

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

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Підвищення ефективності збирання льону-довгунця з**
розробкою накопичувача вороху льону

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГ-41

спеціальності 208

Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

Гарник Д.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Малевич Н.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Сташків М.Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Бабій А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2025

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

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Бабій А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)
студенту Гарнику Дем'яну Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи Підвищення ефективності збирання льону-довгунця з розробкою накопичувача вороху льону

Керівник роботи Малевиц Назар Юрієвич, к.е.н., асистент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 22 » січня 2025 року № 4/7-25

2. Термін подання студентом завершеної роботи 25 червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи

Базова конструкція причепа ГКБ-887Д та напільної сушарки, продуктивність – 0,15 т/год, річне завантаження накопичувача – 130 год, потужність приводу редуктора 2,5 кВт,

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

Реферат. Вступ. 1. Оглядова частина. 2. Рекомендації з підвищення ефективності збирання льону-довгунця 3. Проектна частина. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Загальні висновки

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

1. Технологічна схема накопичувача – 1А4. 2. Принципова схема накопичувача – 1А4.

3. Лінія з переробки льону – 1А4. 4. Редуктор конічний одноступінчатий. СК – 1А4.

5. Деталювання – 2А4. 6. Дослідження НДС валу-шестерні – 1А4.

6. Аналіз технології збирання льону-довгунця. – 1А4. 7. Огляд машин задіяних у технологічному процесі збирання льону-довгунця. – 1А4.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

27.01.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Оглядова частина	02.02.2025 р.	
2	Рекомендації з підвищення ефективності збирання льону-довгунця	09.02.2025 р.	
3	Проектна частина.	15.05.2025 р.	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	25.05.2025 р.	
5	Реферат. Вступ. Висновки.	05.06.2025 р.	
6	Ілюстративна частина. Додатки	15.06.2025 р.	

Студент

(підпис)

Гарник Д.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Малевиц Н.Ю.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Гарник Дем'ян Володимирович.

Тема роботи – «Підвищення ефективності збирання льону-довгунця з розробкою накопичувача вороху льону».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Малевич Назар Юрійович, кандидат економічних наук, асистент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Актуальність теми роботи

Найбільш ресурсозатратним етапом у виробництві льону є його збирання. При збиранні вирощеного врожаю 50...60% видатків припадає на післязбиральний обробіток, причому основна частка – на сушіння.

Після збирання льону комбайном отримують ворох льону. Потім його відправляють на пункти сушіння і переробки, які розміщені в господарствах, де ворох льону сушать і обмолочують.

В процесі обробки вороху льону на пункті сушіння і переробки значні затрати необхідні для його завантаження, сушіння та переміщення сухого вороху до молотарки-віялки. Зниження даних затрат дозволить знизити собівартості отримання насіння високої якості. Розробка машин, які ще у полі будуть попередньо підсушувати, а також розділяти ворох на дві фракції: коробочки з насінням і плутанину, дозволять на пунктах сушіння і переробки використовувати прості за конструкцією напільні сушарки для сушіння вказаних фракцій.

Від якісної роботи робочих органів накопичувача залежить якість виконання технологічного процесу сепарації вороху льону і теплової обробки коробочок. Це є основою одержання якісного насіння і, як наслідок, високих врожаїв льону-довгунця.

Тому питання підвищення ефективності проведення робіт при збиранні

урожаю льону-довгунця шляхом модернізації вітчизняних агрегатів є важливим.

Мета роботи

Основною метою кваліфікаційної роботи бакалавра є підвищення ефективності збирання льону-довгунця, шляхом розробки конструкції накопичувача вороху льону.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Технологія збирання льону-довгунця.

Предмет дослідження. Накопичувач вороху льону.

Методи дослідження. Економіко-статистичний, порівняльний, математичного моделювання, теоретико-емпіричний.

Отримані результати:

- здійснено аналіз технології збирання льону-довгунця;
- проведено огляд машин, задіяних у технологічному процесі збирання льону-довгунця;
- наведено розрахунки економічної ефективності застосування розробленого накопичувача вороху льону;
- запропоновано рекомендації з підвищення ефективності збирання льону-довгунця;
- обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри накопичувача вороху льону та його робочих органів;
- визначено режими роботи накопичувача, побудовано його функціональну, кінематичну та принципову схеми ;
- розроблено конструкції складальних одиниць і деталей редуктора трансмісії та приводу соломотряса і вентилятора;
- розроблено вказівки щодо охорони праці та техніка безпеки при роботі на машинах для збирання льону-довгунця.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблений накопичувач льоновороху спрямований на оптимізацію логістики у післязбиральному циклі, що дозволяє зменшити потребу в транспортних засобах, скоротити витрати паливно-енергетичних ресурсів і

забезпечити отримання високоякісного насіння льону з мінімальними витратами.

Застосування накопичувача льоновороху має суттєві техніко-економічні переваги порівняно з традиційним роздільним використанням тракторного причепа типу ГКБ–887Д та напільної сушарки.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 61, додатки – 8 арк. формату А4, ілюстративний матеріал – 10 арк. формату А4.

Ключові слова: льон, накопичувач, ворох, причіп, напільна сушарка.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Розділ 2:

W – продуктивність за годину основного часу, т/год;

τ – коефіцієнт використання робочого часу;

W_{Γ} – годинна продуктивність накопичувача, т/год;

T – тривалість робочого дня, год.

$W_{\text{зм}}$ – продуктивність накопичувача за зміну, т/зм;

t_p – річне завантаження накопичувача, год;

D – максимально допустима кількість днів збирання льону, днів;

L – кількість людей, що обслуговують накопичувач, чол;

$V_{\text{зб}}, V_{\text{зн}}$ – затрати праці на виконувану роботу відповідно базовим і новим накопичувачем, люд-год/т;

Q – річний обсяг робіт, т.

Розділ 3:

V_6 – об'єм бункера, якщо його не обладнувати решітчастим дном і зрізаним верхом, м³;

V_{Π} – сумарний об'єм, що утворюють решітчасте дно і зрізаний верх, м³;

S_{Π} – площа платформи, м²;

A і B – відповідно задані довжина і ширина платформи, м;

H_6 – задана висота борту накопичувача, м;

h_{Π} – висота нахилу решітчастого дна і зрізаного борту, м;

ρ_k – щільність коробочок, т/м³;

ρ_n – щільність плутанини, т/ м³;

$\sigma_{F \text{ lim}}$ – границя витривалості зубів при згині, МПа;

$\sigma_{F \text{ lim } b}$ – границя витривалості при згині, що відповідає базовому числу циклів зміни напружень, МПа;

K_{FC} – коефіцієнт, що враховує вплив прикладання навантаження;
 K_{FL} – коефіцієнт довговічності;
 N_{FO} – базове число циклів зміни напружень;
 $N_{FE} = N_{\Sigma}$ – еквівалентне (сумарне) число циклів зміни напружень;
 t_r – строк служби передачі, год;
 S_F – коефіцієнт безпеки;
 S_F' – коефіцієнт що враховує нестабільність характеристики матеріалу;
 S_F'' – коефіцієнт, що враховує спосіб отримання заготовки і умови експлуатації передачі;
 Y_s – коефіцієнт, що враховує чутливість матеріалу до концентрації напружень;
 Y_R – коефіцієнт, що враховує шорсткість перехідної поверхні зуба;
 $\sigma_F \lim M$ – гранична напруга, яка не викликає деформацій чи крихкого руйнування зуба, МПа;
 $\sigma_H \lim$ – границя контактної витривалості поверхонь зубів, що відповідає еквівалентному числу циклів зміни напружень, МПа;
 $\sigma_H \lim b$ – границя контактної витривалості, що відповідає базовому числу циклів зміни напружень, МПа;
 K_{HL} – коефіцієнт довговічності;
 N_{HO} – базове число циклів зміни напружень;
 N_{HE} – еквівалентне число циклів зміни напружень;
 S_H – коефіцієнт безпеки для зубів з однорідною структурою матеріалу;
 Z_R – коефіцієнт, що враховує шорсткість спряжених поверхонь;
 Z_v – коефіцієнт, що враховує колову швидкість;
 T_{H1} – крутний момент на шестерні, Н·мм;
 $K_{H\alpha}$ – коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубами для прямозубих передач;

$K_{H\beta}$ – коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця;
 K_{HV} – коефіцієнт динамічного навантаження;
 Z_H – коефіцієнт, що враховує форму спряжених поверхонь;
 Z_M – коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалів спряжених коліс, МПа^{1/2};
 Z_ε – коефіцієнт, що враховує сумарну довжину контактних ліній;
 ε_α – коефіцієнт торцевого перекриття, вибирається залежно від вибраного числа зубів шестерні;
 Z_2 – число зубів зубчатого колеса;
 Y_F – коефіцієнт, що враховує форму зуба;
 Y_β – коефіцієнт, що враховує вплив нахилу зуба на його напружений стан;
 m_n – середній нормальний модуль зачеплення, мм;
 ε – коефіцієнт ковзання;
 u – передатне число передачі;
 C_Z – коефіцієнт, що враховує нерівномірність навантаження;
 P – потужність на ведучому валу передачі (на тихохідному валу редуктора), кВт;
 σ_1 – напруження розтягу, Н/мм²;
 A – площа поперечного перерізу паса, мм²;
 σ_3 – напруження згину, Н/мм²;
 E_s – модуль поздовжньої пружності при згині для прогумованих пасів, Н/мм²;
 h – висота перерізу клинового паса нормального перерізу A , мм;
 σ_9 – напруження від відцентрових сил, Н/мм²;
 ρ – щільність матеріалу паса, кг/мм³;
 $[\sigma]_p$ – допустиме напруження розтягу, Н/мм².

ЗМІСТ

Вступ	11
1. Оглядова частина	12
1.1 Аналіз технології збирання льону-довгунця	12
1.2 Аналіз конструкції накопичувача вороху льону	16
1.3 Огляд машин, задіяних у технологічному процесі збирання льону-довгунця	19
1.4 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра	26
2. Рекомендації з підвищення ефективності збирання льону-довгунця	27
2.1 Розробка технології вирощування та збирання льону-довгунця	27
2.2 Визначення економічної ефективності застосування накопичувача вороху льону	28
3. Проектна частина	32
3.1 Розрахунок основних параметрів накопичувача вороху льону	32
3.2 Розрахунок редуктора трансмісії накопичувача льоновороху	34
3.3 Розрахунок клинопасової передачі приводу вентилятора	44
4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	50
4.1 Функції органів державного управління охороною праці в Україні	50
4.2 Правила охорони праці та техніка безпеки при роботі на машинах для збирання льону	51
Загальні висновки	56
Перелік посилань	58
Додатки	61

ВСТУП

Льон-довгунець є однією з ключових технічних культур. Його вирощують для отримання льоноволокна, яке використовують у виробництві як побутових, так і технічних тканин. Насіння льону є джерелом олії, яка має велике значення для харчової промисловості, медицини та хімічної галузі.

Найбільш витратною частиною вирощування льону є його збирання. Близько 50–60% усіх витрат припадає на післязбиральну обробку, зокрема на сушіння. Це пов'язано з тим, що основні посівні площі льону зосереджені в зоні Полісся, де спостерігається підвищена вологість, тому врожай потребує обов'язкової теплової обробки.

Ефективне формування машинно-тракторних агрегатів із двозмінним режимом роботи дозволяє своєчасно виконувати польові роботи відповідно до агротехнічних вимог, а також зменшити потребу в техніці. Такий підхід є особливо актуальним сьогодні, адже він дозволяє задіяти вивільнені машини для обслуговування фермерських і орендних господарств. Особливо це стосується спеціалізованої техніки, наприклад, для збирання льону. Це створює умови для ефективного забезпечення технікою цілих районів, що спеціалізуються на вирощуванні технічних культур, у тому числі льону.

Після збирання льону комбайном утворюється ворох, який транспортують до пунктів сушіння та первинної обробки, розташованих у межах господарства. Тут льон проходить сушіння та обмолот.

На цих пунктах значна частка витрат припадає на процеси завантаження, сушіння та транспортування висушеного вороху до молотарки-віялки. Оптимізація цих процесів може суттєво знизити собівартість виробництва якісного насіння.

Впровадження техніки, здатної ще на полі проводити попереднє підсушування і розділення вороху на дві складові – насіннєві коробочки та плутанину – дає змогу застосовувати на пунктах обробки прості напільні сушарки, призначені для окремого сушіння кожної фракції.

1. ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз технології збирання льону-довгунця

Процеси збирання та реалізації продукції льонарства є найбільш трудомісткими етапами виробництва – на них припадає понад 80% загальних трудових витрат у галузі.

Льон-довгунець вирощується з метою одержання волокна і насіння. Це однорічна рослина з одним стеблом, висотою від 60 до 120 см. У нижній частині діаметр стебла становить у середньому 1–2 мм. До моменту збирання на верхівці кожного стебла формується 3–8 насінневих коробочок діаметром 4–8 мм. Коренева система у льону слабо розвинена й не міцно закріплена в ґрунті, тому рослину легко вирвати. Зусилля, необхідне для виривання одного стебла, складає 4–8 Н, тоді як розрив потребує значно більшого зусилля – близько 20–35 Н. Саме тому льон збирають шляхом виривання з ґрунту, що й дістало назву "брання стебел". Цей принцип покладено в основу роботи льонозбиральної техніки.

Насіннєві коробочки відокремлюють від стебел методом обчісування, після чого піддають обмолоту. Збирання льону-довгунця здійснюють у фазі ранньої жовтої стиглості, оскільки саме в цей період забезпечується максимальний вихід волокна. Стебла і головки набувають світло-жовтого кольору, а їх вологість становить 50–60%. Дозрівання насіння відбувається під час його сушіння у польових умовах.

Якщо льон-довгунець вирощують із метою отримання насіння, його збирають на стадії повної жовтої стиглості. Однак у цьому випадку якість волокна погіршується.

У вітчизняній практиці застосовуються два основні методи збирання льону-довгунця: комбайновий та сноповий. Найпоширенішим є комбайновий спосіб, що включає послідовне виконання таких операцій: виривання стебел з ґрунту, обчісування коробочок, зв'язування стебел у снопи або розкладання

соломки стрічкою на полі, її обертання, транспортування льоносоломки у снопах (чи рулонах) на завод або підбирання трести з подальшим транспортуванням.

При сноповому способі льон спочатку виринають і викладають у стрічки на полі. Через 5–6 днів, після часткового підсушування, ці стрічки підбирають і формують у снопи. Після повного висихання снопи піддають обмолоту.

Залежно від виконуваних технологічних операцій та способу збирання, застосовуються різні типи льонозбиральних машин. Зокрема:

- льонобралки виринають стебла з ґрунту та укладають їх у стрічки;
- льонокомбайни виконують брання стебел, обчісують коробочки, зв'язують соломку в снопи або розстиляють її стрічкою;
- льономолотарки обмолочують снопи льону;
- молотарки-віялки перетирають ворох, відокремлюючи та очищаючи насіння;
- підбирачі піднімають стрічки соломки або трести, формують снопи чи рулони.

Льонозбиральна техніка повинна бути здатною ефективно обробляти як прямостоячі, так і похилі або полегли рослини льону висотою до 160 см.

Під час комбайнового збирання слід дотримуватись наступних показників якості:

- чистота брання стебел повинна становити щонайменше 99% для прямостоячих і не менше 95% для полеглих рослин;
- кількість пошкоджених стебел (поламаних, розірваних, сплюснених) не повинна перевищувати 5%;
- чистота обчісування коробочок має бути не нижче 98%;
- вміст стеблових домішок у вороху – не більше 3–4%;
- загальні втрати насіння не мають перевищувати 5%;
- пошкодження і подрібнення насіння допустиме відповідно до 1% і до 0,25%.

Під час формування стрічок зі стебел або льоносоломки важливо

дотримуватись таких вимог:

- стрічки мають бути рівними, прямолінійними, без перекручувань і скупчень;

- допустиме розтягування стебел у стрічці – не більше ніж у 1,2 раза;
- допустимий перекіс – до 20°;
- розтягнутість снопів – не більше 1,3 раза;
- в'язальні механізми повинні якісно формувати не менше 97% снопів;
- діаметр снопа має бути в межах 14–18 см.

При підбиранні стрічок льоносоломки або трести з наступним в'язанням у снопи:

- повнота підбирання повинна становити не менше 99%;
- допустиме пошкодження стебел – до 3%;
- кількість незв'язаних снопів – не більше 4%;
- розтягнутість снопів – до 1,3 раза.

Під час обмолоту льоновороху необхідно досягти:

- ступінь перетирання коробочок – не менше 98%;
- чистота насіння (першого й другого сорту) – не менше 95%;
- вміст подрібненого насіння – не більше 1%;
- загальні втрати насіння – не більше 4%.

У процесі сушіння льоновороху важливо уникати перегріву насіння. Його кінцева вологість має становити 12–13%.

У разі використання льономолотарок для обмолоту снопів вологість як головок, так і стебел не повинна перевищувати 20%.

Під час пресування рулонів льоносоломки або трести допустимий рівень пошкоджень, що можуть впливати на вихід довгого волокна, не має перевищувати 5%.

Серед сучасних методів збирання льону найбільш ефективним як з технологічної, так і з організаційної точки зору є комбайновий спосіб. Він дає змогу зібрати врожай у оптимальні агротехнічні строки, мінімізувати втрати і запобігти погіршенню якості продукції, при цьому потребує у 2–2,5 раза менше

трудових витрат порівняно з альтернативними технологіями.

У разі реалізації продукції на льонозаводи у вигляді соломи використовують комбайни ЛКВ-4Т та ЛКВ-4А, обладнані в'язальними механізмами. Їх застосовують у регіонах, де льонозаводи мають цехи теплового мочіння. Снопи соломи, зв'язані шпагатом, встановлюють у спеціальні бабки для попереднього підсушування, після чого вручну незначно коригують і здають на переробку.

У випадку підвищеної вологості соломі розкладають у стрічки безпосередньо на полі за допомогою комбайна, де вона підсушується протягом 2–3 днів. Після цього стрічки підбирають підбирачами ПТН-1 або ПРП-1,6 і транспортують на льонозавод.

Для отримання трести безпосередньо у господарстві використовують комбайни ЛК-4А, обладнані розстильними пристроями, які дозволяють одразу під час збирання рівномірно розстилати соломі на полі.

У процесі вилежування льону під впливом тепла, вологи, світла та мікроорганізмів відбувається природне відокремлення волокна від деревини. Протягом 15–25 днів солома перетворюється на тресту.

Розстелену комбайнами соломі у стрічках кілька раз перевертають за допомогою обертача ОСН-1. Суху тресту збирають зі стрічок підбирачами ПТН-1, оснащеними в'язальним апаратом, або переобладнаними пресами-підбирачами ПРП-1,6. Якщо треста волога чи сильно забур'янена, для її збирання використовують високопродуктивний грабельний підбирач ПНП-3. Після цього її вручну формують у конуси для сушіння. У разі потреби тресту сортують, зв'язують у снопи й після підсушування транспортують на зберігання або до заводу для подальшої обробки.

Ворох, отриманий після збирання, сушать теплим повітрям за допомогою методу активного вентилявання на спеціалізованих установках ОСВ-60 або у механізованих сушарках. Для нагрівання повітря використовують повітропідігрівач ТАУ-1,5. Після сушіння ворох обмолочують на молотарці-віялці МВ-2,5А, а насіння очищають і сортують на зерноочисних машинах.

Потім його здають на льононасіннєві станції для доведення до посівної якості.

У традиційній технології збирання льон виривають льонобралками ТЛН-1,5А, розкладають у стрічки, а потім вручну зв'язують у снопи. Снопи встановлюють на полі в бабки для висушування, після чого обмолочують пересувною молотаркою МЛ-28П. Обмолочену соломку доставляють на стелища, де її вручну розстилають для утворення трести.

1.2. Аналіз конструкції накопичувача вороху льону

Накопичувач вороху льону передбачено як заміну причепу ГКБ-887Д та напільної сушарки, що традиційно використовуються під час збирання льону-довгунця. Основне призначення цієї машини – сепарація вороху, сушіння насіннєвих коробочок і очищення насіння льону.

Використання накопичувача дозволить зменшити витрати на транспорт, а відповідно – скоротити споживання паливно-енергетичних ресурсів, що сприятиме отриманню якісного насіння з нижчою собівартістю.

Конструкція накопичувача вороху льону (див. рис. 1.1) включає такі основні вузли:

- бункер для накопичення плутанини та насіннєвих коробочок;
- раму;
- редуктор;
- приводи вентилятора для подачі повітря;
- соломотряс.

Габаритні розміри накопичувача не повинні бути більшими за такі параметри (мм):

- довжина – 5350,
- ширина – 2350,
- висота – 2500.

Накопичувач призначений для накопичення розділеного на соломотрясі вороху льону на дві фракції: коробочок льону і плутанини. Вони відповідно розподіляються по двох камерах бункера. Рівномірність подачі вороху льону на соломотряс забезпечується транспортером комбайна. Коробочки льону після сепарації піддають обробітку теплим повітрям від вентилятора.

Накопичувач льоновороху приймає участь у технологічному процесі отримання насіння льону, що зображений на рис. 1.4.

Технологічні особливості процесу отримання насіння льону полягають у наступному:

а) Для ефективної роботи одного польового агрегату, що складається з трактора та льонокомбайна, необхідно мати два накопичувачі вороху льону. Перший працює безпосередньо в полі, з'єднаний з комбайном і поступово заповнюється ворохом. Другий, уже заповнений, транспортується разом із трактором до пункту обробки.

б) Для максимально ефективного використання цих машин пункт обробки повинен бути оснащений:

- напільною сушаркою (транспортером), здатною вміщувати об'єм плутанини з двох накопичувачів;

- бункером активного вентилявання, розрахованим на обробку двох об'ємів насіннєвих коробочок.

Функціональне призначення накопичувача полягає в накопиченні вороху льону, який після обробки на соломотрясі поділяється на дві фракції: насіннєві коробочки та плутанину. Ці фракції спрямовуються у відповідні секції бункера. Рівномірну подачу вороху на соломотряс забезпечує транспортер комбайна. Після сепарації коробочки обробляються теплим повітрям, яке подається вентилятором.

Накопичувач льоновороху є важливою складовою технологічної ланки з отримання насіння льону, схема якої представлена на рис. 1.2.

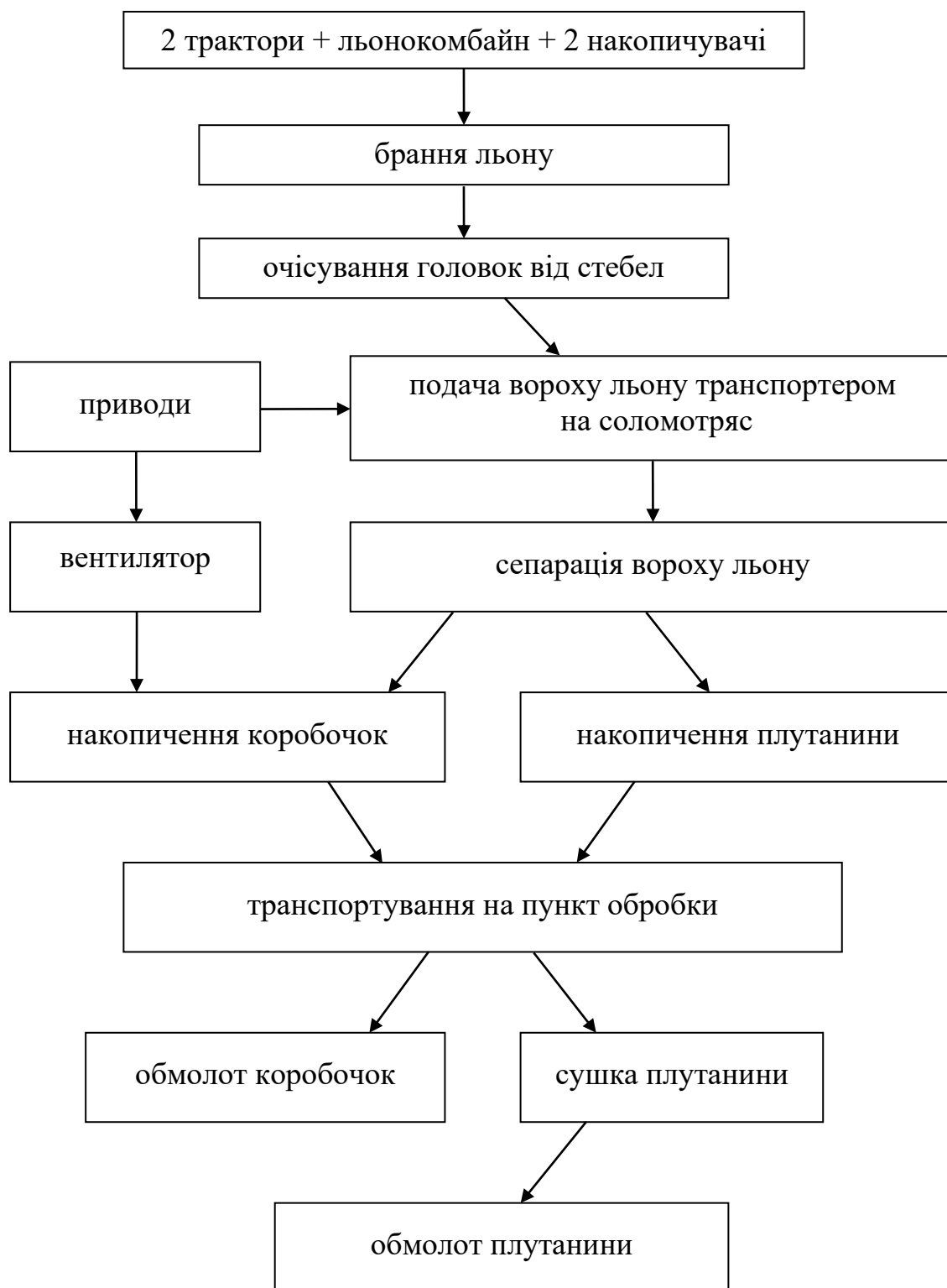


Рисунок 1.2 – Технологічний процес отримання насіння льону

Аналогом розроблюваного накопичувача вороху льону та його складових механізмів є причіп ГКБ-887Д у поєднанні з напільною сушаркою.

Якість виконання технологічного процесу, зокрема сепарації вороху льону та теплової обробки насіннєвих коробочок, безпосередньо залежить від ефективності роботи основних вузлів накопичувача. Від цього, у свою чергу, залежить якість одержаного насіння, що є вирішальним фактором для забезпечення високих урожаїв льону-довгунця.

Конструктивно новий накопичувач включає оригінальний редуктор (див. рис. 1.3), а також трансмісію, до складу якої входять приводи соломотряса і вентилятора. Редуктор виконує функцію зміни площини обертання і розподілу крутного моменту на два незалежні напрямки.

Уся система монтується на рамі візка, де також розташовані гідромотор, що забезпечує обертання редуктора і вентилятора. Візок опирається на два пневматичні колеса і обладнаний власним причіпним пристроєм для з'єднання з тягачем.

1.3. Огляд машин, задіяних у технологічному процесі збирання льону-довгунця

Інформація про технологічні процеси є основою для визначення та узгодження геометричних параметрів машини, її продуктивності і режимів функціонування.

Створювана машина бере участь у процесі збирання льону-довгунця на насіння. Ворох, який утворюється в полі після обчісування стебел, є багатокомпонентною сумішшю, тому на пункті обробки використовується комплекс машин і механізмів, що забезпечують повний цикл його підготовки.

Технологічний процес накопичувача льоновороху, який функціонує у зв'язці з льонокомбайном, охоплює:

- сепарацію вороху (що подається з транспортера комбайна) на дві фракції – насіннєві коробочки та плутанину;
- наповнення камер бункера відповідно до розподілених фракцій;
- теплову обробку коробочок атмосферним повітрям, що подається вентилятором, що сприяє прискореному дозріванню та підсушуванню насіння.

Окрім основної функції, накопичувач також виконує роль транспортного засобу, доставляючи оброблену сировину до пунктів подальшої переробки.

Запропонована технологія дозволяє отримувати насіння льону вищої якості з нижчими витратами на виробництво, що позитивно впливає на загальну ефективність виробничого процесу.

Фізико-механічні властивості вороху льону виступають як вихідні дані при розрахунку оптимальних режимів роботи накопичувача.

Ворох льону є складною багатокомпонентною сумішшю з неоднорідною структурою. Орієнтовне співвідношення його складових виглядає наступним чином:

- чисте насіння – близько 10–15%;
- насіння в коробочках – приблизно 20–30%;
- залишки стебел (так звана плутанина) – 20–30%;
- домішки бур'янів – 10–20%;
- інші включення, зокрема земля, – 2–5%.

Цей склад може варіюватися залежно від стану льонової культури, що впливає на якісні характеристики сировини. Вологість окремих компонентів також має широкий діапазон, проте середній показник початкової вологості за даними літератури становить 45%. Для досягнення належної якості насіння необхідно знизити цей показник до кондиційної вологості – близько 14,5%.

Як зазначалося раніше, при сушінні насіння, що міститься у вороху, температура нагрівання не повинна перевищувати 45 °С, аби зберегти його схожість і енергію проростання.

Ефективність роботи пункту обробки безпосередньо залежить від складу і функціонування машин, задіяних у технологічному процесі збирання льону-

довгунця.

Льонозбиральний комбайн ЛК-4А причіпний

Агрегатується із тракторами класу 1,4 і 3.

Конструктивна компоновка комбайна включає такі основні вузли: п'ять подільників (8) (див. рис. 1.4), бральний механізм (7), ланцюговий поперечний транспортер (1), притискний транспортер (6), обчисувальний барабан (5), вузол в'язального апарата (4), стрічковий транспортер для транспортування льоновороху (3), силовий привід, рама, три пневматичні опорні колеса, гідравлічна система та причіпний механізм.



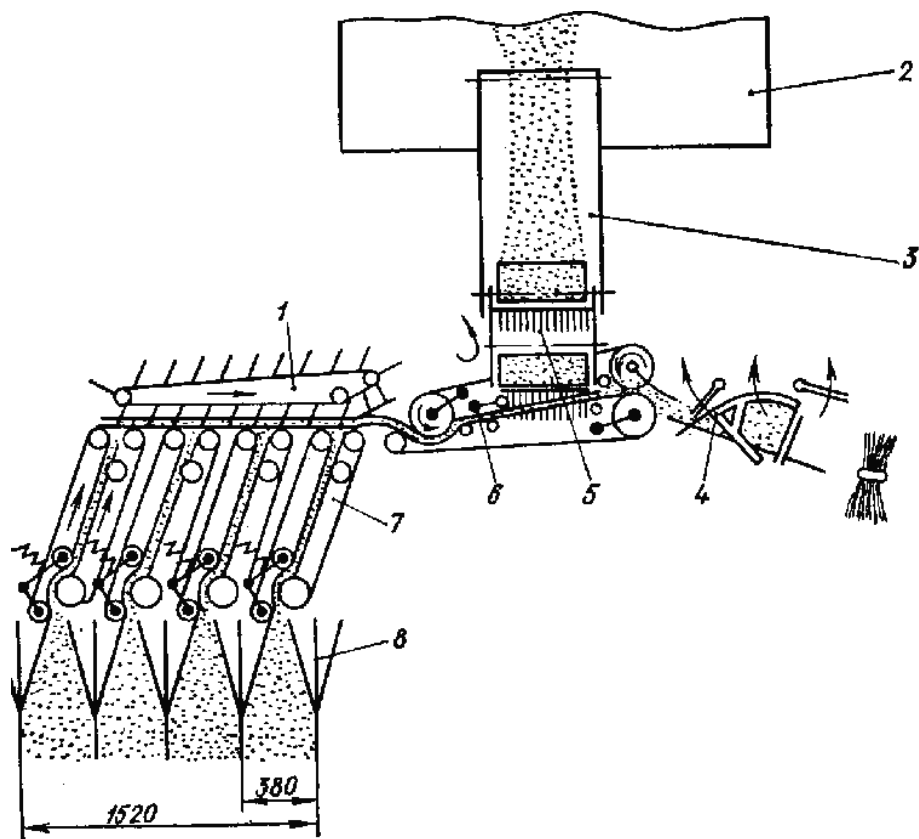
Рисунок 1.4 – Льонозбиральний комбайн ЛК-4А

Подільники (8) виконані у вигляді просторових клиноподібних конструкцій, виготовлених з металевих прутків. Під час роботи вони здійснюють розділення стебел льону-довгунця на чотири паралельні стрічки, кожна з яких має ширину 38 см.

Бральний апарат (7) розташований з правого боку комбайна та конструктивно складається з чотирьох секцій, що включають прогумовані

стрічкові паси, ведучі та ведені шківів, а також бральні та натяжні ролики. Кожна секція обладнана двома стрічковими пасами – ведучим і веденим, трьома веденими шківів, натяжним механізмом і системою роликів для захоплення стебел. У верхній внутрішній частині розміщені напрямні прутки з металу, які забезпечують стабілізацію стебел під час їх переміщення до поперечного транспортера.

Поперечний транспортер є триконтурною конструкцією, сформованою з трьох втулково-роликів ланцюгів. На кожному ланцюгу з фіксованим кроком установлені голки для захоплення стебел, які орієнтовані під гострим кутом до площини ланцюга з метою забезпечення надійного захоплення та транспортування рослинної маси.



- 1 – транспортер; 2 – причіпний візок; 3 – транспортер вороху;
 4 – в'язальний апарат; 5 – обчисувальний барабан; 6 – транспортер;
 7 – бральний апарат; 8 – подільник.

Рисунок 1.5 – Функціональна схема льонозбирального комбайна ЛК-4А

Затискний транспортер (6) складається з двох секцій. Нижня секція

включає прогумований транспортерний пас, ведучий і ведений шків, а також дев'ять опорних роликів, які забезпечують стабільне переміщення паса. Верхня секція представлена чотирма притискними каретками, прогумованим пасом і відповідними ведучими та веденими шківками. Робочі вітки обох пасів притискаються одна до одної, формуючи затискне середовище, яке надійно утримує стебла льону та транспортує їх у напрямку обчисувального апарата.

Обчисувальний барабан (5) має у своєму складі чотири гребінки, два опорні диски, напрямний диск з ексцентриковим приводом і центральний вал. Гребінки кріпляться до напрямного диска за допомогою кривошипів, що забезпечують їх синхронне переміщення. Ексцентриковий механізм стабілізує кут нахилу гребінок у процесі обертання барабана, оптимізуючи процес вилучення коробочок із стебел. Зуби гребінок розташовані з перемінним кроком: спочатку з інтервалом 26 мм, далі – з ущільненим кроком у 5 мм. Кожна гребінка оснащена горизонтальними та вертикальними лопатками: горизонтальні перекидають льоноворох на стрічковий транспортер, а вертикальні запобігають його намотуванню на барабан.

В'язальний апарат включає функціональну поверхню стола, пакувальні елементи, вузлов'яз, затискний вузол із вбудованим ножом, криволінійну голку, механізм скидальних важелів, три керуючі педалі, механізм увімкнення, розподільник та систему його переміщення. Комплекс цих елементів забезпечує формування, обв'язування та скидання пакунків льоновороху в процесі збирання.

Робочий процес комбайна відбувається наступним чином. Під час поступального руху агрегату подільники (8) (див. рис. 1.5) виконують розподіл стебел льону-довгунця на окремі стрічки, зводять їх у пучки та направляють до стрічкових пасів бральних секцій. Бральні паси захоплюють стебла, здійснюють їх ущільнення і витягування з ґрунту. Після виривання стебла транспортуються по напрямку вгору та передаються на поперечний транспортер (1), який частково їх орієнтує та подає далі до затискного транспортера (6).

Затискний транспортер транспортує стебла до зони дії обчисувального

барабана (5), де відбувається їх утримання під час обробки. Гребінки барабана входять у верхню частину стебел, виконують розчісування і відокремлюють насіннєві коробочки. Відірвані коробочки разом із домішками та насінням (тобто льоноворох) захоплюються горизонтальними лопатками барабана та спрямовуються на стрічковий транспортер (3). Стрічковий транспортер подає льоноворох до кузова причіпного трактора.

Після відділення коробочок затискний транспортер подає очищені стебла до в'язального апарата (4), який здійснює формування снопів, їх обв'язування шпагатом і скидання на ґрунт у вигляді сформованих пакунків.

Робоча ширина захвату комбайна становить 1,5 метра. Максимальна робоча швидкість агрегату – до 10 км/год.

Комбайн функціонує у складі агрегату з трактором МТЗ-80/82. Привід робочих органів здійснюється від вала відбору потужності трактора через карданну передачу. Енергетичні параметри трактора повністю відповідають вимогам технологічного процесу збирання льону, зокрема при використанні накопичувача льоновороху, що входить до складу збирального комплексу.

Причіп ГКБ–887БД

Для накопичення та подальшого транспортування льоновороху під час збирання льону-довгунця комбайновим способом без попереднього підсушування на полі, зазвичай застосовують причіпну техніку сільськогосподарського призначення, зокрема універсальні причепа типу ГКБ–887БД.



Рисунок 1.6 – Причіп сільськогосподарського призначення, типу ГКБ

Конструкція причепа включає такі основні вузли: платформу, гідравлічний підйомний механізм, ходову частину, поворотний пристрій та гальмівну систему. Платформа виконана зі сталі та обладнана трьома відкидними бортами, що забезпечує зручне завантаження та розвантаження. Ходова частина змонтована на ресорній підвісці з використанням пневматичних шин, що сприяє покращенню амортизаційних характеристик.

У конструкції застосовано шини типу 16,5L–18 з робочим тиском у межах 0,1–0,12 МПа, що дозволяє зменшити питомий тиск на ґрунт і забезпечити дбайливе проходження по посівних площах.

Зазначена модель причепа була обрана як базовий аналог під час розробки конструкції спеціалізованого накопичувача льоновороху.

1.4. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи бакалавра

У кваліфікаційній роботі досліджується можливість підвищення ефективності технологічного процесу збирання льону-довгунця шляхом удосконалення машинного парку, зокрема через підвищення продуктивності та якості післязбирального обробітку завдяки впровадженню накопичувача льоновороху.

Ефективність функціонування робочих органів накопичувача має ключове значення для якісного виконання процесів сепарації вороху та термічної обробки насінневих коробочок. Саме ці процеси є критично важливими для отримання насіння високої якості, що, своєю чергою, визначає рівень урожайності льону-довгунця.

Під час збирання льону комбайновим методом без попереднього підсушування сировини безпосередньо на полі традиційно застосовуються сільськогосподарські причепи. Однак їх використання потребує залучення додаткової кількості транспортних одиниць, що необхідно для забезпечення безперервного ходу збирального процесу.

Розробка накопичувача льоновороху спрямована на оптимізацію використання транспортних засобів, скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів, а також на зниження собівартості високоякісного насіння льону. У порівнянні з роздільним застосуванням причепа типу ГКБ–887Д та напільної сушарки, інтегроване рішення у вигляді накопичувача має суттєві техніко-економічні переваги.

Таким чином, головною метою бакалаврської кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності збирання льону-довгунця шляхом конструкторської розробки та впровадження накопичувача вороху льону.

2. РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЯ

2.1. Розробка технології вирощування та збирання льону-довгунця

На основі аналізу сучасних технологій, агрокліматичних умов регіону та складу машинно-тракторного парку запропоновано технологічну схему вирощування та збирання льону-довгунця.

У структурі сівозміни найбільш поширеним попередником для льону виступає озима пшениця. Після збирання врожаю цієї культури доцільно здійснити дворазове лушення стерні на глибину 6–8 см із застосуванням агрегату в складі Т-150К + ЛДГ-10А. Між першим і другим проходом рекомендовано внесення фосфорно-калійних мінеральних добрив за допомогою агрегату МТЗ-80 + МВУ-5. У першій декаді серпня, з метою знищення бур'янів, проводиться обробка ґрунту гербіцидом ТХПН. Після цього виконується ще одне лушення стерні, а на початку вересня – зяблева оранка на глибину 20–22 см.

У зимовий період необхідно здійснити передпосівне протруювання насіннєвого матеріалу, що сприяє покращенню його зберігання та зменшенню ризику ураження хворобами.

Весняний цикл робіт розпочинається з культивації зябу. Першу культивацію доцільно проводити на початку квітня, другу – наприкінці квітня з одночасним боронуванням. Для цього застосовується агрегат МТЗ-82 + КПС-4 + БЗСС-1. Після культивації проводиться закриття вологи.

Сівбу льону доцільно здійснювати в перших числах травня одночасно з внесенням мінеральних добрив, використовуючи агрегат МТЗ-82 + СЛЗ-3,6.

Після досягнення посівами льону фази розвитку з висотою рослин 3–8 см, з метою знищення однорічних та багаторічних бур'янів проводиться хімічна обробка посівів гербіцидом 2М-4К з використанням штангового обприскувача ОП-2000. Для захисту культури від лляної блохи застосовується інсектицид

офсфамід (БІ-58). Усі операції, пов'язані із внесенням хімічних засобів захисту рослин, мають здійснюватися відповідно до діючих вимог техніки безпеки та екологічних норм охорони довкілля.

Збирання льону-довгунця розпочинається у фазі ранньої жовтої стиглості методом прямого комбайнування. У процесі збирання використовується льонозбиральний комбайн ЛК-4А, який здійснює одночасне виривання стебел, обчісування насіннєвих коробочок та формування снопів з очісаної соломи, що скидаються на поле.

Зібраний ворох, що надходить у процесі руху комбайнового агрегату в накопичувач льоновороху, транспортується до пункту сушіння, де проходить подальшу термічну обробку і підготовку до переробки.

Для механізованого підбирання снопів і їх завантаження в транспортні засоби застосовується підбирач-навантажувач типу ППС-3.

Запропонована технологічна схема вирощування та збирання льону забезпечує скорочення трудових витрат, оптимізацію строків виконання робіт збирально-післязбирального циклу, а також підвищення загальної ефективності виробництва.

2.2. Визначення економічної ефективності застосування накопичувача вороху льону

Вихідні параметри, необхідні для оцінки ефективності використання удосконаленого накопичувача льоновороху, обладнаного редуктором та приводами до соломотряса і вентилятора, наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для визначення економічної ефективності

Показники	Одиниці виміру	Позначення	Розробка	
			Базова	Нова
Продуктивність накопичувача за годинну змінного часу	т/год	W	0,15	0,2
Коефіцієнт використання робочого часу	—	τ	0,85	0,85
Тривалість робочого дня	год	T	10	10
Максимальна допустима кількість днів збирання льону	днів	Д	13	10
Кількість обслуговуючого персоналу	людей	Л	6	4

Продуктивність накопичувача за годину знайдемо таким чином:

$$W_z = W \cdot \tau, \text{ т/год}, \quad (2.1)$$

Отже для:

нового накопичувача:

$$W_{zn} = 0,2 \cdot 0,85 = 0,17 \text{ т/год};$$

базового варіанту:

$$W_{zb} = 0,15 \cdot 0,85 = 0,13 \text{ т/год}.$$

Значення продуктивності накопичувача за зміну.

$$W_{zm} = W_z \cdot T, \text{ т/зміну}. \quad (2.2)$$

Нового:

$$W_{zm,n} = 0,17 \cdot 10 = 1,7 \text{ т/зміну}.$$

Базового:

$$W_{\text{з.б}} = 0,13 \cdot 10 = 1,3 \text{ т/зміну.}$$

Річний обсяг збиральних робіт:

$$Q = W_{\text{з.б}} \cdot t_p, \text{ т/рік,} \quad (2.3)$$

$$t_p = T \cdot D, \text{ год,} \quad (2.4)$$

$$t_{pn} = 10 \cdot 10 = 100 \text{ год,}$$

$$t_{pб} = 10 \cdot 13 = 130 \text{ год.}$$

Отже,

для нового:

$$Q_n = 1,7 \cdot 100 = 170 \text{ т/рік,}$$

для базового:

$$Q_б = 1,275 \cdot 130 = 165,75 \text{ т/рік.}$$

Приймаємо, що річний обсяг робіт для обох варіантів буде однаковим

$$Q_n = Q_б = 170 \text{ т.}$$

Затрати праці

$$V_z = L / W, \text{ люд-год/т,} \quad (2.5)$$

Отже,

для нового:

$$V_{zn} = 4 / 0,17 = 23,5 \text{ люд-год/т};$$

для базового:

$$V_{зб} = 6 / 0,13 = 47,06 \text{ люд-год/т}.$$

Річна економія затрат праці при використанні нового накопичувача:

$$V_{зєб} = (V_{зб} - V_{zn})Q, \text{ люд-год}, \quad (2.6)$$

Отже

$$V_{зєб} = (47,06 - 23,5) \cdot 170 = 4005,2 \text{ люд-год}.$$

Таблиця 2.2 – Економічна ефективність використання розробленого накопичувача вороху льону

Показники	Один. вимір.	Розробка		Різниця
		Базова	Нова	
Продуктивність накопичувача за: годину змінного часу зміну	т/год т/зміну	0,13 1,3	0,17 1,7	0,04 0,4
Річний обсяг робіт, що виконує накопичувач	т/рік	170	170	—
Кількість обслуговуючого персоналу	чол.	6	4	2
Затрати праці на збиранні льону	$\frac{\text{люд} - \text{год}}{\text{т}}$	47,06	23,5	23,56
Річна економія затрат праці при застосуванні накопичувача	люд-год	—	4005,2	—

3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок основних параметрів накопичувача вороху льону

Відповідно до вимог технологічного процесу, ефективна робота накопичувача льоновороху забезпечується за умови дотримання оптимального співвідношення об'ємів камер для накопичення насіннєвих коробочок і плутанини, яке повинне становити 1:2.

Під час проектування накопичувача льоновороху як базовий зразок було використано тракторний причіп моделі ГКБ-887Д, внутрішні габарити платформи якого становлять: довжина – 4100 мм, ширина – 2320 мм, висота борту – 1000 мм.

Як видно зі схеми (рис. 3.1), бункер для накопичення коробочок має геометричну форму правильної трапеції. Якщо умовно завершити цю фігуру до паралелограма, то завдяки однаковим кутам нахилу дна та верхнього зрізу (кут α) можна стверджувати, що при їх поєднанні утворюється прямокутник заданої висоти та довжини (рис. 3.1 б).

Таким чином, об'єм бункера для коробочок може бути розрахований за відповідною геометричною формулою:

$$V_{\text{бк}} = V_{\text{б}} - V_n, \quad (3.1)$$

Або:

$$V_{\text{бк}} = \frac{S_n}{3}(H_{\text{б}} - h_n), \quad (3.2)$$

де

$$S_n = A \cdot B, \quad (3.3)$$

$$h_u = \frac{A}{3} \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.4)$$

тут $\alpha = 10^\circ$ кут нахилу і зрізу.

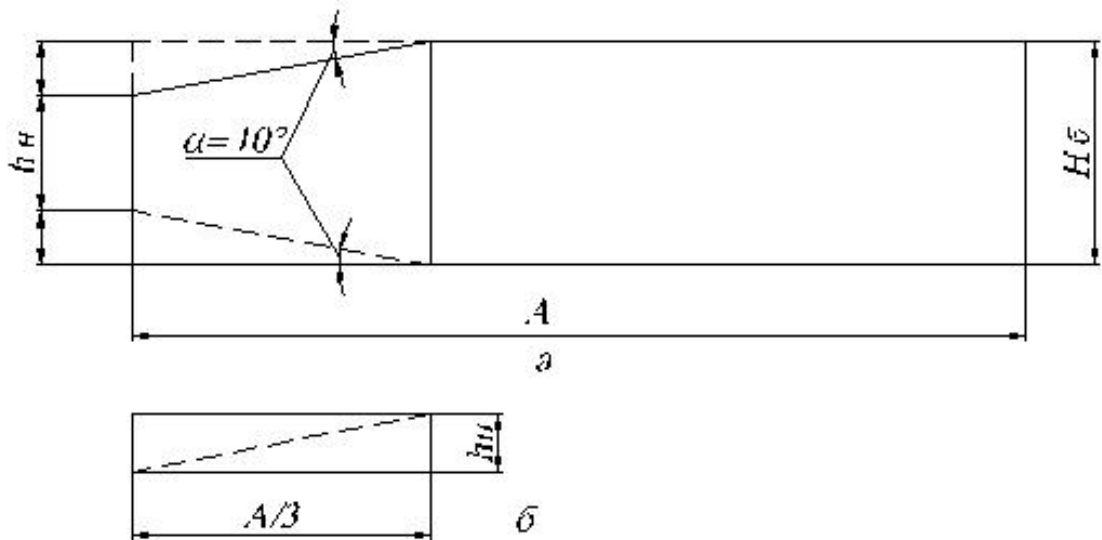


Рисунок 3.1 – Схема для визначення об'єму бункера накопичувача

Отже:

$$V_{\text{бк}} = \frac{4100 \cdot 2320}{3} \left(1000 - \frac{4100}{3} \operatorname{tg} 10^\circ \right) = 2,407 \cdot 10^9 \text{ мм}^3,$$

або $V_{\text{бк}} = 2,407 \text{ м}^3$.

Максимально можлива маса накопичених коробочок в даному об'ємі:

$$m_k = V_{\text{бк}} \cdot \rho_k, \quad (3.5)$$

де $\rho_k = 0,5 \text{ т/м}^3$

$$m_k = 2,407 \cdot 0,5 = 1,2035 \text{ т.}$$

Об'єм бункера, який займатиме плутанина, знайдемо таким чином:

$$V_{\delta n} = \frac{2}{3} S_n \cdot H_{\delta} . \quad (3.6)$$

Підставивши всі дані, отримаємо:

$$V_{\delta n} = \frac{2}{3} 4100 \cdot 2320 \cdot 1000 = 6,34 \cdot 10^9 \text{ мм}^3,$$

$$\text{або } V_{\delta n} = 6,34 \text{ м}^3.$$

Максимально можлива маса накопиченої плутанини в цьому об'ємі:

$$m_n = V_{\delta n} \cdot \rho_n , \quad (3.7)$$

$$\text{де } \rho_n = 0,25 \text{ т/ м}^3.$$

$$m_n = 6,34 \cdot 0,25 = 1,585 \text{ т.}$$

Максимально можлива маса всього накопиченого матеріалу:

$$m_{\text{м}} = m_{\text{к}} + m_n , \quad (3.8)$$

$$m_{\text{м}} = 1,2035 + 1,585 = 2,7885 \text{ т.}$$

3.2. Розрахунок редуктора трансмісії накопичувача льоновороху

До складу конструкції розроблюваного накопичувача льоновороху входить оригінальний редуктор (див. рис. 3.2), а також трансмісійний механізм,

що забезпечує передачу руху до соломотряса та вентилятора. Редуктор виконує функцію зміни площини обертання та розподілу крутного моменту на два окремі напрямки передачі.

Проведемо розрахунки конічної прямозубої передачі редуктора за такими вихідними даними: потужність, передана від гідромотора, $N_1 = 2,5$ кВт; частота обертів валу-шестерні $n_1 = 750$ об/хв; передаточне число редуктора $u = 1$.

Виберемо матеріал, з якого виготовляються шестерні і колеса – сталь 40Х; термообробка – покращення. Для шестерень і коліс за розмірів перерізу заготовок до 100 мм $\sigma_B = 750$ МПа; $\sigma_T = 520$ МПа; HB230...260 [9].

Знайдемо допустимі напруження згину для шестерень та коліс:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_F \lim}{S_F} Y_S Y_R, \quad (3.9)$$

де $\sigma_F \lim$ визначається згідно формули:

$$\sigma_F \lim = \sigma_{F \lim b} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL}, \quad (3.10)$$

$$\sigma_{F \lim b} = 1,8 HB. \quad (3.11)$$

Тоді

$$\sigma_{F \lim b} = 1,8 \cdot 245 = 441 \text{ МПа.}$$

$$K_{FC} = 1;$$

$$K_{FL} = m_F \sqrt{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}}, \quad (3.12)$$

тут $m_F = 6$ при $HB < 350$;

$N_{FE} = N_\Sigma$ – еквівалентне число циклів зміни напружень;

$$N_{FE} = N_{\Sigma} = 60nt_r, \quad (3.13)$$

тут $t_r = 3000$ год.

$$N_{FE} = 60 \cdot 750 \cdot 3000 = 135 \cdot 10^6.$$

Відповідно:

$$K_{FL} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{135 \cdot 10^6}} = 0,56.$$

Так як $N_{FE} = 135 \cdot 10^6 > N_{FO} = 4 \cdot 10^6$, приймемо $K_{FL} = 1$. Тоді:

$$\sigma_F \lim = 441 \cdot 1 \cdot 1 = 441 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт безпеки:

$$S_F = S_F' \cdot S_F'', \quad (3.14)$$

тут $S_F' = 1,75$; $S_F'' = 1$.

$$S_F = 1,75 \cdot 1 = 1,75.$$

$$Y_S = 1; Y_R = 1.$$

Підставимо всі значення у формулу (3.9), отримаємо:

$$[\sigma_F] = \frac{441}{1,75} \cdot 1 \cdot 1 = 252 \text{ МПа}.$$

Допустимі значення напружень згину при розрахунках на дію максимальних значень навантаження для шестерень та коліс [9]:

$$[\sigma_{FM}] = \frac{\sigma_F \lim M}{S_{FM}} Y_S, \quad (3.15)$$

$$\sigma_F \lim M = 4,8HB. \quad (3.16)$$

$$\sigma_F \lim M = 4,8 \cdot 245 = 1176 \text{ (МПа)}.$$

$$S_{FM} = S_{FM}' \cdot S_{FM}'',$$

отже:

$$S_{FM} = 1,75 \cdot 1,0 = 1,75,$$

$$\text{тут } S_{FM}' = S_F', \quad S_{FM}'' = S_F''.$$

Відповідно:

$$[\sigma_{FM}] = \frac{1176}{1,75} \cdot 1 = 672 \text{ МПа}.$$

Допустимі значення контактних напружень для шестерень і коліс знайдемо таким чином:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_H \lim}{S_H} \cdot Z_R \cdot Z_V, \quad (3.17)$$

$$\sigma_H \lim = \sigma_H \lim b \cdot K_{HL} \quad (3.18)$$

$$\sigma_H \lim b = 2HB + 70. \quad (3.19)$$

$$\sigma_H \lim b = 2 \cdot 245 + 70 = 560 \text{ МПа}.$$

Коефіцієнт довговічності:

$$K_{HL} = m_H \sqrt{\frac{N_{HO}}{N_{HE}}}. \quad (3.20)$$

тут $N_{HO} = 1,8 \cdot 10^7$; $N_{HE} = 1,35 \cdot 10^8$.

За відношення $\frac{N_{HE}}{N_{HO}} = \frac{1,35 \cdot 10^8}{1,8 \cdot 10^7} > 1$, величину коефіцієнта довговічності знайдемо так [9]:

$$K_{HL} = \sqrt[24]{\frac{N_{HO}}{N_{HE}}} \geq 0,9, \quad (3.21)$$

тобто:

$$K_{HL} = \sqrt[24]{\frac{1,8 \cdot 10^7}{1,35 \cdot 10^8}} = 0,923$$

$$\sigma_H \lim = 560 \cdot 0,923 = 517,02 \text{ МПа};$$

$$S_H = 1,1; \quad Z_R = 0,95 \quad Z_V = 1.$$

Отже:

$$[\sigma_H] = \frac{517,02}{1,1} \cdot 0,95 \cdot 1 = 446,5 \text{ МПа.}$$

Знайдемо допустимі контактні напруження у передачі.

У розрахунках прямозубих передач за критерієм контактної витривалості, як допустиме контактне напруження слід приймати мінімальне значення з допустимих напружень для елементів зачеплення – тобто того елемента (шестерні або колеса), для якого ця характеристика є нижчою. Оскільки згідно розрахунків $[\sigma_H]$ шестерень рівна $[\sigma_H]$ коліс, то справедливо записати:

$$[\sigma_H]_n = [\sigma_H] = 446,5 \text{ МПа.}$$

Допустимі значення контактних напружень при розрахунках на дію максимальних навантажень для шестерень і коліс:

$$[\sigma_{HM}] = 2,8\sigma_T. \quad (3.22)$$

$$[\sigma_{HM}] = 2,8 \cdot 520 = 1456 \text{ МПа.}$$

Здійснимо розрахунки передачі на контактну витривалість.

Приймемо пропорційно понижувальні зуби (форма І). Знайдемо величину початкового діаметру шестерні по більшому торцю:

$$d_{\omega 1} = \sqrt[3]{\frac{4,5T_{H1}K_{H\alpha}K_{H\beta}K_{HV}(Z_H Z_M Z_\varepsilon)^2}{(1-\psi_\kappa)\psi_\kappa u [\sigma_H]^2}}, \quad (3.23)$$

$$T_{H1} = 9550 \cdot 10^3 \frac{N_1}{n_1}, \quad (3.24)$$

$$T_{H1} = 9550 \cdot 10^3 \frac{2,5}{750} = 31833,3.$$

$K_{H\beta}$ знаходиться в залежності значення відношення [9]:

$$\frac{\psi_\kappa u}{2 - \psi_\kappa},$$

тут $\psi_\kappa = 0,25$ – коефіцієнт ширини вінця.

$$\text{Для відношення: } \frac{0,3 \cdot 1}{2 - 0,3} = 0,1765 \quad K_{H\beta} = 1,05.$$

Величина коефіцієнта динамічного навантаження визначається залежно від ступеня точності виготовлення зубчастих коліс, що, у свою чергу, залежить від їхньої колової швидкості.

$$V = 0,0125 \sqrt[3]{N_1 n_1^2}, \quad (3.25)$$

$$V = 0,0125 \sqrt[3]{2,5 \cdot 750^2} = 1,4 \text{ м/с.}$$

За такої швидкості степінь точності передачі – 9-а, для неї $K_{HV} = 1,07$ [9].

$$Z_H = 1,76 \quad Z_M = 275 \text{ МПа}^{1/2}.$$

Коефіцієнт, що враховує величину сумарної довжини контактних ліній:

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}}, \quad (3.26)$$

Так для $Z_1 = 25 \quad \varepsilon_\alpha = 1,65$.

Тоді

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - 1,65}{3}} = 0,885.$$

Величина початкового діаметру шестерні:

$$d_{\omega 1} = \sqrt[3]{\frac{4,5 \cdot 31833,3 \cdot 1,0 \cdot 1,05 \cdot 1,07 (1,76 \cdot 275 \cdot 0,885)^2}{(1 - 0,3) \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 446,5^2}} = 89,3 \text{ мм.}$$

Зовнішній коловий модуль:

$$m_{te} = d_{\omega 1} / Z_1. \quad (3.27)$$

$$m_{te} = 89,3 / 25 = 3,57 \text{ мм.}$$

Отриману величину модуля округлюємо у відповідності до стандарту

$$m_{te} = 4 \text{ мм.}$$

Проведемо перерахунок початкового діаметру:

$$d_{\omega 1} = m_{te} \cdot Z_1;$$

$$d_{\omega 1} = 4 \cdot 25 = 100 \text{ мм.}$$

Число зубів плоского колеса:

$$Z_C = \sqrt{Z_1^2 + Z_2^2}, \quad (3.28)$$

$$Z_2 = Z_1 \cdot u, \quad (3.29)$$

$$Z_2 = 25 \cdot 1 = 25.$$

$$Z_C = \sqrt{25^2 + 25^2} = 35,355.$$

Зовнішня конусна відстань:

$$R_e = 0,5 m_{te} Z_C;$$

$$R_e = 0,5 \cdot 4 \cdot 3,355 = 70,71 \text{ мм.}$$

Робоча ширина зубчатого вінця:

$$b_{\omega} = \psi_{\kappa} R_e;$$

$$b_{\omega} = 0,3 \cdot 70,71 = 21,21 \text{ (мм)}$$

Перевіряємо умову: $b_{\omega} \leq 10m_{te}$ [9], тобто:

$$b_{\omega} = 21,21 < 10 \cdot 4 = 40 \text{ мм.}$$

Отже, умова виконується.

Проводимо розрахунки передачі на контактну міцність за дії максимальних значень навантаження. Фактичне значення напруження при розрахунку на контактну витривалість:

$$\sigma_H = Z_H Z_M Z_{\varepsilon} \sqrt{\frac{4,5 T_{H1} K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{HV}}{(1 - \psi_{\kappa}) \psi_{\kappa} d_{\omega 1}^3 u}}, \quad (3.31)$$

$$\sigma_H = 1,76 \cdot 275 \cdot 0,885 \sqrt{\frac{4,5 \cdot 31833,3 \cdot 1,0 \cdot 1,05 \cdot 1,07}{(1 - 0,3) 0,3 \cdot 100^3 \cdot 1}} = 376,8 \text{ МПа,}$$

$$\sigma_H = 376,8 \text{ МПа} < [\sigma_H] = 446,5 \text{ МПа.}$$

Розрахункове значення напруження від дії максимального навантаження:

$$\sigma_{HM} = \sigma_H \sqrt{\frac{T_M}{T_1}}, \quad (3.32)$$

де $\frac{T_M}{T_1} = 2$ — відношення, яке показує, що короткочасне пікове навантаження під час пуску у два рази перевищує номінальне навантаження.

$$\sigma_{HM} = 376,8 \sqrt{2} = 532,83 \text{ МПа} < [\sigma_{HM}] = 1456 \text{ МПа.}$$

Розрахунок зубів на витривалість за напруженнями згину.

Значення згинальних напружень для шестерень і коліс:

$$\sigma_F = Y_F \cdot Y_\beta \frac{W_{Ft}}{0,85m_n} \leq [\sigma_F], \quad (3.33)$$

де розрахункове питоме навантаження W_{Ft} , Н/мм знайдемо згідно:

$$W_{Ft} = \frac{2T_{F1}}{d_{\omega 1} b_\omega} K_{F\alpha} K_{F\beta} K_{FV}. \quad (3.34)$$

$$W_{Ft} = \frac{2 \cdot 31833,3}{85 \cdot 21,21} \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,423 = 55,27 \text{ Н/мм}.$$

$$Y_F = 4,22; \quad Y_\beta = 1 [9];$$

Значення середнього нормального модуля зачеплення, мм:

$$m_n = m_{te} (1 - 0,5 \frac{b_\omega}{R_e}) \cos \beta_m, \quad (3.35)$$

$$m_n = 4 (1 - 0,5 \cdot \frac{21,21}{70,71}) = 3,4 \text{ мм}.$$

$$\sigma_F = 4,22 \cdot 1 \cdot \frac{55,27}{0,85 \cdot 3,4} = 80,705 \text{ МПа} < [\sigma_F] = 252 \text{ МПа}.$$

Проведемо перевірочні розрахунки зубів при згині за максимальними величинами навантажень.

Значення розрахункових напружень від величини максимальних навантажень [9]:

$$\sigma_{FM} = \sigma_F \frac{T_M}{T_1} \leq [\sigma_{FM}], \quad (3.36)$$

$$\sigma_{FM} = 80,705 \cdot 2 = 161,41 \text{ МПа} < [\sigma_{FM}] = 672 \text{ МПа}.$$

Остаточню приймаємо наступні параметри передачі: $Z_1 = Z_2 = 25$;
 $m_{te} = 4 \text{ мм}$; $d_{\omega 1} = d_{\omega 2} = 100 \text{ мм}$; $b_\omega = 21,21 \text{ мм}$; $R_e = 70,71 \text{ мм}$.

3.3. Розрахунок клинопасової передачі приводу вентилятора

Проведемо розрахунки клинопасової передачі, яка б забезпечувала частоту обертання вала вентилятора $n_2 = 3000$ об/хв за частоти обертання тихохідного вала редуктора $n_1 = 750$ об/хв, за передавання потужності на вал вентилятора не менш як $N = 2,2$ кВт.

Вибираємо пас перерізу А, для котрого $d_{\min}$ шківів складає 90 мм. Тому величину розрахункового діаметру меншого шківів приймемо $d_2 = 100$ мм.

Проведемо розрахунки геометричних параметрів передачі.

Для більшого шківів:

$$d_1 = d_2 u (1 - \varepsilon), \quad (3.37)$$

де $\varepsilon = 0,01 \dots 0,02$ [9]; $u = 4$.

Отримаємо:

$$d_1 = 100 \cdot 4 (1 - 0,02) = 392 \text{ мм.}$$

Значення найближчого стандартного діаметра $d_1 = 400$ мм.

Орієнтована величина міжосьової відстані:

$$a = 0,95 d_{p1};$$

$$a = 0,95 \cdot 400 = 380 \text{ мм.}$$

Знайдемо довжину паса:

$$\ell = 2a + \pi(d_1 + d_2)/2 + (d_2 - d_1)^2 / (4 \cdot a), \quad (3.38)$$

$$\ell = 2 \cdot 380 + 3,14(400 + 100) / 2 + (400 - 100)^2 / (4 \cdot 380) = 1604 \text{ мм.}$$

Найближча стандартна величина довжини паса $\ell = 1600 \text{ мм.}$

Міжосьову відстань уточнюємо за стандартної довжини паса ℓ згідно залежності:

$$a = \frac{2\ell - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{[2\ell - \pi(d_1 + d_2)]^2 - 8(d_1 - d_2)^2}}{8}. \quad (3.39)$$

$$a = \frac{2 \cdot 1600 - 3,14(400 + 100) + \sqrt{[2 \cdot 1600 - 3,14(400 + 100)]^2 - 8(400 - 100)^2}}{8} = 378 \text{ мм.}$$

Мінімальна величина міжосьової відстані для зручності монтажу і зняття пасів:

$$a_{\min} = a - 0,01\ell, \quad (3.40)$$

$$a_{\min} = 378 - 0,01 \cdot 1600 = 362 \text{ мм.}$$

Максимальна величина міжосьової відстані для забезпечення натягу та підтягування пасів:

$$a_{\max} = a + 0,025\ell, \quad (3.41)$$

$$a_{\max} = 378 + 0,025 \cdot 1600 = 418 \text{ мм.}$$

Знаходимо величину кута обхвату на меншому шківі згідно залежності [9]:

$$\alpha = 180^\circ - 60^\circ \frac{d_1 - d_2}{a}, \quad (3.42)$$

$$\alpha = 180^\circ - 60^\circ \frac{400 - 100}{378} = 132^\circ > [\alpha] = 180^\circ.$$

Знайдемо швидкість паса за формулою:

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 1000},$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 750}{60 \cdot 1000} = 15,7 \text{ м/с}.$$

Значення вихідної потужності при $v = 15,7 \text{ м/с}$ складає $N_0 = 2,1 \text{ кВт}$. Коефіцієнт кута обхвату $C_\alpha = 0,86$. Вихідна величина довжини паса перерізу А

$$\ell_0 = 1700 \text{ мм. Відносна довжина } \frac{\ell}{\ell_0} = \frac{1600}{1700} = 0,94.$$

Коефіцієнт довжини $C_\ell = 0,977$. Величина поправки до крутного моменту на передавальне число $\Delta T_u = 1,2 \text{ Н·м}$.

Величина поправки до потужності:

$$\Delta P_u = 0,0001 \Delta T_u n_\delta, \quad (3.43)$$

$$\Delta P_u = 0,0001 \cdot 1,2 \cdot 3000 = 0,36 \text{ кВт}.$$

Величина коефіцієнта режиму роботи $C_p = 0,87$.

Знайдемо значення допустимої потужності $[P]$, яка може передаватися одним пасом за формулою:

$$[P] = (P_0 C_\alpha C_\ell + \Delta P_u) C_p, \quad (3.43)$$

$$[P] = (2,1 \cdot 0,86 \cdot 0,977 + 0,36) 0,87 = 1,85 \text{ кВт}.$$

Кількість пасів:

$$Z = \frac{P}{[P] C_z}, \quad (3.44)$$

де $C_z = 0,95$ [9]; $P = 2,28 \text{ кВт}$.

$$Z = \frac{2,28}{1,85 \cdot 0,95} = 1,3.$$

Приймаємо кількість пасів $Z = 2$.

Розрахуємо значення сили попереднього натягу одного паса:

$$F_0 = \frac{850 P C_\ell}{Z g C_\alpha C_p}. \quad (3.45)$$

В результаті отримаємо:

$$F_0 = \frac{850 \cdot 2,28 \cdot 0,977}{2 \cdot 15,7 \cdot 0,86 \cdot 0,87} = 80,59 \text{ Н.}$$

Колову силу, що передається клиновими пасами, знайдемо згідно формули:

$$F_t = P \cdot 10^3 / v; \quad (3.46)$$

$$F_t = 2,28 \cdot 10^3 / 15,7 = 145,2 \text{ Н.}$$

Значення сил натягу ведучої F_1 і веденої F_2 вітки:

$$F_1 = F_0 + F_t / (2Z), \quad (3.47)$$

$$F_1 = 80,59 + 145,2 / 2 \cdot 2 = 116,89 \text{ Н.}$$

$$F_2 = F_0 - F_t / 2Z, \quad (3.48)$$

$$F_2 = 80,59 - 145,2 / 2 \cdot 2 = 44,29 \text{ Н.}$$

Знайдемо значення сили тиску на вал F_{bn} , Н.

Стосовно клинових пасів вона може бути знайдена таким чином:

$$F_{bn} = 2F_0 Z \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (3.49)$$

$$F_{bn} = 2 \cdot 80,59 \cdot 2 \cdot \sin \frac{132^\circ}{2} = 322,36 \cdot \sin 66^\circ = 294,5 \text{ Н.}$$

Проведемо перевірку розрахунки.

Оцінимо міцність одного клинового паса за максимальною величиною напружень в перерізі ведучої вітки $\sigma_{\max}$, Н/мм²:

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_3 + \sigma_9 \leq [\sigma]_p, \quad (3.50)$$

Напруження розтягу знайдемо так:

$$\sigma_1 = \frac{F_0}{A} + \frac{F_t}{2ZA}, \quad (3.51)$$

де для паса перерізу А, $A = 81 \text{ мм}^2$ [9].

$$\sigma_1 = \frac{80,59}{81} + \frac{145,2}{2 \cdot 2 \cdot 81} = 1,443 \text{ Н/мм}^2.$$

Напруження згину:

$$\sigma_3 = E_3 h / d_1, \quad (3.52)$$

де $E_3 = 80 \dots 100$, Н/мм²; $h = 8 \text{ мм}$ [9];

$$\sigma_3 = 80 \cdot 8 / 400 = 1,6 \text{ Н/мм}^2$$

Напруження від відцентрових сил, Н/мм²:

$$\sigma_v = \rho v^2 \cdot 10^{-6}, \quad (3.53)$$

Для клинових пасів $\rho = 1250 \dots 1400 \text{ кг/мм}^3$.

$$\sigma_v = 1300 \cdot 15,7^2 \cdot 10^{-6} = 0,32 \text{ Н/мм}^2.$$

Допустиме напруження розтягу для клинових пасів $[\sigma]_p = 10 \text{ Н/мм}^2$ [9].

$$\sigma_{\text{пхх}} = 1,443 + 1,6 + 0,32 = 3,363 < [\sigma]_p = 10 \text{ Н/мм}^2.$$

Таким чином, розрахункова міцність одного клинового паса обраного профілю за значенням максимального напруження у перерізі ведучої гілки є забезпеченою.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Функції органів державного управління охороною праці в Україні

Кабінет Міністрів України забезпечує:

- реалізацію державної політики в галузі охорони праці;
- подає на затвердження Верховній Раді України загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- спрямовує і координує діяльність міністерств, інших центральних органів виконавчої влади щодо створення безпечних і здорових умов праці та нагляду за охороною праці;
- встановлює єдину державну статистичну звітність із питань охорони праці.

Міністерство соціальної політики України:

- забезпечує державну експертизу умов праці;
- визначає порядок та здійснює контроль за якістю проведення атестації робочих місць щодо їх відповідності нормативно-правовим актам з охорони праці;
- бере участь у розробленні нормативно-правових актів з охорони праці.

Для координації, удосконалення роботи з охорони праці і контролю за цією роботою в центральному апараті міністерств та інших центральних органах державної виконавчої влади створюються служби охорони праці.

Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки України:

- здійснює комплексне управління охороною праці на державному рівні, реалізує державну політику в цій галузі;
- розробляє за участю міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, Фонду соціального страхування від нещасних

випадків, об'єднань роботодавців і профспілок загальнодержавну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і контролює її виконання;

- координує роботу міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування підприємств, інших суб'єктів підприємницької діяльності в галузі безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- опрацьовує і переглядає спільно з органами праці, статистики та охорони здоров'я систему показників обліку умов і безпеки праці;
- бере участь у міжнародному співробітництві з питань охорони праці, вивчає, узагальнює і поширює світовий досвід з цих питань, організовує виконання міжнародних договорів і угод з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- одержує від міністерств, інших центральних органів державної виконавчої влади, місцевої державної адміністрації та підприємств інформацію, необхідну для виконання покладених на нього завдань.

4.2. Правила охорони праці та техніка безпеки при роботі на машинах для збирання льону

Правила охорони праці передбачають не тільки створення безпечних і сприятливих умов для роботи обслуговуючого персоналу, а й висувають вимоги до розроблюваної машини, які б попередили шкідливий вплив агрегату на навколишнє середовище.

До роботи на накопичувачі льоновороху допускаються особи, які знають будову машини, технологічний процес, правила її експлуатації, також пройшли інструктаж з техніки безпеки. Стороннім особам забороняється перебувати поблизу машин, які працюють. Агрегат (трактор, комбайн і накопичувач)

повинен бути справним. Вузли складових машин і механізми повинні бути правильно відрегульовані, а на передачі і робочі органи встановлені необхідні кожухи чи огороження. Тракторист зобов'язаний впевнитись в тому, що між трактором і машинами, а також на шляху руху агрегату немає людей, і лише тоді розпочинати рух.

Необхідно також, щоб обслуговуючий персонал займав свої, спеціально передбачені робочі місця. Технічне обслуговування і ремонт накопичувача не можна проводити під час його роботи.

Під час вивантаження матеріалу з бункера накопичувача, а також в разі небезпеки можливого викиду металічних предметів, що випадково потрапили в бункери накопичувача обслуговуючому персоналу потрібно займати безпечні місця.

При появі в накопичувачі сторонніх шумів, стуків, підвищеної вібрації потрібно негайно зупинити агрегат, виявити причину і усунути несправності.

Розроблювана машина – накопичувач льоновороху виконує сепарацію вороху і попереднє сушіння коробочок. Шуми, що створює машина в процесі експлуатації є механічного походження. Джерелом механічного шуму є вібрація машини, що виникає як наслідок динамічних процесів і пружних деформацій. Підвищення рівня звуку виникає при роботі соломотреса, редуктора і приводів, вентилятора. Шум та вібрація підвищують втомлюваність робітників, знижують його працездатність і увагу щодо можливої небезпеки. Шум негативно впливає на нервову систему людини, також може призвести до ряду захворювань.

Основний напрямок боротьби з шумом – зниження рівня шуму в джерелі його виникнення за рахунок заходів конструктивного, технологічного та експлуатаційного характеру із застосуванням різноманітних методів зниження шуму. Знизити рівень шуму можна звукоізоляцією джерел шуму кожухами та капотами з використанням шумопоглинаючих матеріалів (поліуретану, мастики з відходів нафти). В цьому випадку зниження шуму досягається при низьких частотах на 5..15 дБ, при високих — на 20...30 дБ [11].

Тому внутрішні поверхні захисних щитків пропонується покривати шумопоглинаючими матеріалами. Також необхідно слідкувати за збереженням правильної геометричної форми щитків вентилятора, оскільки навіть незначна їх деформація викликає підвищений шум при його роботі.

Вібрація виникає від дії внутрішніх і зовнішніх динамічних навантажень, які викликані невідповідними рухомими деталями (наприклад, шківи приводів) і рухомими системами (соломотряс), неточністю взаємодії окремих деталей, нерівномірним робочим навантаженням механізмів.

При контакті з коливальним об'єктом вібрація передається на тіло людини, що призводить до зниження працездатності внаслідок появи ряду неприємних відчуттів і може привести до виникнення захворювань.

Тому ще на стадії проектування і виготовлення машини необхідно забезпечувати вібробезпечні умови праці. При експлуатації накопичувача потрібно слідкувати за своєчасним і надійним підтягуванням кріплень, правильним регулюванням робочих органів.

Небезпеку для життя обслуговуючого персоналу представляють небезпечні зони, де можливе захоплення і намотування одягу, волосся чи кінцівок тіла працівників. Працюючим в таких зонах (приводи соломотряса і вентилятора) необхідно дотримуватись загальноприйнятих правил з техніки безпеки.

Під час роботи з накопичувачем постійну увагу слід приділяти стану трансмісії. Приводи в даній машині являють собою пасові передачі відкритого типу з прогумованими пасами клинового перерізу. Одним з небезпечних факторів цього вузла є міцність пасів, дотримання якого є однією з важливих умов забезпечення безпечних умов праці обслуговуючого персоналу накопичувача льоновороху.

Тому в склад розрахунку клинопасової передачі крім проектного розрахунку (визначення геометричних параметрів передачі) входить перевірочний розрахунок (перевірка пасів на міцність). За розрахунками,

проведеними в проектному розділі, ми бачимо, що необхідна міцність пасів забезпечується:

Для гарантованого забезпечення безпечних умов праці обслуговуючого персоналу, крім необхідної міцності передач, вони закриваються кожухами, які повинні бути надійно закріплені.

Особливу увагу також слід звертати на пожежну безпеку. На тракторі, що входить до складу агрегату, повинні бути засоби для автоматичного регулювання інтенсивності охолодження двигуна, чи такі, що приводяться у дію з робочого місця водія. Двигун трактора повинен бути обладнаний глушниками шуму, іскрогасниками і іскровловлювачами, конструкції яких повинні дозволяти звільняти їх від нагару. Вихлопні труби двигуна не можна направляти на легкозаймисту рослинну масу (на плутанину, ворох льону). Також агрегат повинен бути обладнаний необхідними первинними засобами пожежегасіння (вогнегасниками, лопатами і т.п.).

Не допускається підтікання палива і масла, пропуск відпрацьованих газів в з'єднаних випускного колектора з двигуном і вихлопною трубою.

Забороняється користуватись відкритим полум'ям (сірниками, факелами і т.п.) при заправці машин паливом і замірі його рівня; розміщувати на тракторі додаткові ємності з паливо-мастильними матеріалами; розпалювати вогнища поблизу агрегату; застосовувати бензин для миття рук; навішувати на джерела теплоти одяг чи укладати сторонні речі.

Усі сільськогосподарські машини в процесі експлуатації не повинні вище встановленого рівня забруднювати шкідливими викидами навколишнє середовище (повітря – відпрацьованими газами, ґрунт – паливно-мастильними матеріалами, ущільнювати ґрунт).

Агрегат повинен причиняти мінімальну шкоду розвитку сільськогосподарських культур, не допускаючи знижування врожайності, що зводиться в основному до недопустимості переущільнення ґрунту.

Зменшення переущільнення ґрунту досягається проведенням збиральних робіт в оптимальні терміни, що відповідають агротехнічним вимогам, коли

грунт не перезволожений, а також використанням тракторів меншої маси і зменшенням тиску (до допустимих по навантаженню меж) в шинах ведучих коліс.

Для зниження кількості шкідливих викидів з відпрацьованими газами необхідно вчасно обслуговувати і регулювати паливну апаратуру двигуна трактора.

Під час проведення технічного обслуговування машин, що входять до складу агрегату не допускати потрапляння паливно-мастильних матеріалів у ґрунт і воду.

При дотриманні вимог, викладених в даному розділі, і правил техніки безпеки, що викладаються в інструктажах, які зобов'язані проходити всі, хто стикається з роботою на транспортних засобах, можна уникнути небажаних наслідків обслуговуючому персоналу, які загрожували б здоров'ю чи життю, попередити дію на працівників небезпечних виробничих факторах, а також вплив, який здійснює розроблювана машина на навколишнє середовище.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основною метою кваліфікаційної роботи бакалавра є підвищення ефективності процесу збирання льону-довгунця шляхом конструкторської розробки накопичувача льоновороху.

У межах дослідження проведено аналіз існуючих технологічних схем збирання льону-довгунця та розглянуто машинно-тракторні агрегати, задіяні в реалізації цього процесу. Виконано техніко-економічне обґрунтування доцільності впровадження запропонованого накопичувача льоновороху з метою зниження витрат і підвищення якості післязбиральної обробки. Також надано низку рекомендацій щодо вдосконалення технології збирання культури.

У проектній частині роботи на основі інженерних розрахунків обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри накопичувача та його функціональних вузлів, визначено оптимальні режими роботи, а також розроблено функціональну, кінематичну і принципову схеми пристрою.

У рамках проєктної частини роботи також розроблено конструктивні рішення для основних складальних одиниць і деталей редуктора трансмісії, а також приводів соломотряса й вентилятора.

Окрему увагу приділено питанням охорони праці: проаналізовано функції органів державного управління охороною праці в Україні та сформульовано рекомендації щодо дотримання вимог безпеки праці при експлуатації машин для збирання льону.

Розроблений накопичувач льоновороху спрямований на оптимізацію логістики у післязбиральному циклі, що дозволяє зменшити потребу в транспортних засобах, скоротити витрати паливно-енергетичних ресурсів і забезпечити отримання високоякісного насіння льону з мінімальними витратами.

Розрахунки свідчать, що щорічна економія трудових ресурсів при впровадженні запропонованої конструкції накопичувача становить 4005,2 люд.-год.

Таким чином, застосування накопичувача льоновороху має суттєві техніко-економічні переваги порівняно з традиційним роздільним використанням тракторного причепа типу ГКБ–887Д та напільної сушарки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гевко Р.Б., Гарькавий А.Д., Гладич Б.Б., Павх І.І., Павелчак О.Б. Оцінка ринкової вартості та конкурентоспроможності машин і технологій. Тернопіль: ТДПУ, 2004. 199с.
2. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сільськогосподарського виробництва. Тернопіль, 2005. 228с.
3. Гречкосій В.Д. Довідник сільського інженера. Київ: «Урожай», 1988. 354 с.
4. Довбуш А.Д. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. 191 с.
5. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
6. Довідник з машиновикористання в землеробстві /За ред. В.І. Пастухова. Х.: Веста, 2001. 347 с.
7. Економічний довідник аграрника / В.І. Дробот, Г.І. Зуб, М.П. Кононенко та ін. / За ред. Ю.Я. Лузана, П.Т. Каблука. К.: Преса України, 2003. 800 с.
8. Енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт для студентів денної та заочної форм здобуття освіти за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2023. 31 с.
9. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (частина1) Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків: ОКО, 2001. 444с.
10. Олексюк В.П. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. Тернопіль: ТНТУ ім. І Пулюя, 2022. 47 с.

11. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlivi.
12. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. /В.Т. Павлище. К.: Вища школа, 1993. 556 с.
13. Розрахунок і конструювання валів редукторів, навчально-методичний посібник. В.А. Кролін, Д.М. Коновалюк. Луцьк: ЛУУ, 1991. 96с.
14. Рослинництво з основами землеробства /М.А. Білоножка, І.С. Руденко, В.І. Мойсеєнко та ін.; за ред. М.А. Білоножка, І.С. Руденка.- К.: Урожай, 1986.- 224с.
15. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва /За ред. Чорновола М.І.- К.: Урожай, 2001.- 384с.
16. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
17. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навч. посібник. К.: НМК ВО, 1992. 320с.
18. Хомик Н.І. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина перша / Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.
19. Хомик Н.І. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина друга / Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.
20. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
21. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.

22. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.

23. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Основи агрономії. Курс лекцій Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 300 с.

24. Hevko R., Stashkiv M., Lyashuk O., Vovk Y., Oleksyuk V., Tson O., Bortnyk I. Investigation of internal efforts in the components of the crop sprayer boom section. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. Volume 105, Issue 1 (2021), 33 – 41.

25. Roman Hevko; Yurii Nykerui; Taras Dovbush; Vasyl Oleksyuk. Substantiation of constructive parameters of a frame structure elements of the rope mechanism transport system for storing piece loadings into small warehouses. Scientific Journal of TNTU. – Tern.: TNTU, 2020. – Vol 100. – No 4. – P. 62–74.

ДОДАТКИ