

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

Кафедра Технологічне обладнання зернових виробництв



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему:

Модернізація зернодробарки в ІТ-системі роботи обладнання

Здобувача: Лисака М.Я..

V-го курсу групи-МЗХ-51а

Керівник: Доцент Алексашин О.В.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від « »

2023р. протокол №

Завідувач(ка) кафедри ТОЗВ

Олег Гапонюк

Одеса 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
України

Одеська національний технологічний університет
Інститут, факультет, відділення Технологічний інститут харчової
промисловості
Кафедра, циклова комісія Технології зерна і зернового бізнесу
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Напрямок підготовки 133 «Галузеве машинобудування»
Спеціалізації «ІТ-сервіс обладнання»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри, голова циклової
комісії д.т.н., професор
О.І. Гапонюк
"2" жовтня 2023 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лисака Михайло Ярославовича

1.Тема проекту (роботи) Модернізація зернодробарки в ІТ-системі роботи обладнання.

Керівник проекту (роботи) к.т.н.,доцент. Алексахин Олександр Васильович
наказ вищого навчального закладу від "18"жовтня 2022р. № 733-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10 грудня 2023р.

3.Вихідні дані до проекту (роботи) Виконати модернізацію зернодробарки шляхомпідвищення продуктивності машини без істотної зміни конструкції машини, при цьому економічним варіантом, що не вимагає великих витрат на модернізацію і подальшу експлуатацію машини, зроблені важливі висновки щодо роботи машини, зокрема знайдені оптимальні режими.

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібні розробки) Відповідно з методичними вказівками на кваліфікаційну роботу, у тому разі, виконати розподіли автоматизації,охорони праці, економікі.

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

1.Кінематична схема. 2. Дробарка дискова. 3. Огородження робочої зони дробарки. 4. Механізм регулювання. 5.Живильник. 6.Механізм регулюючий. 7. Гравік залежностей. 8. Автоматизація.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

7. Дата видачі завдання 2. жовтня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Сучасне становище питання з теми кваліфікаційної роботи.	02.10.- 05.10.	
2.	Критичний огляд існуючого обладнання	06.10.-16.10.	
3.	Огляд винаходів та патентів	17.10. – 23.10.	
4.	Технічне завдання	24.10 – 28.10.	
5.	Ескізний проект	29.10 – 03.11.	
6.	Технічний проект	04.11. – 07.11.	
7.	Розрахунки	08.11. – 12.11.	
8.	Автоматизація	13.11. – 18.11.	
9.	Економіка	19.11-25.11.	
10.	Охорона праці	26.11.-01.12.	

"Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності."

Здобувач-дипломник _____ Лисак М.Я.

Керівник проекту (роботи) _____ Доцент Алексашин О.В.

Зміст

Вступ.....	5
1. Сучасний стан та перспективи розвитку машин даного призначення.....	6
1.1 Опис технологічного процесу робочіоперацій.....	6
1.2 Технічні вимоги і умови на сировину і готовпродукцію.....	20
1.3 Критичний огляд і конструкції обладнання.....	33
1.3.1 Функціональні схеми технологічного обладнання.....	33
1.3.2 Результати науково дослідних робіт.....	39
1.3.3 Опис винаходів і патентів.....	40
1.3.4 Висновки.....	72
2. Технічне завдання.	73
3. Ескізний проект.....	76
3.1 Технологічний розрахунок	76
3.2 Опис кінематичної схеми.....	81
3.3 Кінематичний розрахунок	83
4. Технічний проект.....	86
4.1 Силові розрахунки.	86
5.Автоматизація.....	88
6. Охорона праці.....	94
7. Економіка.....	100
Література.....	107
Специфікації.....	111

						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Анотація

У кваліфікаційної роботі, проведено аналіз існуючих видів обладнання для подрібнення кукурудзи, проаналізовано сучасний стан промисловості та перспективи розвитку машин даного призначення. Було зроблено висновки щодо необхідності подальшого розвитку і впровадженню цих машин у промисловість.

Одні з перших систем управління представляли собою величезні енергоємні шафи, з пусковою апаратурою, що дозволяють дистанційно керувати обладнанням, без функцій елементарного контролю їх роботи.

Сучасна автоматизація на більшості українських круп'яних та комбікотових підприємствах дозволяє управляти технологічними процесами, наприклад за допомогою таких систем як SMART-INDIVIDUAL. При цьому, багато процесів регулюються в режимі, що вимагає досить високої кваліфікації обслуговуючого персоналу. Обмін даних про роботу обладнання SMART-INDIVIDUAL здійснюється логічними контролерами шляхом опитування датчиків, вироблення керуючих впливів, контролю режимів роботи обладнання з відображенням в системі WEB-інтерфейсу. Система SMART-INDIVIDUAL має незаперечні переваги в порівнянні з існуючими системами централізованого контролю і управ- ління.

Система SMART-INDIVIDUAL оснащена модулем з регламентом контролю параметрів, обладнання згідно з паспортними характеристиками. При цьому, система веде архів і контролює, терміни проведення технічного обслуговування.

В кваліфікаційної роботі розглянуті питання, пов'язані з модернізацією зернодробарки для кукурудзи. Викладені питання за станом технологічного устаткування на підприємствах, поставлено і реалізовано технічне завдання, спрямоване на підвищення ефективності процесу гранулювання. зменшення енерговитрат.

Основним завданням цієї кваліфікаційної роботи є збільшення продуктивності зернодробарки для кукурудзи, оскільки це актуально у наш час і має велике значення для будь-якого підприємства що виготовляє крохмаль шляхом роботи в умовах SMART-технологій.

Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Инв. № дубл.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
						Модернізація зернодробарки в ІТ-системі роботи обладнання		
		Ли	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		
		Разраб.		Лисак				
		Пров.		Алексашин				
		Зав. каф.		Гапонюк				
		Н. контр.						
		Утв.						
		Анотація				Лит	Лист	Листов
		КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.6				4		
						ОНТУ		

ВСТУП

В Україні є 7 промислових крохмалепатокових підприємств. При цьому всі вони не використовують свої потужності на повну силу, оскільки щорічне споживання нативного кукурудзяного крохмалю, яке в останні роки становить близько 26–28 тис. т, нижче, ніж потенційні обсяги виробництва. У той же час, зростає попит на модифіковані крохмалі, виробництво яких поки що не набуло ще такого широкого масштабу, як в європейських країнах, і велика їх частина імпортується.

Порівняно з 1998 р. виробництво як крохмалів в цілому, так і кукурудзяного крохмалю зросла більш ніж у 2 рази. Тенденція зростання продовжиться і надалі. У структурі виробництва крохмалю основу становить кукурудзяний крохмаль — близько 90%.

Основними галузями споживання крохмалів є целюлозно-паперова і харчова промисловості, тому можна припустити, що найбільш швидкозростаючим ринком залишиться саме ринок модифікованих крохмалів.

Великі споживачі модифікованих крохмалів, які працюють на сучасних західних технологіях, воліють закуповувати модифіковані крохмалі за кордоном. Як наслідок — обсяги імпорту модифікованих крохмалів за останні 6 років істотно зросли — з 1,9 тис. тонн у 2000 році до 14 тис. тонн у 2006 році.

Виробництво глюкози та сироп з глюкози з кукурудзи у 2006 році порівняно з 2005 роком знизилася на 28,6%, виробництво фруктози та сиропу з фруктози з кукурудзи збільшилася за цей період в 6 разів, а мальтози — в 6,2 рази.

З початку 2015 року Україна експортувала близько 15 тис. тонн кукурудзяного крохмалю. Це на 28% більше, ніж за аналогічний період 2014 року (10,8 тис. тонн). При цьому виробництво з початку року збільшилася на 5% — до 36,6 тис. тонн (34,6 тис. тонн у 2014 році).

Ринок глибокої переробки кукурудзи в Україні представлений поки, в основному, кукурудзяним крохмалем.

									Арк.А
									53
Змн.З	Арк.А	№ докум.№	ПідписПід	Дата	КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.6				

1 СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МАШИНИ ДАНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

1.1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЛІНІЇ Подрібнення

Подрібнення [15] використовують в різних галузях промисловості з метою зменшення розмірів кускових матеріалів (подрібнення руд, гірських порід, вугілля, мінералів, зерна, пластмас, напівфабрикатів та готових матеріалів) до визначених розмірів шляхом роздавлювання, розколювання, розламування, різання, розпилювання, розбивання, розривання. Під подрібненням розуміють тільки зменшення крупних шматків. Мілкі кускові матеріали підлягають мілкому здрібненню або розпилу.

Крупним вважають подрібнення кусків із середнім поперечним розміром від 1000 до 200 мм, середнім — від 250 до 50 мм, мілким — від 50 до 20 мм і тонким (розмелом) від 20 до 3. Дуже тонке подрібнення [33] використовують коли кінцевий продукт повинен мати розмір — десяти і соті частки міліметра. Відношення поперечного розміру початкового продукту — D найбільш крупних шматків до подрібнення до розміру d шматків після подрібнення називають ступенем подрібнення

$$i = D/d \quad (1.1)$$

яка змінюється в межах: (2...6) — для крупних часток; (5...10) — для середніх; (10...20) — для мілких і 50 — для самих мілких часток.

У більшості випадків спосіб подрібнення та відповідну подрібнюючу машину вибирають в залежності від фізичних властивостей і початкових розмірів матеріалу.

					Модернізація зернодробарки в ІТ-системі			
					Роботи обладнання			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лисак			Опис технологічного процесу КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Алексашин					6	
Н. Контр.						ОНТУ		
Зав. каф.		Гапонюк						

Важливою характеристикою процесу подрібнення є витрати енергії. Є дві гіпотези, що визначають витрати енергії в залежності від ступені подрібнення — пропорційність затрат енергії площі новоутвореної поверхні матеріалів та пропорційність затрат енергії об'єму (або лінійним розміром) подрібненої сировини. Жодна з цих гіпотез не має кількісного визначення і не завжди узгоджується з практичними дослідженнями. Але є основні принципи подрібнення, додержання яких забезпечить найменші затрати енергії.

Не подрібнювати зайвого, тобто подрібнення треба вести тільки до даного ступеня, що необхідний для подальшого використання сировини. Частки матеріалу, що мають ці нормовані розміри, повинні негайно вилучуватись із машин.

Всі машини за ступенем подрібнення поділяють на три групи: машини для крупного (попереднього) подрібнення; машини для середнього і мілкового подрібнення; машини для тонкого подрібнення (розмелу).

Куски матеріалу до і після подрібнення звичайно не мають правильної форми. Тому у практиці розміри кусків визначають через розміри отворів сит, крізь які просіюють сипкий матеріал до і після подрібнення [16].

За розмірами кусків вихідної сировини і кінцевого продукту дробіння умовно поділяють на кілька класів (табл. 1.1)

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 — Класи подрібнення

Клас	Розмір кусків, мм	
	До подрібнення D	Після подрібнення d
Подрібнення крупне	1000	250
середнє	250	20
дрібне	20	1... 5
Помел грубий	1...5	0,1... 0,04
середній	0,1...0,04	0,005... 0,015
тонкий	0,1... 0,04	0,001... 0,005
колоїдний	= 0,1	= 0,001

Твердий матеріал можна зруйнувати і подрібнити до частинок потрібного розміру такими способами: роздавлюванням або розчавлюванням, розколюванням, розламуванням, різанням, розпилюванням, розтиранням, розбиванням і розриванням. Схематично ці способи зображені на рис. 1.1.

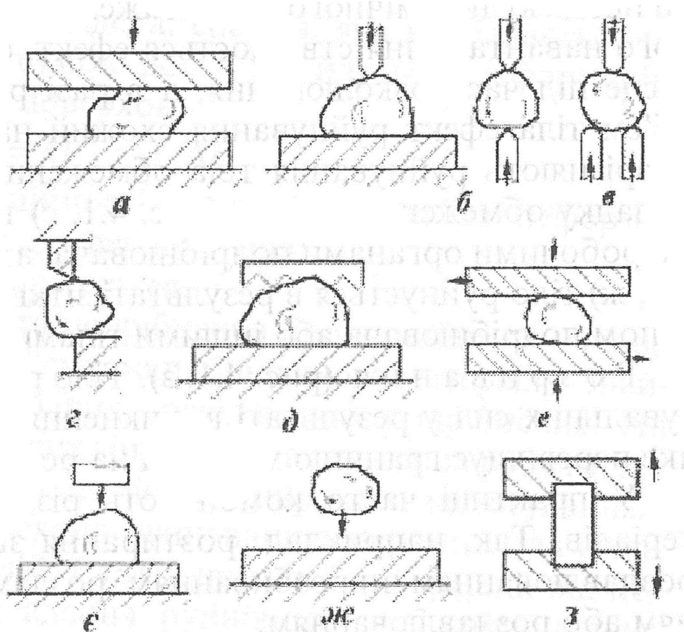


Рис. 1.1 — Способи подрібнення матеріалів

Роздавлювання (рис. 1.1, а). Тіло під впливом навантаження деформується по всьому об'єму і, коли внутрішнє напруження в ньому перевищить границю міцності на стиск, руйнується. В результаті такого руйнування утворюються частинки різного розміру і форми.

Розколювання (рис. 1.1, б). Тіло руйнується на частинки в місцях концентрації найбільших навантажень, які передаються клиноподібними робочими елементами подрібнювача. Частинки, що утворюються при цьому, більш однорідні за розмірами і формою, хоч форма, як і під час роздавлювання, мінлива. Спосіб розколювання досконаліший порівняно з роздавлюванням, оскільки дає можливість регулювати розмір одержуваних частинок.

Розламування (рис. 1.1, в). Тіло руйнується під впливом згинальних сил. Розміри і форми частинок після розламування приблизно такі самі, як і після розколювання.

Різання (рис. 1.1, г). Тіло ділиться на частинки наперед заданих розмірів і форми. Процес повністю керований.

Розпилювання (рис. 1.1, д). Результати такі самі, як і після різання. Процес цілком керований, а частинки мають наперед визначені розміри і форму.

Розтирання (рис. 1.1, е). Тіло подрібнюється під впливом стискальних, розтягувальних і зрізувальних сил. Утворюється дрібний порошкоподібний продукт.

Розбивання (рис. 1.1, є, ж). Тіло розпадається на частинки під дією динамічного навантаження. У випадку сконцентрованого навантаження створюється ефект, схожий на той, який має місце під час розколювання, а в разі розподілу зусиль на весь об'єм тіла ефект руйнування схожий на ефект роздавлювання. Розрізняють руйнування тіла обмеженим і вільним ударами.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку обмеженого удару (рис. 1.1, є) тіло руйнується між двома робочими органами подрібнювана, а при вільному ударі (рис. 1.1, ж) тіло руйнується в результаті зіткнення його з робочим органом подрібнювана або іншими тілами в польоті.

Розривання (рис. 1.1, з). Тіло руйнується під дією розтягувальних сил у результаті виникнення напруження в матеріалі, яке перевищує границю міцності на розрив.

У практиці часто комбінують різні способи дробіння матеріалів. Так, наприклад, розтирання завжди супроводжується роздавлюванням чи розбиванням, розламування — розколюванням або роздавлюванням.

Вибір способу подрібнення [16] залежить від фізичних властивостей і розмірів матеріалу. Основне значення має твердість. Дуже тверді матеріали недоцільно розривати, роздавлювати або стирати, бо вони стійкі проти таких дій. Для них найкращим способом подрібнення буде розбивання або розколювання.

Машини, що призначені для подрібнення твердих матеріалів, повинні працювати якомога повільніше (зменшується спрацювання машин дрібними твердими частинками).

Матеріали в кусках великих розмірів найкраще дробити роздавлюванням або розколюванням. Розтирання у цьому випадку недоцільне. Для матеріалів у вигляді кусків середніх розмірів дробіння має ґрунтуватися на розколюванні або розбиванні. Дуже дрібні матеріали найкраще подрібнювати розтиранням або розбиванням, для них зовсім непридатні способи роздавлювання або розламування.

Структура матеріалу також може істотно впливати на вибір способу дробіння. Для волокнистих матеріалів треба використовувати машини, дія

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

яких ґрунтується на різанні або розриванні. Очевидно, у цьому випадку роздавлювання не дасть позитивних результатів.

Процес подрібнення вимагає значних витрат енергії, тому визначення величини використаної енергії на подрібнення є основною проблемою в теорії подрібнення. Нині проблема достатньою мірою ще не розв'язана.

За спостереженнями Ребіндера, енергія, яка витрачається на подрібнення матеріалу, є сумою робіт, що йдуть на деформацію тіла і на утворення нових поверхонь

$$A = kV + A_n \Delta F, \quad (1.2)$$

де k — коефіцієнт пропорційності, що дорівнює роботі деформування одиниці об'єму твердого тала;

V — об'єм тіла, яке деформується.

Думка про те, що робота подрібнення пропорційна як наново утвореній поверхні, так і об'єму подрібнюваного матеріалу, знайшла своє відбиття у подальших дослідженнях подрібнення. На жаль, жодна із запропонованих гіпотез для визначення роботи, що витрачається на подрібнення, не дістала широкого застосування.

У загальному випадку схема руйнування твердого тіла складається з таких трьох стадій. Стадія пружної деформації від початкового моменту прикладення руйнівних сил, спричинених дією робочих органів машини, до моменту появи тріщин, що відповідає границі пружності. Стадія пластичної деформації, яка відображує переміщення елементів в окремих частинах тіла. В межах цієї стадії тіло розколюється, іноді сплющується і в усякому разі ущільнюється. Стадія дробіння тіла на частинки. В цій стадії енергія витрачається на утворення нових зовнішніх поверхонь і на пластично-в'язку деформацію речовини.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Класифікація подрібнювачів

Усі подрібнювані можна поділити на такі основні групи: 1) розколювальної і розламувальної дії, 2) роздавлювальної дії, 3) стирально-роздавлювальної дії, 4) ударної дії, 5) різальні машини, 6) колоїдні подрібнювані. В основу цієї класифікації покладено головний спосіб, яким подрібнюється матеріал у подрібнювані [1,2].

У літературі часто зустрічається класифікація подрібнювачів за крупністю одержуваних частинок (дробарки крупного, середнього і мілкового подрібнення та млини тонкого і колоїдного подрібнення). Недоліком такої класифікації є відсутність вказівки на спосіб подрібнення, який є основою роботи подрібнювана, а також те, що дробарку того самого типу залежно від її розмірів можна віднести до дробарок крупного, середнього і мілкового подрібнення, тобто до різних класів.

Дробарки розколювальної і розламувальної дії. Ці дробарки виявились особливо ефективними при крупному і середньому подрібненні. До них належать щоківі і конусні дробарки.

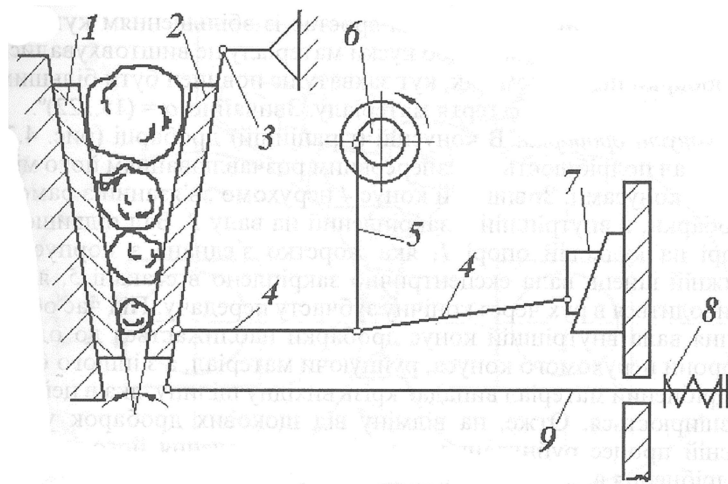


Рис. 1.2 — Схема щоківної дробарки

Щоківі дробарки можна використовувати для подрібнення гірських порід, вугілля, вапнякового каменю, а також інших будівельних матеріалів.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схему щоквої дробарки наведено на рис. 1.2. Робочими елементами щоквих дробарок є дві щоки: нерухома 1 і рухома 2, що коливається на осі 3. Щоки утворюють пащу. Матеріал потрапляє у пащу зверху.

Під час зближення щік куски матеріалу руйнуються, а під час розходження подрібнений матеріал випадає крізь нижню щілину в пащі. Приводить у дію рухома щока шатун 5, з'єднаний з ексцентриковим валом 6. Шатун з'єднаний шарнірно з рухомою щокою через розпирні плити 4. Тяга 9 і пружина 8 створюють натяг у рухомій системі і сприяють холостому ходу рухомої плити. Ширину випускної щілини регулюють взаємним переміщенням клинів 7. Основні переваги щоквих дробарок: простота і надійність конструкції, широка зона застосування, компактність і простота обслуговування. До недоліків слід віднести: періодичний характер дії на матеріал (тільки під час зближення щік) і невірноваженість рухомих мас, що спричинює шум і вібрацію під час дробіння. Ступінь подрібнення зростає із збільшенням кута захвату α . Проте для того, щоб куски матеріалу не виштовхувались з дробарки під тиском щік, кут захвату не повинен бути більшим від подвійного кута ер тертя матеріалу. Звичайно $\alpha = (15...22)^\circ$.

Конусні дробарки. В конусній (гіраційній) дробарці (рис. 1.3) матеріал подрібнюється безперервним розчавлюванням його між двома конусами. Зовнішній конус 4 нерухомо зв'язаний з рамою дробарки, а внутрішній 3 закріплений на валу 2. Вал підвищено вгорі на кульовій опорі 1, яка жорстко з'єднана з корпусом. Нижній кінець вала ексцентрично закріплено в стакані 5, який приводиться в рух через конічну зубчасту передачу. Під час обертання вала внутрішній конус дробарки наближається до однієї сторони нерухомого конуса, руйнуючи матеріал, а з іншого боку подрібнений матеріал випадає крізь вихідну щілину, яка в цей час розширюється. Отже, на відміну від щоквих дробарок у конусній процес руйнування матеріалу і видалення його із зони подрібнення відбувається безперервно.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

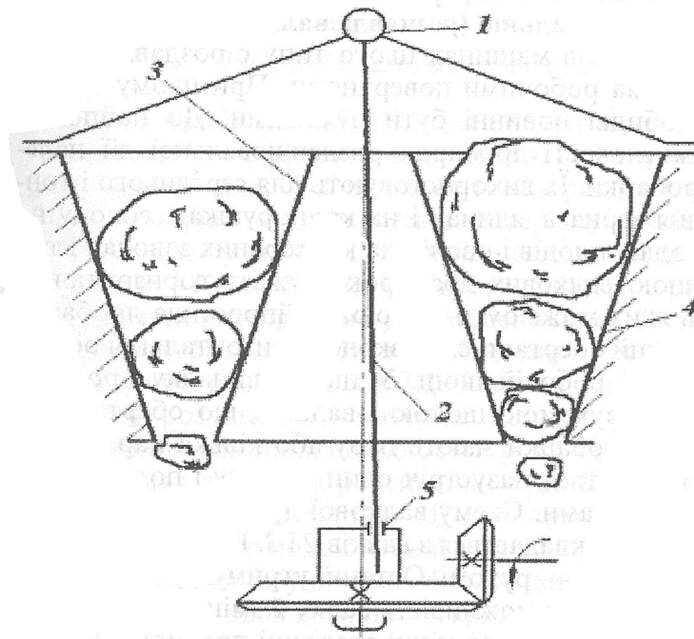


Рис. 1.3 — Схема конусної дробарки

Дробарки роздавлювальної (розчавлювальної) дії. Основним способом подрібнення в машинах цього типу є роздавлювання матеріалу між двома робочими поверхнями. При цьому одна з поверхонь або обидві повинні бути рухомими. До найпоширеніших у промисловості дробарок роздавлювальної дії належать валкові дробарки. Їх використовують для середнього і тонкого подрібнення зерна в млинах і на крупорушках, солоду на пивоварних заводах, плодів і овочів на консервних заводах і т. д. Робочою частиною валкових дробарок служать горизонтальні валки, кількість яких може бути різною. Найпростіша дробарка має один валок, який обертається навколо горизонтальної осі паралельно нерухомій робочій щочі. У цьому випадку дробіння відбувається між нерухомою щочкою і валком, що обертається. Проте найчастіше дробарки мають пару або кілька пар валків. Парні валки обертаються назустріч один одному і подрібнення відбувається між валками. Схему валкової дробарки зображено на рис. 1.4. Дробарка складається з валків 2 і 3. Підшипники валка 3 нерухомі, а валка 2 — рухомі. Останні утримуються за допомогою пружини 1, що дає можливість валку 2

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зміщуватись, коли у дробарку потрапляють надто міцні сторонні предмети. Розмір кусків продукту визначається шириною щілини між валками.

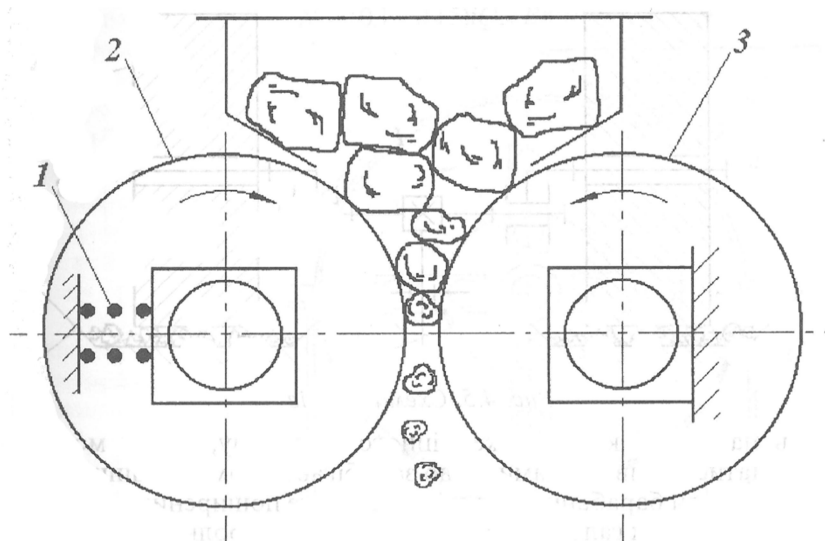


Рис. 1.4 — Схема валкової дробарки

Валкові дробарки [2] компактні і надійні в роботі. Гладенькі валки для подрібнення зерна мають діаметр (250...350) мм, швидкість обертання валків (2,5...5) м/с. Для розмелювання зерна використовують валки з рифленою поверхнею. Рифлі утворюють деякий кут з твірною вала. Такі валки не тільки роздавлюють, а й розколюють матеріал. Розмір кусків матеріалу, який надходить на дробіння, має бути в (20...25) разів меншим від діаметра гладеньких валків і в (10...12) разів меншим від діаметра рифлених валків.

Дробарки розтирально-роздавлювальної дії. У машинах цього типу матеріал дробиться комбіновано під дією прямого роздавлювання з розтиранням. Щоб мати розтиральний ефект, поверхні, які роздавлюють матеріал, повинні у відповідних точках мати різницю лінійних швидкостей руху. Це і передбачено в усіх конструкціях дробарок розтиральної дії. До них належать: жорна, бігуни і дискові млини. Ці дробарки використовують для дрібного і тонкого подрібнення. Розглянемо їх дію детальніше на прикладі роботи бігунів (рис. 1.5). У цій дробарці матеріал дробиться під дією двох важких котків 2, які котяться по дну чаші 4, в яку завантажують

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подрібнюваний матеріал. Котки обертаються навколо вертикальної осі 5 зубчастою передачею. Навколо горизонтальних осей 3 котки обертаються завдяки тертю між циліндричною поверхнею котків і матеріалом у чаші. Накочуючись на великі куски дуже міцного матеріалу, котки можуть підніматися кривошипами 1, що запобігає поломці машини.

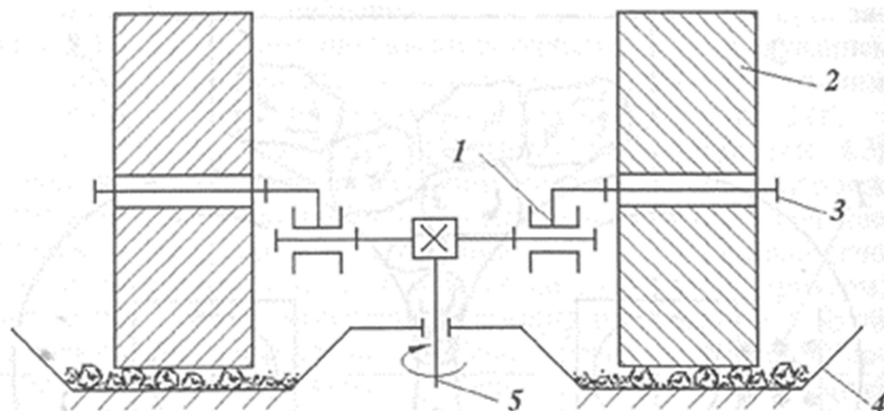


Рис. 1.5 — Схема бігунів

До появи барабаних млинів були дуже поширеними дробарками в багатьох галузях промисловості. Тепер роль їх дещо зменшилась, але там, де подрібнюють в'язкі матеріали і дробіння поєднується з перемішуванням, їх ще використовують.

Дробарки ударної дії. У цих дробарках матеріал дробиться ударним навантаженням, яке може виникнути під час падіння подрібнювальними органами в польоті, зіткнення в польоті самих частин матеріалу одна з одною. До дробарок ударної дії відносять молоткові, барабанні, дезінтегратори [13,14,19].

Молоткові дробарки (рис. 1.6) застосовують для дробіння зерна, картоплі, солоду, кісток, шквари та інших матеріалів. Робочими органами дробарки служать молотки 1, вільно насаджені на стрижні 2 дисків 3, змонтованих на валу 4. Під час обертання вала молотки стають у радіальне положення і б'ють куски матеріалу, який завантажують у живильник.

Матеріал вивантажують крізь сито 5, величина отворів якого визначає ступінь подрібнення матеріалу. Колова швидкість на кінцях молотків дробарки повинна бути достатньою, щоб забезпечити руйнування матеріалу в момент удару. Під час дробіння зерна вона становить (70...90) м/с. Число обертів ротора (вала з дисками) дробарки для зерна — 2100 об/хв, дробарки для кісток — (2800...3000). Продуктивність молоткових дробарок визначають експериментально.

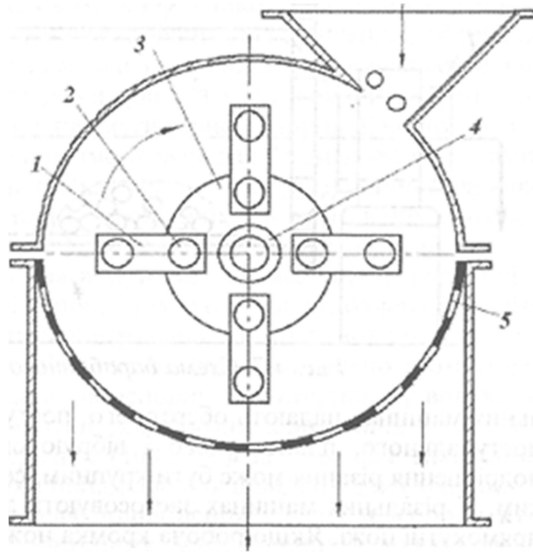


Рис. 1.6 — Схема молоткової дробарки

Потужність на валу молоткової дробарки можна наближено обчислити за емпіричною формулою

$$N = (0,1 - 0,15)iQ, \text{ кВт} \quad (1.3)$$

Барабанні млини (рис. 1.7) широко використовують для тонкого помелу матеріалів для багатотонних виробництв вугілля, цементу, тощо. Робочими елементами цих млинів є захищений броньованими плитами барабан 2 і завантажені в нього подрібнювальні органи 4 (кулі, стрижні, морська галька і т.д.). Під час обертання барабана тіла відцентровою силою притискаються до його стінки, піднімаються на деяку висоту, а потім падають або скочуються вниз. Якщо в барабані перебуватиме подрібнювальний матеріал, то

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перемелювальні органи подрібнюють його биттям при падінні, роздавлюванням і розтиранням під час скочування.

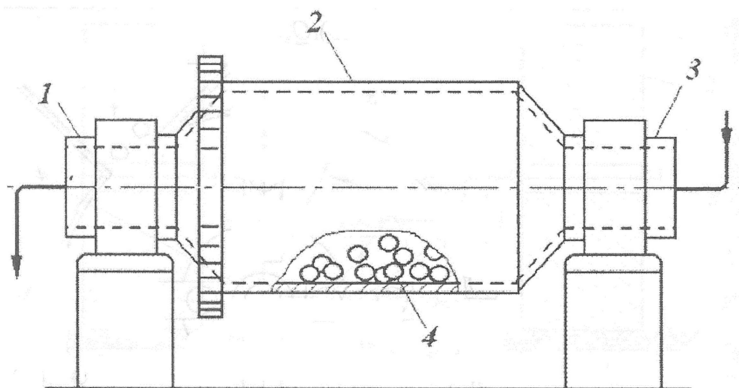


Рис. 1.7 — Схема барабанного млина

Подається матеріал у млин і виводиться з нього крізь порожнисті цапфи барабана 3 і 1. Переміщується матеріал під дією різниці його рівнів на вході і виході, а також під дією обертання барабана. Подрібнений матеріал вивантажується крізь цапфу 1 під дією власної ваги або з потоком повітря, висмоктуваного вентилятором.

Різальні машини застосовують для подрібнення полімерів, буряків, моркви, картоплі, м'яса, трав [2,13,14]. Під час різання зменшується їх сумарна поверхня, яка активно бере участь у наступних масообмінних процесах, змінюються властивості оброблювальної продукції. Робочим органом у різальних машинах є ніж. Ножам у різальних машинах надають обертового, поступального, поворотно-поступального, планетарного і вібруючого руху.

За ступенем подрібнення різання може бути крупним, середнім, дрібним і тонким. У різальних машинах застосовують дискові, серпоподібні і прямокутні ножі. Якщо робоча кромка ножа має зубчасту форму, ножі називають пилками. Найбільшого поширення у промисловості набули дискові і відцентрові різалки.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 1.8 зображені схеми багатодискових машин для різання м'яса і м'ясопродуктів. Салорізка (рис. 1.8, а), призначена для попереднього подрібнення жиру-сирцю, складається з корпуса 7, завантажувального бункера 4 і двох паралельних валів і. На першому закріплено дискові ножі 2 з проміжними шайбами 1 і затягувальними гайками; на другому — порожнистий барабан 6 з кільцевими рівчачками для лез ножів.

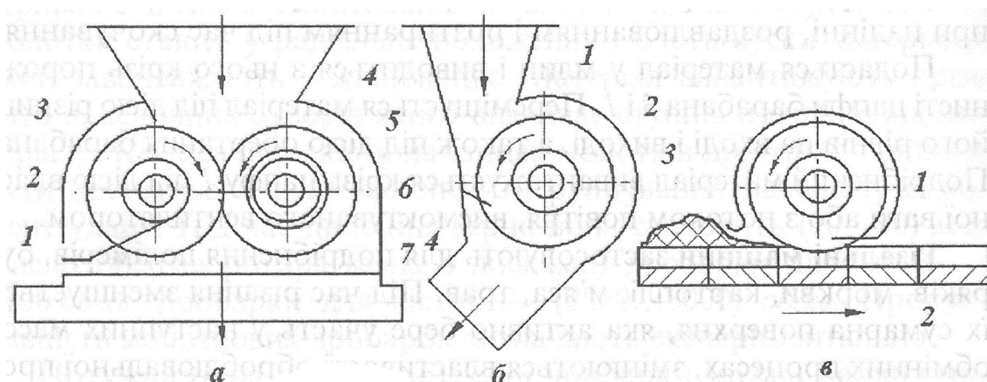


Рис. 1.8 — Схема багатодискових різальних машин

Колова швидкість ножів у багато разів більша від колової швидкості барабана, який служить живильником. Ця різниця швидкостей забезпечує перерізування сировини. Для очищення робочих поверхонь від прилиплих шматочків сировини встановлені скребки.

Багатодискові м'ясорізки (рис. 1.8, б) використовують для розрізування кусків м'яса на смуги певної ширини. В корпусі 1 із завантажувальним бункером змонтовані вал 3 з дисковими ножами 2 і напрямний гребінець 4. Якщо багатодискові машини подрібнюють м'ясо, яке подає транспортер 2 (рис. 1.8, в), то в них монтують штабу 1, яка не дає можливості м'ясу виноситись ножами.

Вовчки призначені для подрібнення м'яса, хліба, картоплі та інших продуктів [18]. У більшості цих машин передбачена механізована подача сировини. Конструкцію промислових вовчків запозичено від побутових м'ясорубок, лише збільшено геометричні розміри робочих органів. За

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

основну характеристику вовчка беруть діаметр дискової сітки: для промислових типів — (80...300) мм; число обертів черв'яка (100...200) за 1 хв для тихохідних, (200...300) для середніх і понад 300 для швидкохідних машин. Кутери призначені для подрібнення м'яса і м'ясопродуктів, перетворення їх на однорідну масу певних структурно-механічних властивостей.

Лінія підготовки зерна кукурудзи (рис. 1.9) складається з:

1. Стрічковий конвеєр
2. Сушарка
3. Автоматичні ваги
4. Бункери
5. Магнітне загородження
6. Дискова дробарка
7. Просіююча машина

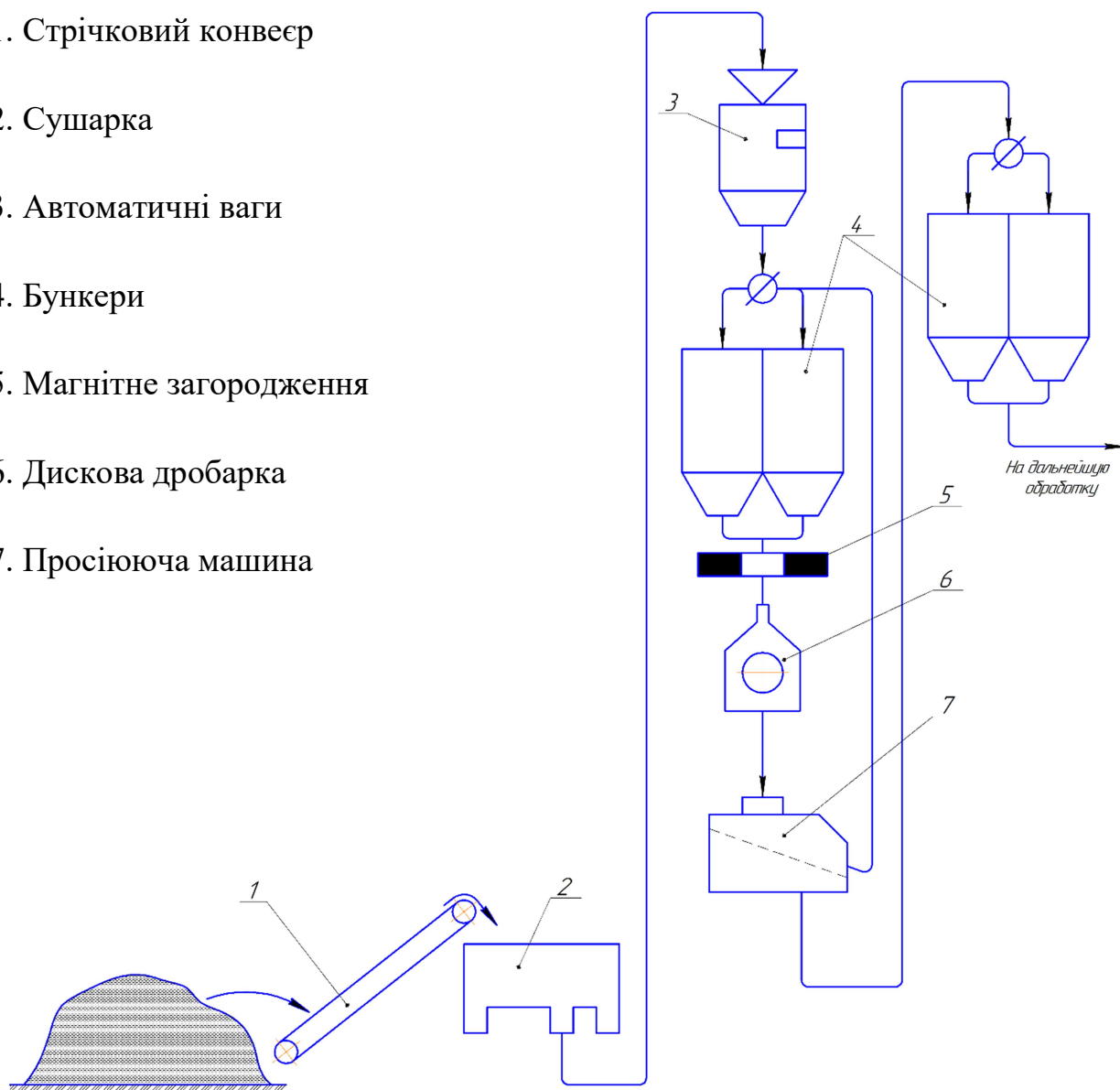


Рис. 1.9 Лінія підготовки зерна кукурудзи

1.2. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ НА СИРОВИНУ І ГОТОВУ ПРОДУКЦІЮ

Кукурудза відноситься до культур багатостороннього використання. Зерно кукурудзи — важливий харчовий продукт, основний концентрований корм, а також важлива сировина для промислової переробки [13.16]. Зріле зерно кукурудзи залежно від сорту чи гібриду містить приблизно 77% крохмалю, 2% цукру, 9% білка, 5% олії, 5% пентозану і 2% золи в розрахунку на суху речовину.

Організація наукового промислового використання кукурудзи перераховує більше 500 основних і побічних продуктів з кукурудзи, а також їх використання. Промислове використання кукурудзи можна розділити на 3 категорії: крохмалопаточної промисловості (мокрый помел), борошномельної (сухий помел) і бродильної промисловості. Подібна класифікація не є взаємовиключною, оскільки одна і та ж фірма може виробляти продукти крохмалопаточної, борошномельного та бродильного виробництва.

Зерно зубовидних і кременистих сортів і гібридів кукурудзи містить від 70 до 73% крохмалю і є найбільш цінною сировиною для виробництва крохмалепродуктів[13,14]. Існуюча технологія дозволяє отримувати до 95% крохмалю при використанні сухого зерна. Переробка кукурудзи на крохмалепродукты економічно вигідна. Кукурузокрахмальна промисловість дає галузях промисловості велику кількість цінних продуктів, будучи основним їх виробником. До них відносяться кукурудзяний крохмаль, карамельна патока, кристалічна глюкоза, кукурудзяна олія, корми, екстракт і багато іншого. З 100 кг безводного зерна кукурудзи на крохмальних заводах отримують 65–66 кг абсолютно сухого крохмалю, 3–3,5 кг масла, 12–14 кг кукурудзяного екстракту (48% сухих речовин) і 26–28 кг корму (10% вологи).

З 65 кг крохмалю виробляють зазвичай 83 кг патоки або 52 кг глюкози.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основними харчовими продуктами борошномельної промисловості є кукурудзяна мука, крупа, кукурудзяні пластівці та ін. Борошномельне виробництво полягає у механічному розподілі зерна кукурудзи на його складові частини: оболонки, ендосперм і зародок. У звичайній борошномельної практиці борошно дрібного помелу використовується як складова частина бісквітної борошна, як наповнювач або речовина для різних ковбасних виробів або як заміна пшеничного борошна.

Головною сировиною для бродильної промисловості служать крохмаль і цукор. У розвинених країнах спиртова і бродильна промисловість займають четверте місце за обсягом споживання кукурудзи.

Вони виробляють етиловий і бутилові спирти, ацетон, різні кислоти, гліцерин. Етиловий спирт або біоетанол можна отримувати з подрібненої кукурудзи, борошна або крохмалю.

З 100 кг крохмалю отримують 22,5 кг бутилового спирту, 11 кг ацетону і 3,7 кг етилового спирту. Бутиловий спирт переводять в битилацетат і використовують як розчинник лаків.

При отриманні бутилового спирту, ацетону і етилового спирту з борошна в процесі бродіння зазвичай виділяються CO_2 і водень. Водень і частина CO_2 йдуть на синтетичне виробництво метанолу, а залишився кількість CO_2 використовується на отримання сухого льоду.

Технічні вимоги до кукурудзи

За ГОСТ 13634-90 «Кукурудза»[14,16].

Цей стандарт поширюється на кукурудзу в зерні і качанах, заготовляється державної заготівельної системою і поставляється на продовольчі, кормові цілі і для переробки на комбікорми.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Терміни, що застосовуються в стандарті, та їх визначення — по ГОСТ 27186:

1.1. Залежно від кольору і форми зерна кукурудзу підрозділяють на типи, зазначені в табл. 1.2.

1.2. Кукурудзу, що містить домішки зерен кукурудзи інших типів більш норм, вказаних в табл. 1.2, визначають, як "суміш типів" із зазначенням типового складу у відсотках.

Таблиця 1.2

Номер і найменування типу	Колір і форма зерна	Вміст зерен або качанів інших типів,%, не більше	Приблизний перелік сортів і гібридів, які характеризують тип
I - Зубовидна жовта	Жовта, помаранчева, жовта з білою верхівкою. Переважно довгасто-видовженої зі скошеними боками і втиснула верхівкою зерна	15.0, в тому числі білої не більше 5.0	ВГІ-9 МБ, Дніпровський 1.26 ТВ, Краснодарський 303 ТБ, Краснодарський 436 МБ, Кубинський 311 МБ, Молдавський 2115 СВ, Поволзький 11ТВ
II- Зубовидна біла	Біла, палева, блідо-рожева. Переважно довгасто-видовженої зі скошеними боками і втиснула верхівкою зерна	15.0, в тому числі жовтої не більше 2,0	Дніпровська 200, Узбецька біла зубовидна
III - Кремниста жовта	жовта, помаранчева з білою верхівкою. Верхівка зерна округла без вдавненості. Зерно блискуче	15.0, в тому числі білої не більше 5,0	Буковинський ЗТВ (перше покоління), Воронежська 76, Імеретинський гібрид, Колективний 210 ТВ, Кремниста жовта місцева (Кавказька жовта), Узбецька 100
IV - Кремниста біла	Біла., Палева, блідо рожеві. Верхівка зерна округла без вдавненості. Зерно блискуче	15.0, в тому числі жовтої не більше 2.0	Кремниста біла місцева (Кавказька біла)
V- Напівзубовидна жовта	Жовта, помаранчева. Форма перехідна від зубовидної до кремнистої зі слабовдавненою	25.0, в тому числі бетою не більше 5.0	Буковіській 2 ТВ (друге покоління), Буковинський 3 ТВ (друге покоління), Буковинський 1'1 Т, Дніпровський 320 АМВ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

		верхівкою зерна або без вдавленности		
VI	-	Біла, палева, блідо-рожева форма перехідна від зубовидної до кремнистої зі слабовдавlenною верхівкою зерна або без вдавlenности	25,0, в тому числі жовтої не більше 2,0	Абашська напівзубовидна біла місцева
VII	-	Біла. Подовжена з клювовидною або округлої верхівкою. Зерно гладке	15,0, в тому числі жовтої не більше 2,0	
VIII	-	Жовта. Подовжена з клювовидною або округлої верхівкою. Зерно гладке	15,0, в тому числі білої не більше 5,0	Перлова 304
IX	-	Біла, світло-жовта. Зубовидна і напівзубовидна	3,0	

Технічні вимоги

2.1. Базисні норми [13,17], відповідно до яких проводять розрахунок за заготовлюється кукурудзу, вказані в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Найменування показника	Норма
Вологість зерна,%	14,0
Сміттєва домішка,%	1,0
Зернова домішка,%	2,0
Зараженість шкідниками	Не допускається

2.2. Обмежувальні норми для заготовленої в зерні і качанах кукурудзи, яку в залежності від якості поділяють на три класи, зазначені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Найменування показника	Норма для класу		
	1-го	2-го	3-го
Тип	I, II, V, VI	I - IX	I - IX Допускається суміш типів
Початки в обгортках,%, не більше *	2,0	2,0	2,0
Вологість зерна,%, не більше *	25,0	25,0	25,0
Сміттева домішка,%, не більше	5,0	5,0	5,0
в тому числі:			
Зіпсовані зерна кукурудзи	Не допускаються	1,0	у межах загального вмісту сміттевої домішки
Мінеральна домішка	0,3	у межах загального змісту сміттевої домішки	
в числі мінеральної домішки:			
Галька	0,3	1,0	1,0
Шкідлива домішка	Не допускається	0,5	1,0
в числі шкідливої домішки:			
Ріжки і головня	-	0 , 15	0,5
Гірчак повзучий, софора лисохвіст стная, термопсис ланцетний (в сукупності)	-	0,1	0,1
Вязель різнокольоровий	-	0,1	0,1
Геліотроп опушеноплідний	-	0,1	0,1
Триходесма сива і насіння рицини	Не допускаються		
Зернова домішка,%, не більше	5,0	10,0	15,0
в тому числі:			
Пророслі зерна	Не допускаються	2,0	5,0
Пошкоджені зерна кукурудзи	те ж	1,0	в межах норми загального вмісту зернової суміші
Зараженість шкідниками	Не допускається	Не допускається, крім зараженості кліщем не вище II ступеня	

* за згодою заготівельної організації і постачальника допускається вологість зерна і вміст початків в обгортках в заготовленій кукурудзі більш обмежувальних норм при наявності можливості доведення такого зерна до кондицій, що забезпечують його збереження.

2.3. Клас кукурудзи визначають за найгіршим значенням одного з показників якості зерна, встановленого в табл. 1.4.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

2.4. Кукурудза 1-го і 2-го класів призначена для використання на продовольчі цілі, а кукурудза 3-го класу — на кормові цілі і для вироблення комбікормів.

2.6. Для промислової переробки кукурудзу постачають тільки в зерні.

2.7. Для круп'яної промисловості постачають кукурудзу III-VI типів, для борошномельної промисловості — будь-якого типу. Допускається за узгодженням із споживачем поставляти для круп'яної промисловості кукурудзу інших типів.

Суміш типів не допускається.

Обмежувальні норми для кукурудзи, що поставляється для переробки в крупу та борошно, вказані в табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Найменування показника	Норма
Вологість,%, не більше	15,0
Сміттєва домішка,%, не більше	2,0
в тому числі:	
Зіпсовані зерна кукурудзи	1,0
Мінеральна домішка	0,3
в числі мінеральної домішки:	
Галька, руда та шлак	0,1
Шкідлива домішка	0,2
в числі шкідливої домішки:	
Ріжки і головня	0,15
Гірчак повзучий і вязель різнокольоровий	0,1
Триходесма сива, геліотроп опушеноплідний і насіння рицини	Не допускаються
Зернова домішка, %, не більше	

2.8. Для концентратної промисловості постачають кукурудзу IV, VII і VIII типів, а підприємствам громадського харчування — III, IV і VII типів. Допускається за узгодженням із споживачем поставляти кукурудзу інших

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

типів. Суміш типів не допускається.

Обмежувальні норми для кукурудзи, що поставляється концентратної промисловості та підприємствам громадського харчування, вказані в табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Найменування показника	Норма
Вологість,%, не більше	15,0
Вологість зерна, що піддавалося штучному сушінню,%, не менше	13,0
Сміттєва домішка, ° / о, не більше в тому числі:	1,0
Зіпсовані зерна кукурудзи	0,5
Мінеральна домішка	0,3
у числі мінеральної домішки галька, руда і шлаж	0,1
Шкідлива домішка в числі шкідливої домішки:	0,2
Ріжки і головня	0,15
Гірчак повзучий і вязель різнокольоровий	0,1
триходесма сива, геліотроп опушеноплідний і насіння рицини	Не допускаються
Зернова домішка,%, не більше	7,0
в тому числі: пророслі зерна	2,0
пошкоджені зерна кукурудзи	1,0
Зерна кукурудзи, що проходять через сито з отворами діаметром 8 мм, %, не більше	10,0
Зараженість шкідниками	Не допускається

2.9. Для крахмалопаточної промисловості постачають кукурудзу I, II, V і VI типів. Допускається за узгодженням із споживачем поставляти кукурудзу інших типів. Суміш типів не допускається.

Обмежувальні норми для кукурудзи, що поставляється для переробки в крохмаль, патоку і вироблення продуктів дитячого харчування, зазначені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Найменування показника	Норма для кукурудзи, призначеної для вироблення	
	продуктів дитячого харчування	крохмалю, патоки
Вологість,%, не більше	15.0	15.0
Вологість зерна, що піддавалося штучному сушінню,%, не менше	13.0	13.0
Схожість,%, не менше	55,0	55,0
Сміттєва домішка,%, не більше	2,0	3 , 0
в тому числі: зіпсовані зерна кукурудзи	Не допускаються	1,0
мінеральна домішка	0,3	у межах норми загального вмісту сміттєвої домішки
в числі мінеральної домішки галька, руда та шлак	0,1	те ж
шкідлива домішка	Не допускається	0,2
в числі шкідливої домішки: ріжки і головня		0.15
гірчак повзучий і вязель різнокольоровий		0,1
триходесма сива, геліотроп опушеноплідний і насіння рицини	Не допускаються	
Зернова домішка,%, не більше	3.0	7.0
В тому числі пошкоджені і пророщені зерна кукурудзи	Не допускаються	7.0
Зараженість шкідниками	Не допускається	Не допускається, крім зараженості кліщем не вище 1 ступеня

2.10. Для вироблення комбікормів і на кормові цілі постачають кукурудзу будь-якого типу, а також суміш типів. Обмежувальні норми для

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

кукурудзи, що поставляється для вироблення комбікормів і на кормові цілі, вказані в табл. 1.8.

Таблиця 1.8

Найменування показника	Норма
Вологість,%, не більше	15,0
Сміттєва домішка,%, не більше	5,0
в тому числі:	
Мінеральна домішка	1,0
Шкідлива домішка	0,2
в числі шкідливої домішки:	
Ріжки і головня	0,15
Гірчак повзучий і вязель різнокольоровий	0,1
Триходесма сива, геліотроп опушеноплідний і насіння рицини	Не допускаються
Зернова домішка,%, не більше	15,0
в тому числі:	
Зерна культурних рослин, віднесені до зернової домішки	2,0
Проросшіє зерна	5,0
Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщем не вище I ступеня

2.11. Заготовлюється і поставляється кукурудза повинна бути в здоровому негріющому стані; мати властиві здоровому зерну нормальний колір, характерний для даного типу, і нормальний запах (без затхлого, солодового, пліснявого, стороннього запахів).

2.12. Вміст токсичних елементів, мікотоксинів і пестицидів в кукурудзі не повинно перевищувати допустимі рівні, встановлені медико-біологічним вимогами і санітарними нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів МОЗ СРСР.

2.13. Вимоги до якості продукції, що експортується кукурудзи

встановлюють у договорі (контракті) між постачальником і зовнішньоекономічною організацією або іноземним покупцем. На вимогу Держкомісії Ради Міністрів СРСР по продовольству і закупівлях норми і показники якості імпортованої кукурудзи допускається змінювати в договорі (контракті) зовнішньоекономічної організації.

2.14. Склад основного зерна, сміттевої та зернової домішок:

2.14.1. До основного зерна укіс: цілі та пошкоджені зерна кукурудзи, за характером їхніх ушкоджень не віднесені до сміттевої і зернової домішок: 50% маси битих і з'їдених зерен кукурудзи, незалежно від характеру і розміру їхніх ушкоджень; в кукурудзі заготовленої 3-го класу і поставляється для вироблення комбікормів і на кормові цілі-зерна і насіння інших культурних рослин, не віднесені відповідно до стандартів на ці культури за характером їхніх ушкоджень до смітної і (або) зернової домішки.

2.14.2. До смітної домішки відносять: весь прохід через сито з отворами діаметром 2,5 мм; у залишку на ситі з отворами діаметром 2,5 мм: мінеральну домішку: грудочки землі, камінчики, гальку, частинки шлаку, руди і т. д. ; органічну домішку: плівки, частинки стержнів, стебел, листя, обгортки качанів, мертві комахи і т. п. ; насіння дикорослих рослин: зіпсовані зерна кукурудзи — цілі і биті з явно зіпсованим ендоспермом від світло-бурого до темно-коричневого кольору; з пухкої кришиться консистенцією ендосперму; з потемнілим і (або) запліснявілі зародків при наявності видимого нальоту цвілевих грибів на поверхні і (або) під оболонкою в області зародка; шкідливу домішку — ріжки, головне, уражені нематодою зерна, гірчак повзучий, софора лісохвостная, термопсис ланцетний, вязель різнокольоровий, геліотроп опушечноплідний, тріходесму сиву, насіння рицини; в кукурудзі для продовольчих цілей — будь-які зерна і насіння інших культурних рослин; в кукурудзі для вироблення комбікормів і на кормові цілі — зерна і насіння інших культурних рослин, віднесені

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідно до стандартів на ці культури за характером їхніх ушкоджень до смітної домішки.

2.14.3. До зернової домішки відносять у залишку на ситі з отворами діаметром 2,5 мм зерна кукурудзи: 50% маси битих і з'їдених, незалежно від характеру і розміру їхніх ушкоджень; давлені; щуплі; пророслі — з вийшли назовні корінцем і (або) паростків або з втраченим корінцем і паростків, але деформовані з явно зміненим кольором оболонки внаслідок проростання; пошкоджені — зерна зі зміненим кольором оболонки і з ендоспермом від кремового до світло-бурого кольору, а також з потемнівшим зародком від світло-бурого до темно-коричневого кольору, без видимого нальоту цвілевих грибів на поверхні і під оболонкою в області зародка; в кукурудзі, що заготовлюється 3-го класу і поставляється для вироблення комбікормів і на кормові цілі — зерна і насіння інших культурних рослин, віднесені відповідно до стандартів на ці культури за характером пошкоджень до зернової домішки.

Технічні вимоги до кукурудзяної муки

1.1. По ГОСТ 14176-69 «Борошно кукурудзяне. Технічні умови» [17] повинна вироблятися відповідно до вимог цього стандарту за технологічними правилами, затвердженими в установленому порядку.

1.2. Кукурудзяне борошно виробляють тонкого помелу, грубого помелу і шпалерну.

1.3. Кукурудза, призначена для переробки на борошно, повинна відповідати вимогам ГОСТ 13634.

1.4. За показниками якості кукурудзяна мука повинна відповідати вимогам, зазначеним в таблиці 1.9.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9

Найменування показника	Характеристика і норма для борошна		
	тонкого помелу	грубого помелу	шпалерного
Колір	Білий або жовтий		
Запах	Властивий кукурудзяному борошні, без сторонніх запахів, незатхлий, не пліснявий		
Смак	Властивий кукурудзяного борошна. Без присмаків, не кислий, негіркий, без сторонніх запахів		
Мінеральна домішка	При розжовування борошна не повинно відчуватися хрускоту		
Вологість,%, не більше	15.0	15.0	15.0
Зольність в перерахунку на суху речовину,%, не більше	0.9	1.3	-
Жир в перерахунку на суху речовину,%, не більше	2.5	3.0	-
Крупність помелу,%: залишок па ситі з шовкової тканини № 23 по ГОСТ 4403, не більше	2	-	-
залишок на ситі з дротяної сітки по ТУ 14-4-1374, не більше	-	2 сітка №056	5 сітка № 067
Прохід через сито з шовкової тканини № 32 по ГОСТ 4403, не менше	30	-	-
Металомагнітна домішка, мг в 1 кг борошна, розміром окремих частинок і найбільшому лінійному вимірі не більше 0.3 мм і (або) масою не більше 0.4 мг, не більше	3	3	3
Розміром і масою окремих частинок більше вказаних вище значень	Не допускається		
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається		
Забрудненість шкідниками хлібних запасів	Не допускається		

Вміст токсичних елементів, мікротоксинів і пестицидів в борошні не повинно перевищувати допустимі рівні, встановлені медико-біологічними вимогами і санітарними нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 КРИТИЧНИЙ ОГЛЯД В ОБЛАСТІ ТЕМИ ПРОЕКТУ

1.3.1. Функціональні схеми і конструкції технологічного устаткування

У працях низки дослідників відзначається доказ того, що мінімальна енергоємність складається в процесі удару. Так, у дослідженнях Д. Беренса, проведених на досить крихких матеріалах, встановлено факт того, що роботи на подрібнення при ударі складають до 42% від роботи на подрібнення при роздавлюванні. Даний факт підтверджується працями С. В. Мельникова і вченого-дослідника Ф. Р. Плохова.

Вибір на користь ударного подрібнення пропонується в працях В. А. Денисова. Він вважає, що ефективність подрібнення визначається і залежить від часу додатки зовнішніх сил і температурного режиму подрібнення матеріалу.

Вченим Барабашкіним В. П. зазначається, що вартість машин (питома) з ударною дією нижче, ніж вальцьових, які працюють на основі принципу роздавлювання, до 2,0 разів, маса знижується в 4 рази, потужність двигунів до 1,6 раз.

Таким чином, на сучасному етапі розвитку техніки і технологій, наявне обладнання для подрібнення зерна одноманітно [20,45]. Принцип їх дії здійснюється за рахунок руйнування зернового матеріалу шляхом зусилля стиску і зсуву. До таких належать молоткові дробарки та вальцьові млини.

Однак, в даний час в процесі подрібнення зернового матеріалу, на спец. підприємствах актуальними стають ударно-відцентрові подрібнювачі, до числа яких слід віднести: відцентрові дробарки, дисмембратори, дезінтегратори, при необхідності отримання продукції тонкого помелу – струминні млини і колоїдні та ін.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ударно-відцентрові дробарки [1,2], мають меншу металоємність і енергоємність, прості і дешеві, мають більшу продуктивність у порівнянні з іншими дробарками ударного типу.

На сучасному етапі багатьох дослідників цікавить проблема застосування подрібнювачів, що конструктивно і технологічно відрізняються від молоткових, зокрема — відцентрових дробарок.

В основі їх дії — принцип розгону зернівки при впливі центробіжних сил інерції, з ударом об перешкоду. Однак, більшість подрібнювачів характеризує низька металоємність і енергоємність, середня якість отриманого продукту, знижений рівень шумового впливу і вібрації та ін.

В даний час використання даного виду подрібнювачів визначається низьким дослідженням конструкційних параметрів, а також відсутністю прийнятих методик розрахунку параметрів і режимів роботи їх основних робочих органів.

Дисмембратори [47,48,50] останнім часом все більш широко застосовуються для тонкого і надтонкого подрібнення м'яких мінеральних і органічних матеріалів. Дезінтегратори складається з циліндричних стрижнів, насаджених на 2 диска, які обертаються в протилежні сторони. Дезінтегратор з одним ротором і нерухомими пальцями замість другого називається дисмембратори. Так як у дисмембратор рухливі тільки один диск, то по своїй конструкції машини є більш компактним у порівнянні з дезінтеграторами. Ударні тіла в дисмембратор може мати форму циліндричних пальців діаметром 8–15 мм, тип що застосовується в дезінтеграторах, або в формі невеликих штифтів з гострою кромкою, що мають саму різноманітну конфігурацію.

На рис. 1.10 представлена конструкція дискової дробарки (десмембратора). Робочим органом її є два кільцеподібних сталевих диска с

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пальцями, з яких один диск *1* закріплений на валу *2* і обертається від шківа *3*. Інший диск *4* закріплений нерухомо в корпусі *5* машини. Продукт надходить з бункера *6* через що живить механізм *7*, який одержує коливання від ексцентрика *8*. Ексцентрик обертається від шківа *9*, який отримує рух від шківа *10* або *11*. В останньому випадку бункер *6* необхідно повернути на 180° . Так як діаметри шківів *10* і *11* різний, то можна отримати різну ступінь подачі матеріалів. Муфта *12*, жорстко сидить на валу *2*, може переміщатися разом з валом.

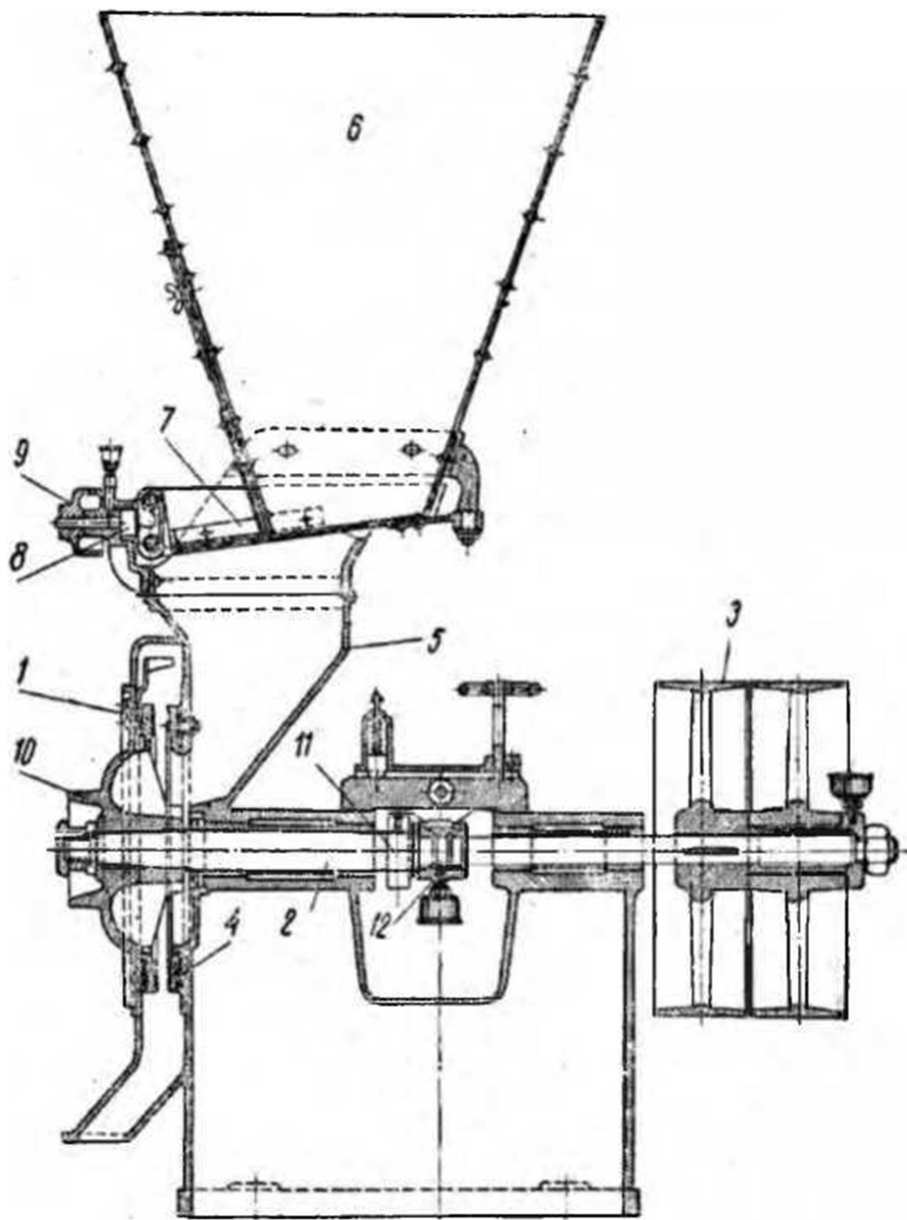


Рис. 1.10 — Конструкція дискової дробарки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16

Арк.

35

На рис. 1.11 показаний механізм для автоматичного регулювання величини зазору між дисками.

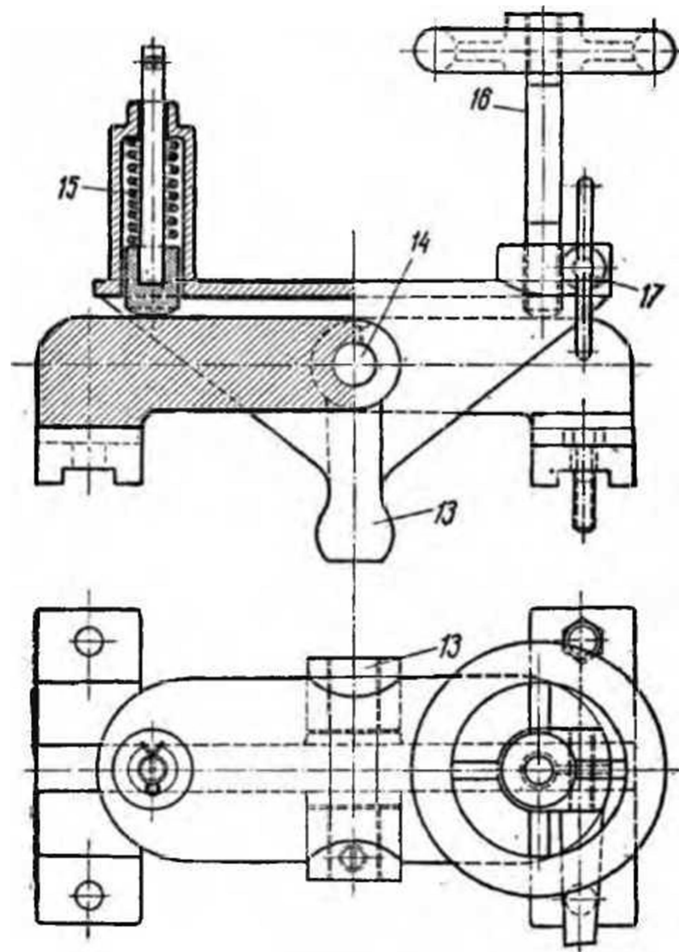


Рис. 1.11 — Механізм для автоматичного регулювання величини зазору між дисками

При повороті вилкоподібній деталі 13 проти годинникової стрілки навколо осі вона повинна подолати опір пружини 15. Крайнє ліве положення деталі 13 встановлюється за допомогою гвинта 16. Таким чином, робочий зазор між дисками можна встановити за допомогою гвинта 16. При попаданні в робочий зазор стороннього тіла рухомий диск з валом переміщається вправо, долаючи через деталь 13 опір пружини 15. за допомогою затискного гвинта 17 можна закріпити положення гвинта 16.

При діаметрі дисків в 400 мм і окружної швидкості обертання в

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7–8 м / сек продуктивність цих машин становить 600–800 кг / год при великому дробленні і 300–340 кг / год при дрібному дробленні. Потрібна потужність

4–5 л. с.

Для дроблення кукурудзяного зерна застосовуються дробарки наступних типів: С15-ПД2-К-100, ЗД2-Д-250, ЗДД-250, ДДК-100 і РЗ-ГДК-250.

Дробарка РЗ-ГДК-250 (продуктивність по товарній кукурудзі 10 т / год) (рисунок 1.12) призначена для грубого дроблення замоченого кукурудзяного зерна на першому і другому ступенях дроблення з проміжним виділенням зародка.

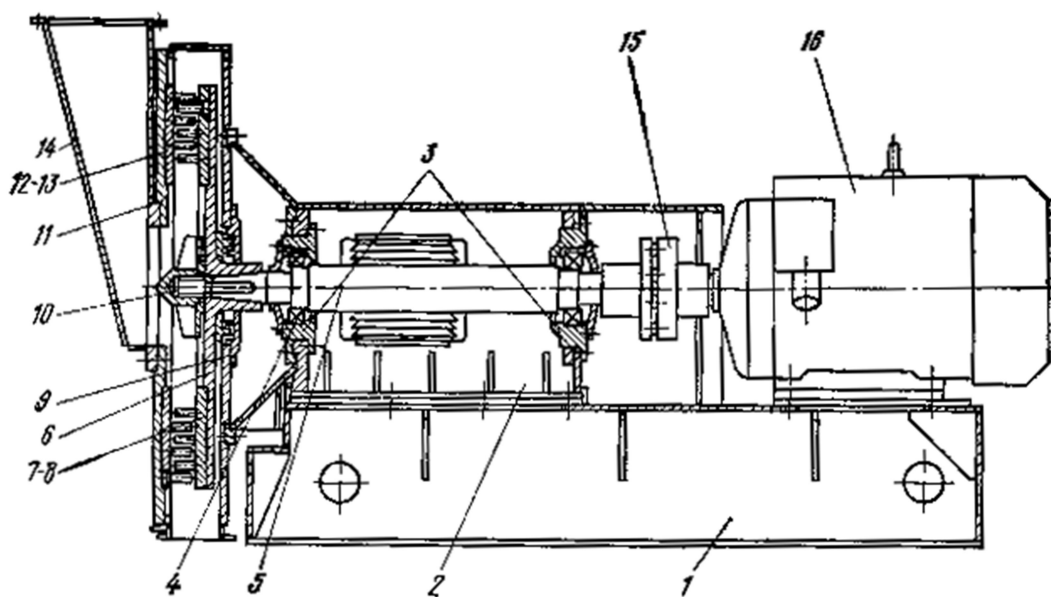


Рис. 1.12 — Дробарка РЗ-ГДК-250

Дробарка РЗ-ГДК-250 складається з: станини 1; стійки 2 для кріплення підшипників 3, 4; вала 5 з диском 6; кільцевого диска 7 з трьома рядами пальців 8; кожуха 9 з кришкою 11; нерухомого диска 12 з трьома рядами пальців 13; живильної горловини 14; гайки-крильчатки 10 і приводу (15, 16).

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Зерно через живильну горловину надходить в камеру дроблення в простір між нерухомими і обертовими пальцями. Рівномірному розподілу продукту сприяє гайка-крильчатка, встановлена на кінці валу. Зерно, багаторазово стикаючись з ударними елементами (пальцями рухомого і нерухомого дисків), руйнується на п'ять–шість частин, що дуже ефективно, так як більш тонке дроблення тягне за собою подрібнення значної частини зародка і призводить до його втрат і ускладнень в процесі нарікання крохмальних суспензій. Дроблення продукту здійснюється за способом вільного удару. Подрібнений продукт виводиться з машини через отвори в нижній частині камери дроблення.

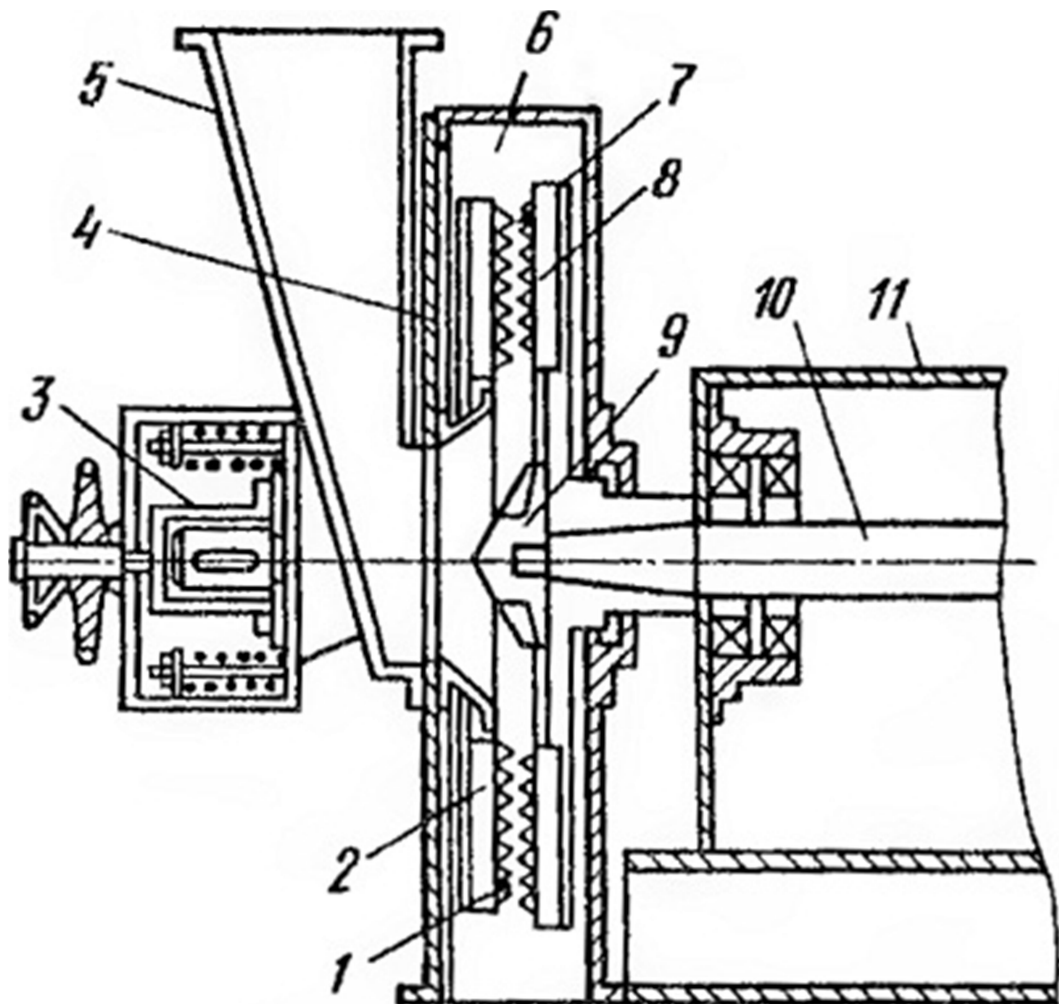


Рис. 1.13 — Дробарка марки ЗД2-Д-250

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16

Арк.

38

Дробарка марки ЗД2-Д-250 приведена на рис. 1.13. Продукт надходить через лійку 5, укріплену на кришці 4. Основний робочий орган дробарки – ротор, закріплений на валу 10 і утримуваний гайкою з лопатками 9. Під дією відцентрової сили продукт потрапляє між двома дисками 2 і 8. Не поворотній диск 2 закріплений на кришці камери дроблення 6. Обидва диска забезпечені пірамідальні зуби 7, по розташованій концентричних колах. Диск 2 може переміщатися в осьовому напрямку за допомогою механізму 3. Вал 10 дробарки укладений в корпус 11. При обертанні диска 2 кукурудза подрібнюється за принципом сколювання і викидається в приймальну камеру для подрібненого зерна.

1.3.2. Результати науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт

Подрібнення піддавали ячмінь сорту Таловский 9: засміченість домішками 3%, вологість зерна 13–14%. Як зразок для порівняння використовувалася серійна дробарка КДУ-2, що застосовується в господарстві для дроблення зерна.

На дробарці КДУ-2 для порівняльних випробувань були встановлені нові молотки і решето. У таблиці 5.1 представлені техніко-економічні показники порівнюваних подрібнювачів.

Таблиця 1.2 — Техніко-економічні показники виробничої перевірки УЦП

Показники	КДУ-2	УЦП
Продуктивність при подрібненні зерна, <i>т / ч</i>	3	1,2
Питома енергоємність, <i>кВт год / т</i>	12,5	5
Середньозважений розмір готового продукту, <i>мм</i>	1,2	1, 0

За підсумками попередніх випробувань УЦП і КДУ-2 видно, що його показники експериментального подрібнювача в порівнянні з молоткової дробаркою набагато краще, в зв'язку з тим, що питомі енерговитрати в два рази нижче за порівняно однакових розмірах готового продукту.

1.3.3 Опис винаходів и патентів

Дробарка штифтового типу РФ № 2406569

Дробарка складається з корпусу, що утворює разом з кришкою робочу камеру, ротора, двох штифтових дисків, живильника з магнітною захистом, металозбірник і пневмоприймач. Обидва диска виконані з можливістю обертання в протилежні сторони з різною частотою обертання за допомогою планетарної зубчастої передачі. Штифти, закріплені на дисках, мають к криловидну форму. Напрямок крил на одному диску протилежно напрямку крил на іншому диску. У корпусі дробарки на валу розташований шнек для нагнітання подрібнюється продукту в зону між обертовими дисками. Таке конструктивне виконання дозволить забезпечити інтенсифікацію процесу подрібнення, знизити питому енергоємність процесу дроблення, зменшити питомі навантаження на штифти, знизити механічний знос дисків з штифтами, забезпечити підтримку заданого дисперсного складу одержуваного продукту.

Винахід відноситься до харчової промисловості і може бути використано для подрібнення плодового, фруктового і іншого харчового рослинного і тваринного сировини.

У харчовій промисловості подрібнення застосовують в наступних цілях: для підготовки сировини до приготування їжі, додання продукту необхідної консистенції, порціонування продукту, утилізації відходів сировини і залишків їжі, для збільшення поверхні твердих матеріалів з метою підвищення швидкості біохімічних і дифузійних процесів при переробці

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фруктів, овочів і т. д. Подрібнення використовують в борошномельної, м'ясному, цукробуряковому, спиртовому, пивоварному, консервному та інших галузях промисловості.

Найбільш близьким за технічною сутністю і досягається ефекту є дисмембратор [Антипов С.Т. Машины та апарати харчових виробництв (підручник з грифом) [Текст] / С.Т.Антипов, І.Т.Кретов, А.Н.Остріков, В.А.Панфілов, О.А.Ураков. - М.: Вища школа, В 2-х т., Т.1. - 2001. - 703 с], що складається з корпусу, що утворює разом з відкидною кришкою робочу камеру, ротора зі знімним штифтовим диском, нерухомого диска зі штифтами, закріпленого на кришці, живильника з магнітною захистом, металозбірника і пневмоприймачів.

Недоліками відомого дисмембратора є:

— складність підтримки заданого дисперсного складу подрібнених частинок через відсутність регульованої величини робочого зазору між штифтами, розташованими на знімному і нерухомому дисках;

— висока питома енергоємність процесу подрібнення, обумовлена відсутністю можливості скорочення тривалості технологічного циклу;

— значні питомі навантаження на робочий орган дисмембратор (штифти) через нераціональну силову схему дії продукту на поверхню штифтів;

— неточність підібраних геометричних і кінематичних параметрів дисмембратор викликає підвищений знос робочих органів (дисків зі штифтами), що може привести до їх передчасного виходу з ладу.

Технічною задачею винаходу є інтенсифікація процесу подрібнення, зниження питомої енергоємності процесу за рахунок скорочення тривалості технологічного циклу, зменшення питомих навантажень на штифти

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

внаслідок використання раціональної силової схеми дії продукту на поверхню криловидних штифтів, зниження механічного зносу дисків зі штифтами через науково-обґрунтованого підбору геометричних і кінематичних параметрів робочих органів дробарки, підтримання заданого дисперсного складу отримуюмого продукту, що позитивно позначається на якості матеріалу, що подрібнюється готового продукту.

Поставлена технічна задача винаходу досягається тим, що в дробарці, що складається з корпусу, що утворює разом з кришкою робочу камеру, ротора, двох штифтових дисків, живильника з магнітною захистом, металосборника і пневмоприймачів, новим є те, що обидва диска виконані з можливістю обертання в протилежні боки з різною частотою обертання за допомогою планетарної зубчастої передачі, штифти, закріплені на дисках, мають криловидну форму, причому напрямок крил на одному диску протилежно напрямку крил на другому диску, в корпусі дробарки на валу розташований шнек для нагнітання подрібнюється продукту в зону між обертовими дисками.

Технічний результат полягає в підвищенні якості подрібнення за рахунок отримання заданого дисперсного складу подрібнених частинок продукту, зниження питомої енергоємності процесу за рахунок скорочення тривалості технологічного циклу, зменшення питомих навантажень на штифти внаслідок використання раціональної силової схеми дії продукту на поверхню криловидних штифтів, зниження механічного зносу дисків з штифтами завдяки науково-обґрунтованого підбору геометричних і кінематичних параметрів робочих органів дробарки.

На рис. 1.15 зображений поперечний розріз дробарки; на рис 1.16 — вид зліва дробарки; на рис. 1.17 — вид I на рис 1.16; на рис 1.18 — вид В на рис. 1.17.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дробарка (рис. 1.15 і 1.16) складається з корпусу 1, що утворює разом з кришкою 2 робочу камеру 3, вала 4, дисків 5 і 6 із закріпленими на них штифтами 10, живильника 7 з магнітною захистом, електродвигуна 16, металосборника 8, пневмоприймачів 9, завантажувального патрубку 15 і планетарної зубчастої передачі. Планетарна зубчаста передача складається з ведучого центрального зубчастого колеса 11, нерухомого центрального зубчастого колеса 18, веденого водила 17 і трьох сателітів 13, що обертаються разом з осями 12 навколо вала 4. На відомому водію 17 жорстко кріпиться диск 5.

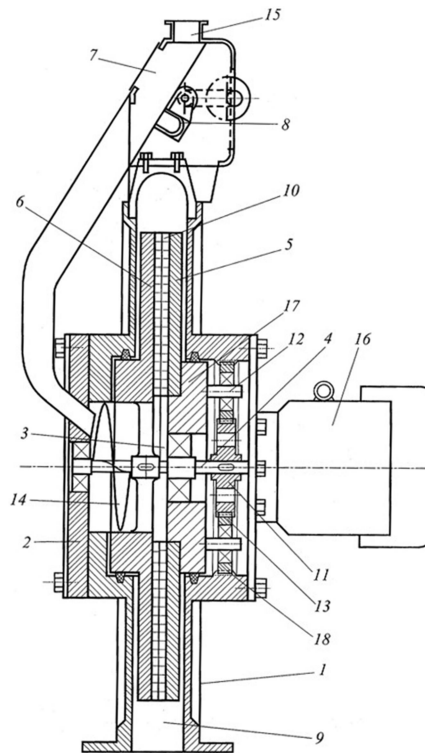


Рисунок 1.15 — Поперечний розріз дробарки

Планетарна зубчаста передача забезпечує протилежне напрямок обертання водила 17 (а, отже, і диска 5) і центрального зубчастого колеса 11, на якому жорстко кріпиться диск 6, так як передавальне відношення і має від'ємне значення:

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$i = -(z_3 / z_1), \quad (1)$$

де z_1 і z_3 — відповідно числа зубів зубчастих коліс 11 і 13.

На валу 4 закріплені штифтовий диск 6 і шнек 14 для нагнітання подрібнюється продукту в зону між обертовими дисками 5 і 6 (рис 1.16).

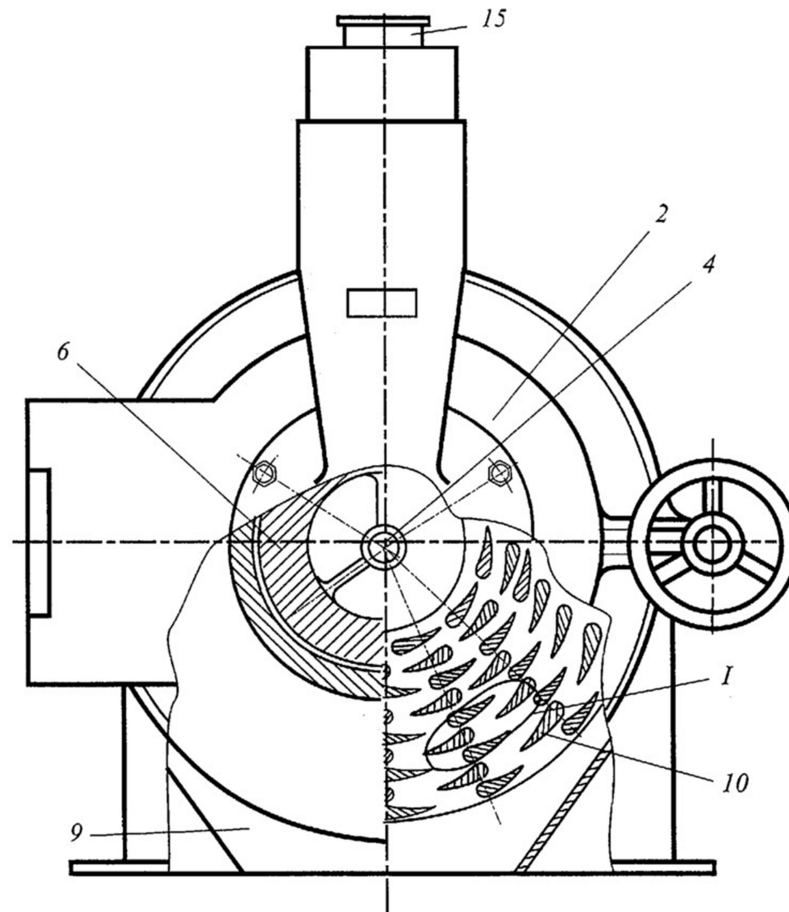


Рисунок 1.16 — Поперечний розріз дробарки

Штифти 10, закріплені на дисках 5 і 6, мають криловидну форму, причому напрямок крил на диску 5 протилежно напрямку крил на диску 6 (рис. 1.16 і 1.17).

Криловидна форма штифтів 10 і їх протилежний зміст на дисках 5 і 6, що обертаються в протилежні сторони з різними частотами обертання ω_1 і ω_3 , пояснюється такими міркуваннями.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відомо, що існують такі способи подрібнення: роздавлювання, розколювання, розламування, різання, розпилювання, стирання, подрібнення за допомогою удару [Процеси і апарати харчових виробництв: Учеб. для вузів: в 2 кн. / А.Н.Остріков, Ю.В.Красовіцкій, А.А.Шевцов і ін .; під ред. А.Н.Острікова. - СПб .: ГИОРД 2006. - Кн.1. - 632 с.]. У даній дробарці реалізуються вище перелічені способи подрібнення.

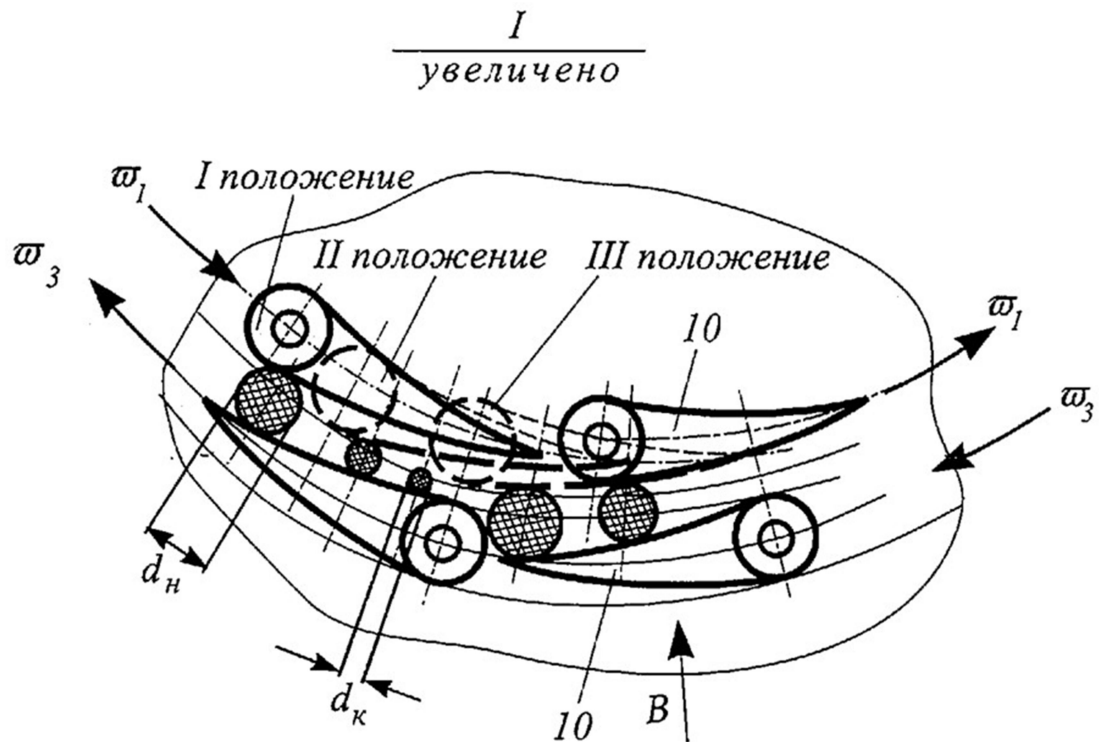


Рисунок 1.17 — Вид I на рис 1.16

При розколюванні в продукті виникають в основному згинальні напруги. Процес розколювання здійснюється за рахунок створення великих концентрацій навантажень в місцях контакту продукту з клиноподібним робочим елементом (криловидних штифтами), на який впливає сила. Коли великі частки продукту потрапляють в зону між штифтами 10, то їх гострі кромки саме розколюють продукт на більш дрібні частинки.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Процес розламування відбувається за рахунок впливу згинальних сил на подрібнюють частку при попаданні її між штифтами 10. Розміри і форма одержуваних часток приблизно такі ж, як і при розколюванні.

При роздавлюванні під дією статичного навантаження, створюваної силою на продукт, визначальними є напруги стиснення. Під їх дією продукт деформується по всьому об'єму. При цьому внутрішнє напруження в ньому поступово підвищується і після досягнення внутрішньої напруги вище межі міцності стиснення продукт руйнується. При цьому утворюються частинки різного розміру і різної форми. Роздавлювання здійснюється бічними гранями штифтів 10 при їх взаємному зустрічному русі (див. Положення I, положення II і положення III штифта 10 на рис. 1.17).

При стиранні руйнування відбувається головним чином від напруги зрушення. На продукт діють сили, що виникають при переміщенні штифтових дисків 5 і 6 в протилежні сторони. Стирання в комбінації з роздавлюванням — один з найбільш економічних способів подрібнення, і він в максимальному ступені використовується в запропонованій конструкції дробарки.

Процес дроблення за рахунок удару здійснюється під дією динамічних навантажень на продукт, в результаті яких виникають динамічні напруги, що призводять до його руйнування. При обмеженому ударі (як у пропонованій дробарці) тіло руйнується між двома робочими органами (дисками 5 і 6) дробарки, при вільному — в результаті зіткнення з робочим органом (штифтами) або інший подрібнюваної часткою продукту.

Пропоновані конструктивні рішення штифтів 10 і дисків 5 і 6 дозволяють реалізувати вище перелічену комбінацію способів подрібнення. Наприклад, в робочій камері 3 стирання супроводжується роздавлюванням, розколюванням, подрібненням при ударі.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, в розробленій конструкції поєднуються кілька способів подрібнення продуктів. Однак в залежності від кінцевих завдань процесу подрібнення необхідно дотримання певних умов. Перш за все, продукт необхідно подрібнити до необхідної крупності. Однорідне дроблення продуктів до певної крупності в залежності від його виду сприяє мінімізації енерговитрат і збільшення продуктивності дробарки. Наявність пилоподібних частинок призводить до підвищених втрат продукту разом з відпрацьованим повітрям (при пневмотранспортуванні), погіршує екологічну обстановку, викликає надмірні енерговитрати і т. д. Вибір взаємного розташування штифтів 10 на дисках 5 і 6 забезпечує подрібнення продукту від d_n до $d_{до}$ (рис. 1.17), тобто до необхідної крупності частинок при мінімальному вмісті пилоподібних частинок.

Комбінація декількох способів подрібнення, що реалізується в даній дробарці, викликає мінімальний нагрів продукту в процесі подрібнення.

Основними критеріями оцінки ефективності процесу подрібнення харчових продуктів є: ступінь подрібнення, питома енергоємність процесу і питома навантаження на робочий орган дробарки.

Важливим критерієм оцінки ефективності процесу подрібнення є питома енергоємність

$$\Delta A = A / (S_k - S_n), \quad (2)$$

де ΔA — робота, витрачена на подрібнення продукту з початковою площею поверхні S_n до кінцевої площі поверхні подрібнених частинок $S_{до}$,
(кг · м / м²).

Для зменшення енергоємності процесу подрібнення в запропонованій конструкції дробарки знижений оборот продукту в технологічному процесі, використані раціональні режими підготовки та подрібнення продукту,

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

скорочена тривалість технологічного циклу, правильно підібрані геометричні та кінематичні параметри подрібнюючих робочих органів (штифтів 10 і дисків 5 і 6). Запропонована дробарка працює в такий спосіб. Чи включається електродвигун 16 дробарки, вал 4 з закріпленими на ньому диском 5 і шнеком 14 приводиться в обертання. Одночасно через планетарну зубчасту передачу з допомогою ведучого центрального колеса 11, нерухомого центрального колеса 18 і трьох сателітів 13 приводиться в обертання ведене водило 17 із закріпленням на ньому диском 6 навколо вала 4. Продукт по завантажувальному патрубку 15 надходить в живильник 7 з магнітною захистом, де відбувається відбір металомагнітних домішок, які направляються в металосборник 8, після чого він потрапляє в центр робочої камери 3. Очищений від металодомішок продукт захоплюється обертовим шнеком 14 і нагнітається в зону між обертаючимися дисками 5 і 6. Тут відбувається подрібнення продукту при проході його через зазори між штифтами 10, розташованими на обертових дисках 5 і 6. У зв'язку з тим, що штифти 10 мають криловидну форму, відбувається поступове зменшення робочого зазору між ними при обертанні дисків 5 і 6 (див. положення I, положення II і положення III штифта 10 на рис. 1.17). Це обумовлено тим, що напрямок крил штифтів 10 на диску 5 протилежно напрямку крил штифтів 10 на диску 6 (рис. 1.18).

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

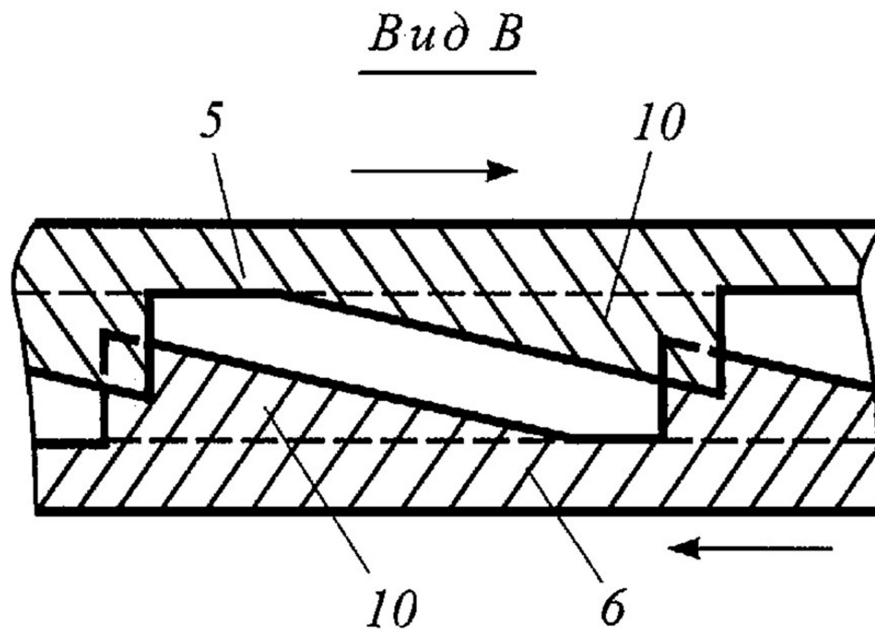


Рисунок 1.18 — Вид В на рис. 1.17.

У запропонованій дробарці процес подрібнення здійснюється послідовно. Використовуючи відмінності структурно-механічних властивостей складових частин, що подрібнюється продукту, кожен етап процесу здійснюють так, щоб були отримані частки, що відрізняються один від одного тими чи іншими фізичними властивостями. Це в подальшому полегшує поділ сипучої суміші сепаруванням на фракції, кожна з яких складається з частинок більш-менш однорідних за складом. Наприклад, подрібнення пшениці і жита в сортове борошно засноване на використанні відмінностей структурно-механічних властивостей ендосперму і оболонок, які ще більше зростають після гідротермічної обробки зерна. Щоб не допустити надмірного подрібнення оболонок, в основу побудови складного помелу покладено метод виборчого подрібнення зерна і його частинок. Цей метод в поєднанні з оптимальними формами робочих органів подрібнюючих машин і їх кінематичними параметрами дозволяє так вести процес, щоб можна було звести до мінімуму дроблення оболонок і витягти з зерна

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

максимальну кількість ендосперму. Вихід, тобто витяг борошна, а також її якість значною мірою залежать від досконалості процесу подрібнення зерна. При надмірному подрібненні знижується продуктивність дробарки, підвищується витрата енергії і, отже, збільшується собівартість продукції.

Таким чином, від правильної побудови процесу залежить ступінь подрібнення продукту, що дозволяє раціонально використовувати сировину, підвищити однорідність одержуваних часток продукту, збільшити продуктивність дробарки, знизити питомі витрати енергії, зменшити собівартість готової продукції.

Процес деформації і подрібнення продукту супроводжується витратою енергії. Вона витрачається на освіту пружних і пластичних деформацій, подолання сил молекулярного зчеплення, після чого великі елементи руйнуються, і утворюються нові більш дрібні частинки з більшою сумарною поверхнею. Як при пружною, так і при пластичної деформації відбувається часткове перетворення механічної енергії в теплову. В результаті температура деформируемой частки продукту підвищується. Крім того, енергія витрачається і на подолання опорів в дробарці (тертя і деформація деталей, їх нагрівання і т.п.).

Витрати енергії на подрібнення продуктів залежать від фізико-механічних властивостей матеріалу, що подрібнюється продукту (межа міцності матеріалу σ_p , його модуль пружності E); геометричних параметрів (обсяг або лінійний розмір); ступеня подрібнення; обраного способу подрібнення, а також від продуктивності дробарки.

Повна робота A зовнішніх сил при дробленні виразиться узагальненим законом подрібнення Ребиндера

$$A = A_0 + \left(\sigma_p^2 V / 2E \right) m_y + k_p \quad (3)$$

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де A_o — енергія, що витрачається на процеси деформації і утворення продуктів зносу робочих органів дробарки, $H \cdot m$; σ_p — руйнівне напруження матеріалу, що подрібнюється продукту, H / m^2 ; V — об'єм матеріалу, що подрібнюється продукту, m^3 ; E — модуль пружності матеріалу, що подрібнюється продукту, H / m^2 ; m_y — число циклів деформацій частинок матеріалу, що подрібнюється продукту; k_p — енергія на освіту $1 m^2$ нової поверхні для даного продукту, H / m ; $\Delta S = S_{до} - S_n$ — новостворена поверхню ($S_{до}, S_n$ — відповідно загальна поверхня продукту до і після подрібнення), m^2 ; α — безрозмірний коефіцієнт, що характеризує для дробарки даної конструкції процес утворення нової поверхні:

$$\alpha = (S_k - S_n)^n = i^n, \quad (4)$$

тут n — показник ступеня, що залежить від умов подрібнення (для тонкого подрібнення $n > 0$).

З рівняння (3) можна визначити коефіцієнт корисної дії процесу подрібнення

$$\eta_u = \frac{k_p \Delta S \alpha}{A_o + m_y \frac{\sigma_p^2 V}{2E} + k_p \Delta S \alpha}. \quad (5)$$

Коефіцієнт корисної дії процесу подрібнення збільшується:

— при зменшенні величини A_o , тобто зменшенні пружних деформацій матеріалу робочого органу (штифтових дисків 5 і 6) дробарки і підвищенні їх зносостійкості, оптимізації механічних і кінематичних параметрів, а також підвищенні її зносостійкості;

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— зменшенні числа циклів деформацій m_y частинок матеріалу, що подрібнюється продукту (скорочення протяжності процесу і спрощення його схеми);

— зниженні руйнівних напружень p подрібнюється продукту;

— отриманні фракційного складу готової продукції (борошна, крупи та ін.), Обумовленого цільовим використанням, обмеження крупності частинок, так як надмірне подрібнення веде до зростання i , а отже, до додаткових витрат енергії.

Подрібнений продукт потрапляє в пневмоприймачів 9 і видаляється з дробарки пневмотранспортером.

Таким чином, використання запропонованої дробарки дозволяє:

— отримувати подрібнені частинки заданого дисперсного складу за рахунок регулювання величини робочого зазору між штифтами 10 на дисках 5 і 6;

— знизити питому енергоємність процесу подрібнення внаслідок скорочення тривалості технологічного циклу;

— скоротити питомі навантаження на штифти 10 за рахунок більш раціональної силової схеми їх дії на подрібнюється продукт;

— зменшити знос штифтових дисків 5 і 6 через правильного підбору геометричних і кінематичних параметрів дробарки.

Формула винаходу. Дробарка, що складається з корпусу, що утворює разом з кришкою робочу камеру, ротора, двох штифтових дисків, живильника з магнітною захистом, металосборника і пневмоприймачів, що відрізняється тим, що обидва диска виконані з можливістю обертання в протилежні сторони з різною частотою обертання за допомогою планетарної

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

зубчастої передачі, штифти, закріплені на дисках, мають криловидну форму, причому напрямок крил на одному диску протилежно напрямку крил на іншому диску, в корпусі дробарки на валу розташовано шнек для нагнітання подрібнюється продукту в зону між обертовими дисками.

Подрібнювач матеріалів РФ № 2080770

Винахід відноситься до сільського господарства, зокрема до пристроїв для подрібнення переважно сипучих матеріалів, наприклад зерна, і може бути використано на тваринницьких фермах, індустріальних і селянських господарствах, комбікормової, харчової, цементної та хімічній промисловості. Подрібнювач матеріалів містить корпус, в якому вертикально навпроти один одного встановлені статор і ротор, що мають на звернених один до одного поверхнях ряди пальців, вільні кінці пальців статора і ротора розміщені в кільцевих проточках, причому кожна наступна щодо осі обертання ротора кільцева проточка має глибину, що перевищує глибину попередньої проточки. Пальці статора і ротора в кожному наступному ряду від осі обертання ротора розташовані один від одного на меншій відстані, ніж в попередньому ряду, а, починаючи з другого від осі обертання ротора, кожен ряд пальців розташований від подальшого щодо нього ряду на відстані, що перевищує відстань між ним і попереднім поруч пальців (рис. 1.19).

Винахід відноситься до сільського господарства, зокрема до пристроїв для подрібнення переважно сипучих матеріалів, наприклад, зерна, і може бути використано на тваринницьких фермах, індивідуальних і селянських господарствах, комбікормової, харчової, цементної і хімічної промисловості.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

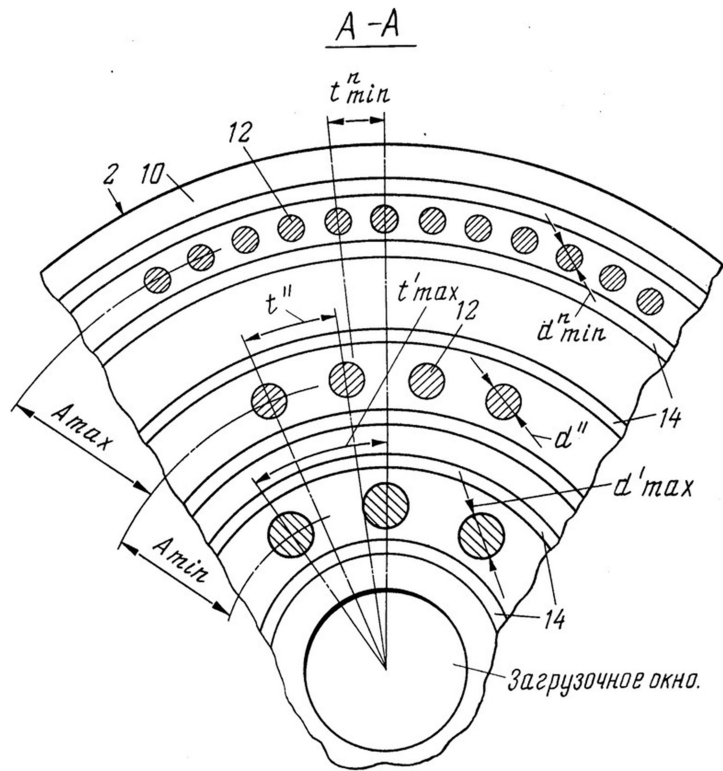


Рисунок 1.19 — Розріз А-А на рис. 1.21.

Відомий подрібнювач сільськогосподарських матеріалів (ІГК-30Б), що містить подає і вивантажувальний пристрій, корпус, в якому змонтовані вертикальний нерухомий диск і ротор, що мають розташовані по концентричних колах ряди пальців, які розміщені в зазорах один між одним (див. Кукта Г.М. машини та обладнання для приготування кормів. М. Агропромиздат, 1987 с. 52-54, рис. 22).

Недоліком відомого подрібнювача ІГК-30Б є те, що при підвищеній вологості оброблюваного матеріалу різко знижується його продуктивність і зростає енергоємність процесу.

Відомий також подрібнювач матеріалів, що містить завантажувальний і вивантажний патрубкі, повідомлені з порожниною корпусу, в якому вертикально навпроти один одного встановлені статор і ротор, що мають на звернених один до одного поверхнях ряди пальців, розташованих по

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

концентричних колах в зазорах один між одним і виконаних з діаметром , зменшується в кожному наступному ряду від осі обертання ротора, вільні кінці пальців статора і ротора розміщені в кільцевих проточках змінного перерізу відповідно ротора і статора (С м. патент Великобританії N 260034, кл. В 02 С 13/22, опубл. 1926).

Недоліком відомого подрібнювача є необхідність неодноразової в ньому обробки вихідного матеріалу, що приводить до його надмірного перегріву, що неприпустимо для зернового матеріалу. Крім цього, відходами розуміли зернових культур є висівки, які повинні максимально виводитися із зони розуміли, а конструкція відомого подрібнювача сприяє їх повторного подрібнення і потрапляння в основний розмелювання, знижуючи його якісні характеристики.

В основу винаходу покладена задача усунення зазначених недоліків подрібнювача.

При вирішенні зазначеної задачі може бути досягнуто технічний результат, що полягає в отриманні при переході від однієї камери подрібнення до іншої більш тонкого помелу матеріалу за один цикл перебування продукту в усіх зонах подрібнення.

Зазначений технічний результат досягається за рахунок того, що в измельчителе матеріалів, що містить завантажувальний і вивантажний патрубкі, повідомлені з порожниною корпусу, в якому вертикально навпроти один одного встановлені статор і ротор, що мають на звернених один до одного поверхнях ряди пальців, розташованих по концентричних колах в зазорах один між одним і виконаних з діаметром, що зменшується в кожному наступному ряду від осі обертання ротора, вільні кінці пальців статора і ротора розміщені в кільцевих проточках перемного перетину відповідно ротора і статора, відповідно до винаходу кожна наступна щодо осі обертання ротора кільцева проточка має глибину, що перевищує глибину попередньої

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

проточки, при цьому пальці статора і ротора в кожному наступному ряду від осі обертання ротора розташовані один від одного на меншій відстані, ніж в попередньому ряду, а починаючи з другого від осі обертання роторі кожен ряд пальців розташований від подальшого щодо нього ряду на відстані, що перевищує відстань між ним і попереднім поруч пальців.

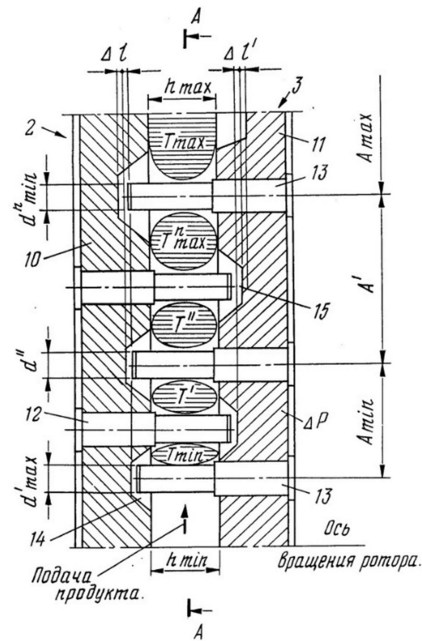
Завдяки виконанню на поверхнях статора і ротора кільцевих проточек в пропонованому дисмембратор з протилежних сторін кожного пальця створюються камери розрідження, в замкнутих кільцевих камерах подрібнення між пальцями значно більше, ніж у відомій конструкції. Таким чином, кожна камера розрідження сприяє збільшенню часу перебування продукту в зоні розуміли, визначаючи тим самим величину подрібнених частинок.

За рахунок вибору співвідношення діаметра пальців, відстані між їх рядами і глибини кільцевих проточек досягається збільшення обсягу камер подрібнення в міру їхнього видалення від осі обертання ротора. Кожна камера розрідження, обсяг якої також збільшується до периферії корпусу, за рахунок своїх аеродинамічних характеристик сприяє утриманню у відповідній камері подрібнення частинок певного розміру. Тому зміна обсягу камер подрібнення і розрідження шляхом зміни лінійних розмірів кільцевих проточек, діаметра пальців, кількості пальців в кожному ряду дозволяє отримувати при переході від однієї камери до іншої більш тонкий помел продукту.

На рис. 1.20 зображений загальний вид подрібнювача; на рис. 1.21 вузол компонування статора і ротора; на рис. 1.19 розріз А–А на рис. 1.21.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Статор 2 і ротор 3 (рис. 1.21) виконані у вигляді дисків 10 і 11 відповідно, на звернених один до одного поверхнях яких розміщені пальці 12 і 13 у вигляді штифтів, встановлених рядами по концентричних колах так, що



пальці 13 ротора 3 розташовані в зазорах між пальцями 12 статора 2.

Рисунок 1.21 — Вузол комплектування статора і ротора

На кожному диску 10 і 11 між рядами пальців 12 і 13 виконані кільцеві проточки 14 і 15 зі змінною площею поперечного перерізу, в які входять відповідно пальці 13 і 12 протилежного диска 11 і 10. При цьому глибина кільцевих проточек 14 і 15 у міру їх видалення від осі обертання ротора 3 зростає, таким чином збільшується і обсяг створюваних кільцевими проточками 14 і 15 камер розрідження. Крім того, в напрямку від осі обертання ротора 3 до периферії корпусу 1 діаметр d (фіг. 2, 3) пальців 12 і 13 зменшується від d_{max} в першому від осі ряду пальців 12 і 13 до d_{min} в останньому ряду, відстань A між сусідніми рядами пальців 12 і 13 збільшується від A_{min} до A_{max} , а відстань між пальцями 12 або 13 в кожному наступному ряду зменшується від t_{max} в першому від осі ряду до t_{min} в останньому ряду. Такий вибір лінійних розмірів пальців 12 і 13 і їх розташування в рядах забезпечує створення між пальцями 12 і 13 камер $T1.Tn$

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
					58	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подрібнення, обсяг яких від сої обертання ротора 3 до периферії корпусу 1 зростає від T_{min} до T_{max} .

Подрібнювач працює наступним чином.

Вихідний матеріал, наприклад, зерна пшениці, подається в завантажувальний патрубок 8, з якого він потрапляє в першу від осі обертання ротора 3 камеру $T1$ подрібнення.

Проходячи під дією відцентрових сил послідовно всі камери $T1.Tn$ подрібнення зерна руйнуються штифтами і виносяться в вивантажний патрубок 9. У утворених кільцевими проточками 14 і 15 обох дисків 10 і 11 камерах розрідження за рахунок їх змінного поперечного перерізу виникає перепад тиску. Завдяки різного ступеня подрібнювач матеріалів, патент № 2080770Р розрідження, що створюється камерами розрідження в міру їхнього видалення від осі обертання ротора 3, і різним обсягами камер $T1.Tn$ подрібнення в процесі роботи подрібнювача в кожній з цих камер $T1.Tn$ матеріал подрібнюється до певних розмірів і далі за рахунок аеродинамічних характеристик переміщається в наступну камеру на подальше подрібнення. Кожна наступна камера розрідження сприяє збільшенню часу перебування матеріалу в зоні розуміли, визначаючи тим самим величину подрібнених частинок. Таким чином, при переході від однієї камери $T1$ подрібнення до іншої Tn отримують більш тонкий помел зерна.

Пропонована конструкція подрібнювача дозволяє при максимально ефективному використанні його продуктивності отримувати необхідну величину розуміли.

Формула винаходу Подрібнювач матеріалів, що містить завантажувальний і вивантажний патрубки, повідомлені з порожниною корпусу, в якому вертикально навпроти один одного встановлені статор і ротор, що мають на звернених одна до іншої поверхнях ряди пальців, розташованих по

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

концентричних колах в зазорах один між одним і виконаних з діаметром, зменшується в кожному наступному ряду від осі обертання ротора, вільні кінці пальців статора і ротора розміщені в кільцевих проточках змінного перерізу відповідно ротора і статора, який відрізняється тим, що кожна наступна щодо осі обертання ротора кільцева проточка має глибину, що перевищує глибину попередньої проточки, при цьому пальці статора і ротора в кожному наступному ряду від осі обертання ротора розташовані один від одного на меншій відстані, ніж в попередньому ряду, а, починаючи з другого від осі обертання ротора, кожен ряд пальців розташований від подальшого ряду на відстані, що перевищує відстань між ним і попереднім поруч пальців.

Дисмембратор РФ № 2045340

Використання: в будівельній, хімічній, харчовій та інших галузях промисловості для подрібнення сипучих і дрібнокускових матеріалів. Дисмембратор включає циліндричний корпус 1, в якому вертикально розташований ротор з концентрично встановленими рядами пальців 3, між якими розташовані пластини 4 і 5, розташовані під кутом 163–173° до вектора окружної швидкості. Пластини перекривають один одного на 1/4 їх величини. Зазор між пальцями ротора і статора може зменшуватися від центру до периферії в співвідношенні 2,5 1,5 1. Периферійний концентричний ряд пластин статора може бути зроблений не менше ширини і має вікно.

Винахід відноситься до подрібнення сипучих і дрібнокускових матеріалів і може бути використане в будівельній, хімічній харчової та ін. Галузях промисловості.

Відомий дисмембратор, що містить циліндричний корпус з розташованим в ньому вертикальним ротором з концентрично встановленими рядами пальців, між якими розміщені ряди пальців статора, завантажувальний і розвантажувальний патрубкі.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Однак даний пристрій характеризується низькою ефективністю процесу подрібнення і неоднорідністю гранулометричного складу готового продукту.

Найбільш близьким технічним рішенням до запропонованого є дисмембратор, що містить циліндричний корпус з розташованим в ньому вертикальним ротором, з концентрично встановленими рядами пальців, між якими розташовані ряди подрібнюючих елементів статора, які виконані у вигляді пластин і встановлені під кутом $140\text{--}160^\circ$ к напрямку вектора окружної швидкості ротора, завантажувальний і розвантажувальний патрубків.

Зазор між пластинами статора збільшується від центру до периферії. Дана конструкція має ряд недоліків. Перший полягає в тому, що пластини статора встановлені не під оптимальним по відношенню до вектора окружної швидкості ротора кутом, що веде до зниження ступеня подрібнення. Другий недолік полягає в тому, що збільшення зазору між пластинами статора від центру до периферії дисмембратор призводить до невиправданих енерговитрат за рахунок збільшення тертя на першій ступені подрібнення при розуміли кускових матеріалів, а також до проскоку великих часток з останнього ступеня в розвантажувальний патрубок, що призводить до нерівномірності гранулометричного складу продуктів помелу.

Винахід дозволяє збільшити ступінь подрібнення і досягти більш рівномірного гранулометричного складу подрібненого матеріалів.

Це досягається тим, що в дисмембратор, що включає циліндричний корпус, вертикально розташований в ньому ротор з концентрично встановленими рядами пальців, між якими розміщені встановлені під тупим кутом до напрямку вектора окружної швидкості ротора пластини статора, зазор між якими збільшується від центру до периферії, завантажувальний і розвантажувальний патрубків, пластини статора встановлені під кутом

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

163–173° к вектору окружної швидкості ротора, при цьому пластини встановлені з величиною перекриття до 1/4 довжини пластин; зазор між пластинами статора і зазор між пальцями ротора і пластинами статора зменшується від центру до периферії в співвідношенні 2,5 1,5 1.

Периферійний концентричний ряд пластин статора виконаний у всю ширину корпусу і має вікно, довжина якого становить 1/6 довжини окружності внутрішнього діаметра корпусу, а ширина визначена відстанню від торця пальців ротора до задньої стінки корпусу, при цьому вихідний отвір в корпусі має ідентичні розміри. Вікно може бути встановлено в діапазоні від суворого суміщення з вихідним отвором в корпусі до повного виходу із зони вихідного отвору в корпусі.

Установка пластин статора під кутом 163–173° к вектору окружної швидкості сприяє збільшенню ступеня подрібнення в середньому на 25–30%. Зменшення або збільшення кута установки пластин відповідно від мінімального і максимального значень призводить до зниження ступеня подрібнення за рахунок неоптимального кута зіткнення часток про пластини статора .

Установка пластин статора з величиною перекриття до 1/4 довжини пластин забезпечує виключення проскакування великих часток в готовий продукт. Зменшення величини перекриття призводить до збільшення проскока великих часток в готовий продукт, а збільшення погіршує режим роботи дисмембратор і знижує його продуктивність.

Виконання зазору між пластинами статора, зменшується від центру до периферії в співвідношенні 2,5 1,5 1 також сприяє виключенню проскока великих часток в готовий продукт і забезпечує більш рівномірне гранулометричний склад продуктів помелу.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виконання зазору між пальцями ротора і пластинами статора, зменшується від центру до периферії дисмембратор в співвідношенні 2,5 1,5 1 реалізує принцип «не подрібнювати нічого зайвого», підвищує ступінь подрібнення і забезпечує більш рівномірне гранулометричний склад продуктів помелу. Зміна даного співвідношення в обох випадках в більшу чи меншу сторону знижує ефективність процесу подрібнення.

Виконання периферійних пластин статора на всю ширину корпусу з вікном, довжина якого становить 1/6 довжини окружності внутрішнього діаметра корпусу, а ширина дорівнює відстані від торця пальців ротора до задньої стінки корпусу і ідентичного розміру вихідного отвору в корпусі дозволяє регулювати продуктивність дисмембратор і тонину помелу.

Збільшення розмірів вікна і вихідного отвору в корпусі призводить до збільшення продуктивності дисмембратор, але знижує ступінь подрібнення і погіршує гранулометричний склад продуктів помелу. Зменшення їх розмірів призводить до різкого зниження продуктивності і може привести (при значному їх зменшенні) до заклинювання дисмембратор.

Установка вікна периферійних пластин статора і вихідного отвору в корпусі в діапазоні від строгого їх суміщення до повного виходу із зони поєднання дозволяє регулювати тонину помелу в дисмембратор і подрібнювати матеріали різної вологості.

Дисмембратор (рис. 1.22) включає циліндричний корпус 1, в якому вертикально розташованій ротор 2 з концентрично встановлений рядами пальців 3, між якими розташовані пластини 4, периферійний ряд пластин 5 статора 6. Пластини 4, 5 встановлені під кутом 163–173° к вектору окружної швидкості ротора. При цьому пластини 4, 5 встановлені з величиною перекриття до 1/4 довжини пластин 5, 4. Пластини 4, 5 встановлюються таким чином, що в напрямку від центру до периферії дисмембратор зазор між пластинами 4, 5 зменшується в співвідношенні 2,5 1, 5 1. У такому ж

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

співвідношенні зменшується зазор h між пальцями 3 ротора 2 і пластинами 4, 5 статора 6. Периферійний ряд пластин 5 статора 6 виконаний на всю внутрішню ширину корпусу 1 і має вікно 8 довжиною "а", що дорівнює 1/6 довжини окружності внутрішнього діаметра корпусу 1 і шириною "в", яка дорівнює відстані від торця периферійного концентричного ряду пальців 3 ротора 2 до задньої стінки корпусу 1. Корпус 1 включає вихідний отвір 9 для вивантаження матеріалу з дисмембратор, має ідентичні розміри з розмірами вікна 8 в периферійному ряду пластин 5 статора 6. На статорі 6 розташований патрубок 7 завантаження, а на корпусі 1 патрубок вивантаження 10.

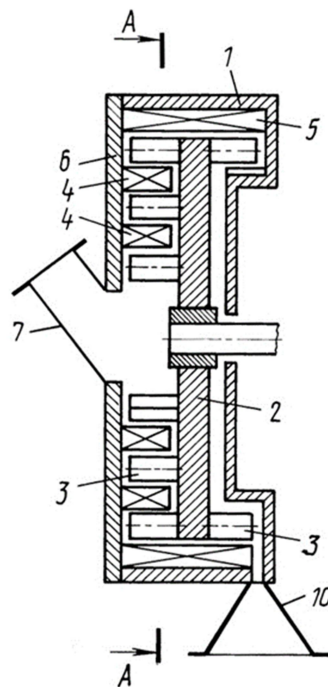


Рисунок 1.22 — Дисмембратор

Дисмембратор працює наступним чином.

Подрібнюємо матеріал через патрубок 7 спільно з повітрям потрапляє в робочу зону подрібнення і під ударну дію першого концентричного ряду пальців 3 ротора 2 руйнується. Під дією сил тяжіння і відцентрових сил

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подрібнюється матеріал надходить в простір зазору h між пальцями 3 ротора 2 і пластинами 4 статора 6 і піддається подальшому подрібненню за рахунок ударів об пластини 4 і пальці 3.

Досягнувши певної величини, частки матеріалу, що подрібнюється через зазори між пластинами 4 надходять на наступний щабель подрібнення під дією сил тяжіння і радіальної складової повітряного потоку, що циркулює в дисмембратор, де відбувається аналогічний процес.

При цьому матеріал, проходячи від центру до периферії і вихідного отвору 9 в корпусі 1, піддається інтенсивному навантаженню за рахунок зменшення зазорів між пальцями 3 ротора 2 і пластинами 4, 5 статора 6, оскільки на кожну наступну сходинку надходять більш дрібні частинки.

Зменшення зазорів між пластинами 4, 5 і установка їх з перекриттям виключає в процесі подрібнення проскок великих неподрібнені частинок в готовий продукт.

Потрапляючи на останню периферійну щабель і остаточно подрібнити, готовий продукт вивантажується через вікно 8 і вихідний отвір 9, і виводиться з млина через патрубок завантаження 10.

Регулювання витрати повітря через дисмембратор і установка вікна 8 в різних положеннях щодо вихідного отвору 9 в корпусі дають можливість змінювати продуктивність і гранулометричний склад продуктів помелу і дозволяють подрібнювати схильні до агрегування матеріали.

Формула винаходу. 1. Дисмембратор, що включає циліндричний корпус, вертикально розташований в ньому ротор з концентрично встановленими рядами пальців, між якими розміщені встановлені під тупим кутом до напрямку вектора окружної швидкості ротора пластини статора, зазор між якими збільшується від центру до периферії, завантажувальний і розвантажувальний патрубки, що відрізняється тим, що кут розташування

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пластин до напрямку вектора окружної швидкості складає 163–173°С, при цьому пластини перекривають один одного на 1 / 4 їх величини.

2. Дисмембратор по п. 1, який відрізняється тим, що зазор між пластинами статора і зазор між пальцями ротора і статора зменшуються від центру до периферії в співвідношенні 2,5 1,5 1.

3. Дисмембратор по п.1, що відрізняється тим, що периферійний концентричний ряд пластин статора виконаний на всю ширину корпусу і утворює вікно, довжина якого становить 1/6 внутрішнього діаметра корпусу, а ширина визначена відстанню від торця пальців ротора до задньої стінки корпусу, при цьому вихідний отвір в корпусі має ідентичні розміри, причому пластини виконані з можливістю регулювання їх вікна щодо вихідного отвору в корпусі до повного його перекриття або повного суміщення.

Дисмембратор ДМ виробництва НП ТДВ «Ламел-777»

Дисмембратор призначений для подрібнення і механічної активації неабразивних дисперсних матеріалів багаторазовим вільним ударом в прохідному режимі при виробництві тонкодисперсних матеріалів.

Таблиця 1.2 — Технічні характеристики дисмембраторів ДМ

Параметри	ДМ-05	ДМ-5	ДМ-10	ДМ-20
Продуктивність, <i>т / год</i>	0,5	5–7	10–15	20–25
Крупність вихідного матеріалу, <i>мм</i>	0–5	0–10	0–10	0–10
Встановлена потужність, <i>кВт</i>	11	55	90	132
Габаритні розміри (Д·В·Ш), <i>м</i>	1,2x1,1x0,9	2,5x1,0x1,3	3,9x1,7x1,7	3x1,7x1,9
Маса, <i>кг</i>	620	1100	1650	3200

Передбачена можливість регулювання швидкості обертання робочих дисків. Забезпечується системою плавного розгону. Використовуються двигуни загальнопромислового застосування.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дисмембратор «ДЗ-300» виробництва «НПП Сервіс Пак»

Дисмембратор з протivotочним імпульсом призначений для подрібнення широкого переліку матеріалів твердістю до 7 одиниць за шкалою Мооса. Використання роторів-кошиків нової конструкції, а також оптимізованих умов ударного контакту з частками матеріалу, що подрібнюється дозволяє значно збільшити терміни безремонтної експлуатації комплексу. Також завдяки новизні використовуваної форми і розташування лопатей-бив разом зі збільшенням ресурсу роторів-кошиків підвищується розмельних потужність дисмембратор і номенклатура матеріалів, що переробляються.

Дисмембратор роторно-ситові ДРС виробництва "СибирьИнвест"

Дисмембратор ДРС є роторним подрібнювачем і призначений для переробки гуми, сільгосппродукції, різного вторсировини. Допустима фракція сировини, що переробляється може бути 1–5 см. Дисмембратор подрібнює його в крихту 1–2 мм. Переробляє сировину може мати будь-яку вологість, і тому роторні подрібнювачі ДРС використовують там, де неможливо застосувати молоткові дробарки ДРМ.

Таблиця 1.3 — Характеристики дисмембратора роторно-ситового ДРС

Технічні характеристики	ДРС-0,5	ДРС-1,0	ДРС-1,5	ДРС-2,0	ДРС-2,5	ДРС-3,0
Потужність (кВт)	7,5	11	15	18,5	22	30
Виробляє (кг / год)	500	1000	1500	2000	2500	3000
Завантаження вікно, діаметр (мм)	298	298	310	310	340	340
Вага (кг)	220	290	380	420	500	590
Фракція (мм),	1–2	1–2	1–2	1–2	1–2	1–2

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

1.3.4. SMART-технології на зернопереробних підприємствах

Як неодноразово наголошувалося в даній роботі, що кукурудза – це зерно №1 у всьому світі [7]. Адже, крім найбільшого споживання серед усіх зернових, кукурудза також є універсальним продуктом, з якого можна отримати паливо, електрику та побутові товари. Це означає, що нарощуючи обсяги переробки кукурудзи можна вийти за межі агросектору та створювати товари з високою доданою вартістю. Таким чином, якщо Україна використовуватиме кукурудзу не як сировину для експорту, а заради нарощування промисловості, це допоможе підвищити ВВП країни в рази швидше. Кукурудза широко використовується як джерело крохмалю в харчовій, фармацевтичній, паперовій, гірничодобувній та будівельній галузі промисловості. Такий крохмаль зазвичай виходить після процесу очищення, також виробляють кукурудзяні зародки, клітковину та білок. Застосовується у виробництві біорозкладних пластикових пакетів, лікарських препаратів, паперу, гофрокартону, миючих засобів, фарб, підгузків, косметики, клею, поверхнево-активних речовин та агрохімікатів.

Велике і агротехнологічне значення кукурудзи, оскільки вона очищає ґрунт від бур'янів і є добрим попередником у сівозміні. По поглинанню вуглекислого газу та виділенням кисню кукурудза займає одне з перших місць серед усіх культурних рослин і є навіть ефективнішим, ніж ліс аналогічної площі [16]. Вирощування кукурудзи на зерно дозволяє краще використовувати сільськогосподарську техніку за рахунок пізніших термінів посіву та збирання. Цінні властивості кукурудзи викликають її стабільно високий попит на світовому ринку.

Переробка зерна кукурудзи складає технологічних ліній, які входять до складу крупозаводів. Основним обладнанням, що забезпечує високу якість продукції є ударно-відцентрові дробарки.

Аналіз роботи ударно-відцентрової дробарки виявив можливість її роботи у широкому діапазоні зміни конструктивних параметрів. Виявлено

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

теоретичні аспекти залежностей продуктивності дробарки, які у своїй основі приймають її конструктивні параметри та режими, зокрема до них відносяться: частота обертання подрібнювальних дисків, діаметр дисків, довжина зубів дисків, товщину, а також властивості та параметри зернового матеріалу.

В результаті проведених досліджень визначено можливість підвищення якісних характеристик продуктів, що обробляються, а також продуктивність ударно-відцентрової дробарки [1,3].

Для збільшення продуктивності запропоновано реалізувати два варіанти. З одного боку зробити частоту обертання робочого органу, що регулюється, з іншого боку збільшити розміри діаметрів робочих дисків, з урахуванням конструкції дробарки для зерна кукурудзи, забезпечивши продуктивність дробарки рівної 12т/ч. За основу прийняти дискову дробарку для кукурудзи типу ЗДД [4].

У сучасному розумінні, автоматизація елеваторних або зерносховищних виробництв передбачає систему цілого комплексу завдань, що передбачає:

- повний контроль та моніторинг маршрутів перекачування зерна всередині елеватора;
- прийом та відвантаження автомобільного, залізничного, морського чи річкового транспорту;
- керування конвеєрами, засувками, перекидними клапанами та дистриб'юторами;
- керування супутніми системами аспірації;
- оперативний збір та обробка даних про стан всього обладнання;
- діагностику аварій та відхилень параметрів від технологічного процесу з видачею аварійної сигналізації та інформації про характер несправності;
- дії, що запобігають блокуванню обладнання, зупиненню маршрутів;
- контроль струмів навантажень двигунів, регулювання ступеня висипу, щоб уникнути настання аварійних ситуацій, що одночасно забезпечує максимальну продуктивність транспортного обладнання;

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

- контроль наявності продукту в бункерах та силосах;
 - запобігання змішуванню зернових культур;
 - відображення технологічних параметрів у різних графічних формах;
- ведення протоколів роботи виробництва [8,10].

Сучасна автоматизація на більшості українських елеваторів дозволяє керувати технологічними процесами обсягом 30-40%. При цьому багато процесів регулюються в режимі, що вимагає досить високої кваліфікації обслуговуючого персоналу [7].

Спеціалісти Науково-виробничого комплексу «Завод елеваторного обладнання» (ЗЕО), а також співробітники кафедри технологічного обладнання зернових виробництв Одеської національної академії харчових технологій», створили лабораторію на базі програмно-апаратного комплексу автоматизованого керування технологічним та транспортним обладнанням елеваторів, який отримав назву «SMART- INLIVIDUAL» [8,9].

Технологія самоконтролю та звітності SMART ефективна технологія постановки та формулювання цілей, що означає «розумна ціль» і поєднує великі літери від англійських слів, що позначають, якою має бути справжня мета: Specific (конкретність) - Measurable (вимірність) - Attainable (досяжність) - Rele релевантність) - Time-bounded (визначеність у часі). У разі мета має бути максимально ясною і конкретною, при постановці завдань слід чітко представляти кінцевий результат. У той же час, цілі мають бути вимірними, щоб можна було дізнатися, що їх досягнуто, при цьому корисно виділити не тільки кінцеві, а й проміжні критерії оцінки. Цілі мають бути досяжні з погляду зовнішніх чинників та внутрішніх ресурсів і релевантні, тобто., повинні співвідноситися з іншими, більш загальними, а також зі стратегічними цілями, та працювати на їх досягнення, з урахуванням того, що мета має бути чітко визначена в часі, мають бути конкретні терміни (і проміжні контрольні моменти) її досягнення [8,10].

Технологія SMART нерозривно пов'язана із системою диспетчерського управління та збору даних – SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Systems). SCADA-системи призначені для здійснення моніторингу та диспетчерського контролю великої кількості віддалених об'єктів або одного територіально розподіленого об'єкта. Головне завдання SCADA-систем – це збір інформації про безліч віддалених об'єктів, що надходить з пунктів контролю та відображення цієї інформації в єдиному диспетчерському центрі. Також SCADA-система повинна забезпечувати довгострокове архівування отриманих даних. Диспетчер часто має можливість не тільки пасивно спостерігати за об'єктом, але й керувати ним, реагуючи на різні ситуації. До завдань SCADA-систем входить:

- обмін даними з УСО (пристрої зв'язку з об'єктом, тобто з промисловими контролерами та платами вводу/виводу) у реальному часі через драйвери;
- Опрацювання інформації в реальному часі;
- відображення інформації на екрані монітора у зрозумілій для людини формі;
- ведення бази даних реального часу із технологічною інформацією;
- аварійна сигналізація та керування тривожними повідомленнями;
- підготовка та генерування звітів про хід технологічного процесу;
- Забезпечення зв'язку із зовнішніми додатками (системи управління базами даних, електронні таблиці, текстові повідомлення тощо).

Відзначимо особливості процесу управління у SCADA-системах:

- системах SCADA обов'язково наявність людини (оператора, диспетчера);
- будь-який неправильний вплив може призвести до відмови об'єкта управління або навіть катастрофічних наслідків;
- диспетчер несе, як правило, загальну відповідальність за управління системою, яка, за нормальних умов, лише зрідка вимагає підстроювання параметрів для досягнення оптимального функціонування;
- більшу частину часу диспетчер пасивно спостерігає за інформацією, що відображається.
- дії оператора в критичних ситуаціях можуть бути жорстко обмежені за часом (декількома хвилинами або навіть секундами) [9].

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

1.4. ВИСНОВКИ І ОБҐРУНТУВАННЯ ОБРАНОГО НАПРЯМКУ МОДЕРНІЗАЦІЇ

1. Теоретичний аналіз роботи ударно-відцентрового подрібнювача (УЦП) виявив можливість його роботи в широкому діапазоні зміни конструктивних параметрів.

3. Виявлено теоретичні аспекти залежностей продуктивності УЦП, які в своїй основі приймають його конструктивні параметри і режими, зокрема до них відносяться: частота обертання подрібнюючих дисків, діаметр дисків, довжина зубів дисків, товщину, а також властивість і параметри зернового матеріалу.

4. На основі аналізу теоретичної бази досліджень нами виявлено можливість підвищення якісних характеристик одержуваних продуктів, а також продуктивність УЦП на основі конструктивних змін основних параметрів дисків.

5. Визначено провідні значущі чинники, що визначають на якість подрібнення матеріалу.

6. З огляду на прийняті допущення, теоретичні передумови і основи раціональних режимів і конструкцій УЦП, які є провідними в дробильному процесі.

7. Для збільшення продуктивності запропоновано реалізувати два варіанти. З одного боку зробити частоту обертання робочого органу, що регулюється, з іншого боку збільшити розміри діаметрів робочих дисків, з урахуванням конструкції дробарки для зерна кукурудзи, забезпечивши продуктивність дробарки рівної 12т/ч. За основу прийняти дискову дробарку для кукурудзи типу ЗДД.

8. Для забезпечення ефективності роботи обладнання технологічної лінії, в якій встановлено зернодробилку кукурудзи, доцільно застосувати SMART-технології [4,6,11,12].

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

2 ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Найменування об'єкта проектування і область застосування

Дискові дробарки застосовуються на крупозаводах для розрізання готових круп на частини. До таких продуктів відносяться крупи з ячменю, пшениці, вівса, гороху і кукурудзи.

2.2 Підстава для розробки

Підставою для розробки послужило завдання на дипломне проектування на тему: «Дробарка дискова для кукурудзи».

2.3 Мета та підстава розробки

Метою розробки є розробка дробарки дискової з підвищенням продуктивності і зменшенням витрат електроенергії.

Для збільшення продуктивності дробарки пропонується два варіанти:

1. Збільшити число обертів диска, що обертається, при цьому можна значно збільшити продуктивність машини, але збільшення числа оборотів робочого органу призведе до різкого збільшення споживаної потужності, а також до значної зміни конструкції приводу (застосування додаткових передач для забезпечення необхідної частоти обертання робочого органу). При збільшенні числа обертів може зменшитися термін служби робочих органів машини.

2. Збільшити розміри робочого органу (зовнішні діаметри дисків). Конструкція дробарки дозволяє збільшити діаметри дисків до підвищення продуктивності на $2 \text{ т} / \text{год}$. При цьому потужність незначно збільшується, а конструкція машини не вимагає істотних змін.

Другий варіант є більш економічним, що не вимагає великих витрат на модернізацію і подальшу експлуатацію машини.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Джерела розробки

Джерелами розробки є вихідні дані на дипломне проектування: продуктивність дискової дробарки для кукурудзи ЗДД становить $10 \text{ т} / \text{год}$, потужність електродвигуна 40 кВт .

2.5 Технічні вимоги до об'єкта проектування

Дробарка дискова повинна складатися з наступних основних складових частин:

- Корпус дробарки з плитою;
- Вал з диском;
- Регулюючий механізм;
- Живильник;
- Огородження приводу живильника;
- Муфта;
- Огорожа муфти;
- Електродвигун.

Вимоги надійності повинні відповідати ГОСТ 27003-90 «Надійність в техніці, вибір і нормування показників, основні показання». Термін виробітку на відмову не менше 1000 год, гарантійний термін експлуатації 24 місяці.

Вимоги безпеки. Дробарка дискова повинна бути заземлена, все електрообладнання — ізольовано. Всі обертові частини (шків, шестерні, муфти тощо) повинні бути огорожені кожухами. При відкриванні кришок у місильній частині, дозаторі і т. п. обертові частини повинні автоматично зупинятися.

Вимоги технологічності. Виробнича технологічність повинна забезпечуватися за рахунок:

- Вибору матеріалу для виготовлення з мінімальними припусками;

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— Мінімальною довжиною складальних швів, які повинні відповідати ГОСТ 5264 «Ручне дугове зварювання, конструктивними елементами та розмірами»;

— Складання не необхідної спеціального інструменту і пристосувань, можливості легкої і простої установки деталей і складальних одиниць, їх нумерації і контролю ГОСТ 26582-85.

Естетичні і ергономічні вимоги. Конструкція макаронного преса повинна забезпечувати зручність обслуговування, заміни зношених деталей і складальних одиниць. Керування пресом повинно здійснюватися дистанційно з пульта централізованого управління, передбачити екстрений пуск і зупинку преса.

Вимоги до патентної частоти. Перевірка на патентну частоту повинна бути проведена відносно країн: СНД, Великобританії, США, Франції, Швейцарії і Японії.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ЕСКІЗНИЙ ПРОЕКТ

3.1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Завдання розрахунку

Визначити геометричні розміри робочих дисків і частоту обертання живлячої барабана.

Дані для розрахунку

Продуктивність $Q = 12 \text{ т} / \text{год} = 3,3 \text{ кг} / \text{с}$;

Розміри зернівки кукурудзи [1]: довжина $l_3 = 5,5 \dots 13,5 \text{ мм}$; ширина

$e_3 = 5 \dots 11,5 \text{ мм}$; товщина $c_3 = 2,5 \dots 8 \text{ мм}$;

Діаметр живильного барабана $D_{нб} = 275 \text{ мм}$;

Довжина живильного барабана $L_{нб} = 200 \text{ мм}$;

Об'ємна маса зерна кукурудзи $\gamma = 750 \text{ кг} / \text{м}^3$ [2].

Умови розрахунку

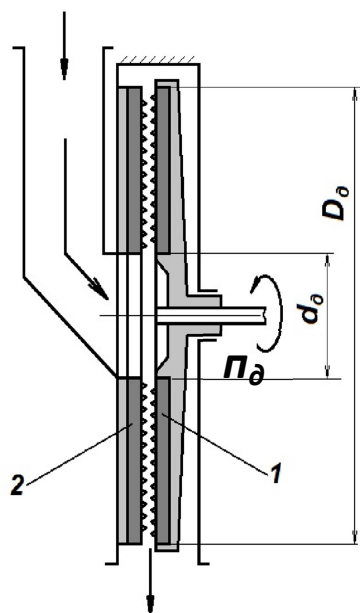


Рис. 3.1 — Схема розрахунку дискової дробарки:

1 — обертовий диск;

2 — нерухомий диск;

D_0 — зовнішній діаметр дисків;

d_0 — діаметр дисків;

n_0 — частота обертання рухомого диска.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Внутрішній діаметр дисків приймаємо як в машині ЗДД $d_o = 475$ мм;

Частота обертання рухомого диска $n_o = 986$ об / хв.

Розрахунок

Продуктивність машини [3]

$$Q = 0,9q_o \frac{D_d^2 v (k-1)}{2k^2} \text{ т / год}, \quad (3.1)$$

де q_o — питома напруженість 1 м² площі робочого поля (для дроблення кукурудзи $q_o = 2.4$ кг / м² [3]);

D_o — зовнішній діаметр дисків в м;

v — окружна швидкість обертового диска (по зовнішньому діаметру) в

м / с;

k — відношення D_o / d_o ($K = D_o / 0,475$).

$$v = \frac{\pi n_d D_d}{60} = \frac{3,14 \cdot 986 D_d}{60} = 51,6 D_d \text{ м / с}. \quad (3.2)$$

Підставляємо в формулу 1.1 відомі значення

$$Q = 0,9 \cdot 2,4 \frac{D_d^2 51,6 D_d \left(\frac{D_d}{0,475} - 1 \right)}{2 \left(\frac{D_d}{0,475} \right)^2} = 12,57 D_d \left(\frac{D_d}{0,475} - 1 \right) = 12 \text{ т / год} \quad (3.3)$$

Визначаємо зовнішній діаметр дисків D_o для цього вирішуємо квадратне рівняння

$$2,105 D_d^2 - D_d - 0,955 = 0, \quad (3.4)$$

приймаємо $D_o = 0,965$ м; тоді

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$v = 51,6 \cdot 0,965 = 49,8 \text{ м/с};$$

$$k = 0,965 / 0,475 = 2,03.$$

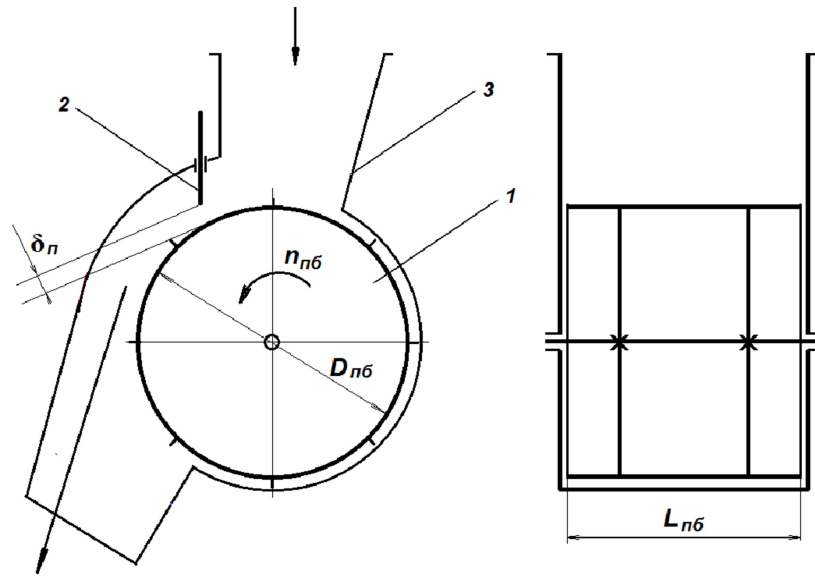


Рис. 3.2 — Схема розрахунку живильника: 1 — живильний барабан; 2 — заслінка; 3 — патрубок

Розрахунок яке живить механізму (див. рис. 3.2).

Визначаємо середні розміри зернівки кукурудзи

$$\text{довжина } l_3 = \frac{5,5 + 13,5}{2} = 9,5 \text{ мм};$$

$$\text{ширина } b_3 = \frac{5 + 11,5}{2} = 8,25 \text{ мм};$$

$$\text{товщина } c_3 = \frac{2,5 + 8}{2} = 5,25 \text{ мм}.$$

Наведений обсяг зернівки $V_3 = V_{ш}$,

де $V_{ш} = \frac{\pi d^3}{6}$ — об'єм кулі; d — приведений діаметр частинки.

$$V_3 = 0,15l_3(1,6v_3^2 + c_3(v_3 + c_3)) \text{ мм}, \quad (3.5)$$

$$V_3 = 0,15 \cdot 9,5 \cdot (1,6 \cdot 8,25^2 + 5,25 \cdot (8,25 + 5,25)) = 165,8 \text{ мм}^3.$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{V_3 \cdot 6}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{165,8 \cdot 6}{\pi}} = 6,8 \text{ мм} \quad (3.6)$$

Середня швидкість продукту в щілині живильника

$$v_n = \frac{Q}{\gamma \delta_n L_n} \text{ м / с}, \quad (3.7)$$

де $L_n = L_{нб} = 200 \text{ мм}$ — довжина живильника; δ_n — ширина щілини живильника;

$$\delta_n > 5d = 5 \cdot 6,8 = 34 \text{ мм}, \quad (3.8)$$

приймаємо $\delta_n = 35 \text{ мм}$.

$$v_n = \frac{(v_3 + v_6)}{2} \text{ м / с} \quad (3.9)$$

$$v_n = 3,3 / (750 \cdot 0,035 \cdot 0,2) = 0,62 \text{ м / с}.$$

де $v_3 = 0$ — швидкість руху заслінки; v_6 — окружна швидкість барабана.

$$v_6 = 2v_n = 2 \cdot 0,62 = 1,24 \text{ м / с}. \quad (3.10)$$

Частота обертання живлячої барабана

$$n_{нб} = \frac{60 \cdot v_6}{\pi \cdot D_{нб}} = \frac{60 \cdot 1,24}{3,14 \cdot 0,275} = 86 \text{ об / хв}. \quad (3.11)$$

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок з розрахунку

Продуктивність машини $Q = 12 \text{ т} / \text{год}$; частота обертання рухомого робочого диска $n_{\text{д}} = 986 \text{ об} / \text{хв}$; зовнішній діаметр дисків $D_{\text{д}} = 965 \text{ мм}$; внутрішній діаметр дисків $d_{\text{д}} = 475 \text{ мм}$; окружна швидкість обертового диска (по зовнішньому діаметру) $v = 49,8 \text{ м} / \text{с}$; довжина живильного барабана

$L_{n\text{б}} = 200 \text{ мм}$; діаметр живильного барабана $D_{n\text{б}} = 275 \text{ мм}$; частота обертання живлячого барабана $n_{n\text{б}} = 86 \text{ об} / \text{хв}$.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

траверсу 15, тоді при обертанні регулювального маховичка 12 (при цьому фіксує маховичок 14 необхідно повернути так, щоб він пішов від траверси 15) втулка 13 переміщається разом з нею переміщується корпус упорних підшипників 16 і вал 1 з диском 3. Встановивши необхідний зазор між дисками, фіксуємо маховичком 14 отримане положення втулки 13 щодо траверси 15.

Обертання траверси 15 і корпусу 16 перешкоджають напрямні 18, які закріплені на кронштейні 19 і корпусі підшипника близького до електродвигуна.

Повертаємо вилку 17 у вихідне положення, і з допомогою гайки 21 встановлюємо необхідний попередній натяг пружини 20.

При попаданні в робочий зазор між дисками тіла більшого розміру ніж необхідно пружина стискається. При цьому тіло безперешкодно проходить між дисками і пружина знову розтискається.

Регулювання зазору між заслінкою 11 і живильним барабаном 22 здійснюється наступним чином: обертаючи маховичок 23, переміщується тяга 24, при цьому повертається важіль 25, пов'язаний тягою 27 з важелем 26, який також повертається разом з важелем 25. Важелі 25 і 26 переміщують тяги 28 і 29 разом з якими переміщається заслінка 11, при цьому змінюється зазор між заслінкою і барабаном.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 КІНЕМАТИЧНІ РОЗРАХУНКИ

Завдання розрахунку

Визначити кінематичні параметри приводу машини.

Дані для розрахунку

Частота обертання рухомого робочого диска $n_{\partial} = 986 \text{ об / хв}$;

Частота обертання живлячої барабана $n_{пб} = 86 \text{ об / хв}$;

Міжосьова відстань черв'ячної передачі $a_w = 100 \text{ мм}$;

Діаметр ведучого шківів плоскостасової передачі $D_1 = 125 \text{ мм}$.

Умови розрахунку

Частота обертання ротора електродвигуна $n_{\partialв} = 986 \text{ об / хв}$.

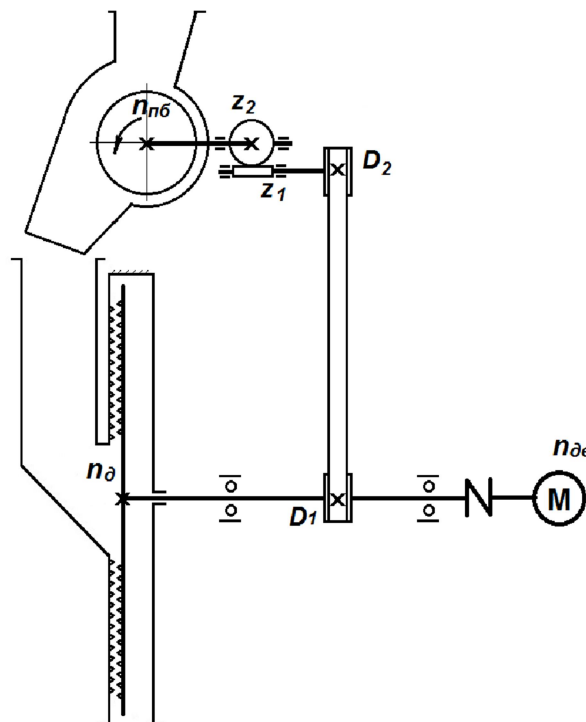


Рис. 3.4 — Кінематична схема для розрахунку

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок

Вал диска, що обертається отримує обертання від електродвигуна через муфту, тоді $n_d = n_{дв} = 986 \text{ об / хв}$.

Необхідна передавальне відношення приводу живильного барабана

$$i = \frac{n_{дв}}{n_{пб}} = \frac{986}{86} = 11,5. \quad (3.12)$$

Приймаємо передавальне відношення черв'ячної передачі $i_q = 10$ і визначаємо передавальне відношення плоскопасової передачі

$$i_p = \frac{i}{i_q} = \frac{11,5}{10} = 1,15. \quad (3.13)$$

Визначаємо дільний діаметр черв'яка

$$d_1 = qm = 10 \cdot 4 = 40 \text{ мм} \quad (3.14)$$

де q — коефіцієнт діаметра черв'яка; m — модуль (приймаємо $q = 10$, $m = 4$ мм [4]).

При $i_q = 10$ рекомендується число заходів черв'яка $Z_1 = 4$, тоді число зубів черв'ячного колеса буде $Z_2 = Z_1 \cdot i_q = 4 \cdot 10 = 40$ мм.

Визначаємо дільний діаметр черв'ячного колеса

$$d_2 = Z_2 m = 40 \cdot 4 = 160 \text{ мм}. \quad (3.15)$$

Уточнюємо міжосьова відстань черв'ячної передачі

$$a_w = \frac{(d_1 + d_2)}{2} = \frac{40 + 160}{2} = 100 \text{ мм}. \quad (3.16)$$

Визначаємо діаметр веденого шківа плоскопасової передачі

$$D_2 = i_p D_1 (1 - \varepsilon) = 1,15 \cdot 125 \cdot (1 - 0,015) = 141 \text{ мм} \quad (3.17)$$

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\varepsilon = 0,015$ — відносне ковзання [4]. Приймаємо $D_2 = 140$ мм

Висновок з розрахунку

Параметри черв'ячної передачі: міжосьова відстань $a_w = 100$ мм; передавальне відношення $i_q = 10$; число заходів черв'яка $Z_1 = 4$; число зубів черв'ячного колеса буде $Z_2 = 40$ мм; ділільні діаметри $d_1 = 40$ мм; $d_2 = 160$ мм.

При діаметрах шківів $D_1 = 125$ мм і $D_2 = 140$ мм передавальне відношення плоскопасової передачі буде $i_p = 1,15$.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ТЕХНІЧНИЙ ПРОЕКТ

4.1 СИЛОВІ РОЗРАХУНКИ

Завдання розрахунку

Визначити потужність необхідну для приводу машини.

Дані для розрахунку

Продуктивність $Q = 12 \text{ т} / \text{год}$;

Частота обертання рухомого диска $n_d = 986 \text{ об} / \text{хв}$.

Зовнішній діаметр дисків $D_d = 965 \text{ мм}$

Умови розрахунку

Частота обертання ротора електродвигуна $n_{dv} = 986 \text{ об} / \text{хв}$.

Схема розрахунку

Див. рисунок 3.1, 3.2 і 3.4.

Розрахунок

Визначаємо необхідну потужність для дроблення [3]

$$N = \frac{Qv^2A}{3,6 \cdot 2g \cdot 75 \cdot 1,36} \text{ кВт}, \quad (4.1)$$

де Q — продуктивність, кВт ;

$g = 9,81 \text{ м} / \text{с}^2$ — прискорення вільного падіння;

v — окружна швидкість обертового диска (по зовнішньому діаметру) в $\text{м} / \text{с}$;

					Дослідження і модернізація дробарки для зерна кукурудзи	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

A — наведений коефіцієнт (приймаємо $A= 10$ [3])

$$v = \frac{\pi n_d D_d}{60} = \frac{3,14 \cdot 986 \cdot 0,965}{60} = 49,8 \text{ м / с.} \quad (4.2)$$

$$N = \frac{12 \cdot 49,8^2 \cdot 10}{3,6 \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 75 \cdot 1,36} = 41 \text{ кВт} \quad (4.3)$$

Визначаємо необхідну потужність електродвигуна

$$N_{\text{дв}} = \frac{N}{\eta_1^2 \eta_2 \eta_3} = \frac{41}{0,99^2 \cdot 0,98 \cdot 0,95} = 44,9 \text{ кВт}, \quad (4.4)$$

де $\eta_1 = 0,99$ — ККД підшипника кочення; $\eta_2 = 0,97$ — ККД плоскопасової передачі; $\eta_3 = 0,95$ — ККД черв'ячної передачі при числі заходів черв'яка $Z_1 = 4$ [4].

Висновок з розрахунку

Для приводу машини вибираємо електродвигун 4A250S6, потужність $N_{\text{об}} = 45 \text{ кВт}$, частота обертання ротора $n_{\text{об}} = 986 \text{ об / хв.}$ [4].

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Автоматизація

Сучасні заводи з виробництва крохмалю є підприємствами з високим рівнем механізації та автоматизації виробництва та АСУТП.

На технологічних ділянках організовано контроль за роботою машин, їх автоматичне блокування, контроль та автоматичне керування технологічними параметрами. Дія машин у технологічній лінії управляється та контролюється мікропроцесорами з диспетчерського пункту. Керівники виробництва визначають асортимент рецептури, уточнюють обсяги виробництва, черговість реалізації завдань, використовуючи ЕОМ. За такої технологічної та організаційної структури даного виробництва визначилися дві системи управління:

- 1) трирівнева;
- 2) дворівнева

При трирівневій системі управління першому - нижчому рівні управління працюють локальні системи автоматизація, забезпечуючи стабілізацію параметрів і певний необхідний ритм роботи устаткування. На другому рівні (управління технологічною ділянкою) контролюють з пульта роботу машин, здійснюють їх централізований пуск та зупинку, контролює технологічні параметри, перебудову процесу.

При дворівневій системі АСУТП виробничими ділянками управляють із ЦП. На нижньому рівні залишаються максимальні АСУ окремими машинами та процесами.

Контролюють їхню роботу та змінюють завдання з ЦП. Складають транспортні маршрути та керують також з ЦП. Завдання оптимізації технологічних операцій вирішуються на верхньому (другому) рівні. Тут потрібно застосовувати ЦВМ, так само диспетчер не може виконувати так багато складних операцій, ЦП має бути пов'язаний з ЕОМ АСУП.

На першому нижньому рівні управління необхідно забезпечити контроль рівня продуктів в опретьивних бункерах, регулювання процесу подрібнення зерна в молоткових дробарках з метою забезпечення максимальної

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

продуктивності при необхідній якості дроблення. Необхідно також передбачити захист всіх приводів машин від струмів короткого замикання та тривалого перевантаження, екстрене відключення обладнання в аварійних ситуаціях та поломки одного з них, наприклад, при бриві несучого полотна норм тощо.

Потрібно здійснювати централізований пуск та зупинку обладнання, контролювати технологічні параметри процесу за допомогою контролеру. Усі засоби та системи автоматизації за ступенем захисту від навколишнього середовища повинні відповідати нормі, тобто. можуть застосовуватися у пожежо-вибухонебезпечних приміщеннях.

Функціональна схема автоматизації ділянки подрібнення зерна.

Зерно з елеватора або зі складу підлогового зберігання кукурудзи надходить в оперативні бункери. Кількість зерна контролюється датчиками - верхнього - нижнього рівня, реагують на тиск зерна. Лампочки, що реєструють ці рівні, розташовані на щиті управління. Кожна з ємностей бункера обладнана засувками 3,4,5 з електричними 3а, 4а, 5а та ручними приводами. При дворівневих приводах засувки здійснюється дистанційно за допомогою кнопок, розташованих на щиті NS 36, NS 46, NS 56 і сигналізується лампочками HL 3.. HL 8. Зерно з бункера надходить на автоматичний багатокомпонентний ваговий дозатор II, де встановлений щита. Двигун дозатора 7 включається магнітним пускачем NS/7а від кнопок управління Н7б і Н7 розташованих, відповідно, за місцем та на щиті. Увімкнення дозатора сигналізується лампочкою HL9.

Магнітний сепаратор III електричного керування не має та обслуговується один раз за зміну шляхом видалення металоманітних домішок з нього. Реверсна молоткова дробарка IV оснащена двома приводами барабана живильника 8 та ротора. Управління приводами здійснюється магнітними пускачами NS/8а і NS/9а від кнопок Н/8б і Н/9б, розташованих за місцем або дистанційно від кнопок Н/8б і Н/9б з лампочками HL 10 HL 11. Струм двигуна 9 ($I_{\text{на}}=100 \text{ A}$) Е/10 в, встановлені на.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Обертання барабана живильника здійснюється через мотор – варіатор 8 з ручним та електричним управлінням 11. Кількість продукту, що надходить (зерна) в дробарку регулюють шляхом стабілізації струму двигуна на певному рівні, величина якого залежить від типу продукту, його вологості та інших факторів. Управління дробаркою здійснюється за двома контурами. Перший контур для грубого управління, який регулює товщину шару продукту, що надходить, переміщенням заслінки 13 за допомогою ручного або електричного приводу 13а з пульта реверсним пускачем HS/13б. Контроль за положенням заслінки здійснюють за допомогою датчика переміщення GE/14а та регулюючого приладу GI/14б. Другий контур – для тонкого регулювання. Це керування здійснюється автоматично. При цьому сигнал з датчика струму EE/10а і перетворювача EY/10б надходить одночасно на показує прилад EI/10в для візуального контролю струму двигуна ротора і регулятор SCK/10г, з'єднаний з виконавчим механізмом 11а, що змінює частоту обертання мотор-варіатора 8 барабана живильника. Цей контур змінює подачу продукту дробилку стабілізатора струм двигуна 9 приводу ротора. За потреби це управління може здійснювати оператор самостійно. Подрібнене зерно з дробарки IV надходить у гвинтовий контейнер V, двигун якого включають магнітним пускачем NS1/H6/H6/H63. Норія VI обладнана датчиками контролю швидкості SE/17а з лампочкою HL 14 та завалу зерна LSA/18а з лампочкою HL 15.

Датчик спрацьовує при обриві стрічки транспортера або при великій подачі зерна гвинтовим конвеєром. При цьому вимикається все обладнання лінії. Гвинтовий конвеєр VII переміщує подрібнене зерно у наддозаторний бункер VIII. Включення двигуна гвинтового конвеєра VII здійснюється магнітним пускачем NS/19а від кнопок Н/19б і Н/19в з лампочкою HL 12. 22а та ручним приводом. Управління приводом засувки здійснюється дистанційно зі щита реверсним магнітним пускачем з кнопкою керування HS/22а та сигнальними лампочками HL 19 та HL 20.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

При пуску лінії включається звуковий сигнал НА1 у цеху та дзвінок НА2 на щиті за допомогою кнопок Н/23а та Н/24а.

Таким чином, параметри черв'ячної передачі: міжосьова відстань $a_w = 100$ мм; передавальне відношення $i_q = 10$; число заходів черв'яка $Z_1 = 4$; число зубів черв'ячного колеса буде $Z_2 = 40$ мм; ділильні діаметри $d_1 = 40$ мм; $d_2 = 160$ мм.

При діаметрах шківів $D_1 = 125$ мм і $D_2 = 140$ мм передавальне відношення плоскопасової передачі буде $i_p = 1,15$.

Таким чином, ефективність роботи машини для дроблення зерна кукурудзи може бути досягнута за рахунок наступних показників:

- продуктивність машини $Q = 12$ т / год; частота обертання рухомого робочого диска $n_d = 986$ об / хв; зовнішній діаметр дисків $D_d = 965$ мм; внутрішній діаметр дисків $d_d = 475$ мм; окружна швидкість обертового диска (по зовнішньому діаметру) $v = 49,8$ м / с; довжина живильного барабана

$L_{n\bar{o}} = 200$ мм; діаметр живильного барабана $D_{n\bar{o}} = 275$ мм; частота обертання живлячого барабана $n_{n\bar{o}} = 86$ об / хв.

- на технологічні та кінематичні характеристики роботи машини для дроблення зерна кукурудзи істотно впливають - швидкість обертання ротора, міждисківий зазор між обертовим та нерухомим робочим органом;

При впровадженні SMART-технологій для забезпечення оптимального режиму роботи в потокової лінії необхідно застосувати такі технічні засоби, а також засоби обчислювальної техніки:

- організація автоматизованого робочого місця оператора на базі персонального комп'ютера з системою диспетчерська управління та збору даних, призначено для здійснення моніторингу та автоматичного контролю великого числа відаленіх;

- датчики температури підшипників приводного електродвигуна, редуктора, підшипникових опор робочого вала машини для дроблення зерна кукурудзи;

- контроль витрати зерна за допомогою виконавчого механізму в робочу камеру;

- контроль і управління частоти обертання приводного електродвигуна робочого вала машини для дроблення зерна кукурудзи;

- контроль струмового навантаження приводного електродвигуна вала машини для дроблення зерна кукурудзи.

Поточні службові повідомлення служать для здійснення діалогового режиму системи управління і оператора. Для підтвердження системі управління того факту, що оператор прочитав повідомлення, йому необхідно натиснути інтерактивну кнопку «квітирування» і кнопку «закрити» тобто відключити автоматичну попереджувальну звукову сигналізацію.

Усі службові повідомлення зберігаються в архіві технологічних повідомлень, доступному для перегляду і подальшого коректного аналізу дій оператора і стану роботи технологічного процесу, в цілому, і кожного технологічного об'єкта, зокрема, у будь-яке потрібне час, що обумовлено необхідністю ІТ-сервісу обладнання. При цьому, таблиця архіву складається з наступних стовпців - дата, час, текст повідомлення, а всі технологічні повідомлення, зображувані на інформаційному табло різним кольоровим фоном, діляться на:

- аварійні (червоний фон);
- попереджувальні (жовтий фон);
- допоміжні (блакитний фон);
- стан обладнання (зелений фон);
- логічні повідомлення (сірий фон).

Дублювання повідомлення на білому фоні фіксує час квітирування оператором находження повідомлення.

Для прикладу наведена таблиця 1, 2 у вигляді макетів, де показано в якому вигляді інформація може надаватися оператору і зберігатися в архіві.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

Example of presenting alarm messages Table 1.

Archive of messages				
Emergency For the period from 01.01.2022. to 31.01.2022.				
Date	Time	Name	Messages	Confirmed
05.01.22.	10.11.45.	Conveyor 1	Not ready for work. Check all sensors	Administrator
05.01.22.	10.12.49..	Conveyor 1	Not ready for work. Check all sensors	Operator
11.01.22.	08.32.38..	Elevator 2.	Check speed control sensor	Administrator
11.01.22.	08.34.23.	Elevator 2.	Check speed control sensor	Operator
19.01.21	14.23.48	Dispenser of grain 1	Sensor scales alarm	Administrator
19.01.22.	19.24.12.	Dispenser of grain 1	Sensor scales alarm	Operator

Example of presenting alarm messages Table 2.

Archive of messages				
Warning situation For the period from 01.01.2022. to 31.01.2022.				
Date	Time	Name	Messages	Confirmed
17.01.22.	13.28.50.	Dryer 1	No heat agent	Administrator
17.01.22.	13.31.21.	Dryer 1	No heat agent	Operator
21.01.22.	16.20.48.	Crusher 2	The temperature of the shaft bearing is increased	Administrator
21.01.22	16.22.35.	Crusher 2	The temperature of the shaft bearing is increased	Operator
26.01.22.	09.08.29.	Separator 3	Depressurization of the case	Administrator
26.01.22.	09.10.35.	Separator 3	Depressurization of the case	Operator

6. Охорона праці.

6.1. Основні заходи безпеки до кукурузодробарки.

6.1.1. Характерні небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ).

До НШВФ, [42] стосовно кукурузодробарки відносяться:

підвищена запиленість повітря, джерелом якої є зерновий і борошняний пил, що виділяється в ході технологічного процесу подрібнення зерна;

підвищений рівень шуму і вібрації, обумовлений роботою рухливих частин кукурузодробарки (ротор з молотками);

підвищений рівень статистичного струму, обумовленого великою швидкістю обертання ротора кукурузодробарки;

коливання напруги в електромережі;

недостатня освітленість робочої зони.

6.1.2. Небезпечні зони і засоби їх захисту.

Кукурузодробарка є одним з основних видів технологічного обладнання, від роботи якого залежить якість одержуваного готового продукту. При цьому, визначені наступні небезпечні зони:

приводний електродвигун ротора кукурузодробарки, на валу якого встановлена муфта з зрізаними штифтами;

привід живильника кукурузодробарки;

зона приймальні воронки кукурузодробарки;

корпус кукурузодробарки, на якому може накопичуватися статичний струм.

Передбачені наступні заходи і засоби безпеки:

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

- огорожа муфти на валу приводу ротора кукурузодробарки та на валу живильника;
- герметизація корпусу кукурузодробарки;
- заземлення корпусу кукурузодробарки для ліквідації можливості накопичення електростатичного струму, занулення електродвигунів приводу ротора і приводу живильника [35,37,38];
- блокування боковин корпусу кукурузодробарки, що відкриваються, за допомогою кінцевих вимикачів, пов'язаних з електродвигуном приводу ротора [37].

6.1.3. Колірна обробка обладнання.

Корпус кукурузодробарки забарвлений в світло-зелений колір. Огородження небезпечних зон пофарбовані у жовтий колір. Внутрішня поверхня боковин корпусу кукурузодробарки, що відкриваються, і огорожі муфти на валу ротора пофарбовані в червоний колір. Кнопки на щиті місцевого управління електродвигунами приводів мають відповідно «пуск» чорний колір, «стоп» - червоний [26].

6.1.4. Заходи пожежо - і вибухобезпеки.

Приміщення, в яких встановлені молоткові дробарки відносяться до категорії В-ІІа за характером пожежо - та вибухобезпеки [22,29].

Джерелами виникнення пожежо - та вибухонебезпечної ситуації можуть бути наступні фактори:

- замикання електропроводки [35.37,38];
- замикання ланцюга статорів і роторів електродвигунів приводу ротора і приводу кукурузодробарки;
- перевищення гранично допустимої концентрації пилу в повітрі приміщення [29].

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для забезпечення пожежо-вибухобезпеки розглянутого обладнання та приміщення повинні бути вжиті наступні заходи:

- пускова апаратура електродвигунів повинна знаходитися в герметично закритому приміщенні (розподільному пункті);
- електропроводка до електродвигунів кукурузодробарки повинна прокладатися в трубах і не повинна мати порушень ізоляції, а місця підключення повинні бути ретельно ізольовані;
- опір ізоляції електропроводки має бути не менше 1.0 МОм, а опір ізоляції статора електродвигуна не менше 5,0 МОм [37];
- електродвигуни, що встановлюються на кукурузодробарці повинні бути у вибухобезпечному виконанні типу 1P54 для категорії приміщень В-Па [29];
- корпус електродвигунів повинен бути занулений, а корпус кукурузодробарки заземлений згідно [35,36,38]
- корпус молоткової дробарки повинен бути ретельно загерметизованим;
- при виконанні робіт в зоні кукурузодробарки необхідно застосовувати інструмент, виготовлений з безіскрових матеріалів з ізоляцією або в відповідному вибухобезпечному виконанні [43];
- установка вибухорозрядників;
- загально обмінна вентиляція в приміщенні установки кукурузодробарок повинна забезпечувати відсмоктування запиленого повітря в систему вентиляції, при якій вміст борошняного пилу не повинно перевищувати 6 мг / м³ згідно [43];
- зона кукурузодробарки з рівнем звуку або еквівалентним рівнем звуку більше 85 дБА повинна бути позначена знаками небезпеки, в зв'язку з чим адміністрація зобов'язана забезпечувати працівників в цій зоні засобами індивідуального захисту [44];

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

- згідно гігієнічної характеристики впливу вібрації на людину [27] середньоквадратичне значення віброшвидкості для кукурузодробарок становить $0,2 \cdot 10^{-2}$ м / с;
- для включення переносних світильників з метою періодичного огляду важкодоступних місць в кукурузодробарках повинні бути передбачені штепсельні розетки напругою 12В згідно [25,37];
- засоби пожежогасіння (наприклад, вогнегасники ОУ-5).

6.1.5. Засоби індивідуального захисту.

Обслуговуючий персонал забезпечується одягом та засобами захисту, передбачені правилами техніки безпеки і виробничої санітарії на зернопереробних заводах.

Основними засобами індивідуального захисту оператора від НШВФ є респіратори «Лепесток» і «Астра» [23,31].

Для захисту від дії несприятливих чинників, використовується спеціальний одяг і взуття [40,41]. Для захисту органів слуху рекомендовані засоби згідно [44].

6.2. Заходи безпеки при монтажі та експлуатації обладнання.

6.2.1. вимоги безпеки при монтажі та ремонті устаткування.

Кукурузодробарка надходить для проведення монтажних робіт в розібраному вигляді, окремими складальними одиницями і деталями в спеціальній упаковці і антикорозійному мастилі. Як правило, кукурузодробарки встановлюють на 1-му поверсі цеху. Їх доставляють до місця установки за допомогою лебідки через спеціальні отвори в стінах. Далі використовують спеціальні візки, підйомники, тельфери, що тимчасово розміщуються в приміщенні кукурузодробарок. Проводять розстановку, видалення мастила, здійснюють розмітку площі під монтаж установку анкерних болтів, кріпильну раму, а потім починають монтаж безпосередньо

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

станини і корпусу кукурузодробарки і інших складальних одиниць і деталей. Правильність установки і відповідність проектної документації перевіряють спеціальними засобами (схил, рівні, лазерні прилади).

Вільна відстань по периметру кукурузодробарки при монтажі повинно бути не менше 1 м.

До початку випробувань в холостому режимі необхідно перевірити надійність кріплення різьбових з'єднань. У холостому режимі випробування проводять протягом 6 годин.

Для ослаблення шуму і вібрації кукурузодробарку встановлюють на шумоізолювальних фундаментах і підставі віброізолюваній від підлоги та інших конструкцій будівлі [27].

Ремонтні роботи в приміщенні в якому встановлені кукурузодробарки проводяться тільки з дозволу головного інженера, начальника цеху або осіб які їх замінюють. Місце проведення ремонтних робіт повинно бути огорожене й позначено спеціальними попереджувальними плакатами для забезпечення безпеки виконання робіт.

Устаткування, що знаходиться в ремонті, відключають від джерел електроживлення, в приміщенні розподільного пункту, вивішують плакат «не включати, працюють люди», такий же плакат повинен бути розміщений на щиті пульті диспетчерського пункту.

Організація і проведення зварювальних та газополумєневих робіт повинно проводитися в суворій відповідності з [39].

Пуск встановленої машини, а також пуск після ремонту, дозволяється головним інженером підприємства.

При цьому кукурузодробарка повинна пройти перевірку:

- правильності складання і надійності закріплення деталей;

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

- відсутності сторонніх предметів всередині корпусу кукурузодробарки;
- відбалансованості обертових вузлів;
- мастила з'єднань;
- наявності огорожень небезпечних зон, їх справності та відповідності з діючими правилами;
- справності оглядових люків і герметизації корпусу кукурузодробарки;
- наявність автоматичних блокувань при аварійних ситуаціях.

6.2.2. Вимоги безпеки при експлуатації обладнання.

Перед початком роботи кукурузодробарки необхідно перевірити:

- наявність і справність огороження приводів ротора і живильника дробарки;
- наявність і надійність кріплень уземлювального та зануленого пристроїв до корпусу кукурузодробарки та електродвигунів приводів;
- справність дії кнопок "пуск", "стоп" управління електродвигунами в режимі місцевого управління і аварійної зупинки;
- правильність установки муфт валів ротора і живильника кукурузодробарки;
- робочі зони на наявність сторонніх предметів.

6.2.3. Вимоги безпеки при аварійній ситуації.

Аварійна зупинка кукурузодробарки повинна здійснюватися в наступних випадках:

- заклинювання ротора кукурузодробарки;
- перевантаження камери живильника кукурузодробарки;
- спрацьовування вибухорозрядника;
- підвищення навантаження робочих органів;

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

- аварійна зупинка попередньої або наступної кукурузодробарки обладнання.

У кукурузодробарці при настанні будь-якої з перерахованих ситуацій передбачена автоматична аварійна зупинка, супроводжувана світловою та звуковою сигналізацією.

У всіх випадках огорожі повинні мати блокування за допомогою кінцевих вимикачів.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

Розрахунок економічної ефективності модернізації дробарки для зерна кукурудзи

Головним завданням, яке стоїть перед крупозаводами в сучасних ринкових умовах є зниження споживання устаткуванням ресурсів інженерного забезпечення (електроенергії, води, та ін.), що приходяться на одиницю продуктивності устаткування. Для цього потрібне різке зниження експлуатаційних витрат та підвищений рівень конкурентно-здатності продукції [34].

Запропонована модернізація дробарки для зерна кукурудзи забезпечить підвищення потужності та продуктивності обладнання та поліпшенні показники виробничо-господарської діяльності.

1.Техніко-економічна характеристика устаткування до і після його модернізації

Таблиця 1

N	Показатели	Ед. Изм.	Позна- чення	Обладнан- ня	
				до	після
1	Технична норма продукт.	тн/.час	В	10,0	12,0
2	Маса устаткування	Кг.	М	1800	1800
3	Установлена потужність	квт	Рэ	40,0	45,0
4	Чисельність персоналу	чол.	Ч	0,260	0,135
5	Час обслуговування оператором 4р.	мин.	мин/см	124	65
6	Оптов. ціна устаткування	грн	Ц	18400	Розрах.

					Модернізація зернодробарки в ІТ-системі роботи обладнання					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Економіка			Літера.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Лисак				КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16				101	
Н.Керівник	Алексашин							ОНТУ		
Зав.каф.	Гапонюк									
Консульт.	Савенко									

2. Нормативно-довідкова інформація для виконання розрахунків

Таблиця 2

N	Показатели	Ед. измер.	Величина
1	Норма амортизації	%	20
2	Норма витрат на ремонтні роботи	%	5.0
3	Норма витрат на утримання і експлуатацію устаткування	%	1.3
4	Норматив відрахувань у соціальні фонди	%	30,0
5	Річний фонд робочого часу	час	5440
6	Годинна. тарифна ставка робітника 4 р.	грн	10,57
7	Собівартість 1 квт. ел.енергії	грн	1,64
8	Коефіцієнт використання ресурсу	-	0,80
9	Граничний строк окупності капітальних вкладень	років	5,0

3. Оцінка рівня науково-технічної ефективності модернізації дробарки для кукурудзи

Таблиця 3

N	Показники	Базове Обладнан.	Модернізі-ров. облад.
1	Рівень новизни	-	Перевищує вітчизняні аналоги
2	Якість продукції	вища	вища
3	Споживання ел.енергії на 1 тн. , квт	4,0	3,75
4	Трудоємність 1 тн., чол.год	0,026	0,011

4. Експертна оцінка і розрахунок інтегрального показника НТЕ

Таблиця 4

N	Показники	Рейтинг експертів			Серед. оцін.	НТЕ
		1	2	3		
1	Науково-технічний рівень	5	5	5	5,0	1,75(5*0,35)
2	Перспективність	5	6	7	6,0	2,10(6*0,35)
3	Потенційний масштаб практичного використ.	8	7	7	7,33	1,47(7,33*0,2)
4	Ступень досягнення позитивних результатів	8	9	8	8,33	0,83(8,33*0,1)
	Всього					6,15

В результаті проведеної експертної оцінки науково-технічна ефективність зволожувальної машини оцінена як достатня - 61,5% (6,15*100%)

5. Розрахунок капітальних вкладень на модернізацію дробарки для кукурудзи і ціни устаткування.

Розрахунок капітальних вкладень на модернізацію устаткування розраховуємо укрупненим методом на основі ціни як 40% від ціни устаткування до модернізації.

Капітальні вкладення визначаємо за формулою:

$$KB = Цб + (Цб * 0,40)$$

Де Цб – ціна устаткування до модернізації

Таким чином, ціна устаткування після модернізації складе :

$$KB = 18400,00 + (18400,00 * 0,40) = 25760,00 \text{ грн}$$

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

6.Розрахунок поточних витрат по устаткуванню :

6.1 Амортизація устаткування:

- до модернізації (Аб) $Аб = 18400,00 * 0,20 = 3680,00$ грн

- після модернізації (Ан) $Ан = 25760,00 * 0,20 = 5152,00$ грн

6.2 Витрати на ремонтні роботи :

- до модернізації (Рб)

$$Рб = 18400,00 * 0,050 = 920,00\text{грн}$$

- після модернізації (Рн)

$$Рн = 25760,00 * 0,050 = 1288,00\text{грн}$$

6.3 Витрати на утримання та експлуатацію устаткування :

- до модернізації (СЭб)

$$СЭб = 18400,0 * 0,013 = 239,20 \text{ грн}$$

- після модернізації (СЭн)

$$СЭн = 25760,0 * 0,013 = 334,88 \text{ грн}$$

6.4 Витрати на електроенергію :

- до модернізації (Эб)

$$Эб = 5440 * 40,0 * 0,8 * 1,64 = 285491,20 \text{ грн}$$

- після модернізації (Эн)

$$Эн = 5440 * 45,0 * 0,8 * 1,64 = 321177,60 \text{ грн}$$

6.5 Основна і додаткова заробітна плата обслуговуючого персонала :

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

- до модернізації (ЗПб)

$$\text{ЗПб} = 5440 * 10,57 * 1,2 * 1,15 * 0,260 = 20631,29 \text{ грн}$$

- нового обладнання (ЗПн)

$$\text{ЗПн} = 5440 * 10,57 * 1,2 * 1,15 * 0,135 = 10712,40 \text{ грн}$$

6.6 Відрахування в соціальні фонди в % від основної и додаткової заробітної плати (30%) :

- до модернізації (Нзпб)

$$\text{Нзпб} = 20631,29 * 0,30 = 6189,39 \text{ грн}$$

- після модернізації (Нзпн)

$$\text{Нзпн} = 10712,40 * 0,30 = 3213,72 \text{ грн}$$

Зведення витрат за рік по устаткуванню до і після модернізації

Таблиця 5

N	Найменування витрат	До модернізації (Сб)	Після модернізації (Сн)
1	Амортизація устаткування	3680,00	5152,00
2	Витрати на ремонтні роботи	920,00	1288,00
3	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	239,20	334,88
4	Витрати на електроенергію	285491,20	321177,60
5	Витрати на заробітну плату	20631,29	10712,40
6	Відрахування у соціальні фонди	6189,39	3213,72
7	ВСЬОГО ВИТРАТ	317151,08	341878,60

7. Показники економічної ефективності капітальних вкладень :

7.1 Прибуток(П) від модернізації устаткування визначено зниженням сукупних річних витрат по експлуатації з урахуванням коефіцієнта росту продуктивності в 1,2 рази (12тн :10тн) :

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

$$П = (Сб * 1,2) - Сн$$

$$П = (317151,08 * 1,2) - 341878,60 = 38702,70 \text{ грн}$$

7.2 Строк окупності капітальних витрат визначаємо як відношення капітальних вкладень до прибутку :

$$Т = КВ : П$$

$$Т = 25760,00 : 38702,70 = 0,67 \text{ року}$$

ВИСНОВКИ :

- 1. Розробка модернізованої дробарки для кукурудзи зроблена на цілком достатньому науково-технічному рівні.**
- 2. Модернізація дробарки для кукурудзи дозволить :**
 - збільшити продуктивність на 2 тн/год
 - знизити споживання електроенергії у розрахунку на 1тн. на 0,25 квт
 - дістати прибуток у обсязі 38702,70 грн
 - окупити капітальні вкладення в економічно ефективний термін - 0,67 року
 - здійснити модернізацію устаткування за рахунок амортизаційного фонду.
- 3. Усе вищесказане свідчить про економічну ефективність і господарську доцільність модернізації дробарки для кукурудзи.**

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

Література

1. Technological equipment predpriyatiy otriyasli (grain processing enterprises): a textbook / L.A.Glebov, A.B. Demsky, VF Vedenev and others - М.: DeLi print, 2006. 810с.
2. Technological equipment of flour and cereal enterprises: a textbook / О.І.Гапонюк, Л.С. Soldatenko, LG Grosul et al. - Kherson: Oldi-plus, 2018. 752.
3. Garonyuk O., Aleksashin O., Goncharuk G. Management of transportation and technological equipment of the industry based on the SMART system. Grain products and mixed fodder's, 2021; 21 (1, 81): 43-46.
4. Aleksashin A., Goncharuk G., Lisak M. Modernization of corn grain crusher in the conditions of IT-system equipment. Grain Products and Mixed Fodder's, 2021; 21 (4, 84): 10-15.
5. Morrison M. History of SMART Objectives: Introduction to SMART objectives and SMART Goals: / Mike Morrison // RapidBI. — 2010.
6. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «ІТ-сервіс обладнання зернопереробних виробництв» Розділ «Системи SMART-INDIVIDUAL» для здобувачів вищої освіти спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання./ Укладачі доц. Алексашин О.В., доц., Гончарук Г.А., инж. Кара О.Д.– Одеса: ОНАХТ, 2021 – 25с.
7. Шляхи створення апаратного комплексу управління технологічним та транспортним обладнанням / О.І. Гапонюк, О.В. Алексашин // Зб. тез доп. 80-ї наук. конф. викл. акад., Одеса, 7–8 трав. 2020 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій; під заг. ред. Б.В. Єгорова. – Одеса : ОНАХТ, 2020. – С. 446–447.
8. Конспект лекцій до курсу «ІТ-сервіс обладнання зернопереробних виробництв» для студентів магістрів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Частина 1. Комплекс технічних засобів контролю і управління транспортним та технологічним обладнанням усіх форм

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

навчання./ Укладачі: Алексахин О.В., Гончарук Г.А., Ромашкевич С.А., Кара О.М. - Одеса: ОНАХТ, 2021 р.- 58с.

9. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «ІТ-сервіс обладнання зернопереробних виробництв». Програмований логічний контролер (ПЛК). Для здобувачів ступеню ступеню вищої освіти магістр спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання./ Укладачі доц.. Алексахин О.В., доц., Гончарук Г.А., Кара О.Д. – Одеса: ОНАХТ, 2022, 41с.

10. Конспект лекцій з курсу « ІТ-сервіс обладнання зернових виробництв». частина II. «Дослідження систем збору для даних сервісу обладнання галузі» для студентів магістрів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання/ Укладачі доц.. Алексахин О.В., доц., Гончарук Г.А., доц., Кара О.Д., інж.. – Одеса: ОНТУ, 2022 –50 с.

11. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «ІТ-сервіс обладнання зернопереробних виробництв» Розділ «Системи SMART-INDIVIDUAL» для здобувачів вищої освіти спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання/ Укладачі доц.. Алексахин О.В., доц., Гончарук Г.А., інж. Кара О.Д. – Одеса: ОНАХТ, 2021 – 25с.

12. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «ІТ-сервіс обладнання зернопереробних виробництв» Схеми зовнішніх з'єднань під час монтажу SМАКТ-систем для здобувачів ступеню ступеню вищої освіти магістр спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання – Одеса./ Укладачі доц. Алексахин О.В., асс. Ромашкевич С О. ОНАХТ, 2022, 32с.

13. Мерко І.Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна. - Одеса: Друк, 2001.- 348 с.

14. Правила організації і ведення технологічного процесу на борошномельних, комбікормових і круп'них заводах.-К.: Віпол, 1998.- 145 с.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

15. Подрібнювач [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://www.freepatent.ru/patents/2080770>
16. ДСТУ 13634-90. Кукурудза. Вимоги при заготівлях і поставках — К.: Стандартиформ, 2010.
17. ДСТУ 14176-69. Боршно кукурудзяне. Технічні умови — К.: Стандартиформ, 2006.
18. Система технологій (за видами діяльності) / Остапчук М. в., Рибак А. І. — К. ЦУЛ, 2003. — 888 с.
19. Машина для дроблення зерна ударним способом [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://mppnik.ru/publ/481-mashiny-dlya-drobleniya-zerna-udarnym-sposobom.html>
20. ДСТУ 27692 Устаткування технологічне для комбікормових підприємств. Загальні вимоги.
21. ДСТУ 12.0.003-83. Шум. Загальні вимоги до безпеки.
22. ДСТУ 12.0.004-85. Пожежна безпека. Загальні вимоги.
23. ДСТУ 12.0.005-88. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітряної робочої зони.
24. ДСТУ 12.1.012-90 ССБТ Вібробезпека. Загальні вимоги.
25. ДСТУ 12.1.012-74 ССБТ Обладнання виробниче. Загальні вимоги до безпеки.
26. ДСТУ 12.4.026-76 ССБТ Кольори сигнальні та знаки безпеки.
27. СН 245-71 Санітарні норми проектування промислових підприємств.-К.: Промвидавництво т, 1980.
28. СН та ПП – 4-79 Будівельні норми та правила Освітленість – К., 1980
29. ДСТУ 12.016. Вибухобезпека. Загальні вимоги
30. ДСТУ 12.3.010. Вимоги безпеки. Каталог-довідник.
31. Засоби індивідуального захисту працюючих з виробництва. - К Промвидавництво, 1988
32. ДСТУ 12.2.033-78 Робоче місце під час виконання робіт стоячи

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

33. Процеси і апарати харчових виробництв: Учеб. для вузів: в 2 кн. / А.Н.Остріков, Ю.В.Красовічкій, А.А.Шевцов і ін .; під ред. А.Н.Острікова. - СПб .: ГИОРД 2006. - Кн.1. - 632 с.

34.Методичні вказівки до виконання економічної частини з модернізації технологічного обладнання для студентів спеціальності 7.090221

35. ДСТУ 12.1.030-81 ССБТ Електробезпека. Захисне заземлення, занулення.36. ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ Устаткування виробниче. Огородження захисні.

37. ДСТУ 12.2.007-75 ССБТ Вироби електричні. Загальні вимоги до безпеки.

38 ДСТУ 12.1.019-79 ССБТ Електробезпека. Загальні вимоги.

39. ДСТУ 12.3.003-75. ССБТ Роботи електрозварювальні. Загальні вимоги.

40 ДСТУ 12.2.124-90. ССБТ Одяг виробничий, спеціальний.

41. ДСТУ Т 12.4.164-85. ССБТ Взуття виробниче, спеціальне.

42. ДСТУ 12.0.003-74 ССБТ Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

43. ДСТУ 12.4.109-82 Інструмент. Загальні вимоги до безпеки.

44. ДСТУ 12.4.051-78. ССБТ Засоби індивідуального захисту органів слуха. Загальні технологічні умови

45.Дробарка [Електронний ресурс] — Режим доступу:
<http://www.freepatent.ru/patents/2406569>

46.Подрібнювач [Електронний ресурс] — Режим доступу:
<http://www.freepatent.ru/patents/2080770>

47.Дисмембратор [Електронний ресурс] — Режим доступу:
<http://www.freepatent.ru/patents/2045340>

48.Дисмембратори ДМ [Електронний ресурс] — Режим доступу:
http://www.lamel777.ru/ikk_i_tonkodispersnie_materiali/dismembratory

49.Дезінтегратор, одноприводный [Електронний ресурс] — Режим доступу:
<https://service-pack.kiev.ua/odnoprivodnyj-dezintegrator-dz-300>

50. Дисмембратор роторно-ситовий ДРС [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://sibirinvest.ru/product/drs.htm>.

					КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16	Лист
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		110

формат	поз.	Позначення	Найменування	кіль.	прим.	
			Документація			
A1		Механізм регулюючий	Збірне креслення			
			<u>Деталі</u>			
	1	ДСТУ 380-94	Корпус підшипника	1		
	2	ДСТУ 380-94	Кришка	1		
	3	ДСТУ 380-94	Втулка регулювальна	1		
	4	ДСТУ 380-94	Шайба регулювання втулки	1		
	5	ДСТУ 5692-98	Маховичок	1		
	6	ДСТУ 1412-90	Маховичок регулюючий	1		
	7	ДСТУ 380-94	Траверза	1		
	8		Пружина	2		
	9	ДСТУ 380-94	Ковпак	2		
	10	ДСТУ 380-94	Гвинт натяжний	2		
	11		Ручка	1		
	12	ДСТУ 380-94	Веделка	1		
	13		Цапфа веделки	2		
	14		Ось із буртиком	4		
	15		Кронштейн	1		
	16		Напрямна	2		
	17		Планка	2		
	18		Прокладання	1		
			Стандартні вироби			
	21		Гайка настановна	1		
	22	ДСТУ 3522-85	Болт М10	12		
	23	ДСТУ 5929-95	Гайка М20	4		
	24	ДСТУ 3233-91	Шайба М12	8		
	26		Кільце ущільнювача №12	2		
	27	ДСТУ 1303-12	Маслянка ковпачкова №25.	1		
			КРМ.ТОЗВ.1.733-03.1.16			
Змн.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		
Розроб		Лисак				
Перевір		Алексашин				
Затв.		Гапонюк				
			Механізм регулюючий	Літ	Лист	Листів
				У	114	
			Каф. ТОЗВ ОНТУ			

