

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

**Механіко-технологічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Машиновикористання в землеробстві  
доц. \_\_\_\_\_ Володимир КУВАЧОВ  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 року

***ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА***

**до дипломної роботи здобувача СВО Магістр**  
**(ступінь вищої освіти)**

на тему: **«ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ДЛЯ ЗБИРАННЯ  
НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ ВРОЖАЮ В УМОВАХ  
ФГ «МАЯК» ЯКИМІВСЬКОГО РАЙОНУ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

**31МЗД.018.000000ПЗ**

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21 МБ АІ  
спеціальності 208 Агроінженерія  
за ОПП Агроінженерія  
(шифр і назва спеціальності та ОПП)

\_\_\_\_\_ Олександр ЗЕНІН

Керівник доц. \_\_\_\_\_

Консультант проф. \_\_\_\_\_ Юрій РОГАЧ

Нормоконтроль доц. \_\_\_\_\_ Тетяна ЧОРНА

Рецензент \_\_\_\_\_

**Мелітополь, 2021**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Механіко-технологічний факультет Кафедра Машиновикористання в землеробстві

Ступінь вищої освіти Магістр  
Спеціальність 208 Агроінженерія  
Освітня програма Агроінженерія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри МВЗ  
доц. Володимир КУВАЧОВ  
“ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) ЗДОБУВАЧУ ВО**

***Зеніну Олександр Олександровичу***

1. Тема проекту (роботи): «Обґрунтування засобів механізації для збирання незернової частини врожаю в умовах ФГ «Маяк» Якимівського району Запорізької області  
керівник проекту \_\_\_\_\_  
затверджені наказом від “13 ” жовтня 2020 року №1428-С
2. Строк подання здобувачем ВО проекту (роботи) 22.01.2020 р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи): теоретичні основи вибору параметрів різального апарату шнекового типу, способи збирання незернової частини врожаю сільськогосподарських культур, аналіз технічних засобів для зрізу й транспортування стебел рослин, вибір частоти обертання шнека.
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
проаналізувати перспективи технології збирання сільськогосподарських культур методом обчислення рослин на корені;  
навести аналіз способів збирання незернової частини врожаю та технічних засобів для зрізу й транспортування стебел рослин;  
запропонувати теоретичні основи вибору параметрів шнекового різального апарату;  
розробити методику розрахунку параметрів різального апарату;  
привести перевірку ріжучого шнекового пристрою на адекватність;  
навести аналіз взаємозв'язку параметрів пристрою із критерієм оцінки та вплив цього критерію на конструктивні параметри;  
проведено аналіз техніко-економічних показників конструкторської розробки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників)

1. Технологічна схема пневматичного та механічного обчисувальних пристроїв.
2. Технологічні схеми збирання незернової частини врожаю
3. Класифікація ріжучих апаратів та транспортувально-валкоутворюючих пристроїв
4. Залежність частоти обертання шнекового пристрою
5. Залежність обертання шнекового ножа
6. Залежність витрат потужності
7. Комбайн СК-5 «Нива» із пристроєм АРШ-4,0 у роботі
8. Техніко-економічна ефективність ріжучих апаратів

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Рогач Юрій Петрович, к.т.н., професор		

7. Дата видачі завдання

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ. Стан питання й постановка завдань дослідження	21.12.2020 р. 29.12.2020 р.	
2	Теоретичні основи вибору параметрів різального апарату шнекового типу	30.12.2020 р. 06.01.2021 р.	
3	Результати теоретичних досліджень	07.01.2021 р. 14.01.2021 р.	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.01.2021 р. 18.01.2021 р.	
5	Техніко-економічна ефективність різального апарату шнекового типу	19.01.2021 р. 22.01.2021 р.	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ **Олександр ЗЕНІН**

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ Й ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1 Перспективи технології збирання сільськогосподарських культур методом обчісування рослин на корені.....	8
1.2 Огляд способів збирання незернової частини врожаю сільськогосподарських культур.....	13
1.3 Аналіз технічних засобів для зрізу й транспортування стебел рослин, що скошуюють.....	17
1.4 Постановка мети й завдань дослідження.....	24
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ ШНЕКОВОГО ТИПУ.....	26
2.1. Основні положення та допущення.....	26
2.2. Теоретичні основи розрахунку конструктивних і кінематичних параметрів різального пристрою.....	27
2.2.1. Обґрунтування критерію оцінки роботи різального шнекового пристрою.....	27
2.2.2. Вибір частоти обертання шнека.....	31
2.2.3. Визначення конструктивних параметрів пристрою, що зрізує.....	31
2.2.3.1. Розрахунок зовнішнього й внутрішнього діаметрів шнека.....	31
2.2.3.2. Розрахунок кроку витка різального пристрою шнекового типу.....	32
2.2.4. Розрахунок довжини протирізальної пластини.....	32
2.2.5. Визначення потужності, необхідної для зрізання стебел.....	35
2.3. Блок - схема алгоритму розрахунку конструктивних параметрів різального апарату шнекового типу.....	37
2.4. Методика розрахунку параметрів різального апарату шнекового типу Визначення вихідних даних для теоретичних розрахунків.....	39
2.5. Визначення вихідних даних для теоретичних розрахунків.....	39
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	42
3.1. Перевірка оціночного критерію роботи ріжучого шнекового пристрою на	

адекватність.....	42
3.2 Характер взаємозв'язку кінематичних параметрів пристрою із критерієм оцінки його роботи.....	43
3.3. Вплив критерію оцінки роботи шнекового ножа на його конструктивні параметри .....	45
3.4 Вплив конструктивних параметрів шнекового ножа на витрати потужності в процесі зрізання рослин.....	46
3.5 Технічна характеристика шнекового різального пристрою.....	48
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	49
4.1 Аналіз травмонебезпечних ситуацій при експлуатації комбайна з ріжучим апаратом шнекового типу.....	49
4.1.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	49
4.1.2 Моделювання процесів формування і виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій при роботі комбайна.....	50
4.2 Розробка заходів щодо усунення можливих недоліків при роботі комбайна.....	51
4.2.1 Загальний перелік систем і способів по безпеці життєдіяльності.....	51
4.2.2 Розробка контролю машини по показниках безпеки.....	53
4.2.3 Правила пожежної безпеки.....	55
РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ ШНЕКОВОГО ТИПУ .....	56
5.1 Розрахунок порівняльних техніко-економічних показників роботи збиральних агрегатів.....	56
5.2 Визначення економічного ефекту від застосування різального шнекового пристрою.....	59
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	60
ДОДАТКИ.....	64

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ПИТАННЯ Й ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 1.1. Перспективи технології збирання сільськогосподарських культур методом обчісування рослин на корені

Аналіз розвитку сільськогосподарського виробництва, виконаний академіком Л.В.Погорелым, показує, що в доступному для огляду майбутньому буде зберігатися тенденція раціонального сполучення прямого комбайнування й роздільного збирання зернових колосових культур.

*Разом з тим, здійснення збирального процесу зі здрібнюванням соломи вже сьогодні викликає істотні труднощі. Так, Л. В. Погорелый у своєму прогнозі відзначає [1], що «...заполнение тележки емкостью 40 м соломой происходит в среднем за 2 мин. Для обслуживания одного комбайна требуется в 2-2,5 раза больше механизаторов и тракторных тележек, чем. ранее. К тому же их прицепка резко снижает производительность комбайна. Не в полной мере устраняют пробел и тележки емкостью 60 м<sup>3</sup> ». У підсумку відомий учений приходиться до висновку про об'єктивну необхідність розділити процес збирання зерна й соломи, тим більше, що «...дальнейшего повышения пропускной способности до 20-25 кг/с можно достичь лишь с получением зернового вороха, загрязненного только половой и мелкой сбойной» [1].*

Одним з найбільш перспективних шляхів поділу процесу збирання зерна й соломи є застосування методу обчісування рослин на корені. Перші спроби практичної його реалізації початі в Росії ще в 1908 р. [2]. Наступні роботи проводилися як за рубежом, так й у нашій країні [3...7].

Основними об'єктами, що використовують обчісувальні робочі органи, можуть бути [8]:

- молотильно-сепаруючі пристрої класичної схеми;
- апарати для обчісування рослин, що затискають зрізані стебла за допомогою спеціальних пристроїв;

- пристрої для обмолоту рослин на корені.

Далі в роботі [8] відзначається, що переваги молотильно - сепаруючих пристроїв класичної компоновочної схеми складаються лише в зниженні ступеня травмування насіння. Близько 70...80% соломистих часток надходить при цьому на соломотряс, а 20...30% - на очищення, перевантажуючи тим самим сепаруючі органи комбайна й створюючи умови для підвищених втрат зерна.

Пристрої другого напрямку незадовільно обробляють полеглий і або сплутаний масив. Їх випробування показали, що більша частина стебел при цьому погано обчісується й виноситься затискними елементами за межі молотарки. Крім того, звуження потоку зрізаних рослин приводить до зниження повноти і якості їх обчісування [8].

Повністю позбутися від викладених вище недоліків можна шляхом застосування пристроїв, що дозволяють робити збирання сільськогосподарських культур шляхом обчісування рослин на корені. У цьому випадку, як показали дослідження, продуктивність збирання зростає в 2...3 рази, травмування насіння знижується в 10... 15 разів, а втрати через недобчісування практично відсутні [7].

Найбільше поширення отримали дві схеми обчісування рослин на корню: пневматична й механічна.

У комбайні із пневмотранспортуванням продуктів обчісування барабан відокремлює зерна від стебел і подає їх в усмоктувальну камеру. Повітряний потік, створюваний вентилятором, переносить продукти обмолоту по воздуховоду в циклон, де важкі домішки осідають, а легкі видуваються. Із циклона зерно разом з половиною й необмолоченими колосками попадають на очищення. Обчесані стебла зрізуються ріжучим апаратом і за допомогою транспортеру укладаються у валок.

Технічне виконання схеми із пневмотранспортуванням продуктів обчісування була реалізована на базі переустаткованого начіпного фуражира ФН-1,2 який агрегатується з трактором МТЗ-82.

Для здійснення якісного протікання процесу пневмотранспортування насіння потрібний відповідний ступінь розрідження повітря у повітребоді 4 (рис.

1.1). У протилежному випадку можливі підвищені втрати вільним зерном. Більше того, недостатня величина вакууму, зумовлена шириною захоплення ( $V_p$ ) пневматичного обчісувального пристрою, істотно обмежує ріст його продуктивності за рахунок величини  $V_p$ .

У цілому, застосування досить складної пневмотранспортувальної схеми обчісування рослин на корені підвищує матеріалоємність й енергоємність процесу.

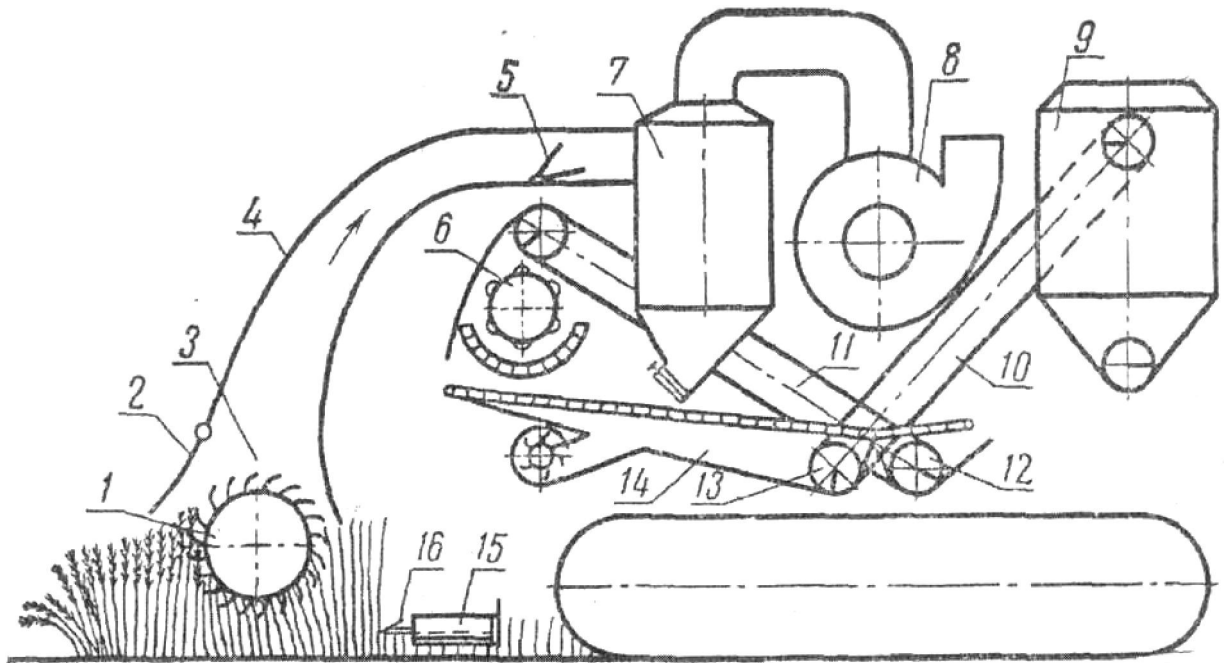


Рис. 1.1 -Технологічна схема пневматичного обчісувального пристрою:

1 - обчісувальний барабан; 2,5 - заслінки; 3 - усмоктувальна камера; 4- повітрехід ; 6- пристрій, що домолочує; 7- циклон; 8- вентилятор; 9-бункер; 10,11-елеватори; 12,13-шнеки; 14-очищення; 15-транспортер; 16-ріжучий апарат;

Згадані вище технічні труднощі відсутні у випадку механічного транспортування продуктів обчісування. У пристроях, виконаних за такою схемою стебла рослин, потрапляючи в обчісувальну камеру, обмолочуються двома барабанами (рис. 1.2). Отримана купа транспортується в збірник, звідки за допомогою шнека попадає в похилу камеру й далі в молотарку комбайна [6]. Подальший технологічний процес проходить у такій же послідовності, як й у попередній схемі.

Випробування такого пристрою показали, що їм можна робити обмолот



сільськогосподарських культур із урожайністю 100 ц/га й вище. При подачі оброблюваної купи на рівні 6... 10 кг/з рівень загальних втрат зерна не перевищує при цьому 2%.

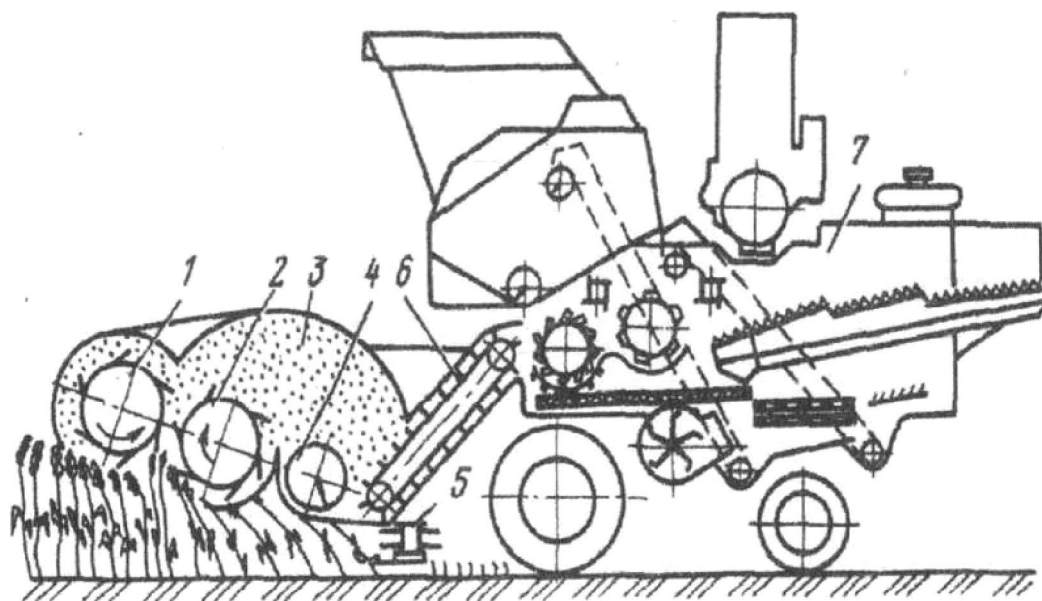


Рис. 1.2- Технологічна схема механічного обчісувального пристрою:

1,2- обчісувальні барабани; 3- обчісувальна камера; 4- шнек; 5- ріжучий апарат; 6- похила камера; 7- молотильно - сепаруючий пристрій.

Роботи зі створення пристроїв для обмолоту рослин зернових культур на кореню вже вийшли за рамки наукових досліджень. Так, наприклад, корпорація "Маззеу-Ferguson" (Канада) випускає обчісувальні жниварки серії 6000 (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 Технічна характеристика обчісувальних жниварок (по даним [21])

Показники	Модель	6020	6020 R	6022	6022 R
Ширина захоплення, м			6,1; 6,9		
Обчісувальний ротор:					
діаметр, мм			607		
кількість секцій, шт		8	8	9	9
довжина секції, мм			762		
швидкість обертання, хв <sup>-1</sup>			409,500,61		
Шнек:					
діаметр, мм			610		
швидкість обертання, хв <sup>-1</sup>			125		
Маса, кг		2150	2240	2308	2404

Дані жнивварки застосовуються на збиранні зернових колосових, насіннь трав і бобових культур. Обчісувальний ротор цільний, не має проміжної опори, динамічно врівноважений.

Фірма "Shelbourne Reynolds" (Великобританія) випускає обчісувальні жнивварки моделей RX-30, RX-54, CX-72 і CX-84 із шириною захоплення відповідно 3,0; 5,4; 7,2 й 8,4 м [21]. Машини ряду RX можуть задовільно працювати на полеглих хлібах з вологим і скрученим стеблестоем.

Певну роботу в цьому напрямку проводить і вітчизняна промисловість. В 1999 р., наприклад, на збиранні рису методом обчісування рослин на корені був випробуваний і показав задовільні результати комбайн КЗС-1580 "Лан-001" [10].

Український центр по випробуванню техніки й технологій для сільськогосподарського виробництва провів випробування обчісувальної жнивварки ЖОН-4, за допомогою якої комбайн «Нива» намолотив 800 т зерна [26]. Його продуктивність виявилася у два рази більшої, а витрата палива вдвічі меншою у порівнянні зі звичайним збиранням аналогічним комбайном.

Слід зазначити, що поряд з позитивними якостями, вище названим жнивваркам властивий, принаймні, один недолік. Полягає він у тому, що обчісувальні машини не обладнані пристроями для зрізання й укладання рослин у валок. У результаті обчесані рослини приминаються ходовою системою комбайна й надалі, особливо на перезволоженому агрофоні, не можуть бути прибраними. За даними досліджень, втрати соломи досягають при цьому 30% [9,10].

Оскільки в сільськогосподарському виробництві нашої країни солома дотепер є важливим компонентом кормової бази, то втрати її в такому об'ємі неприпустимі.

Звідси виходить, що агрегати для збирання зернових колосових культур методом обчісування повинні бути обладнані пристроями, які запобігають зменшити втрати соломи через вдавлення обчесаних стебел у ґрунт ходовою системою комбайна. Обґрунтування конструктивних параметрів такого пристрою багато в чому визначається прийнятим у тім або іншому регіоні способом збирання незернової частини врожаю (НЧВ).

## **1.2. Огляд способів збирання незернової частини врожаю сільськогосподарських культур**

Найбільш важливими факторами, що впливають на вибір технології збирання незернової частини врожаю є:

- природно-кліматичні умови зони;
- технологія подальшого використання НЧВ для потреб виробництва;
- наявність відповідного комплексу машин і знарядь;
- технологія збирання зерна і його врожайність;
- технологія післязбиральної обробки ґрунту й ін.

Основні технологічні схеми збирання НЧВ показані на мал. 1.3. Найбільше поширення з них одержали копицева, потокова й валкова.

При копицевій технології соломі разом з половиною збирають у копичник комбайна й укладають на поле. Потім копиці перевозять до місця скирдування тросовими або волокушами, що штовхають.

Дана технологія відрізняється низькими витратами праці й високої продуктивністю, але в зібраній соломі губиться майже вся половина, а соломиста маса забруднюється землею. Тому, зібрана НЧВ по своїм якісним показникам не може ефективно використатися на корм худобі, хоча вона цілком придатна для інших господарських потреб.

До речі кажучи, втрати полови при копицевій технології можна зменшити, застосовуючи пристосування, що збирають її в спеціальний бункер, які встановлюються на комбайні. Періодично половику перевантажують із бункера у візок збирального агрегату або в автономні засоби й відвозять до місць зберігання. Соломі збирають у копичник комбайна. У цьому випадку істотно поліпшується якість корму. Однак, застосування полови збірників ускладнює технологію збиральних робіт знижує вироблення комбайна на 20...30 %.

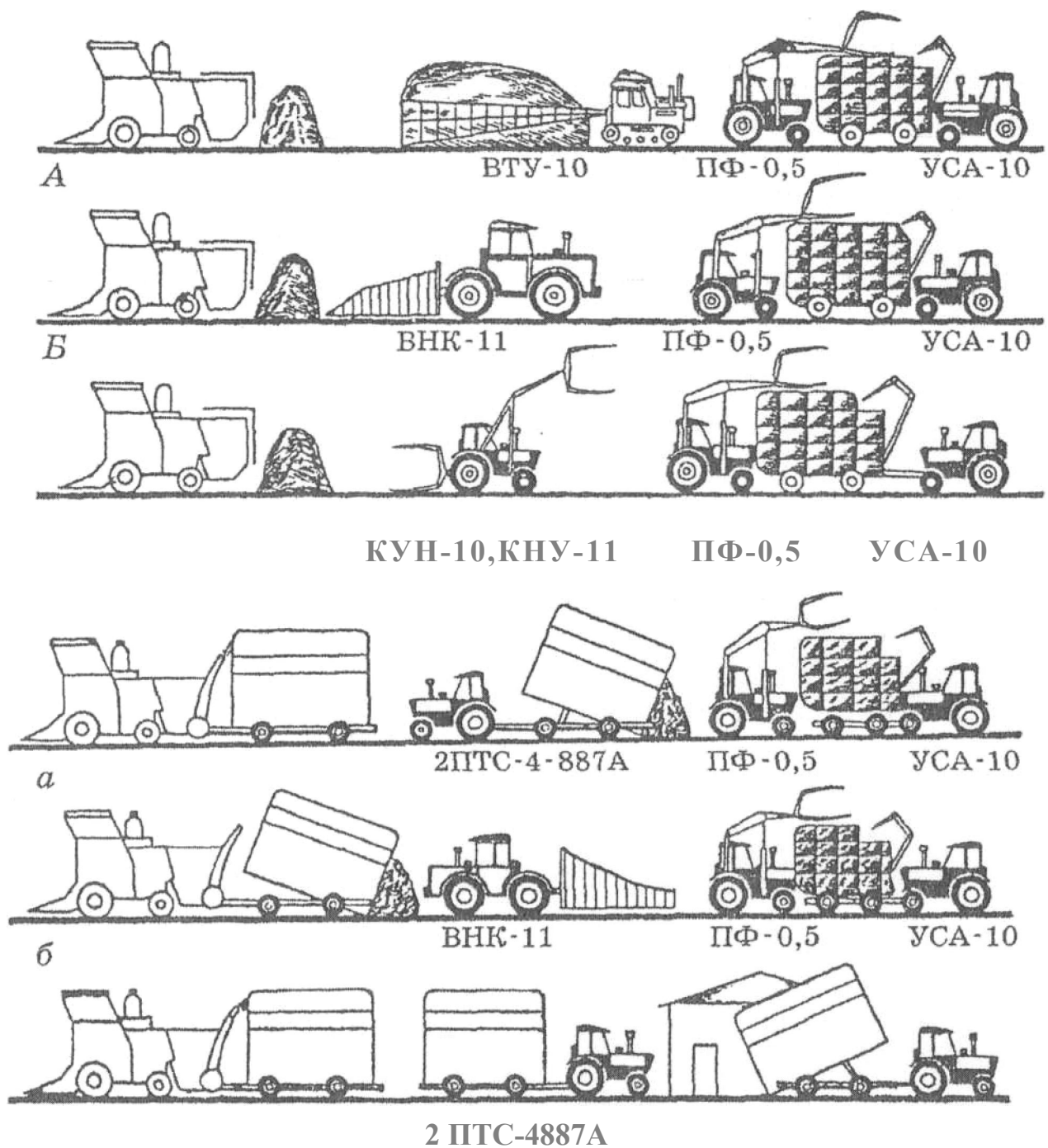


Рис. 1.3 - Технологічні схеми збирання незернової частини врожаю:  
 I - копицева технологія; II - потокова технологія; А - з використанням тросової волокуші; Б - з використанням штовхальної волокуші; В - з використанням копицевозів; а - перевезення позови і подрібненої соломи причепами до місця скирдування; б - вивантаження полови та подрібненої соломи із причепа з наступним стягуванням волокушею до місця скирдування; в - перевезення полови змінними причепами на склади.



Половозбірники застосовують і при інших технологіях збору НЧВ, але при цьому відбувається зниження продуктивності збирального агрегату, а значить і розтягування строків збирання, що викликає додаткові втрати зерна.

При потоковій технології застосовуються ті ж комбайни, але обладнані подрібнювачем замість копичника. На виході солома подрібнюється й разом з половиною повітряним потоком подається в причіп. Після заповнення останній від'єднують від комбайна й трактором транспортують до місця скирдування соломи.

У цей час комбайни оснащуються універсальними подрібнювальними пристосуваннями, що забезпечують різні варіанти переробки соломи роздільного збору її фракцій [21]:

- збір всієї здрібноної незернової частини врожаю у візок;
- збір полови у візок й укладання здрібноної соломи у валок;
- збір полови у візок і розкидання здрібноної соломи по полю;
- розкидання по полю всієї здрібноної НЧВ;
- додавання певної кількості соломи до полови й збір цієї маси.

Удосконалена копицево-блокова технологія збирання незернової частини врожаю дозволяє підвищити економічну ефективність її використання, не поліпшуючи при цьому властиве їй низька якість соломи.

У порівнянні з колінною, потокова технологія збирання НЧВ дозволяє тимчасово збирати солону й полови, повністю звільняючи при цьому полі для проведення наступних робіт.

Але, разом із цим, їй властивий і ряд недоліків. По-перше, застосування подрібнювачів (як споживачів додаткової потужності) знижує змінну продуктивність комбайна на 20...25%. По-друге, при збиранні зернових культур прямим комбайнуванням вологість соломи може досягати 25-40%, що спричиняється погану її сторонність у скиртах. По-третє, потокова технологія вимагає наявності щодо великої кількості транспортних засобів, а це підвищує її матеріалоемність і знижує в, кінцевому підсумку, економічну ефективність [10].

Технологічні схеми збирання незернової частини врожаю при реалізації так званих «індустріальних» технологій збору зернових колосових культур мають деякі відмітні ознаки. Так, при збиранні всього біологічного врожаю й обмолоті його на стаціонарному комплексі відбувається сепарація зерна й відділення полови від соломи. Полову по трубопроводу направляють до місця скирдування.

Одним з безсумнівних переваг цієї технології є те, що вона створює передумови для повної автоматизації робочого процесу збору й оброблення незернової частини врожаю.

Валкова технологія збирання НЧВ базується на використанні комбайнів, які після обмолоту зерна солому формують у валок або, частково подрібнюють її, розкидають по полю як органічне добриво.

На Україні ця технологія до останнього часу не застосовувалася. Однак, з випуском вітчизняних комбайнів «Славутич» й «Лан», які можуть вкладати НЧВ у валок, розробка раціонального комплексу машин для її реалізації є завданням досить актуальної.

Заслуговує на увагу той факт, що валкова технологія дає можливість більш ефективно використати зернозбиральні комбайни внаслідок спрощення їхньої конструкції, підвищення маневреності при русі без причіпних візків для НЧВ й т.д.

На основі викладеного вище короткого огляду основних технологій збору НЧВ спробуємо визначити найбільш підходящу з них при реалізації збирання сільськогосподарських культур методом обчісування рослин на корені.

Після проходження обчісувального пристрою, як уже відомо, обмолочені стебла рослин залишаються незрізаними. Згідно колінної технології збирання зупинимося на тому, що застосування її фрагментів у цьому випадку технічно цілком можливо.

Варіант здрібнювання обчесаних стебел з наступним розкиданням їх по полю як добриво, так само як і навантаження в транспортний засіб, є найменш прийнятним.

У принципі, збирання зернових культур методом обчісування рослин на корені можна проводити при тій же вологості зерна й соломи, що й при традиційній двофазній технології. У цьому випадку, для створень задовільних умов наступного зберігання НЧВ представляються доцільним обчесані стебла попередньо скосити й сформувати у валок. При підвищеній засміченості посівів сільськогосподарських культур на момент збирання цей прийом варто розглядати як обов'язковий.

З викладених вище міркувань напрошується висновок про доцільність застосування саме валкової технології збору незернової частини врожаю при реалізації збирання сільськогосподарських зернових колосових культур методом обчісування рослин на корені. У всякому разі солома, що просохла у валку, може бути потім підібрана й, відповідно до конкретних виробничих цілей або здрібнена (як при потоковій технології збору НЧВ), або зібрана й сформована в скирти (як при колінній технології).

Скошування стебел після проходження комбайна, обладнаного обчісувальним пристроєм, можна проводити різними косарками, валковими жатками й т.д. Але при цьому варто мати на увазі, що застосування подібних машин після процесу обчісування рослин не забезпечують повного збору всієї соломистої маси через її приминання ходовою системою комбайна. Особливо багато соломи губиться при збиранні зернових культур на перезволожених ділянках і збиранні рису. У колії може залишатися близько 30% незрізаних обмолочених стебел, які негативно впливають на якість наступної основної обробки ґрунту.

У зв'язку з вищевикладеним, можна зробити висновок, про необхідність устаткування обчісувального модуля пристроєм, що дозволяє здійснити зріз й укладання у валок обмолочених стебел до моменту проходження рушіїв комбайна.

**1.3. Аналіз технічних засобів для зрізу й транспортування стебел рослин, які скошують.**



У цей час на практиці застосовується велика кількість обладнання, здатних робити зріз стебел різних рослин (рис. 1.4).

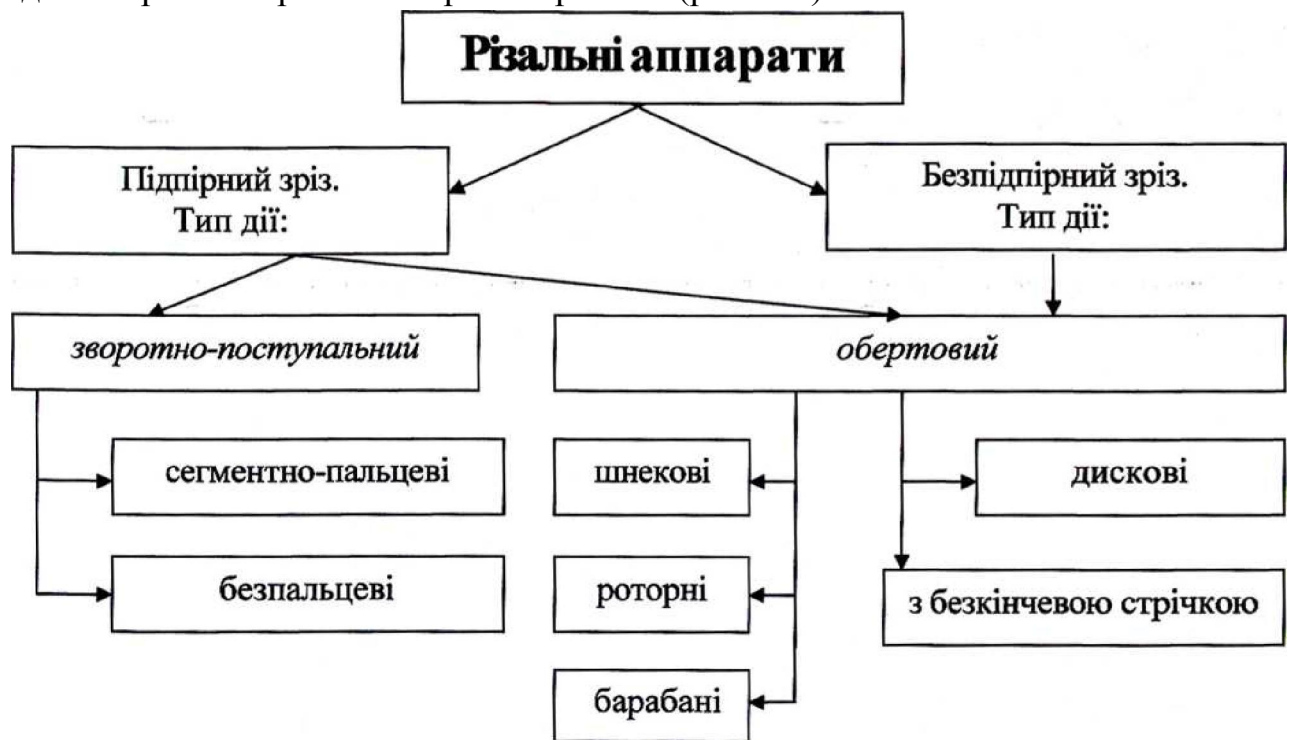


Рис. 1.4 - Класифікація ріжучих апаратів

При виборі необхідного типу ріжучого апарата враховуються [11,12]:

- фізико-механічні властивості й наступна технологічна схема переробки культури;

- енерго- і металоємність конструкції;

- конструктивна складність, технологічність виготовлення й т.д.

У світовій практиці серед ріжучих апаратів підпирного зрізу найбільше поширення одержали пристрої сегментного типу з зворотно - поступальним рухом ножа (рис. 1.5). Вони зрізують рослини без їхнього здрібнювання на швидкостях 1,5...3,0 м/с й є менш енергоємними, чим апарати без підпирного різання.

У процесі вивчення роботи сегментно-пальцевих апаратів дослідниками виявлені наступні їхні недоліки:

- наявність великої кількості відкритих третювих частин, що викликає швидке зношування деталей, підвищує витрату енергії на привід і т. д;

- складність настроювання ріжучих пар і приводу всього апарата;

складність динамічного зрівноважування через знаковмінний характер діючих інерційних зусиль;

- незадовільний винос зрізаної маси із зон різання, у результаті чого має місце забивання ріжучих пар. Особливо на поплутаному й вологому стеблостою.

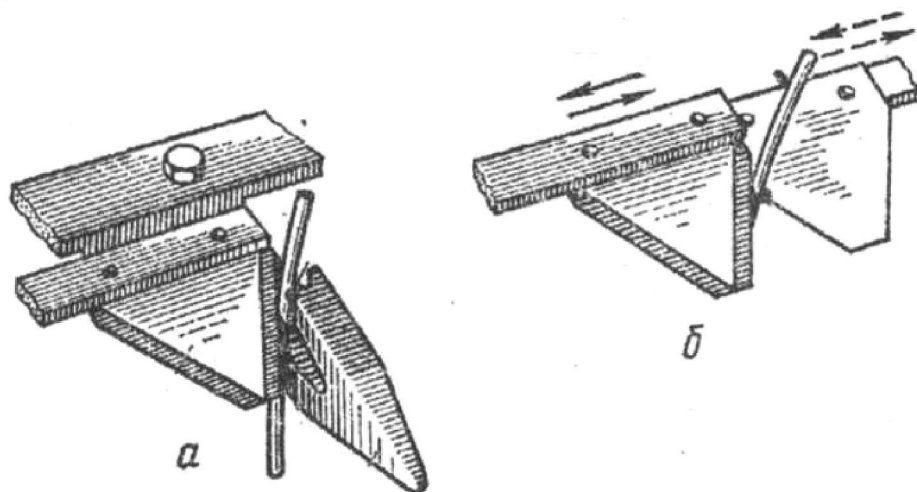


Рис. 1.5- Апарати підпiрного зрiзу: а - сегментно-пальцьовий; б – без пальцьовi.

На відміну від сегментно-пальцьових, безпальцьові ріжучі апарати (рис. 1.5.б) забезпечують більше низький зріз рослин, не забиваються при збиранні полеглого й поплутаного стеблостою, не мають дорогих і складних у виготовленні пальців. Зрівноважування сил інерції ножів і приводу дозволяє збільшити число їхніх коливань і перейти на підвищені поступальні швидкості робітника руху (до 12 км/ч) [13...16].

Зрівноважування сил інерції ножів забезпечується колінчатою формою приводного вала. Однак привід ріжучих елементів у цьому випадку істотно ускладнюється [13... 16]. Крім того, у результаті тривалої роботи спостерігається розбіжність носків сегментів ножів. У результаті це приводить до погіршення зрізу стебел і забиванню безпальцьового апарата [16].

Якщо в проаналізованих вище апаратів низький зріз стебел досягається за рахунок їхнього підпору елементами самого пристрою, то в апаратів безпідпiрного зрiзу в основному за рахунок інерційних властивостей рослин. Для досягнення мінімального відгину останні ножі таких апаратів повинні

обертатися з більшою частотою. Мінімальне значення лінійної швидкості ріжучих елементів, як показують дослідження, перебуває на рівні 50 м/с.

Ріжучі апарати безпідпільного різання роторного (рис. 1.6), барабанного (рис. 1.7.) і дискового (рис. 1.8) типів не мають частин, що зворотно рухаються. Вони прості по будові й надійні в роботі.

Застосування роторних і барабанних пристроїв практично виключає наявність незрізаних рослин, оскільки кожне лезо починає зріз у момент, коли траєкторія його крайньої зовнішньої крапки перетинає траєкторію крайньої зовнішньої крапки попереднього леза й закінчує зріз при її повторному перетинанні.

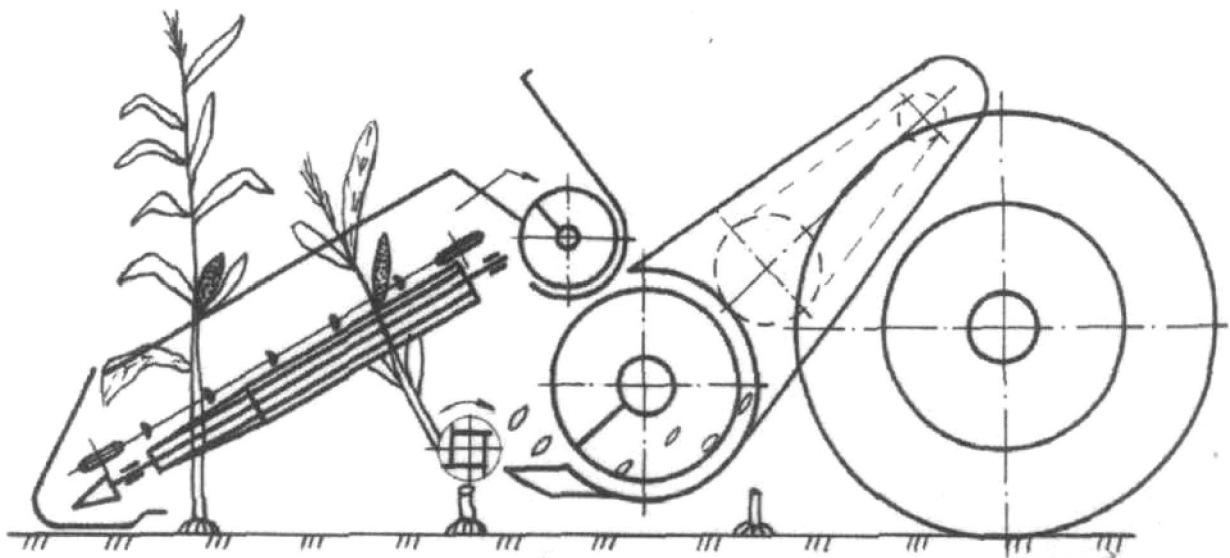


Рис. 1.6 - Схема пристосування з роторним ріжучим апаратом

Більша швидкість руху обертових ножів у розглянутих пристроях дозволяє їм зрізати рослини й лезами, що затупилися. У результаті зламу, а потім розтягання й розриву стебла в дуже короткий проміжок часу деформація уздовж його не встигає поширитися на помітну величину. Відділення стебел від кореневої частини відбувається при цьому в основному за рахунок розриву, а не зрізу, що приводить до істотного росту енергоємності процесу.

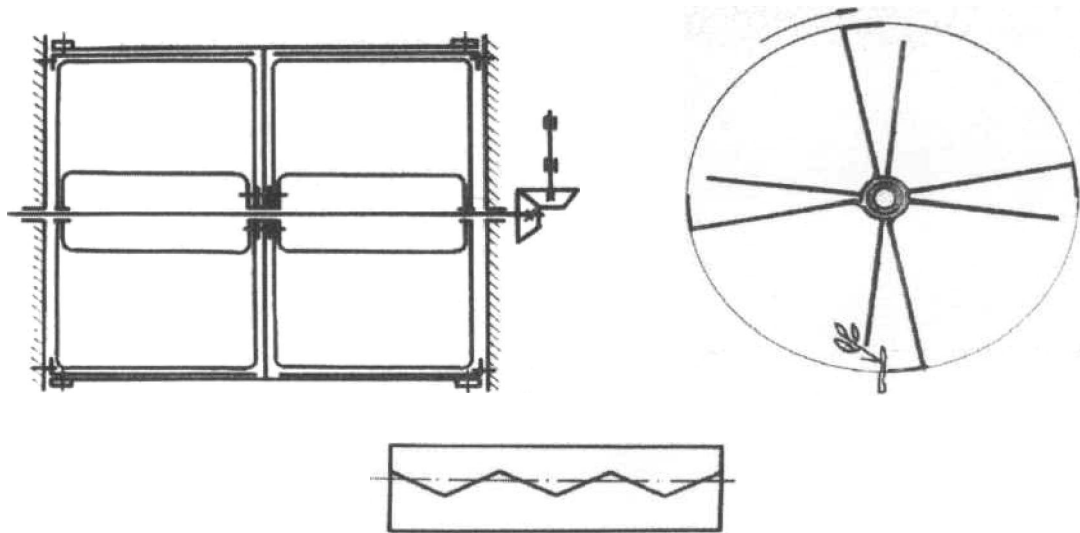


Рис. 1.7 - Ріжучий пристрій барабанного типу.

Крім того, більша швидкість обертання ріжучих елементів (особливо горизонтального розташування) викликає небажане здрібнювання стебел. Ріжучі апарати, у яких ножі обертаються в горизонтальній площині, зрізають стебла рослин й одночасно укладають їх у валок (рис. 1.8). Але так, як зрізані рослини розташовуються по всій ширині захоплення збиральної машини, то валок для його підбора вимагає наступного звуження. Крім того, на густому стеблостому можливий зріз рослин з підвищеним відхиленням дійсної висоти зрізу від заданої через відповідне відхилення ножів у горизонтальній площині. По даним [17] ця величина може досягати  $20^\circ$  і більше.

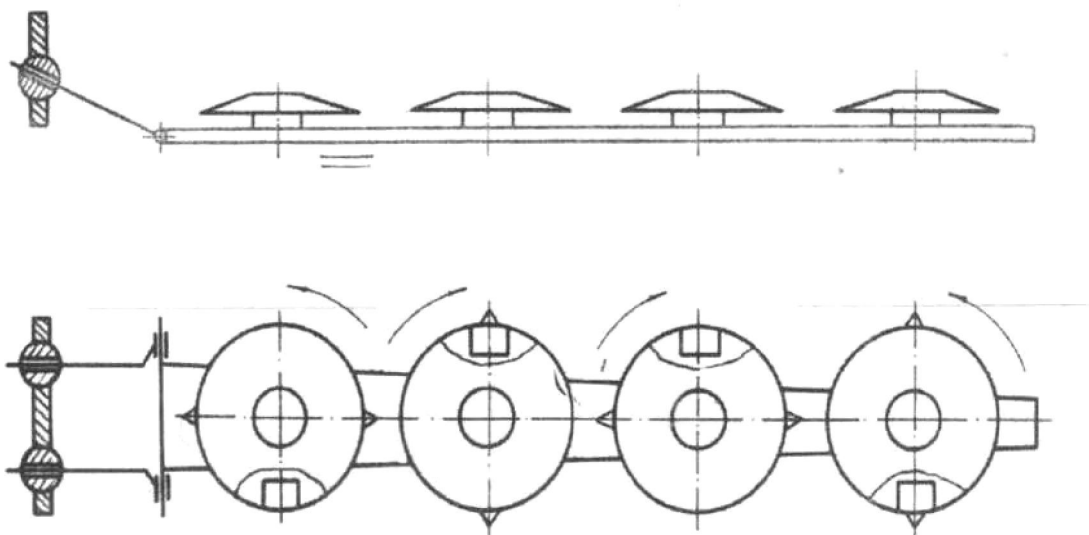


Рис. 1.8 - Схема дискового ріжучого апарата

Як бачимо, при всіх своїх позитивних якостях, роторному й дисковому ріжучому апаратам властивий ряд недоліків, таких як:

- складність приводу ріжучих елементів;
- громіздкість і підвищена енергоємність конструкції;
- складність динамічного зрівноважування;
- підвищене здрибнювання зрізаних рослин й ін.

Іншу групу апаратів обертального типу представляють пристрої з нескінченною стрічкою, виконані у вигляді струни (рис. 1.9) або ланцюга, із закріпленій на ній сегментами (рис. 1.10). Можливий варіант із використанням клинового ремня для кріплення ріжучих сегментів. Ріжучі апарати з нескінченною стрічкою приводяться в рух відносно простими по конструкції механізмами приводу. Однак, для забезпечення безпідпирного зрізу рослин їм, як і роторним, а також дисковим пристроям, необхідно забезпечити більшу лінійну швидкість ріжучих елементів (не менш 40 м/с). А це, у свою чергу, істотно збільшує значення споживаної потужності таким ріжучим апаратом.

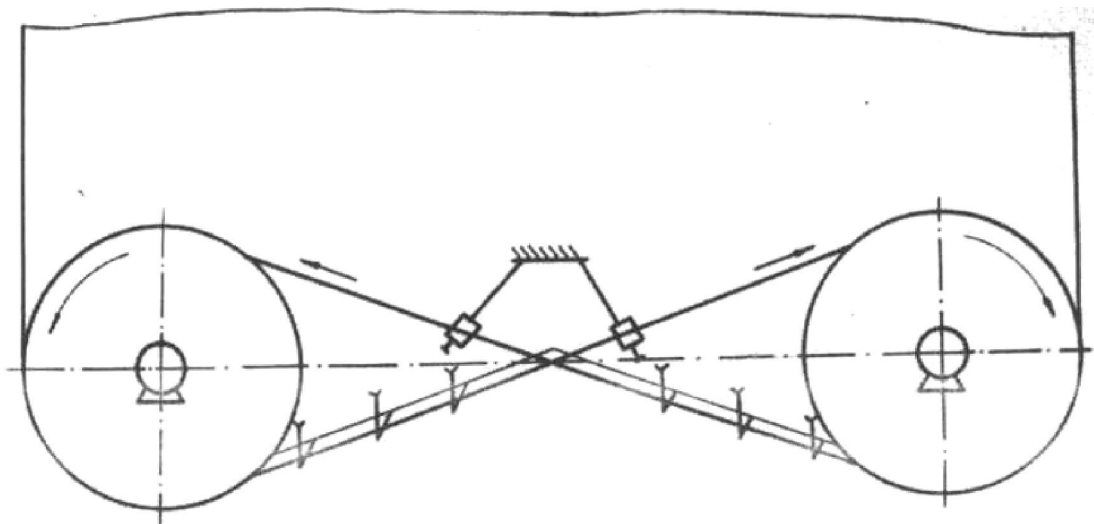


Рис 1.9. Ріжучий апарат з нескінченною стрічкою у вигляді струни

Швидкість різання можна зменшити завдяки застосуванню противорізальних пластин (пальців) або другої нескінченної стрічки, що рухається в протилежному напрямку. У цьому випадку відбувається підпирний зріз рослин, але ускладнюється конструкція апарата й виникають труднощі з його виготовленням.

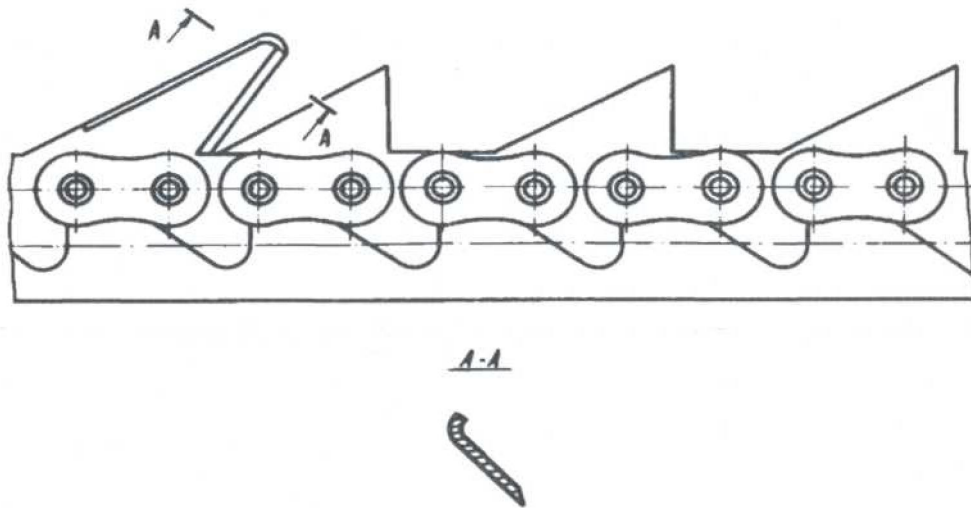


Рис. 1.10- Ріжучий апарат з нескінченною стрічкою у вигляді ланцюга  
 Ріжучі апарати з нескінченною стрічкою мають наступні переваги:

сили інерції ножа, у силу відсутності зворотного руху, повністю врівноважені;

зріз рослин відбувається плавно, без ривків;

режим роботи ріжучих елементів не обмежує застосування апаратів на підвищених швидкостях руху.

Проте, через складність виготовлення й дорожнечі конструкції апарати з нескінченною стрічкою в цей час знаходять обмежене використання на лише деяких зернових жниварках фірм Великобританії.

Особливу групу серед обертальних апаратів різання без підпору займають шнекові. Використовувані, в основному, як транспортуючі засоби, вони поступово стали застосовуватися й для зрізу рослин .

Практично всі дослідники відзначають перспективність такого рішення, оскільки шнекові пристрої, по-перше, не мають мас, що рухаються зворотно-поступально. А це, як відомо, забезпечує без інерційність процесу різання, що особливо важливо при високій частоті обертання гвинтового ножа. По-друге, у них відсутнє механічне тертя між ріжучими елементами. У результаті знижується ^ необхідна потужність на їхній привід. Та й конструкція останнього в шнекових ріжучих апаратів у порівнянні із представленими вище значно простіше. По-третє, крок гвинтового ножа (8) може бути в кілька разів

більше кроку протирізальних елементів. Завдяки цьому, зріз стебел на довжині відстані Б здійснюється по черзі, а на ширині захоплення всього пристрою, - більш рівномірно. І, нарешті, по-четверте, шнековий пристрій, що зрізує, функціонально здатний самостійно транспортувати зрізані стебла й формувати їх у валок

В остаточному підсумку це істотно підвищує універсальність конструкції, знижує її металоємкість і підвищує експлуатаційну надійність.

Всі проаналізовані вище ріжучі апарати, з позиції використання їх для збирання сільськогосподарських культур методом обчісування рослин на корені, вимагають наявності того або іншого валкоутворюючого пристрою.

#### **1.4. Постановка мети й завдань дослідження**

Виходячи із проведеного аналізу способів збирання, різальних апаратів, а також з огляду на конструктивні особливості місця розташування ріжучого пристрою в обчісувальному модулі (обмеження габаритів через близьке розташування обчісувального пристрою до рушіїв комбайна, малий просвіт між ґрунтом і похилою камерою), найбільш ефективним рішенням проблеми, на наш погляд, є застосування шнекового пристрою, здатного тим самим робочим органом одночасно зрізати, транспортувати й формувати зрізані стебла рослин у валок.

Використання такого конструктивного рішення забезпечить:

- експлуатаційну надійність за рахунок без інерційності операції різання через відсутність зворотно-поступальних мас, що рухаються;
- зниження енергоємності виконуваного технологічного процесу завдяки відсутності тертя між ріжучими елементами;
- рівномірність зрізу стебел;
- простоту конструкції ріжучого апарата й приводного механізму.

У зв'язку з вищевикладеним метою дійсних досліджень є обґрунтування конструктивних і кінематичних параметрів шнекового різального пристрою, який забезпечує зниження втрати соломи при збиранні зернових культур методом обчісування рослин на корені.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні основні завдання:

- розробити критерій, що дозволяє оцінювати ступінь впливу конструктивних

і кінематичних параметрів шнекового пристрою, що зрізує, на енергетичні і якісні показники його роботи;

розробити й проаналізувати аналітичні залежності, що відбивають взаємозв'язок оцінного критерію з конструктивними, кінематичними й енергетичними параметрами нового пристрою;

оцінити вплив параметрів гвинтового ножа на якість зрізу обчесаних рослин і формування валка;

розробити научно-обоснованні рекомендації з вибору параметрів шнекового пристрою, що зрізує.



## РОЗДІЛ 2

### ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ ШНЕКОВОГО ТИПУ

#### Основні положення й допущення

На вибір й обґрунтування параметрів пристрою для зрізання стебел сільськогосподарських культур певною мірою впливають пружно в'язкі властивості останніх. По мірі підвищення швидкості робочого руху, рослини усе сильніше відхиляються робочими органами пристрою. Якщо пружні властивості стебел виявляться при цьому незначними, то вони зламуються при відгині.

При великих пружних переміщеннях форма лінія вигину стебла залежить від його жорсткості й у принципі може значно відрізнятись від прямолінійної.

У польових умовах експериментально встановлене [27...30], що при додатку сили в процесі відгину різних одиночних стебел на висоті  $h$  менш 110... 150 мм кожний з них залишається прямолінійним аж до зламу. При  $h$  більше 150 мм стебло практично прямолінійне до моменту, поки кут між дотичною проведеною до вигнутого стебла в крапці додатка сили, і вертикаллю - менш 25...40°... Тут же відзначається, що аналогічна картина спостерігається й при відгині групи стебел.

Розглянутий нами процес передбачає зрізання стебел, попередньо нахилених як обчісувальним апаратом зернозбирального комбайна, так і шнековим пристроєм, що зрізує. Передбачається, що максимальний кут нахилу стебел не буде перевищувати при цьому 10°.

На підставі вищевикладеного приймаємо цілком правомірне допущення про те, що в процесі визначення конструктивних і кінематичних параметрів пристрою, що зрізує, стебло розглядається у вигляді жорстко закріпленого пружного стрижня, що зберігає прямолінійну форму в межах його технологічних відхилень від вертикального положення.

Агротехнічні вимоги до останньої функції в розглянутого пристрою такі ж, як й у шнеків жниварок самохідних Т-образних зернозбиральних комбайнів. Відомо [28], що якість переміщення зрізаних рослин у напрямку до вивантажувального вікна залежить;

2.3. від величини зазору (с) між днищем пристрою й спіраллю шнека;

2.4. від кута нахилу спіралі шнека (а).

Широко застосовувані на практиці значення цих параметрів ( $c = 10...15$  мм й  $\alpha=5...20^\circ$ ), забезпечують високу експлуатаційну надійність роботи в різних польових умовах [24].

Виходячи із цього, приймаємо, що кут нахилу лівої й правої спіралей шнека пристрою, що зрізує, споконвічно задається в межах, прийнятих для жниварок зернозбиральних комбайнів.

У процесі зрізання рослин витки шнека розподіляють стебла по довжині протирізальної пластини нерівномірно. Особливо це залежить від таких характеристик стеблостою, як полеглість і сплутаність.

При збиранні зернових культур методом обчісування на корені дані агротехнічні показники, по цілком зрозумілих причинах, істотно поліпшуються.

Це дає підставу припустити, що згадана вище нерівномірність при зрізанні даним пристроєм не є значною.

## **Теоретичні основи розрахунку конструктивних і кінематичних параметрів різального пристрою**

### **2.2.1. Обґрунтування критерію оцінки роботи різального шнекового пристрою**

Коли машина, обладнана пристроєм рухається з поступальною швидкістю  $V_m$ , то за час  $t$  її ріжучий апарат проходить шлях ( $L_m$ ), рівний:

$$L_m = V_m \cdot t; \quad (2.1)$$

На цьому шляху стебло, уже попередньо відхилене обчісувальним апаратом на величину кута  $\alpha_0$  (рис. 2.1), під впливом горизонтальних поздовжньої ( $P_r$ ) і поперечної ( $P_p$ ) складової сили  $P$ , що діє з боку леза протирізальної пластини  $DD^1$ , відхиляється далі як у поздовжньому, так й у поперечному напрямках.

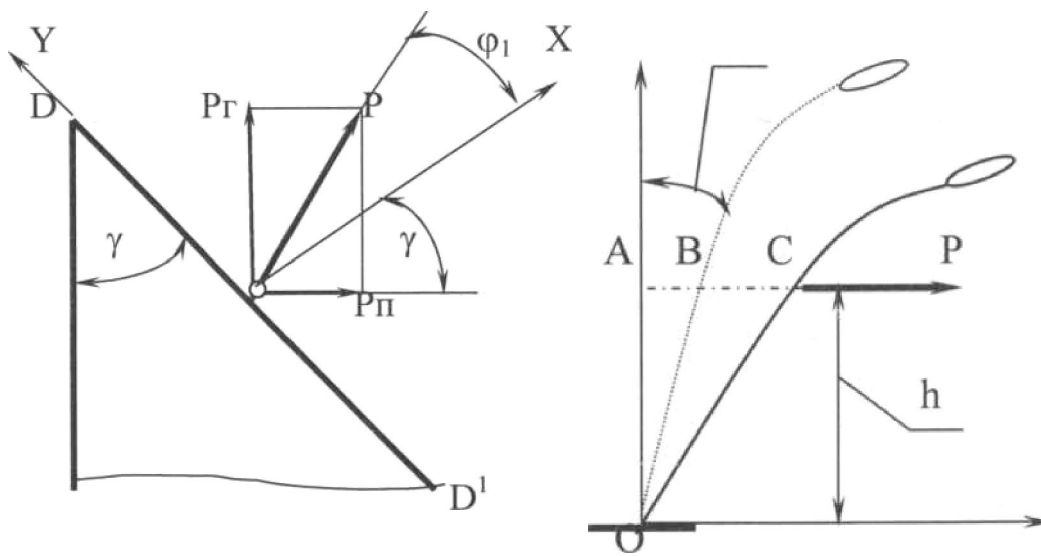


Рис. 2.1 - Схема сил, що діють на стебло в процесі його зрізання

Якби зріз стебел вироблявся без зазначеного відхилення, то висота стерні ( $l = OB$ ) була б рівною:

$$l = OB = \frac{h}{\cos \alpha_0}$$

Відхилення стебел розглянутим пристроєм одночасно в поздовжньому й поперечному напрямках неминуче приведе до збільшення висоти стерень на певну величину  $\Delta$ , тобто

$$l = OC = \frac{h}{\cos \alpha_0} + \Delta \quad (2.2)$$

Із трикутника OAC (рис. 2.1) витікає, що

$$OC^2 = OA^2 + AC^2 \quad (2.3)$$

У свою чергу, відрізок AC можна виразити через відрізки AB і BP. Перший з них являє собою попереднє відхилення стебла на рівні розташування протирізальних пластин даного пристрою, що зрізує, отримане в результаті впливу на нього (стебло) обчисувального апарата.

Із трикутника OAB виходить, що відрізок OA дорівнює висоті установки ріжучого апарата даного пристрою, що зрізує,  $h$ , тоді відрізок BP - це відхилення стебла в процесі його зрізання. Оскільки воно відбувається в напрямку сили  $P$ , відхиленої від нормалі до леза протирізальної пластини на кут  $\varphi_1$  (рис. 2.1), то, з урахуванням (2.1),

$$AB = h \cdot \operatorname{tg} \alpha_0 \quad (2.5)$$

де  $\gamma$  - кут розчину протирізальної пластини пристрою, що зрізує;

$\varphi_1$  - кут тертя стебла об лезо протирізальної пластини.

Відрізок AC являє собою проекцію на горизонтальну площину довжини частини, що залишилася, стебла (стерень) після його зрізання. Значення AC з рис. 2.2, можна обчислити

$$AC^2 = (h \cdot \operatorname{tg} \alpha_0)^2 + \left[ \frac{V_M \cdot t}{\sin(\gamma + \varphi_1)} \right]^2 + 2 \cdot h \cdot V_M \cdot t \cdot \operatorname{tg} \alpha_0 \quad (2.6)$$

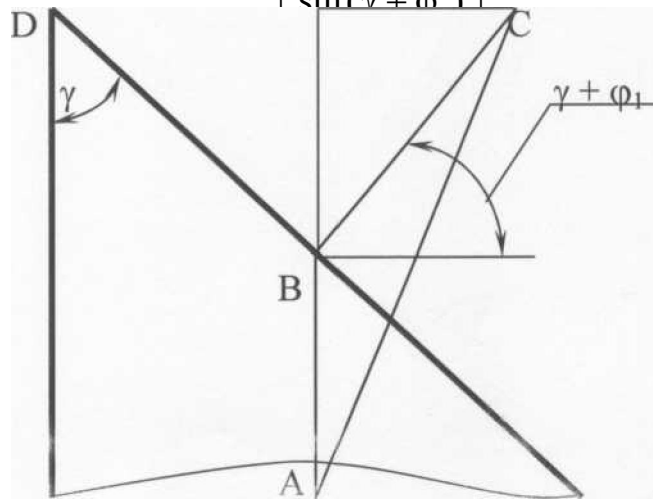


Рис. 2.2 - Схема для визначення довжини відрізка AC

Підставивши значення AC із (2.6) в (2.3) і беручи до уваги (2.2), остаточно отримаємо:

$$\Delta + \frac{2 \cdot \Delta \cdot h}{\cos \alpha_0} = \left[ \frac{V_M \cdot t}{\sin(\gamma + \varphi_1)} \right]^2 + 2 \cdot h \cdot V_M \cdot t \cdot \operatorname{tg} \alpha_0 \quad (2.7)$$

Шлях, прохідний крапкою витка шнека (а разом з нею й зрізаними стеблами) осьовому напрямку за один його оборот, дорівнює кроку (8) останнього, обумовленому з рівняння:

$$S = V_B \cdot t \quad (2.8)$$

де  $V_B$  - швидкість руху крапки витка шнека пристрою, що зрізує, в осьовому напрямку.

Вирішуючи спільно рівняння (2.7) і (2.8) щодо часу руху машини  $t$ , одержимо:

$$\Delta^2 + \frac{2 \cdot \Delta \cdot h}{\cos \alpha_0} = \left[ \frac{S \cdot V_M}{V_B \cdot \sin(\gamma + \varphi_1)} \right]^2 + 2 \cdot h \cdot V_M \cdot t \cdot \operatorname{tg} \alpha_0 \cdot S / V_B \quad (2.9)$$

З теорії шнекових пристроїв відомо, що

$$V_B = V_T \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (2.10)$$

де  $V_T$  - окружна швидкість витка шнека;

$\operatorname{tg} \alpha$  - кут нахилу витка шнека пристрою, що зрізує.

Швидкість  $V_T$  і кут  $\alpha$  можуть бути виражені через кутову частоту обертання шнека  $\omega$ , його зовнішній діаметр  $d_n$  і крок витка  $S$  у такий спосіб:

$$V_T = \frac{\omega \cdot d_n}{2} \quad (2.11)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{\pi \cdot d_n} \quad (2.12)$$

Після підстановки (2.11) і (2.12) в (2.10) отримаємо:

$$V_B = \frac{\omega \cdot S}{2 \cdot \pi} \quad (2.13)$$

Визначивши швидкість руху крапки витка шнека пристрою, що зрізує, в осьовому напрямку й підставивши його у вираження (2.9), після відповідних перетворень маємо:

$$\Delta^2 + C_1 \cdot \Delta - C_0 = 0 \quad (2.14)$$

де  $C_1 = 2 \cdot h / \cos \alpha_0$ ;

$$C_0 = \left[ \frac{2 \cdot \pi \cdot V_M}{\omega \cdot \sin(\gamma + \varphi_1)} \right]^2 + 4 \cdot \pi \cdot h \cdot V_M \cdot \operatorname{tg} \alpha_0 / \omega$$

Рішення квадратного рівняння має вигляд:

$$\Delta = \frac{-C_1 + \sqrt{C_1^2 + 4 \cdot C_0}}{2} \quad (2.15)$$

У чисельнику вираження (2.15) прийнята сума доданків, оскільки негативне значення величини  $\Delta$  не має фізичного змісту.

Заздалегідь прийняте позитивне її значення в сумі з величиною  $h / \cos \alpha_0$ , як ми вже відзначали вище, є тою межею, зге не повинна перевищувати дійсна висота стерні (1д) в умовах практичної експлуатації розглянутого шнекового пристрою, що зрізує.

Виконання умови  $1_{д} \leq 1 = h / \cos \alpha_0 + \Delta$  (при прийнятих значеннях  $h$ ,  $\alpha_0$  й  $\Delta$ ) можливо шляхом відповідного підбора, як поступальної швидкості руху пристрою  $V_m$ , так і кутової швидкості обертання шнека  $\omega$ .

### 2.2.3. Вибір частоти обертання шнека

Значення цього параметра можна визначити з вираження (2.14), перетворивши його відносно  $\omega$ :

$$D_2 \cdot \omega^2 - D_1 \omega - D_0 = 0, \quad (2.16)$$

Оскільки підкореневе вираження по величині більше коефіцієнта  $D_1$ , а негативне значення частоти обертання шнека  $\omega$  не має фізичного змісту, то остаточно маємо:

$$\omega = \frac{D_1 \pm \sqrt{D_1^2 + 4 \cdot D_2 D_0}}{2 \cdot D_2} \quad (2.17)$$

Необхідне число оборотів шнека розглянутого пристрою може бути визначене з вираження:

$$n = \frac{15 \cdot (D_1 \pm \sqrt{D_1^2 + 4 \cdot D_2 D_0})}{\pi \cdot D_2} \quad (2.19)$$

## 2.2.6 Визначення конструктивних параметрів пристрою, що зрізує

### 2.2.3.1 Розрахунок зовнішнього й внутрішнього діаметрів шнека

Раніше відзначалося, що шнек даного пристрою, що зрізує витками здійснює підведення стебел до ріжучої крайки протирізальної пластини. У валкових жнивварках, як відомо [30], підведення стебел до ріжучого апарату здійснюється за умови  $V_r > V_m$ . Згідно нашого випадку за аналогією означає, що коефіцієнт кінематичного режиму  $\lambda$ , що представляє собою відношення окружної швидкості витка шнека  $V_r$  до швидкості руху машини  $V_m$ , повинен бути більше одиниці.

Беручи до уваги вираження (2.19), знаходимо, що зовнішній діаметр шнека пристрою, що зрізує, повинен вибиратися, виходячи з наступної умови:

$$d_n = \frac{4 \cdot V_m \cdot \lambda \cdot D_2}{D_1 + \sqrt{D_1^2 + 4 \cdot D_2 \cdot D_0}} \quad (2.20)$$

Внутрішній діаметр труби шнека даного пристрою визначають із такою

умовою, щоб на неї не намотувалися стебла зрізаних рослин, які транспортують:

$$d_b > \frac{L + \delta}{\pi} \quad (2.21)$$

де  $L$  - середня довжина зрізаного стебла;

$\delta$  - відстань на трубі шнека між підставою стебла і його вершиною (обчесаним колоссям).

Завдяки наявності саме цієї відстані й виключається намотування стебел на трубу шнека.

Висота витка ( $h_b$ ) шнека пристрою, що зрізує, визначається з наступного вираження:

$$h_b = \frac{d_n - d_b}{2} \quad (2.22)$$

Аналіз виразів показує, що якщо внутрішній діаметр шнека залежить від характеристик стеблостою, то зовнішній визначається як кінематичними параметрами пристрою, так і режимом його роботи.

## 2.5 Розрахунок кроку витка різального пристрою шнекового типу

У жниварках зернозбиральних комбайнів застосовуються однозахідні гвинтові шнеки. У розглянутому шнековому пристрої, використовуємо шнек з однозахідною навивкою й постійним її кроком.

Вираження для визначення шуканого конструктивного параметра має вигляд:

$$S = \frac{4 \cdot \pi \cdot V_M \cdot \lambda \cdot D_2}{D_1 + \sqrt{D_1^2 + 4 \cdot D_2 \cdot D_0}} \quad (2.23)$$

### 2.2.7 Розрахунок довжини протирізальної пластини

Протирізальні пластини встановлюються в різальному апараті таким чином, щоб початок леза кожної т.А (рис. 2.3) розташовувалося на лінії  $OO_1$  (рис. 2.6), що перебуває у вертикальній площині симетрії шнека.

Вершина леза пластини т.С (рис. 2.3) у повздовжньо-вертикальній площині не повинна виступати при цьому за внутрішній діаметр витків шнека.

Звідси однозначно виходить, що довжина протирізальної пластини АС розглянутого пристрою, що зрізує, повинна бути такою, щоб її горизонтальна проекція в повздовжньо-вертикальній площині  $l_3 = BP$  (рис.2.3) не перевищувала б

значення радіуса внутрішньої труби шнека ( $r_{в}$ ).

У іншому випадку маємо, принаймні, два негативних моменти. Перший пов'язаний з тим, що всякий винос протирізальної пластини вперед можливий з її переміщення в напрямку збільшення кута в у радіусі, що дорівнює наступній сумі:

$$r_{п} = r_{н} + c, \quad (2.24)$$

У формулі (2.24) величина  $c$  являє собою зазор між витком шнека та протирізальною пластиною.

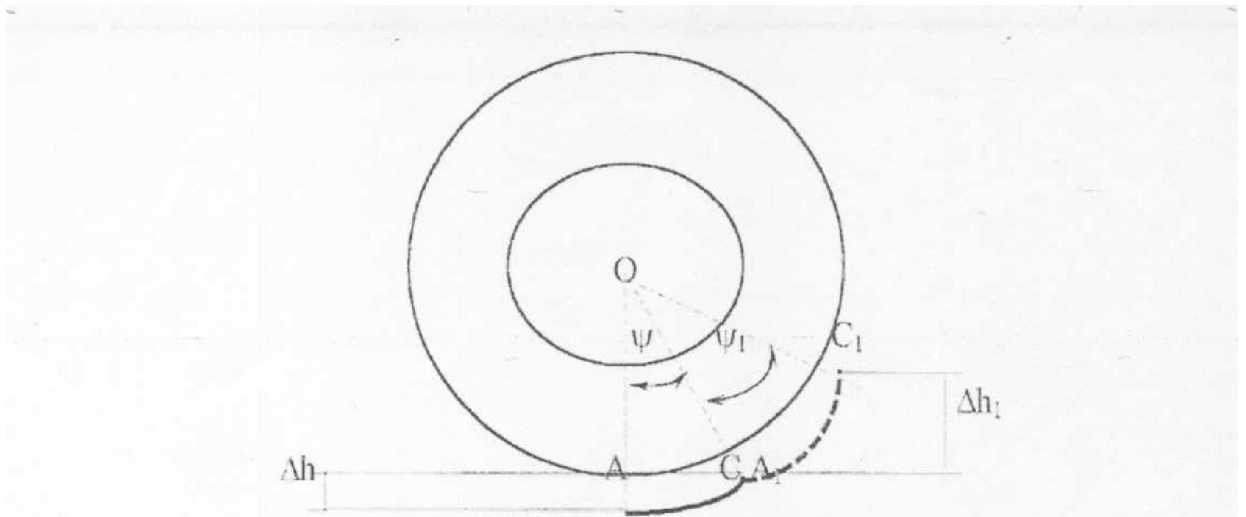


Рис. 2.3 - Розташування протирізальної пластини стосовно шнека

Рисунок 2.3 показує, що переміщення протирізальної пластини з положення AC (варіант 1) у положення  $A_1C_1$  (варіант 2), що відбувається за рахунок вищезгаданого збільшення кута  $\psi$ , приводить до неминучого росту нерівного зрізу рослин.

Пояснюється це тим, що якщо в першому варіанті різниця між висотою зрізаних стебел у крапках A і C дорівнює  $\Delta h$ , то в другому вона дорівнює  $\Delta h_1$ . При цьому, у міру збільшення кута  $\psi$ , різниця між цими величинами поступово росте на користь останньої, тобто  $\Delta h_1 > \Delta h$ .



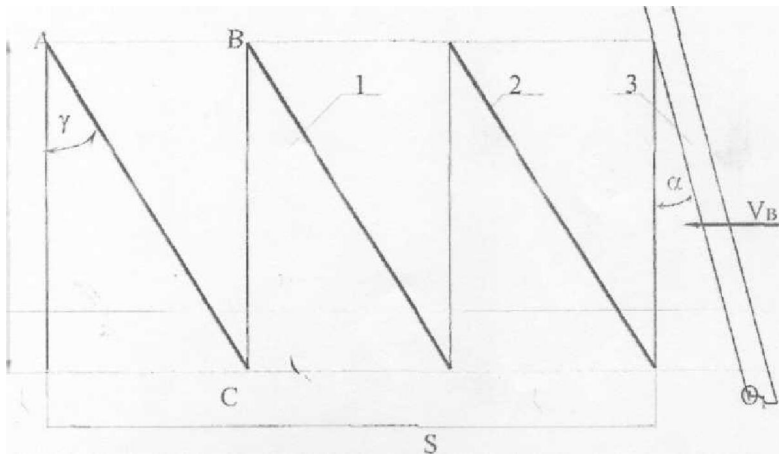


Рис 2.4 - Розміщення протирізальної пластини щодо шнека

Негативний момент пов'язаний з різним розташуванням по висоті ріжучих пластин і внутрішнього діаметра шнека. За один оборот останнього на довжині кроку S послідовно зрізуються рослини, розташовані в  $n_c$  трикутниках типу ABC (рис. 2.5).

Довжина протирізальної пластини, як дуга сектора OAC (див. рис. 2.3), може бути визначена з відомого вираження:

$$l_{AC} = r_n \cdot \psi \quad (2.25)$$

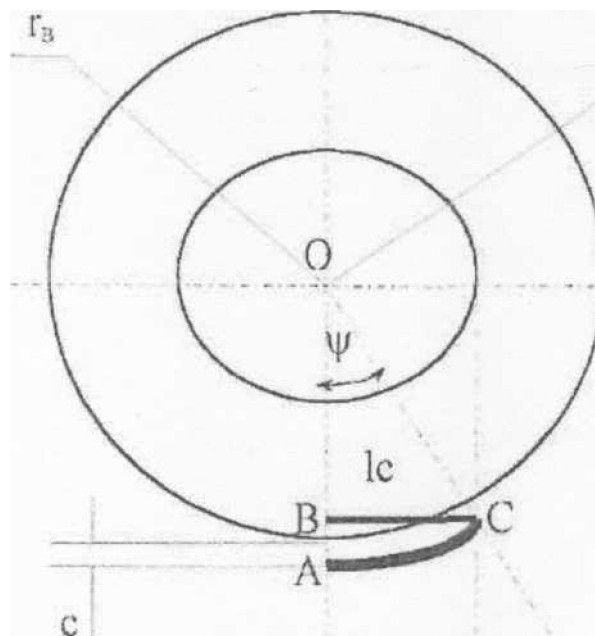


Рис. 2.5- Схема ріжучого апарата:

1 - протирізальна пластини; 2 - лезо пластини; 3 - виток шнека.

### 2.2.8 Визначення потужності, необхідної для зрізання стебел

У ході виконання технологічного процесу стебло буде зрізане тільки тоді, коли діюча сила P буде не менш сили R, необхідної для його перерізання [24], тобто

$$P \geq R$$

Для розглянутого випадку, що представляє собою зрізання стебла з однією

опорою (рис. 2.7), маємо:

$$R = P_{из} + P_j \quad (2.26)$$

де  $P_{из}$  - опір стебла вигину;

$P_j$  - сила інерції стебла.

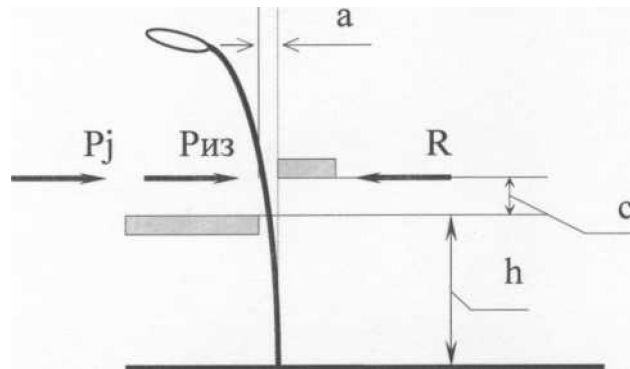


Рис. 2.6 - Схема сил, що діють на стебло в процесі його перерізання Згідно [24], сила опору стебла вигину може бути визначена з вираження:

$$P_{из} = \frac{12 \cdot a \cdot EJ}{c^2 \cdot (3 \cdot h + c)} \quad (2.27)$$

де  $a$  - відхилення стебла за час удару  $\Delta t$  по ньому витка шнека пристрою, що зрізує;

$EJ$  - наведена твердість стебла.

Сила інерції стебла визначається з вираження:

$$P_j = \frac{m \cdot V_b}{\Delta t} \quad (2.28)$$

де  $m$  - маса стебла.

Після підстановки отримаємо

$$R = \frac{12 \cdot a \cdot EJ}{c^2 \cdot (3 \cdot h + c)} + \frac{m \cdot V_b}{\Delta t}$$

Представивши у формулі швидкість  $V_b$  як функцію кутової частоти обертання шнека  $\omega$  і кроку його витка , після перетворення прийдемо до вираження що дозволяє розрахувати силу, необхідну для зрізання одного стебла:

$$R = S \cdot \frac{12 \cdot EJ}{c^2 \cdot (3 \cdot h + c)} + \frac{m \cdot \omega^2}{4 \cdot \pi^2} \quad (2.29)$$

У реальних умовах виток шнека розглянутого пристрою одночасно може

зрізати не один, а декілька ( $K_{ст}$ ) стебел. У цьому випадку сила, необхідна їхнього зрізання, дорівнює:

$$R_{сум} = S \cdot K_{ст} \cdot \left[ \frac{12 \cdot EJ}{c^2 \cdot (3 \cdot h + c)} + \frac{m \cdot \omega^2}{4 \cdot \pi^2} \right] \quad (2.30)$$

$K_{сум}$  – кількість усіх стебел;

$K_{л}$ - число стебел, що вміщують на горизонтальній проекції кромки різання;

$$K_{ст} = \frac{K_{сум}}{K_{л}} \quad (2.31)$$

Величина  $K_{л}$  визначається з вираження:

$$K_{л} = \frac{l_{AC}}{d_c} \quad (2.32)$$

Що стосується значення величини  $K_{сум}$ , то воно може бути розраховане по наступній формулі:

$$K_{сум} = \eta \cdot S_T \quad (2.33)$$

де  $\eta$ - вихідна щільність стеблестоя, шт/м ;

$S_T$  - площа зони зрізання (трикутник ABC).

Площа прямокутного трикутника ABC, може бути визначена з вираження:

$$S_T = 0,5 \cdot l_c^2 \cdot \operatorname{tg} \gamma \quad (2.34)$$

Потужність, необхідна для зрізання стебел, визначається з вираження:

$$N_{рез} = R_{сум} \cdot V_B$$

де  $V_B$  - осьова швидкість руху крапки, що лежить на крайці витка шнека пристрою, що зрізує.

Для виключення недорізу (нерівномірності зрізу) стебел культури необхідно, щоб число зон різання -  $N_З$  - було цілим. Іншим обмежуючим фактором при завданні цього параметра є загальна потужність ( $N_e$ ), що витрачається, як на зрізання рослин, так і на привід всіх механічних робочих вузлів розглянутого пристрою, що зрізує ( $N_{пр}$ ), тобто

$$N_e = N_{р.сум} + N_{пр}$$

Так як частота обертання шнекового ножа відома, то для визначення

потужності  $N_{пр}$ , досить знати значення крутного моменту, що діє на валу його (ножа) приводу.

### 2.3 Блок - схема алгоритму розрахунку конструктивних параметрів різального апарату шнекового типу

У попередньому розділі викладено теоретичні положення, що становлять основу, необхідну для розрахунку конструктивних параметрів пристрою для зрізання рослин сільськогосподарських культур.

Практичне використання отриманих математичних залежностей зручно й доцільно викласти у вигляді конкретної методики, графічне подання якої (рис. 2.7) може бути використане як блок-схема алгоритму для написання відповідної програми до ЕОМ.

Слід зазначити, що запропонована методика дозволяє, задавшись початково рядом вихідних величин, у певному порядку розрахувати як конструктивні параметри шнекового пристрою, так і потужність, необхідну для зрізання рослин.

Задають: - робочу швидкість  $V_m$ ;  
- висоту різального апарату  $h$ ;  
- нерівномірність зрізування рослин  $\Delta$ ;  
- кут нахилу стебел  $\alpha_0$ , кути тертя  $\varphi_1, \varphi_2$

Задають /змінюють кут нахилу витка шнека  $\alpha$

Визначають значення кута розходження лез  $\gamma$

Визначають кінематичні параметри:  $\omega$  та  $\eta$

Розраховують діаметри шнека:  $d_n$  та  $d_b$

Розраховують шаг витка шнека  $S$

Розраховують довжину протирізальної пластини  $l_{AC}$

Визначають число пластин  $n_c$  на довжині шага  $S$



Визначають сумарну силу різання  $R$  сум

Розраховують потрібну потужність на різання  $N_p$  сум

Рис. 2.7 - Блок-схема алгоритму для визначення параметрів шнекового різального пристрою

#### **2.4 Методика розрахунку параметрів різального апарату шнекового типу**

Відповідно до розроблених залежностей і блок-схемою алгоритму, викладеними в пунктах попереднього розділу, була складена програма розрахунку конструктивних параметрів шнекового пристрою, що зрізує, написаною мовою Basic (додаток А).

Для прийнятих діапазонів варіювання вихідних даних у процесі проведених розрахунків на ЕОМ одержували оптимальні межі зміни тих або інших вихідних величин.

Методика визначення необхідних вихідних даних для теоретичних розрахунків викладена в наступному параграфі.

#### **2.5 Визначення вихідних даних для теоретичних розрахунків**

Аналіз виражень показує, що конструктивні параметри різального шнекового пристрою, багато в чому залежать від біометричних й інших характеристик стебла. До них відносяться: діаметр ( $d_c$ ), довжина  $L$ ), маса ( $m$ ) і наведена жорсткість ( $EJ$ ) останнього, а також кути його тертя об поверхню витка шнека ( $\varphi_2$ ) і протиризальної пластини ( $\varphi_1$ ).

На рівні установки ріжучого апарата діаметр стебел більшості сільськогосподарських колосових культур звичайно становить 2 - 4, а рису - 4-6 мм. У розрахунках прийнятий  $d_c = 4$  мм.

За даними Південної філії ІМЕСГ [31], середня довжина рослин пшениці при врожайності 25 -30 ц/га дорівнює 59 см, ячменя - при врожайності 20 - 25 ц/га – 38 см, рису при врожайності 50-55 ц/га 60 см. Середнє значення маси стебла при цьому дорівнює: для ячменя - 2,5, пшениці - 3 і риси- 5,6 грамів. У розрахунках приймали  $m=4$  р.

Що стосується густоти стеблестоя ( $\eta$ ), для зазначених вище характеристик значення  $\eta$  рівні: 380 - 480 шт/м<sup>2</sup> - ячмінь; 480 - 640 шт/м<sup>2</sup> - озима пшениця; 340 - 440 шт/м<sup>2</sup> – рис/

По даним [28,30], твердість стебел більшості сільськогосподарських культур і трав змінюється в досить широких межах: від 49 до 646 Н. Для зернових колосових (ячмінь, пшениця, рис) значення цього параметра приблизно дорівнює 80... 140 Н/см . У процесі проведення теоретичних досліджень приймали середнє значення  $EJ$  дорівнює 100 Н • див<sup>2</sup> (0,01 Н • м<sup>2</sup> ).

Кут між лезом протирізальної пластини й витком шнека розглянутого пристрою менше, ніж аналогічний кут у серійному ріжучому апарат сегментно-пальцевого типу. Такий характер взаємного розташування ріжучих елементів у новому ріжучому апараті створює більше сприятливі умови для защемлення стебла в процесі його зрізу.

Відповідно до вищевикладеного, значення кутів тертя стебла об поверхню протирізальної пластини й витка шнека приймали рівними в межах:

$$\varphi_1 = \varphi_2 = 14 \dots 17^\circ$$

Одним з основних кінематичних параметрів, що впливають на режим роботи пристрою, що зрізує, є швидкість його робочого руху ( $V_m$ ). У процесі теоретичних досліджень значення цього параметра варіювали в інтервалі від 1,0 до 2,2 м/с. За багаторічним даними узагальнення виробничого досвіду зазначений діапазон зміни робочої швидкості є типовим для більшості жнивних агрегатів, що працюють у ґрунтово-кліматичні умови півдня України.

Мінімальна настановна висота зрізу рослин (обчесаних стебел) досліджуваним пристроєм прийнята рівній 0,10 м, а максимальна- 0,16 м.

Припустиме відхилення дійсної висоти зрізання стебел ( $\Delta$ ) прийнято рівним стандарту коливанням цього параметра для валкових жниварок. За даними багаторічних досліджень Південної філії ІМЕСГ[31], що займається експлуатаційно-технологічними випробуваннями цих машин, середнє квадратичне відхилення дійсної висоти зрізання зернових колосових культур від настановної перебуває на рівні  $\pm 3$ . У зв'язку із цим у теоретичних розрахунках було прийнято:  $A = \pm 3$ .

Кут нахилу спіралей шнека пристрою, що зрізує, може бути заданий у межах, прийнятих для жниварок зернозбиральних комбайнів. У розрахунках діапазон зміни

цього параметра склав:  $\alpha = 15 \dots 25^\circ$

Зазор між витком шнека й протиризальною пластиною пристрою (С) вибирали з наступних міркувань.  $\Delta$  вершини останньої значення цього параметра дорівнює величині зазору в серійній сегментно-пальцеві ріжучій парі, тобто 1мм [30].  $\Delta$  підстави протиризальної пластини значення зазору повинне бути більшим, оскільки в цій зоні крім різання здійснюється й транспортування зрізаних стебел.

У серійних жниварок мінімальне значення зазору між днищем і витком шнека становить 10 мм [91]. Але тому що в розглянутому пристрої відбувається транспортування вже обчесаних (тобто звільнених від насіннь) стебел, то відстань між витком шнека й підставою ріжучої пластини можна зменшити, на наш погляд, до 6. .7 мм. У розрахунках середнє значення параметра із прийнято рівним 4 мм.

З величиною зазначеного зазору (3) тісно зв'язаний дуже важливий параметр як показник кінематичного режиму роботи пристрою.

Аналогічний показник для мотовил серійних жнивних систем установлюють із умови забезпечення мінімальних втрат колоссям і вільним зерном.

Для даного пристрою, що зрізує вже обчесані стебла сільськогосподарські культури, таке обмеження не актуально. Тут слід зазначити, що значення кінематичного параметра повинне забезпечувати якісний зріз рослин при підвищеному (у порівнянні із серійними жниварками) значенні вищезгаданого зазору (3).

Як показав попередній аналіз отриманих математичних залежностей, окружна швидкість крапок, розташованих на крайці шнекового ножа досліджуваного пристрою, що зрізує, повинна бути в 4. .5 і більше раз вище аналогічної швидкості крапок транспортуючого шнека жниварок зернозбиральних комбайнів.

З обліком вищевикладеного в теоретичних дослідженнях значення величини  $\lambda$  прийнято рівним 10.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Перевірка оціночного критерію роботи ріжучого шнекового пристрою на адекватність

Алгоритм рішення даного завдання передбачав порівняння дійсного теоретичного значення оціночного критерію  $\Delta$ , отриманого при одних і тих же вихідних конструктивних параметрах ріжучого шнекового пристрою.

Дійсне значення розглянутого оціночного параметра визначалося експериментальним шляхом. У процесі лабораторно-польових випробувань комбайн обладнаний макетним зразком АРШ-4,0 ( $\gamma$ ), рухався з робочою швидкістю 1,55 м/с. Частота обертання шнекового пристрою, настроєного на висоту зрізання стебел пшениці, рівну 0,12 м, склала  $15,2 \text{ з}^{-1}$  ( $910 \text{ хв}^{-1}$ ).

Кут нахилу стебел обчісувальним пристроєм  $\alpha_0$  приймали рівним  $10^\circ$ , кут розчину протиризальної пластини макетного зразка пристрою АРШ-4, 0 ( $\gamma$ ) склав  $50^\circ$ , а кут тертя стебла пшениці об її кромку  $\varphi_1 - 15^\circ$ .

Після проходження комбайна на залізковій ділянці проводилося 100 вимірів висоти стерні, а потім визначали середнє значення ( $1_{\text{д. ср}}$ ) цього параметра. У результаті обробки експериментальних даних встановлено, що в умовах досліду  $1_{\text{д. ср}}$  склав 0,146 м. Варіабельність процесу коливання висоти після проходження комбайна зі шнековим пристроєм, - мала, тому що коефіцієнт варіації цього показника - менш 10%.

Визначивши величину  $1_{\text{д. ср}}$ , дійсне значення оціночного критерію зараховували з наведеного в другому розділі вираження:

$$\Delta_{\text{д}} = 1_{\text{д. ср.}} - \frac{h}{\cos \alpha_0}$$

По викладених вище вихідних даних було отримано

$$\Delta_{\text{д}} = 0,024 \text{ м}$$

Теоретичне значення оціночного параметра ( $\Delta_{\text{т}}$ ) визначали із системи рівнянь. В результаті встановлено, що при тих же вихідних даних

$$\Delta_{\text{т}} = 0,022 \text{ м}$$

Як бачимо, різниця між дійсним і теоретичним значеннями виведеного в



другому розділі дійсної роботи оцінного параметра не перевищує 9%. Настільки мале значення помилки підтверджує коректність отриманих математичних залежностей і правомірність їхнього використання для подальшого теоретичного аналізу.

### 3.2 . Характер взаємозв'язку кінематичних параметрів пристрою із критерієм оцінки його роботи

Аналіз отриманих аналітичних залежностей показує, що з ростом швидкості поступального руху пристрою частота обертання шнекового ножа повинна збільшуватися (рис. 3.1).

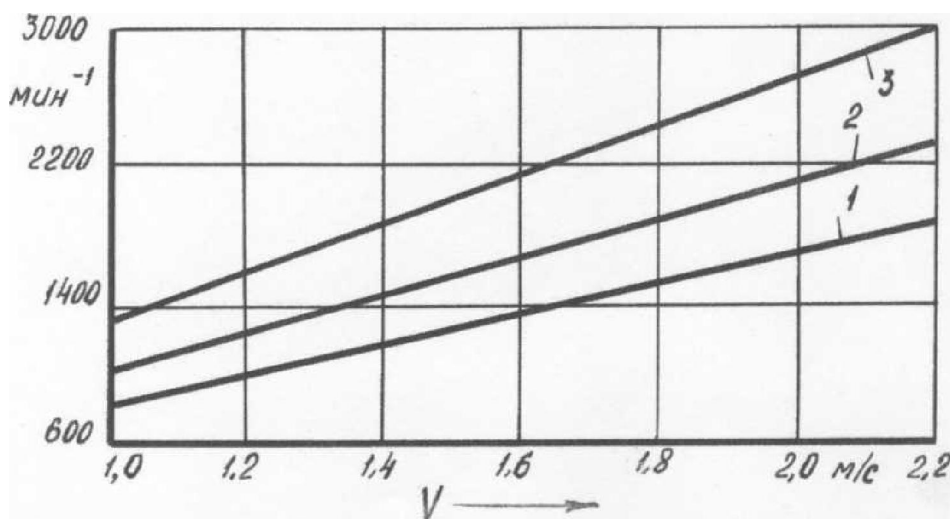
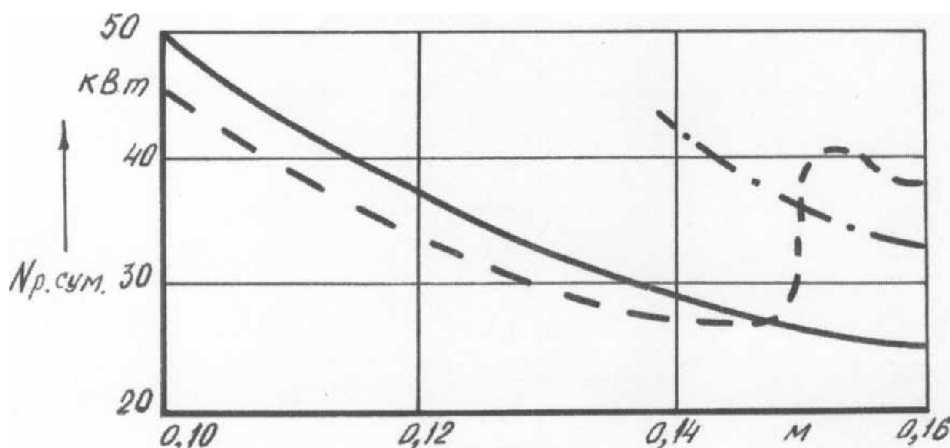


Рис. 3.1- Залежність частоти обертання шнекового пристрою, від його поступальної швидкості при різних значеннях оцінного критерію:

1-  $\Delta = 0,030$  м; 2-  $\Delta = 0,020$  м; 3 -  $\Delta = 0,015$  м.

З погляду збереження коливання висоти зрізу рослин, не перевищуючої прийнятого допуску ( $\Delta$ ), отриманий результат цілком закономірний.

У той же час, інтенсивність росту  $\eta$  при збільшенні  $V_m$  залежить від величини оцінного параметра  $\Delta$ . Чим менше значення  $\Delta$ , тим більшими повинні бути обороти шнекового ножа при одній і тій же швидкості руху пристрою, що зрізує (рис. 3.2).



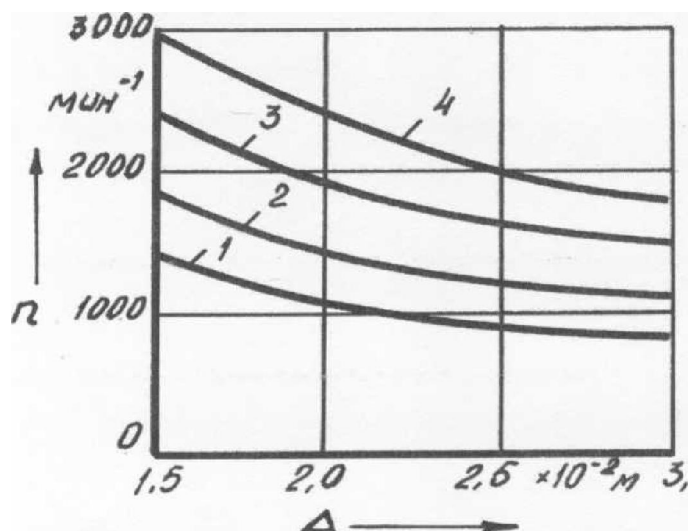


Рис. 3.2 - Залежність частоти обертання шнекового ножа від величини оцінного параметра при різних швидкостях руху пристрою:

1 -  $V_m = 1,0$  м/с; 2 -  $V_m = 1,4$  м/с; 3 -  $V_m = 1,8$  м/с; 4 -  $V_m = 2,2$  м/с.

Аналогічний характер зміни частоти обертання шнекового ножа спостерігається й при зниженні висоти зрізання стебел: чим менше  $h$ , тим інтенсивніше ріст величини  $\eta$  (рис. 3.3). У протилежному випадку варто очікувати таке відхилення стебел шнековим ріжучим апаратом, при якому дійсне значення оцінного параметра  $\Delta_d$  буде перевищувати задане, що у всіх випадках явно небажано.

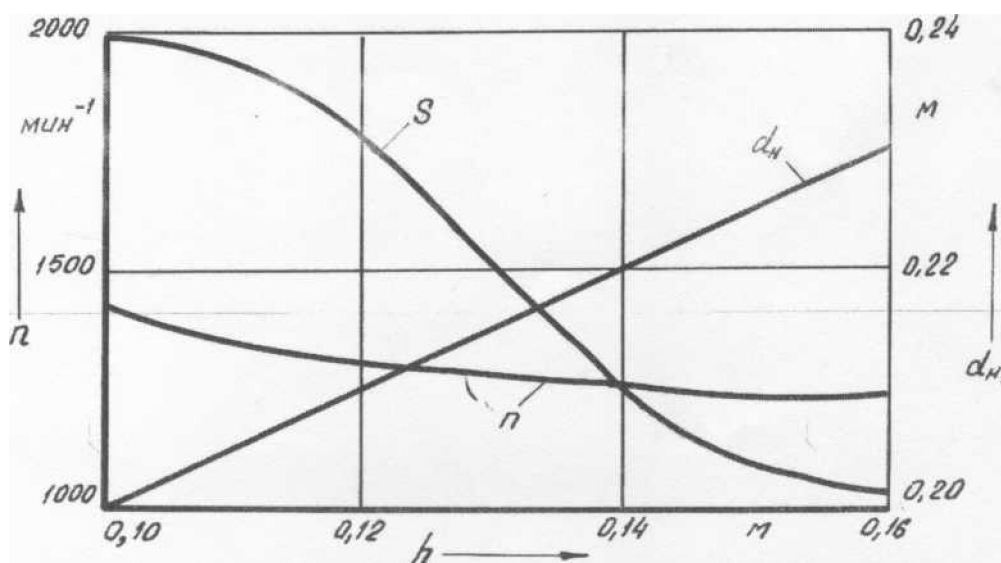


Рис. 3.3 - Залежність зовнішнього діаметра, кроку витка й частоти обертання шнекового ножа від висоти установки зрізу рослин

## Вплив критерію оцінки роботи шнекового ножа на його конструктивні параметри

У той час, коли внутрішній діаметр шнекового ножа вибирається із конструктивно-технологічних міркувань, - вибір зовнішнього діаметра ( $d_n$ ) залежить від заданої величини оцінного параметра  $\Delta$ . Чим більше значення  $\Delta$ , тим більшим (при незмінному значенні інших параметрів) може бути й  $d_n$  (рис. 3.4). Причому, в інтервалі  $\Delta$  від 0,015 до 0,024 м крутість залежності  $d_n = f(\Delta)$  вище, ніж при  $\Delta$  більше 0,025 м. У якісному плані характер її зміни перебуває в протифазі стосовно залежності  $\eta = f(\Delta)$

Більше складним є вибір значень кроку ( $S$ ) і кута нахилу витка ( $\alpha$ ) шнекового ножа. Збільшення  $\Delta$  від 0,015 до 0,018 м супроводжується зменшенням значень  $S$  і  $\alpha$  (рис. 3.4). При подальшому збільшенні оцінного параметра від 0,018 до 0,020 м характер зміни  $S$  і  $\alpha$  змінюється на зворотній.

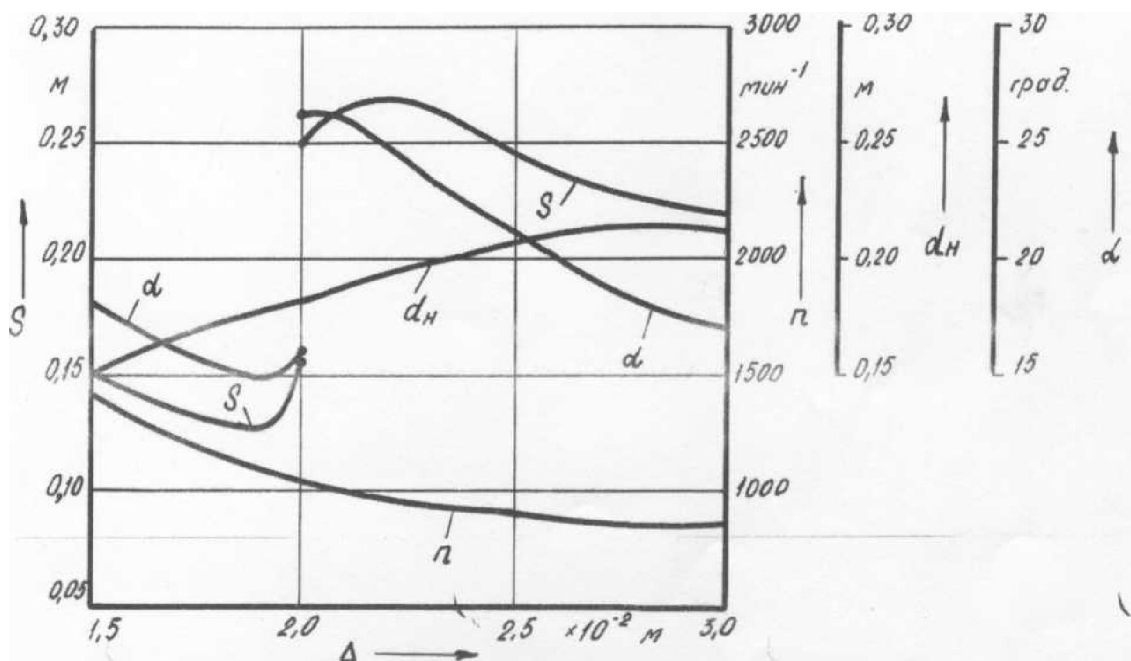


Рис. 3.4 - Залежність частоти обертання ( $\eta$ ), зовнішнього діаметра ( $d_n$ ), ( $S$ ) і кута нахилу витка шнека ( $\alpha$ ) від величини оцінного параметра ( $\Delta$ )

Слід зазначити, що певний інтерес представляють залежності  $d_n$  та  $S$  від висоти зрізу стебел (рис. 4.3). Якщо зовнішній діаметра шнека зі збільшенням  $h$  поступово зростає, то характер зміни його кроку має три характерних ділянки. На першому ( $0,10 \leq h \leq 0,12$  м) спостерігається плавне зниження параметра  $S$ . При збільшенні висоти зрізу стебел від 0,12 до 0,15 м має місце різке зменшення кроку

витка шнека з наступним переходом на менш інтенсивну зміну цього процесу (третя ділянка), коли величина  $h$  приймає значення більше 0,15 див.

### Вплив конструктивних параметрів шнекового ножа на витрати потужності в процесі зрізання рослин

У процесі теоретичних досліджень встановлено, що відповідно до законами механіки, збільшення числа оборотів шнекового ножа  $n$  і супутне цьому аналогічна зміна швидкості поступального руху розглянутого пристрою  $U$  супроводжується відповідним ростом потужності затрачуваної на зрізання обчесаних стебел (рис. 3.5).

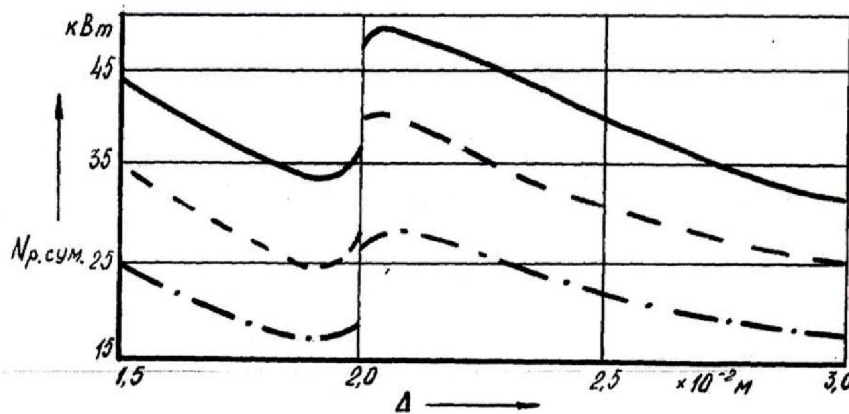


Рис. 3.5 – Залежність витрат потужності на зрізання обчесаних рослин від величини оцінного параметра ( $\Delta$ ) при різній швидкості руху  $V_m$ :

(-----)-1,8 м/с; (-----)-1,4 м/с; (-----)-1,0 м/с

У той же час слід зазначити, що на малих швидкостях поступального руху пристрою, що зрізує, мінімальні витрати потужності мають місце при значенні оцінного параметра  $\Delta$ , рівному приблизно 0,017 - 0,020 м. При збільшенні  $V_m$  мінімум  $N_{\text{ср-сум}}$  хоч і незначно, але все-таки зміщується у бік більших значень  $\Delta$  (рис. 3.5).

Вельми цікавим є характер зміни потужності, що витрачає на зрізання рослин при варіюванні висотою установки ріжучого апарата  $h$ . При величині оцінного параметра  $\Delta=0,03$  м значення  $N_{\text{ср-сум}}$  зменшується по мірі росту  $h$  (рис.3.6).

Рис. 3.6 - Залежність витрат потужності на зрізання рослин від висоти установки ріжучого апарата  $h$  при різних значеннях оцінного параметра  $\Delta$ :

(-----) -  $\Delta = 0,03$  м/с; (---)-  $\Delta = 0,02$  м/с; ( - - - ) -  $\Delta = 0,015$  м/с

Зменшення оцінного параметра  $\Delta$  до 0,02 м приводить до зниження витрат

потужності в інтервалі зміни величини  $h$  від 0,100 до 0,145 м . При значенні  $h$  більше 0,15 м спостерігається різке збільшення  $N_{\text{ср-сум}}$ .

Для пояснення цього досить цікавого моменту розглянемо рис. 3.3. З його аналізу видно, що ростом висоти установки пристрою  $h$ , що зрізує, знижуються крок витка шнека  $S$  і частота його обертання  $\eta$ . Однак темп зниження величини  $S$  значно випереджає інтенсивність падіння  $\eta$ . А оскільки зменшення кроку витка пристрою приводить до зниженню потужності  $N_{\text{ср-сум}}$ , то цим і пояснюється характер зміни останньої при збільшенні  $h$  від 0,100 до 0,145 м.

Різкий ріст  $N_{\text{ср-сум}}$  при подальшому збільшенні висоти установки пристрою, що зрізує, пов'язаний зі збільшенням кроку витка шнека.

Теоретичний аналіз показав, що далеко не всяке значення оцінного параметра  $\Delta$  може бути практично реалізоване у всьому розглянутому інтервалі зміни висоти установки шнекового пристрою. Так, в приведеному на рис. 4.6 випадку величина  $\Delta = 0,015$  м може бути досягнута тільки при  $h$ , більшому 0,138 м.

У цілому ж, збільшення висоти установки шнекового ножа дозволяє знизити витрати потужності на зрізання обчесаних рослин.

### **Технічна характеристика шнекового різального пристрою**

Результати теоретичних досліджень були використанні для отримання основних конструктивних параметрів шнекового різального пристрою під уловною маркою АРШ-4,0. Основні конструктивні параметри апарата зведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Технічна характеристика АРШ-4,0

Назва параметра	Значення
Наружний діаметр шнека, м	0,30
Внутрішній діаметр шнека, м	0,13
Шаг витка шнека, м	0,20
Кут нахилу витка шнека, град	<sup>ч</sup> 12
Довжина леза протирізальної пластини, м	0,12
Конструктивна ширина захвату, м	4,0
Вага, кг	95

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз травмонебезпечних ситуацій при експлуатації комбайна з ріжучим апаратом шнекового типу

### 4.1.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

При експлуатації комбайна виникають механічні, термічні, електричні, електромагнітні, хімічні і психологічні фактори, небезпечні і шкідливі для комбайнера. Носіями небезпечних і шкідливих факторів є наступні: предмети праці, способи виробництва, продукти праці, енергія, природно-кліматичні умови, флора, фауна, люди і виробниче середовище.

Для повного аналізу шкідливих і небезпечних факторів, що виникають при збиранні зернових, перед початком і по закінченню роботи, складаємо перелік основних факторів, що впливають на роботу комбайнера, визначаємо ступінь небезпеки кожного фактора і заносимо в таблицю 4.1

Таблиця 4.1

Ранжування небезпечних факторів

<u>№ фактору</u>	<u>Небезпечний фактор</u>	<u>Норма ПДК і ПДУ</u>	<u>Фактичний стан</u>	<u>Небезпечна дія</u>	<u>Рівень значності</u>
X <sub>1</sub>	Незакріплені кожухом частини, що обертаються	-	-	Захоплення, удар	1
X <sub>2</sub>	Підвищений вміст пилу ДСТ 12.1.005-88, мг/м <sup>3</sup>	10	60	Погіршення зору і подиху	0,85
X <sub>3</sub>	Можливість падіння з висоти	-	-	Падіння, травма	0,72
X <sub>4</sub>	Підвищений шум ДСТ 12.1.003-83, дБ	85	87	Впливає на органи слуху	0,68
X <sub>5</sub>	Монотонність праці	-	-	Збільшує стомлюваність	0,54
X <sub>6</sub>	Нагріті поверхні	-	-	Опік	0,41
X <sub>7</sub>	Гострі країки СН 245-71	-	-	Поріз	0,35
X <sub>8</sub>	Температура повітря вище норми ДСТ 12.1.005-88, °С	20	30	Збільшення стомлюваності	0,34
X <sub>9</sub>	Вібрація вище норми ДСТ 12.1.012-82	94	97	Вібраційна хвороба	0,30

X <sub>10</sub>	Штучне освітлення нижче норми СНІП II -4-79, Лк	150	102	Небезпечно для руху	0,30
X <sub>11</sub>	Можливість виникнення іскри СНІП II-2-80	-	-	Вибух, запалення, опіки	

У таблиці 4.1 представлені 11 найбільш значимих шкідливих факторів, що впливають на комбайнера. Для наочності впливу цих факторів, за даними таблиці 4.1, будемо гістограму, представлену на рисунку 4.1.

Рисунок 4.1 - Діаграма залежностей факторів від рівня їхньої значимості

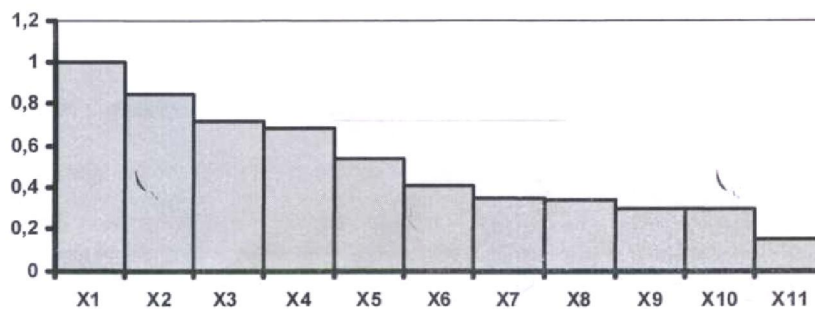


Рисунок 4.1 – Діаграма залежностей факторів від їхньої значимості

З діаграми видно, що найбільш значимими факторами є: не закріплені кожухом частини, що обертаються, підвищений вміст пилу і можливість падіння з висоти.

#### **4.1.2. Моделювання процесів формування і виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій при роботі комбайна**

У зображеннях процесів формування, виникнення аварій і виробничих травм усі випадкові події, що складають серйозну аварійну чи травмонебезпечну ситуацію, зв'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками, що мають початкові, проміжні і кінцеві події.

Якщо на схемах, що зображують процеси протікання випадкових подій, починаючи з початкових і закінчуючи кінцевими, показати причинно-наслідкові зв'язки, то вийдуть логічні моделі процесів.

Аналізуючи кожен з побудованих моделей процесів формування і можливого виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій, завжди можна знайти подія, з якого починається небезпечний процес і до виникнення небезпечних наслідків.

Метод логічного моделювання травмонебезпечних, аварійних і інших ситуацій значно полегшує пошук причин аварій, виробничих травм і дорожньо-транспортних випадків при їхньому розслідуванні.

На листі графічної частини після кожного опису небезпечних умов (Нбу), небезпечних дій (НД), небезпечних ситуацій (НС) і можливих наслідків приводиться логічна модель процесу можливого виникнення небезпечних ситуацій і їхніх наслідків.

## **4.2. Розробка заходів щодо усунення можливих недоліків при роботі комбайна**

### **4.2.1. Загальний перелік систем і способів по безпеці життєдіяльності**

Загальні вимоги безпеки містять у собі підготовку, прийняття і реалізацію рішень по здійсненню організаційних, технологічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, збереження здоров'я працездатністю людини в процесі праці. Безпека виробничого устаткування, технологічних і трудових процесів є об'єктом якісної і кількісної оцінки по визначенню безпеки праці. План заходів щодо забезпечення безпечних і здорових умов праці комбайнера представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

План заходів щодо забезпечення безпечних і здорових умов праці комбайнера

п/п	Найменування заходів	Вартість робіт, грн.	Термін виконання	Відповідальні за виконання заходів	Очікувана соц.-економічна ефективність
організаційні					
1	Провести усі види навчання механізаторів відповідно до «Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань охорони праці	126	червень	головний інженер	Зниження потенційної безпеки і поліпшення умов праці
2	Мати на робочому місці інструкцію з ОП	2	червень	головний інженер	
	Мати карту маршруту	3	серпень	головний інженер	



3	руху комбайна				
4	Розробити карту контролю по показникам безпеки	30	червень	головний інженер	
Технічні					
1	Встановлення захисних огорожень		квітень	головний механік	Зниження потенційної небезпеки і поліпшення умов праці
2	Шумоізоляція кабіни і зниження вібрації	82	березень	головний механік	
3	Встановлення кондиціонера	300	травень	головний механік	
4	Встановлення додаткових фар		липень	головний механік	
Санітарно-гігієнічні					
1	Забезпечення спецодягом взуттям	100	серпень	головний інженер	Зниження потенційної небезпеки і поліпшення умов праці
2	Забезпечення аптечкою	30	серпень	головний інженер	

Розрахунок вартості робіт, представлених у таблиці 4.2 виконуються по наступній формулі:

$$P_{з.от} \left[ \frac{\Phi_3}{100} \cdot N_{з.от} + M_{п} \right] \cdot n, \quad (4.1)$$

де  $P_{з.от}$  - планові витрати, грн.;

$\Phi_3$  - фонд заробітної плати, грн;

$N_{з.от}$  - нормативний коефіцієнт витрат на заходи щодо охорони праці, %;

$M_{п}$  - нормативний коефіцієнт матеріальних наслідків виробничого травматизму на одного працюючого, грн;

$n$  - число працюючих, яким поліпшуються умови праці, чол.

Визначимо по формулі (4.1) вартість робіт, зв'язаних із проведенням усіх видів інструктажів, навчання механізаторів питанням ВІД відповідно до “Типових положень про навчання, інструктаж і перевірку знань питань ВІД” і занесемо в таблицю 4.2.

$$P_{з.от} \left[ \frac{1300}{100} \cdot 2,0 + 100 \right] \cdot 1 = 126 \text{ грн.}$$

Вартість інших робіт відповідно до таблиці 4.2 визначається аналогічно вище знайденої вартості і заноситься в таблицю 4.2.

Охорона праці при проведенні робіт зі збирання врожаю комбайном включає рішення наступних основних задач:

перед початком збиральних робіт комбайнер проходить інструктаж безпосередньо на робочому місці і розписується в журналі реєстрації інструктажів;

необхідно виконувати ту роботу, що доручена адміністрацією, і за умови, що безпечні прийоми її виконання добре відомі;

перед початком роботи надягти спецодяг, а при необхідності і захисні окуляри;

забороняється переодягатися поблизу обертових деталей механізмів;

при роботі, під час виконання регулювань і усунення несправностей і т.д. варто застосовувати тільки методи, що забезпечують безпеку;

забороняється встановлювати на комбайні додаткові сидіння;

забороняється працювати на комбайні в нічний час без висвітлення;

2.5. забороняється буксирувати комбайн із включеною передачею;

2.6. забороняється працювати несправним інструментом;

2.7. забороняється приступати до керування комбайном у стані алкогольного сп'яніння;

2.8. біля обертових і механізмів, що рухаються, бути гранично обережними.

#### **4.2.2. Розробка контролю машини по показниках безпеки**

Контроль робочих місць по показниках безпеки розробляються на основі стандартів по методах оцінки безпеки й іншої нормативно-технічної документації. Вони виконують функції атестаційного документа робочих місць по показниках безпеки і входять поряд з іншою нормативно-технічною документацією в комплект службової документації обличчя, відповідальних за технічний стан і безпечну експлуатацію.

Дані норми служать так само нормативно-довідковим документом при

інвентаризації, паспортизації й атестації робочих місць по показниках безпеки, інформаційному забезпеченні керування охороною праці і т.д.

Норми використовуються для контролю робітників з показників безпеки у всіх випадках передачі техніки від однієї матеріально-відповідальної особи іншій. Згідно Карток контроль обов'язковий у таких випадках:

2.9. передпродажної обробки машин;

2.10. зняття зі збереження техніки на машинних дворах і введення її в експлуатацію;

2.11. оцінки якості технічного стану машин після їх технічного обслуговування і ремонту;

2.12. передачі основних засобів в оренду в господарстві зовнішнім споживачам;

2.2.4. комплектування і регулювання агрегатів у ході організаційно-технічної підготовки виробництва;

2.2.5. перевірки стану безпеки робочих місць у ході їх паспортизації, роботи органів державного, відомчого і суспільного контролю.

Метою контролю є оцінка технічного стану робочих місць по показниках безпеки і якості праці осіб, як його забезпечують.

Основні задачі контролю наступні:

2.2.6. забезпечити повну інформацію про стан техніки;

2.2.7. здійснювати паспортизацію робочих місць;

2.2.8. атестувати робочі місця на відповідність вимогам безпеки;

2.2.9. створювати банки даних про стан безпеки робочих місць з метою керування охороною праці.

Згідно Закону України «Про охорону праці» відповідальними за безпеку стану робочих місць є безпосередньо керівники робіт, що забезпечують відомчий контроль.

Відповідно до вимоги Карт, техніка, що представляється на контроль, повинна бути комплектною, агрегатуватися з використовуваними машинами і знаряддями і бути у працездатному стані.

Робочі місця повинні бути обладнані й оснащені відповідно до обліку виявлених відхилень по показниках безпеки.

### **4.2.3. Правила пожежної безпеки**

До правил пожежної безпеки відносяться наступні:

2.2.10. постійно стежити за механічним станом комбайна і наявністю справних протипожежних засобів;

2.2.11. стежити, щоб випускний колектор двигуна був захищений металевим щитком від потрапляння на нього рослинних залишків;

2.2.12. не допускати течі із систем живлення, змащення і гідросистеми комбайна;

2.2.13. тримати комбайн у чистоті і вчасно очищати від рослинних залишків;

2.2.9 заправляти паливні баки на дорозі при заглушеному двигуні, користуючись заправними ємностями;

2.2.10 знати, як необхідно діяти у випадку пожежі і дії по виклику пожежної техніки.

Категорично забороняється:

2.2.11 починати збирання рису в чеках при відсутності наготові трактора з плугом для швидкого оборювання рису у випадку пожежі;

2.2.12 вносити в господарствах конструктивні зміни в комбайн без узгодження з органами Держспожнадзору;

2.2.13 вивантажувати зерно з комбайнів у машини, вихлопні труби яких не обладнані іскрогасниками;

2.2.14 користатися цебрами для заправлення паливних баків;

2.2.15 розводити багаття ближче 200 м від валка;

2.2.16 застосовувати усі види відкритого вогню на відстані не менш 30 м від них.

Таким чином, запропоновані заходи дозволяють значно знизити потенційну небезпеку, поліпшити умови праці працюючих і, як наслідок, підвищити продуктивність їхньої праці.

## РОЗДІЛ 5

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ ШНЕКОВОГО ТИПУ

#### 5.1. Розрахунок порівняльних техніко-економічних показників збиральних агрегатів.

Одним з основних показників ефективності використання сільськогосподарської техніки є наведені витрати на одиницю виконаної роботи. Вони складаються із суми прямих експлуатаційних витрат ( $I_{\epsilon}$ ) і помножених на нормативний коефіцієнт ( $E_n = 0.15$ ) питомих капітальних вкладень ( $K_{уд}$ ):

$$\Pi = I_{\epsilon} + E_n \cdot K_{уд}.$$

(5.1)

Прямі експлуатаційні витрати визначають по формулі:

$$I_{\epsilon} = Z + A + R_k + R_t + \Gamma,$$

де  $Z$  - заробітна плата обслуговуючого персоналу;

$A$  - витрати на реновацію;

$R_k$  - витрати на капітальний ремонт;

$R_t$  - витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування;

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

У розкритому виді аналітичне вираження для визначення наведених витрат (5.1) має вигляд:

$$\Pi = \frac{1}{W_{cm}} \cdot \sum_{p=1}^K C_p \cdot L_p + \frac{1}{100W_{ek}} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{A_i \cdot S_i}{T_{zon.i}} + \frac{1}{100W_{ek}} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{B_i \cdot S_i}{T_{н.i}} + \frac{G \cdot \Pi}{W_{ek}} + \frac{E_n}{W_{ek}} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{S_i}{T_{н.i}} \quad (5.2)$$

де  $C_p$  - годинна оплата праці, грн/год;

$L_p$  - кількість обслуговуючого персоналу, чол;

$K$  - кількість розрядів тарифної сітки;

$S_i$  - балансова вартість  $i$ -того трактора або  $i$ - тої с.-г. машини, грн;

$A_i$  - відрахування на реновацію, %;

$B_i$  - відрахування на ремонти й технічні обслуговування складових частин МТА, %;

$m$  - кількість машин (включаючи трактор) у складі МТА;

$T_{zon.i}$  - зональне річне завантаження і-того трактора або і- тої с.-г. машини, год;  
 $T_{н.i}$  - нормативне річне завантаження і- того трактора або і-тої с.-г. машини,  
що входять до складу МТА, год;

$G$  - годинна витрата палива агрегатом, кг/год;

$Ц$  - комплексна ціна одного кілограма палива, грн/кг.

Знаючи наведені витрати по новому (Пн) і базовому (Пб) варіантах, можна визначити річний економічний ефект ( $Єг$ ) від застосування пропонованого технічного рішення за формулою:

$$Єг = Пб - Пн + \Delta У,$$

(5.3)

де  $\Delta У$  - питомий економічний ефект (грн/га) від зміни кількості або якості одержуваної продукції при експлуатації нового технічного рішення;

$T_{zon.}$  - зональне завантаження нового технічного рішення.

Величину  $\Delta У$  визначають із наступного вираження:

$$\Delta У = С_{пн} - С_{пб},$$

(5.4)

де  $С_{пн}$  і  $С_{пб}$  - питома (грн/га) вартість продукції, отриманої при використанні відповідно нового й базового технічного рішень.

Кожна із цих величин, у свою чергу, може бути розрахована за наступною формулою:

$$С_{п} = Ц_{п} \cdot Q, (5.5)$$

де  $Ц_{п}$  - реалізаційна ціна одиниці продукції;

$Q$  - кількість отриманої продукції з одиниці площі.

Іншим важливим показником ефективності того або іншого МТА є витрати праці ( $Зт$ ). Для їхнього визначення досить знати змінну продуктивність і кількість обслуговуючого персоналу агрегату:

$$Зт = L_{р} / W_{см}, \quad (5.6)$$

Як раніше відзначалося, в процесі збирання зернових культур методом обчісування на корені ходова система використовуваного комбайна залишає на полі глибокі сліди з повністю прим'ятими у них рослинами. Оскільки надалі, як показує

практика, їх неможливо підібрати, то, крім істотних втрат соломи, це ще приводить і до виникнення певних труднощів при наступній основній обробці ґрунту.

Оцінимо відносну частку площі рослин, що приминають, комбайном СК-5 "Нива", обладнаного обчісувальним модулем ЖОН-4,0. Завдяки тому, що передні колеса даного комбайна обладнані шинами 21,3x24, то сумарна ширина двох слідів після їхнього проходу складе 1,08 м. При дійсній ширині захвату розглянутого збирального агрегату, рівній 3,86 м, на частку прим'ятих рослин буде припадати приблизно 28% усієї збираємої площі. З урахуванням стерень, які у кожному разі залишаються на полі, реальні втрати соломи будуть становити не менш 30%.

Виходячи з вищевикладеного, порівняльному аналізу підлягали два збиральних агрегати в наступному складі (табл. 5.1):

новий МТА: комбайн СК-5 "Нива" з обчісувальним модулем ЖОН-4,0 та різальний шнековий пристрій АРШ-4,0;

базовий МТА: комбайн СК-5 "Нива" з обчісувальним модулем ЖОН-4,0, але без пристрою АРШ-4,0.

Новий і базовий агрегати, які обслуговує одна людина, базуються на збиранні обчісування озимої пшениці врожайністю 50 ц/га.

Таблиця 5.1

Вихідні для порівняльного техніко-економічного аналізу збиральних агрегатів

Назва показника	Агрегат	
	Новий	Базовий
Комплексна ціна 1 кг палива, грн.	5,4	
Витрата палива агрегатом, кг/га	12,8	12,0
Змінна продуктивність агрегату, га/год.	1,91	1,93
Експлуатаційна продуктивність агрегату, га/год.	1,86	1,88
Годинна оплата праці, грн/год	8,5	
Ціна комбайна з обчісувальним модулем, тис. грн.	220	220
Ціна АРШ-4,0, тис. грн.	4,2	
Реновація (%): СК-5 і МОН-4,0	12,5	12,5
АРШ-4,0	14,2	
Норми відрахувань (%) на ремонти й обслуговування:		
СК-5 і МОН-4,0	10,0	10,0
АРШ-4,0	10,0	
Нормативне річне завантаження, год:		

Продовження таблиці 5.1

Назва показника	Агрегат	
	Новий	Базовий
СК-5 і МОН-4,0	160	160
АРШ-4,0	160	
Зональне річне завантаження, год:		
СК-5 і МОН-4,0	160	160
АРШ-4,0	160	

## 5.2. Визначення економічного ефекту від застосування різального шнекового пристрою

При врожайності пшениці 50 ц/га й співвідношенні зерна до соломи як 1:2.44, врожайність останньої дорівнює 122 ц/га.

Застосування пристрою для зрізу й укладання рослин у валок дозволяє, як відзначалося вище, зберегти близько 30% соломи, тобто 36,6 ц/га. При реалізаційній ціні 1 ц соломи 16 грн (середньостатистична для господарств Запорізької обл.) питомий економічний ефект від цього ( $\Delta Y$ ) складе не менш 585,6 грн/га. Аналіз розрахункових даних (табл. 5.2) показав, що використання шнекового пристрою, що зрізує, потребує на свій привід додаткової потужності та приводить до невеликого (на 0,4%) зниження швидкості руху, а значить і продуктивності нового збирального агрегату. У результаті витрати праці останнім на 0,4% більше, ніж базовим. Крім того, за рахунок додаткових капітальних вкладень, пов'язаних з наявністю додаткового пристрою, що зрізує АРШ-4,0, має місце незначний ріст прямих (12,0%) і наведених (1,9%) витрат.

Таблиця 5.2

Порівняльні показники техніко-економічної ефективності збиральних агрегатів

Найменування показника	Значення		Ступінь зниження (-) або збільшення (+), %
	базовий МТА	новий МТА	
Витрати праці, чіл- ч/га	0,718	0,720	+0,4
Прямі витрати, грн/га	204,3	249,9	+7,0
Питомі капітальні вкладення, грн/га	931,6	942,4	+1,7
Наведені витрати, грн/га	463,5	468,5	+1,9
Економічний ефект, грн/га	-	585,6	



Річний економічний ефект від використання одного пристрою, грн/га	.	520,0	
---	---	-------	--

Але, якщо збиток по наведених витратах перебуває на рівні 65 грн/га, то економічний ефект від скорочення втрат соломи агрегатом, обладнаним пристроєм типу АРШ-4,0, становить, як відзначалося вище, порядку 520 грн/га. У результаті, практична експлуатація нового пристрою дозволяє на кожному гектарі вирощуваних сільськогосподарських культур заощаджувати не менш 520 грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Погорелый Л.В. Сельскохозяйственная техника и технологии будущего. - К.: Урожай, 1988.- 176 с.

Арцыбашев Д.Д. Колосоуборки (стрипперы и хедеры) //Современные вопросы сельскохозяйственной механики. - Санкт-Петербург, 1908.

Gaspers L. Systematik der Drechsorgane//Grundlagen der Landtechnik, 1961, № 1.4. Хедер с очесывающим устройством. Великобритания: Экспресс-информация ЦНИИТЭИ тракторсельхозмаш. - М., 1987, вып. 6.

Салихов Н.К. Изучение эффективности механизированных способов уборки риса// Бюлл. научн. - техн. информации ВНИИ риса, 1974, вып. 13.

Шабанов П.А. Оценка работы рисоуборочных машин // Техника в сельском хозяйстве, 1974, №8.

Шабанов П.А., Шокарев А.Н., Голубев И.К. и др. Уборка зерновых культур методом очеса// Техника в сельском хозяйстве, 1985, №8.

Обмолот риса на корню методом очеса / Гончаров Б.И., Цыбульников В.Н., Повиляй В.М., Шабанов П.А.// Тракторы и сельхозмашины, 1977, №8.

Голубев И.К., Гончаров Б.И., Шабанов П.А. и др. Обмолот риса на корню двухбарабанным очесывающим устройством //Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1986, №2.

Справочник-каталог предложений мирового рынка (в 2-х частях) /Сост. Э.Финн, С.Бородин, П.Хоммер, Л.Погорелый. - К.: Юнивест Маркетинг, 1999,- 380 с.

Смірнягіна Л.М. Стратегія оснащення АПК: справжній господар обирає вітчизняну техніку// Пропозиція, 2001, №6.

Резник Н.Е. Классификация режущих аппаратов// Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1970, №2.

12. Смирнов Ю.Г., Кузьмин М.В., Барсов А.Р. Режущие устройства для уборки зерновых культур: Обзорн. инф./ВНИИПИ.- М., 1990.- 64 с.

2.13. Бель А.И. Определение максимальных отгибов стеблей беспальцевым режущим аппаратом.- Труды Рязанского СХИ, 1970.- Вып. XX.

2.14. Бакчеев В.Е. Жатвенные машины с двухножевым режущим аппаратом//

Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1991, №11.

2.15. Тихомиров Я.В., Эпов Н.В. Усовершенствование на основе научных данных кинематической схемы механизма привода ножа косилки.- Труды ВСХИЗО.- М., 1981.

2.16. Сахаров В.В. Исследование технологических показателей режущего аппарата косилок, алгоритмизация и определение путей их улучшения: Автореф. дис. канд. техн. наук.- Ташкент, 1971.- 25 С.

2.17. Маглакелидзе Л.Г. Обоснование параметров и разработка режущего аппарата моторизованной косилки для мелкоконтурных участков: Автореф. дис. канд. техн. наук.- М., 1991.- 18 с.

2.18. Голубев И.К., Аюбов А.М., Иорганский П.А. Перспективный способ уборки незерновой части урожая// Труды Таврийской государственной агротехнической академии. - Т.1, вып.1.- Мелитополь, 1997.- С.78-82.

2.19. Погорелый Л.В., Аюбов А.М. Теоретическое обоснование конструктивных параметров винтовой поверхности устройства для сбора пожнивных остатков// Труды Таврийской государственной агротехнической академии. - Т.10, вып.1.- Мелитополь, 1999.- С.88-92.

2.20. Аюбов А.М. Теоретичні основи вибору параметрів пристрою для зрізання стебел с.-г. культур// Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Т.13, вип.2.- Мелітополь, 1999.- С.86-90.

2.21. Аюбов А.М. Теоретическое обоснование конструктивных параметров кожуха режущего аппарата шнекового типа// Труды Таврийской государственной агротехнической академии. - Т.15, вып.2,- Мелитополь, 2000.- С. 104-109.

2.22. Аюбов А.М. Засіб для збирання не зернової частини врожаю// Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Т.16, вип.2.- Мелітополь, 2001.- С. 128-131.

2.23. Голубев И.К., Аюбов А.М. Моделирование процесса очеса растений на корню// Труды международной конференции «Моделирование процессов и технологического оборудования в сельском хозяйстве».- Мелитополь, ТГАТА.- 1994.- С. 135.

2.24. Босой Е.С. и др. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин.-

М.: Машиностроение, 1977.- 568 с. 67

2.25. Шокарев А.Н. Лабораторные исследования режущего устройства для среза и укладки в валок очесанных стеблей.- Сборник МИМСХ. — Киев. 1992.

2.26. Басенко А.В. Жнивarka подвоею продуктивність комбайна// Газета “Сільській час”, 2001, №36 (238).

2.27. Бель А.И. Оптимизация взаимосвязи между скоростями движения ножа и жатвенной машины// Тракторы и сельхозмашины, 1980, №10.

2.28. Бель А.И. Отгиб стеблей при срезе их жатвенным аппаратом// Тракторы и сельхозмашины, 1968, №6.

2.29. Семенов В.Д. Упругость стеблей сельскохозяйственных культур// Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1971, № 1.

2.30. Иванцов В.И., Солошенко О.И. Валковые жатки. - Машиностроение, М. 1984. 200 с.

2.31. Разработать прогрессивные технологические процессы возделывания зерновых культур на базе новых и высокопроизводительных серийных машин применительно к условиям юга УССР: Отчет по НИР (промежуточный)/ Южное отделение УНИИМЭСХ.- Инв. № 27.02.82.- 1982.- 90 с.