

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**  
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**  
до дипломного проекту  
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення процесу механізації подрібнення стеблової маси під  
час збирання люпину з розробкою конструкції подрібнювача**

**Виконав:** студент 4 курсу, групи М-1-19 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Борисенко Денис Віталійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Пономаренко Наталія Олександрівна

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро – 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Борисенко Денису Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Удосконалення процесу механізації подрібнення  
стеблової маси під час збирання люпину з розробкою конструкції  
подрібнювача

керівник роботи Пономаренко Наталія Олександрівна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«08» травня 2023 року № 820

**2. Строк подання студентом роботи** 19.05.2023 р.

**3. Вихідні дані до проєкту** Огляд стану питання в галузі рослинництва  
та існуючих засобів збирання люпину. Патентний пошук, аналіз  
літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). Характеристика виробничої діяльності господарства. 2. Огляд конструкції подрібнювачів 3. Теоретична частина. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка розробки. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

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

1. Огляд конструкцій машин. 2. Вид загальний Claas Lexion 580. 3. Подрібнюючий ніж. 4. Креслення деталей (ніж, палець, скоба, вухо, пластина, сегмент). 5. Техніко-економічні показники.

**6. Консультанти розділів проєкту**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Деркач О.Д., доцент		
нормоконтроль			

**7. Дата видачі завдання:** 12.02.2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)		
2	Технологічний		
3	Конструкційний		
4	Охорона праці		
5	Економічний		
6	Графічна частина		

**Студент**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Борисенко Д.В.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## **АНОТАЦІЯ**

Борисенко Д.В. Удосконалення процесу механізації подрібнення стеблової маси під час збирання люпину з розробкою конструкції подрібнювача / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро 2023.

У вступній частині дипломного проекту представлена виробничо-господарська характеристика в ТОВ «Тесма Трейд» та його основні техніко-економічні показники.

В теоретичній частині описано основи розрахунків різання стеблової маси, а також приведені теоретичні розрахунки робочого органу та його конструктивні розрахунки.

Окремою частиною представлені заходи з охорони праці.

Розраховано економічну ефективність вирощування люпина та собівартість отриманої продукції.

**ЛЮПИН, CLAAS LEXION 580, РІЗАННЯ, СТЕБЛОВА МАСА, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ТОВ «ТЕСМА ТРЕЙД».**

## ЗМІСТ...

ВСТУП.....	6
1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ТЕСМА ТРЕЙД».....	7
1.1. Загальна характеристика господарства .....	7
1.2. Техніко-економічні показники діяльності господарства .....	8
1.2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ведення господарської діяльності.....	8
1.2.2. Матеріально-технічна база господарства.....	8
1.3. Обґрунтування теми дипломного проекту.....	11
2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН.....	13
2.1. Огляд конструкції подрібнювачів .....	13
3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	21
3.1. Опис досліджуваного агрегату.....	21
3.1.1. Загальний опис досліджуваного комбайну .....	21
3.2. Теоретичне обґрунтування елементів досліджуваного робочого органу .....	29
3.3. Розрахунок елементів досліджуваного робочого органу .....	40
3.3.1. Розрахунок зварних з'єднань .....	40
3.3.2. Розрахунок шпонкових з'єднань .....	41
3.3.3. Визначення реакцій в опорах валу .....	42
3.3.4. Визначення коефіцієнта запасу міцності.....	46
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	48
4.1. Розробка системи стимулювання охорони праці в господарстві.....	48
4.2. Визначення небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні збиральних робіт.....	51
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ.....	56
ВИСНОВКИ.....	64

ЛІТЕРАТУРА .....	65
ДОДАТКИ .....	68

## ВСТУП

Люпин має велике значення для зміцнення кормової бази тваринництва та підвищення родючості підзолистих піщаних ґрунтів. Розрізняють три види однорічного кормового люпину — жовтий, синій, або вузьколистий, і білий. Є також багаторічні форми люпину, які характеризуються цінними агротехнічними і кормовими якостями.

За вмістом білка в зерні люпин посідає перше місце серед сільськогосподарських культур. Залежно від виду і сорту вміст білка коливається від 38 до 50%. Вміст безазотистих екстрактивних речовин становить 25—40%, жиру — 5,5—20%. У соломі люпину білка 6,5—9%, в сіні, зібраному під час цвітіння рослин, — до 17%. Люпинове борошно з соломи і сіна є цінним кормом для тварин. Кормовий люпин вирощують і як силосну культуру.

Площа посівів кормового люпину в Україні становить близько 250 тис. га.

Впровадження у виробництво змішаних посівів кукурудзи з кормовим люпином значно збільшує вміст білка в зеленій масі. У дослідях, проведених у Львівському державному аграрному університеті, жовтий люпин висівали у суміші з кукурудзою. Урожайність зеленої маси кукурудзи становила 480, а люпину — 95 ц/га.

Середня врожайність зерна кормових люпинів порівняно невисока: жовтого 10 — 15, білого до 20 ц/га. За високої агротехніки із застосуванням інтенсивної технології врожайність зерна люпинів, особливо білого, сягає 25 - 30 ц/га і більше, зеленої маси 450 - 500 ц/га.

Отже, на сьогодні актуальним є питання вирощування культури люпина в сільських господарствах різних форм власності для задоволення як

внутрішньогосподарських потреб, так і для реалізації цінного кормового елемента з метою одержання високого рівня прибутку.

# 1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА

## ТОВ «ТЕСМА ТРЕЙД».

### 1.1. Загальна характеристика господарства

ТОВ «ТЕСМА ТРЕЙД» розташоване в Дніпропетровській обл., м.Дніпро, вул. Центральна, буд.70-А. Свою господарську діяльність товариство здійснює на території села Новоолександрівка та на прилеглих до села територіях (рис. 1.1).



**Рис. 1.1.** – Територіальна приналежність ТОВ «ТЕСМА ТРЕЙД»

Село Новоолександрівка знаходиться на березі річки Дніпро (в основному на правому березі), вище за течією на відстані 1 км розташоване село Гірки, нижче за течією на відстані 3 км розташоване село Садове. По селу протікає пересихаючий струмок з загатою. Поруч проходить залізниця, станція Івківка за 1,5 км.

Заснували село в [1920](#) році переселенці-бідняки з сіл Вячеславка, Комишанка, Чернявка, Славгородського повіту.



В господарстві займаються вирощуванням зернових, зернобобових, технічних, олійних, сої.

## **1.2. Техніко-економічні показники господарства**

### **1.2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ведення господарської діяльності**

ТОВ «ТЕСМА ТРЕЙД» розташоване в лісостеповій зоні України, де помірно теплий клімат з достатньою кількістю опадів. Найхолодніший місяць – січень, найтепліші – червень і липень. Рослинність представлена листяними лісами з трав'яним покривом і трав'янистою рослинністю лучних степів. Зональний ґрунт в районі господарства – сірий лісовий опідзолений ґрунт з вираженим гумусним горизонтом. Підзолистий процес менш виражений порівняно з дерновим, що створює кращі умови для утворення дерново-підзолистих і лужних чорноземів. За ступенем опідзоленості, вмістом гумусу та потужністю гумусового горизонту сіру лісову підстилку поділяють на світло-сіру, сіру та темно-сіру.

Основним засобом підвищення родючості ґрунту є поглиблення орного шару, систематичне внесення органічних і мінеральних добрив, затравлення та боротьба з ерозією.

### **1.2.2. Матеріально-технічна база господарства**

Найважливішою складовою матеріально-технічної бази є земля, ми про важливість землі як складової матеріально-технічної бази сільського господарства. Земля є основою для вирощування сільськогосподарських культур та є надзвичайно залежною від природних умов та дій природних чинників.

У конкретному прикладі ТОВ «ТЕСМА ТРЕЙД» має 3390 га землі, яка придатна для вирощування сільськогосподарських культур. Для досягнення намічених планів та вирощування продукції важлива якість та структура

посівних площ. Такі дані можуть бути важливими для оцінки ефективності та потенціалу сільськогосподарського підприємства.

**Таблиця 1.1.** - Структура земельних угідь господарства

Назва угідь	Площа, га	Структура, %
Всього земель	3390	100
у тому числі:		
з них ріллі:	3330	98,2
пасовища і сінокоси	42	1,2
під забудовою	18	0,6

Усі культури вирощуються за інтенсивною технологією, що дає можливість збільшити врожайність культур.

Структура посівних площ за останні роки представлена в таблиці 1.2.

**Таблиця 1.2.** – Культури, що вирощуються в господарстві

Культура	Площа, га	Врожайність, ц/га	Валовий збір, т	Собівартість, грн./т
Соя	455	18,0	819,0	420,1
Ріпак	320	22,5	720,0	330,0
Озима пшениця	820	42,6	3493,2	280,0
Овес	295	25,1	737,5	250,4
Кукурудза	480	41,0	1968	785,0
Гречка	180	10,5	189,0	821,0
Соняшник	560	24,0	1344,0	854,2
Жито	220	38,6	849,2	320,1

Ефективне використання машини у сільському господарстві значною мірою залежать від оптимальної структури і кількісного складу МТП, для нашого досліджуваного товариства склад МТП представлений в таблиці 1.3.

**Таблиця 1.3.** – Машинно-тракторний парк господарства

Марка	Кількість		Коефіцієнт готовності
	всього	працездатні	
<b>Трактори:</b>			
JOHN DEERE 8530	2	2	1,00
ХТЗ-150К	5	4	1,00

MTЗ-80.1	8	8	1,00
MTЗ-82.1	6	6	1,00
<b><u>Комбайни:</u></b>			
Claas Jaguar 840	2	2	1,00
Claas Lexion 480	1	1	1,00
Jaguar-840	1	1	1,00
Holmer	1	1	1,00
<b><u>Автомобілі:</u></b>			
КамАЗ-5320	4	3	1,00
<b><u>Підбирачі:</u></b>			
ЖВР-10	3	3	0,75
ПВ-6	5	4	0,57
ТПР-4,5	1	1	0,56
<b><u>Оприскувачі:</u></b>			
ОПШ-2000-18	8	8	1,00
<b><u>Причепи:</u></b>			
2-ПТС-4	20	20	0,78
<b><u>Розкидачі:</u></b>			
НРУ-05	8	7	0,88
МВУ-5	5	4	0,80
<b><u>Луцильники:</u></b>			
ЛДГ-15	2	2	1,00
<b><u>Плуги:</u></b>			
GregoireBESSON	2	2	1,00
Плуг Lemken	2	2	1,00
ПНЯ-5-35	1	1	1,00
<b><u>Граблі:</u></b>			
ГВР-6	8	6	0,75
ГВК-6А	7	7	1,00
<b><u>Сівалки:</u></b>			
Vaderstad 4307	1	1	0,90
Horsch	2	2	1,00
JOHN DEERE 4545	1	1	1,00
JOHN DEERE 31574	1	1	1,00

Ремонтно-обслуговуюча база господарства призначена для запобігання відмов, усунення несправностей та підтримання техніки в робочому стані. Ремонтно-обслуговуюча база знаходиться на території господарства.

**Таблиця 1.4. - Періодичність проведення ТО**

Назва техніки	Періодичність обслуговування		
	ТО-1	ТО-2	ТО-3
Трактори, мото-год.	125	500	1000
Самохідні комбайни і машини, мото-год.	60	240	

Вантажні автомобілі, км	2500	10000	
Легкові автомобілі, км	3000	12000	
Автобуси і спеціальні автомобілі, км	2800	11200	

Ефективність використання техніки залежать від забезпеченості кадрами, їхньої кваліфікації, організації роботи.

### 1.3. Обґрунтування теми дипломного проекту

Сьогодні, виробники на сільськогосподарських землях віддають перевагу ринковим культурам, замість тих, які адаптовані до конкретної зони. Тому на сьогоднішній день все більше площ під кукурудзою, ріпаком та соєю. Проте, через незнання справи, виробники не звертають уваги на такі культури як люпин. Люпин не поступається сої за господарськими якостями та перевищує її за врожайністю, маючи при цьому значні економічні переваги.

Люпин вузьколистий має високу кормову цінність, близьку до сої, завдяки високому вмісту білку в зерні (35-48%) та зеленій масі (18-22% по сухій речовині), сприятливому співвідношенню амінокислот і практично повній відсутності інгібіторів трипсину.

У сої, навіть, в ультраранньостиглих сортів вегетаційний період становить 90-95 днів в зоні Лісостепу, а в наших умовах вони мають значно довший період досягання. Стійкість до низьких температур на ранніх етапах розвитку, цим не порадую вас соя. І найголовніша перевага – з легкістю на бідних ґрунтах Полісся забезпечує врожай зерна на рівні 2-4 т/га, соя в середньому 1,2-1,5 т/га, в кращому випадку 2 т/га за інтенсивними технологіями. При переробці на комбікорм люпин вузьколистий не потребує теплової обробки.

В середньому один гектар люпину залишає після себе 50-100 кг азоту, 30 кг фосфору, 50 кг калію. З іншого боку, проникаючи у ґрунт до 1,5 м і більше, коріння люпину поглинає з ґрунту раніше вимиті з орного шару калій та інші макро- і мікроелементи і повертає їх у кореневмісний горизонт, оберігаючи ґрунтові води від забруднення. Ось чому люпин, як жодна інша культура, може обходитися без добрив, що дає йому значні переваги перед іншими культурами.

Саме тому тема дипломного проекту «Удосконалення процесу механізації подрібнення стеблової маси під час збирання люпину з удосконаленням конструкції подрібнювача»

В розрахунках дипломного проекту будемо включати найбільш економічно доцільну техніку (трактори, комбайни тощо), навіть якщо її немає в господарстві в наявності. Головною метою роботи буде рекомендація найбільш оптимального технічного забезпечення для виробництва люпину.

## 2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН

### 2.1. Огляд конструкції подрібнювачів

Якщо незернова частина урожаю (НЧУ) в минулому використовувалася для потреб тваринництва, то в даний час, у зв'язку з зменшенням поголів'я тварин, постала проблема ефективного використання НЧУ. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми стало використання НЧУ для удобрення ґрунту.

Застосування технології збирання зернових культур з укладанням соломи у валок для подальшого її заробляння в ґрунт, призводить до значних експлуатаційних затрат. Застосування технології збирання зернових зернозбиральними комбайнами, які обладнані подрібнювачами-розподільвачами, покращило якість розподілу НЧУ по поверхні поля і знизило експлуатаційні затрати.

Подрібнювачі (НЧУ) до зернозбиральних комбайнів класифікуються за способом руйнування соломистих матеріалів та конструкційним виконанням подрібнювачів (рис. 2.1.).

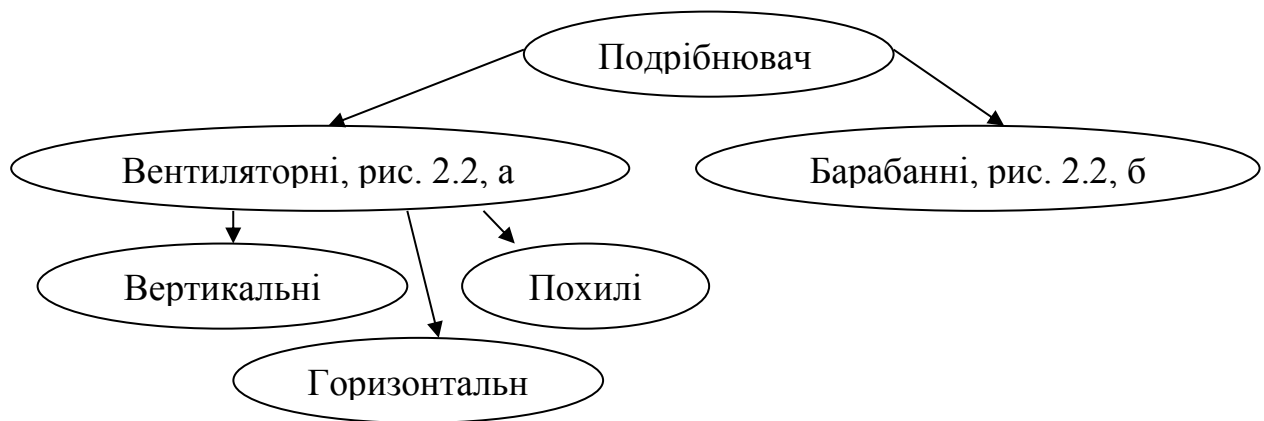
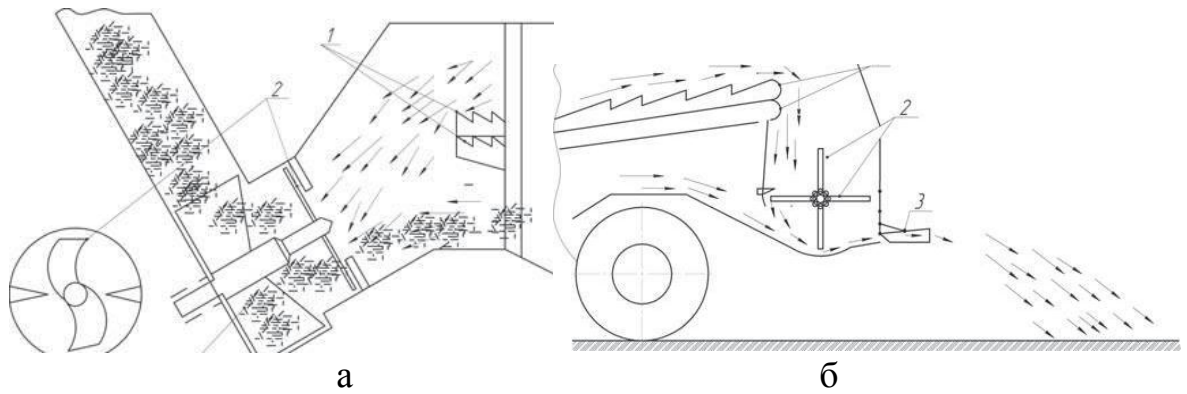


Рис. 2.1.- Класифікація подрібнювачів



**Рис. 2.2.-** Схема подрібнювачів:

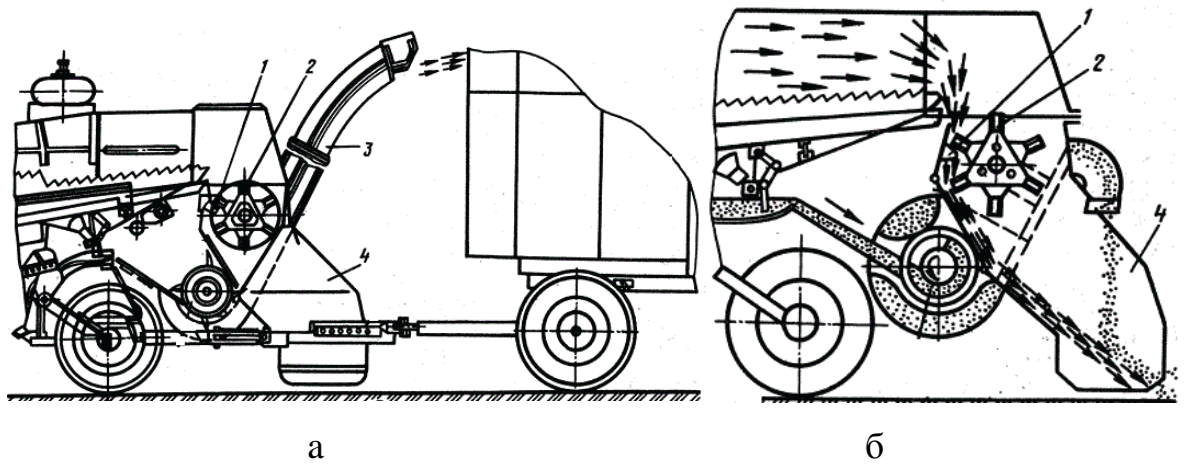
1- клавіші соломотряса; 2- ножі; 3- спрямовувачі потоку

Подрібнювачі-вентилятори за принципом розташування їх осі поділяються на вертикальні, похилі та горизонтальні. Але найбільш широке розповсюдження знайшли подрібнювачі-вентилятори, вісь яких розташована похило.

Незважаючи на значні втрати енергії, подрібнювачі-вентилятори знайшли застосування тому, що вони є відносно прості і компактні за конструкцією, забезпечують високу ступінь подрібнення та виконують одним робочим органом два процеси: подрібнення НЧУ і подальше її завантаження у причіп.

З метою зменшення втрат енергії були створені і організовано промислове виробництво подрібнювачів барабанного типу. В цих подрібнювачах застосовується як жорстке, так і шарнірне кріплення ножів на валу. Ножі можуть бути розташовані рядами вздовж вала, в шаховому порядку і по гвинтовій лінії. Самі ножі можуть мати різні форми виконання, наприклад, у вигляді сегментів, дисків, молотків тощо.

У попередні десятиліття широкого застосування універсальні подрібнювачі барабанного типу (рис. 2.3), що використовувалися для збирання соломи й полови роздільно або разом потоковим способом.



**Рис. 2.3.**-Схема універсального подрібнювача;

а – завантаження соломи і полови в причіп; б – укладання соломи і полови у валок: 1 – протиризальні елементи; 2 – подрібнювальний барабан з ножами; 3 – вивантажувальний патрубок; 4 – валкоутворювач.

В результаті наступного етапу розвитку конструкцій подрібнювачів до зернозбиральних комбайнів була створена модель подрібнювача-розподільювача ПИРС-2 (рис. 2.4). Подрібнювачі такого конструкційного виконання функціонально здійснюють не тільки подрібнення НЧУ, а й її розподілення на поверхню ґрунту на ширину захвату 4 – 6 м.

Подрібнювач-розподільювач до комбайна “Дон-1500” (рис. 2.5) виконаний у вигляді збірної звареної металоконструкції, навішеної на задню частину комбайна і включає корпус, всередині якого розташований щиток поворотний верхній і щиток поворотний нижній. До нижньої частини корпусу кріпиться блок подрібнювача. Усередині блока розташований барабан з протиризальними елементами.



**Рис. 2.4.**- Подрібнювач-розподільювач ПИРС-2



До блока подрібнювача і до корпусу прикріплений розподілювач потоку НЧУ. Описаний подрібнювач-розподілювач забезпечує подрібнення НЧУ та її розподіл на ширині 4 – 6 м або укладання НЧУ без подрібнення у валок.



**Рис. 2.5.-** Подрібнювач-розподілювач зернозбирального комбайна “Дон-1500”

Подрібнювач-розподілювач НЧУ Fine Cut завдяки крилоподібним ножах розподіляє якісно НЧУ на ширині, яка відповідає ширині захвату жнивarki. Полова також направляється прямо на подрібнювальний барабан. Fine Cut забезпечує відносно кращий розподіл НЧУ при роботі на схилах або при роботі в умовах вітру, зміна налаштування в залежності від вітру в процесі роботи здійснюється дистанційно.

У сучасних зарубіжних комбайнах, наприклад, фірми John Deere для розкидання НЧУ застосовують подрібнювачі-розподілювачі, які забезпечують розподіл соломи на ширині до 9 м (рис. 2.6).



**Рис. 2.6. -** Подрібнювач-розподілювач Fine Cut зернозбирального комбайна John Deere

Окрім того, фірма John Deere розробила також подрібнювач-розподілювач Power Cast (рис. 2.7).



**Рис. 2.7.-** Подрібнювач-розподілювач Power Cast зернозбирального комбайна John Deere

У цьому високопродуктивному подрібнювачі-розподілювачі передбачено 100 ножів, які розташовані в чотири ряди, навпроти них закріплено 57 стаціонарних ножів, що забезпечує дрібну різку НЧУ.

За даними фірми - виробника навіть в умовах вітру цей пристрій забезпечує розкидання соломи на ширину до 12 метрів. Налаштування для компенсації вітру можна здійснювати через центр управління Command Center в кабіні.

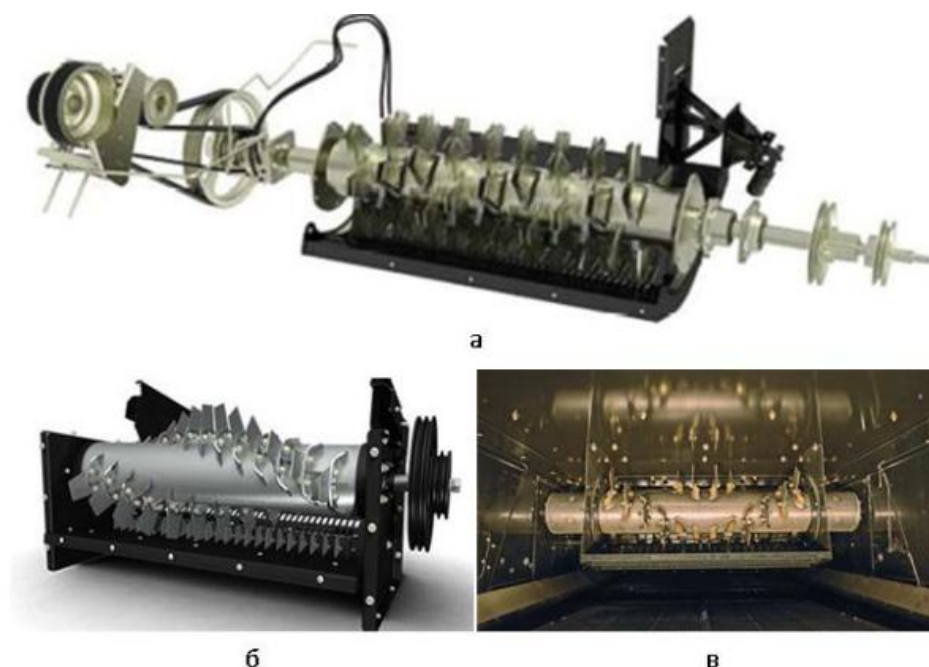
Фірма CLAAS у комбайні TUCANO використала новий подрібнювач-розподілювач НЧУ SPECIAL CUT (рис. 2.8) з 80 ножами, які забезпечують якісне подрібнення НЧУ. Подрібнювач-розподілювач вмикається і вимикається електрогідравлічним способом.



**Рис. 2.8.-** Подрібнювач-розподілювач SPECIAL CUT зернозбирального комбайна CLAAS TUCANO

Особливе значення має схема розташування ножів на роторі пристроїв. При збереженні загальної для всіх тенденції традиційного рядного розташування робочих елементів, фірми Case IH, Massey Ferguson, Challenger, Gleaner (ротори системи Fine Cut II комбайнів суперсерії S8) пропонують подрібнювачі з двох-, трьох- або чотирехспіральною розміщенням ножів, а також з гвинтовими, сходяться в центрі ротора рядами (рис. 2.9). Стверджується, що установка молотків по спіралі сприяє більш якісному подрібненню і рівномірному розподілу навантаження на ротор. Сходяться в центрі ряди забезпечують хорошу захоплюючу здатність ротора.

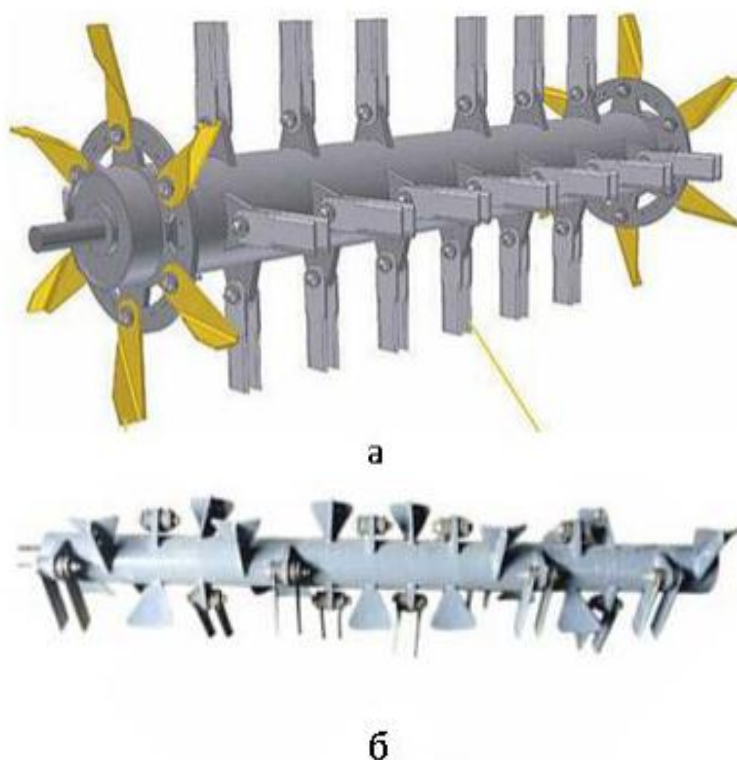
З метою створення спрямованих повітряних потоків, що сприяють просуванню частинок до виходу з подрібнюючого пристрою, багато сучасних конструкції подрібнювачів забезпечені лопатями, встановленими на торцях роторів (системи Redecor "Maximum Air Velocity" для комбайнів New Holland, Claas "Lexion", John Deere та ін. ). Пристрої MAV (рис. 2.10, а) дозволяють розвивати швидкість повітряного потоку до 110 mph ( $49,2\text{ мс}^{-1}$ ) і більш, що позитивно впливає на якість розподілу подрібненої соломи.



**Рис. 2.9.-** Розташування ножів на роторі подрібнювача системи MagnaCut: трирядне гвинтове комбайнів серій 7000, 8000, 9000 (а); дворядне гвинтове

комбайнів Case IH (б); трехрядне, з роторами в центрі у комбайна Case IH 7140 (в).

Вирішенням цього питання у білоруських розробників стала установка на роторі соломоподрібнювача комбайна КЗС-812 «Палессе GS812» шарнірно закріплених лопаток (рис. 2.10, б). Розміщення в шаховому порядку з подрібнювальними ножами таких лопаток сприяє також подовжньому розщепленню подрібнених стебел і наданню їм додаткового імпульсу, за рахунок удару. Ці ж цілі переслідують при виконанні молотків з фігурними формами поперечного перерізу (П- і Г-образні).



**Рис. 2.10.** - Повітряні лопаті роторів подрібнювачів: торцеві, системи Redecor, MAV (а); поздовжні, шарнірно встановлені (КЗС-812 «Палессе GS812») (б).

Зернозбиральні машини мають забезпечувати високоякісне і своєчасне збирання хлібів. Параметри робочих органів машин та режими їх роботи потрібно узгоджувати з умовами збирання сільськогосподарських культур.

**Висновки.** Збирання врожаю люпину розпочинають, коли побуріє не менше 80% бобів, почнуть підсихати стебла, а вологість насіння буде меншою 22%. У разі необхідності прискорення дозрівання зерна, підсушування стебел

люпину і вегетуючих бур'янів проводять десикацію у фазі фізіологічної стиглості, яку визначають, як правило, за світло-жовтим забарвленням корінця зародка насінини. Для цього використовують препарати реглон, реглон супер (3-4 л/га) при витраті води 350-400 л/га. Роздільне збирання пов'язане з великими втратами внаслідок обламування бобів у жовтого люпину, загнивання недозрілої маси у валку. Існуючі ж скоростиглі сорти дають можливість збирати люпин без проведення десикації прямим комбайнуванням. Перед початком цієї операції необхідно відрегулювати молотильний апарат комбайна для забезпечення повного обмолочування зерна та запобігання його травмуванню (кількість обертів барабана молотильного апарата слід встановити на рівні 500-600 за 1 хв).

### 3. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Опис досліджуваного агрегату

##### *3.1.1. Загальний опис досліджуваного комбайну*

**Зернозбиральні комбайни Claas Lexion 580.** Основні вимоги до зернозбиральних комбайнів - це надійність всіх вузлів і агрегатів, висока продуктивність, економічна витрата палива і мастильних матеріалів, комфортні умови роботи оператора. Цим вимогам повністю відповідають комбайни Claas серії 500 (рис. 3.1).



**Рис. 3.1.-** Загальний вигляд комбайну Claas Lexion

#### **Технічні особливості**

Комбайн Claas Lexion 580 поєднує в своїх характеристиках переваги потужних, але дорогих машин нових серій з помірною вартістю і економічним змістом техніки середньої потужності категорії.

У конструкцію цієї машини закладений цінний досвід експлуатації попередніх розробок і ряд оригінальних технологічних та технічних рішень.

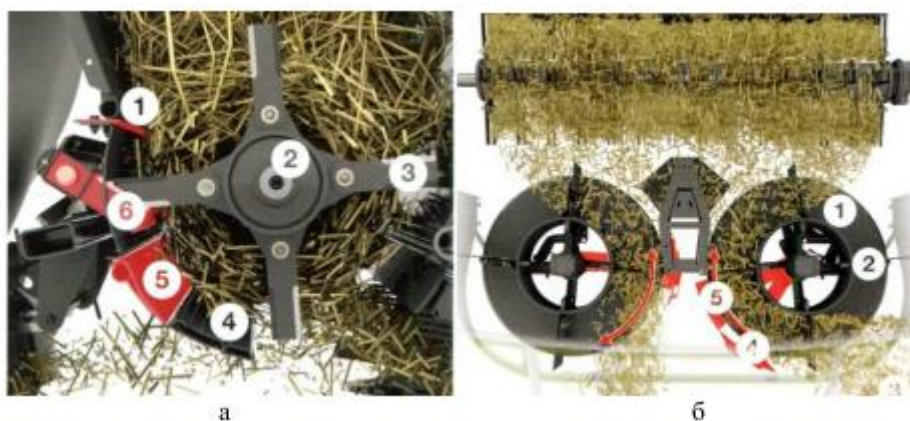
На думку фахівців, комбайн за всіма параметрами відповідає чинним агротехнічним, екологічним і машинобудівним стандартам, а за окремими характеристиками перевершує можливості однотипних брендів аналогів.

Висока продуктивність комбайна ClaasLexion 580 забезпечується конструкцією комбінованого молотильно-сепаруючого вузла, що використовує технологію, обмолоту APS з подальшим очищенням в роторному Сепараторному пристрої RotoPlus.

Системи автоматизованого управління AUTOCONTOUR, LASERPILOT і супутникового водіння GPSPiLOT дозволяють оператору зосередити увагу на реалізації важливіших завдань.

Система SPECIAL CUT складається з подрібнювача соломи (рис. 3.12, а), і радіального соломорозкидача (рис. 3.12, б). Якість подрібнення соломи забезпечують 108 ножів, розміщених в 4 рядах на роторі, протиризальні ножі, що регулюються та поперечний ніж 1,6, поворотний терочний механізм 5. Подрібнена солома поступає на радіальний розкидач.

Розкидання соломи по всій ширині захвату жатки забезпечується двома швирковими роторами. Ширина розкидання регулюється за допомогою системиCEBIS.



**Рис. 3.2.** - Система переробки соломи зернозбиральних комбайнів SPECIAL CUT: а – подрібнювач соломи: 1 – поперечний ніж; 2 – роторний вал; 3 – ножі; 4 – перетираюча планка; 5 – терочне днище; 6 – протиризальні ножі; б – радіальний розкидач соломи: 1 – швирковий ротор; 2 – лопатка; 3 – солома; 4 – зовнішній дефлектор; 5 – внутрішній дефлектор

Полова після сходження з очистки направляється на радіальні розкидачі полови, які працюють за аналогічним принципом роботи розподільників соломи. Для обслуговування решіт очистки, розподільники полови легко відводяться в заднє положення.

### **Радіальний розподільник з механічним приводом**

Добрий розподіл соломи найвищої якості гарантує радіальний розподільник з механічним приводом (рис. 3.3). Два протівовращаючі ротора наводяться в рух ременем і тому завжди обертаються з однаковою швидкістю. Така унікальна приводна концепція сприяє рівномірному якосному розподілу. Переваги нового радіального розподільника особливо добре проявляються на полях зі змінними умовами (суха солома, волога і важка солома).



**Рис. 3.3.- Радіальний розподільник**

І подрібнений матеріал, і солома з очищення захоплюються радіальним розподільником прямо під час руху і прискорюються. Ця концепція в поєднанні з механічним приводом вимагає мінімальної потужності і низької витрати палива.

З решетного стану коротка солома і солома потрапляють на розкидач полови з гідроприводом. Клапан регулювання потоку дозволяє індивідуально змінювати частоту обертання і ширину розподілу маси по полю.

Бічний вітер впливає на напрямок кидка подрібненого матеріалу. В результаті розподіл соломи виходить нерівномірним, а подрібнений матеріал потрапляє на край ділянки, що може негативно впливати на потік маси в жнивварці. Датчики в задній частині машини визначають інтенсивність бічного



вітру і вирівнюють напрям кидка подрібненого матеріалу. Переваги: автоматичний рівномірний розподіл подрібненого матеріалу і розвантаження механізатора.

### **3.1.3. Будова досліджуваного органу комбайну**

#### **Аналіз ножів подрібнюючого ротора**

Ножі соломоподрібнювача зернозбиральних комбайнів призначені для подрібнення соломи, що надходить з соломотряса або безпосередньо з молотільносепарірующего пристрою, шляхом опорного і безопорного рубає або змінного ударного різання, при обертанні ротора. Основний процес різання здійснюється при взаємодії матеріалу з ріжучою парою - закріпленого на роторі ножа і нерухомо закріпленого протиріжучого елемента.

Конструкція, форма, спосіб кріплення, матеріал ножів і технологія їх виготовлення багато в чому визначають якість подрібнення і розподілу матеріалу, витрати енергії на виконання технологічної операції, можливість зниження технологічних простоїв при експлуатації комбайна і багато іншого.

Ножі соломоподрібнювача для зернозбиральних комбайнів (рис. 3.14) виробляються з хромванадієвої сталі з вольфрамкарбідним покриттям з різними (в тому числі і нестандартними) розмірами:

- довжина  $l$  – від 160 до 187 мм;
- ширина  $b$  – від 50 до 60 мм;
- товщина  $\delta$  – від 3 до 5 мм;
- з діаметром  $d$  посадочного отвору – от 18 до 25 мм.

Тонкі ножі застосовуються для подрібнення сухих тонкостебельчатих матеріалів; з більшою товщиною - при обробці соломи перезвожених і толстостержневих культур.

За призначенням ножі поділяють на нерухомі (рис. 3.4, у-ц), які використовуються в якості протиріжучими сегментів, і активні - обертові разом з ротором подрібнювача.

Спосіб виконання технологічної операції визначається типом установки ножів. Вони можуть встановлюватися на роторі нерухомо (жорстко закріплені)

(рис. 3.4, і, к) або з можливістю коливання (шарнірні або митників). Як правило, якщо ніж встановлюється без можливості гойдання, то в ньому передбачається додаткове кругле або фігурний отвір. Шарнірно встановлюються ножі також називають молотками.

На поздовжніх сторонах ножі мають заточені ріжучі кромки, що проходять приблизно на  $\frac{3}{4}$  довжини ножа (рис. 3.4, а) або на його повну довжину (рис. 3.4, д). Виробниками John Deere та іншими розробниками пропонуються ножі із заточуванням торцевої частини (рис. 3.4, з, л). Таке рішення дозволяє досягти більшої ефективності роботи ножа, хоча і ускладнює технологію його виготовлення. Кут заточування ріжучої кромки, як правило, становить  $25^\circ$ . Одностороння симетрична (рис. 3.4, в) і асиметрична (рис. 3.4, г) заточки використовуються для ножів меншої товщини. Заточка з двох сторін (рис. 3.4, б) застосовується для ножів з товщиною полотна від 4 мм і більше.

Необхідно враховувати факт погіршення процесу різання ножами з двостороннім заточуванням, а також ускладнення технології перезаточки ножів.

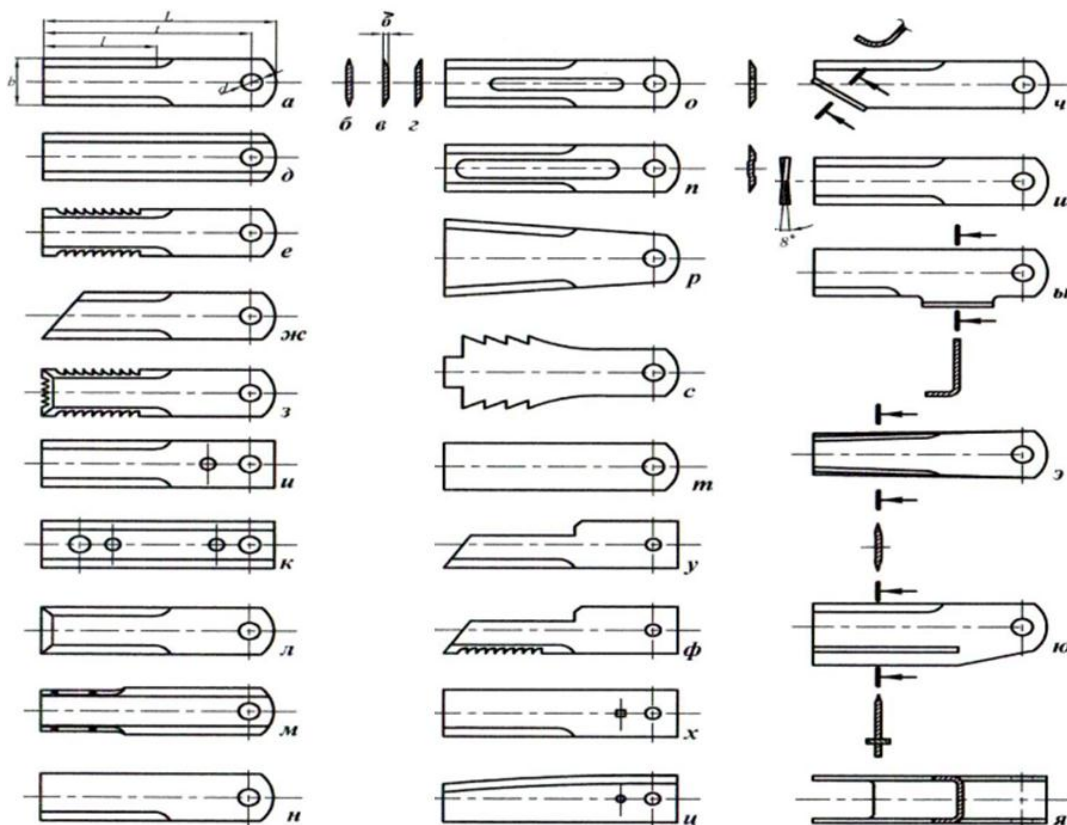


Рис. 3.4. - Типи ножівподрібнювачів-розкидачів

Більшого поширення знаходять плоскі ножі, що мають ріжучу частину з одного (рис. 3.4, н) або з обох сторін. Двухлезвійні ножі дозволяють збільшити робочий ресурс за рахунок перестановки в разі затуплення однієї зі сторін. Оборотні ножі (рис. 3.4, к) мають лезо на всю довжину і отвори кріплення з обох сторін.

В окремих випадках (обробка толстостебельних або короткостебельних культур, дроблення і розкидання пересушеної маси і т. д.) Можуть знайти застосування безлезвійні ножі (рис. 3.4, т). При необхідності дрібного подрібнення застосовують ножі, що мають зубчасту насічку замість гладкого леза (рис. 3.4, е, з, ф). На відміну від гладколезвійних, зубчасті ножі дозволяють знизити споживання енергії та формувати кінці подрібненої соломи.

Збільшити робочий ресурс ножа без перезаточки дозволяють армування леза сормайтом (наплавка), лазерне нанесення зміцнюючого покриття, використання твердосплавних напайок (рис. 3.4, м), що продовжують термін служби ножа в 3-4 рази, застосування бору в якості основного легуючого елемента і т. д.

Деякими виробниками пропонуються форми плоских ножів, відмінні від прямокутної. Так, з метою компенсації збільшення кута защемлення ріжучої пари, внаслідок маятникового ефекту шарнірних ножів, форма останніх може виконуватися трапецеїдальною (рис. 3.4, р). Досягти того ж ефекту при подрібненні крупностебельних культур дозволяють молотки із ступінчастою формою ріжучої кромки (рис. 3.4, з).

Для створення оптимальних умов процесу різання (зменшення діятангенціальних сил, збільшення кута ковзання матеріалу в розчині ріжучої пари на всій довжині леза) часто використовують криволінійну форму лез активних ножів і протиріжучими сегментів (рис. 3.4, ц). Відомі еліптична, дугоподібна, опукла і увігнута криволінійні, логарифмічною і Архімедова спіралі, ексцентричної кола і інші форми лез. Полегшення і посилення робочих

елементів досягається відповідно виконанням поздовжніх отворів (рис. 3.4, о) і формуванням ребер жорсткості (рис. 3.4, п) в тілі ножа.

З метою поєднання декількох функцій ножів їх форма може відрізнятись від плоскої. Ножі, які мають С-образний поперечний переріз (рис. 3.4, е), активно подрібнюючі соломку поздовжніми крайками, проходячи в зазорі між контрножем, перетирають стебла, сприяючи їх подовжньому розщепленню.

Усічені (рис. 3.4, ч), Г- (рис. 3.4, и) і П-подібні (рис. 3.4, я) в поперечному перерізі ножі дозволяють не тільки подрібнювати соломку, але і створювати повітряні потоки, які надають додаткову енергію руху подрібненим частинкам.

Створенню необхідного турбулентного (вихрового) повітряного потоку і нагнітання його в розподільний дефлектор також сприяє гвинтоподібна (скручена) форма ножа (рис. 3.4, ш).

Розворот площини поперечного перерізу плоского робочого органу на кут до  $8^\circ$  уздовж осьової лінії дозволяє функціонувати ножу подібно до вентиляторної лопати, що сприяє більш широкому розкиду соломи.

Також відомі Т-образні ножі, що встановлюються в подрібнювачах-азбрасивателях комбайнів Дон-1500Б і РСМ-10Б (рис. 3.4, ю). При їх використанні початкове подрібнення маси здійснюється ріжучими крайками пластин, а доподрібнення і розщеплення - крайками лопаток, перпендикулярно приварених до пластин.

Ще одним різновидом об'ємних робочих органів подрібнювачів є жорстко закріплені Г-образні ножі. Автори доводять, що при роботі таких ножів процес подрібнення реалізується одночасно в двох взаємно перпендикулярних площинах, що забезпечує найкращі умови різання.

Об'ємні ножі можуть виконуватися як суцільними, так і складовими. Слід зазначити, що збірні робочі органи технологічно більш складні і менш надійні в експлуатації.

Спроби класифікувати відомі ножі соломоподрібнювача по основним конструктивним, технологічним і якісним ознакам і раніше робилися деякими дослідниками. Однак з урахуванням новопосталих в останні роки теоретичних

передумов, а також останніх досягнень науки і техніки в області комбайнобудування в даній роботі запропонована оригінальна детальна класифікація ножів подрібнюючих роторів.

В авторській редакції подрібнюючі ножі класифікуються, зокрема:

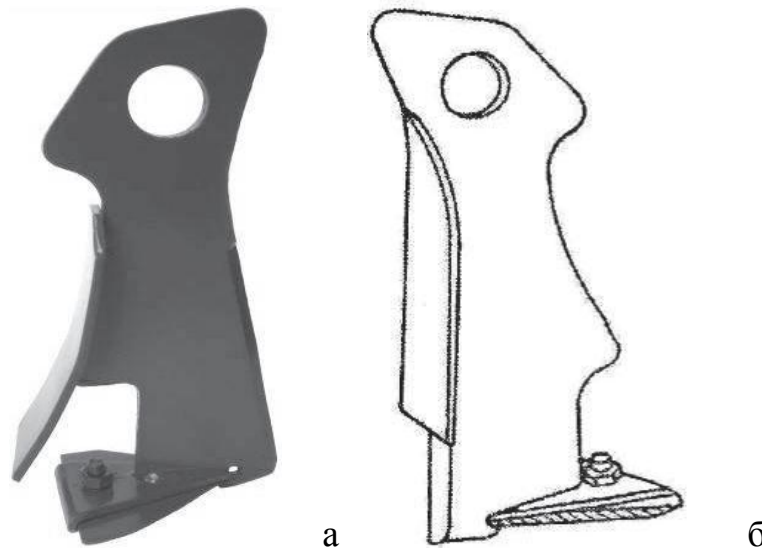
- за призначенням - бильні (активні), протирижучими (нерухомі);
- за типом виконуваної технологічної операції - подрібнюючі кидаючі, багатофункціональні;
- за конструкцією - суцільні, складові, посилені, полегшені;
- по можливості перестановки - оборотні, необоротні;
- за формою робочого органа - плоскі (прямокутні, П-, Г-, Т-, С-образні в поперечному перерізі, фігурні, усічені, гвинтові і ін.), об'ємні;
- за формою профілю поперечного перерізу заточування леза (одностороння симетрична і асиметрична, двостороння);
- по типу установки на роторі - фіксовані (нерухомі), шарнірні (молотки);
- за способом збільшення ресурсу - з наплавленням (сормайт), з лазерним напиленням;
- за типом робочої поверхні - лезові (односторонні, двосторонні, гладколезвійніе, борін (з рискою), зі шліфувальним торцем і ін.), безлезвійніе.

### **Опис модернізованого ножа**

У подрібнювачах барабанного типу застосовується як жорсткий, так і шарнірне кріплення ножів на валу. Ножі можуть бути розташовані рядами вздовж вала, в шаховому порядку и по гвинтовій лінії. Самі ножі можуть мати різні форми виконання, наприклад, у вигляді сегментів, дисків, молотків тощо.

Більш широкого розповсюдження нубули сегментні ножі. Вони якісно подрібнюють соломку, але неефективні відносно забезпечення транспортування її в причіп чи розкідання на полі. Тому для усунення відзначеного недоліку ми пропонуємо використовувати модернізовані ножі з додатково встановленими лопатками для створення повітряного потоку, який сприяє транспортування НЧУ (рис. 3.15). Даний тип ножів якісно подрібнюють та забезпечують

транспортування подрібненої соломи в причіп чи розкіданні по полю за рахунок створення повітряного потоку, який сприяє транспортуванню.



**Рис. 3.5.-** Ножі подрібнювача, обладнані лопатками для створення повітряного потоку:

а – лопатка, закріплена в передній частині ножа;

б – лопатка, закріплена в задній частині ножа.

### **3.2. Теоретичне обґрунтування елементів досліджуваного робочого органу**

Засновником теорії різання лезом сільськогосподарських матеріалів являється академік В.П. Горячкін. На основі проведених ним досліджень встановлено два різновиди процесу різання лезом: *а)* різання за допомогою нормального переміщення ножа; *б)* різання при переміщенні ножа по двом взаємно перпендикулярним напрямкам: нормально і паралельно лезу.

Розглянувши кінематику обертального ножа, який розташований не радіально, В.П. Горячкін встановив аналітичний взаємозв'язок основних параметрів різального апарату, і ввів поняття коефіцієнта ковзання  $\varepsilon$ , що являє собою відношення тангенціальної складової  $V_t$  повної швидкості леза до її нормальної складової  $V_n$  або відношення відповідних складових  $S_t$   $S_n$  загального шляху леза.

$$\varepsilon = \frac{V_t}{V_n} = \frac{S_t}{S_n} = \operatorname{tg}\tau, \quad (3.1)$$

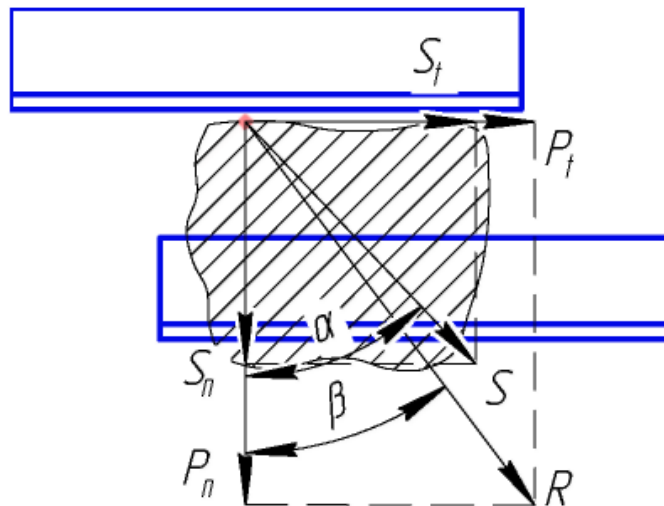
де  $\tau$  - кут ковзання (кут між напрямком нормальної складової  $V_n$  і загальної швидкостей).

Академік В.О. Желіговський, розкриваючи фізичну сутність різання ковзальним рухом леза, виділив три випадки різання:

- а) різання нормальним тиском;
- б) різання нормальним тиском з участю бокової сили, при якій не виникає ковзання;
- в) різання із ковзанням.

В.О. Желіговським експериментально доведено взаємну залежність між нормальним тиском  $P_n$  леза на матеріал і тангенціальним зусиллям  $P_t$ , яке необхідне для збудження переміщення леза по матеріалу (рис. 3.16). При зменшенні зусилля  $P_n$ , зусилля  $P_t$  збільшується так, що їх рівнодіюча  $R$

зберігає приблизно постійну величину, тобто  $R = \sqrt{P_n^2 + P_t^2} = \operatorname{const}$ .



**Рис. 3.16.-** Схема визначення взаємозв'язку між нормальним  $P_n$  і тангенціальним  $P_t$  зусиллями та нормальним  $S_n$  і тангенціальним  $S_t$  переміщеннями леза у процесі ковзального різання

В.О. Желіговський відмічає, що при різанні із ковзанням частинки матеріалу у зоні безпосереднього контакту з лезом в процесі стискання захоплюються нерівностями леза і зміщуються у напрямку ковзання. Завдяки цьому між частинками, що зміщуються із сусідніми частинками виникають дотичні напруження замість нормальних. Внаслідок цього характер руйнування матеріалу змінюється: замість стискання виникає інший вид руйнування - розрив або зсув частинок. Останнє проходить при значно малих руйнуючих напруженнях.

У теорії різання лезом виділяють три види різання: нормальне, похиле (нахилене) і ковзальне. Н.Ю. Резнік вважає, що ковзальне і похиле різання розрізняють надто умовно. Н.Ю. Резнік виділив три основні відмінності ковзального різання: кінематична трансформація кута загострення, переніс частини зусилля тертя з нормального на тангенціальний напрямок, пиляча дія кромки леза.

С.В. Мельніков називає відношення дотичного зусилля  $P_t$  до нормального -  $P_n$  коефіцієнтом ковзального різання  $f'$ , який дорівнює тангенсу кута тертя

$$f' = \frac{P_t}{P_n} = \operatorname{tg} \varphi .$$

При збільшенні коефіцієнта ковзання  $\varepsilon$  збільшується і коефіцієнт ковзального різання  $f'$ .

Досліджуючи вплив величини кута загострення ножів на інтенсивність їх зношування Єфімова М.Г. зазначає, що збільшення кута загострення ножів супроводжується зменшенням інтенсивності зношування з однієї сторони і збільшенням затуплення з іншої. Оптимальне значення кута загострення для подрібнювальних апаратів 22 – 25°.

Досліджуючи зміну зусиль різання і витрати енергії при подрібненні міскантуса V-подібним ножем автори рекомендують використовувати ножі із кутами загострення від 25° до 35°.



Вплив кута  $\beta_3$  загострення ножа знайшов своє відображення в аналітичному виразі, що визначає критичне значення зусилля різання

$$P_{кр} = \delta \cdot G_p + \frac{E}{2} \frac{h_{cm}^2}{h} \left[ \operatorname{tg} \beta_3 + f \sin^2 \beta_3 + \mu (f + \cos^2 \beta_3) \right], \quad (3.2)$$

де  $\delta$  - гострота леза;

$\sigma_p$  - руйнуюче контактне напруження на крайці леза;  $E$  - модуль пружності;

$h_{cm}$  - товщина стиснення матеріалу лезом до моменту початку різання;  $h$  - товщина шару матеріалу, що перерізається;  $\beta_3$  - кут загострення леза;  $f$  - коефіцієнт тертя;  $\mu$  - коефіцієнт Пуансона.

Аналізуючи величину  $P_{кр}$  як функцію лише однієї змінної - кута  $\beta_3$  тобто  $P_{кр} = f(\beta_3)$ , Н.Ю. Резнік одержав залежність у вигляді

$$P_{кр} = P_{риз} + c \cdot \operatorname{tg} \beta_3, \quad (3.3)$$

де  $c$  - розмірний коефіцієнт, що дорівнює 1 кгс/см.

Одним із найбільш важливих геометричних параметрів є також гострота леза  $\delta$ , яка впливає не лише на якість зрізу, а й на величину зусилля і роботи різання більшості пружньов'язких матеріалів.

Дослідження з виявлення залежності зусилля різання від гостроти леза були також проведені Г.І. Новіковим при різанні коренеплодів.

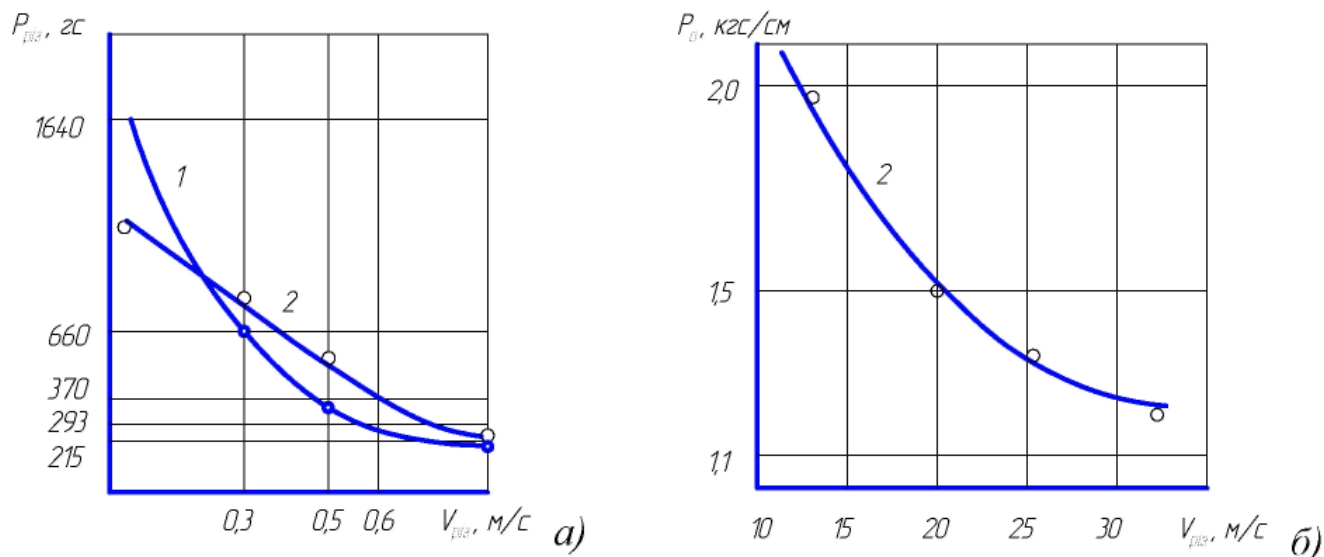
За даними при зазорі в 0,4 мм в різальній парі подрібнювального апарату комбайна Е-281, потужність приводу барабану з ножами, що не загострювали протягом трьох змін роботи на 26 % більша, порівняно із гострими ножами.

Збільшення гостроти крайки леза з  $\delta = 160$  мкм до  $\delta = 30$  мкм, як зазначають автори, зменшує питому роботу різання  $A_{num}$  приблизно в 1,75 рази, а тому необхідно використовувати ножі із гострим лезом та підтримувати їх стан в нормі.

Швидкість різання  $V_{риз}$  є одним із кінематичних та динамічних факторів процесу різання, від якого залежить продуктивність і енергоємність машини.

Тому зв'язок енергоємності процесу із швидкістю різання є визначальним для його техніко-економічної оцінки.

Зниження зусилля  $P_{різ}$  від швидкості  $V_{різ}$  різання було встановлено рядом дослідників при різанні сільськогосподарських культур. Так, характер експериментальних залежностей одержаних А.Н. Карпенком і І.Ф. Васіленком (рис. 3.17, а), подібні до тих, що одержав В.І. Фомін. (рис. 3.17, б).



**Рис. 3.17.** - Графік залежності зусилля різання  $P_{різ}$ (а) та питомого опору різання  $P_o$ (б) від швидкості різання  $V_{різ}$  для жита зеленого (крива 1) та вівса стиглого (крива 2)

Дослідження, виконані різними авторами, охоплюють великий діапазон швидкостей різання: від 0,25 м/с до 60 м/с. При цьому, розрізанню підлягали як одиничні стебла так і шар рослин різної товщини.

При різанні із підпором стебел люпину і жита вологістю 10 – 20 % А.Д. Ахундов виявив зниження зусилля різання при збільшенні швидкості різання від 1 до 5 м/с.

При конструюванні машин і пристроїв необхідно знати загальне зусилля різання  $P_{заг}$ , яке дозволяє об'єктивно описати процес різання і оцінити вплив на нього різних факторів.

Загальний опір заглиблення клиноподібного леза в матеріал (люцерна, конюшина, суданка) С.А. Притченко описує наступним рівнянням всякому відсутня складова швидкості

$$R_r = 2Ptg \frac{\beta_3}{2} \left( \frac{f + tg \frac{\beta_3}{2}}{1 - ftg \frac{\beta_3}{2}} \right) + \sigma_{зм} \delta l, \quad (3.4)$$

де  $P$  - сила, що діє на фаску леза ножа, перпендикулярно до площини розрізування шару трав'яної маси, кГ;

$\beta_3$ - кут загострення ножа;

$f$ - коефіцієнт тертя матеріалу по сталі;

$\sigma_{зм}$ - допустимий питомий опір матеріалу зминанню, кГ /см ;

$\delta l$  - відповідно товщина і довжина леза ножа, см.

Аналізуючи отриману залежність автор робить висновок, що опір заглибленню леза ножа в матеріал підвищується при збільшенні кута загострення.

Найбільш фундаментальну залежність) визначення питомого зусилля різання  $P_{риз}$  запропонував Н.Ю. Резнік, у якій поєднано взаємозв'язок основних фізико-механічних і технологічних параметрів стеблової маси, що розрізається, та конструкційні параметри різальної пари. Можливість її застосування обумовлена лише випадками нормального різання при статичній взаємодії леза з матеріалом, що розрізається. В рівнянні перша складова ( $\delta\sigma_p$ ) характеризує корисні сили і відповідно, робота виконувана ними - корисна. Всі інші зусилля - супутні і виконувана ними робота - зайві витрати енергії.

При похилому різанні, яке переважно застосовується при різанні шару стеблового матеріалу знаючи зусилля різання  $F_{риз}$ , нормальні реакції зусиль на бокові сторони ножа -  $N_1, N_2$ , та їх дотичні складові -  $T_1, T_2$ , автори пропонують наступну залежність визначення критичного зусилля різання

$$F_{кр} = F_{риз} \cos \alpha + N_1 \sin \beta_1 + N_2 \sin \beta_2 + T_1 \cos \beta_1 + T_2 \cos \beta_2, \quad (3.5)$$

де  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  - відповідно кут нахилу леза і кути його заточування. Розглядаючи взаємодію леза із шаром матеріалу при нормальному різанні В.І. Особов наводить вираз для визначення критичного зусилля різання

$$P_{кр} = \sigma_p \delta l + f \mu C \left( \exp \alpha \rho_o \left[ \frac{h_{сэж}}{h - h_{сэж}} \right] - 1 \right) + f \text{ctg} \beta C \left( \exp \alpha \rho_o \left[ \frac{h_{сэж}}{h - h_{сэж}} \right] - 1 \right), \quad (3.6)$$

де  $\sigma_p$  - руйнуюче контактне навантаження;

$\delta$  - товщина леза;

$l$  - довжина леза;

$f$  - коефіцієнт тертя фаски леза по стебловій масі;

$\mu$  - коефіцієнт бокового тиску;

$\alpha$ ,  $C$  - коефіцієнти, які залежать від початкової щільності стеблової маси;

$\rho_o$  - початкова щільність стеблової маси, кг/см<sup>3</sup>;

$h$  - величина шару стеблової маси;

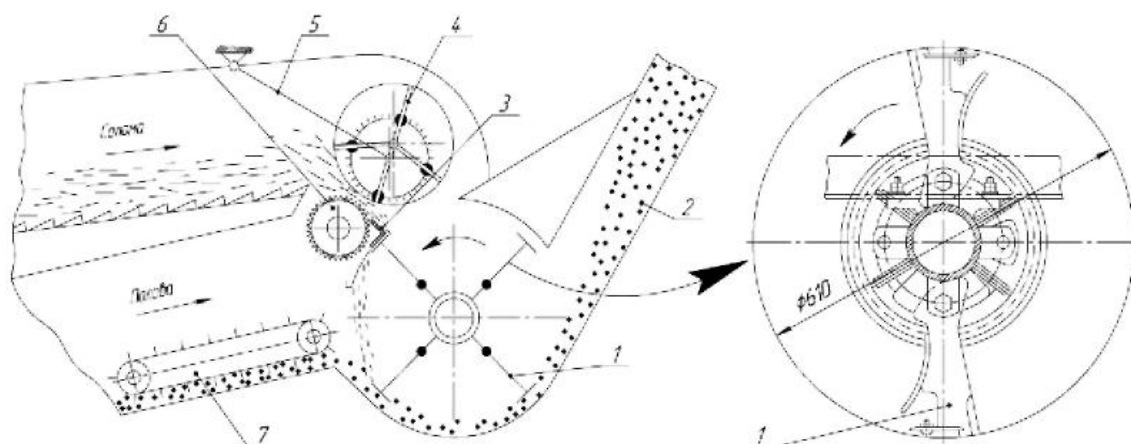
$h_{сэж}$  - величина з тиснутого шару стеблової маси до моменту початку різання.

З урахуванням геометричних співвідношень параметрів ножа, аналітично загальне зусилля різання товстого шару, коли ніж повністю перебуває в матеріалі, М.І. Карпенко записав у вигляді суми трьох складових, якими визначається зусилля від різання, деформації від леза та деформації від граней леза.

#### *Теоретичне обґрунтування шарнірного ножа з лопаткою*

Дослідження, проведені Ю.М. Шидловським, показали, що при роботі сегмент ножа прагне захопити за собою відрізану порцію, але сила його впливу недостатня, тому що до завершення процесу відрізання порції, її шари підпираються нижніми, нерухливими щодо сегмента шарами (рис. 3.8). Отже, до моменту закінчення перерізання шару, порція не здобуває такої швидкості, яка б викликала відцентрову силу, що притискає її до грані ріжучого елемента. Із цієї причини сила тертя, що виникає між порцією і гранню сегмента незначна, у порівнянні із силою інерції, яку вона має при високій окружній

швидкості сегмента. У результаті відрізані частки, що становлять порцію, після удару по ній починають рухатися усередині кожуха барабана під впливом, в основному, сили ваги і деякої дії, що відкидає, ножів.



**Рис. 3.8.** – Принципова конструктивно-технологічна схема подрібнювача .

1 – молотковий барабан; 2 – трубопровід; 3 – протиріжучий пристрій; 4 – верхній валець; 5 – механізм шарнірної підвіски верхнього вальця; 6 – нижній валець; 7 – транспортер полови.

У випадку малої величини повітряного потоку в кожусі барабана, здатного захопити за собою подрібнені частки, їх рух буде тривати доти, поки вони не зустрінуться з наступним рядом ножів. При цьому деяка частина часток одержує вторинний удар (на що витрачається додаткова енергія) і вони відкидаються в різні сторони. Частина ж часток захоплюється гранями сегментів і їм повідомляється обертовий рух.

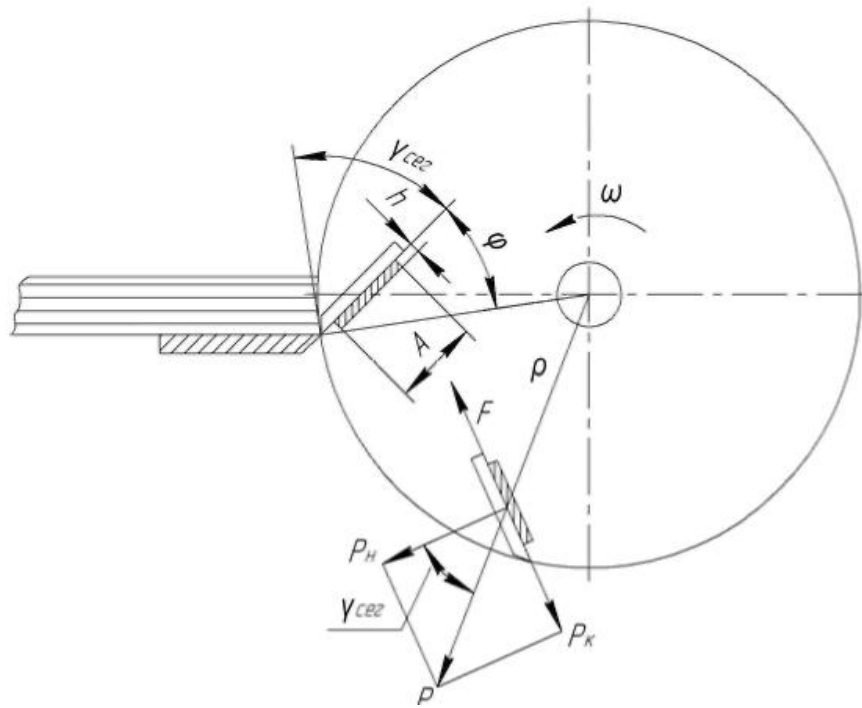
Таким чином, на гранях сегментів утворюється скупчення часток стебел, на які діє відцентрова сила  $P$  (рис. 3.19), прикладена в центрі ваги скупчення часток і обумовлена з наступного вираження:

$$\dot{P} = m\omega^2\rho, \quad (3.7)$$

де  $m$  – маса часток;

$\omega$  – кутова швидкість;

$\rho$  – радіус обертання центру ваги скупчення часток стебел.



**Рис. 3.9.**- Схема сил, що діють на порцію стебел на сегменті ножа подрібнювача.

Маючи у виді, що передній кут  $\gamma_{\text{сег}}$ , що доповнює до  $90^\circ$  кут різання  $\phi$ , буде більше нуля, нормальна і дотична складові відцентрової сили, що діють на частки, визначаються з виражень:

$$\begin{aligned} P_H &= m\omega^2 \rho \cos \gamma_{\text{сег}}, \\ P_K &= m\omega^2 \rho \sin \gamma_{\text{сег}}. \end{aligned} \quad (3.8)$$

Дотична до грані сегмента сила  $P_K$ , що діє на матеріал, що скопився на ній, прагне перемістити його в напрямку цієї сили. Як тільки виникає відносне переміщення матеріалу зі швидкістю  $V_{\text{отн}}$ , з'являється Каріолісова сила  $K = 2m\omega V_{\text{отн}}$ , яка в сукупності із силою  $P_H$  створює нормальний тиск на грань сегмента, сприяючи виникненню сили тертя  $F = f (P_H + K)$ , де  $f$ – коефіцієнт тертя.

Аналізуючи отримані вираження можна сказати, що при різкім збільшенні кута різання сила  $P_K$  здобуває малу величину, а  $P_H$  сильно зростає, при цьому сила тертя  $F_{\text{так}}$  збільшується, що сила  $P_K$  не в змозі перемістити скупчення

часток стебел по грані сегмента. При цих умовах  $V_{\text{отн}} = 0$ , а значить і  $K = 0$ . У цьому випадку сила тертя на грані сегмента виникає тільки за рахунок сили  $P_H$ :

$$F = fP_H = m\omega^2 \rho \cos \gamma_{\text{сез}} f. \quad (3.9)$$

У цьому випадку буде справедлива умова:

$$P_K = F,$$

тоді

$$f = \text{tg} \gamma_{\text{сез}}.$$

У той же час

$$f = \text{tg} \psi,$$

де  $\psi$  – кут тертя матеріалу про грань сегмента. Тоді маємо:

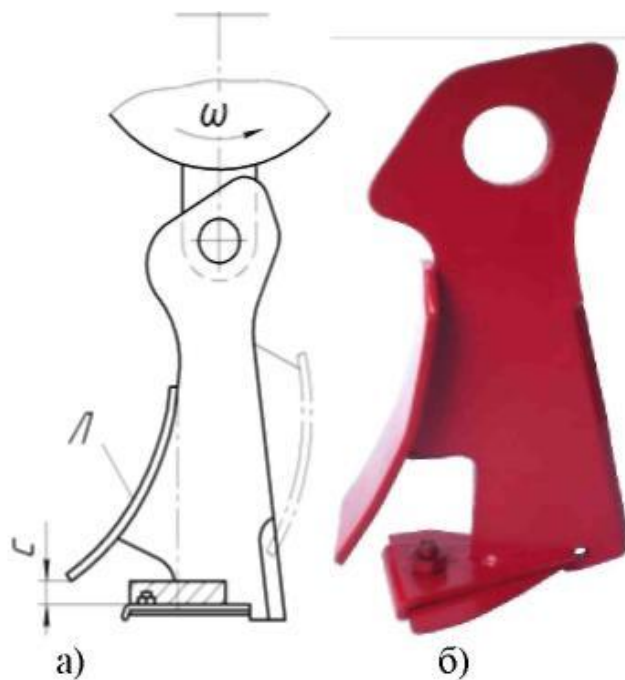
$$\gamma_{\text{сез}} = 90^\circ - \varphi \leq \psi. \quad (3.10)$$

Рівняння визначає собою значення кута  $\gamma_{\text{сег}}$ , при яким рух матеріалу по грані сегмента під дією сили  $P$  відсутній. Передній кут установки сегмента  $\gamma_{\text{сег}}$ , для забезпечення сходу матеріалу із грані сегмента, повинен бути більше  $\psi$ , що може забезпечувати кращу працездатність подрібнювача.

У випадку відсутності руху порцій стебельчатого матеріалу по грані сегмента, вони захоплюються ножем в обертовий рух. Зустрічаючись знову із шаром стебельчатої маси, що подається в подрібнюючий барабан, сегмент відтинає наступну порцію, яка аналогічно першої рухається по його грані і зіштовхує з неї матеріал, що скопився. При цьому від дії нової порції виникає сила, величина якої повинна бути більше сили тертя діючої з боку зібраної порції. На зазначений вище процес затрачається додаткова енергія.

Проведені спостереження і аналіз показують, що при подрібнюванні сухих стебел (вологість до 14%) технологічний процес роботи подрібнюючого барабана протікає задовільно. Через високий ступінь подрібнювання і розщеплення соломи, зазору «С» між лопаткою і гранню сегмента (рис. 3.21, 3.20) досить для нормального сходу порцій стебел і виносу їх повітряним потоком в 20-22 м/с, створюваним лопатками, за межі подрібнювача, у транспортні засоби. При роботі ж на стебельчатої масі з вологістю вище 14%,

особливо при пікових подачах маси, якість подрібнювання стебел різко погіршується. Коефіцієнт тертя маси по робочим поверхням подрібнюючого апарата збільшується. Габарити а, отже, і вага порції, що перебуває на грані сегмента і підлягаючої зштовхуванню, різко збільшуються. Усе це приводить до пригальмовування порцій соломи між лопаткою і гранню сегмента, у результаті чого, як показує швидкісна кінозйомка, вони більшою мірою захоплюються на повторне обертання і з меншою швидкістю викидаються в транспортуючий трубопровід. Пригальмовуванню маси, при русі її по грані сегмента, сприяє також болт із гайкою, що кріпить сегмент до основи ножа, що і перебуває на шляху руху порцій відрізаних часток.

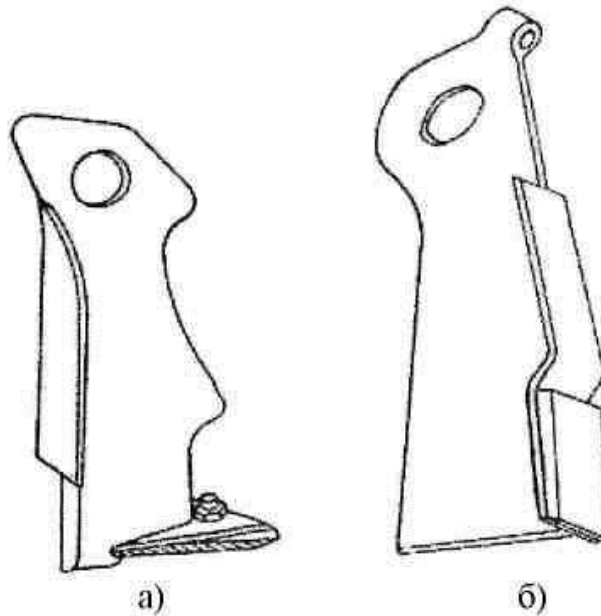


**Рис. 3.10.** - Шарнірний ніж подрібнювача:

а – схема ножа; б – фото ножа

З метою поліпшення працездатності подрібнюючого барабана, лопатку доцільно встановити перед сегментом, як показано на рис. 3.9 (пунктиром) або рис. 3.10, а. Були проведені польові держдослідження подрібнювача з подрібнюючим барабаном оснащеним шарнірними ножами з розташуванням прямої лопатки перед сегментом (рис. 3.10, а).





**Рис. 3.11.-** Варіанти конструкцій шарнірнихножів:

а – розташування лопатки перед сегментом; б – розташування лопатки на всю довжинуножа

Однак аналіз роботи ножів як тих (рис. 3.10), так і інших (рис. 3.11, а), показав, що обидва ножа мають істотні недоліки, що полягають у наступному. У цих конструкціях барабанів транспортування подрібненої маси здійснюється тільки за рахунок повітряного потоку, створеного лопатками ножів. Кінетична енергія від шпурляння часток тут не використовується через те, що лопатка значно вилучена від шару стебел, що рухається по кожуху, а сегмент, переміщаючись ребром у стеблах, у силу перпендикулярного розташування до основи ножа, не дає кидкового ефекту, інтенсивно третяся про шар маси, затуплюючись і додатково поглинаючи енергію.

### **3.3. Розрахунок елементів досліджуваного робочого органу**

#### **3.3.1. Розрахунок зварних з'єднань**

Під час виготовлення ножа нової конструкції, кріплення лопаті та ножа виникає необхідність застосовувати зварювання. Для приварювання застосовуємо стикове з'єднання з розробкою кромки, що забезпечує надійне

з'єднання деталей з товщиною до 16 мм. Зварювання виконуємо ручною електродуговою з звичайними електродами. Стикові шви розраховують на міцність по номінальному перерізу з'єднаних деталей (без врахування товщини швів) як цілі деталі.

Розрахунок зварювального з'єднання проведемо швелера з косинцем:

Розрахунок валикових швів - лобових і флангових - умовно проводиться на зріз по похилому перерізі.

Умова міцності має вигляд:

$$\tau = \frac{P}{0,7\delta l_{\text{ш}}} \quad (3.11)$$

де  $P$  – зусилля зрізу, Н;

$l_{\text{ш}}$  – довжина зварного шва, мм;

$\delta$  - товщина зварних деталей, мм;

$[\tau]$  – допустиме напруження при зварюванні на зріз, МПа.

$$\tau = \frac{1000}{0,7 \cdot 10 \cdot 1000} = 1,42 \text{ МПа}$$

Напруга, що допускається на зріз шва

$$[\tau] = 80 \text{ МПа}$$

$1,42 < 80 \text{ МПа}$  – умова виконується

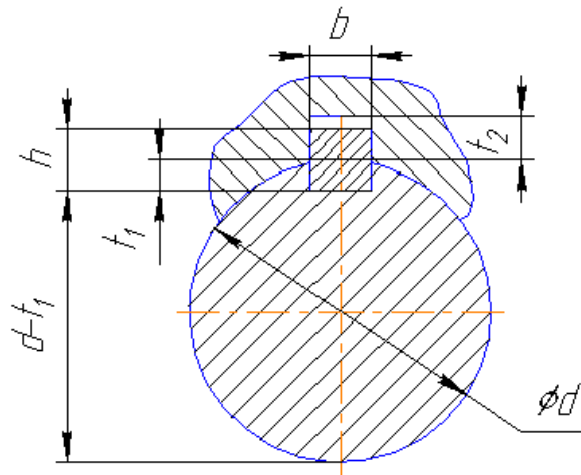
### 3.3.2. Розрахунок шпонкових з'єднань

Згідно методики найбільш небезпечною деформацією для шпонок і пазів є зминання від крутного моменту  $T$ .

Розрахуємо міцність шпонки на кінці вала, на який насаджено ведений шків.

Для вала з  $d = 100$  мм вибираємо шпонку за ГОСТ 23360-78 виконання 3 з параметрами  $b \times h = 28 \times 16$  мм,  $t_1 = 10$  мм,  $l = 80$  мм.

Виконуємо розрахунок шпонки на зминання. Для шпонок зі сталі 45 за ГОСТ 1070-88 при середньому режимі роботи границя зминання  $[\sigma_{\text{зм}}] = 100 \dots 120$  МПа.



**Рис. 3.12.-**Параметри шпонки

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 19,1 \cdot 10^3}{100 \cdot 80 \cdot (16 - 10)} = 0,8 \text{ МПа} \leq [\sigma_{зм}] = 100 \dots 120 \text{ МПа.} \quad (3.12)$$

Міцність шпонки забезпечена.

Границя витривалості сталі 45 на зріз становить  $[\tau_{зп}] = 0,25 \cdot [\sigma_T] = 0,25 \cdot 360 = 90$  МПа. Виконуємо розрахунок шпонки на зріз:

$$\tau_{зп} = \frac{T}{0,5 \cdot (d + h - t_1) \cdot b \cdot l} = \frac{19,1 \cdot 10^3}{0,5 \cdot (100 + 16 - 10) \cdot 28 \cdot 80} = 0,16 \text{ МПа} < [\tau_{зп}]. \quad (3.13)$$

Міцність шпонкового з'єднання забезпечено.

Розрахуємо міцність шпонки в місці вала, на який насаджено дебаланс.

Для вала з  $d = 160$  мм вибираємо шпонку за ГОСТ Р 50536-93 з параметрами  $b \times h = 22 \times 9$  мм,  $l = 70$  мм.

Виконуємо розрахунок шпонки на зминання.

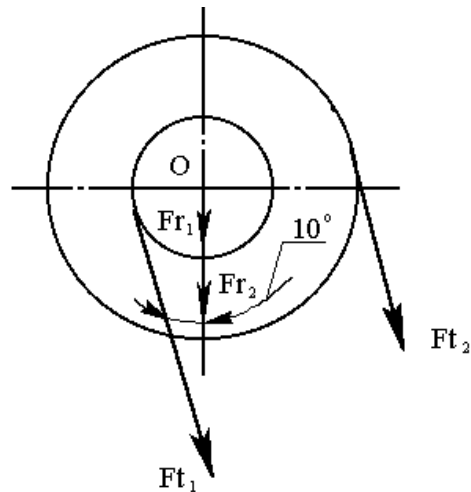
$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l \cdot h} = \frac{2 \cdot 19,1 \cdot 10^3}{160 \cdot 70 \cdot 9} = 0,38 \text{ МПа} \leq [\sigma_{зм}] = 100 \dots 120 \text{ МПа.} \quad (3.14)$$

Міцність шпонки забезпечена.

### 3.3.3. Визначення реакцій в опорах валу

Вал є цілісним стрижень постійного перерізу. Вал спирається на самоустановлювальні підшипники, які в свою чергу кріпляться до боковин корпусу. При передачі зусилля на вал діють сили (рис. 3.13):

- окружна;- радіальна.



**Рис. 3.13.** - Схема сил, що діють на вал

Сили що діють на вал позначимо:

-окружні сили  $F_{t1}$  і  $F_{t2}$ ; -радіальні сили  $F_{r1}$  і  $F_{r2}$ .

Від дії зовнішніх сил в опорах виникають реакції  $R_{A1}$  і  $R_{A2}$ .

Сили  $F_{t1}$  і  $F_{t2}$  розложимо на вертикальній горизонтальні складові  $F_{t1в}$  и  $F_{t1г}$ ,  $F_{t2в}$  и  $F_{t2г}$ .

Реакція в підшипниках відповідно  $R_{Ав}$  і  $R_{Аг}$ ,  $R_{Бв}$  і  $R_{Бг}$ .

Окружні сили визначаємо за формулою:

$$F_{t1}=2 \cdot T/d_1; F_{t2}=2 \cdot T/d_2. \quad (3.15)$$

де:  $T$  - крутний момент на валу;

$d_1, d_2$  - діаметри зрізочок,  $d_1=0,1$  м та  $d_2=0,25$  м.

Крутний момент визначаємо за формулою:

$$T=9550 \cdot N/n. \quad (3.16)$$

де:  $N$  – необхідна потужність елеватора,  $N=0,09$  кВт.,

$n$  - частота обертання валу.

$$n=60 \cdot V/3,14 \cdot d_1 \quad (3.17)$$

$$n=60 \cdot 1,2/3,14 \cdot 0,1=229 \text{ хв}^{-1}.$$

Тоді:

$$T=9550 \cdot 0,09/229=3,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$F_{t1}=2 \cdot 3,7/0,1=75 \text{ Н. } F_{t2}=2 \cdot 3,7/0,25=30 \text{ Н.}$$

Радіальні сили визначимо за формулами:

$$F_{r1}=0,5 \cdot F_{t1} \cdot K, \quad (3.18)$$

$$F_{r2}=0,5 \cdot F_{t2} \cdot K, \quad (3.19)$$

де  $K$  - коефіцієнт навантаження,  $K=1,2$

Тоді:

$$F_{r1}=0,5 \cdot 75 \cdot 1,2=45 \text{ Н. } F_{r2}=0,5 \cdot 30 \cdot 1,2=18 \text{ Н.}$$

Горизонтальну і вертикальну складові сил визначимо за формулами (рис. 3.24):

$$F_{t1r}=F_{t1} \cdot \sin 10^\circ; F_{t1b}=F_{t1} \cdot \sin 80^\circ, \quad (3.20)$$

$$F_{t2r}=F_{t2} \cdot \sin 10^\circ; F_{t2b}=F_{t2} \cdot \sin 80^\circ. \quad (3.21)$$

Тоді:

$$F_{t1r}=13 \text{ Н; } F_{t1b}=73 \text{ Н; } F_{t2r}=5,2 \text{ Н; } F_{t2b}=28 \text{ Н.}$$

$$\Sigma M_A=0,065 \cdot F_{t1r}-0,13 \cdot R_{Br}+0,18 \cdot F_{t2r}=0. \quad (3.22)$$

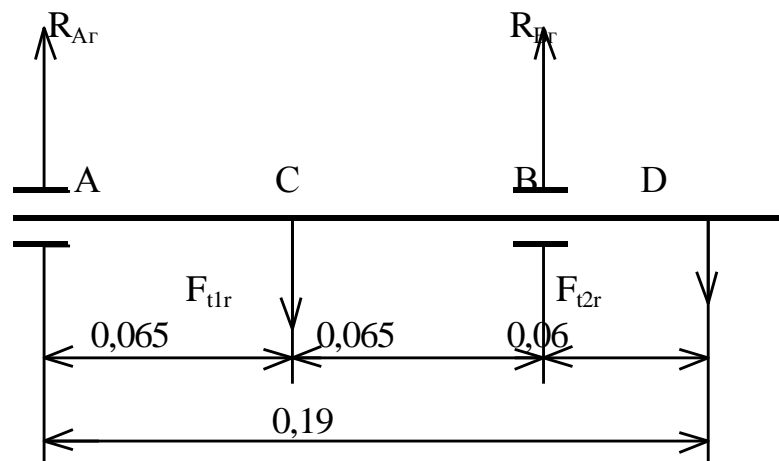
$$R_{Br}=(0,065 \cdot F_{t1r}+0,18 \cdot F_{t2r})/0,13$$

$$\underline{R_{Br}=13,7 \text{ Н.}}$$

$$\Sigma M_B=0,06 \cdot F_{t2r}-0,065 \cdot F_{t1r}+0,13 \cdot R_{Ar}=0. \quad (3.23)$$

$$R_{Ar}=(0,065 \cdot F_{t1r}-0,06 \cdot F_{t2r})/0,13$$

$$R_{Ar}=4,1 \text{ Н.}$$



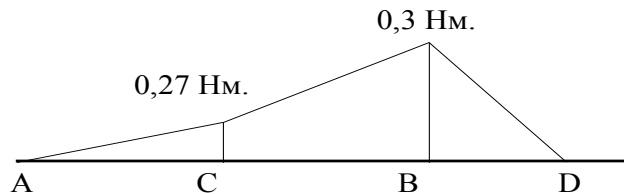
**Рис. 3.14.** - Схема сил, що діють на вал в горизонтальній площині

$$M_{B\Gamma}=0,06 \cdot F_{t2\Gamma}. \quad (3.24)$$

$$\underline{M_{B\Gamma}=0,06 \cdot 5,2=0,3 \text{ Нм.}}$$

$$M_{C\Gamma}=0,065 \cdot R_{A\Gamma}. \quad (3.25)$$

$$\underline{M_{C\Gamma}=0,065 \cdot 4,1=0,27 \text{ Нм.}}$$



**Рис. 3.15.** - Епюра згинальних моментів

$$\Sigma M_A=(F_{t1B}+F_{r1}) \cdot 0,065-0,13 \cdot R_{BB}+(F_{t2B}+F_{r2}) \cdot 0,19=0. \quad (3.26)$$

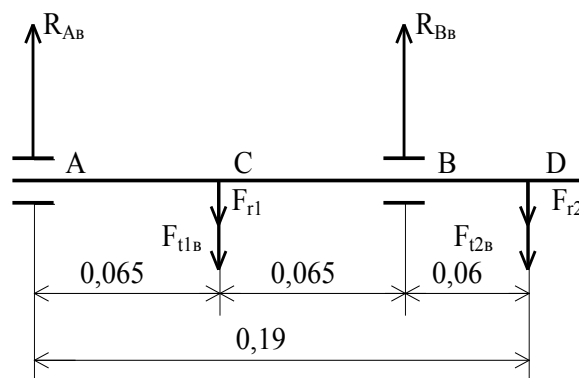
$$R_{BB}=\frac{(F_{t1B}+F_{r1}) \cdot 0,065+(F_{t2B}+F_{r2}) \cdot 0,19}{0,13}$$

$$\underline{R_{BB}=128 \text{ Нм.}}$$

$$\Sigma M_B=(F_{t2B}+F_{r2}) \cdot 0,06+0,13 \cdot R_{AB}-(F_{t1B}+F_{r1}) \cdot 0,065=0. \quad (3.27)$$

$$R_{AB}=\frac{-(F_{t2B}+F_{r2}) \cdot 0,06+(F_{t1B}+F_{r1}) \cdot 0,065}{0,13}$$

$$\underline{R_{AB}=-30,8 \text{ Нм.}}$$



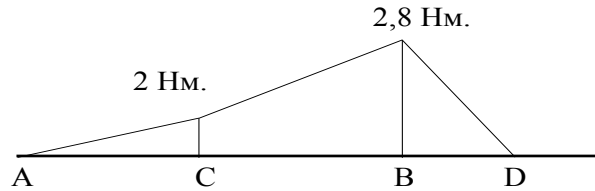
**Рис. 3.16.** - Схема сил, що діють на вал у вертикальній площині

$$M_{BB}=(F_{t2B}+F_{r2}) \cdot 0,06 \quad (3.28)$$

$$\underline{M_{BB}=(28+18) \cdot 0,06=2,8 \text{ Нм.}}$$

$$M_{CB}=0,065 \cdot R_{AB} \quad (3.29)$$

$$\underline{M_{CB}=0,065 \cdot 30,8=2 \text{ Нм.}}$$



**Рис. 3.17.** - Епюра згинальних моментів

### 3.3.4.Визначення коефіцієнта запасу міцності

Запас міцності визначимо за формулою:

$$n = \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} \geq [n], \quad (3.30)$$

де  $n_{\sigma}$ - коефіцієнт запасу міцності при вигині;

$n_{\tau}$ - коефіцієнт запасу міцності при крученні.

$$n_{\sigma}=\delta_{-1}/(K_{\sigma} \cdot \delta a/\beta \cdot \epsilon_{\sigma}). \quad (3.31)$$

$$n_{\tau}=\tau_{-1}/(K_{\tau} \cdot \tau a/\beta \cdot \epsilon_{\tau}). \quad (3.32)$$

$\sigma_{-1}$  и  $\tau_{-1}$ - межі витривалості матеріалів валів при симетричному циклі згину та кручення.

$$\sigma_{-1}=0,43 \cdot \delta_B; \quad \tau_{-1}=0,58 \cdot \delta_{-1}.$$

$$\sigma_{-1}=0,43 \cdot 598=257,1 \text{ МПа}; \quad \tau_{-1}=0,58 \cdot 598=346,8 \text{ Мпа.}$$

$\sigma_a$  и  $\tau_a$ - амплітуди циклів нормальних і дотичних напружень.

$$\sigma_a=M/W; \quad \tau_a=T/2 \cdot W_K. \quad (3.33)$$

$W$  и  $W_K$  - осьові момент опору при згині і крученні.

$$W=0,1 \cdot d^3; \quad W=0,2 \cdot d^3.$$

$d$  - діаметр валу.

$$W=0,1 \cdot 20^3=785\text{мм}; \quad W=0,2 \cdot 20^3=1570\text{мм}.$$

$\varepsilon_\sigma$  и  $\varepsilon_\tau$ - масштабні чинники для нормальних і дотичних напружень.

$$\varepsilon_\sigma=0,7; \quad \varepsilon_\tau=0,59.$$

$K_\sigma$  и  $K_\tau$ - ефективні коефіцієнти концентрації напружень при згині і крученні.

$$K_\sigma=K_\tau=2.$$

$\beta$  - коефіцієнт, що враховує шорсткість поверхні.

$$\beta=1.$$

Тоді:

$$\sigma_a=2,81 \cdot 1000/785=3,6 \text{ МПа}; \quad \tau_a=3,7 \cdot 1000/1570=2,4 \text{ МПа}.$$

$$n_\sigma=257,1/(2 \cdot 3,6/1 \cdot 0,7)=25; \quad n_\tau=346,8/(2 \cdot 2,4/1 \cdot 0,59)=42.$$

$$n = \frac{25 \cdot 42}{\sqrt{25^2 + 42^2}} = 21$$

В сільськогосподарському машинобудуванні коефіцієнт запасу міцності приймають в межах  $n = 1,7 - 3$ .

В даному випадку отриманий коефіцієнт запасу міцності в небезпечному перерізі перевищує необхідний, але залишимо діаметр вала без змін з конструктивних міркувань при цьому замість запропонованої для виготовлення вала Сталь 45 використовуємо Ст 3.



## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1. Розробка системи стимулювання охорони праці в господарстві

**Стимулювання охорони праці** – неодмінна умова попередження виробничого травматизму та профілактики профзахворювань. На державному рівні стимулювання охорони праці регулюється законодавчими актами і перед усім Законом «Про охорону праці», у якому цьому питанню присвячено IV розділ, та Законом «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Ці закони визначають, що при розрахунку розміру страхового внеску для кожного підприємства за умови досягнення належного стану охорони праці, зниження рівня або відсутності травматизму і професійної захворюваності внаслідок здійснення роботодавцем відповідних профілактичних заходів може бути встановлено знижку. За високий рівень травматизму і професійної захворюваності та неналежний стан охорони праці встановлюється надбавка до розміру страхового внеску.

Згідно ст. 26 Закону «Про охорону праці» роботодавець зобов'язаний відшкодувати збитки, завдані порушенням вимог охорони праці іншим юридичним чи фізичним особам. Роботодавець також відшкодовує витрати на проведення робіт з рятування потерпілих під час аварії та ліквідації її наслідків, на розслідування і проведення експертизи причин аварії, нещасного випадку або професійного захворювання, на складання санітарно-гігієнічної характеристики умов праці осіб, які проходять обстеження щодо наявності професійного захворювання, а також інші витрати, передбачені законодавством.

Таким чином, штрафні санкції, а також збільшені страхові виплати, що повинні здійснюватися роботодавцем у випадку незадовільної роботи з охорони праці, наявності фактів травмування працівників та профзахворювань, сьогодні досить значні, тому змушують замислитись, що краще: зазнавати

збитків, не займаючись охороною праці, чи своєчасно вкласти прийнятні кошти у профілактичні заходи, зберігши при цьому життя та здоров'я людей, та не конфліктувати з Законом. Справжній власник, безумовно, обере другий варіант. Серед **стимулюючих заходів**, передбачених законодавством, слід відзначити:

- отримання підприємствами на безповоротній основі фінансової допомоги від ФССПВ для розв'язання гострих проблем з охорони праці;
- отримання безкоштовних консультацій і допомоги при створенні та реалізації ефективної системи управління охороною праці;
- диференціація внесків на державне соціальне страхування, про що було сказано раніше.

Описана вище система стимулювання охорони праці є системою **зовнішнього стимулювання**, тобто стимулювання роботодавця з боку держави (суспільства). Подібні системи ефективно працюють в більшості економічно розвинених країн світу. Класичним прикладом успішного функціонування системи соціального страхування від нещасних випадків на виробництві є Німеччина.

Не менш важливе значення для забезпечення охорони праці має стимулювання безпечного ведення робіт окремими працівниками **внутрішньогосподарське стимулювання**. До працівників підприємства можуть застосовуватися будь-які заохочення за активну участь та ініціативу у здійсненні заходів щодо підвищення безпеки та покращення умов праці. Види заохочень визначаються колективним договором, угодою.

Економічний механізм управління охороною праці повинен передбачати **систему заохочень** для тих працівників, які сумлінно дотримуються вимог охорони праці, не допускають порушень правил та норм особистої та колективної безпеки, приймають активну і творчу участь у здійсненні заходів щодо підвищення рівня охорони праці на підприємстві.

Колективний договір (угода) повинен закріплювати різного роду моральні і матеріальні заохочення цих працівників: оплата праці, премії (у тому числі спеціальні заохочувальні премії за досягнення високого рівня охорони

праці), винагороди за винахідництво та раціоналізаторські пропозиції з питань охорони праці.

Велику користь дає преміювання робітників бригад, дільниць, цехів за тривалу роботу без порушень правил охорони праці, без травм і аварій. У випадку наявності небезпечних та шкідливих виробничих чинників, що постійно загрожують здоров'ю працівника, йому рекомендується виплачувати надбавку за підвищену обережність. Крім матеріального заохочення, велике значення має також і моральне стимулювання, яке свого часу використовувалось в нашій країні і яке успішно використовують закордонні фірми. Форми морального стимулювання можуть бути найрізноманітнішими: від оголошення подяки до організації вечорів відпочинку, пікніків, круїзів для колективів, що досягли найкращих результатів з охорони праці.

Економічне стимулювання потрібної поведінки людини залежить від багатьох чинників, у тому числі від рівня особистого доходу; диференціації доходів на підприємстві, у регіоні, галузі, в державі в цілому; реального бюджету працівника та його сім'ї; рівня забезпеченості житлом, послугами медицини, освіти, культури; дієвості економічних стимулів, які застосовує підприємство тощо. Зокрема рівень особистого доходу значною мірою впливає на силу мотивації. Стосовно диференціації доходів відомо, що на силу мотивації негативно впливає як незначна, так і завелика диференціація доходів. Водночас необхідно пам'ятати про те, що підрядну й акордну оплату неприпустимо застосовувати на роботах з підвищеною безпекою, оскільки в даному випадку підвищення продуктивності може йти на шкоду безпеці.

Для здійснення стимулювання охорони праці необхідно мати кількісні показники для оцінки рівня роботи щодо забезпечення безпеки праці у виробничих підрозділах та на робочих місцях. З цією метою розроблено і знаходять застосування багато різноманітних підходів і показників.

## 4.2. Визначення небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні збиральних робіт

До небезпечних фізичних факторів можна віднести: трактори і механізми; незахищені рухливі елементи виробничого обладнання (привідні та передавальні механізми, деталі, що обертаються тощо); відлітаючі частки, підвищена температура поверхонь обладнання тощо.

Шкідливими для здоров'я фізичними факторами є: підвищена або знижена температура повітря робочої зони; високі вологість і швидкість руху повітря; підвищені рівні шуму, вібрації.

Розробка та вжиття ефективних заходів запобігання аварійним і травмонебезпечним ситуаціям можливі лише при завчасному виявленні таких небезпек, з яких починається процес їх формування. Моделювання виробничих небезпек при виконанні певного виду робіт є доцільним і ефективним заходом, який дозволить знизити ризик травмування робітників. Нами розроблено таблицю логічного моделювання виробничих небезпек при проведенні збиральних робіт (табл. 4.1).

**Таблиця 4.1.** - Логічне моделювання виробничих небезпек при проведенні збиральних робіт

<i>Технологічні операції</i>	<i>Небезпека</i>			<i>Можливі наслідки</i>
	<i>Небезпечна умова</i>	<i>Небезпечна дія</i>	<i>Небезпечна ситуація</i>	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Технічне обслуговування комбайна</i>	<i>Некваліфіковані кадри</i>	<i>Проведення регулювальних робіт</i>	<i>Пошкодження конструктивних елементів машини</i>	<i>Аварія, травмування</i>
	<i>Відсутність спеціального інструменту</i>	<i>Демонтаж конструктивних елементів</i>	<i>Неможливість проведення ряду ремонтних робіт</i>	<i>Травмування, порушення норм техніки безпеки</i>
	<i>Відсутність індивідуальних засобів захисту</i>	<i>Робота з шліфувальною машиною</i>	<i>Пошкодження диска шліфувальної машини</i>	<i>Травми</i>

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Переміщення комбайна по дорогам</i>	<i>Нерівність дорожнього покриття</i>	<i>Рух з підвищеною швидкістю</i>	<i>Втрата керованості агрегату</i>	<i>Аварія</i>
	<i>Недотримання вимог транспортування техніки</i>		<i>Деформація елементів конструкції під час руху</i>	<i>Аварія</i>
<i>Збирання</i>	<i>Наявність сторонніх предметів на поверхні поля</i>	<i>Інтенсивний рух хлібної маси на похилому транспортері</i>	<i>Пошкодження транспортера</i>	<i>Порушення технологічного процесу, аварія</i>
	<i>Механізатор в стані алкогольного сп'яніння або стомленості</i>	<i>Неадекватна реакція на виконання технологічного процесу</i>	<i>Втрата керованості агрегату</i>	<i>Аварія, травми</i>
	<i>Деформація робочих органів комбайна</i>	<i>Ремонт під час роботи комбайна</i>	<i>Потрапляння людини в зону дії робочих органів</i>	<i>Травмування, аварія</i>
	<i>Пошкодження герметичності паливної системи</i>	<i>Неуважність механізатора</i>	<i>Загорання машини</i>	<i>Пожежа</i>
<i>Вивантаження зерна</i>	<i>Сторонні предмети у шнеку</i>	<i>Інтенсивність потоку</i>	<i>Деформація шнека</i>	<i>Аварійна ситуація</i>

## **Розробка інструкцій з охорони праці при роботі на зернозбиральному комбайні**

Нормативним актом, що містить обов'язкові для дотримання працівниками вимоги з охорони праці при виконанні ними робіт певного виду або за певною професією на робочих місцях, у виробничих приміщеннях, на території підприємства і будівельних майданчиках або в інших місцях, де за дорученням власника чи уповноваженого ним органу виконуються ці роботи, трудові чи службові обов'язки.

### **1. Загальні вимоги безпеки**

1.1. До роботи на комбайнах допускаються особи не молодші 18 років, що мають посвідчення тракториста-машиніста.

1.2. Перед початком збиральних робіт комбайнер і члени екіпажу повинні пройти інструктаж по техніці безпеки на робочому місці з оформленням в журналі.

1.3. Не можна переодягатися поблизу рухомих механізмів.

1.4. Перевірку поля, розбивання його на загінки, проведення прокосів, обкосів проводять тільки в світлий час.

1.5. Забороняється встановлювати на комбайні додаткові сидіння.

1.6. Не допускається керування комбайном після вживання алкогольних напоїв.

## **2. Заходи безпеки перед початком роботи**

2.1. Перевірити наявність і справність захисних огорожень на ланцюгових, пасових і карданних передачах. При їх відсутності комбайн вважається несправним і працювати на ньому не дозволяється.

2.2. Перевіряється кріплення рульової колонки, рульової сошки, повздовжньої і поперечної рульових тяг, наявність і справність шплінтів. Люфт руля не повинен перевищувати 15°.

2.3. Перевіряється справність і надійність кріплення гальм, моста ведучих коліс, затягування гайок дисків і ободів коліс. Забороняється експлуатація комбайна при відсутності навіть одного болта кріплення дисків чи ободів коліс.

2.4. При накачуванні шин необхідно перевірити тиск і доводити до норм рекомендованих заводською інструкцією.

2.5. Для застереження само включення передач проводиться регулювання блокуючого механізму.

2.6. Не допускається експлуатація комбайна при підтіканні масел в гідравлічній системі.

2.7. Акумуляторні батареї повинні бути надійно закріплені і закриті кришкою, пробки туго затягнуті, клеми покриті тонким шаром технічного вазеліну.

2.8. При перевірці рівня і щільності електроліту слід берегтися потрапляння його на одяг і тіло. Якщо це сталося, потрібно негайно його змити водою з милом.

### **3. Заходи безпеки під час роботи**

3.1. Не передавати керування комбайном особам, не закріпленим за даним комбайном.

3.2. Не допускати знаходження будь-кого, в тому числі і помічника комбайнера на комбайні під час руху.

3.3. Перевіряти і регулювати робочі органи і механізми, надівати і натягувати паси, ланцюги, усувати несправності, проводити мащення, очищати ріжучий інструмент, молотильний барабан, копнувач і т.п. потрібно тільки при заглушеному двигуні. Перед виконанням цих робіт на рульовому колесі вивішують табличку “Не включати! Працюють люди!”

3.4. Під час руху комбайна забороняється залишати його без керування.

3.5. Забороняється керувати комбайном стоячи.

3.6. Постійно стежити за місцями жатки і барабана, де намотується солома. Очищення проводити спеціальними крючками і обов’язково в рукавицях.

3.7. При поворотах і розворотах швидкість руху знижувати до 3-4 км на годину.

3.8. При вивантаженні зерна в машину обслуговуючому персоналу не можна сидіти на бортах автомобіля, знаходитись під вивантажуючим шнеком, зерна в бункері не можна проштовхувати руками чи ногами для цього необхідно застосовувати дерев’яні лопати.

3.9. При переїзді від комбайна забороняється стояти в кузові під час руху машини.

3.10. Під час транспортування зерна забороняється знаходження людей в кузові.

3.11. Не можна в копицях, на валках, біля і під комбайнами, а також на обочинах польових доріг поблизу працюючих агрегатів. Відпочивати можна

тільки на спеціально відведеному місці за межами ділянки, де проводиться збирання урожаю. Місце відпочинку повинно бути відмічено видимими віхами, а при настанні темряви – освітлюватися.

3.12. Під час грози роботу комбайна зупиняють.

3.13. Після дощу переїжджають через канави, рухаючись вздовж схилів, на поворотах і т.п. слід тільки на першій передачі.

#### **4. Заходи безпеки в аварійних ситуаціях**

4.1. При появі сторонніх шумів, диму, несправностей, іскринні електрообладнання, підвищеному нагріві підшипників, редукторів, інших частин негайно зупинити комбайн.

4.2. При загоранні, по можливості, відвести комбайн від хлібного масиву, подати сигнал пожежної тривоги і приступити до гасіння.

4.3. На випадок травми вжити заходів по наданню долі карської допомоги потерпілому, при необхідності відправити його в медпункт. Про нещасний випадок негайно повідомити адміністрацію господарства.

Місце нещасного випадку слід зберегти непорушним до повного розслідування нещасного випадку. При неможливості його збереження, робиться детальна схема розміщення всіх предметів та самого потерпілого.

#### **5. Після закінчення роботи**

5.1. Поставити комбайн на місце стоянки, опустити жатку, загальмувати і під колеса підкласти упори.

5.2. Оглянути, почистити комбайн, привести в порядок робоче місце.

5.3. Доповісти керівнику про стан комбайна та передати його при потребі до ремонтної бригади для проведення ТО та ремонту.

**Висновки.** Для здійснення стимулювання охорони праці необхідно мати кількісні показники для оцінки рівня роботи щодо забезпечення безпеки праці у виробничих підрозділах та на робочих місцях. З цією метою розроблено і знаходять застосування багато різноманітних підходів і показників



## 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ

Експлуатаційні витрати по машинно-тракторних агрегатах при виконанні механізованих робіт з розрахунку на одиницю цих робіт визначається за формулою:

$$E=Z+G+T_p + A, \quad (5.1)$$

де:  $Z$  - оплата праці (основна і додаткова) з нарахуванням;

$G$  - вартість паливно-мастильних матеріалів;

$T_p$  - витрати на поточний та капітальний ремонт і технічне обслуговування;

$A$  – амортизаційні відрахування.

$$E=116,9+608+405,2+982,7 = 2112,8 \text{ грн.}$$

Оплата праці персоналу, що обслуговує машинно – тракторний агрегат:

$$Z = \frac{Z_m \cdot N_m \cdot K_m + Z_p \cdot N_p \cdot K_p}{W_z}, \quad (5.2)$$

де:  $Z_m$  і  $Z_p$  – тарифна ставка за зміну механізаторам за дану операцію (393,3 та 236,6 грн.);

$N_m$  і  $N_p$  – кількість механізаторів та інших робітників;

$K_m$  і  $K_p$  – коефіцієнт додаткової оплати праці механізаторам та іншим робітникам;

$W_z$  – змінна норма виробітку.

$$Z = \frac{393,3 \cdot 1 \cdot 3,2 + 236,6 \cdot 2 \cdot 2,9}{22,5} = 116,9 \text{ грн.}$$

При цьому оплата праці визначається виходячи з мінімальної заробітної плати, встановленої на відповідний рік. цю заробітну плату повинні одержувати працівники, зайняті на ручних роботах в рослинництві, що виконують роботу за першим тарифним розрядом. Для визначення тарифних ставок інших розрядів використовують між-розрядні коефіцієнти. Додаткова оплата праці встановлюється залежно від фінансового стану підприємств. Нарахування на

фонд оплати праці (пенсійне забезпечення, соціальне страхування, страхування від нещасного випадку на виробництві та інші).

Вартість паливо – мастильних матеріалів, витрачено на одиницю роботи:

$$G = Q \times C_n \quad (5.3)$$

де:  $Q$  – витрати пального на одиницю роботи на одній операції,  $кг/га$ ;

$C_n$  – ціна пального, яка включає вартість необхідної кількості мастильних матеріалів ( 58 грн.);

$$G = 16 \times 58 = 928 \text{ грн.}$$

Витрати на капітальний та поточний ремонт і технічне обслуговування по машинно-тракторному агрегату з розрахунку на одиницю роботи визначається за формулою:

$$T_p = \frac{1}{100W} \left( \frac{B_t \cdot V_t}{P_t} + \frac{B_{zч} \cdot V_{zч}}{P_{zч}} + \frac{B_m \cdot N_m \cdot V_m}{P_m} \right), \quad (5.4)$$

де:  $B_t$ ,  $B_{zч}$ ,  $B_m$  – балансова вартість трактора, зчіпки сільськогосподарської машини,  $грн$ . Визначається множенням ціни трактора, зчіпки, машини на коефіцієнт 1,1.

$V_t$ ,  $V_{zч}$ ,  $V_m$  – норма відрахувань на поточний та капітальний ремонт і технічне обслуговування відповідно для тракторів, зчіпки, с.-г. машин, %

$N_m$  – кількість сільськогосподарських машин в агрегаті;

$W$  – продуктивність агрегату за 1 годину часу,  $га/год$ ;

$P_t$ ,  $P_{zч}$ ,  $P_m$  – річна завантаженість відповідно трактора, зчіпки, с.-г. машини, %.

$$T_p = \left( \frac{1}{100 \cdot 3,2} \right) * \left( \left( \frac{3\,114\,600 * 6,5}{160} \right) + \left( \frac{192143 * 13}{800} \right) \right) = 405,2 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування по машинно-тракторному агрегату:

$$A = \frac{1}{100W} \left( \frac{B_t \cdot a_z}{T_t} + \frac{B_{zч} \cdot a_{zч}}{T_{zч}} + \frac{B_m \cdot N_m \cdot a_m}{T_m} \right), \quad (5.5)$$

де:  $a_z$ ,  $a_{zч}$ ,  $a_m$  – норма амортизаційних відрахувань по трактору, зчіпці, с.-г. машині, %

$$A = \left( \frac{1}{100 * 3,2} \right) * \left( \left( \frac{3\,114\,600 * 16}{160} \right) + \left( \frac{192143 * 12,5}{800} \right) \right) = 982,7 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування визначаються відповідно до тривалості використання об'єктів основних засобів на вирощування окремої культури, їх балансової вартості та нормативних відрахувань.

Згідно діючим в Україні податковим законодавством, норм амортизації встановлюються у відсотках до балансової вартості кожної з груп основних засобів на початку звітного періоду в таких розмірах: для першої групи – 5 %, для другої групи – 15 %, для третьої – 25 %.

Після виконання розрахунків за формулами 5,2 - 5,5 за допомогою формули 1 визначаються експлуатаційні витрати по машинно-тракторного агрегату розраховуються за формулою:

$$K_n = \frac{1}{W} \left( \frac{БТ}{ТТ} + \frac{БЗЧ}{ТЗЧ} + \frac{БМ \cdot NМ}{ТМ} \right), \quad (5.6)$$

$$K_n = \left( \frac{1}{3,2} \right) * \left( \left( \frac{3114600}{160} \right) + \left( \frac{192143}{800} \right) \right) = 6158,3 \text{ грн.}$$

Наведені витрати щодо машинно-тракторних агрегатів розраховують за формулою:

$$B_3 = E + k_n \cdot K_n, \quad (5.7)$$

де:  $k_n$  – нормативний коефіцієнт капіталовкладень,  $\text{грн} = 0,15$ .

$$B_3 = 2112,8 + 0,15 * 6158,3 = 3036,6 \text{ грн.}$$

Тарифні ставки механізаторам і працівникам на ручних роботах у рослинництві приймають такими щоб при виконанні робіт найнижчою кваліфікацією (перший розряд) забезпечити мінімальну заробітну плату, яка розраховуються з мінімальною заробітної плати.

У технологічні карті підбивається підсумок заробітної плати за тарифом з усім операціями для механізаторів і для інших робітників, а потім розраховується додаткова оплата. Таким чином ми одержуємо загальний фонд оплати праці за технологічною картою.

Потребу в пальному розраховують за формулою:

$$P_{пмм} = q \times O \quad (5.8)$$

де:  $q$  – витрати пального на одиницю роботи на даній операції,  $кг/га$ .

$$P_{пмм} = 16 \times 100 = 1600 \text{ кг}$$

Витрати на паливо-мастильні матеріали:

$$Г = P_{пмм} \times Ц \quad (5.9)$$

де:  $Ц$  – комплексна ціна 1 кг пального, яка включає також вартість необхідної кількості мастильних матеріалів ( 58 грн. )

$$Г = 1600 \times 58 = 60800 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт та капітальний ремонт і технічне обслуговування визначаються у відсотках від балансової вартості машин, коригуються залежно від зношеності машинно-тракторного парку. Вони визначаються за формулою:

$$T_p = \frac{Бк \times p}{100} \quad (5.10)$$

де:  $Бк$  – балансова вартість усіх машин даної марки, що припадає на вирощування культури, визначається за формулою:

$$T_p = \left( \frac{(603453,8 \times 6,5)}{100} \right) + \left( \frac{(7445,5 \times 13)}{100} \right) = 40192,4 \text{ грн.}$$

$$Бк = Б \times \frac{T_k}{T_n} \times N_m, \quad (5.11)$$

де:  $Б$  – балансова вартість однієї машини даної марки,  $грн$ ;

$N_m$  – кількість машин в агрегаті, шт.;

$T_k$  – зайнятість машин на вирощуванні даної культури,  $год$ ;

$T_n$  – нормативна річна зайнятість машини,  $год$ .

$$Бкк = 3\,114\,600 \times \left( \frac{31}{160} \right) = 603453,8 \text{ грн.}$$

$$Бкп = \left( 192143 \times \left( \frac{31}{800} \right) \right) = 7445,5 \text{ грн}$$

Балансова вартість машини розраховується за формулою:

$$Б = 1,1 \times Ц_m \quad (5.12)$$

Зайнятість машин на вирощуванні культури визначається складанням кількості норм-змін на всіх операціях, виконаних даною машиною і множенням цієї суми на 7 годин;

$$T_k = \sum 7x H_{зм}, \quad (5.13)$$

Амортизаційні відрахування:

$$A = \frac{B_k \cdot a}{100} \quad (5.14)$$

де:  $a$  – норма амортизаційних відрахувань, %.

$$A = \left( \frac{603453,8 \cdot 16}{100} \right) + \left( \frac{7445,5 \cdot 12,5}{100} \right) = 97483,3 \text{ грн.}$$

Вартість насіння визначається за нормами висіву на 1 га і вартістю посівного матеріалу за формулою:

$$B_n = H_v \cdot C_n \cdot P_k \quad (5.15)$$

де:  $H_v$  – норма висіву насіння; (230-260 кг/га)

$C_n$  – ціна насіння, (14000.00 грн/т);

$P_k$  – площа посіву культури, (100га).

$$B_n = 230 * 14 * 100 = 322000 \text{ грн.}$$

Витрати на мінеральні добрива. Вартість мінеральних добрив визначається, виходячи з прогнозованих норм їх внесення під різні культури та ціни за 1 кг діючої речовини за формулою:

$$B_m = (H_n * C_n + H_p * C_p + H_k * C_k) * P_k, \quad (5.16)$$

де:  $H$  – норма внесення добрив, ц/га;

$C$  – ціна добрив, грн./кг д.р.

$$B_m = (60 * 7,9 + 60 * 14,6) * 100 = 135000 \text{ грн/кг}$$

Витрати на засоби захисту рослин визначаються за нормами їх внесення та середніми цінами придбання за формулою:

$$B_{зр} = \sum_{i=1}^n Q_{ох} \cdot C_{ох} \cdot P_k, \quad (5.17)$$

де:  $Q_{ox}$  – кількість використаного отрутохімікату і-того найменування на 1 га, кг;

$Q_{ox}$  – ціна використаного отрутохімікату 1-того найменування, грн./га.

$$B_{ззр} = 36060 + 3250 = 39310 \text{ грн}$$

Витрати на оренду ( $O$ ) земельних ділянок або часток (паїв) приймаються в розмірі (1500 грн. ) грн/га.

Витрати на автотранспорт розраховуються за формулою:

$$T = O_t \cdot V_{тк}, \quad (5.18)$$

де:  $O_t$  – обсяг транспортних робіт, який виконується автомобілями, т.км;

$V_{тк}$  – вартість одного тонно-кілометра, грн./т.км.

$$T = 2000 \times 5,6 = 112000 \text{ грн.}$$

Інші матеріальні витрати ( $I$ ) розраховуємо в розмірі 10 % від суми прямих витрат без вартості насіння та суми амортизаційних відрахувань.

$$I = ((Z + \Gamma + T_p + T + V_m + O + B_{ззр}) \times 10) / 100$$

$Z$  - загальний фонд заробітної плати всіх працівників, зайнятих на вирощуванні й збиранні;

$\Gamma$  - витрати на паливо-мастильні матеріали;

$T_p$  – витрати на капітальний та поточний ремонт і технічне обслуговування по машинно-тракторному агрегату з розрахунку на одиницю роботи;

$T$  - витрати на автотранспорт;

$V_m$  - витрати на мінеральні добрива;

$O$  - витрати на оренду земельних ділянок або часток;

$B_{ззр}$  - витрати на засоби захисту рослин;

$$I = ((16769,9 + 60800 + 40192,4 + 11200 + 135000 + 150000 + 39310) \times 10) / 100 = 45327,2 \text{ грн}$$

Страхові платежі ( $C_T$ ) розраховуємо в розмірі 5 % від суми прямих та інших витрат без суми амортизаційних відрахувань.

$$C_T = ((Z + \Gamma + T_p + T + V_n + V_m + O + B_{ззр} + I) \times 7) / 100$$

Вн -вартість насіння

I - Інші матеріальні витрати

$$Cт = ((16769,9 + 60800 + 40192,4 + 11200 + 322000 + 135000 + 150000 + 39310 + 45327,2) * 7)/100 = 57441,9$$

Загальновиборничі витрати (Взв) розраховуються у розмірі 5% від суми прямих витрат без суми амортизаційних відрахувань:

$$Взв = ((З+Г+Т<sub>р</sub>+Т+Вн+Вм+О+В<sub>ззр</sub>)x5)/100$$

$$Взв = ((16769,9 + 60800 + 40192,4 + 11200 + 322000 + 135000 + 150000 + 39310) * 5)/100 = 38763,6$$

### **Розрахунок собівартості продукції**

Собівартість усієї виробленої продукції обчислюємо за формулою:

$$C = З + Г + А + Т<sub>р</sub> + Т + Вн + Вм + В<sub>ззр</sub> + О + Cт + I + Взв, (5.19)$$

де: З – оплата праці з нарахуванням, грн.;

Г – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн.;

А – амортизаційні відрахування, грн.;

Т<sub>р</sub> – витрати на капітальні та поточні ремонти і технічні обслуговування, грн.;

Т – транспортні витрати, грн.;

Вн – вартість насіння, грн.;

Вм – вартість мінеральних добрив, грн.;

В<sub>ззр</sub> – витрати на засоби захисту рослин, грн.;

О – орендна плата, грн.;

Cт – страхові платежі, грн.;

I – інші витрати, грн.;

Взв – загальновиборничі витрати, грн.;

$$C = 16769,9 + 60800 + 97483,3 + 40192,4 + 11200 + 322000 + 135000 + 39310 + 150000 + 57441,9 + 45327,2 + 38763,6 = 1014288 \text{ грн}$$

Собівартість 1 *ц* продукції:

$$C_{ц} = \frac{C}{B}, \quad (5.20)$$

де: *B* – валовий збір, *ц*.

$$B = 40 \times 100 = 4000ц.$$

$$C_{ц} = \frac{1014288}{4000} = 253,6грн$$

Висновки. Собівартість усієї виробленої продукції становить 10142288 грн. Термін окупності удосконалення 0,6 року.



## ВИСНОВКИ

Нами було розроблено дипломний проект на тему: «Удосконалення процесу механізації подрібнення стеблової маси під час збирання люпину з розробкою конструкції подрібнювача».

В першій частині проекту нами було проаналізовано виробничо-технологічну характеристику ТОВ «ТЕСМА ТРЕЙД», яке розташоване в Дніпропетровській обл., м.Дніпро. Аналіз дозволить окреслити основні позитивні сторони в діяльності господарства – це наявність певного набору сільськогосподарської техніки для вирощування люпину, а також наявність мінімальної сівозміни на полях товариства.

В другому розділі нами було проведено огляд існуючих конструкцій машин.

Третій розділ дозволив нам проаналізувати запропонований для збирання врожаю зернозбиральний комбайн Claas Lexion 580 з обладнанням для подрібнення соломистої маси врожаю. Також було проведено аналіз основ теорії різання сільськогосподарських матеріалів з подальшим вивченням запропонованої конструкції ножа для подрібнювача. Також проведено розрахунок елементів досліджуваного робочого органу.

Розділ охорони праці включає в себе вивчення основних небезпечних виробничих факторів при проведенні операції збирання врожаю, а також інструкції з охорони праці при роботі на зернозбиральному комбайні, заходи з пожежної безпеки, які необхідно проводити в окресленому господарстві.

Розрахунки економічних показників вирощування люпину дозволили зазначити, що вирощування даної культури економічно доцільно та рентабельно.

В цілому при розробці дипломного проекту були закріплені набуті теоретичні знання і навички самостійної роботи, які є основою для роботи спеціаліста інженера-механіка.

Частина результатів досліджень дипломного проекту приведена в графічній частині на 5 аркушах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бабич А. О. Вирощування зернобобових на корм / А. О. Бабич. – К. : Урожай, 2005. 232 с.
2. Бугрін Л. М. Хімічний склад і вміст алкалоїдів у зерні люпину вузьколистого за різних технологічних прийомів вирощування / Л. М. Бугрін, Б. І. Булка // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2010. – Вип. 52, ч. 2. С. 3.
3. Ващик М. С. Публічно-приватне партнерство в агросекторі: можливості використання зарубіжного досвіду в Україні / М. С. Ващик // Аграрна економіка. – 2012. – Т. 5, № 3-4. С. 34–38.
4. Глубіш Л. Особливості продовольчого забезпечення населення України / Л. Глубіш // Аграрна економіка. – 2013. – Т. 6, № 1-2. С. 24–27.
5. Костенко Н. П. Дослідження нових сортів люпину вузьколистого (*Lupinus angustifolius* L.) та люпину білого (*Lupinus albus* L.) / Н. П. Костенко, С. О. Лахтіонова // Сортовивчення і сортознавство. – 2013. – № 3. С. 26–30.
6. Петриченко В.Ф. Наукові основи формування високоврожайних посівів люпину вузьколистого в умовах Правобережного Лісостепу України / В. Ф. Петриченко, Н. М. Джура // Корми і кормовиробництво. – 2007. – Вип. 59. 117–127.
7. Камінський В. Ф. Значення зернових бобових культур та напрямки їх виробництва / Камінський В. Ф., Вишнівський П. С., Дворецька С. П. // Селекція та насінництво. – Міжвідомч. тем. наук. зб. – Харків, 2005. – Вип. 90. С. 14-22.
8. Фартушняк А. Т. Досягнення по селекції кормових сортів люпину / А.Т. Фартушняк // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. — 2009. — Випуск 6. С. 151-154.
9. Думенко К.М. Зернозбиральна техніка: проблеми, альтернативи, прогноз / К.М. Думенко, А.І. Бойко // Техніка і технології АПК. — 2011. № 16. С.11-14.

10. Бойко А.І. Дослідження функції готовності механічних систем при накопичуванні пошкоджень / А.І. Бойко, К.М. Думенко // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: збірник наукових праць ДНУ. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2010. — Вип.14. С. 72-78.

11. Думенко К.М. Загальні засади формування аспектів надійності складної сільськогосподарської техніки / К.М. Думенко // збірник наукових праць ХНТУСГ. – Харків — 2010. — № 93. — С. 265 272.

12. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / М.М.Сақун, В.Ф. Нагорнюк; Одеський державний аграрний університет/. Кафедра безпеки життєдіяльності. - Одеса «Видавництво», 2009.184 с.

13. Науково-методичні принципи забезпечення надійності вітчизняних зернозбиральних комбайнів / [Собчук М., Коваль С., Погорілий В., Горбатов В. та ін.] // Техніка АПК – 2004. – № 4-5. с. 8-16.

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

15. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. С. 18–30.

16. Теорія і методика створення сільськогосподарських машин. Кіровоград, 1996. 145 с.

17. Геврик Є. О. Охорона праці. – К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003 210с.

18. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підруч. – Львів: Афіша, 2002. 318 с.

19. Хаскін А.М. Креслення: Підручник. – Київ: Вища школа,1976. 416 с.

20. Михайленко В.Є. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.В. Ванін, С.М. Ковальов // За ред. В.Є. Михайленка. – К.: Каравела, 2010. 360 с.

21. Михайленко В.Є., Євстифеев М.Ф., Ковальов С.М., Кашенко О.В. Нарисна геометрія. 2-ге вид. – К.: Вища школа, 2004. 303 с.
22. Мельник І. І. Машиновикористання в рослинництві. – К.: Кондор, 2004. 286с.
23. Анурьев В.І. Довідник конструктора-машинобудівника, В. 3х т. 5е видання перероблене і доповнене. – М. Машинобудування. 1980. 559 с.
24. Довідник конструктора сільськогосподарських машин /Під ред. М.І. Клецкина: В 4т. – М.: Машинобудування, 1987. – т. 1. 722 с.
25. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник / [Царенко О.М., Войтюк Я. Г., Швайко В.М. та ін.]; за ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. 448 с.
26. Швайко В.М. Особливості побудови математичних моделей процесів сільськогосподарського виробництва / В.М. Швайко, В.О. Соломка, О.В. Соломка // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Вип. 13. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 2005. 285 с.
27. Корн Г., Корн Т. Довідник з математики для наукових працівників та інженерів. – М.: Наука, 1984. 832 с.
28. Ярош Ю. М., Трусів Б. А. Технологія виробництва сільськогосподарської продукції. – К.: Український Центр духовної культури, 2005. 524 с.
29. Шмат К.І., Сисолін П.В. Методи і принципи проектування сільськогосподарських машин і агрегатів / К.І. Шмат, П.В. Сисолін. – Херсон: ОЛДІ-плюс, 2004. 325 с.
30. Дипломне проектування у вищих навчальних закладах Мінагрополітики України: Навчально-методичний посібник / За ред. Т.Д. Іщенко, І.М. Бендери. – К.: Аграрна освіта, 2006. 256 с.
31. Панченко А.Н. Теорія і розрахунок сільськогосподарських машин: лабораторний практикум. – Дніпро: Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 2002. 396 с.

# ДОДАТКИ







