливають на ефективність збирання врожаю: підвищену схильність до вилягання стеблостою, нерівномірне дозрівання волоті та легке обсіпання зерна за перестою на корені. Це обмежує застосування прямого комбайнування і зумовлює широке використання роздільного (двофазного) способу збирання з попереднім скошуванням хлібної маси у валок жатками валковими навісними, зокрема жаткою ЖВН-6.

Серійна жатка ЖВН-6, конструктивні параметри якої орієнтовані передусім на пшеницю та жито з товстим і пружним стеблом, не повною мірою враховує специфіку вівса – тонке порожнисте стебло та нерівномірну висоту стеблостою, що призводить до підвищених втрат зерна і нерівномірного формування валка. Це обумовлює актуальність удосконалення робочих органів жатки ЖВН-6 з урахуванням біологічних особливостей вівса.

Метою роботи є аналіз технології вирощування вівса, визначення напрямів удосконалення жатки ЖВН-6 для підвищення якості та зниження втрат при роздільному збиранні врожаю.

					<i>МВО 00. 000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Пернак</i>				<i>Пояснювальна записка</i>			
<i>Перевір.</i>	<i>Мороз</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Артеменко</i>							
<i>Затв.</i>	<i>Васильковський</i>							
						<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
							7	46
						<i>ЦНТУ, гр. АІ-22-І</i>		

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Агробіологічні вимоги вівса та кліматичні умови Кіровоградської області

Овес – провідна зернофуражна культура помірного клімату, зерно якої характеризується високим вмістом білка (10–13%), жиру (4–6%) та збалансованим амінокислотним складом, що зумовлює його цінність як концентрованого корму для коней, молодняку великої рогатої худоби та птиці. Овсяна солома і полова за поживністю переважають соломі інших зернових культур. Крім кормового використання, зерно вівса широко переробляється на крупу, пластівці та толокно для харчування людини, а також застосовується в дитячому й дієтичному харчуванні.

Овес – рослина родини тонконогових, яра культура з відносно коротким вегетаційним періодом (75–120 діб залежно від сорту та зони вирощування). Коренева система мичкувата, добре розвинена, що забезпечує підвищену посухостійкість порівняно з ярим ячменем на ранніх етапах розвитку, однак овес чутливіший до нестачі вологи у фазу виходу в трубку – викидання волоті. Стебло – порожниста соломіна заввишки 80–150 см, тонша та менш міцна порівняно зі стеблом пшениці чи жита, що зумовлює підвищену схильність вівса до вилягання, особливо за умов надмірного азотного живлення, густого стеблостою та сильних опадів і вітру в період наливу зерна.

Суцвіття вівса – волоть, зерна в якій дозрівають нерівномірно: спочатку дозрівають зерна у верхній частині волоті, пізніше – у нижній, різниця у строках дозрівання може сягати 10–15 діб. Ця особливість, поряд зі схильністю стиглого зерна до обсіпання при перестойі, є визначальним фактором при виборі способу збирання врожаю та формує

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МВО 00. 000 ПЗ

Арк.

підвищені вимоги до своєчасності й технології виконання збиральних робіт.

Північний Степ України характеризується високою природною родючістю чорноземів, проте їх виробничий потенціал часто обмежується нестійким зволоженням. Для регіону типовими є короткий весняний період, швидке наростання температур, часті суховії та нерівномірний розподіл опадів. Саме тому ярі культури, зокрема овес, нерідко потрапляють під вплив повітряної та ґрунтової посухи вже у першій половині вегетації.

Овес належить до культур, які позитивно реагують на достатнє вологозабезпечення, особливо у фазах виходу в трубку, викидання волоті та наливу зерна. Якщо в ці періоди рослини відчують нестачу вологи, зменшується кількість зерен у волоті, погіршується їх виповненість і знижується маса 1000 зерен. Крім того, в умовах степу часто спостерігається неоднорідне досягання рослин навіть у межах одного поля, що безпосередньо впливає на вибір способу збирання.

Овес доцільно розміщувати після попередників, які залишають поле чистим від бур'янів і не надмірно висушують ґрунт. Найкращими є озимі після пару, зернобобові, кукурудза на силос та окремі просапні культури. Недоцільно розміщувати овес після соняшнику або інших культур, що різко знижують запаси продуктивної вологи. Правильний добір попередника забезпечує дружніші сходи, рівномірніший розвиток рослин і кращі передумови для ефективного двофазного збирання.

У Північному Степу система обробітку ґрунту під овес має бути насамперед вологозберігальною. Після збирання попередника доцільно проводити лущення стерні, а основний обробіток здійснювати з урахуванням стану поля у вигляді зяблевої оранки або безполицевого розпушування. Навесні першочерговим заходом є раннє закриття вологи та мінімальний передпосівний обробіток, який не допускає

пересушування посівного шару. Такі заходи підвищують польову схожість насіння і сприяють більш вирівняному формуванню стеблостою.

Ефективність удобрення вівса у степовій зоні безпосередньо залежить від запасів вологи. Надмірні дози азоту за нестачі опадів не лише не забезпечують належної віддачі, а й можуть посилювати ризик вилягання у разі локального покращення зволоження. Тому доцільно застосовувати помірно збалансоване мінеральне живлення з орієнтацією на фосфор і калій та обережним використанням азотних добрив. Такий підхід сприяє формуванню міцнішого стеблостою, краще пристосованого до скошування у валки.

Орієнтовно під овес у зоні Північного Степу рекомендується вносити повне мінеральне добриво з урахуванням агрохімічного стану ґрунту та вологозабезпечення. На бідніших ґрунтах доцільне локальне стартове внесення, а на більш забезпечених - обмеження надлишкових азотних доз.

Серед шляхів удосконалення технології важливе місце займає добір сортів, адаптованих до посушливих умов степової зони. Перевагу слід надавати сортам із відносною стійкістю до вилягання, коротшим вегетаційним періодом і більш вирівняним досяганням. Сівбу необхідно проводити у максимально ранні строки, щойно ґрунт досягне фізичної стиглості. Це дає змогу використати вологу ранньої весни, зменшити негативний вплив високих температур у період наливу зерна та частково вирівняти розвиток рослин.

У посушливих умовах надмірне загущення посівів є небажаним, оскільки посилює конкуренцію рослин за вологу та живлення. Оптимізація норми висіву з урахуванням запасів вологи й якості насіння сприяє формуванню стійкішого та більш вирівняного стеблостою. Одночасно велике значення має контроль бур'янів, оскільки забур'янені посіви не лише знижують урожайність, а й істотно ускладнюють

збирання. Навіть за доброго фітосанітарного стану окремі площі можуть мати підгін, часткове вилягання або нерівномірне досягання, що посилює переваги двофазного способу збирання.

Збирання є завершальною стадією технології, однак саме на цьому етапі нерідко втрачається значна частина врожаю. Для вівса ця проблема особливо актуальна через нерівномірне досягання зерна у волоті: верхні зернівки досягають раніше, тоді як нижні продовжують наливатися. Якщо чекати повної стиглості всієї волоті, верхня частина посіву може зазнати осипання. Якщо ж проводити пряме комбайнування раніше, до комбайна надходитиме надмірно волога і нерівномірна за стиглістю маса, що ускладнить обмолот і очищення зерна.

У Північному Степу ці недоліки посилюються дією високих температур, суховіїв і поривчастого вітру. У роки з нерівномірним випаданням опадів на одному полі формуються ділянки з різною інтенсивністю розвитку, а отже і з різними строками досягання. Саме тому вдосконалення технології вирощування вівса має передбачати не лише поліпшення агротехніки, а й переорієнтацію на такий спосіб збирання, який найбільше відповідає біологічним особливостям культури.

Двофазний спосіб збирання передбачає спочатку скошування рослин у валки у фазі воскової стиглості, а після підсихання - підбирання валків і обмолот. Для умов Північного Степу цей спосіб має низку суттєвих переваг порівняно з прямим комбайнуванням.

- Зменшення втрат від осипання. Скошування у валки дає змогу зняти посів із кореня до початку масового обсіпання верхніх зерен, що особливо важливо за вітряної погоди.
- Вирівнювання досягання зерна. У валках менш стиглі зерна нижньої частини волоті завершують досягання, що підвищує однорідність вороху за вологістю та стиглістю.

- Поліпшення умов обмолоту. Після підсихання у валках маса краще обмолочується, зменшується навантаження на молотильний апарат і покращується сепарація.
- Краща пристосованість до забур'янених і нерівномірних посівів. Зелена маса бур'янів частково підсихає у валках, що полегшує подальший обмолот.
- Зниження ризиків погодних втрат. Двофазний спосіб дає можливість почати жнива раніше і зменшити втрати від суховіїв, шквального вітру або короткочасних дощів у період повної стиглості.

2.2. Удосконалення технології вирощування вівса

Збирання врожаю є завершальним і одним із найбільш відповідальних етапів технології вирощування вівса, що визначається біологічними особливостями культури – нерівномірним дозріванням волоті, схильністю до вилягання та обсіпання зерна. Як і для інших зернових культур, застосовують два основні способи збирання: пряме комбайнування та роздільне (двофазне) збирання.

Для вівса ця проблема особливо актуальна через нерівномірне досягання зерна у волоті: верхні зернівки досягають раніше, тоді як нижні продовжують наливатися. Якщо чекати повної стиглості всієї волоті, верхня частина посіву може зазнати осипання. Якщо ж проводити пряме комбайнування раніше, до комбайна надходитиме надмірно волога і нерівномірна за стиглістю маса, що ускладнить обмолот і очищення зерна.

У Північному Степу ці недоліки посилюються дією високих температур, суховіїв і поривчастого вітру. У роки з нерівномірним випаданням опадів на одному полі формуються ділянки з різною інтенсивністю розвитку, а отже і з різними строками досягання. Саме

тому вдосконалення технології вирощування вівса має передбачати не лише поліпшення агротехніки, а й переорієнтацію на такий спосіб збирання, який найбільше відповідає біологічним особливостям культури.

Пряме комбайнування доцільне на чистих, дружно дозрілих і невилеглих посівах за умови сухої стійкої погоди, оскільки забезпечує мінімальну кількість технологічних операцій. Однак для вівса, з огляду на нерівномірне дозрівання волоті, оптимальний строк для прямого комбайнування є вузьким: збирання за повної стиглості нижніх зерен волоті призводить до значного обсіпання верхніх, найбільш стиглих зерен, а раннє комбайнування підвищує вологість і травмованість зерна.

Роздільне збирання передбачає скошування хлібної маси у валок жаткою валковою навісною у фазі воскової стиглості верхньої частини волоті (за вологості зерна 35–40 %), коли нижні зерна ще не досягли повної стиглості, але верхні вже не обсіпаються при скошуванні. Через 4–7 діб підсихання у валку, коли вологість знижується до 16–18 %, валки підбирають і обмолочують комбайном з підбирачем. Такий спосіб дозволяє уникнути значних втрат від обсіпання найбільш стиглого зерна верхньої частини волоті та забезпечує дозрівання нижніх зерен у процесі підсихання валка, що особливо актуально на вилеглих і забур'янених посівах.

Аналіз наведених даних свідчить, що для вівса, на відміну від культур з більш стійким стеблостом і одночасним дозріванням, роздільний спосіб збирання врожаю із застосуванням валкових жаток є технологічно доцільнішим у переважній більшості виробничих умов, що визначає особливу роль жатки ЖВН-6 у технології вирощування і збирання цієї культури.

Для реалізації двофазного способу збирання необхідна техніка, здатна забезпечити якісне скошування вівса у валки з мінімальними

втратами зерна. У цьому контексті доцільним є застосування жатки ЖВН–6, яка добре відповідає агротехнічним вимогам до першої фази збирання.

Жатка ЖВН–6 забезпечує рівномірний зріз рослин і правильне укладання скошеної маси у валок. Для вівса це особливо важливо, оскільки від форми та щільності валка значною мірою залежить швидкість підсихання маси та вирівнювання стиглості зерна. Правильно сформований валок краще провітрюється, менше контактує з поверхнею ґрунту і є зручним для подальшого підбирання комбайном.

Перевагою ЖВН–6 є також її придатність до роботи на посівах різної густоти, що характерно для степових умов. За нерівномірного зволоження поля густина стеблостою вівса може істотно варіювати, але жатка повинна забезпечувати стабільне скошування без значного струшування волоті. За правильного регулювання ЖВН–6 сприяє зменшенню осипання зерна вже на першій фазі збирання.

Крім того, ЖВН–6 є технологічно придатною для господарств різного масштабу. Її робоча ширина забезпечує належну продуктивність, а конструктивні особливості дають можливість формувати валки, оптимальні для швидкого підсихання і якісного подальшого обмолоту. Отже, ефективність жатки визначається не лише показниками продуктивності, а й здатністю забезпечити успішне проходження другої фази збирання.

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунки машинного агрегату

3.1.1. Основні агротехнічні вимоги до скошування хлібостою у валки

Агротехнічними вимогами регламентується робота різних видів валкових жаток. Стосовно їх роботи висовуються вимоги до наступних показників:

- не повинно бути не зрізаних стебел;
- висота зрізаних стебел має бути 15–25 см залежно від гущини і висоти хлібостою;
- хліби висотою 60–100 см і гущиною 300–400 стебел на 1 м² скошують, залишаючи висоту стерні 15–18 см, а більш густих і високих хлібів – 18–25 см;
- товщина валка 20–25 см, за сухої погоди і 10–18 см за негоди;
- ширина – не більше 1,7 м;
- маса 1м – не менше 1,5 кг;
- орієнтація стебел – 10–15° відносно поздовжньої осі;
- укладання хлібів у валки впоперек посівів;
- маса валка повинна відповідати пропускній здатності молотарки комбайна при оптимальній швидкості руху агрегату.

3.1.2. Розрахунок операційно–технологічної карти на скошування хлібостою у валки

З Порівняємо два агрегати для збирання врожаю двофазним способом при скошуванні у валки – до складу одного входять комбайн СК–5 та жатка ЖВН–6, а інший – комбайн СК–5 та жатка ЖРБ–4,2.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МВО 00. 000 ПЗ

Арк.

15

Для формування валка потрібної лінійної щільності робочу ширину захвату жатки B_p визначаємо за формулою:

$$B_p = \frac{10 \cdot q_\epsilon}{U(1 + \delta_c)}, \quad (3.1)$$

де q_ϵ – маса 1 м валка, кг;

U – урожайність культури, т/га;

δ_c – солومистість (відношення соломи до насіння).

Маса 1 м валка

$$q_\epsilon = \frac{3,6 \cdot q_\phi}{v_{cp}}, \quad (3.2)$$

де q_ϕ – фактична пропускна здатність

$$q_\phi = q \cdot K_{\delta_{ав}}, \quad (3.3)$$

q – максимальна пропускна здатність жатки для нормальних умов збирання прямостоячих незасмічених посівів, що мають кондиційну вологість 15–18% рослинної маси, для жатки ЖРБ–4,2 $q=3,5$ кг/с, для жатки ЖВН–6 – $q=5$ кг/с;

$K_{\delta_{ав}}$ – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує солумистість, вологість і засміченість рослинної маси.

Загальний поправочний коефіцієнт при прямому комбайнуванні знаходимо за виразом:

$$K_{\delta_{ав}} = K_\delta - K_\omega - K_z, \quad (3.4)$$

де K_δ – коефіцієнт, що враховує солумистість

$$K_\delta = 1,5 - 0,3 \cdot \delta_c, \quad (3.5)$$

де δ_c – солумистість, $\delta_c=3,5$.

Тоді

$$K_\delta = 1,5 - 0,3 \cdot 3,5 = 0,45;$$

де K_{ω} – коефіцієнт, що враховує вологість

$$K_{\omega} = 0,05 \cdot (0,948 - 0,195 \cdot \delta_c)(\omega - 20), \quad (3.6)$$

де ω – вологість, $\omega=18\%$.

Тоді

$$K_{\omega} = 0,05 \cdot (0,948 - 0,195 \cdot 3,5)(18 - 20) = -0,027;$$

де K_z – коефіцієнт, що враховує забур'яненість

$$K_z = 0,02 \cdot z \cdot (0,48 - 0,32 \cdot (\delta_c - 1)), \quad (3.7)$$

де z – забур'яненість, $z=10\%$.

Тоді

$$K_z = 0,02 \cdot 10 \cdot (0,48 - 0,32 \cdot (3,5 - 1)) = 0,256.$$

Загальний поправочний коефіцієнт

$$K_{\delta\omega z} = 0,45 + 0,027 - 0,256 = 0,221.$$

Тоді фактична пропускна здатність становить

$$q_{\phi}^{\delta} = 5 \cdot 0,221 = 1,105 \text{ кг/с};$$

$$q_{\phi}^m = 5 \cdot 0,221 = 1,105 \text{ кг/с}.$$

Швидкість руху комбайнового агрегату

$$v_p = 9,8 - 0,228 \cdot B_k - 0,006 \cdot (\Gamma - 100), \quad (3.8)$$

де B_k – конструктивна ширина захвату жатки, м;

Γ – густина стеблостою, $\Gamma=300$ шт/м².

Тоді

$$v_p^{\delta} = 9,8 - 0,228 \cdot 6 - 0,006 \cdot (300 - 100) = 7,23 \text{ км/год} = 2 \text{ м/с};$$

$$v_p^m = 9,8 - 0,228 \cdot 6 - 0,006 \cdot (300 - 100) = 7,23 \text{ км/год} = 2 \text{ м/с}.$$

Рекомендована швидкість руху для жатки ЖРБ–4,2 становить 7 км/год,
а для ЖВН–6 – 12 км/год

Таким чином, маса 1 м валка становить

$$q_{\sigma}^p = \frac{3,6 \cdot 1,105}{1,94} = 2,05 \text{ кг};$$

$$q_{\sigma} = \frac{3,6 \cdot 1,105}{2} = 1,99 \text{ кг}.$$

Робоча ширина захвату жатки становить

$$B_p = \frac{100 \cdot 2,05}{12,5 \cdot (1 + 1,5)} = 6,56 \text{ м};$$

$$B_p = \frac{100 \cdot 1,99}{12,5 \cdot (1 + 3,5)} = 6,37 \text{ м}.$$

Отримані значення ширини захвату жатки перевищують конструктивні, тому в подальших розрахунках приймаємо конструктивну ширину жаток

Поверхнева щільність валка Π , сформована жаткою

$$\Pi_{\sigma} = \frac{Q_z (1 + \delta_c) \cdot B_p}{100 \cdot b_o \cdot k}, \quad (3.9)$$

де b_o – ширина викидного вікна жатки, $b_o = 1$ м;

k – коефіцієнт, який враховує збільшення ширини валка, $k = 1,15 - 1,20$

$$\Pi_{\sigma}^{\sigma} = \frac{125 \cdot 2,5 \cdot 6}{100 \cdot 1,0 \cdot 1,2} = 15,6 \text{ кг/м}^2;$$

$$\Pi_{\sigma}^m = \frac{125 \cdot 2,5 \cdot 6}{100 \cdot 1,0 \cdot 1,2} = 15,6 \text{ кг/м}^2.$$

Допустима потужність завантаження двигуна

$$N_e = \frac{R_m \cdot v_p}{36 \eta_m \cdot \eta_{\sigma}} + \frac{0,1 \cdot (N_{nut} \cdot g_{nut} + N_{np_{xx}} + N_{np_{дон}})}{\eta_{np}}, \quad (3.10)$$

де R_m – опір переміщення комбайна по полю, кН;

$$R_m = G_m \left(f_m + \frac{i}{100} \right), \quad (3.11)$$

G_M – вага агрегата, $G_K=80,9$ кН, $G_6=11,7$ кН, $G_M=11$ кН;

f_M – коефіцієнт опору коченню, $f_M=0,2$;

i – нахил поля, $i=3^\circ$

$$R_M = (80,9 + 11,7) \left(0,2 + \frac{3}{100} \right) = 21,30 \text{ кН};$$

$$R_M = (80,9 + 11) \left(0,2 + \frac{3}{100} \right) = 21,14 \text{ кН}.$$

η_M – коефіцієнт трансмісії, $\eta_M=0,93$;

η_σ – коефіцієнт буксування, $\eta_\sigma=0,87$;

N_{nut} – питома потужність, яка необхідна для приведення в дію робочих органів жатки, кВт, $N_{nut}=11,9$ кВт;

g_{nut} – допустима пропускна здатність, кг/с;

$N_{прхх}$, $N_{прдоп}$ – витрати потужності на технологічний процес, на холостий хід механізмів комбайна і на привод допоміжних органів, кВт;

$\eta_{пр}$ – коефіцієнт корисної дії приводу робочих органів, $\eta_{пр}=0,95$

$$N_e = \frac{21,3 \cdot 7}{36 \cdot 0,93 \cdot 0,87} + \frac{7,98 \cdot 17,0 + 0 + 0}{10 \cdot 0,95} = 20,64 \text{ кВт}.$$

$$N_e = \frac{21,14 \cdot 7,23}{36 \cdot 0,93 \cdot 0,87} + \frac{7,98 \cdot 17,0 + 0 + 0}{10 \cdot 0,95} = 19,53 \text{ кВт}.$$

При номінальній потужності двигуна зернозбирального комбайна СМД–21 $N_{en}=103$ кВт виконується умова

$$N_{en} > N_e;$$

$$103 > 20,64;$$

$$103 > 19,53.$$

При вибраній швидкості агрегат буде працювати ефективно.

Змінна продуктивність агрегатів

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_p, \quad (3.12)$$

де T_p – чистий робочий час, год.;

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.13)$$

де $T_{зм}$ – час зміни ($T_{зм}=7$ год.);

τ – коефіцієнт використання часу зміни, ($\tau=0,8$).

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год.}$$

$$W_{зм}^{\delta} = 0,1 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 5,6 = 23,52 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^M = 0,1 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 23 \cdot 5,6 = 24,29 \text{ га/зм.}$$

Витрати палива на 1 га обробітку, кг/га

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{Q_{зм}}, \quad (3.14)$$

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

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z, \quad (3.15)$$

де Q_p, Q_x, Q_z – відповідно годинна витрати палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках. Для комбайна СК-5 $Q_p=16,8$; $Q_x=12,6,5$; $Q_z=3,4$ кг/год;

T_p, T_x, T_z – відповідно час робочих і холостих рухів, час зупинок, год

$$T_x = T_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2} = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год.}$$

$$Q_{зм} = 16,8 \cdot 5,6 + 12,6 \cdot 0,7 + 3,4 \cdot 0,7 = 125,44 \text{ кг/зм.}$$

Таким чином, витрати палива на 1 га становитимуть:

– для базового агрегата

$$Q_{га}^{\delta} = \frac{125,44}{23,52} = 5,33 \text{ кг/га};$$

– для нового агрегата

$$Q_{\text{за}}^{\text{м}} = \frac{125,44}{24,29} = 5,16 \text{ кг/га.}$$

3.6. Підготовка поля до роботи [3–8]

Для роботи жаток поле розбивають на загінки так, щоб їх довжина була в 5–8 разів більше ширини, а площа відповідала денній продуктивності агрегату.

Орієнтовну величину поворотної смуги визначаємо за формулою:

$$E = 3R_{\text{min}} + L_{\text{м}}, \quad (3.18)$$

де R_{min} – мінімальний радіус повороту, для жатки $R_{\text{min}}=6$ м;

$L_{\text{м}}$ – кінематична довжина машини, $L_{\text{м}}=3,95$ м.

Ширина розворотної смуги

$$E = 3 \cdot 6 + 3,95 = 21,95 \text{ м.}$$

Кратність ширині захвату машини

$$E = K \cdot B_p, \quad (3.19)$$

де K – це кратність

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{21,95}{6} = 3,66.$$

Приймаємо $K=4$.

Після округлення отримуємо

$$E = 4 \cdot 6 = 24 \text{ м}$$

Оптимальна ширин загінки

$$C_{\text{opt}} = \sqrt{16 \cdot R_{\text{min}}^2 + B_p L}, \quad (3.20)$$

де L – довжина загінки, м ($L=800$ м).

$$C_{\text{opt}} = \sqrt{16 \cdot (6)^2 + 2 \cdot 6 \cdot 800} = 100,9 \text{ м.}$$

$$C'_{\text{opt}} = K \cdot B_p.$$

$$K = \frac{100,9}{6} = 16,82, \text{ приймаємо } 17.$$

Отже: $C'_{omt} = 17 \cdot 6 = 102$ м.

Кількість загінок визначаємо

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C}, \quad (3.21)$$

де F – площа поля, $F=127$ га;

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 127}{800 \cdot 102} = 15,56 \text{ шт.}$$

Отже, приймаємо на одному полі шістнадцять загінок шириною $C_{1-15}=102$ м і одну загінку шириною $C_{16} = C_{1-15} \cdot 0,556 = 56,75$ м.

Показником, який оцінює спосіб руху агрегату в загінці є коефіцієнт робочих ходів, який визначається за формулою

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (3.22)$$

де L_p, L_x – середнє значення робочої довжини загінки і холостого ходу.

Для гонового способу руху.

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

$$L_x = 6R + 2 \cdot l, \quad (3.20)$$

де l – довжина виїзду агрегату

$$l = 0,5L_a = 0,5 \cdot (3,35 + 3,95) = 3,55 \text{ м;}$$

$$L_p = 800 - 2 \cdot 24 = 752 \text{ м;}$$

$$L_x = 6 \cdot 6 + 2 \cdot 3,55 = 43 \text{ м.}$$

Тоді

$$K_p = \frac{752}{752 + 43} = 0,95.$$

Коефіцієнт близький до одиниці, що вказує на високе використання робочого часу.

Визначаємо тривалість одного циклу за формулою:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_p}{10^2 \cdot v_p} + 2t_n, \quad (3.21)$$

де L_p – робоча довжина загінки, ;

t_n – час повороту в кінці загінки, $t_n=1,5-2$ хв.

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 752}{10^2 \cdot 7,23} + 2 \cdot 2 = 16,48 \text{ хв.}$$

Визначаємо технічну продуктивність за цикл за формулою:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot v_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \quad (3.22)$$

де B_p, v_p, τ – використовуємо з попередніх розрахунків;

$T_{\text{ц}}$ – час циклу, $T_{\text{ц}}=0,27$ год.

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 6 \cdot 7,23 \cdot 0,27 \cdot 0,8 = 0,94 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну визначаємо за формулою:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}. \quad (3.23)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{24,29}{0,94} = 25,84 \text{ ц/зм.}$$

Виконані розрахунки розрахунково–пояснювальної записки використовуємо в операційній технологічній карті.

Витрати палива за один цикл

$$Q_{\text{ц}} = Q_{\text{за}} \cdot W_{\text{ц}}, \quad (3.22)$$

$$Q_{\text{ц}} = 5,16 \cdot 0,94 = 4,85 \text{ кг/цикл.}$$

На підставі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту.

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Технологічний розрахунок

4.1.1. Розрахунок мотовила

У момент входження в стеблостій граблина має максимальну швидкість. Ця швидкість повинна бути менше V_{np} , інакше виникнуть втрати вільного зерна.

Тому з умови [5]

$$V_{\max} = V \sqrt{\lambda^2 - 1} \leq V_{np} \quad (4.1)$$

одержимо

$$\lambda = \sqrt{\frac{V_{kp}}{V + 1}}.$$

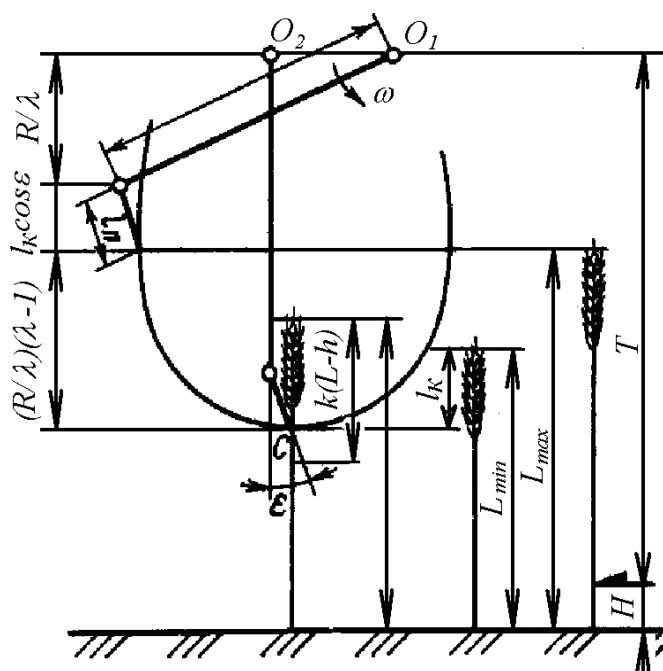


Рис. 4.1 Розташування стебел відносно траєкторії руху планки мотовила

Тоді при зміні швидкості жатки від 1,67 м/с (6 км/год) до 3,47 м/с (12,5 км/год) з умов збирання $V_{np} \geq 2$ м/с

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МВО 00. 000 ПЗ

Арк.

24

$$\lambda_{\min} \leq \sqrt{\frac{2}{1,67 + 1}} = 1,48,$$

$$\lambda_{\max} \leq \sqrt{\frac{2}{3,47 + 1}} = 1,26.$$

З врахуванням приведеної вище нерівності приймаємо

$$\lambda_{\max} = 1,47 \text{ і } \lambda_{\min} = 1,2.$$

Планка граблини в момент зрізу повинна діяти на стебло вище його центра мас, інакше зрізані стебла будуть зависати на мотовилі та попадуть до валка.

Щоб мотовило впливало своїми робочими елементами на стебло вище його центра ваги, радіус мотовила вибираємо з умови:

$$R \leq \frac{(L - H) \cdot \lambda}{3(\lambda - 1)}. \quad (4.2)$$

Оскільки, у процесі роботи у певних межах змінюються висоти установки різального апарата H , довжина L стебла і кінематичний режим мотовила λ , то визначимо радіус мотовила R для крайніх значень цих параметрів.

Дані розрахунків:

L , м	0,65	0,65	0,75	0,75
H , м	0,2	0,2	0,1	0,1
λ	1,47	1,2	1,47	1,2
R , м	0,46	0,9	0,67	1,3

$$R_1 \leq \frac{(0,65 - 0,2) \cdot 1,47}{3 \cdot (1,47 - 1)} = 0,46 \text{ м,}$$

$$R_2 \leq \frac{(0,65 - 0,2) \cdot 1,2}{3 \cdot (1,2 - 1)} = 0,9 \text{ м,}$$

$$R_3 \leq \frac{(0,75 - 0,1) \cdot 1,47}{3 \cdot (1,47 - 1)} = 0,67 \text{ м,}$$

$$R_4 \leq \frac{(0,75 - 0,2) \cdot 1,2}{3 \cdot (1,2 - 1)} = 1,3 \text{ м.}$$

Знаходимо середнє значення радіуса мотовила:

$$R' \leq \frac{0,46 + 0,9 + 0,67 + 1,3}{4} = 0,83 \text{ м.}$$

Приймаємо:

$L_{\max}=0,75$ м, $L_{\min}=0,65$ м, для $\lambda=1,47$ відповідно до виразу

$$R \geq \frac{(L_{\max} - L_{\min} + l_k) \cdot \lambda}{\lambda - 1}, \quad (4.3)$$

$$R \geq \frac{(0,75 - 0,65 + 0,06) \cdot 1,47}{1,47 - 1} = 0,5 \text{ м,}$$

для $\lambda=1,2$

$$R \geq \frac{(0,75 - 0,65 + 0,06) \cdot 1,2}{1,2 - 1} = 0,96 \text{ м.}$$

Середнє значення радіуса в цьому випадку

$$R'' \geq \frac{0,5 + 0,96}{2} = 0,73.$$

Таким чином, з врахуванням обох прийнятих умов $0,73 \leq R \leq 0,825$ м, приймаємо радіус мотовила $R=0,75$ м.

Максимальна і мінімальна кутові швидкості мотовила

$$\omega_{\max} = \frac{\lambda_{\min} \cdot V_{\max}}{R} = \frac{1,23 \cdot 3,47}{0,75} = 5,55, \text{ с}^{-1},$$

$$\omega_{\min} = \frac{\lambda_{\max} \cdot V_{\min}}{R} = \frac{1,47 \cdot 1,67}{0,75} = 3,27 \text{ с}^{-1}.$$

Для зміни кутової швидкості в цих межах на жатці необхідно установити варіатор.

Сусідні граблини не повинні двічі діяти на одне і теж стебло. У цьому випадку з врахуванням рівняння:

$$S_z = \frac{S_m}{z} = \frac{2\pi R}{\lambda \cdot z}$$

можна записати

$$L' < S_z = \frac{2\pi \cdot R}{\lambda \cdot z}, \quad (4.4)$$

де L' – горизонтальна проекція стебла.

З цього виразу одержимо

$$z \leq \frac{2\pi R}{\lambda L'}.$$

Якщо серед масиву, що збирається, зустрічаються стебла з прикореневим поляганням, що неминуче, у різні роки й за різних умов, то

$$L' = L_{cp} = 0,7 \text{ м (з умов збирання).}$$

Тоді при $\lambda = 1,2$ одержимо:

$$z_1 \leq \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,75}{1,2 \cdot 0,7} = 5,6,$$

а при $\lambda = 1,47$

$$z_2 \leq \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,75}{1,47 \cdot 0,7} = 4,6.$$

Приймаємо кількість граблин $z = 5$.

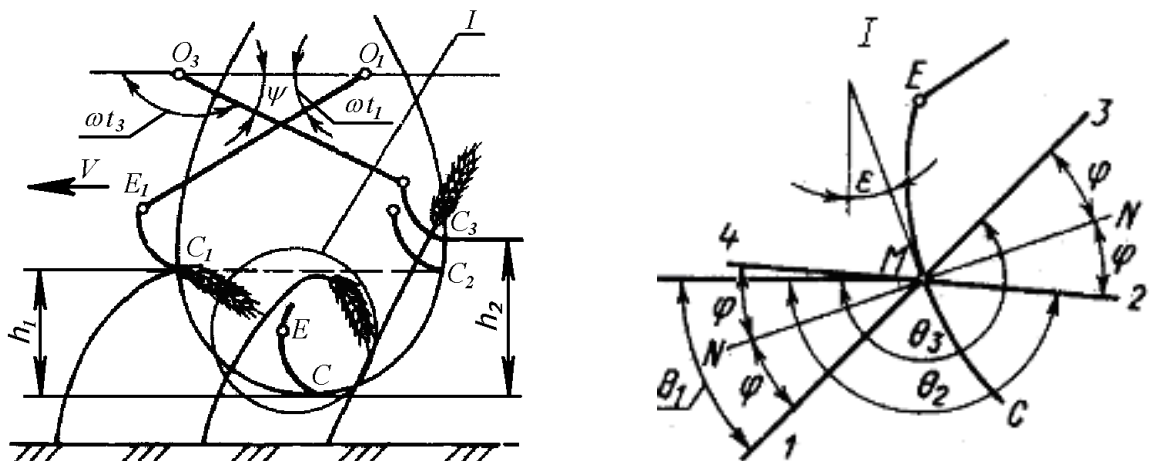


Рис. 4.2. Схема до визначення кута нахилу граблини

Максимально корисна глибина занурення мотовила в стеблостій відповідно до формули:

$$Y_c - Y_f = \frac{R}{\lambda}(\lambda - 1), \quad (4.5)$$

за умови $\lambda=1,47$ $Y_c - Y_A = \frac{0,75}{1,47}(1,47 - 1) = 0,24 \text{ м},$

при $\lambda=1,2$ $Y_c - Y_A = \frac{0,75}{1,2}(1,2 - 1) = 0,125 \text{ м}.$

Приймаємо середнє заглиблення пальця в стеблостій рівним $h_1=0,15 \text{ м}.$

Далі з рівняння

$$h_1 = R \cdot (\sin \omega t_1) \quad (4.6)$$

визначаємо відповідний кут повороту граблини:

$$\omega \cdot t_1 = \arcsin \frac{R - h_1}{R}, \quad (4.7)$$

$$\omega \cdot t_1 = \arcsin \frac{0,75 - 0,15}{0,75} = 53,1^\circ$$

з виразу

$$\omega \cdot t = \arcsin \frac{1}{\lambda} \sin \theta + \theta - \pi / 2.$$

Визначаємо напрямок абсолютної швидкості $V_{абс}$ у момент входу пальця в стеблостій.

Методом перебору при $\lambda=1,2$ кут $\theta_{ex}=88^\circ$, а при $\lambda=1,47$ кут $\theta_{ex}=98^\circ$.

Для надійного ковзання стебел нагору по пальцю в момент його входження в стеблостій повинна виконуватися умова:

$$\theta' = \zeta_1 + \varphi_1, \quad (4.8)$$

тобто $\theta_{ex} \geq \zeta_1 + \varphi_0$.

Отже, кут нахилу пальців (планки) у цей момент:

$$\zeta_1' \leq 88^\circ - 20^\circ = 68^\circ,$$

$$\zeta_2'' \leq 98^\circ - 20^\circ = 78^\circ.$$

Приймаємо умову, що зісковзування стебел повинне відбуватися в момент, коли вони розташуються вертикально, тобто при $\omega t_3=90^\circ$.

Для цього положення визначаємо з виразу

$$\omega \cdot t = \arcsin \frac{1}{\lambda} \cdot \sin \theta + \theta - \frac{\pi}{2}, \quad (4.9)$$

що при кожному λ кут $\theta_{вих}=180^\circ$.

Відповідно до формули

$$\theta_3 = \pi + \xi_3 + \varphi_0, \text{ тоді } |\xi_3| \leq \theta_{вих} - 180 - \varphi_0,$$

$$\theta_3 = 180 + \xi_3 + \varphi_0.$$

Щоб, входячи в стеблостій, мотовило не притискало низько лежачі стебла до землі, приймаємо $\zeta_l=30^\circ$, а щоб стебла гарантовано зісковзували з граблин у момент їхнього виходу зі стеблостою, приймаємо $\zeta_3=0^\circ$. Якщо ж у мотовилі відсутній механізм зміни кута ζ , то приймаємо його середнє значення $\zeta_0=15^\circ$.

Приймаючи довжину пальця мотовила $l_n=0,15$ м і $\zeta=\zeta_0=15^\circ$, з рівнянь (рис. 4.3)

$$T_{\max} = L_{\max} + \frac{R}{\lambda_{\min}} + l_n \cos \xi_{\min} - H_{\min}, \quad (4.10)$$

$$T_{\min} = L_{\min} + \frac{R}{\lambda_{\max}} + l_n \cos \xi_{\max} - H_{\max}$$

одержимо

$$T_{\max} = 0,75 + \frac{0,75}{1,2} + 0,15 \cos 0 - 0,1 = 1,425 \text{ м},$$

$$T_{\min} = 0,65 + \frac{0,75}{1,47} + 0,15 \cos 30 - 0,2 = 1,09 \text{ м}.$$

Для кращого очищення передньої частини платформи жатки від зрізаних стебел приймаємо мінімальний зазор між кінцями пальців мотовила й різальним апаратом $\Delta S=0,05$ м, тоді

$$T'_{\min} = R' + \Delta S = 0,75 + 0,05 = 0,8 \text{ м.}$$

Таким чином, діапазон регулювань мотовила по висоті

$$T_{\max} - T'_{\min} = 1,425 - 0,8 = 0,625 \text{ м.}$$

При повороті граблина відхиляє верхівку цього стебла по траєкторії АМ (рис. 4.3). При подальшому обертанні граблини відносно вісі мотовила стебло висковзує із-під неї. Тому положення АМ є крайнім коли різальний апарат може зрізати стебло на висоті H в точці D.

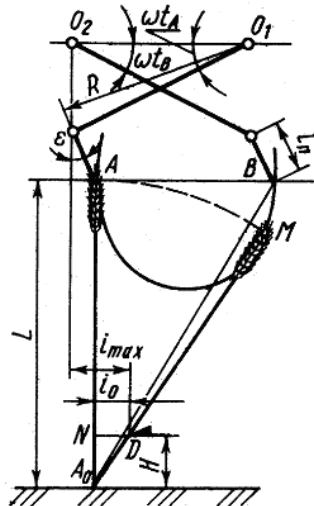


Рис. 4.3. Схема сумісної роботи мотовила та різального апарата

Мінімальний винос мотовила встановлюємо, розташовуючи вісь мотовила над спинкою ножа. Максимальний винос

$$i_{\max} = \frac{R}{\lambda} \sqrt{\lambda^2 - 1} - \frac{2R}{\lambda} \left(\sqrt{\lambda^2 - 1} - \arccos \frac{1}{\lambda} \right) \cdot \left(1 - \frac{H}{L} \right) + l_n \sin \xi. \quad (4.11)$$

Приймаючи $L = L_{cp}$, $H = H_{cp}$, $\xi = \xi_0$, $l_n = 0,15$ м, одержимо:

$$i_{\max} = \frac{0,75}{1,47} \sqrt{1,47^2 - 1} - \frac{2 \cdot 0,75}{1,47} \left(\sqrt{1,47^2 - 1} - \arccos \frac{1}{1,47} \right) \cdot \left(1 - \frac{0,15}{0,7} \right) + 0,15 \sin 15^\circ = 0,38 \text{ м.}$$

для $1,2 \leq \lambda \leq 1,47$.

Середнє значення виносу мотовила $i = 0,2$ приймаємо в якості розрахункового.

Відповідно до виразу

$$\eta = \frac{b}{S_z} = \frac{z}{2\pi} \left(\sqrt{\lambda^2 - 1} - \arccos \frac{1}{\lambda} - \arcsin \frac{i}{R} + \frac{\lambda \cdot i}{R} \right), \quad (4.12)$$

для $\lambda=1,47$, одержимо

$$\eta = \frac{5}{2 \cdot 3,14} \left(\sqrt{1,47^2 - 1} - \arccos \frac{1}{1,47} - \arcsin \frac{0,2}{0,75} + \frac{1,47 \cdot 0,2}{0,75} \right) = 0,3;$$

для $\lambda=1,2$, одержимо

$$\eta = \frac{5}{2 \cdot 3,14} \left(\sqrt{1,2^2 - 1} - \arccos \frac{1}{1,2} - \arcsin \frac{0,2}{0,75} + \frac{1,2 \cdot 0,2}{0,75} \right) = 0,102.$$

Прийнявши коефіцієнт взаємодії стебел $\mu=1,4$, що відповідає стеблостою середньої густоти, одержимо для першого випадку

$$\eta_{\max} = 0,3 \cdot 1,4 = 0,42$$

і для другого випадку

$$\eta_{\min} = 0,102 \cdot 1,4 = 0,143.$$

Отже, без участі мотовила зрізується, відповідно

$$(1 - 0,143) \cdot 100\% = 85,7\%,$$

$$(1 - 0,42) \cdot 100\% = 58\%$$

відсотків стебел.

4.2. Силовий аналіз механізмів машини

Визначаємо зусилля на штоку гідроциліндрів і синхронність їхнього спрацьовування

При пересуванні мотовила на балки мотовила діють сили

$$\text{сила ваги мотовила} \quad G = mg;$$

$$\text{сила тертя} \quad F_{\text{ТЕР}} = fmg,$$

де m – маса мотовила, $m=200$ кг;

f – коефіцієнт тертя сталі об сталь без змащення, $f=0,25$.

Так, як жатка має дві підтримуючі балки мотовила, то і маса мотовила відповідно буде розподілятися на обидві балки.

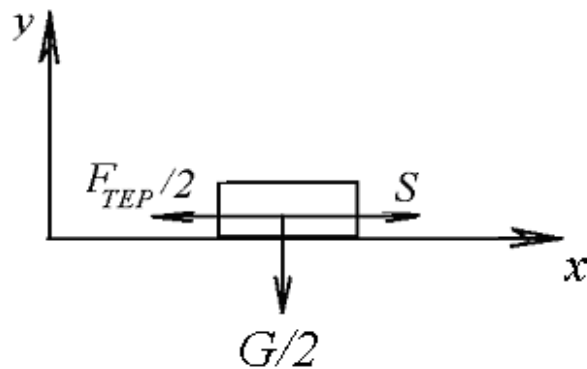


Рис. 4.4. Схема сил, що діють на балку мотовила при переміщенні

Тоді:

$$\frac{G}{2} = \frac{200 \cdot 9,81}{2} = 981 \text{ Н};$$

$$\frac{F_{TEP}}{2} = \frac{200 \cdot 9,81}{2} \cdot 0,25 = 245,25 \text{ Н}.$$

Вибір гідроциліндрів проводиться по їхній технічній характеристиці, довжині штока, тиску у гідросистемі, зусиллі на штоку.

З рис. 4.4 видно, що в площині X діють дві сили:

S – зусилля на штоку гідроциліндра;

$F_{mp}/2$ – сила тертя, мотовила по балці.

Для того, щоб відбувалося переміщення необхідно, щоб сила на штоку гідроциліндра була більше сили тертя

$$F_{TEP} < S.$$

Перевіримо на працездатність гідроциліндри: ГА44.000 і ГА43.000.

Таблиця 4.1

Технічні дані гідроциліндрів

	ГА 44. 000	ГА 43. 000
Робочий тиск, МПа	до 10	до 10
Діаметр робочої порожнини, мм	40	32

Діаметр штока, мм	25	20
Хід штока, мм	400	400

Знайдемо необхідний тиск для роботи гідроциліндрів

$$P = \frac{4S}{\pi D^2}$$

$$P_1 = \frac{4 \cdot 245,25}{3,14 \cdot 0,04^2} = 1,95 \text{ МПа};$$

$$P_2 = \frac{4 \cdot 245,25}{3,14 \cdot 0,032^2} = 3 \text{ МПа}.$$

Так, як у гідросистемі комбайна роботі тиск 6,3 МПа, то робота на переміщення мотовила цими гідроциліндрами забезпечена.

Для того, щоб гідроциліндри працювали одночасно необхідно, щоб їхні обсяги робочих порожнин були рівні

$$V_1 = V_2.$$

Для цього приймаємо схему підключення гідроциліндрів як показано на рис. 4.5.

Тоді, об'єм 1-го

$$V_1 = \frac{\pi \cdot (40^2 - 25^2)}{4} H.$$

об'єм 2-го

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 32^2}{4} H.$$

Тоді,

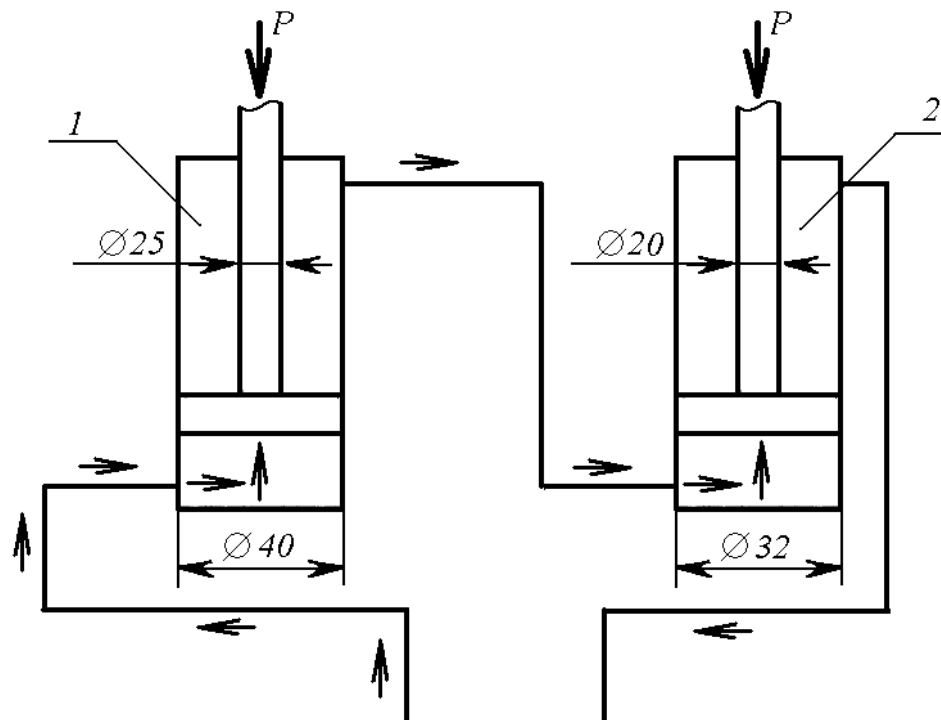


Рис. 4.5. Схема підключення гідроциліндрів

$$\pi \cdot \frac{(40^2 - 25^2)}{4} H = \frac{\pi \cdot 32^2}{4} H;$$

$$765,375 \text{ мм}^2 \approx 803,8 \text{ мм}^2.$$

Так, як об'єми робочих порожнин приблизно рівні, то синхронність забезпечена.

4.3. Енергетичний розрахунок

4.3.1. Визначаємо потужність привода мотовила

Потужність на ведучому валу мотовила $N_1' = 0,932 \text{ кВт}$.

Потужність на привід мотовила

$$N_{np}' = \frac{N_1'}{\eta} \quad (4.13)$$

де η – ККД привода мотовила

$$\eta = \eta_{к.к.}^7 \cdot \eta_{ц.п.}^2 \cdot \eta_{к.р.},$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МВО 00. 000 ПЗ

Арк.

34

Так, як у нас діаметр мотовила $D=1500$ мм, то тиск на планку приймаємо 3 кг на 1 метр захвату машини.

Довжина мотовила $L=6$ м.

Тоді мотовило повинне зупинятися при зусиллі на планку мотовила

$$P = 3 \cdot 6 = 18 \text{ кг} = 176,58 \text{ Н.}$$

Радіус мотовила

$$R = \frac{D}{2} = \frac{1500}{2} = 750 \text{ мм.}$$

Максимальний момент, при якому можлива зупинка мотовила на валу мотовила буде дорівнює

$$M_B = R \cdot P = 750 \cdot 18 = 13500 \text{ кг} \cdot \text{мм} = 132,44 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Зробимо перевірочний розрахунок клинопасової передачі для привода мотовила жатки.

Довжина пасу $L=5000$ мм.

Тип пасу нормальний.

Профіль пасу Г,

де $b=32$ мм; $b_{\text{ц.м.}}=27$ мм;

$\gamma=40^\circ$; $b_l=18,2$ мм;

$z_{\text{ц.м.}}=8,6$ мм; $h=19$ мм.

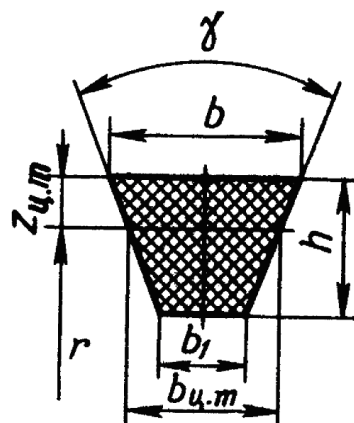


Рис. 4.7. Поперечний перетин паса

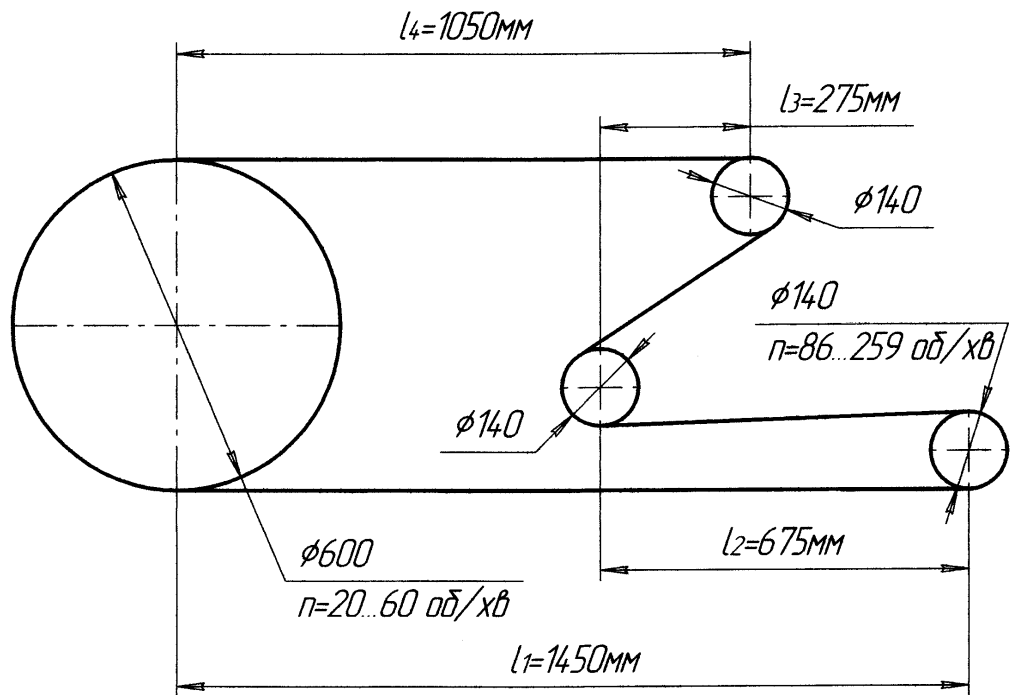


Рис. 4.8. Схема привода мотовила

Площа перетину паса $F=4,76 \text{ см}^2$.

Знайдемо потужність на валу мотовила

$$N_e = \frac{P \cdot V}{1000}. \quad (4.14)$$

Так, як радіус мотовила більше радіуса шківа $R_m < R_u$, то колова сила на шківу мотовила буде більшою

$$P = \frac{M_e}{R_u} = \frac{132,44}{0,3} = 441,47 \text{ Н.}$$

Швидкість паса

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 140 \cdot 86}{60 \cdot 1000} = 0,63 \text{ м/с};$$

$$V'_1 = \frac{3,14 \cdot 140 \cdot 259}{60 \cdot 1000} = 1,9 \text{ м/с.}$$

Кутова швидкість ведучого вала

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 86}{30} = 9 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_1' = \frac{3,14 \cdot 259}{30} = 27,1 \text{ с}^{-1}.$$

Кутова швидкість веденого вала

$$\omega_2 = \frac{d_1 \cdot \omega_1 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_2} = \frac{140 \cdot 9(1 - 0,02)}{600} = 2,058 \text{ с}^{-1};$$

$$\omega_2' = \frac{d_1 \cdot \omega_1' \cdot (1 - \varepsilon)}{d_2} = \frac{140 \cdot 27,1(1 - 0,02)}{600} = 6,2 \text{ с}^{-1},$$

де ε – коефіцієнт ковзання, $\varepsilon=0,02$.

Передаточне відношення

$$U = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{27,1}{6,2} = 4,37.$$

Визначаємо потужність на валу мотовила

$$N_{\varepsilon 2} = \frac{P \cdot V}{1000} = \frac{441,47 \cdot 0,63}{1000} = 0,278 \text{ кВт};$$

$$N_{\varepsilon 2}' = \frac{441,47 \cdot 1,9}{1000} = 0,839 \text{ кВт}.$$

Потужність на ведучому шківі

$$N_1 = \frac{N_{\varepsilon 2}}{\eta} = \frac{0,278}{0,9} = 0,3 \text{ кВт};$$

$$N_1' = \frac{N_{\varepsilon 2}'}{\eta} = \frac{0,839}{0,9} = 0,932 \text{ кВт}.$$

де η – ККД привода,

$$\eta = \eta_{к.р.} \cdot \eta_{н.к.}^3 \cdot \eta_{н.с.} = 0,96 \cdot 0,995^3 \cdot 0,99 = 0,9,$$

де $\eta_{к.р.}$ – ККД клинопасової передачі, $\eta_{к.р.}=0,94-0,96$;

$\eta_{н.к.}$ – ККД підшипника кочення, $\eta_{н.к.}=0,995$;

$\eta_{н.с.}$ – ККД підшипника ковзання, $\eta_{н.с.}=0,99$.

Момент на швидкохідному валу

$$M_1 = 1000 \cdot \frac{N_1}{\omega} = 1000 \cdot \frac{0,3}{9} = 33,33 \text{ Н·м}.$$

Колова сила на ведучому шківі

$$F_t = \frac{2M \cdot 1000}{d} = \frac{2 \cdot 33,33 \cdot 1000}{140} = 476,14 \text{ Н.}$$

Сила натягу пасу

$$S = \frac{780 \cdot N}{V \cdot S_\alpha \cdot C_p \cdot Z} + gV^2, \quad (4.15)$$

де C_α – коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату, $C_\alpha=1$;

C_p – коефіцієнт режиму роботи, $C_p=0,8$;

Z – число пасів, $Z=1$;

g – маса одного погонного метра пасу, $g=0,62 \text{ кг/м.}$

$$S = \frac{780 \cdot 0,932}{1,9 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1} + 0,69 \cdot 1,9^2 = 480,5 \text{ Н.}$$

Розрахункова довжина пасу

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + 1,57 \cdot (D_1 + D_2 + D_3 + D_4) + \frac{(D_1 + D_2 - D_3 - D_4)^2}{4e}, \quad (4.16)$$

де $l=l_1+l_2+l_3+l_4=1450+625+275+1050=3400 \text{ мм.}$

$$L = 3400 + 1,57 \cdot (600 + 3 \cdot 140) + \frac{(600 - 140 \cdot 3)^2}{3 \cdot 3400} = 5003,8 \text{ мм.}$$

Кут обхвату обох шківів $\alpha=180^\circ$.

Частота пробігів пасу

$$\Pi = \frac{1000V}{L} = \frac{1000 \cdot 0,63}{5000} = 0,126 \text{ с}^{-1};$$

$$\Pi' = \frac{1000 \cdot 1,9}{5000} = 0,38 \text{ с}^{-1}.$$

Вихідне корисне напруження k_0 для діаметра 140 мм, $k_0=11,1 \text{ кг/см}^2$,
 $\sigma_0=12 \text{ кг/см}^2$.

Корисне допустиме напруження [6]

$$[k] = k_0 \cdot C_\alpha \cdot C_p = 11,1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 8,88 \text{ кг/см}^2 = 0,86 \cdot \text{МПа},$$

де C_α – коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату, $C_\alpha=1$;

C_p – коефіцієнт режиму роботи, $C_p=0,8$.

Середнє напруження розтягу в перетині паса

$$\sigma_p = \sigma_o + \frac{75N}{V \cdot F} = 12 + \frac{75 \cdot 0,932}{1,9 \cdot 4,76} = 19,73 \text{ кг/см}^2 = 1,97 \text{ МПа.}$$

Для $\sigma_p=1,97$ МПа знаходимо $T_0=1280$ годин.

Для передаточного числа $U=4,37$ коефіцієнт впливу передаточного числа на довговічність паса $\xi_i=2,0$.

Коефіцієнт нестійкості навантаження кордтканинного пасу на основі капрону чи віскози $\xi_n=1,5$ і $\xi_{do}=1-1,5$.

Розрахункова довговічність паса

$$T = \frac{T_0}{P} \cdot \xi_I \cdot \xi_n \cdot \xi_k = \frac{1280}{0,38} \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot \xi_k = 4800 \div 7200 \text{ год.}$$

Так, як термін служби жатки 8 років, а річний наробіток 90 годин, то тоді

$$8 \cdot 90 = 720 \text{ год} < 4800 \div 7200 \text{ год.}$$

Дана клинопасова передача цілком нас задовольняє.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Інструкція з охорони праці при роботі з валковою жаткою

При експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті агрегату, до складу якого входить удосконалена жатка ЖВН-6, виникає ряд небезпечних і шкідливих виробничих факторів, аналіз яких та розроблення заходів щодо їх усунення є необхідною складовою кваліфікаційної роботи.

До основних небезпечних і шкідливих факторів при роботі збирального агрегату належать: рухомі та обертові частини робочих органів жатки (мотовило, різальний апарат, транспортер), що становлять небезпеку травмування при недотриманні правил техніки безпеки; рух агрегату в польових умовах, що може спричинити наїзд або перекидання на нерівностях рельєфу чи крутих схилах; підвищена запиленість повітря робочої зони оператора в умовах сухої жаркої погоди в період жнив; підвищений рівень шуму і вібрації від двигуна та трансмісії енергетичного засобу; небезпека ураження електричним струмом при обслуговуванні електрообладнання та можливість накопичення статичної електрики при терті сухої рослинної маси об робочі поверхні жатки; підвищена пожежна небезпека, зумовлена скупченням сухих рослинних решток, пилу і соломи поблизу гарячих частин двигуна та вихлопної системи.

Додаткової уваги вимагають питання безпечної експлуатації саме модернізованих вузлів: усі рухомі елементи удосконаленого мотовила та механізму адаптивного копіювання рельєфу повинні мати справні захисні кожухи й огороження, що унеможливають випадковий контакт обслуговуючого персоналу з робочими органами під час руху агрегату.

Для забезпечення безпечних умов праці при експлуатації удосконаленого агрегату передбачено такі заходи:

- огороження всіх небезпечних зон жатки (привід мотовила, різальний апарат, ланцюгові та пасові передачі) захисними кожухами і щитками відповідно до вимог нормативних документів;
- застосування блокувальних пристроїв, що унеможливлюють виконання регулювань і очищення робочих органів при працюючому двигуні;
- обладнання кабіни енергетичного засобу системою вентиляції та кондиціонування повітря для забезпечення оптимального мікроклімату й зниження запиленості робочої зони оператора;
- застосування звукоізоляційних матеріалів у кабіні та віброізолюючих елементів кріплення сидіння оператора для зниження рівнів шуму і вібрації до допустимих санітарних норм;
- встановлення пристроїв заземлення металевих частин жатки для відведення статичної електрики та запобігання її накопиченню при терті сухої рослинної маси;
- комплектація агрегату справним вогнегасником, обладнання двигуна іскрогасником на вихлопній системі, регулярне очищення жатки і моторного відсіку від рослинних решток та пилу;
- забезпечення стійкості агрегату при роботі на схилах шляхом дотримання обмежень за допустимим кутом нахилу місцевості, встановлених технічною характеристикою енергетичного засобу;
- проведення інструктажів з охорони праці та допуск до роботи лише осіб, які пройшли відповідне навчання, медичний огляд і мають посвідчення тракториста-машиніста відповідної категорії.

Реалізація перелічених заходів дозволяє забезпечити безпечні умови праці обслуговуючого персоналу при експлуатації удосконаленого агрегату для збирання вівса та привести організацію робіт у відповідність до чинних нормативних вимог з охорони праці.

ВИСНОВКИ

Проведено аналіз технології вирощування вівса та встановлено, що ключовими біологічними особливостями культури, які визначають специфіку збирання врожаю, є схильність до вилягання, нерівномірне дозрівання волоті та підвищена обсипальність зерна.

Обґрунтовано, що для вівса роздільний спосіб збирання врожаю із застосуванням валкових жаток є технологічно доцільнішим порівняно з прямим комбайнуванням у переважній більшості виробничих умов, оскільки дозволяє уникнути втрат від обсипання найбільш стиглого зерна верхньої частини волоті.

Виявлено недоліки серійної жатки ЖВН-6 при її застосуванні на посівах вівса, зумовлені невідповідністю конструктивних параметрів мотовила, стебlopідіймачів та системи копіювання рельєфу механіко-технологічним властивостям тонкостеблого і схильного до вилягання стеблостою вівса.

Визначено напрями удосконалення жатки ЖВН-6 – модернізацію мотовила, стебlopідіймачів та системи адаптивного копіювання рельєфу поля, реалізація яких дозволить знизити втрати зерна та підвищити якість формування валка при збиранні вівса.

Розроблено комплекс заходів з охорони праці, спрямованих на забезпечення безпечної експлуатації удосконаленого збирального агрегату, що враховує специфіку модернізованих робочих органів жатки.

Запропоновані напрями удосконалення жатки ЖВН-6 та супровідні організаційно-технічні заходи відповідають меті підвищення ефективності технології вирощування і збирання вівса та можуть бути рекомендовані до практичної реалізації в інженерній частині кваліфікаційної роботи та подальшого впровадження в умовах сільськогосподарських підприємств відповідної природно-кліматичної зони.

Список використаної літератури

1. Петров П. В. Агротехнологія і технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. / Петров П. В., Посполітак Т. Є., Юркевич Є. О. – К. : Аграрна освіта, 2009. – 268 с.
2. Технологія виробництва продукції рослинництва : навч. посіб. Ч.2 / [Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д.]. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
3. Технологія вирощування вівса від попередників до збирання. Особливості культури [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://superagronom.com/articles/853-tehnologiya-viroshchuvannya-vivsa-vid-poperednikiv-do-zbirannya-osoblivosti-kulturi> (дата звернення: 10.05.2026). – Назва з екрана.
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://vukladach.pp.ua/MyWeb/manual/agronomija/txn_vur_prod_rosl_I_chastu_na/2_11/2_11.htm (дата звернення: 10.05.2026). – Назва з екрана.
5. Вирощування Вівса: Від Посіву До Врожаю [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eos.com/uk/blog/vyroshchuvannia-vivsa/> (дата звернення: 10.05.2026). – Назва з екрана.
6. Вирощування вівса. Мінімум затрат – максимум вигоди [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.agronom.com.ua/vyroshhuvannya-vivsa-minimum-zatrat-maksymum-vygody/> (дата звернення: 10.05.2026). – Назва з екрана.
7. 10 порад для успішного вирощування вівса [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.agronom.com.ua/10-porad-dlya-uspishnogo-vyroshhuvannya-vivsa/> (дата звернення: 10.05.2026). – Назва з екрана.
8. Особливості вирощування вівса [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://olgopol.com.ua/posts/osoblyvosti-vyroshchuvannya-vivsa> (дата звернення: 10.05.2026). – Назва з екрана.

9. Про переваги вирощування вівса та нюанси в технології розповіли польські фахівці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://superagronom.com/news/19908-pro-perevagi-viroshchuvannya-vivsa-ta-nyuansi-v-tehnologiyi-rozpovili-polski-fahivtsi> (дата звернення: 10.05.2026). – Назва з екрана.

10. Сучасні тенденції вирощування вівса та гороху [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/7836-suchasni-tendentsii-vyroshchuvannya-vivsa-ta-horokhu.html> (дата звернення: 10.05.2026). – Назва з екрана.

11. Агротехнологія вирощування вівса в умовах Степу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.agronom.com.ua/agrotehnologiya-vyroshhuvannya-vivsa-v-umovah-stepu/> (дата звернення: 10.05.2026). – Назва з екрана.

12. ТОП-7 рекомендацій для ефективного вирощування вівса [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dobrodiy.in.ua/statti/top-7-rekomendaczij-dlya-efektyvnogo-vyroshhuvannya-vivsa/> (дата звернення: 10.05.2026). – 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 «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. Кузьмін А.В. та ін. Розрахунки деталей машин: Довідковий посібник, М, 1986.

20. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: "Урожай", 1991. – 136 с.

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