МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ 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 проєкту
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему:

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКА І КОНСТРУКЦІЇ ЖАТКИ

Виконав:_____ Спицький Станіслав Володимирович

Керівник: _____ Кобець Анатолій Степанович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин
Освітній ступінь: "Бакалавр"
Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри тракторів і
сільськогосподарських машин
(назва кафедри)
доцент
(вчене звання)

_____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)
„_____” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

_____
(прізвище, ім’я, по батькові)
1. Тема роботи _____
_____
_____
керівник роботи _____
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти від “___”_____20__ року №_____
2. Строк подання студентом роботи _____
3. Вихідні дані до роботи _____
_____
_____
_____
_____
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)_____
_____
_____
_____
_____
_____

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
_____
(підпис) (прізвище та ініціали)

А Н О Т А Ц І Я

Спицький С.В. Удосконалення механізації збирання соняшника і конструкції жатки// Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026. – 69 с.

В роботі представлено аналіз сучасних сортів і гібридів соняшника і їх фізико-механічних характеристик. Приведено аналіз машин, які застосовуються для збирання соняшника. Розроблено схему удосконалення жатки і проведено розрахунки параметрів і режиму роботи удосконаленої машини. На підставі розрахунків розроблена конструкція окремих вузлів і деталей удосконаленої комбайнової жатки.

Розроблені заходи з охорони праці, які можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні соняшника і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 3327200 грн. При цьому зниження затрат праці складає 0,08 люд.год./га.

Ключові слова: соняшник, жатка, комбайн, технологія, удосконалення, параметри, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П. 6
1 СУЧАСНІ СОРТИ І ГІБРИДИ СОНЯШНИКА 9
2 ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОНЯШНИКА 11
2.1 Розмірна і вагова характеристики. 11
2.2 Механічні властивості. 14
3 МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКА. 17
4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЖАТКИ 28
5 ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЖАТКИ. 32
5.1 Обґрунтування параметрів гвинтового ножа. 32
5.2 Обґрунтування параметрів гвинтового ножа. 37
6 ОПИС РОБОТИ І ОСНОВНИХ РЕГУЛЮВАНЬ ЖАТКИ. 42
7 ОХОРОНА ПРАЦІ. 44
7.1 Організаційні питання. 44
7.2 Охорона праці при збиранні соняшнику 45
7.3 Основні правила пожежної безпеки. 47
8 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ. 50
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ. 58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ. 59
ДОДАТКИ. 61

В С Т У П

Соняшник – це однорічна олійна культура, яка є однією з найважливіших сільськогосподарських культур у світі і в Україні.

Соняшник вирощують переважно для отримання олії, яка використовується в харчовій промисловості, а також для виробництва біодизеля. Насіння соняшнику сучасних сортів та гібридів містить 50-54% жиру з високими їстівними та смаковими якостями. Соняшникове насіння досить корисне. Воно містить вітаміни А, групи В, D та Е, а також мінеральні речовини (марганець, селен, кальцій, магній, калій, натрій, залізо, мідь, фосфор, цинк). Соняшникове насіння має високу калорійність. Всього лише в 100 г цього продукту міститься 600 ккал. Насіння соняшника також використовується в харчовій промисловості як самостійний продукт або як інгредієнт для різних страв. З соняшника також отримують макуху, яка використовується як корм для тварин [1].

Соняшник є досить невибагливою культурою, але найкраще росте на родючих ґрунтах з достатнім зволоженням. Він потребує багато сонячного світла, тому його зазвичай вирощують у відкритому ґрунті [2].

Урожай соняшнику істотно залежить від наступних факторів:

- кліматичних умов (багато сонця і тепла, необхідні для зростання і розвитку культури);

- родючості, структури ґрунту (рослини віддають перевагу легким, добре дренованим ґрунтам, що мають нейтральну або слабокислу реакцію ґрунтового розчину);

- господарсько-біологічних особливостей сорту або гібриду, стійких до хвороб та шкідників, несприятливих погодних умов чи інших стресових факторів;

- дотримання режиму поливу при нестачі вологи;

- коректного використання агротехнічних прийомів, таких як правильний обробіток ґрунту, застосування добрив, дотримання термінів сівби та збирання, оптимальної відстані між рослинами, що впливають на врожайність;

- вибору та правильного застосування засобів захисту рослин;

- дотримання термінів та оптимальних доз внесення добрив.

Своєчасне збирання соняшнику істотно підвищує врожайність при зниженні невиправданих втрат. Для цього важливо правильно встановити термін початку збирання, у разі потреби застосовувати десикацію, використовувати сучасні сільськогосподарські машини. Імовірність втрат соняшника знижується за дотримання технології його обробітку.

Технологія збирання соняшника передбачає зведення до мінімуму втрат урожаю та створення оптимальних умов для посіву на полі іншої культури [3]. При збиранні культури з мінімальними втратами необхідно використовувати спеціальні пристрої для комбайна. Чим краще буде підготовлена техніка, тим нижчою є ймовірність простоїв та втрати врожаю. Для збирання застосовуються:

- комбайни, в яких барабан обертається із частотою триста обертів за хвилину, що дозволяє обережно обмолочувати, ефективно сепарувати та якісно очищати насіння;

- жниварки, пристосовані зрізати кошики, розташовані на різній висоті, а також рослини, що вилягають;

- різні адаптери, спеціальні насадки для зернових жниварок.

За відсутності такої сільськогосподарської техніки втрата врожаю сягає 25 відсотків. Низькорослі сорти та гібриди культури, а також рослини, що вилягають, збирають за допомогою жниварок, які низько зрізають соняшник, і комбайнів для збирання рицини. Це дозволяє знизити втрати врожаю ще в 5–7 разів. Збиральна техніка повинна мати досить високу швидкість руху (6 км/год), інакше в молотарці накопичується мало вегетативних частин рослин,

тому насіння сильніше ушкоджується. Оптимальним терміном збирання цієї олійної культури у південних регіонах України є фаза повної стиглості при вологості сім'янок 15%, а в менш сприятливих умовах вирощування – 18% [4].

Мета даного проєкту – удосконалення механізації збирання соняшника шляхом удосконалення конструкції жатки, як основного вузла збиральної машини, від якісної роботи якого залежить якість збирання врожаю і продуктивність агрегату в цілому.

1 СУЧАСНІ СОРТИ І ГІБРИДИ СОНЯШНИКА

Вибір сортів соняшнику безпосередньо залежить від природних умов регіону, а також якості і властивостей землі. Найбільш популярним є насіння гібридів компаній [3]:

- Піонер;
- Сингента;
- Монсанто;
- Нові Сад.

Все насіння гібридів даних компаній, які повсюдно пропонуються до продажу володіють достоїнствами, які зумовлюють таку популярність:

- Повна відповідність світовим нормам якості;
- Ідеально виконана калібрування;
- Прекрасна схожість рослин;
- Високі показники врожайності.

Поряд із зарубіжними виробниками, вітчизняні компанії нітрохи не поступаються в якості, і навіть більш адаптовані до кліматичних і грунтових умов. Варто відзначити, що в порівнянні з іноземним насіння гібридів, вітчизняні виробники, пропонують продукцію значно нижче за вартістю. Це є безумовною перевагою, у виборі «наших компаній».

Соняшник української селекції – Прайм, Проетей, Рона, Шенон, Равелін, Сантос, Фолк, Фініcтер і ін. відрізняються високою врожайністю (2,0 – 3,0 т/га), стійкістю до вовчка, хвороб та посухи.

Гібриди соняшника гарантивано відрізняються від касичних сортів сонящника показниками високої схожості культиури, а також чудовим калібруванням. гібриди насіння повністю відповідають світовим стандартам якості, а ціна на посівний материіал залежить від виробника.

Соняшник являє собой найбільш олійну культуру, яку давно культивують в сільському господарстві. Багато сучасних аргграних комплексів спеціалізуються

на вирощуванні соняшнику, тому кожен день зростає попит по покупку якісного посівного матеріалу.

Сучасний ринок займає перше місце з експорту соняшникової олії. Україна займає друге місце в світі з виробництва насіння соняшник.

Гібриди насіння соняшнику маєть сьогодні особливий попит. Існуючі в даний час гібридні сорти соняшнику виходять на перші ступені по:

- показникам врожайності,
- стабільності,
- стійкості до захворювань і рослин-паразитів.

Спеціалісти рекомендують вибирать сорти та гібриди соняшнику беручи до уваги кліматичні умови регіону та властивості грунтів. В останні роки нові напрямки виробництва і реалізації гібридного насіння соняшнику та інших зернових культур набули широкого значення, завдяки репродуктивним сортам культури, які дозволяють забезпечувати якісне насіння.

2 ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОНЯШНИКА

Соняшник належить до сімейства складноцвітних і є найбільшим високостебельним його представником. Суцвіття соняшника – кошик. Коренева система у соняшника потужна з сильно розвинутим головним коренем і великим числом бічних коренів.

Для розміщення рослин на полі застосовується квадратно-гніздовий спосіб з розміщенням 70х70 см, широкорядний або пунктирний способи із кроком до 35 см між суміжними рослинами.

2.1 Розмірна і вагова характеристики

За період формування сім'янок рослина соняшника змінює свою форму. З фази утворення кошика під впливом її наростаючої ваги верхня частина стебла приймає дугоподібну форму, чим і відрізняється похилість соняшника, що збільшується під час збирання. Основні розміри рослин представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні розміри рослин соняшника [2, 6, 9]

П о к а з н и к и	Розміри, см		
	середні	максимальні	мінімальні
1	2	3	4
Висота рослини	152	192	96
Довжина висхідної частини стебла	156	198	130
Довжина спадної частини стебла (вершини)	27	60	6
Повна довжина стебла	183	258	136
Стріла прогину висхідної частини стебла	12	20	4
Діаметр стебла:			
у нижній третині	2,3	3,3	1,2
у середині	1,7	2,8	1,0

1	2	3	4
у вершині	0,9	1,5	0,4
Кут відхилення стебла по вертикалі, град.	13	28	6
Виліт кошика	30	45	6
Діаметр кошика	21	34	9
Висота центра кошика над рівнем ґрунту	135	182	70

Втрати насіння при зрізанні звичайним різальним інструментом залежать від висоту зрізу рослин і розташуванні кошиків по висоті. Розподіл кошиків по вертикалі такий, що в проміжку 100-160 см зосереджено близько 80% їхньої загальної кількості у стеблостою. Однак завжди є 3-4% кошиків у проміжку 70-100 см, що робить недопустимим зріз стебел вище 70 см.

Нижня вільна від кошиків зона становить у стеблостою близько 75 см, а зона кошиків – близько 110 см, тобто 1 1,5 рази більше. Ці показники визначають максимально можливу висоту зрізу соняшника при збиранні, а також зону стеблової маси, що підлягає обробці в молотильному апарату збирального комбайна.

Розміри сім’янок [2, 6] у нормальних умовах вегетації соняшника представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Розподіл сім’янок соняшника по класах розмірів
(у відсотках до числа обмірюваних сім’янок)

Ознака розподілу	Границі класів, мм										
	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14
Довжина	-	-	-	-	-	-	9	14	37	25	10
Ширина	-	1	8	38	43	10	-	-	-	-	-
Товщина	10	48	40	2	-	-	-	-	-	-	-

Середня вага однієї рослини до періоду комбайнового збирання в нормальних погодних умовах становить 400 – 450 г з коливаннями від 70 до 1200 г. Вага кошика (із зерном) становить приблизно половину ваги рослини. Середня вага кошика у фазі повної стиглості становить 190 г.

Центр ваги вигнутої рослини розташований на відстані 80 – 150 см від нижнього стеблового вузла, що становить 70 – 80% від висоти рослини. Біля половини урожаю по вазі становлять стебла, вага листя незначна (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Ваговий склад надземної маси соняшника

Частина рослини	Воло-гість, %	Вага			
		у грамах на 1 рослину	у ц/га	в %	при сухому стані
Ціла рослина	45	390	112	100	100
Кошик (без сім'янок)	61	102	29	26	18,6
Зерно	13	88	25	23	35,8
Стебло	51	97	57	50	44,6
Листя	25	3-4	до 1,0	до 1,0	1,1

Більша частина листя до моменту збирання висихає і опадає, листя що залишилося сильно висихає і загальна його частка у врожаї незначна, тому не може ускладнити роботу робочих органів для сепарації вороху.

Вагове співвідношення стебел і кошиків близько до одиниці. Те ж співвідношення спостерігається для зерна і порожніх кошиків.

Поперечний переріз комірок, товщина сім'янок і їх число перебувають в прямій залежності від діаметра кошика. Зі збільшенням діаметра кошика від 12 до 25 см число сім'янок у ній зростає від 628 до 1887 шт. Площа комірок змінюється в більш вузьких межах, відповідно до цього в обмежених розмірах змінюється вага сім'янок, їх довжина, ширина і товщина.

Об'ємна маса кондиційного насіння при вільному насипі його у тверду тару становить близько 400 кг/м^3. Об'ємна маса купи в більшому ступені

залежить від його засміченості. Об’ємна маса листостеблової маси коливається в межах 50 – 70 кг/м^3. Об’ємна маса обмолочених кошиків (без стебел) не має істотних відмінностей від загальної листостеблової маси, що викидається комбайном у поле або в накопичувач.

Вміст зерна в кошику становить ~ 50% від його ваги, вміст ядра в сім’янках ~ 73%, маса 1000 сім’янок ~ 70 – 95 г.

2.2 Механічні властивості

Опір рослини залежить від її розвитку. В період збирання на плантації є дві групи рослин, більш-менш однорідних за віком і станом тканин.

I група – рослини із зерном повної стиглості, більша частина листя опала на землю, зелених листів немає, стебло в середній частині містить 15 – 25% вологи.

II група – рослини, що досягли фази воскової стиглості сім’янок, на стеблі є один або кілька зелених листків, вологість стебла в середині – 60 – 75%.

Високі показники міцності стебел соняшника в порівнянні з іншими культурами, що збираються тими ж машинами, визначають підвищену витрату потужності у випадку пропуску через робочі органи всієї стеблової маси рослин.

Зусилля на відрив кошика від стебла в середньому становить 380 Н, 250 – 300 Н для I групи і 600 – 650 Н для другої групи. Зусилля відриву перебуває в прямій залежності від вологості кошика, зменшуючись по мірі дозрівання насіння. Середні зусилля відриву кошиків збирального віку значно менші, ніж середні зусилля розриву стебел у самій тонкій їхній частині. При цьому зв'язок між кошиком і стеблом порушується в найбільш бажаному в технологічному відношенні місці (на відстані 1 – 3 см від кошика).

Зв’язок між кошиком і стеблом може порушуватися методом відриву кошика в найбільш слабкому місці з’єднання його зі стеблом. Такий метод збирання соняшника звільняє молотильний пристрій від стеблового баласту й

полегшує завдання обмолоту кошиків.

Характерною рисою соняшника є нерівномірність дозрівання й різке ослаблення зв'язку сім'янок з кошиком при досягненні ним технічної стиглості. Опадання насіння у стиглого соняшника починається в результаті ударів кошика об сусідню рослину у вітряну погоду. Коливання рослин (силою вітру) не пов'язані з ударом не викликають опадання.

При прямому комбайнуванні в ранній фазі дозрівання соняшника доводиться мати справу з кошиками, що важко обмолочуються і із плодами недостатньої міцності. Це супроводжується пошкодженням (подрібненням) сім'янок і підвищенням втрат від недомолоту.

При поздовжньому розтягуванні руйнівне напруження досягає 5 – 6 МПа для вершини стебла і 7 – 8 МПа для нижньої частини. Злам на двох опорах (з відстанню 100 мм) наступає найчастіше при невеликій стрілі прогину (12 – 15 мм), але при значних навантаженнях, які сягають 250 Н для стебел I групи і 400 – 500 Н для II групи.

Вертикальні зусилля висмикування рослин із ґрунту становлять 300 – 450 Н, а горизонтально спрямовані, тобто зусилля корчування, 120 – 150 Н, або створюють момент сили, що корчує, 60 – 100 Н·м.

Таблиця 2.5 – Зусилля на перерізання стебла соняшника в період збирання, Н

Характеристика стебла	Нижня частина стебла		Середина стебла		Верхня частина стебла	
	I група	II група	I група	II група	I група	II група
Стебла тонкі, діаметр 20-21 мм	210-230	-	170-190	-	90-100	-
Стебла середні, діаметр 22-23 мм	-	400-500	-	300-330	-	100-140
Стебла товсті, діаметр 27-28 мм	-	700-800	-	500-570	-	200-250

Руйнівне навантаження при стисканні по довжині плода становить 70 – 80 Н, по ширині 60 – 70 Н, по товщині – 30 – 40 Н на одну сім'янку I групи. В II групі сім'янок міцність нижча в 1,5 – 2 рази.

Визначення зусиль різання, яке проводилося на важільному динамометрі, пристосованому для різання грубостеблових культур при статичному навантаженні, приведено в табл. 2.5.

Коефіцієнти тертя спокою для спілих сім'янок невеликі, стебла і особливо листя мають більш високі коефіцієнти тертя (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Коефіцієнти тертя спокою для частин соняшника

Найменування продукту	Воло-гість, %	Поверхня тертя					
		Фанера соснова	Полотно снопов'я-зальне	Сталь оцинко-вана	Жерсть біла	Сталь листова (прокат)	Гума техні-чна
Сухі сім'янки	8	0,50	0,45	0,65	0,60	0,62	0,75
Сім'янки зеленого кошика	34	0,65	0,65	0,70	0,60	0,55	0,68
Зелене листя	62	0,62	1,2	0,75	0,67	0,97	0,97
Напівзасохле листя	25	0,50	1,2	0,60	0,60	0,60	1,05
Стебло рослин I групи	14	0,45	0,65	0,60	0,55	0,62	0,70
Стебло рослин II гр.	70	0,46	0,60	0,75	0,73	0,80	1,01

Показники коефіцієнтів тертя руху для тих самих пар при однаковій їх вологості нижче коефіцієнтів тертя спокою на 30 – 40 % у порівнянні із зазначеними в табл. 2.6.

3 МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКА

Кращими строками збирання соняшнику є фаза його господарської стиглості, коли 85–88% рослин мають бурі та сухі кошики, а вологість насіння становить 12–14%. Для прискореного достигання насіння, скорочення термінів збирання врожаю, одержання сухого насіння, а також для зменшення збитку від гнилизни господарі вдаються до передзбирального досушування із застосуванням хімічних препаратів: хлорат магнію, еділ та їхні суміші. При цьому слід врахувати, що інтенсивність підсихання насіння залежить не тільки від погодних умов, а й від вологості насіння під час проведення цієї технологічної операції. У звичайних умовах зниження вологості до господарської настає протягом 1–1,5 тижня. Після такої обробки посіви соняшнику треба зібрати за 5–7 днів. Зволікання зі збиранням таких посівів призводить до збільшення втрат внаслідок самоосипання насіння з кошиків та пошкодження (дроблення) під час обмолоту, бо вологість стрімко зменшується до 8–10%. Збирання соняшнику з підвищеною вологістю насіння (18–20%) можливе за умови, що в даному господарстві є високопродуктивна очисно-сушильна лінія [4].

Рисунок 3.1 – Пристосування ПС для збирання соняшника (завод «БЕРДЯНСЬКІ ЖАТКИ»)

Соняшник збирають спеціалізованими пристосуваннями та жниварками, які навішують на зернозбиральний комбайн замість стандартної зернової жниварки для прямого комбайнування. В процесі роботи в рослини зрізається кошик з певною частиною стебла і передається в молотарку, де відбувається обмолот, часткова сепарація після якої насіння збирається в бункер, а стебла і пусті кошики подрібнюються і розкидаються по полю.

Рисунок 3.2 – Жатка для збирання соняшника ЖНС-6 (7,4; 9,1)
(завод «БЕРДЯНСЬКІ ЖАТКИ»)

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики жатки ЖНС-6

Н а з в а	Значення	Одиниці виміру
Ширина захвату	6; 7,4; 9,1	м
Робоча швидкість	до 10	км/год
Транспортна швидкість	20	км/год
Продуктивність	по комбайну	га/год
Висота зрізу	250 – 800	мм
Крок по осям стеблопідіймачів	228,6	мм
Кількість подвійних ходів ножа	600	дв.х/хв
Маса	2000; 2470; 3040	кг
Тип приводу	МПН по типу Schumacher	
Агрегатується	вітчизняні і імпортні комбайни	

Сучасні виробники випускають жатки для збирання соняшника зернозбиральними комбайнами двох типів – рядкові і суцільні (безрядкові). Техніка першого типу (класична) працює по рядках рослин. Другий тип більш багатофункціональний. Господарства вибирають техніку для збирання соняшника в залежності від своїх умов.

Рисунок 3.3. – Комбайн КЗС-9 «Славутич» з рядковою жаткою ПЗСС

Рисунок 3.4 – Комбайн «Скіф» з жатками ПЗС-8 і ПЗС12

Класична» жатка для збирання соняшнику на зерно (наприклад, серії ПСП: ПСП-1, ПСП-5М, ПСП-8, ПСП-10; фірми Falcon) призначена для збирання соняшнику, висіяного з шириною міжрядь 70 см. Це фронтальна навісна машина струминного типу. Число струменів, зазвичай, дорівнює кількості рядків, які збирають, відповідно до ширини захвату жатки.

Агрегатується вона фактично зі всіма зернозбиральними комбайнами, які становлять основу комбайнового парку України: «Дон-1500», «Вектор-410», CLAAS Mega-350, LAVERDA-296, New Holland CS 6090, КЗС-1218, John Deere-9660i WTS, Acros-530.

Рисунок 3.5 – Русло жатки ПЗС з ланцюговими транспортерами

Рядкові жатки працюють наступним чином. Механізм піднімає стебла, завдяки чому врожай збирається без втрат. Ланцюги переміщаються, просуваючи стебла рослин в бік ріжучого апарату. Транспортери переміщають насіння в шнек та похилий транспортер.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики соняшникової жатки

Модель жатки	ПЗС-8	ПЗС-12
Тип машини	навісний, фронтальний	
Число рядків, які збираються	8	12
Ширина міжрядь, см	70	70
Ширина захвату, м	5,6	8,4
Продуктивність, га/год	5,6	8,4
Маса, кг	1800 ±100	2750
Робоча швидкість, км/год, до	10	10
Габаритні розміри, мм	2600/6090/1480	2600/8870/1480

Безрядкова жатка для соняшника якісно і з найменшими втратами збирає врожай і напрямок руху не має значення. Жатка успішно збирає врожай з полів з рядками і суцільним висівом. Вона має особливу будову ліфтерів, тому легко підбирає жорсткі та товсті стебла будь-яких сортів чи гібридів соняшнику.



Рисунок 3.6 – Збирання соняшника жатками фірми Джон Дір

Лінія зрізу, на якій містяться різальні апарати жниварки, має бути на 20–25 см нижче за кошики. Зернозбиральний комбайн рухається полем зазвичай уздовж посівів, рядками. Це сприяє збиранню з достатньо високою робочою

швидкістю (до 9 км/год) і максимальною ефективністю, оскільки гарантовано та «впорядковано» 8 рядків (або 12, залежно від марки жниварки) стебел входитиме в канали, утворені ліфтерами. При цьому стебла лапками транспортерів переміщаються до різального апарата сегментного типу. Зрізані кошики й насіння, що осипалося з них у разі «зустрічі» з елементами конструкції жниварки, подовжніми стрічковими транспортерами, які розміщено на ліфтерах у верхній площині їхньої конструкції, подаються до шнека жниварки. Звідси кошики й частково висипане з них насіння транспортером похилої камери подаються до молотильно-сепарувальної системи (МСС) молотарки комбайна. Під час збирання соняшнику «зв'язок» насіння з кошиком слабкий, тому воно відчуває навіть слабкі удари по стеблу й може висипатися. До цього слід додати, що сама насінина міститься в герметичному твердому лушпинні-«скафандрі». У такому стані сухе зерно добре зберігається на складі й навіть на кошику, коли врожай ще не зібрано і стоїть суха погода. Під час обмолочування такого технологічного матеріалу в жорсткому режимі — за високих обертів барабана та можливих малих зазорах у МСС, лушпиння насінини може зазнавати механічних пошкоджень, його цілісність порушується. В подальшому, коли насіння після обмолочування потрапляє на склад і через тривале зберігання згіркає, олія, яка міститься в насінині, стає «відкритою» для доступу кисню, окислюється і, природно, псується. Тому, щоб насіння не пошкоджувалось у МСС і в подальшому було (наскільки це можливо) захищене від окислення та максимально довго могло зберігатися до переробки на олію, режим обмолочування має бути «м'яким». Для цього більшість комбайнів, які агрегатують із жниварками, обладнують спеціальним ланцюговим варіатором або редуктором пониження частоти обертання молотильного барабана до 270–300 об./хв.

«М'якому» режиму обмолочування сприятимуть також оптимальні для цього процесу технологічні зазори в МСС: на вході до барабана — 28, на виході – 12 мм. Чистота насіння в бункері визначатиметься правильністю

Рисунок 3.7 – Жатка для збирання соняшника німецької фірми ГЕРИНГХОФ

вибору величини зазорів у решетах решітного стану та силою повітряного потоку, створюваного вентилятором. У подальшому чисте насіння потребуватиме до себе меншої уваги. Тому зазор між жалюзі верхнього решета має становити 14–18, нижнього — 10–15 мм. Частоту обертання вентилятора треба встановити на рівні 400–500 об./хв. Ці технологічні регулювання наведено для комбайнів барабанного типу, в яких молотильний барабан має затребуваний діаметр 600 мм. За використання комбайнів із молотильним барабаном 450 мм, 660, 700 і 800 мм потрібно встановлювати технологічні параметри, наведені та рекомендовані в інструкціях з експлуатації на цю марку комбайна. До цього слід додати: клавішами соломотряса рухається специфічна маса — досить великі та товсті частини стебел і кошики, — тож потрібно під час проведення щоденного ранкового технічного обслуговування комбайна перед початком роботи обов’язково перевіряти й, за потреби, очищати соломотряс і решета від цієї маси.

а *б*

Рисунок 3.8 – Збирання соняшника комбайном TORUM 740 (*а*) і VECTOR 410 (*б*)

Ланцюгові транспортери жниварки піднімають стебла з кошиками вздовж русла між ліфтерами до різального апарата. Технологічна надійність їхньої роботи визначається ступенем натягу роликового ланцюга, до якого кріпляться лапки для транспортування стебел. Потрібний натяг транспортера забезпечується завдяки відповідному переміщенню зірочки, яка його веде. Під час роботи стрічкові транспортери, які виготовлено з прорезиненої тканини, можуть «витягуватися» й «буксувати». Щоб убезпечитися від цього явища, слід періодично перевіряти їхній натяг та відновлювати його до потрібного стану способом переміщення веденого ролика, розміщеного в нижній частині транспортера.

Дисковий різальний апарат кожного русла має запобіжну муфту. Вона спрацьовує, й транспортер зупиняється, коли подовжній канал між ліфтерами забивається соняшниковими стеблами. Таке може статися в разі можливого спрацювання – втрати робочою кромкою сегментів своїх характеристик для різання. Іноді ж у гонитві за намолотом комбайн експлуатують із занадто високою робочою швидкістю, внаслідок чого подача стебел до різального апарата висока, й він не встигає зрізати кошики.

Якість роботи різального апарата значною мірою визначається величиною зазору між сегментами дискових ножів і протирізальною

пластиною, який не повинен бути більше 1 мм. Регулюється величина зазору введенням додаткових шайб. Слід зазначити, що стрічковий транспортер під час роботи має бути практично в горизонтальному положенні. Це дає змогу ефективно переміщати «вільне» насіння (фактично воно саме переміщається поверхнею стрічки транспортера), що потрапило на нього під час руху комбайна, до шнека жниварки.

Аналогічної конструкції жниварки для збирання соняшнику на зерно виробляє ТОВ «НВП “Херсонський машинобудівний завод”» (Херсон). Їхні жниварки серії ПЗС: ПЗС-8, ПЗС-8-03, ПЗС-8-16, ПЗС-8-12, ПЗС-8-15 та ПЗС-8-18 агрегатуються фактично зі всіма комбайнами, які наявні в господарствах України. Між собою різняться за шириною захвату, конструкцією адаптера, з допомогою якого жниварку навішують на комбайн, та конструкцією її урухомника.

Та пальму першості за технічний рівень, дизайн, використані технічні рішення, новаторство в підходах до постійного та сміливого розвитку конструкції соняшникової жниварки потрібно віддати фірмі FANTINI (Італія). В основі конструкції – рама. На ній під кожним руслом для зрізання стебел із кошиків кріпляться добротні й технологічно надійні дискові різальні апарати. Для зручності транспортування на далекі відстані в кузові автомобіля кожен із ліфтерів має довгі з’ємні носки, які швидко та просто переводяться в транспортне положення.

Останніми роками широкого вжитку набули жниварки, конструкційне виконання яких значно відрізняється від класичних. Базою їхньої конструкції залишається рама з перехідною рамкою (адаптером) для агрегатування з похилою камерою зернозбирального комбайна. На ній змонтовано шнек для подачі зрізаних кошиків у похилу камеру комбайна. Та «родзинка» конструкції – жолоби (так звані миси). Їх значно видовжено, внаслідок чого вони дуже виступають уперед (порівняно з ліфтерами «класичної» соняшникової жниварки). При цьому вони своїми боковинами утворюють

своєрідні спрямовуючі канали (технологічний простір), якими переміщаються стебла до різального апарата.

Відносним «недоліком» такої жниварки є певна потреба, продиктована конструкцією русел, під час збирання соняшнику рухатися тільки вздовж рядків.

Переваги такої жниварки:

- у разі збирання соняшнику, висіяного на відносно бідних грунтах, з малою шириною міжрядь — 45 (50, 60) см, все-таки можливий рух як уздовж рядків, так і впоперек, по діагоналі поля, за крайового розкошування;

- різальний апарат (типу жниварки для збирання зернових колосових культур) забезпечує повне перекриття русла між суміжними жолобами, що сприяє надійнішому зрізанню стебел у ньому;

- проста та надійна конструкція. Жниварка має тільки один механізм (редукторного типу) для урухомлення сегментного ножа («класичні» соняшникові жниварки мають по відповідному механізму на кожне русло);

- менша в 1,5 раза маса порівняно з «класичною» жниваркою; незначні втрати насіння (за жниваркою) – до 0,3% (проти 1,5% у «класичної»).

Побічна продукція виробництва насіння соняшнику – стеблова маса. Її остаточне подрібнення та розкидання на полі здійснює інша важлива й спеціалізована група машин. Така маса, отримана під час збирання соняшнику на зерно, подрібнена й рівномірно розкидана на полі, прискорює інфільтрацію вологи в грунті, зменшує поверхневе стікання води та швидкість вітру на поверхні грунту, знижує температуру поверхні грунту й цим зменшує втрати вологи від випаровування, приймає на себе кінетичну енергію дощових крапель, запобігає запливанню грунту й утворенню поверхневої кірки, послаблює ерозію. Ці чинники дуже важливі в зонах, де вирощують основні обсяги соняшнику.

За нинішніх стійких тенденцій збереження наявних площ під соняшником та їхнього розширення в найближчій перспективі Україна має

достатньо спеціалізованих жниварок для збирання соняшнику на зерно. Їхня номенклатура, технічний рівень та ціна дають змогу придбати соняшникову жниварку навіть за одночасно високих вимог до неї та обмежених фінансових можливостей покупця.

Але для підвищення якості збирання і продуктивності машин слід продовжувати роботи по удосконаленню конструкції жаток.

4 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЖАТКИ

В результаті проведеного аналізу конструкцій сучасних технічних засобів для збирання соняшнику встановлено, що для підвищення якісних показників технологічного процесу скошування і обмолоту та зниження втрат насіння найбільш доцільним є удосконалення роботи жатки і, зокрема, її різального апарату.

На підставі відомого технічного рішення [10] нами пропонується жатка, яка містить стеблопідіймачі 1 (рис. 4.1), бічні сторони яких утворюють поздовжні канали 2 для проходження стебел, пристрій для захвату, переміщення стебел і зрізання кошиків, які закріплені під кожухом 3 стеблопідіймачів 1 уздовж кожного каналу й виконане у вигляді гвинтового ножа 4 і протирізальної пластини 5, а також робочі органи для транспортування зрізаних кошиків у молотарку комбайна, виконані у вигляді стрічкових транспортерів 6, поперечного шнеку 7 і похилого транспортера 8.

Різальні елементи гвинтового ножа 4 і протирізальна пластина 5 утворюють кут α, обумовлений залежністю

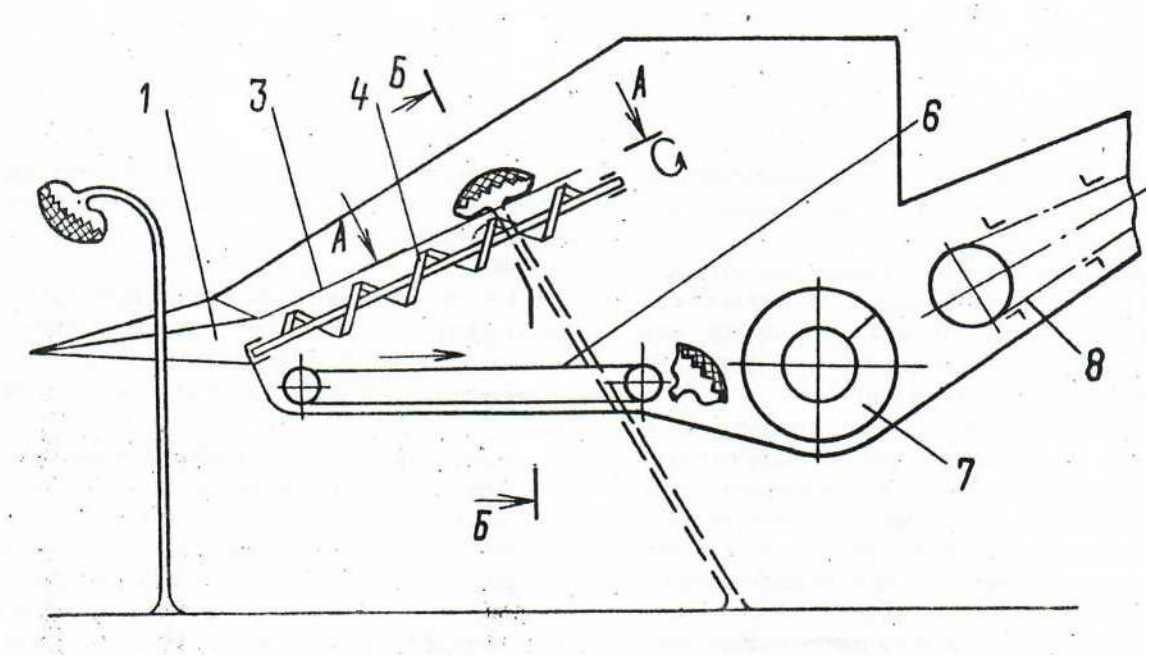
$$90^0 > \alpha > 2 \operatorname{arctg} f \qquad (4.1)$$

де f – коефіцієнт тертя стебла по матеріалу різальних елементів,

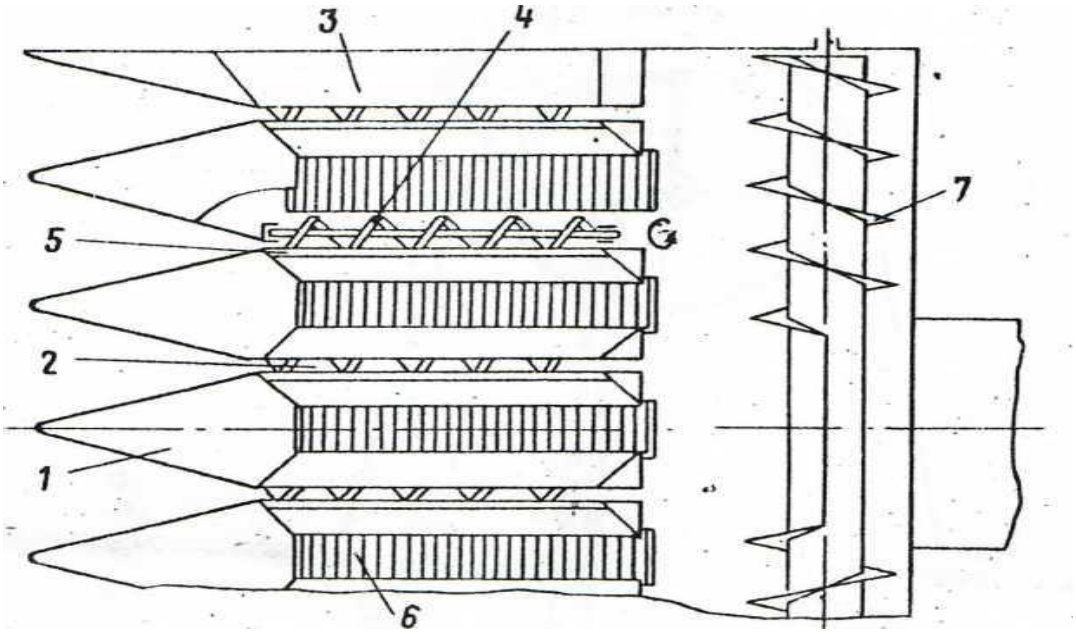
тобто кут α менше або дорівнює 90^0 і більше подвійного кута тертя стебла по матеріалу різальних елементів.

Жатка працює наступним чином. Під час руху комбайна по полю рослини спрямовуються стеблопідіймачами 1 у канали 2, де стебла захоплюються і переміщуються уздовж каналів 2 до задньої частини стеблопідіймачів 1 за допомогою витків гвинтового ножа4, який обертається.

За рахунок поздовжнього нахилу каналів 2 і різниці між горизонтальною складовою осьової швидкості ножа 4 і поступальною швидкістю руху



а)



б)

Рисунок 4.1 – Схема удосконаленої жатки [10]: *а* – вид збоку; *б* – вид зверху

комбайна стебла, просуваючись у каналах 2, плавно нахиляються вперед по ходу руху комбайна. При цьому кошики соняшнику опускаються до упору на поверхню кожухів 3 і за рахунок сил тертя об неї стримують подальше

просування стебел уздовж каналів 2, а гвинтові ножі 4 перерізують їх безпосередньо біля основи кошиків незалежно від висоти стебла рослин.

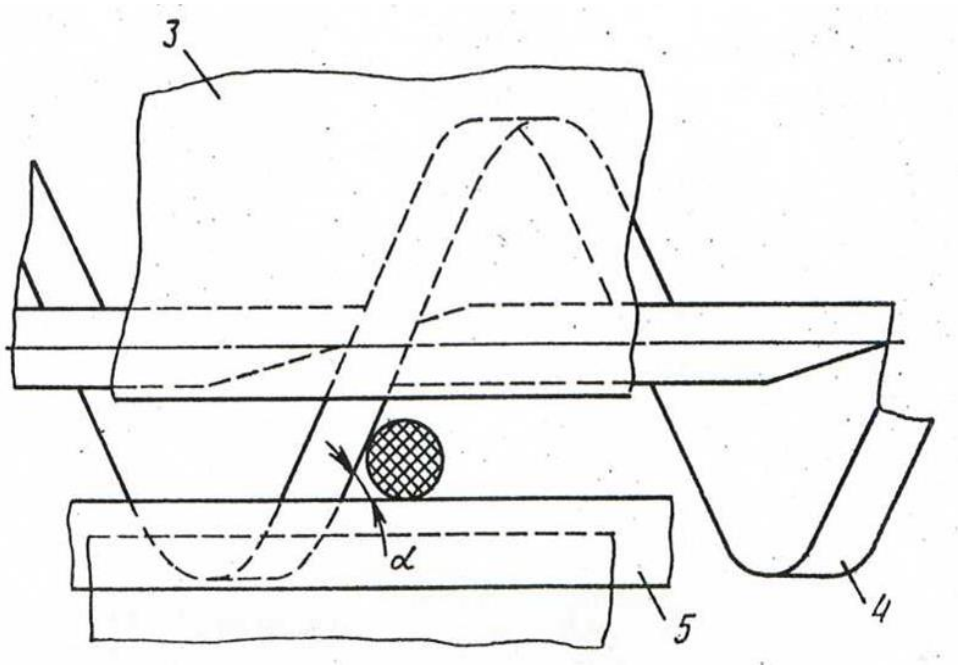


Рисунок 4.2 – Переріз А-А на рис. 4.1

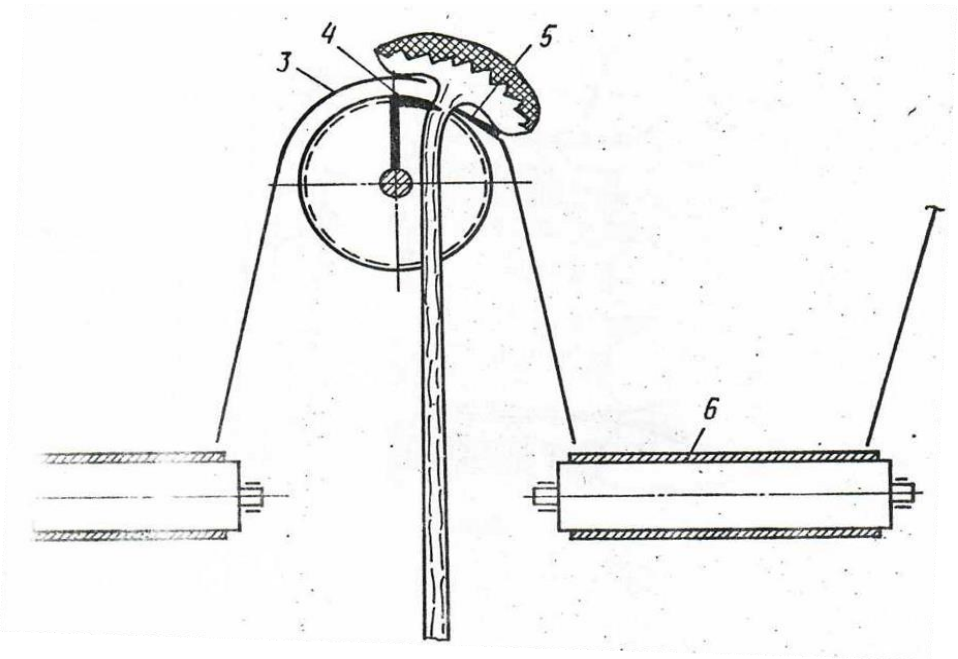


Рисунок 4.3 - Переріз Б-Б на рис. 4.1

Запропонований пристрій для захоплення, переміщення стебел і зрізання кошиків дозволяє спростити конструкцію жатки, забезпечить подачу рослин в каналі 2 без защемлення їх стебел між витками ножа 4 і пластини 5 і зрізання тільки тих кошиків, які опустилися на кожух 3 стеблопідіймача 1 і

стримують подальше переміщення стебла уздовж каналу 2. Завдяки цьому зменшується довжина стебел, які подаються разом з кошиками в молотарку, що суттєво покращує процес обмолоту і сепарації насіння.

При збільшенні кута α до значень, більших 90^0, порушується технологічний процес зрізання стебел, так як під дією витків ножа 4 вони відхиляються до тієї сторони каналу 2, на якій відсутня пластина 5. Зменшення кута α до значення 2 arctg f викликає защемлення і порізи стебел соняшнику в процесі їх транспортування в каналах 2 незалежно від положення кошиків над поверхнею кожухів 3, що призводить до збільшення довжини стебел, що зрізаються разом з кошиками, а значить і до зменшення продуктивності і якості обмолоту.

5 ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЖАТКИ

5.1 Обґрунтування параметрів гвинтового ножа

Гвинтовий ніж удосконаленої жатки виконує дві технологічні операції:

- шнек (гвинтовий транспортер) ножа переміщує стебла соняшнику;
- різальні елементи, наварені на гвинтову поверхню шнека, відокремлюють кошики від стебла.

Для шнека ножа приймаємо лівий однозаходовий гвинт із суцільними витками.

Визначаємо продуктивність жатки $Q_{комб}$ без обліку втрат:

$$Q_{комб} = Q_{м.б.} \frac{m_{сем}}{m_{кош}} = 18 \frac{88}{190} = 8{,}3 \text{ т/год}, \quad (5.1)$$

де $Q_{м.б} = 5$ кг/с = 18 т/год – пропускна здатність молотильного барабана комбайна;

$m_{кош} = 190$ г – середня вага кошика із сім'янками у фазі повної стиглості;

$m_{сем} = 88$ г – середня масова частка зерна на одну рослину.

При врожайності q = 2,0 т/га:

$$Q_{ком} = \frac{Q_{комб}}{q} = \frac{8{,}3}{2{,}0} = 4{,}15 \text{ га/год}. \quad (5.2)$$

Визначаємо продуктивність гвинтового ножа:

$$Q = \frac{Q_{м.б.}}{z} = \frac{18}{6} = 3 \text{ т/год}, \quad (5.3)$$

де z – число каналів жатки.

Схема для розрахунку кінематичних параметрів гвинтового ножа

представлена на рис. 5.1

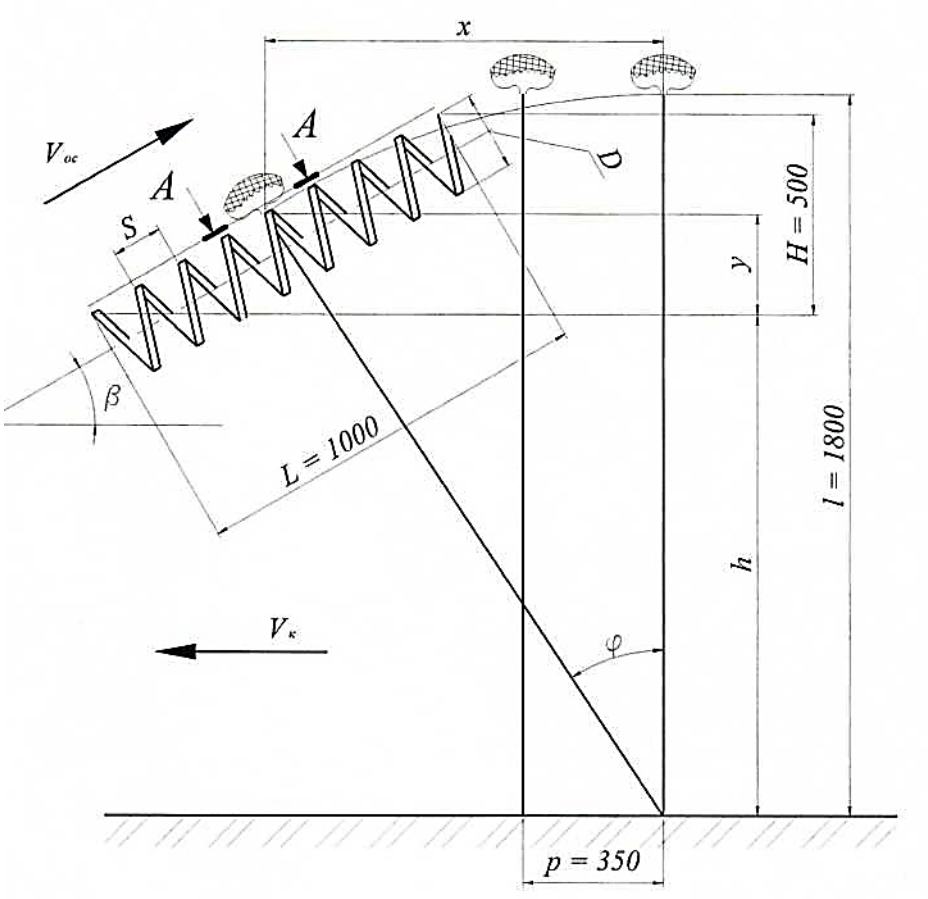


Рисунок 5.1 – Схема до розрахунку гвинтового ножа жатки

Визначаємо поступальну швидкість руху збирального комбайна:

$$V_к = \frac{Q \cdot p}{m_{кош}} = \frac{3 \cdot 10^3 \cdot 350 \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot 190 \cdot 10^{-3}} = 1{,}54 \text{ м/с} = 5{,}5 \text{ км/год.} \quad (5.4)$$

де Q = 3 т/год – продуктивність гвинтового ножа;

p = 350 мм – відстань між сусідніми рослинами (крок);

$m_{кош}$ = 190 г – середня вага кошика із сім'янками у фазі повної стиглості/

Вихідні дані для розрахунку шнека гвинтового ножа:

D = 200 мм – зовнішній діаметр гвинта;

L = 1000 мм – робоча довжина шнека гвинтового ножа;

β = 30^0 – кут підйому гвинта;

H = $L_ш$ sin β = 500 мм – висота підйому;

λ = 20 мм – радіальний зазор між зовнішньою кромкою гвинтового ножа й внутрішньою поверхнею кожуха;

l =1800 мм – середня повна довжина стебла;

h = 1250 мм – відстань від поверхні землі до початку робочої довжини гвинтового ножа.

Виходячи із розрахункової схеми (рис. 5.1) за проміжок часу t до зрізу кошика за рахунок різниці швидкостей між поступальною швидкістю руху комбайна $V_к$ і горизонтальної осьової складової швидкості ножа V_x^{oc} стебло відхиляється на кут φ і робить переміщення *x,* за рахунок вертикальної складової швидкості ножа V_y^{oc} стебло переміщується на відстань *y*.

Визначимо переміщення *y*:

$$y = \frac{1}{2} L \sin \beta = \frac{1}{2} 1000 \sin 30^0 = 250 \text{ мм}. \quad (5.5)$$

Визначаємо кут відхилення стебла φ:

$$\varphi = \arccos \frac{h+y}{l} = \frac{1250+250}{1800} = 33{,}56^0. \quad (5.6)$$

Визначимо переміщення *x*:

$$x = l \sin \varphi = 1800 \sin 33{,}56^0 = 995 \text{ мм}. \quad (5.7)$$

Визначаємо осьову швидкість гвинтового ножа використовуючи систему рівнянь:

$$x = (V_к - V_x^{oc})\, t = (V_к - V^{oc} \cos \beta)\, t; \quad (5.8)$$

$$y = V_y^{oc}\, t = (V^{oc} \sin \beta)\, t \quad (5.9)$$

$$V^{oc} = \frac{V_K}{\left(\frac{x}{y} + \frac{1}{tg\,\beta}\right) sin\beta} = \frac{1{,}54}{\left(\frac{995}{250} + \frac{1}{tg\,30^0}\right) \sin 30^0} = 0{,}54 \text{ м/с.} \qquad (5.10)$$

Для правильного виконання технологічного процесу зрізання кошиків і неможливості захвату шнеком ножа більше одного стебла необхідно, щоб виконувалася умова:

$$\frac{V_к}{V_{oc}} = \frac{p}{S} \qquad (5.11)$$

Визначаємо крок гвинта S із співвідношення (5.11)

$$S = \frac{V_к}{\frac{V_к}{V_{oc}}} = \frac{350}{1{,}54/0{,}54} = 123 \text{ мм.} \qquad (5.12)$$

За ДСТУ 2705-94 і з огляду на S = (0,6-1,6*D*) приймаємо S = 125 мм.

По рівняннях (5.6), (5.7), (5.10) і (5.11) уточнюємо значення *x,* φ, h, V_{oc} :

$$V_{oc} = V_к\left(\frac{S}{p}\right) = 1{,}54\ (125/350) = 0{,}55 \text{ м/с.} \qquad (5.13)$$

$$x = \left(\frac{V_K}{V_{oc}\, sin\beta} - \frac{1}{tg\,\beta}\right) y = \left(\frac{1{,}54}{0{,}55 \cdot \sin 30^0} - \frac{1}{tg\ 30^0}\right) 250 = 967 \text{ мм.} \qquad (5.14)$$

$$\varphi = \arcsin (x\backslash l) = \arcsin (967\backslash 1800) = 32{,}5^0. \qquad (5.15)$$

$$h = l \cos \varphi - y = 1800 \cos 32{,}5^0 - 250 = 1268 \text{ мм.} \qquad (5.16)$$

Визначаємо кут підйому витка (рис. 5.2):

$$\alpha' = \text{arctg}\,\frac{S}{\pi D} = \text{arctg}\,\frac{125}{3{,}14 \cdot 200} = 11{,}25^0. \qquad (5.17)$$

Визначаємо кут між ріжучими елементами і протирізальною пластиною:

$$\alpha = 90^0 - \alpha' = 90^0 - 11{,}25^0 = 78{,}75^0.$$

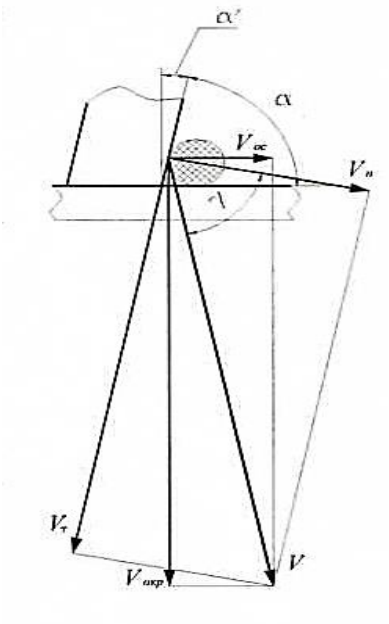


Рисунок 5.2 – Розріз А-А на схемі 5.1

Перевіряємо умову відсутності защемлення за умовою (4.1):

$$90^0 > \alpha > 2 \text{ arctg } f,$$
$$90^0 > 78{,}75^0 > 2 \text{ arctg } 0{,}8 = 78{,}75^0,$$

де f = 0,8 – коефіцієнт тертя спокою по листовій сталі стебел.

Умова виконується.

Визначаємо число обертів гвинта:

$$n = \frac{1000}{S} \cdot 60\, V_{oc} = \frac{1000}{125} \cdot 60 \cdot 0{,}55 = 264 \text{ хв}^{-1} \qquad (5.18)$$

Визначаємо окружну швидкість крайка витка $V_{окр}$:

$$V_{окр} = \frac{D\,\pi\,n}{1000 \cdot 60} = \frac{200 \cdot 3{,}14 \cdot 264}{1000 \cdot 60} = 22{,}76 \text{ м/с} \qquad (5.19)$$

Визначаємо нормальну і тангенціальну складові швидкості різання:

$$V_n = V_{окр} \cos \alpha + V_{ос} \sin \alpha = 2{,}76 \cdot \cos 78{,}75^0 + 0{,}55 \cdot \sin 78{,}75^0 = 1{,}08 \text{ м/с} \quad (5.20)$$

$$V_\tau = V_{окр} \sin\alpha - V_{ос} \cos\alpha = 2{,}76 \sin 78{,}75^0 - 0{,}55 \cos 78{,}75^0 = 2{,}6 \text{ м/с} \quad (5.21)$$

Визначаємо кут різання γ:

$$\gamma = \text{arctg} \frac{V\tau}{Vn} = \text{arctg} \frac{2{,}6}{1{,}08} = 67{,}44^0 \quad (5.22)$$

$\gamma > \text{arctg}\ \varphi = 38{,}65^0$ – тому в нашому розрахунку і при встановлених параметрах має місце нормально-дотичне різання ковзанням.

5.2 Обґрунтування параметрів гвинтового ножа

Приймаємо матеріал кожуха і витків – листова сталь Ст-3 і БСт-3. Приймаємо товщину стінки кожуха $\delta_{кож} = 3$ мм, товщину нитки шнека гвинтового ножа $\delta_{вит} = 4$ мм.

Матеріал ножа, що приварюється на витки, сталь 65Г:

$b_н = 25$ мм – ширина ножа (з умови $b_н - \delta_{вит} > d_{стебла} = 14$ мм);

$\delta_н = 2$ мм – товщина леза ножа;

$\beta_н – 25^0$ кут загострення леза.

Матеріал вала гвинта – труба Ст3:

$d = 50$ мм – зовнішній діаметр вала;

$\delta = 4$ мм – товщина стінки труби вала.

Враховуючи можливість одночасного зрізання двох кошиків приймаємо максимальне зусилля на перерізання $F_{різ} = 500$ Н.

Визначаємо осьову $F_{ос}$ і окружну $F_{окр}$ сили опору перерізанню:

$$F_{ос} = F_z \cos \alpha' = 500 \cos 11{,}25^0 = 490 \text{ Н} \quad (5.23)$$

$$F_{окр} = F_y \sin \alpha' = 500 \sin 11{,}25^0 = 100 \text{ Н} \quad (5.24)$$

При розрахунках на міцність силою тертя стебел по витках шнека можна знехтувати. Схеми навантаження вала гвинтового ножа всередині і на початку робочої лінії шнека представлені на рис. 5.3.

Визначаємо крутний момент на валу гвинтового ножа:

$$M_к = M_z = F_y \, D\backslash 2 = 100 \cdot 0{,}2\backslash 2 = 10 \text{ Н·м} \qquad (5.25)$$

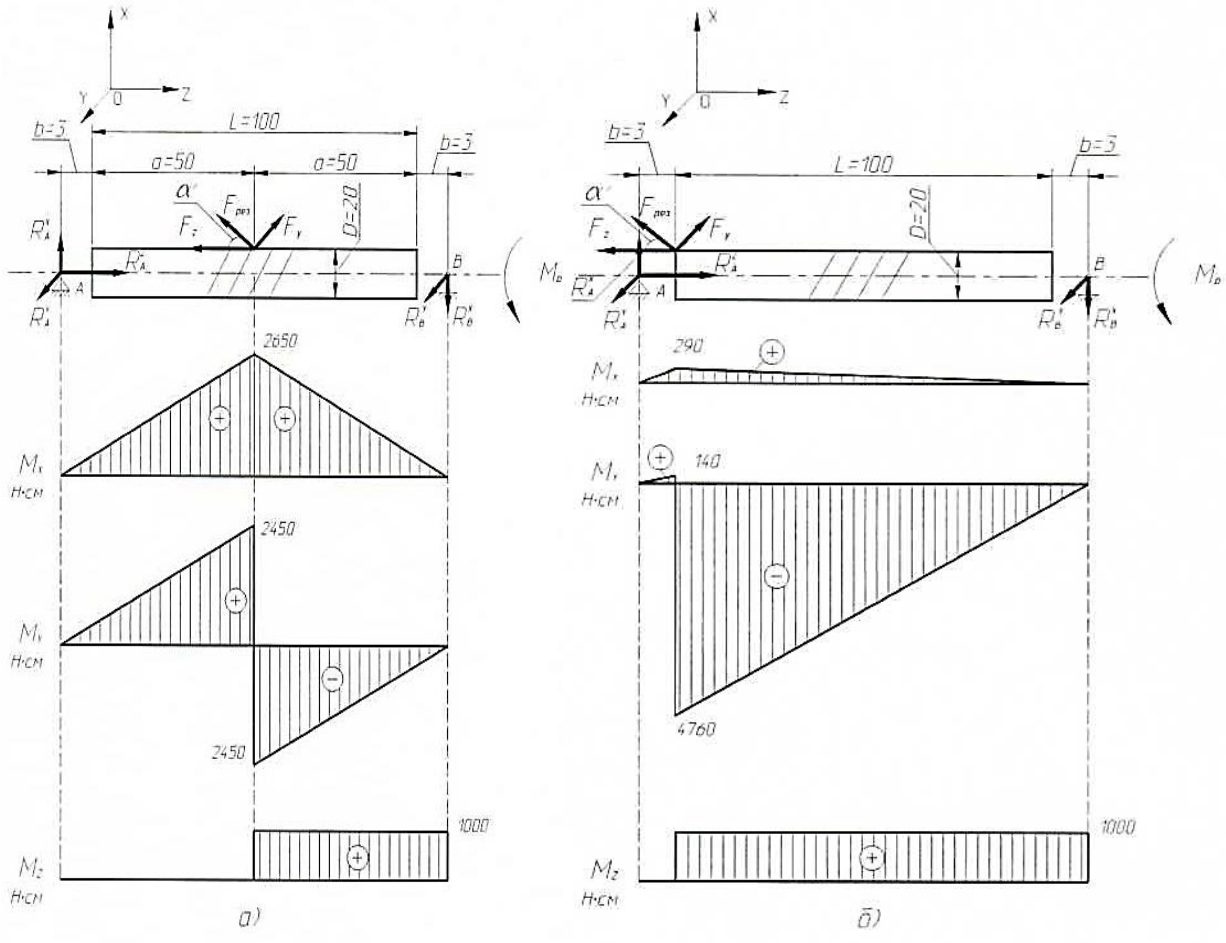


Рисунок 5.3 – Схема навантаження гвинтового ножа жатки:
а – у середині робочої довжини шнека; *б* – на початку робочої довжини шнека

Визначаємо максимальний згинальний момент у площині XOZ:

$$M_y = R_B^x \, (L + b) = \frac{F_Z \, D(L+b)}{2(L+2b)} = \frac{490 \cdot 0{,}2 \cdot (0{,}1+0{,}03)}{2(0{,}1+2 \cdot 0{,}03)} = 47{,}6 \text{ Н·м} \qquad (5.26)$$

Визначаємо максимальний згинальний момент у площині YOZ:

$$M_x = R_B^y\ (L + b) = \frac{F_y\ b(L+b)}{(L+2b)} = \frac{100 \cdot 0{,}3 \cdot (0{,}1+0{,}03)}{(0{,}1+2 \cdot 0{,}03)} = 2{,}9\ \text{Н·м} \qquad (5.27)$$

Сумарний момент вигину по теорії міцності найбільших дотичних напружень

$$M_{екв}^{III} = \sqrt{M_z^2 + M_y^2 + M_x^2} = \sqrt{10^2 + 47{,}6^2 + 2{,}9^2} = 48{,}7\ \text{Н·м} \qquad (5.28)$$

Визначаємо еквівалентне напруження $\sigma_{екв}$ в МПа:

$$\sigma_{екв} = \frac{M_{екв}}{W_u} = \frac{M_{екв}}{0{,}1\ d^3\left(1-\left(\frac{d-2\delta}{d}\right)\right.} < [\sigma] \qquad (5.29)$$

де $[\sigma]$ = 110 МПа – допустиме напруження при вигині для сталі СТ3;

W_u – момент опору перетину вигину, см^3.

$$\sigma_{екв} = \frac{48{,}7 \cdot 10^6}{0{,}1 \cdot 5^3\left(1-\left(\frac{5-2 \cdot 0{,}4}{5}\right)\right.} = 7{,}8 < 110\ \text{МПа}.$$

Умова міцності виконується.

Перевіряємо зварний шов на міцність:

$$\tau_{ср} = \frac{F_{oc}}{0{,}7KL_{ш}}, \qquad (5.30)$$

де $\tau_{ср}$, $[\tau_{ср}]$ -розрахункове і допустиме напруження зрізу шва, МПа;

$[\tau_{ср}]$ = 50 МПа – допустиме напруження при зрізі для сталі Ст3;

К = 0,005 м – катет шва.

Визначимо довжину зварного шва гвинтової лінії по діаметру вала в межах одного кроку:

$$L_ш = \sqrt{\pi^2 d^2 + S^2} = \sqrt{3{,}14^2 \cdot 0{,}05^2 + 0{,}125^2} = 0{,}2 \text{ м} \qquad (5.31)$$

Тоді по рівнянню (5.30)

$$\tau_{ср} = \frac{490}{0{,}7 \cdot 0{,}005 \cdot 0{,}2 \cdot 10^6} = 0{,}7 < 50 \text{ МПа}.$$

Умова виконується.

Гвинтові поверхні спіралей шнеків відносяться до числа нерозгортуючих, тому точної заготовки із плоского листа одержати неможливо. Тому проводимо наближений розрахунок розмірів заготовки в межах одного витка (рис. 5.4).

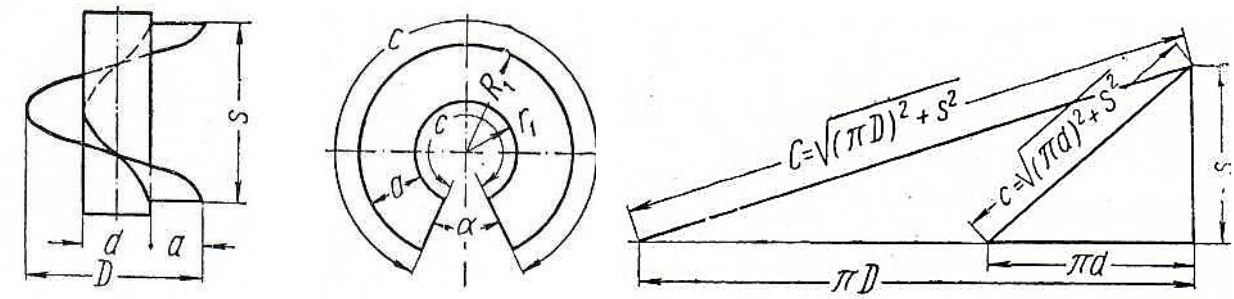


Рисунок 5.4 – Схема для розрахунку розгортки витка

$$R_1 = r_1 + a = 34{,}3 + 75 = 109{,}3 \text{ мм}, \qquad (5.32)$$

$$r_1 = \frac{ac}{C-c} = \frac{75 \cdot 201}{641-201} = 34{,}3 \text{ мм}, \qquad (5.33)$$

$$\alpha = \left(1 - \frac{C}{2\pi R_1}\right) \cdot 360^0 = \left(1 - \frac{641}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 109{,}3}\right) \cdot 360^0 = 24^0, \qquad (5.34)$$

де a = (D – d)/2 = (200 – 50)/2 = 75 мм – ширина спіралі (витка).

Визначаємо довжину гвинтової лінії по зовнішньому діаметру гвинта в межах кроку S:

$$C = \sqrt{\pi^2 D^2 + S^2} = \sqrt{3{,}14^2 \cdot 200^2 + 125^2} = 641 \text{ мм}. \qquad (5.35)$$

Визначаємо довжину гвинтової лінії по діаметру вала в межах кроку S:

$$c = \sqrt{\pi^2 d^2 + S} = \sqrt{3{,}14^2 \cdot 50^2 + 125^2} = 201 \text{ мм.} \qquad (5.36)$$

Отримані розрахункові дані використовуємо при проектуванні деталей і вузлів удосконаленої жатки.

6 ОПИС РОБОТИ І ОСНОВНИХ РЕГУЛЮВАНЬ ЖАТКИ

Комбайн із розробленою жаткою за один прохід по полю виконує закінчений технологічний цикл збирання соняшника: відокремлює кошики від стебел і вимолочує насіння; сепарує ворох; збирає очищене насіння в бункер; обмолочені кошики подрібнює, розкидає по полю або збирає в транспортні засоби.

Під час руху комбайна по полю рослини спрямовуються стеблепіднімачами у канали, де стебла захоплюються й переміщаються вздовж каналів до задньої частини стеблепіднімачів за допомогою витків обертового гвинтового ножа. За рахунок поздовжнього нахилу каналів і різниці між горизонтальною складовою осьової швидкості ножа і поступальною швидкістю руху комбайна стебла, просуваючись у каналах, плавно нахиляються вперед по ходу руху комбайна. При цьому кошики соняшника опускаються до упору на поверхню кожухів і за рахунок сил тертя об неї стримують подальше просування стебел уздовж каналів, а гвинтові ножі перерізують їх безпосередньо знизу кошиків незалежно від вихідної висоти рослин.

Зрізані гвинтовими ножами кошики попадають у поперечний шнек жатки. Шнеком кошики транспортуються до центру, де попадають у похилу камеру. Із транспортера похилої камери кошики проходять по решітці у молотильний барабан.

При транспортуванні кошиків від шнека жатки до молотильного барабана відбувається їх частковий обмолот. Тому перед барабаном установлена решітка, що пропускає насіння і дрібний ворох, минаючи молотильний барабан, на грохот і далі на решета.

Молотильний апарат обмолочує кошики. Для запобігання подрібнення насіння соняшника число оборотів барабана, завдяки спеціальному ланцюговому приводу, яким додатково комплектуються зернозбиральні

комбайни, знижене до 295 хв$^{-1}$. Зазор між планками підбарабання і билами барабану повинен бути на вході 35 – 40, на виході – 20 – 30 мм.

З під молотильного барабану маса подається на клавішний сепаратор. Обмолочені кошики із сепаратора збираються в копнувач, або розкидаються по полю. Очищене насіння надходить в бункер.

Запорукою високоякісної роботи удосконаленої жатки є ретельне технологічне регулювання робочих органів.

Стеблепіднімачі регулюють за висотою залежно від стану агрофону – висоти розташування кошиків над поверхнею ґрунту, полеглості стебел. Висота установки мисів має бути на 5 – 10 см нижча від найбільш похилених кошиків.

Зазор між гвинтовим ножом і протирізальною пластиною не повинен перевищувати 2,5 мм. Регулювання фрикційної муфти для вала гвинтового ножа встановлюється на крутний момент 50 Н·м.

Фрикційна муфта шнека жатки регулюється на передачу крутного моменту 250 Н·м.

Догляд за транспортером похилої камери полягає в тому, щоб стежити за правильним натягом ланцюгів транспортера, станом кріплення планок до ланцюгів і своєчасним змащенням підшипників привідного і веденого валів.

У процесі збирання необхідно контролювати роботу молотильного апарату, стежити, аби обмолочені кошики були цілими і повністю вимолоченими (крім центральної частини, де насіння щупле). Якщо кошики мають підвищену вологість, можливий недомолот. Щоб цього не допустити, зазори між билами барабана і планками підбарабання треба зменшити. В разі пошкодження кошиків зазори дещо збільшують, інакше можливе підвищене пошкодження насіння і надмірне забруднення бункерного вороху через перевантаження очистки. Крім того, може підвищитись втрата повноцінного насіння у відходах. Коли навантаження на верхнє решето невелике, а повітряний потік достатній, при потребі звільнити ворох від значної частини легких домішок жалюзі можна відкрити більше.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

При складанні рекомендацій в організації охорони праці на виробництві слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», затвердженими наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542) [17].

Розроблені заходи по охороні праці направлені на попередження нещасних випадків обслуговуючого персоналу і запобігання пожежі при збиранні соняшнику і інших культур зернозбиральним комбайном з удосконаленою жаткою.

7.1 Організаційні питання

Перед початком жнив повинні бути проведені такі організаційні заходи:

- завершено підготовку збирально-транспортних агрегатів;
- закріплено техніку за працівниками;
- організовані ланки технічного обслуговування машин;
- на відведених ділянках обладнано польові стани та місця відпочинку працівників, майданчики для зберігання техніки та паливо-мастильних матеріалів;
- підготовлено поля та перевірено провисання проводів ліній електропередач;
- проведено інструктаж з охорони праці та пожежної безпеки.

Під час збирання соняшнику необхідно дотримуватись правил пожежної безпеки, викладених у розділі НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». При організації інструктажу з охорони праці на робочому місці повинні враховуватися стан культури, погодні умови, стан жнив і транспортних засобів, кількість та кваліфікація працівників, а також

інформація про виробничі небезпеки та випадки травм під час збирання врожаю.

Персонал, який обслуговує збиральні агрегати, потрібно комплектувати працівниками з урахуванням їхньої кваліфікації [18].

7.2 Охорона праці при збиранні соняшнику

Основні положення техніки безпеки заключаються в наступному:

7.1. Не допускаються до роботи особи без посвідчення на управління комбайном і які не пройшли інструктаж з техніки безпеки.

7.2. При роботі необхідно використовувати тільки справний інструмент і пристосування.

7.3. Необхідно працювати у зручній одежі, яка виключає можливість її попадання в рухому ланцюгові і пасові передачі і інші рухомі механізми.

7.4. Необхідно подавати звуковий сигнал перед пуском двигуна, включенням робочих органів і початком руху і впевнитися, що виконання указаних дій не несе небезпеку навколишнім працівникам.

7.5. Систематично необхідно перевіряти надійність роботи гальма і рульового управління.

7.6. Необхідно бути уважним поблизу неогороджених шківів, які обертаються, рухомих ланцюгів, пасів. Заборонено знімати огороджувальні щитки під час роботи механізмів. Необхідно бути особливо обережним при переміщенні по перехідних площадках і даху молотарки. Заборонено працювати без встановлених перил. При обслуговуванні двигуна необхідно триматись за поручень, розташований на капоті.

7.7. При виконанні крутих поворотів швидкість руху комбайна повинна бути не більше 2 - 3 км/год.

7.8. При переїздах через мости і греблі необхідно впевнитися в можливості переїзду і тільки потім продовжувати рух на першій передачі.

7.9. Допустимий схил під час роботи і транспортуванні зернозбирального комбайна – не більше 10^0, при цьому швидкість руху не

повинна перевищувати 3 - 4 км/год. Під час спуску або підйому забороняється виключати двигун і муфту зчеплення. Під час зупинок на схилах необхідно включити одну з передач і загальмувати комбайн за допомогою стояночного гальма.

7.10. Крім цього, необхідно дотримуватися наступних правил:

- не запускайте двигун при відкритому копнувачі, якщо поблизу знаходяться люди;
- не буксируйте комбайн з включеною передачею;
- не буксируйте комбайн за міст керованих коліс;
- не запускайте двигун способом буксирування;
- не переключайте передачі під час руху комбайна;
- не працюйте в нічний час без освітлення;
- не рухайтесь по вулицях і дорогах з включеними задніми фарами;
- не переганяйте в денний час транспорт, швидкість якого дорівнює або перевищує максимальну швидкість зернозбирального комбайна;
- не переганяйте в нічний час транспорт, який рухається;
- не дозволяється перевозити вантажі в камері копнувача або площадках комбайна;
- не проводьте будь-які роботи під комбайном або жаткою, якщо вони підняті і не прийняті попереджувальні заходи. Крім передбачуваних домкратів повинні бути встановлені стійкі підставки (наприклад козли, дерев′яні колодки), під колеса підставлені упори. Жатка, крім регулюємої гвинтової опори, також встановлюється на підставки, а запобіжний упор на правому гідроциліндрі підіймання жатки повинен бути опущений. При слабкому ґрунті під домкрати ставляться міцні дошки.

7.11. Під час роботи механізмів комбайна:

- не відкручуйте гайки, штуцери і інші деталі гідросистеми;
- не проводьте змащення механізмів;
- не заміняйте паси і ланцюги;

- не проводьте ремонт і регулювання механізмів (крім дозволених випадків регулювання);

- не вивантажуйте насіння з бункера, проштовхуючи його руками, ногами, лопатою і іншими предметами.

7.12. Забороняється стороннім особам знаходитися на комбайні при роботі на полі і при транспортуваннях.

7.13. Постійно необхідно поповнювати комплект медикаментів в аптечці, яка знаходиться на комбайні.

7.3 Основні правила пожежної безпеки

1. Необхідно постійно слідкувати за наявністю справних протипожежних засобів: вогнегасника, двох лопат, і двох швабр, які встановлені на комбайні в окремих місцях (вогнегасник закріплено на бункері, лопати – на внутрішній стороні драбини, а швабри – на жатці).

2. Своєчасно очищайте від намотаних стебел вали, шківи, зірочки, клавіші соломотрясу і інші частини комбайна, які рухаються.

3. Необхідно не допускати протікання з системи живлення і змащення, з гідравлічних систем. Своєчасно усувати підтікання мастил і палива, що виникають.

4. Своєчасно необхідно змащувати підшипники і інші частини комбайна, що обертаються, не допускати надмірного їх нагрівання.

5. Систематично перевіряйте справність електрообладнання і проводки, очищуйте їх від пилу, бруду і рослинної маси. При кожній зупинці двигуна від’єднуйте акумуляторну батарею від електромережі комбайна за допомогою вимикача „маси”.

6. Очищення паливо проводів і трубок гідросистеми, що забилися, необхідно проводити при виключеному двигуні і після того, як двигун і інші частини комбайна охолонуть.

7. При буксуванні запобіжних муфт необхідно терміново зупинити комбайн, виключити двигун і усунути причину, яка викликала буксування.

8. При необхідності тривалого ремонту комбайн треба вивести з хлібного масиву на відстань не менше 30 м і зорати навколо комбайна смугу шириною не менше 4 м.

9. Щоб зняти електростатичні заряди необхідно закріпити на лівому кронштейні кожуха вентилятора молотарки у трафарету „заземлити" на спеціально встановлену скобу відрізок роликового ланцюга довжиною 550 - 600 мм з числа тих ланцюгів, які є в господарстві і відпрацювали свій строк.

10. Заправку паливного бака треба проводити за допомогою заправочних агрегатів при непрацюючому двигуні на дорозі або на зораному полі.

11. Запас паливо-мастильних матеріалів допускається зберігати на полі в закритих ємкостях на відстані не менше 100 м від хлібних масивів, скирт, тюків. Місце зберігання повинно бути оборане смугою не менше 4 м.

12. В випадку загорання бензину або дизельного пального вогонь необхідно засипати піском або землею, накрити мокрим рядном або брезентом. Заливати вогонь водою категорично забороняється.

13. Під час роботи комбайна в полі необхідно слідкувати за станом поля з метою своєчасного виявлення пожежі.

14. При сильному вітрові, коли створюються небезпечні умови швидкого розповсюдження пожежі, робота комбайнів тимчасово повинна бути зупинена.

15. Всі механізатори повинні бути навчені на випадок виникнення пожежі і знати, як викликати пожежні служби.

16. Необхідно строго дотримуватись наступних правил:

- не паліть, не проводьте зварювальні роботи, не застосовуйте всі види відкритого полум'я на комбайні, хлібних масивах і в зоні на відстані менше 30 метрів від них;

- не залишайте заповнений копнувач на час тривалих зупинок;

- не спалюйте пожнивні залишки ближче 200 метрів від хлібних масивів;

- не застосовуйте відра і інші відкриті ємності для заправки паливних баків;

- не починайте збирання поля великої площі, не розбивши його на ділянки денної виробки (розділіть поле поздовжніми і поперечними прокосами шириною не менше 8 метрів, які необхідно проорати смугою шириною не менше 4 метрів);

- не починайте збиральних робіт, якщо відсутній трактор з плугом для швидкого оборювання непередбаченого вогнища пожежі;

- не працюйте на комбайні з не відрегульованими системами живлення і запуску двигуна, а також при відсутності на двигуні капота і протипожежних екранів;

- не працюйте з невідрегульованими привідними пасами, які допускають пробуксовку;

- не вивантажуйте насіння з комбайна в автомашини, вихлопні труби яких не обладнані іскрогасниками.

Виконання приведених вище правил техніки безпеки і протипожежної безпеки дозволить обслуговуючому персоналу експлуатувати зернозбиральний комбайн без травм і трагічних випадків, а також попередити виникнення пожеж на полі.

8 ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

У степовій зоні України виробництво соняшника завжди було і залишається одним з головних джерел грошових надходжень у господарства. Вирощування соняшнику в умовах війни дає можливість господарствам отримувати дохід і виживати в цих складних умовах.

На сьогодні в Україні багатьма фірмами пропонується високоякісна збиральна техніка провідних закордонних фірм. Головним недоліком цього є висока ціна цих машин і більшість господарств не мають змоги купити нову техніку. Тому питання удосконалення існуючої є досить актуальним.

Вихідні дані для проведення економічних розрахунків представлені в табл. 8.1.

Таблиця 8.1 - Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності

П о к а з н и к и	Базовий комбайн	Модернізований
Продуктивність, га/год.	1,9	2,2
Питомі витрати палива, кг/га	17,8	13,53
Вартість комбайна, грн.	1455000	1540000
Врожайність соняшнику, ц/га	20	20

Основними економічними показниками процесу збирання соняшника базовим і вдосконаленим комбайном є затрати праці, прямі експлуатаційні затрати, питомий і річний економічний ефект, строк окупності затрат на модернізацію.

Затрати праці на збиранні соняшника зернозбиральним комбайном визначаються за формулою:

$$З_п = \frac{M}{W_Г}, \qquad (8.1)$$

де М – кількість обслуговуючого персоналу, чол.;

$W_г$ – продуктивність зернозбирального комбайна за годину, га/год.

Затрати праці при збиранні соняшнику базовим комбайном будуть дорівнювати:

$$З_{п.б} = \frac{1}{1,9} = 0,53 \text{ люд.год./га.}$$

Затрати праці при збиранні врожаю вдосконаленим комбайном будуть дорівнювати:

$$З_{п.м} = \frac{1}{2,2} = 0,45 \text{ люд.год./га.}$$

Зниження затрат праці при збиранні соняшника модернізованим комбайном становить 0,08 люд.год./га.

Розрахунок прямих експлуатаційних затрат на збиранні проводиться за формулою:

$$С = С_о + С_а + С_р + С_{пмм}, \quad (8.2)$$

де $С_о$ – оплата праці з нарахуваннями, грн./га;

$С_а$ – амортизаційні відрахування, грн./га;

$С_р$ – витрати на ремонт і технічне обслуговування, грн./га;

$С_{пмм}$ – витрати на паливо і мастильні матеріали, грн./га.

Оплата праці механізатору проводиться за виконану норму по 6-му розряду тарифної сітки. Враховуючи, що на сьогодні мінімальна заробітна плата становить 8647 грн., оплата за норму виробітку становить 360 грн. [19]. За 1 га зібраного поля основна оплата праці становить:

$$C'_o = \frac{C^T}{W_{зм}} \quad (8.3)$$

де C^T - оплата праці за норму виробітку по тарифній сітці.

При роботі на базовому комбайні оплата праці механізатору за 1 га зібраної площі становить:

$$C'_{о.б} = \frac{360}{13,3} = 27,1 \text{ грн./га.}$$

При цьому на основну оплату механізатору в господарствах проводять нарахування:

- за інтенсивність праці – до 12 %;
- за високу професійну майстерність – до 24 %;
- за виконання особливо важливих робіт – до 50 % окладу;
- за класність механізатору 1-го класу – до 20 % .

Для механізатора, який працює на базовій машині, ці доплати відповідно становлять: 3,3 грн./га; 6,5; 13,6 і 5,4 грн./га. Загальна зарплата з доплатами для механізатора на збиранні зернових базовим комбайном становить:

$$C''_{о.б} = 27,1 + 3,3 + 6,5 + 13,6 + 5,4 = 55,9 \text{ грн./га.}$$

На цю суму нараховується 51 % соціального страхування і інше, що становить 28,5 грн./га. Тоді загальна зарплата з нарахуваннями для механізатора, який працює на базовому збиральному комбайні, становить:

$$С_{о.б} = 55,9 + 28,5 = 84,4 \text{ грн./га.}$$

При роботі на модернізованому збиральному комбайні оплата праці механізатора за 1 га зібраної площі буде дорівнювати:

$$C'_{о.м} = \frac{360}{15,4} = 23,4 \text{ грн./га.}$$

Вказані вище доплати для цієї основної оплати праці будуть відповідно дорівнювати: 2,8 грн./га; 5,6; 11,7 і 4,7 грн./га. Основна оплата праці з доплатами буде дорівнювати:

$$C''_{о.м} = 23,4 + 2,8 + 5,6 + 11,7 + 4,7 = 48,2 \text{ грн./га.}$$

Нарахування на соціальне страхування і інше становить 24,6 грн./га. Загальна оплата праці з нарахуваннями для механізатора, який працює на модернізованому зернозбиральному комбайні, становить:

$$С_{о.м} = 48,2 + 24,6 = 72,8 \text{ грн./га.}$$

Питомі затрати на амортизацію зернозбирального комбайна визначаються
по формулі:

$$С_а = \frac{S_m \cdot j}{100 \cdot T_K \cdot W_Г}, \qquad (8.4)$$

де S_m – балансова вартість зернозбирального комбайна, грн.

j – норма річних відрахувань на амортизацію комбайна, %;

$Т_к$ – річне завантаження комбайна, год. (приймаємо за нормативами 160 год.).

За нормативами [19] річна норма відрахувань на амортизацію для зернозбиральних комбайнів складає 21,93%. Витрати на амортизацію для в випадку застосування базового зернозбирального комбайна будуть дорівнювати:

$$С_{а.б} = \frac{1455000 \cdot 21,93}{100 \cdot 160 \cdot 1,9} = 1019,5 \text{ грн./га.}$$

Амортизаційні витрати для модернізованого комбайна будуть становити:

$$С_{а.м} = \frac{1500000 \cdot 23,93}{100 \cdot 160 \cdot 2,2} = 1019,7 \text{ грн./га.}$$

Витрати на ремонт і технічне обслуговування зернозбирального комбайна визначаються аналогічно, тільки норма річних відрахувань становить 10 % від вартості комбайна. Для базової машини вони становлять:

$$С_{р.б} = \frac{1455000 \cdot 10}{100 \cdot 160 \cdot 1{,}9} = 478{,}6 \text{ грн./га.}$$

Для модернізованого комбайна витрати на ремонт і технічне обслуговування будуть дорівнювати:

$$С_{р.м} = \frac{1500000 \cdot 10}{100 \cdot 160 \cdot 2{,}2} = 426{,}1 \text{ грн./га.}$$

Питомі витрати на паливо і мастильні матеріали визначаються рівнянням:

$$С_{пмм} = g_{га} Ц_т, \qquad (8.5)$$

де $g_{га}$ – витрати палива на збиранні 1 га зернових культур, кг/га;

$Ц_т$ – комплексна ціна 1 кг палива, грн.

Комплексна ціна включає витрати на основне і пускове паливо, а також на мастильні матеріали і залежить від марки двигуна, машини і ціни на ринку (постачальника). Норми витрат мастильних матеріалів в % до основного палива для зернозбиральних комбайнів становлять: дизельне мастило – 5 %; автотракторне мастило – 3,7 %; солідол – 0,5 %; трансмісійне мастило – 0,8 %.

Вартість палива і мастил коливаються на ринку і залежать від об’єму закупок, постачальника і інших факторів. З врахуванням сьогоднішніх цін приймаємо комплексну ціну ПММ 73,8 грн./кг. Питомі витрати палива на 1 га зібраної площі беремо з технічної характеристики комбайна. Тоді питомі затрати на паливо і мастильні матеріали для базового комбайна будуть дорівнювати:

$$С_{пмм.б} = 17,8 \cdot 73,8 = 1313,6 \text{ грн./га.}$$

Для модернізованого зернозбирального комбайна:

$$С_{пмм.м} = 13,53 \cdot 73,8 = 998,5 \text{ грн./га.}$$

Загальні прямі затрати на збиранні соняшника базовим зернозбиральним комбайном становлять:

$$С_б = 84,4 + 1019,5 + 478,6 + 1313,6 = 2896,1 \text{ грн./га.}$$

Аналогічні затрати на збиранні модернізованим комбайном:

$$С_м = 72,8 + 1019,7 + 426,1 + 998,5 = 2517,1 \text{ грн./га.}$$

Економічний ефект при впровадженні розробок в виробництво в порівнянні з базовою машиною буде становити:

$$Е = С_б – С_м = 2896,1 – 2517,1 = 379,0 \text{ грн./га.} \qquad (8.6)$$

При впровадженні на площі 800 га річний економічний ефект становить:

$$Е_{р.1} = 379,0 \cdot 800 = 303200 \text{ грн.}$$

Впровадження модернізованого зернозбирального комбайна дозволить також знизити втрати і пошкодження насіння на 5 – 10 % в порівнянні з базовою машиною. При врожайності соняшника 2,0 т/га 7 % втрат становить 0,14 т/га. При середній закупівельній ціні насіння соняшника 27000 грн./т економічний ефект від запобігання втрат становить 3780 грн./га, а річний економічний ефект при впровадженні на площі 800 га:

$$E_{р.2} = 3780 \cdot 800 = 3024000 \text{ грн.}$$

Таблиця 8.2 - Основні економічні показники проекту

Назва показників	Базовий комбайн	Модернізований
1. Продуктивність, га/год.	1,9	2,2
2. Затрати праці, люд.год./га	0,53	0,45
3. Економія затрат праці, люд.год./га	-	0,08
4. Прямі експлуатаційні затрати, грн/га:	2896,1	2517,1
в т.ч.: оплата праці з нарахуваннями	84,4	72,8
амортизаційні відрахування	1019,5	1019,7
витрати на ремонт і ТО	478,6	426,1
витрати на паливо і мастила	1313,6	998,5
5. Зниження прямих затрат, грн./га	-	379,0
6. Економічний ефект від зменшення втрат зерна при збиранні, грн./га	-	3780
7. Річний економічний ефект, грн.	-	3327200
8. Затрати на модернізацію машини, грн.	-	45000
9. Строк окупності затрат, років	-	0,04

Загальний річний економічний ефект від впровадження в виробництво модернізованого комбайна становить:

$$E = 303200 + 3024000 = 3327200 \text{ грн.}$$

Основні економічні показники проекту представлені в табл. 8.2.

Строк окупності затрат на модернізацію зернозбирального комбайна визначається за формулою:

$$О_з = \frac{C_м}{E} \quad (8.7)$$

$$О_з = \frac{45000}{3327200} = 0{,}01 \text{ року.}$$

Проведені розрахунки показали, що вдосконалення жатки для збирання соняшнику дає відчутний економічний ефект – 3327200 грн. в рік. Затрати на модернізацію машини окупаються на протязі першого року експлуатації комбайна.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В сучасному аграрному секторі України пропонуються значна кількість різних сортів і гібридів соняшнику як вітчизняної, так і закордонної селекції. Вони мають свої певні характеристики і вибір їх залежить від конкретних умов господарювання і технологій вирощування, які використовуються в господарстві.

2. Фізико-механічні характеристики соняшнику змінюються у досить великих межах і при розробці нових засобів механізації слід враховувати і мінімальні і максимальні значення показників.

3. В Україні для збирання соняшнику пропонуються жатки і пристосування для зернозбиральних комбайнів як вітчизняного, так і закордонного виробництва провідних фірм. Аналіз конструкції показує, що вони досить якісно проводять технологічний процес. Але мають певні недоліки – зокрема разом з кошиками зрізається досить значна частина стебла. Це приводить до надмірного завантаження молотильного апарату додатковою рослинною масою і знижує як якість обмолоту, так і продуктивність комбайна в цілому.

4. Розроблено конструкцію жатки, яка дозволяє зрізати тільки кошики соняшника незалежно від довжини стебла. Проведені розрахунки і визначено основні параметри жатки. Розроблена конструкція окремих вузлів і деталей.

5. Розроблено заходи з охорони праці, які можна використовувати при проведенні інструктажів перед початком збиральних робіт.

6. Економічний ефект при впровадженні розробок у виробництво складає 3327200 грн. Затрати на удосконалення жатки окупаються протягом першого року її експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соняшникове насіння: користь і шкода, скільки його можна їсти на день// https://tsn.ua/food/sonyashnikove-nasinnya-korist-i-shkoda-skilki-yogo-mozhna-yisti-na-den-2264449.html.

2. Соняшник біологічні та фізіологічні особливості // https://uapg.ua/blog/sonyashnik-biologichni-ta-fiziologichni-osoblivosti/.

3. Гібридні сорти соняшнику від світових виробників // https://elitaagro.com/gibrydni-sorty-sonyashnyku-vid-svitovyh-vyrobnykiv.

4. Збирання врожаю – завершальний етап технології виробництва соняшнику // https://agrimatco.ua/news/zbirannya-vrozhayu-zavershalniy-etap-tekhnologii-virobnitstva-sonyashniku.

5. Занько М. Соняшник зібрать – не поле перейти. //Пропозиція. – 8 жовтня 2013. - https://propozitsiya.com/articles/tekhnika-ta-obladnannya/sonyashnykzibrat-ne-pole-pereyty.

6. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

7. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.

8. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін..; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агросвіт», 2015. – 679 с.

9. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровськ. держ. агр. ун-т. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.

10. Федоренко Е.Г., Єфімкін М.В., Бортніков А.І. Жатка для збирання соняшника// Авторське свідоцтво на винахід №1690598 А 1 D45/00. – 15.11.91.

Бюл. №42.

11. Мізін І.А., Омеляненко І.С. Кінематичний розрахунок приводу. Методичні вказівки по курсу деталей машин. - Полтава. 2000.

12. Довідник з опору матеріалів / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Писаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.

13. Опір матеріалів/ Під заг. ред. Г.С. Писаренка, К.: Вища школа, 1973р. – 672 с.

14. Землеробська механіка. Т.2. Теоретичні основи сільськогосподарської механіки/ А.С. Кобець, А.Г. Дем'яненко, О.Ю. Береза, О.А. Гонь і ін.- Дніпро, «Свідлер А.Л.», 2022. – 712 с.

15. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. Охорона праці. – К.: Урожай, 1994. – 272 с., іл..

16. Лешахін С.Д. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1990. - 165 с.

17. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

18. Охорона праці в агропромисловому комплексі. Підручник/ Бєліков А.С., Сухий К.М., Кобець А.С. і ін. – Дніпро: Журфонд, 2025. – 644 с.

19. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с