

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій
проекування

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ **Сергій БЛАЖЕНКО**
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2024р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ **Микола ЯКИМЧУК**
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ 2024р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА** зі
спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних
виробництв

на тему: Модернізація молоткової дробарки А1-ДМР-6
з метою підвищення надійності обладнання.

Виконала: здобувачка 4 курсу, групи ОХ-4-2

_____ **Похитун Олександра Євгенівна** _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Миколів Іван Михайлович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти Юрій БОЙКО _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) _____ (підпис)

Рецензент _____ (ім'я та прізвище) _____ (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувачка _____
(підпис)

Київ - 2024р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

Освітній ступінь Бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових та біотехнологічних
виробництв

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Микола ЯКИМЧУК

“__” червня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Похитун Олександра Євгенівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи Модернізація молоткової дробарки А1-ДМР-6 з метою
підвищення надійності обладнання.
керівник роботи Миколів Іван Михайлович, доцент.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закл. вищої осв. від “05” квітня 2024 року
№ 256-кс
- Строк подання здобувачем роботи 18 червня 2024
- Вихідні дані до роботи технічний паспорт обладнання кресленики
обладнання; навчальна нормативна та спеціальна література
- Зміст пояснювальної записки вступ, аналіз існуючого
обладнання, аналогічного призначення, техніко-економічне
обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту;
опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи,
розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний
маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації,
ремонту, опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології;
загальні висновки, список використаної літератури, специфікація
- Перелік графічного матеріалу
Загальний вигляд машини; модернізація машини; ротор; схема молотків;
технологічний маршрут виготовлення кришки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія машинобудування</i>	<i>Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ</i>		

7. Дата видачі завдання ____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>26.04.24</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>27.04.24</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення</i>	<i>29.04.24</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко – економічне, соціальне обґрунтування</i>	<i>30.04.24</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідної сировини і продукту</i>	<i>02.05.24</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.</i>	<i>04.05.24</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Розрахункова частина</i>	<i>06.05.24</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	<i>10.05.24</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Розрахунок технології виготовлення окремих деталей</i>	<i>12.05.24</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання</i>	<i>14.05.24</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Система управління</i>	<i>15.05.24</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Охорона праці</i>	<i>16.05.24</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Охорона довкілля</i>	<i>17.05.24</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Висновки</i>	<i>18.05.24</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Список використаної літератури</i>	<i>19.05.24</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Графічна частина</i>	<i>28.05.24</i>	<i>Виконано</i>
17	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>18.06.24</i>	<i>Виконано</i>

Здобувачка

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Олександра ПОХИТУН

(ім'я та прізвище)

Іван МИКОЛІВ

(ім'я та прізвище)

Зміст

Анотація.....	5
ANNOTATION.....	6
Вступ.....	7
Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення.....	12
Техніко – економічне, соціальне обґрунтування.....	38
Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції.....	46
Опис запропонованого технічного рішення принцип роботи обладнання...	52
Розрахункова частина.....	56
Підбір конструкційних матеріалів.....	62
Розрахунок технології виготовлення окремих деталей.....	64
Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання.....	75
Опис системи управління.....	79
Заходи з охорони праці.....	80
Охорона довкілля.....	85
Висновки.....	88
Список використаної літератури.....	89

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва				
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш

АНОТАЦІЯ

Похитун О.Є. Дослідження ефективності процесу дроблення в дробарках молоткової дії.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 133 – Галузеве машинобудування.

В роботі на основі аналізу стану питання по темі, покращення та обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів молоткової дробарки обґрунтовано підвищення надійності дробарки.

В роботі вирішена задача, яка полягала в підвищенні ефективності роботи зернових молоткових дробарок шляхом обґрунтування раціональних параметрів і режимів роботи робочого органу.

Кваліфікаційна робота містить аналіз обладнання що вже існує і пошук нових рішень згідно з сучасними науковими розробками. У цій кваліфікаційній роботі, запропонована модернізації молоткової дробарки А1-ДМР-6

Ключові слова:

ДРОБАРКА,МОЛОТОК,ЗЕРНО,КОМБІКОРМ,СТУПІНЬ,ПОДРІБНЕННЯ, ЗНОС, МОДЕЛЬ.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 4
--	---------------	--------------	------	------------

ANNOTATION

Pokhytun O.E. Research on the Efficiency of Crushing Process in Hammer Mills.

Qualification thesis for obtaining a Master's degree in the field of specialization 133 - Branch Mechanical Engineering.

Based on the analysis of the state of the issue, research, and justification of the design and technological parameters of the hammer mill, the increase in the efficiency of the crushing process is substantiated.

The task of increasing the efficiency of grain hammer mills by substantiating rational parameters and operating modes of the working body is solved in the thesis.

The qualification thesis contains an analysis of existing equipment and the search for new solutions in accordance with modern scientific developments. In this qualification thesis, modernization of the hammer mill A1-DM2R is proposed.

Keywords: CRUSHER, HAMMER, GRAIN, COMPOUND FEED, DEGREE, CRUSHING, WEAR, MODEL.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 5
--	---------------	--------------	------	------------

Вступ

Харчова промисловість — комплекс галузей промисловості, які спеціалізуються на виробництві продуктів харчування, а також тютюнових виробів, мильних і мийних засобів, ароматизаторів і косметичних засобів. Підприємства цієї галузі господарства забезпечують населення різноманітними товарами першої необхідності.

Основними напрямками харчової промисловості, які використовують рослинну сировину, є виробництво макаронних виробів та круп, олій і жирів, цукру, консервованої та свіжої фруктово-овочевої продукції, а також виноробство. Тваринну сировину переробляють підприємства м'ясної, молочної та рибної промисловості.

Молоткові дробарки використовуються в харчовій промисловості для подрібнення рослинної сировини та крихких матеріалів. Молоткові дробарки призначені для дрібного, середнього і крупного дроблення матеріалів низької і середньої твердості, але найчастіше використовують їх для дрібного та середнього дроблення.

Згодовування тваринам зерна відбувається у різних формах після його подрібнення, для чого використовують зернові дробарки. Існуючі конструкції дробарок мають низку недоліків щодо нерівномірності гранулометричного складу продукту подрібнення, швидке зношування робочих елементів (молотків, решіт), характеризуються високою питомою енергоємністю, що в середньому становить 10 кВт·год/т, а в окремих випадках досягає 20 кВт·год/т. Зазначені фактори спонукають до необхідності проведення ґрунтовніших досліджень, спрямованих на поліпшення якісних, кількісних та енергетичних показників зернових дробарок, яких можна досягнути завдяки вдосконаленню існуючих конструкцій та розробкою для них нових робочих органів.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва Вступ				
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 7

Актуальність теми

Україна веде багату сільськогосподарську діяльність, де одним із найважливіших напрямків є тваринництво. Забезпечення тварин та птиці якісними кормами є ключовим аспектом їх здоров'я та продуктивності. При цьому, ефективне використання кормових ресурсів та їх оптимізація є важливою складовою.

У сучасних умовах, коли концентровані корми стають все більш важливими, досить складно підтримувати баланс у використанні цих ресурсів. Зернові та зернобобові культури, як основні компоненти концентрованих кормів, забезпечують значну частку протеїну, необхідного для правильного зростання та розвитку тварин. Проте, ефективність використання зерна знижується без попередньої підготовки, що може вплинути на продуктивність тварин

Подрібнення зернових культур для кормів стає одним із ключових методів підготовки до годування. Цей процес дозволяє покращити доступність питальних речовин, підвищити перетравлюваність та забезпечити повніше засвоєння їжі тваринами. Проте, подрібнення є енергоємною та трудомісткою операцією, що може займати значну частку трудовитрат у виробництві комбікормів.

Молоткові дробарки, як основні машини для подрібнення, вже використовують у сільськогосподарському виробництві, проте вони мають свої недоліки, такі як велика кількість не до подрібнених фракцій та втрат енергії. В останні роки велика увага приділяється удосконаленню подрібнення відцентрово-роторними системами, які можуть забезпечити якісне подрібнення при менших витратах енергії

Отже, подальше дослідження та впровадження нових технологій подрібнення є актуальним завданням для підвищення ефективності тваринницької галузі України та забезпечення сталого розвитку сільськогосподарського сектора.

Аналіз завдання кваліфікаційної роботи

Вихідна інформація, що надається у паспорті молоткової дробарки, дозволяє отримати повне уявлення про її функції та конструкцію. Призначенням дробарки є ефективне подрібнення сировини, а основними робочими органами для цього є молотки.

Крім основних робочих органів - молотків, електроустаткування дробарки має важливе значення для її функціонування. На дробарці встановлені електродвигуни приводу ротора та приводу живильника, які забезпечують необхідний рух робочих органів. Крім того, присутні п'ять кінцевих вимикачів, які відповідають за безпеку та правильну роботу механізму.

Особливе значення має живильник, який призначений для рівномірної подачі сировини до дробильної камери. Він також відокремлює металеві магнітні домішки від сировини, що забезпечує безпеку обладнання. Живильник оснащений заслінкою, яка переміщується за допомогою зубчастої передачі та маховичка. Заслінка дозволяє регулювати подачу сировини вручну, а також перекривати її за необхідності. Це важливий елемент, який забезпечує стабільну та ефективну роботу.

Принцип роботи дробарки полягає в наступному: сировину подають у живильник, де вона розподіляється по всій ширині і потрапляє в дробильну камеру. Тут вона стикається з молотками ротора, що розбивають зерно на дрібні частинки. Після цього зруйновані зерна проходять через сито ситової рамки і виводяться з дробарки через вибухо-розрядні.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 9
--	---------------	-----------------	------	------------

Аналіз способів і технічних засобів, що застосовуються для подрібнення

Під процесом подрібнення розуміється постійне зменшення вихідних розмірів частинок за допомогою фізичного впливу на них зовнішніх сил, що перевершують сили молекулярного зчеплення між ними.

Залежно від типу деформації, спричиненої в матеріалі, що піддається подрібненню, і методу впливу на нього робочими органами подрібнювальних машин, відомі наступні основні способи подрібнення матеріалів: ударом, стиранням, сколюванням, різанням і здавленням (див. рисунок 1.1). Вибір способу подрібнення здійснюється переважно з урахуванням фізико-механічних властивостей матеріалу.

Найбільш поширеним серед способів процесу подрібнення є удар. Виділяють подрібнення за допомогою вільних (див. рисунок 1.1) та обмежених ударів. Під час вільного удару подрібнення частинок матеріалу відбувається через їх зіткнення з робочими органами молоткової дробарки або іншими тілами у русі. Ефективність цього процесу визначається швидкістю зіткнення частинок матеріалу, незалежно від того, чи рухається руйноване тіло, чи робочий орган дробарки. При обмеженому ударі частинка матеріалу руйнується, потрапляючи між двома робочими органами дробарки. Ефективність даного процесу подрібнення залежить від кінетичної енергії тіла що вдаряється

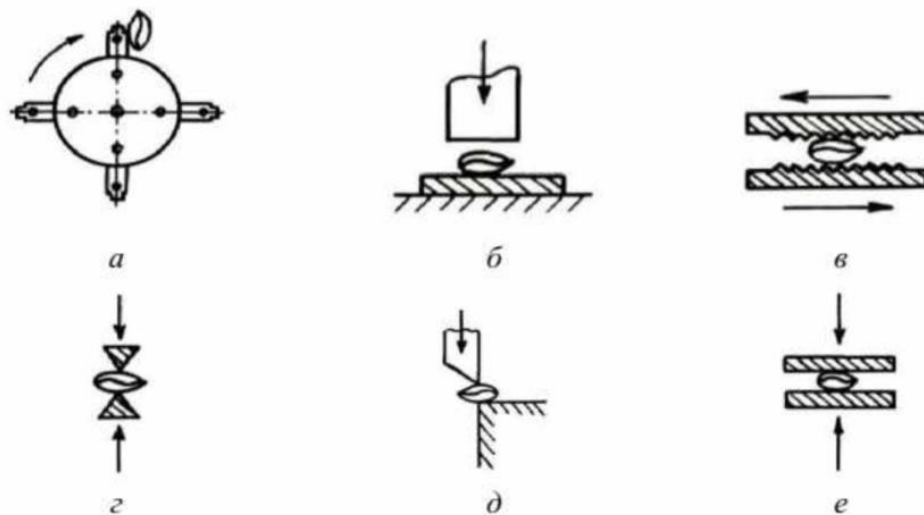


Рисунок 1.1 Способи подрібнення матеріалів: а-вільним ударом; б - обмеженим ударом, в-стиранням; г-сколюванням, д-різанням, е-здавленням

Під час процесу стирання матеріал руйнується під впливом сил стискання та тангенціальних сил, що призводить до утворення порошкоподібного продукту. Стирання супроводжується збільшенням енергетичних затрат і зносом робочих органів дробарки. Внаслідок цього зносу робочих органів може відбуватися потраплянням їхніх частин в подрібнюючу масу, що небажано з точки зору ефективності процесу.

При сколюванні матеріал руйнується на частини в областях максимальних напружень, спричинених клиноподібним розколюючим органом дробарки. Отримані частинки характеризуються однорідністю за розмірами та формою.

Цей метод дозволяє регулювати розміри отриманих часток залежно від потреб.

При різанні матеріал руйнується на заздалегідь визначені за розміром та формою частини. Процес повністю контрольований.

Руйнування матеріалу при стисненні відбувається, коли внутрішні напруги в ньому перевищують межу міцності при стисненні .

На підставі описаних способів подрібнення матеріалів, можна класифікувати подрібнюючі машини, а також зробити висновок про застосування найбільш ефективної машини, що дозволяє подрібнювати зернові культури до необхідного складу.

Для процесу подрібнення на сільськогосподарських підприємствах застосовують різні подрібнюючі машини, що розрізняються по конструкції і типу робочих органів: хрестові, штифтові, барабанні, тарілчасті, роторні та молоткові (рисунок 1.2).

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 11
--	---------------	-----------------	------	-------------

Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення

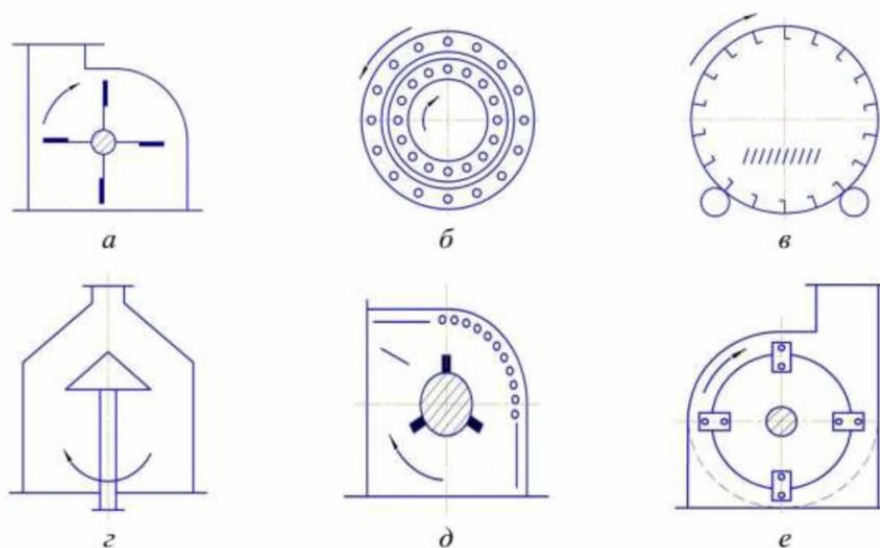


Рисунок 1.2 Схеми подрібнюючих машин:
а-хрестові; б-штифтові; в-барабанні; г-тарілчасті; д-роторні; е- молоткові

Хрестові дробарки в своїй конструкції мають біла, жорстко закріплені на роторі, колова швидкість бил може досягати до 100 м/с. Дані дробарки знайшли широке застосування для подрібнення м'яких матеріалів .

У штифтових дробарках основними робочими органами є два циліндри, чия поверхня вкрита штифтами, що жорстко закріплені в основі. Процес подрібнення відбувається за рахунок обертання цих циліндрів із штифтами, які рухаються назустріч один одному зі значною швидкістю, що може досягати до 150 м/с та більше.

Готовий продукт після подрібнення штифтовими дробарками має крупність до 5 мм. Ці дробарки знайшли широке застосування для обробки матеріалів з низькою міцністю.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва				
	Документ затверджено Якимчук М.В.					

Барабанні дробарки мають пустотілий барабан з торцевими кришками, в яких розташовані порожні цапфи, що встановлені в підшипниках. Дробильна камера заповнена подрібнюючими тілами на рівні 25-40% і подрібнюваним матеріалом. Завдяки відцентровій силі та інерції, подрібнюваний матеріал переміщується вздовж стінок барабана, де відбувається його подрібнення під впливом подрібнюючих тіл. Ці дробарки застосовуються головним чином для обробки матеріалів з низькою міцністю. Однак вони не підходять для подрібнення шкаралупи зернових чи насінняних культур через періодичну дію та великі габаритні розміри.

У тарілчастих дробарках подрібнення відбувається за рахунок удару маси матеріалу, що розганяється через обертання диска (тарілки) навколо вертикальної вісі. Ці дробарки ефективніше застосовувати для подрібнення матеріалів, таких як глина чи вапняк. Проте, їхня ефективність у сільському господарстві обмежена через недостатню продуктивність процесу подрібнення.

У роторних дробарках руйнування матеріалу відбувається за допомогою ударів біля по масі матеріалу та зіткнень між частинками, що руйнуються. Для досягнення максимальної ефективності руйнування, колова швидкість ротора може досягати до 80м/с.

Дані дробарки в основному застосовують при виробництві будівельних матеріалів.

У молоткових дробарках процес подрібнення здійснюється завдяки впливу на матеріал молоткових, які підвішені на роторі. Ці дробарки відрізняються високою ефективністю подрібнення. Серед їх переваг можна виділити швидке вивільнення готового продукту з дробильної камери, можливість регулювання ступеня подрібнення, легку заміну зношених деталей, механізоване завантаження матеріалу.

Окрім молоткових дробарок, у сільському господарстві також використовуються жорнові млини та вальцьові верстати.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 13
--	---------------	-----------------	------	-------------

Жорнові млини, в основному працюють за принципом стирання. Дані млини знайшли застосування в основному для подрібнення зернових матеріалів в борошно або дерть. Робочими органами жорнових млинів є два плоских диска (жорна), які виготовлені з матеріалів гірських порід. Робоча поверхня жорен є борозенки, що відходять від центру диска до його периферії. Дана конструкція жорнів сприяє якнайшвидшому виходу готового продукту, а також через борозенки здійснюється охолодження робочих поверхонь жорен. Також борозенки беруть участь частково в подрібненні матеріалу шляхом його сколювання об їхні гострі кромки.

При подрібненні зерна на жорнових млинах знижується продуктивність і досить висока енергоємність процесу подрібнення. Вальцеві млини служать для середнього, дрібного і тонкого подрібнення. Вони застосовуються в харчовій промисловості для дроблення і помелу зерна, солоду, плодів, макухи і т.д. Робочі органи валкового млина – горизонтальні валки.

Дробарка може мати один валок, що обертається навколо горизонтальної осі паралельно нерухомій робочій щоці, або два валки. У першому випадку роздавлювання матеріалу відбувається між нерухомою щокою й обертовим валком.

Парні валки обертаються назустріч одне іншому, і роздавлювання відбувається між валками. Поверхня валків може бути гладкою, рифленою і зубцюватою. Розмір шматків продукту визначається шириною щілини між валками. Млин завантажується безпосередньо з бункера. При обертанні валків шматки матеріалу захоплюються валками і роздавлюються, причому, найбільший розмір здрібнених шматків у 20-25 разів менше діаметра валків. Окружна швидкість валків коливається в межах від 3 до 6 м/с.

Вальцьовими верстатами називається група подрібнюючих машин, в яких стикаються один з одним рухомі та нерухомі поверхні робочих органів, утворюючи жорсткий контакт через подрібнюючий матеріал. Вальцьові верстати набули найбільшого поширення в борошномельному, а також комбікормовому виробництвах

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 14
--	---------------	-----------------	------	-------------

У табл. приведена технічна характеристика вальцевих верстатів (млинів) типу ЗМ, що використовують в сільському господарстві.

Технічна характеристика вальцевих верстатів

Показник	Тип верстата		
	ЗМ 250x1000	ЗМ 300x600	ЗМ 185x400
Розмір вальця, мм	250x1000	300x600	185x400
Продуктивність однієї пари вальців на обійному помелі, т/год	2,5	1,5	1,65
Гранична потужність на одну пару вальців, кВт	18	10	10
Частота обертання вальця, що швидко обертається, хв ⁻¹			
нарізного	430	380	960
гладкого	350	320	-
Витрата повітря на аспірацію, м ³ /с	0,17	0,3	-
Маса, кг	3450	3050	1000

Процес подрібнення на вальцевих верстатах вимагає точного виконання технології та постійного контролю. Складний комплекс сил, що діють у робочій зоні вальцевого верстата під час руйнування зерна, був об'єктом досліджень американських учених В.В. Dedrick і R.O. Ренсе. У 1935 році схожі дослідження провів і вітчизняний вчений П.І. Тарутін. Він звернув увагу на те, що при збільшенні вологості зерна для подрібнення на вальцевих верстатах потрібна значна кількість енергії, у порівнянні з розмелюванням того ж вологого зерна на пресах, де зусилля зменшуються.

Це пояснюється тим, що під час подрібнення вологого зерна між валками верстата частина енергії витрачається на "шкідливе стиснення" частинок зерна. Сформовані під час цього процесу щільні коржіки потребують додаткової енергії для подальшого подрібнення.

Інд.
змін.

Дата
видання

Мова

Аркуш
15

У 1935 році С.А. Чистов провів дослідження механічних властивостей пшениці на трьох зразках селекційних сортів ярової пшениці сортовипробної ділянки: Цезіум 0111, Лютесценс 062 і Горденформе 010. Він вивчав явища стиснення, зрізу і вигину, встановлюючи величину руйнуючого зусилля при різних розмірах зерен і вологості, яка коливалася від 14,6% до 19,8%. Виявилось, що зусилля руйнування при стисненні в 2-3 рази більше, ніж при зрізі.

Складність та зайва протяжність розмельного процесу, а також нестабільність роботи вальцевих верстатів через зношування рифлей валків, становлять одну з основних перешкод для автоматизації млинів. Від давніх часів проводяться спроби замінити вальцеві верстати іншими, більш ефективними машинами.

Машини для подрібнення зернових культур повинні відповідати таким основним вимогам:

- можливість швидкого і легкого регулювання ступеня подрібнення;
 - рівномірне подрібнення і швидке безперервне видалення готового продукту з робочої зони машини;
 - мінімальне пилоутворення в процесі подрібнення;
 - висока продуктивність при малій питомій енергоємності;
 - зносостійкість робочих органів і можливість їх швидкої заміни;
 - менша металоємність.
- можливість регулювання подачі матеріалу, що подрібнюється до робочих органів дробарки;

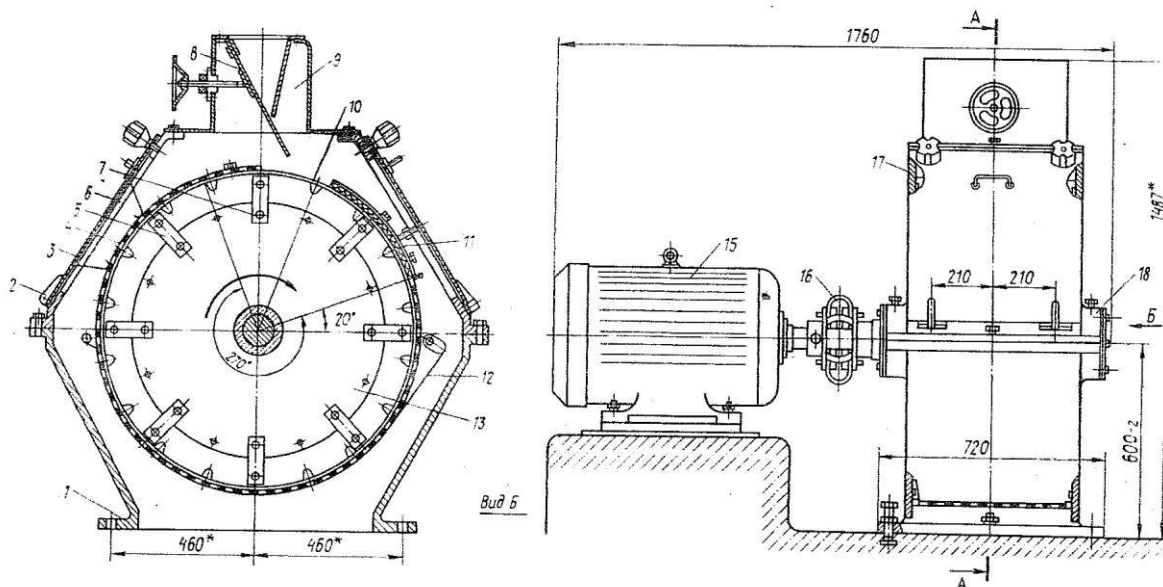
У конструктивному відношенні машина повинна бути простою в будові, забезпечувати високу надійність у роботі, бути зручною для обслуговування і ремонту.

Проведений аналіз представлених подрібнюючих машин показує, що молоткові дробарки найбільш повно задовольняють цим вимогам для подрібнення зернових культур. Однак слід відзначити, що сам процес подрібнення молотковими дробарками ще мало вивчений, тому виникає питання щодо його вдосконалення, як самого процесу подрібнення, так і конструктивно-режимних та технологічних параметрів дробарки.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 16
--	---------------	-----------------	------	-------------

У галузі комбікормової промисловості поширене використання різних моделей дробарок, таких як ДДМ, ДДР, а також недавно зустрічаються моделі А1-ДМР та А1-ДМ2Р. Кожна дробарка, призначена для подрібнення різноманітних зернових культур, складається з ключових компонентів: живильника, корпусу, молоткового ротора та станини. Відмінності між ними полягають у розмірах (габаритах), масі обладнання, ситах та деках.

Першими моделями дробарок, які активно використовувалися у комбікормовій галузі, були молоткові дробарки типу ДДМ.



1 - основа корпусу; 2 - кришка; 3 - дверці; 4 - сито; 5 - молотки; 6 - вікно; 7 - вісь; 8 - заслінка; 9 - живильник; 10 - вал; 11 - основа дек; 12 - сталеві стрічки; 13 - диски; 14 - кронштейн; 15 - електродвигун; 16 - муфта; 17 - направляючі; 18 - підшипники.

Інд.
змін.

Дата
видання

Мова

Аркуш
17

Корпус дробарки виготовлений із чавуну та має комплектацію з кришкою, корпусом і основою. На кришці розміщені сталеві відкидні ліві та праві дверцята, що обертаються на осях, щоб забезпечити вільний доступ до сита та основи деки, а також швидко їх заміну та молотків. Для заміни молотків передбачені вікна з обох сторін, через які можна вийняти осі з ротора.

Усередині корпусу на роликівих сферичних підшипниках розташований ротор, який складається з вала з встановленими на нього дисками, в яких вставлені осі з пакетами молотків. Ротор приводиться в рух за допомогою електродвигуна через муфту. Гравітаційний живильник, не маючи магнітного сепаратора, рівномірно подає продукт в зону дробіння. Навантаження на машину можна регулювати за допомогою регулюючої заслінки.

Технічні характеристики дробарки наведені у таблиці

Найменування параметру	Значення
Технічна продуктивність, т/год	5
Потужність електродвигуна, кВт	22
Габарити ротора, мм діаметр ширина	980 443
Колова швидкість молотків, м/с	75,39
Площа ситової поверхні, м ²	1
Частота обертів ротора, об/с	25
Габаритні розміри, мм: (довжина x висота x ширина)	1980x1440x1685
Маса, кг	1710

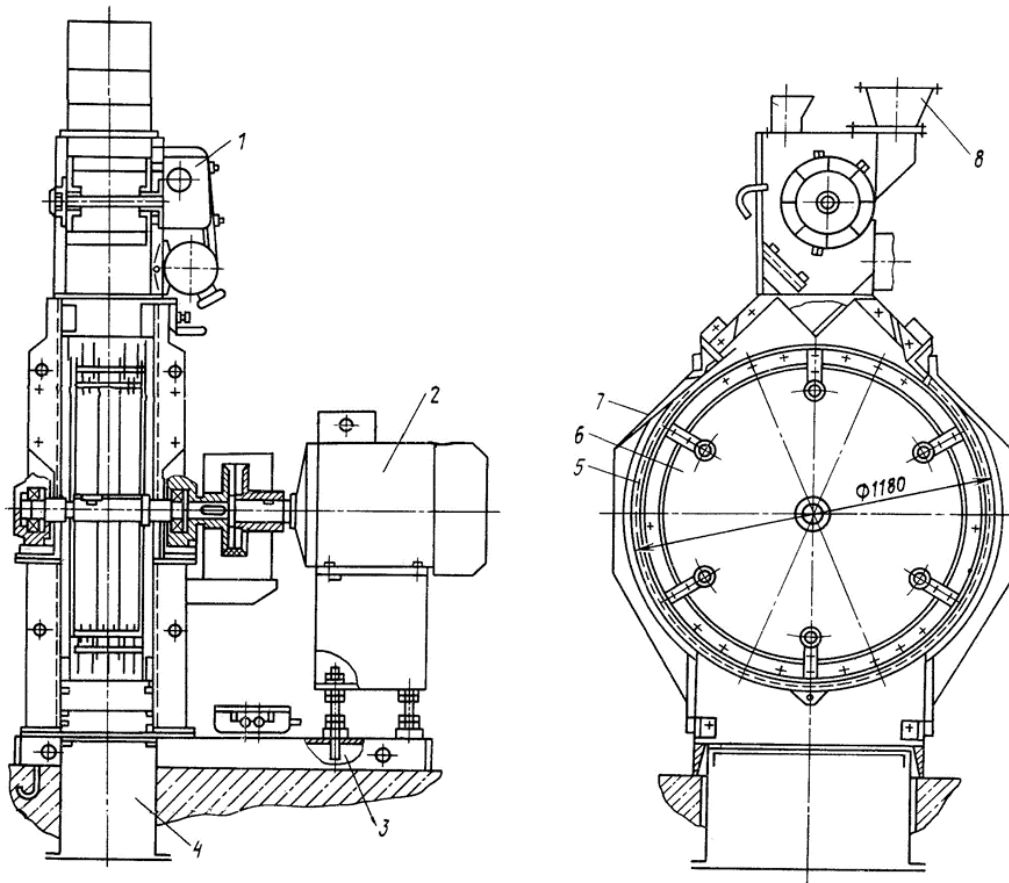
Зважаючи що дробарки типу ДДМ були габаритними, та важкими, часто ламалися сита, ротор обертася зі швидкістю 3000 об/хв., це спричиняло великий шум, прийшли до досконаліших молоткових дробарок типу А1-ДМР-6 В цих дробарках збільшили діаметр ротора, після чого швидкість його обертання впала до 1500 об/хв.

Інд.
змін.

Дата
видання

Мова

Аркуш
18



1 - живильник; 2 - електродвигун; 3 - станина; 4 - випускний патрубок; 5 – сито; 6 - ротор; 7 - корпус; 8 - приймальний патрубок.

Молоткові дробарки типу А1-ДМР-6 (рис.1.2) використовуються для подрібнення зерна злакових, бобових культур, плівчастих матеріалів, кукурудзи, зерноsumішей та шроту на виробництвах комбікормової промисловості. Збудована дробарка має живильник з приймальним патрубком та вибухорозрядною камерою, корпус з дверцятами та вбудованими ситами, ротор з приводом, станину, випускний патрубок та електрообладнання.

Початкова сировина самостійно поступає в приймальний патрубок. Розподіляючись по всій довжині, вона через барабан живильника, що обертається, проходить на магніт для прибирання магнітних домішок і потім самопливом в дробильну камеру, де під дією молотків дрібниться, просівається через сито та механічним чи пневматичним транспортом поступає у виробництво.

Технічні характеристики дробарок типу А1-ДМР-6:

Назва параметру	Значення
	А1-ДМР-6
Технічна продуктивність, т/год	2,6...6,9
Потужність електродвигуна, кВт	55
Колова швидкість молотків, м/с	90,7
Площа ситової поверхні, м ²	0,85
Частота обертів ротора, об/хв	1470
Габаритні розміри, мм: (довжина x висота x ширина)	1557x2230x1410
Маса , кг	898

В цих дробарках встановлено сито, по якому рухається шар продукту, зношуючи його, а молотки руйнують продукт, подрібнюють і вже подрібнений ще сильні. Намагаючись прибрати якимось чином недосконалість процесу, було запропоновано конструкцію без ситових дробарок, в яких кут в 270° захоплений декою замість сита, що значно збільшує інтенсивність процесу подрібнення і за один оберт продукт вже готовий.

Марка	Схема	Основні параметри								Спосіб ружк	Спосіб відбор продукту
		Продуктивність т/год	Потужність, кВт	Ротор				Зазор, м			
				Окружна швидкість, м/с	Діаметр, м	Ширина, м	Кількість молотків, шт		Кількість отворів решета, шаг, кільк. дек. шт.		
ДДМ		5	55	76	980	420	528	5 2 2	7-10	Автоматичним віброживильником	Транспортер або в пневмостемі
А1-ДДП		5	40	97	630	369	96	3;4;5; 6,3 2	12-15	Живильник	Відсмоктується вентилятором
А1-ДДР		8-12	100	100	630	588	144	3;4;5; 6,3 2	2-15	Живильник	Відсмоктується вентилятором
ДКМ-5		2-4	30	77,5	500	410	120 (96)	5	4;6;8	Шнеком	Шнеком
ДКУ-1		1	14	56	740	150	72	4;6	8	Самопливом з бункера з повітряним потоком	Відсмоктується вентилятором в циклон
ДБ-5		3-5	30	77,5	500	390	120 (96)	5	4;5;6 6	Шнеком з бурта	Шнеком
А1-ДМР-6		6	55	98	646	402	50	6,3	12-15	Живильник	Відсмоктується вентилятором
А1-ДМР-12		12	110	98	646	658	86	6,3	12-15	Живильник	Відсмоктується вентилятором
КДУ-2, КДМ-2		2	30	71,3	500	390	90	5	4;6 2	Самопливом з бункера	Відсмоктується вентилятором в циклон

Основні схеми та параметри робочих органів молоткових дробарок

Інд. змін.

Дата видання

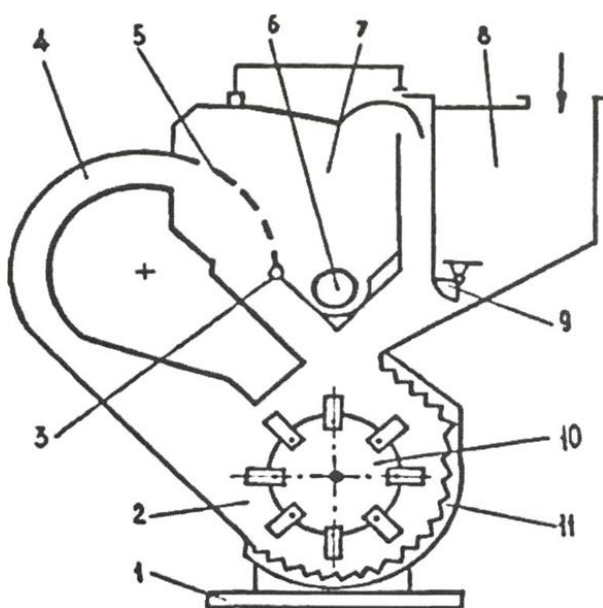
Мова

Аркуш 21

В даний час в нашій країні і за кордоном використовується декілька різновидів безрешетних дробарок і млинів: молоткова дробарка без колосникових ґрат, відбивна дробарка, дезінтегратори, струменеві машини та інші. Безрешетне дроблення зерна відоме порівняно недавно.

Відомі такі безрешетні подрібнювачі, як подрібнювач для дроблення зернових компонентів дискового типу, штифтова дробарка ВАС-850 шведської фірми "Камас". Інститутом ВНІЖИВМАШ була розроблена безрешетна дробарка ДБ-5. Новоград-Волинський завод сільгоспмашин проводив серійний її випуск. В даний час планується їх виробництво в м.Глазове.

Недоліком цієї дробарки є невисока якість помелу (наявність цілих зерен, нерівномірність гранулометричного складу) через наявну трудність в настройці сепаруючого органу.



Дробарка ДБ-5 складається з рами 1, дробильної камери 2, молоткастого барабана 10, деки 11, бункери для зерна 8, розподільної камери 7 з сепаратором 5, вивантажного шнека 6 з приводом, електроприводу дробарки і пристроїв, що управляють.

Дробарка має продуктивність 3...5 т/год, встановлену потужність приводу ротора 30 кВт, частота обертання якого 2940 хв^{-1} . Питомі метало- і енергоємність ДБ-5 в 1,5 разу менше, ніж КДМ-3,0.

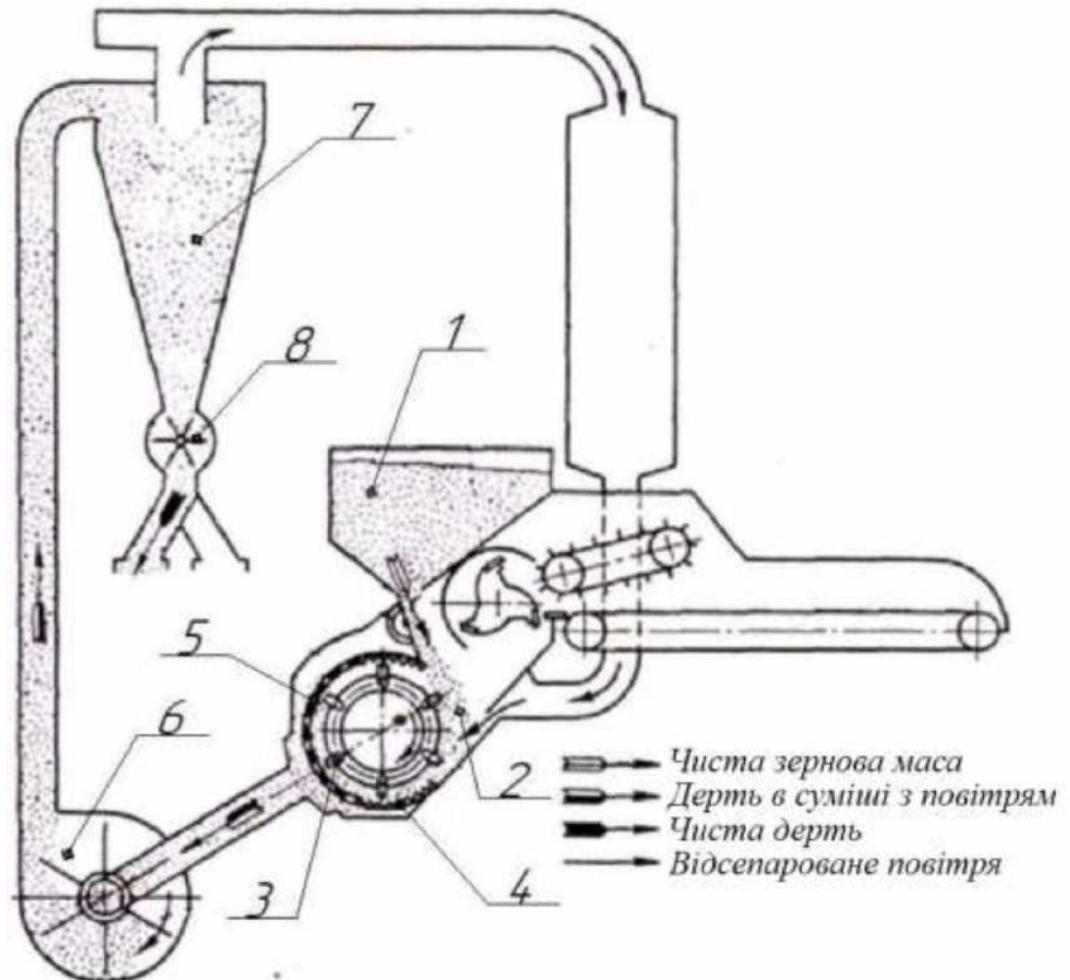
Інд.
змін.

Дата
видання

Мова

Аркуш
22

Технологічна схема кормодробарки КДУ-2,0



1 - завантажувальний бункер; 2 - дробильна камера; 3- молоток; 4 - дека; 5 - решето; 6 - вентилятор; 7- циклон; 8 - шлюзовий затвор

Інд.
змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
23

Дробарка КДУ-2, призначена в основному для подрібнення всіх видів зернових матеріалів, а також грубих і соковитих кормів.

Подрібнюваний матеріал із завантажувального бункера 1 потрапляє в дробильну камеру 2, де піддається процесу подрібнення за допомогою молотків 3, решіт 5, а також дек 4. Готовий продукт через отвори в решеті 5 і аз допомогою вентилятора 6 видаляється в циклон 7, де відбувається його відділення від повітря. Через шлюзовий затвор 8 готовий продукт вивантажується в транспортний засіб.

Дані дробарки прості в конструкції, а також мають необхідну продуктивність і широко застосовні на комбикормових заводах для подрібнення різноманітних інгредієнтів. Кожна дробарка забезпечена живильним пристроєм вібраційного типу з автоматичним керуванням.

Живлення забезпечується на максимальну продуктивність, відповідну потужності електродвигуна. Подрібнений матеріал забирається пневматичним транспортом всмоктуючого типу. Система решіт в дробильній камері охоплює 240°.

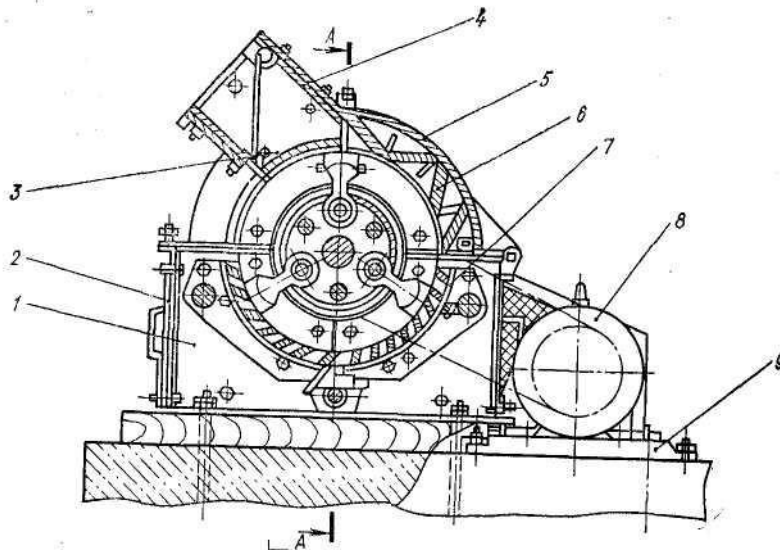
Молотки виготовляють зі спеціальної сталі, що піддається термічній обробці. На молотках є рифлі, в результаті чого продуктивність дробарки не знижується і профіль рифлених молотків практично зберігається до їх повного зносу. Кожен молоток перфоровано двома отворами. Це дозволяє встановлювати його під чотирма різними кутами. Положення всіх молотків змінюють одночасно і однаковим методом, забезпечуючи тим самим рівновагу ротора.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 24
--	---------------	--------------	------	-------------

Дробарка молоткова однороторна СМД-112 призначена для по-

дрібнення крихких і м'яких матеріалів: кам'яної солі, крейди, гіпсу, селітри, вапняку, деяких руд та інших малоабразивних матеріалів з вологістю, за якої не забиваються колосникові решітки. Зі знятими колосниковими решітками дробарку можна використовувати для подрібнення матеріалів підвищеної вологості.

Дробарка складається зі станини, ротора й решітки



1 – нижня станина; 2 – дверці;
3 – верхня станина; 4 – футеровка; 5 – броня; 6 – опора; 7 – решітка; 8 – електродвигун; 9 – полюзок; 10 – ротор; 11 – клинопасова передача.

Станина зварна, внутрішня її порожнина захищена футеровкою. У верхній частині станини передбачено отвір для завантаження матеріалу, нижня на бокових стінках має дві опори, на яких змонтовано підшипники ротора.

Ротор дробарки складається із горизонтального вала, на якому насаджені диски. Через отвори в дисках проходять осі, на які підвішуються молотки. Вал ротора обертається у двох роликотпідшипниках. На кінці його змонтовано шків клинопасової передачі.

Привод ротора здійснюється від електродвигуна через клинопасову передачу. Решітка являє собою два зварних каркаси, до яких кріпляться змінні щільні плити. У робочому положенні решітка фіксується осями, вмонтованими в ексцентрикові кільця станини й упорними гвинтами. Зазор між головками молотків ротора, що обертається, і решітками регулюється ексцентриковими механізмами, змонтованими на бокових стінках станини

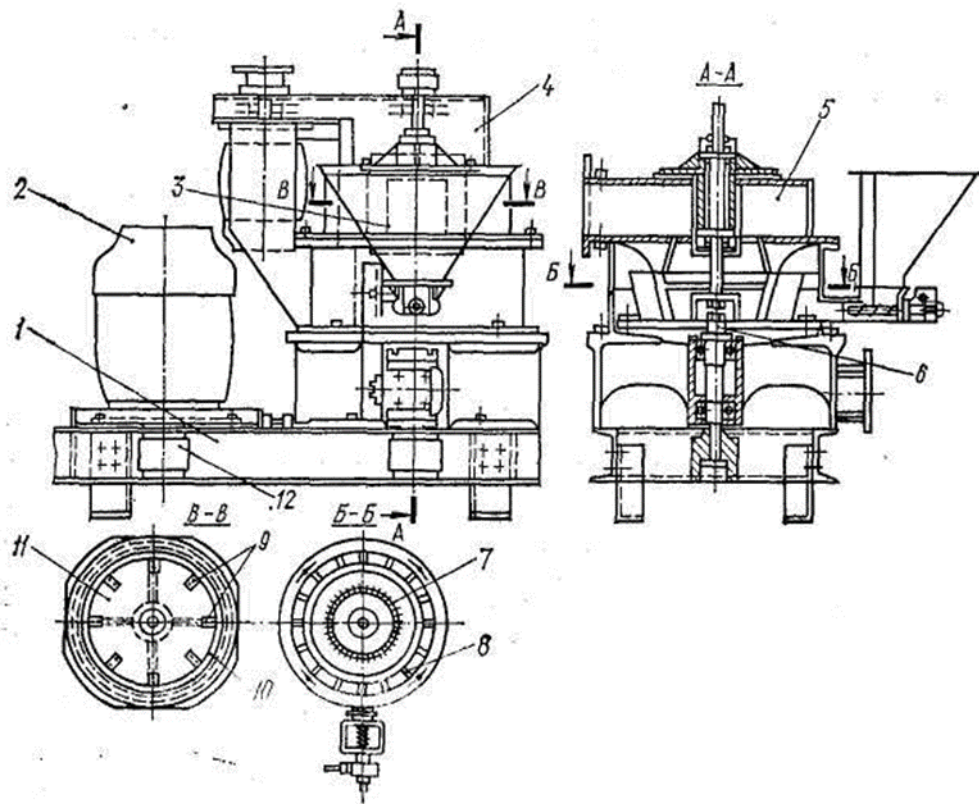
Інд.
змін.

Дата
видання

Мова

Аркуш
25

Дробарка А1-ДДЛ призначена для подрібнення солей мікроелементів у виробництві преміксів та білково-вітамінних добавок. Складається з рами, звареної зі швелерів, корпуса, ротора, колеса сепаратора, дифузора з подавальним шнеком і електропривода.



1 – основа; 2 –
електродвигун; 3 –
класифікатор з
ротором; 4 –
дифузор; 5 – колесо
сепаратора; 6 – вал;
7 – ротор; 8 –
шриффт; 9 – лопаті;
10 – кільце; 11 –
камера подрібнення;
12 – шків

Корпус виконаний у вигляді циліндра діаметром 970 і висотою 380 мм. У ньому є вікна для підсмоктування повітря. Камера подрібнення складається з чотирьох сталевих пластин, робоча сторона яких вкрита гумою

У середині камери подрібнення розміщений ротор, від кромки якого на відстані 14 мм по всьому колу розміщені 36 штифтів діаметром 22 і довжиною 100 мм.

У верхній частині корпусу розміщено колесо сепаратора, закріплене на валу. Воно являє собою сталевий диск діаметром 397, товщиною 12 мм, до якого приварені 24 лопаті висотою 119 мм, шириною 40 і товщиною 5 мм. Для міцності верхня їх частина приварена до спеціального кільця, виготовленого з прутка діаметром 13 мм.

Над камерою подрібнення встановлений дифузор із шнеком-живильником, який має отвір для підключення до аспіраційної мережі.

Привод дробарки має три електродвигуни (для привода ротора, колеса сепаратора і шнека-живильника). Електродвигун ротора змонтований на рамі дробарки. Передача здійснюється за допомогою пасової передачі.

Технічна характеристика А1-ДДЛ

Продуктивність, т/год	0,75–0,80
Розмір подрібнених часток солей мікроелементів, мкм	
Розміри шнека живильника, мм:	100
–діаметр	75
–довжина	200
–крок	47
Кількість пар	4
Витрата повітря на пневмотранспорт, м ³ /год	4050
Швидкість повітря, м/с	14,5
Частота обертання ротора, об/хв:	
–крильчатки	345—485
–живильника	48
Електродвигун живильника:	
–потужність, кВт	0,63
–частота обертання, об/хв	680
Електродвигун колеса сепаратора:	
–потужність, кВт	40
–частота обертання, об/хв	960
Електродвигун привода ротора:	
–потужність, кВт	450
–частота обертання, об/хв	2930
Габаритні розміри, мм:	
–довжина	1870
–ширина з живильником	1470
–висота	1665

Привод колеса сепаратора здійснюється через розсунві диски. Один з них (діаметром 340 мм) насаджений на валу сепаратора, а другий (діаметром 100 мм) – на валу електродвигуна. За допомогою цих дисків можна регулювати частоту обертання колеса сепаратора.

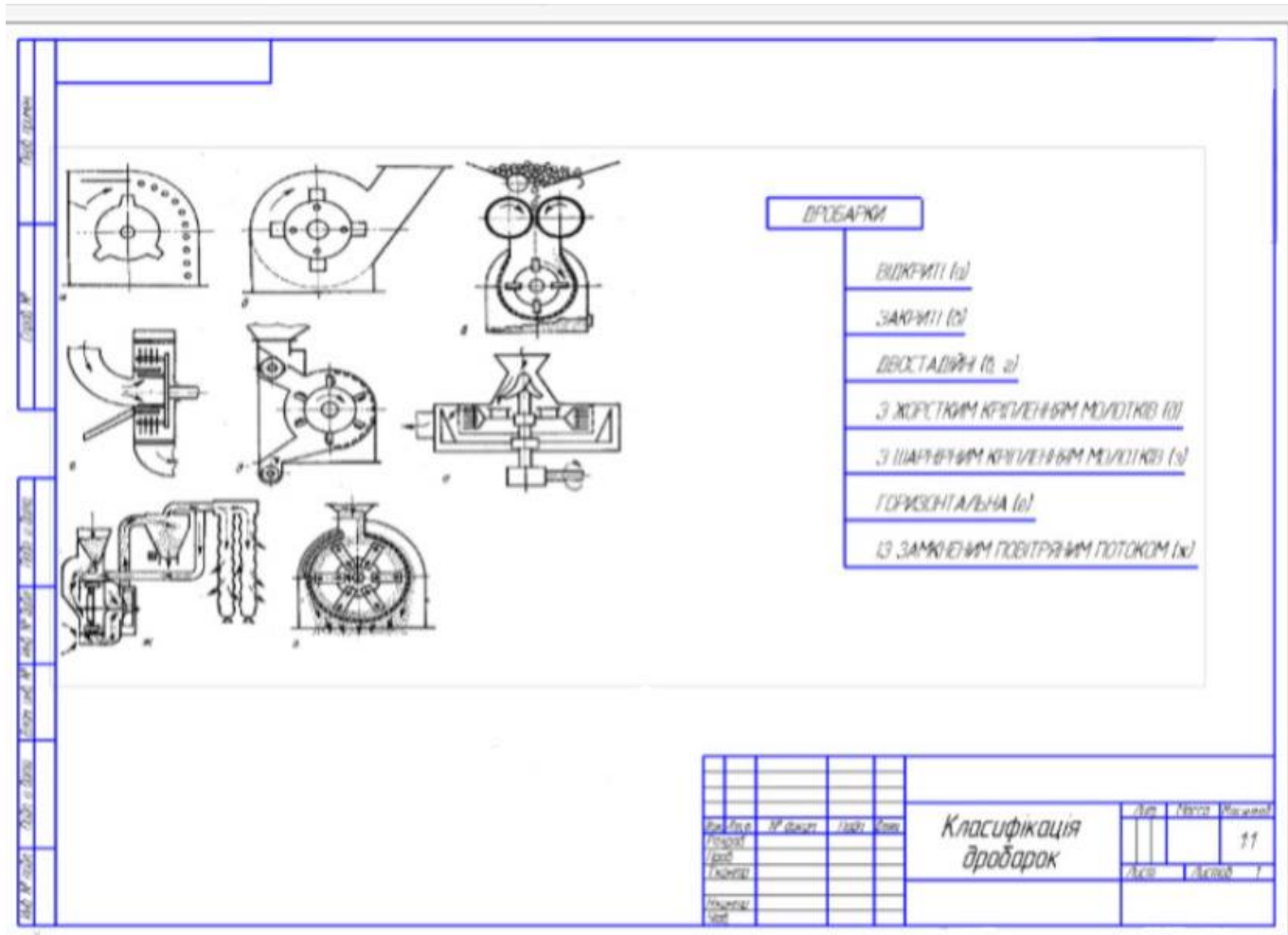
Інд.
змін.

Дата
видання

Мова

Аркуш
27

Конструктивно-технологічні схеми молоткових дробарок:



а – відкритого, б – закритого типу, в, г – двохстадійні, д – з жорстким кріпленням робочих органів, е – горизонтальна, в – із замкнутим повітряним потоком, ж – із шарнірним кріпленням робочих органів

По організації робочого процесу, що протікає в робочій камері, молоткові дробарки розрізняють відкритого і закритого типів. У дробарках відкритого типу подрібнений матеріал видаляється з дробильної камери, не проходячи повний цикл при своєму переміщенні. Одним з основних факторів процесу подрібнення в таких дробарках є вільний удар. У дробарках закритого типу решето і деки охоплюють всю поверхню дробильної камери і матеріал, що надходить в неї, здійснює круговий рух, при цьому розташовуючись у вигляді пухкого повітряно-продуктового шару.

Інд. змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
28

Однороторна нереверсивна молоткова дробарка складається з наступних основних вузлів: корпусу, ротора, відбійних плит і колосникових грат. Ротор представляє собою збірну конструкцію: на валу жорстко закріплені шпонками диски. У кожному диску є шість отворів, через які пропущені стрижні, що служать осями для молотків шарнірно підвішених на роторі рядами.

Верхня частина корпусу мурується відбійними змінними плитами. У нижній частині корпусу укріплені колосникові грати, що займають 135° 180° окружності, описуваної молотками. Для спостереження за дробаркою є лази із кришками. Вихідний матеріал, потрапляючи на обертові молотки, піддається ударному впливу й відкидається на відбійні плити. У результаті багаторазових ударів відбувається його подрібнення. Розвантажується дроблений продукт через колосникові грати. Більші шматки матеріалу додроблюються на колосникових гратах. Шарнірне кріплення молотків дасть можливість уникати поломок при влученні предметів, що не дроблять, тому що в цих випадках молотки відхиляються на деякий кут.

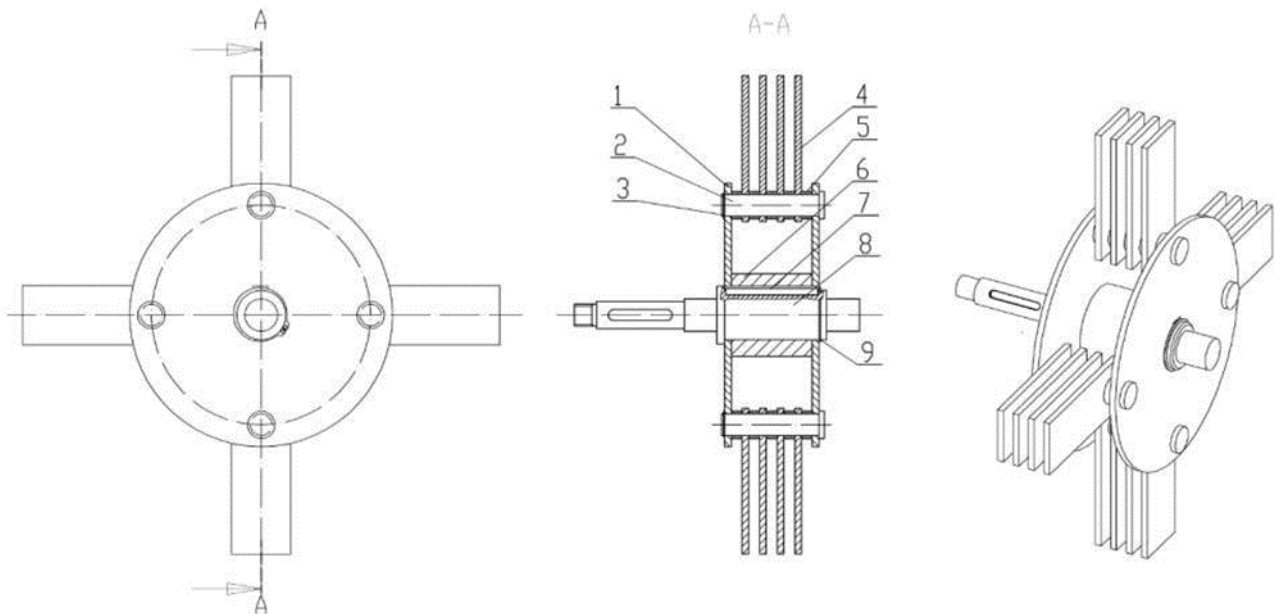
Однороторна реверсивна дробарка складається зі звареного кожуха, ротора, колосникових грат і механізмів регулювання положення колосникових грат. Вал ротора опирається на два самоустановлювальні підшипники кочення, які поміщені в корпусах й укріплені на тумбах станини болтами. Вал електродвигуна з'єднаний з валом ротора муфтою. На валу нерухомо укріплені диски, через отвори яких пропущені стрижні з вільно надягнутими молотками. Вихідний матеріал, що завантажений через люк і попадає на обертові молотки, піддається ударному впливу й відкидається на відбійні муровочні плити. У результаті багаторазових ударів молотків й ударів об плити відбувається подрібнення матеріалу. Остаточне додроблення здійснюється в кільцевому зазорі між кінцями молотків і колосниковими гратами, де поряд з ударним подрібненням спостерігається часткове стирання.

Центральне розташування завантажувального отвору в цій дробарці дозволяє змінювати напрямок обертання ротора, що є більшим її достоїнством, у порівнянні з нереверсивними дробарками.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 30
--	---------------	-----------------	------	-------------

Основні робочі органи молоткової дробарки

конструкція ротора молоткової дробарки



1 – опорний диск; 2 – вісь; 3 – стопорне кільце; 4 – молоток;
5, 6 – дистанційні втулки; 7 – шпонка; 8 – вал ротора; 9 – стопорне кільце

На валу ротора 8 змонтовані опорні диски 1 з осями 2, що фіксуються стопорним кільцями 3, на яких шарнірно закріплені молотки 4. Рівномірну відстань між молотками забезпечують дистанційні втулки 5, а між дисками – втулки 6. Передача крутного моменту від вала до ротора забезпечується шпонкою 7.

У промислових дробарках діаметр ротора становить 200–1000 мм, причому за формою виділяють три типи роторів: у вигляді диска, кільця та зірки. Переважно використовуються дискові ротори, які характеризуються найнижчим питомим енергоспоживанням.

Залежно від конструкції дискові ротори в молоткових подрібнювачах мають круглу, шестикутну, трикутну або квадратну форму.

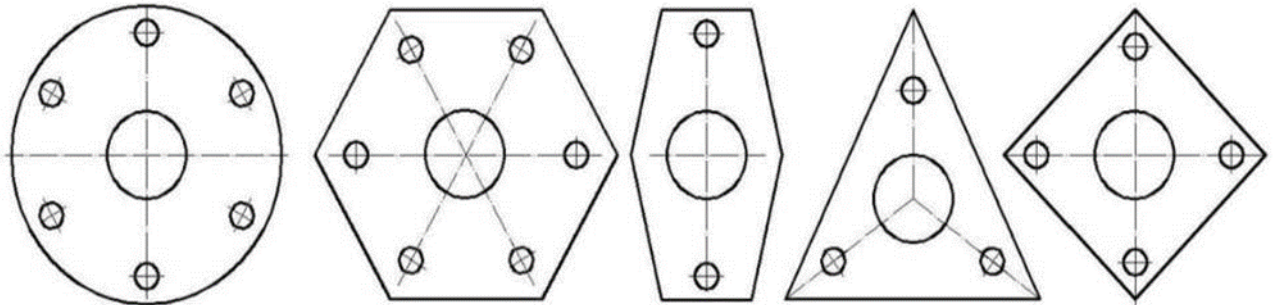
Інд.
змін.

Дата
видання

Мова

Аркуш
31

Форми дисків роторів молоткових дробарок



а – круглий диск; б – шестигранний диск; в – фігурний диск з похилими бічними гранями; з – трикутний диск; д – квадратний диск

Залежно від конструктивних особливостей і необхідної кількості молотків обирають форму дисків роторів, найпоширеніша – круглий диск. Якщо мала кількість пар молотків, для зниження металоємності дробарки використовують спеціальні форми дисків роторів.

Аналіз конструкцій молотків

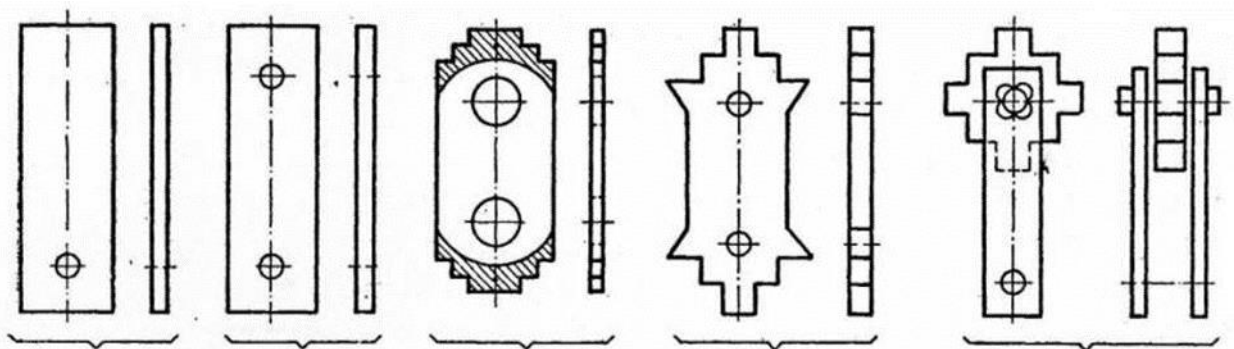
Молотки найчастіше виготовляють з пружинної сталі 65Г, термічно обробленої хромонікелевої легованої сталі або вуглецевої сталі 60Г з підвищеним вмістом марганцю. Твердість молотків становить 390–475 НВ. Форма молотків значно впливає на процес помелу, причому за формою та призначенням розрізняють молотки у вигляді прямокутної, пластини зі ступінчастими торцями, складної форми.

Інд.
змін.

Дата
видання

Мова

Аркуш

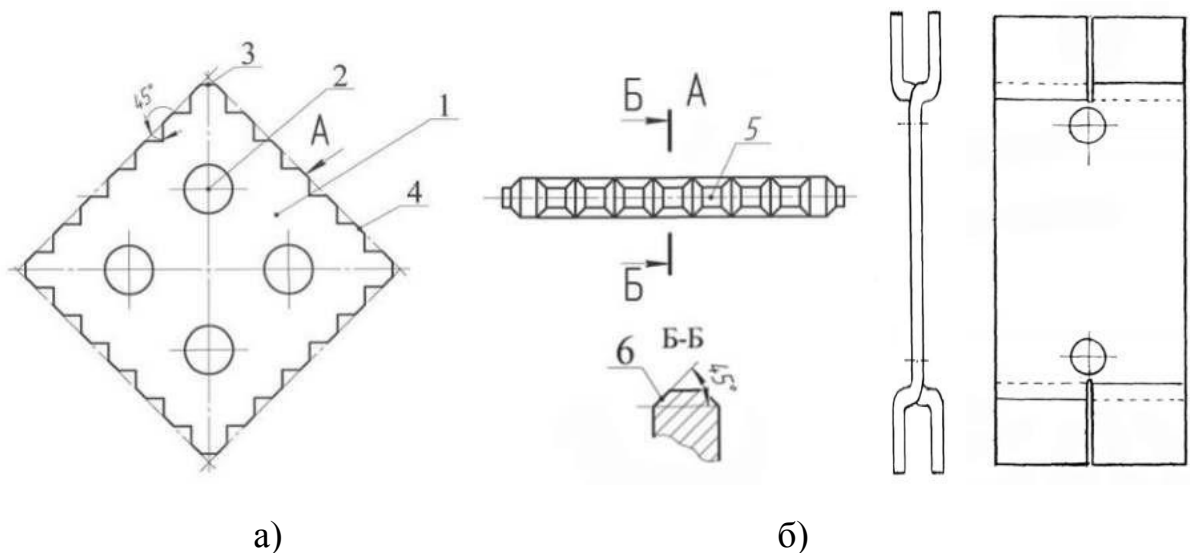


Молотки різної форми: *a, б* – прямокутна пластина; *в, г* – пластина зі ступінчастими торцями; *д* – складні форми

У конструкції молоткових дробарок найчастіше використовуються прямокутні пластини товщиною 1,5–10 мм та пластини з вирізами на торцях. Їхня характерна особливість – простота виконання та значний термін експлуатації.

Молотки зі ступінчастими торцями ефективніші для подрібнення сіна та полови, а прямокутні молотки зі спеціальними виступами використовуються для подрібнення волокнистих матеріалів. У конструктивних рішеннях молотків використовуються додаткові отвори, які дозволяють їх змінне кріплення, що збільшує термін служби. Молотки з одним отвором дають змогу подвоїти їхню довговічність внаслідок повертання навколо поздовжньої осі, тоді як молотки з двома отворами дозволяють використовувати робочі кромки чотири рази. Показані запатентовані конструкції спеціальних молотків, які можуть використовуватися для подрібнення зернових культур

Молоток квадратної форми з чотирма симетричними отворами для його шарнірного підвісу. Робоча торцева поверхня складається із зубців, що виконані у вигляді нахиленої поверхні під кутом 45° , спрямованої в напрямків удару; у поперечному перерізі вони виконані у вигляді зрізаного конуса з допоміжними виступами. Молоток у вигляді пластини з отворами для кріплення і торцевими гранями з прорізами, які ділять кінці молотка на ділянки, що Г-подібно відігнуті, а стінки прорізів утворюють додаткові лобові робочі грані



Молотки для подрібнення зернових культур:

a – квадратні: 1 – пластина квадратної форми; 2 – чотири симетричні отвори; 3 – чотири бічні ударні кромки; 4 – чотири робочі поверхні, нахилені під кутом 45° у вигляді зубців; 5 – форма робочої поверхні у вигляді зрізаного конуса; 6 – допоміжні виступи; *б* – молоток із відігнутими боковими гранями

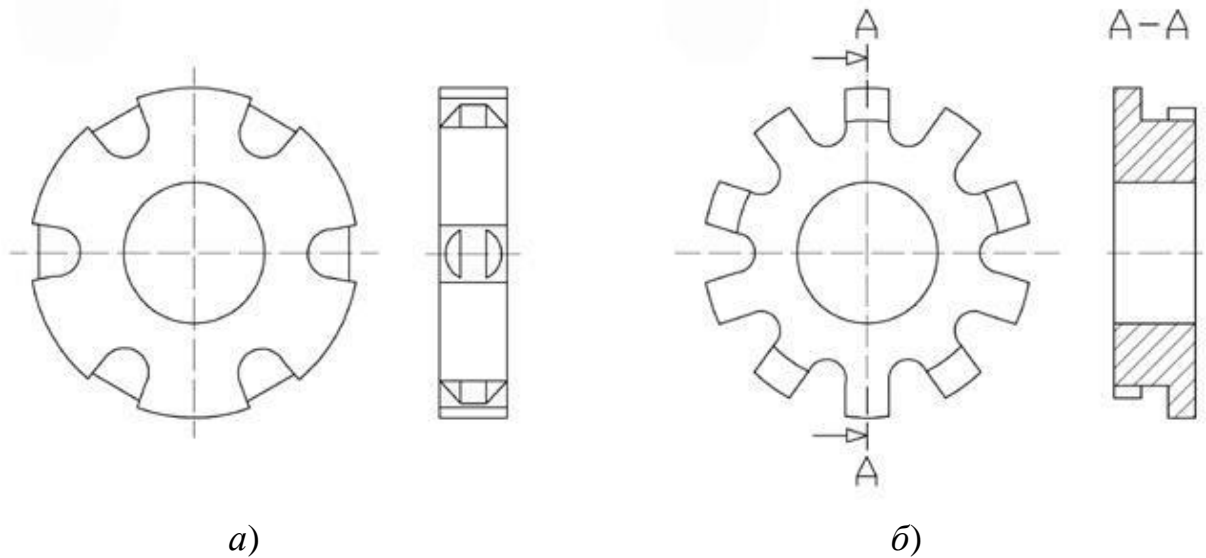
Інд.
змін.

Дата
видання

Мова

Аркуш
35

Кільцеві молотки виконані у вигляді кільця із зубчастими виступами і центральним отвором для шарнірного їх підвісу.



Кільцеві молотки: *a* – однорядні; *б* – дворядні

Розміри молотків вибирають залежно від матеріалу, що подрібнюється, зокрема для подрібнення зернових культур рекомендується використовувати молотки товщиною 2–4 мм, а для стеблових кормів 6–8 мм. Довжина молотків знаходиться в межах 100–200 мм і залежить від діаметра ротора дробарки.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 36
--	---------------	-----------------	------	-------------

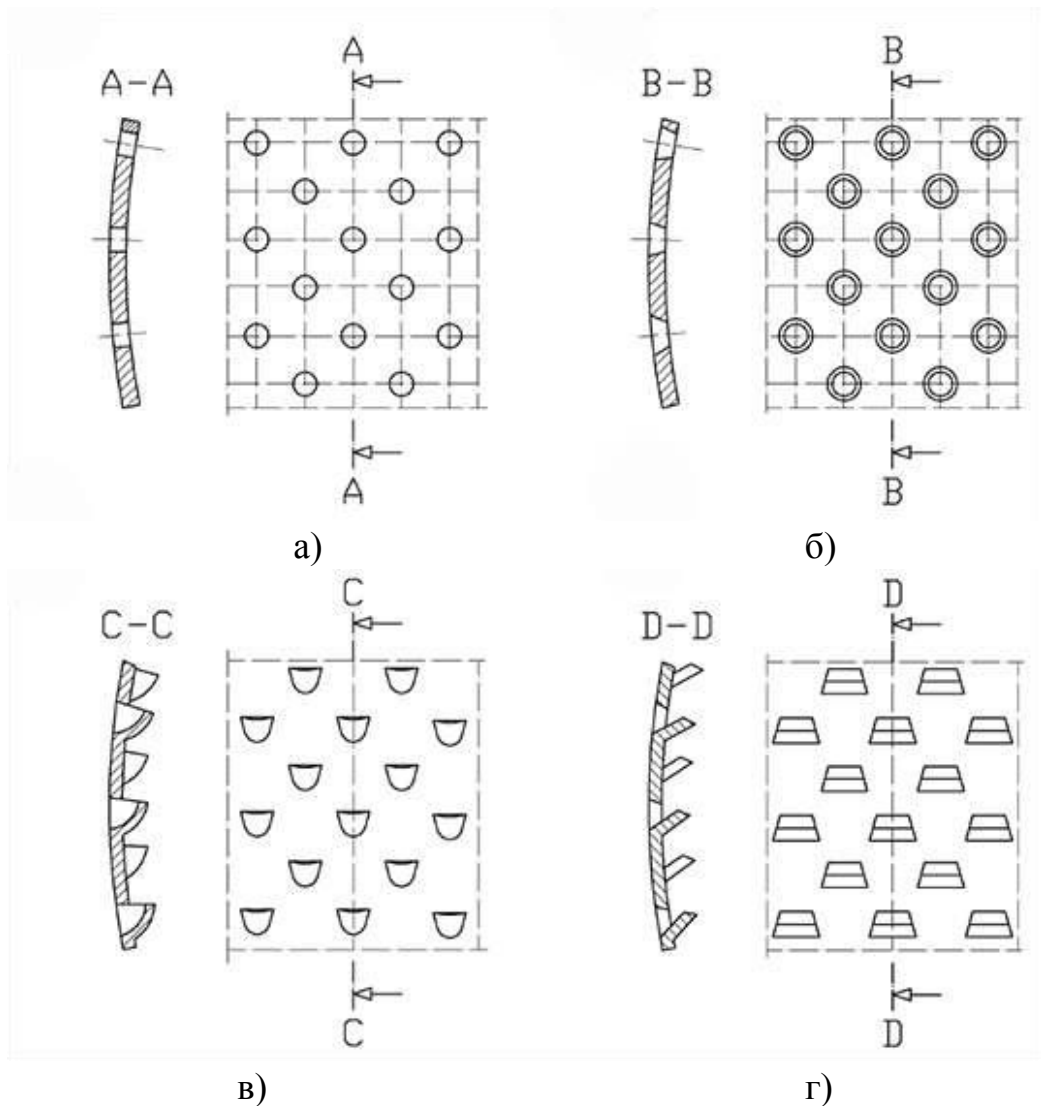
Аналіз конструкцій решіт

Решета молоткових дробарок використовуються для виведення подрібненого матеріалу з робочої камери та інтенсифікації процесу перероблення. Конструкція решіт характеризується їх товщиною, розміром отворів у решеті та кутом охоплення ротора.

У молоткових дробарках використовують решета з діаметром отворів від 2 до 12 мм. Діаметр отворів визначає ступінь подрібнення матеріалу і значно впливає на енергоспоживання. Вчені В. Р. Альошкін і С. В. Мельников зазначають, що пропускна здатність решета визначається коефіцієнтом живого перерізу, тобто відношенням площі отворів, через які проходить подрібнений матеріал, до загальної площі решета. Для штампованих решіт живий переріз становить 40–70 %.

Решета виготовляють із листової сталі товщиною 2–8 мм. Отвори штампують на тонких і свердлять на товстих решетах. Щоб мінімізувати опір тертю під час проходження матеріалу, просвердлені отвори мають циліндричну форму. Основним недоліком решіт є швидкий знос отворів.

Вплив площі поверхні решета на основні показники процесу подрібнення зерна вивчали В. Р. Альошкін, С. В. Мельников, В. І. Сироватка, А. А. Зеленев, Г. І. Шуб, І. В. Коношін, В. Н. Ткаленко, І. І. Ревенко і багато інших вчених. Більшість із них дійшли висновку, що зі збільшенням площі поверхні решета зростає і пропускна здатність дробарки.



Типи отворів у решетах молоткових дробарок: а – круглі; б – конусні; в – напівкруглі; г – трапецієподібні

Для периферійної подачі можуть використовуватися сита з охопленням від 180° до 270° . Для дробарок із боковим завантаженням кут охоплення становить 360° . Збільшення кута охоплення до 360° підвищує пропускну здатність на 20–46% і знижує енергоємність машин на 19%

Техніко – економічне, соціальне обґрунтування

Для визначення ефективності технічних рішень необхідно визначити техніко-економічні показники машини і проекту в цілому.

Розраховуємо річні затрати електричної енергії для роботи молоткової дробарки. Річні затрати електричної енергії розраховуємо за умови тризмінної роботи підприємства.

Кількість робочих змін в добу: $K_{зм} := 3$

Відповідно валковий верстат працює $n := 24$ год на добу

Тривалість сезону $T_{сез} := 300$ діб.

Споживана потужність половини валкового верстата А1-Б3-3Н для першої обдирної системи складає:

До модернізації $N := 18.5$ кВт.

Річні затрати становили: $E := N \cdot T_{сез} \cdot n = 133200$ кВт.

Після модернізації потужність електродвигуна становить

$N_M := 11$ кВт.

Річні затрати становитимуть:

$E := N_M \cdot T_{сез} \cdot n = 79200$ кВт.

Розраховуємо питомі затрати електричної енергії на одиницю продукції після модернізації при половині продуктивності валкового верстата

$G := 3500$ кг/год

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва <i>Техніко – економічне, соціальне обґрунтування</i>				
	Документ затверджено Якимчук М.В.					

$$E_{\Pi} := \frac{N_M \cdot 1000}{G} = 3.143 \quad \text{Вт/кг}$$

Питома матеріаломісткість валкового верстата віднесена до продуктивності при масі верстата $M_B := 2950 \quad \text{кг}$:

$$E_{\text{мат}} := \frac{M_B}{G} = 0.843 \quad \text{кг/кг}$$

Розрахуємо коефіцієнт використання верстата.

Коефіцієнт сезонності та вихідних днів:

$$\eta_{\text{сез}} := \frac{T_{\text{сез}}}{365} = 0.822$$

Коефіцієнт змінності при роботі в 3 зміни тривалістю 8 год кожна:

$$\eta_{\text{зм}} := \frac{3 \cdot 8}{24} = 1$$

Коефіцієнт ремонтних простоїв приймаємо $\eta_{\text{рем}} := 0.9$

Розраховуємо коефіцієнт машинного часу.

Фактичний час роботи верстата. $t_{\text{факт}} := \frac{55}{60} = 0.917 \quad \text{год.}$

Тривалість допоміжних операцій приймаємо $t_{\text{доп}} := 0.075$

$$\eta_{\text{маш}} := \frac{t_{\text{факт}}}{t_{\text{факт}} + t_{\text{доп}}} = 0.924$$

Розраховуємо коефіцієнт завантаження, що враховує простой $t_{\text{холост}}$ викликані неможливістю подачі зерна на подрібнення приймаємо $t_{\text{холост}} := 0.05 \quad \text{год.}$

$$\eta_{\text{зав}} := \frac{t_{\text{факт}}}{t_{\text{факт}} + t_{\text{холост}}} = 0.948$$

Коефіцієнт вимушених простоїв приймаємо $\eta_{\text{в.пр}} := 0.95$

Коефіцієнт використання валкового верстата становить:

$$\eta_{\text{вик}} := \eta_{\text{сез}} \cdot \eta_{\text{зм}} \cdot \eta_{\text{рем}} \cdot \eta_{\text{маш}} \cdot \eta_{\text{зав}} \cdot \eta_{\text{в.пр}} = 0.62$$

В залежності від принципу роботи механічної дії робочих органів машин для лушення, на зерно та типу, що спричиняється ними деформації оболонок теперішні конструкції можна поділити на три групи, в яких переважають: зсув і стиск, що викликає сколювання і розмикання плівок; тертя об абразивну чи теркову поверхню; удар, що породжує розколювання оболонок і побіжне йому функціональний вплив абразивної поверхні.

Для відокремлення плівок від зерна застосовуються лущильні машини типу А1–ЗШН–3 (для ячменю), А1–ДШЦ (для вівса), оббивальні машини з абразивним циліндром ЗНП–5; ЗНП–10; ЗНМ–25; ЗНЛ–5.

Найчастіше в технологічних схемах комбікормових заводів для лушення ячменю, жита і пшениці використовують лущильні машини типу А1–ЗШН–3.

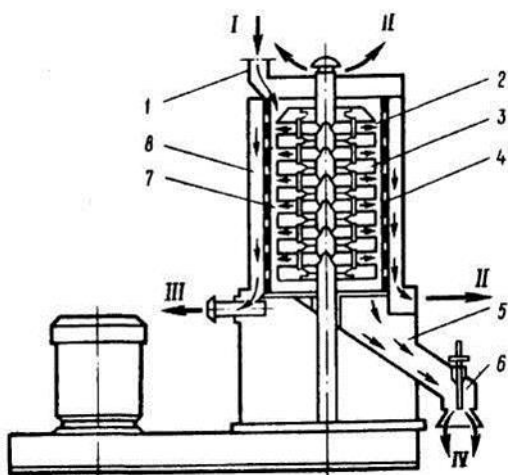


Схема руху продукту в лущильній машині А1 – ЗШН – 3.

1 – приймальний патрубок; 2 – кільцевий зазор; 3 – абразивний диск; 4 – ситовий циліндр; 5 – випускний патрубок; 6 – клапан; 7 – аспіраційні обичайки; 8 – аспіраційний канал; I – вихідний продукт; II – повітря; III – повітря з мучкою; IV – оброблений продукт.

Їх поставляють з абразивними кругами. Перед відділенням плівок у лущильних машинах зерно попередньо очищають від домішок у сепараторах і відділяють дрібну фракцію для забезпечення високої ефективності процесу лушення. Для цього в сепараторах встановлюють сортувальне решето з отворами 5–6 мм.

Сход з цього решета направляють у лущильну машину, проход (дрібна фракція) – для виробництва комбікормів, в яких допускається підвищений вміст сирової клітковини, наприклад для великої рогатої худоби, овець, кроликів, гусей тощо.

Очищений і відсортований овес надходить в оббивальну машину, а ячмінь у лущильну машину.

Для відокремлення ядра від плівок продукти лушення направляють в аспіратори. Зернові ядра з аспіратора подають для подрібнення в молоткову дробарку, а плівки можна використовувати в комбикормах для наведених вище груп тварин. Подрібнене зернове ядро надходить у наддозаторні бункери. Якщо за одноразового пропускання зерна через оббивальну машину не досягнута ефективність лушення і вміст сирої клітковини перевищує норму, зерно вівса лушать повторно. У такому разі забезпечується отримання вівсяного ядра на рівні 60–65 % з вмістом сирої клітковини 3,5–4,0 %

Параметри оббивальних машин за лушення плівчастих культур

Показники	Ячмінь і фракція		Овес і фракція	
	дрібна	крупна	дрібна	крупна
Колова швидкість м/с	17–18	19–20	18–19	21–22
Радіальний зазор, мм	20–25	20–22	22–25	17–20
Поздовжній нахил бичів, %	8–10	7–8	10–11	8–9

У першому разі машини обладнують аспіраційно-осадовими пристроями, у другому – передбачають використання пневмосепараторів.

Див.рис

Після сортування ячмінь через приймальний патрубок 1 направляють у кільцевий зазор 2, де він піддається інтенсивному тертю між абразивними дисками 3 і ситовим циліндром 4, виготовленим із перфорованої листової сталі товщиною 1 мм з отворами розміром 1,1x20 мм. Ячмінь обробляють за повністю заповненого кільцевого зазору, тобто за постійного завантаження. Ячмінь, рухаючись зверху вниз, направляється до випускного патрубку 5. Тривалість перебування в робочій зоні, а отже, й інтенсивність обробки регулюють за допомогою випускного клапана 6.

Виготовлений у процесі обробки ячменю продукт у вигляді мучки і плівок виводиться повітряним потоком II, який створює вентилятор, встановлений зовні машини. Всмоктане у пустотілий вал повітря через радіальні отвори розподіляється по встановлених між абразивними дисками аспіраційних обичайках 7. Струмені повітря пронизують шар продукту, який знаходиться у кільцевому зазорі, захоплюють дрібні плівчасті і борошністі частки і, пройшовши через отвори в ситовому циліндрі, виносять їх в аспіраційний канал 8.

Інд.
змін.

Дата видання

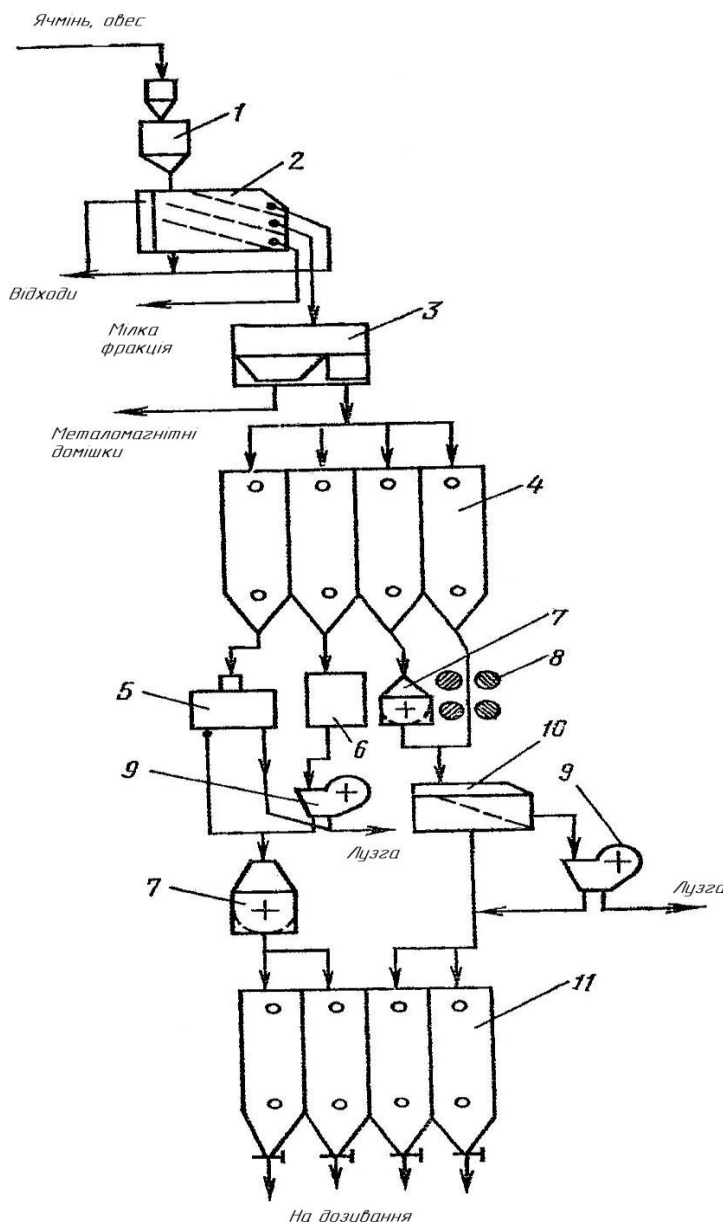
Мова

Аркуш
41

Принципова схема конструкції лінії відділення плівок із використанням луцильних і подрібнювальних машин показана на рис.

Як можна побачити з схеми, зняття плівок проходить такими способами:

- луцнення ячменю і вівса в спеціальних луцильних машинах з наступним відвіюванням плівок в аспіраторах, ядра подрібнюються в молоткових дробарках;
- подрібнення вівса і ячменю в молоткових дробарках або ж вальцьових станках з його наступним відсіванням плівок.



Технологічна схема лінії відділення плівок:

1 – автоматичні ваги; 2 – зерноочисний сепаратор; 3 – електромагнітний сепаратор; 4 – бункера наддробарні; 5 – обрійна машина; 6 – луцильник А1-3ШН-3; 7 – молоткова дробарка; 8 – вальців станок; 9 – аспіратор; 10 – розсійник; 11 – поддозаторні бункера.

У процесі виготовлення комбікормів із ячменю ключовим є вибір оптимального методу обробки сировини. При виробництві крупи використовується складна схема, коли спочатку отримують ядро ячменю (пенсак), а потім його подрібнюють на дробарках з встановленням менших сит ($\text{Ø}1,5 - 2,2$ мм). Цей підхід ефективний для отримання крупи з мінімальною кількістю сирої клітковини і чітким поділом по розмірах, включаючи великі фракції з отворами в ситах $\text{Ø}3$ та 4 мм.

Проте у виробництві комбікормів необхідно досягнути менший розмір часток ядра (сито $\text{Ø}1,5 - 2,0$ мм), а кількість сирої клітковини значно збільшується до $3,5\%$. Отже, застосування складної схеми з лушчінням в обладнанні з невеликою продуктивністю, таким як ЗШН-3, не є доцільним.

Міжнародний та український досвід свідчить, що для лущення ячменю набагато раціональнішим є використання молоткових дробарок. У цьому випадку, коли вологість ячменю перевищує 14% , і при виконанні модернізації молоткових дробарок (робота без сит), досягнення необхідного розміру часток стає можливим. Після подрібнення продукту його слід додатково просіювати на ситах, а лушпиння можна використовувати в повнораціонних комбікормах для великої рогатої худоби або для створення кормових сумішей.

Отже, виробництво комбікормів з ячменю може бути оптимізоване шляхом переходу до використання молоткових дробарок, що дозволить підвищити продуктивність та спростити процес виробництва.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 43
--	---------------	--------------	------	-------------

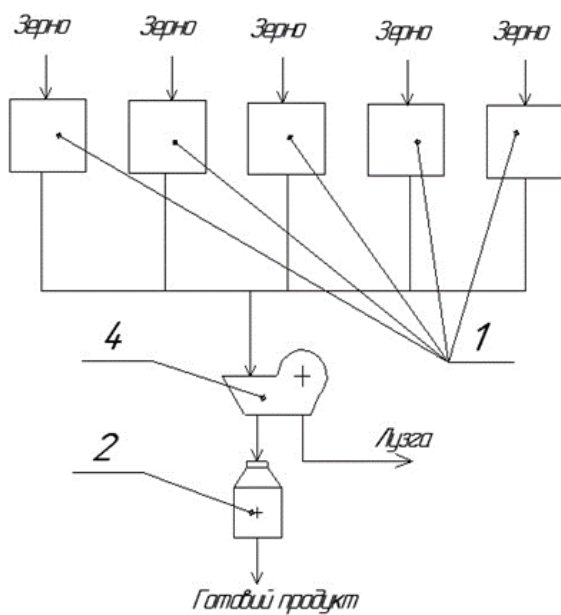
Визначились дві схеми луцення зерна ячменю після очищення його від домішок.

Для кожної схеми потрібне обладнання:

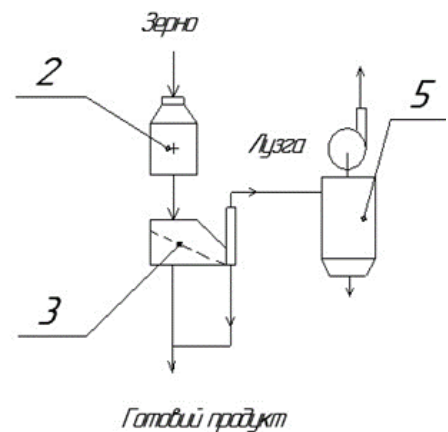
- ЗШН-3 (5 шт. x 1,2 т/год = 6 т/год) → аспіратор з замкнутим циклом повітря А1-БДА (5 т/год) → дробарка А1-ДМ2Р (6 т/год) = 7 машин;
- дробарка А1-ДМ2Р (6 т/год, без ситова) → сепаратор БИС-12 → циклон з вентилятором = 4 машини .

Для другої схеми необхідно вдвічі менше обладнання, та виробничої площі на стільки ж меншої, також менш потужних двигунів.

Отже, модернізована дробарка вигідна до впровадження на комбикормових заводах, що покращить організацію виробництва, що у свою чергу підвищить об'єми виробництва та економічного процвітання галузі.



a



b

Інд.
змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
44

Схема двох ліній луцнення ячменю:

а) з використанням луцильника А1-ЗШН;

б) з використанням дробарки А1-ДМ2Р;

1 - луцильник А1-ЗШН-3;

2 - дробарка А1-ДМ2Р;

3 - сепаратор БИС-12;

4 - аспіратор А1-БДА;

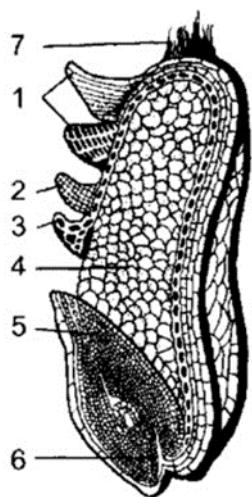
5 – циклон з вентилятором.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 45
--	---------------	--------------	------	-------------

Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції

Зерно є сировиною багатоцільового призначення, зокрема виробництво борошна та круп засноване на переробленні зерна пшениці, жита, вівса, ячменю та інших зернових культур. Зерно та продукти його перероблення – основні компоненти комбікормів

Зерно являє собою складне органічне тіло, що з'єднує в єдине ціле різні тканини ендосперму, зародка та оболонки. Воно є анізотропним тілом, не тільки через значну різницю структури та хімічного складу анатомічних частин, а й через істотні відмінності в межах кожної з них.



поздовжній переріз:

1 – плодова оболонка; 2 – насінна оболонка; 3 – алейроновий шар; 4 – ендосперм; 5 – щиток; 6 – зародок; 7 – борідка

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції		Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 46
	Документ затверджено Якимчук М.В.						

У молоткових дробарках процес подрібнення відбувається за допомогою ударів молотка по зернині, що призводить до часткового руйнування матеріалу. Цей процес починається, коли зерно вдаряється об рифлену поверхню корпусу після удару молотка, що дозволяє подальше руйнування. Швидкість руху повітряного потоку, який супроводжує подрібнений матеріал, становить приблизно 40-60% від лінійної швидкості молотка.

Також важливо враховувати процес руйнування матеріалу, який потрапив між молотком і нерухомою пластиною. Унаслідок руху молотка вздовж пластини відбувається додаткове руйнування через заклинювання матеріалу та подальше подрібнення. Подрібнення відбувається за умови, що середній розмір частинки подрібнюваного матеріалу більший за мінімальну початкову відстань між молотком і пластиною. Крім того, зернини можуть руйнуватися об торець нерухомо встановленої пластини, що може збільшувати швидкість молотка відносно швидкості руху повітряного потоку.

Якщо розмір зернини або подрібненої частинки перевищує певні розміри, то подрібнення відбувається розколюванням

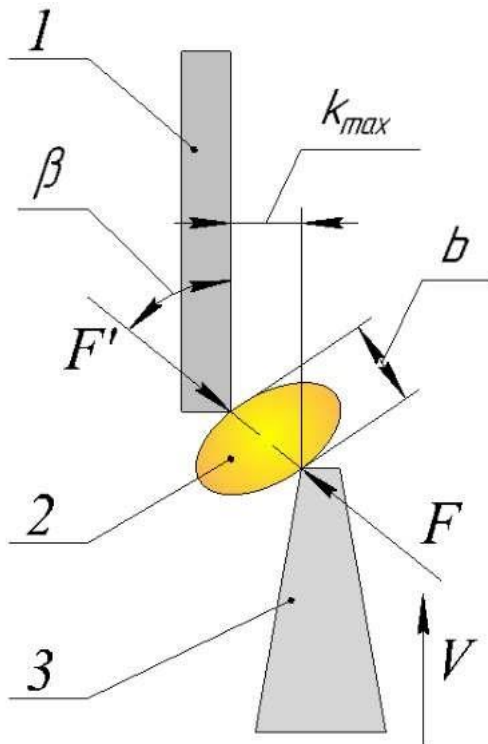


Схема руйнування зернини розколюванням:

1 – пластина; 2 – зернина; 3 – молоток

Оскільки маса молотка значно більша від маси зернини, то сила F_{max} значно перевищуватиме необхідну для руйнування зернини силу, тому можна стверджувати, що руйнування буде відбуватися гарантовано

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 47
--	---------------	-----------------	------	-------------

Умова защемлення зернини

Розглянемо процес подрібнення зернин пшениці за рахунок їх заклинювання у щілині з кутом α , утвореній боковими поверхнями рухомого молотка 3 та нерухомо встановленої пластини 1.

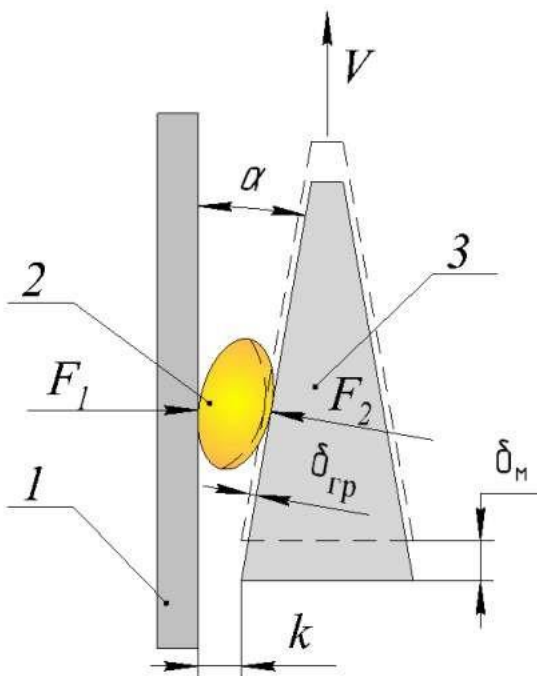
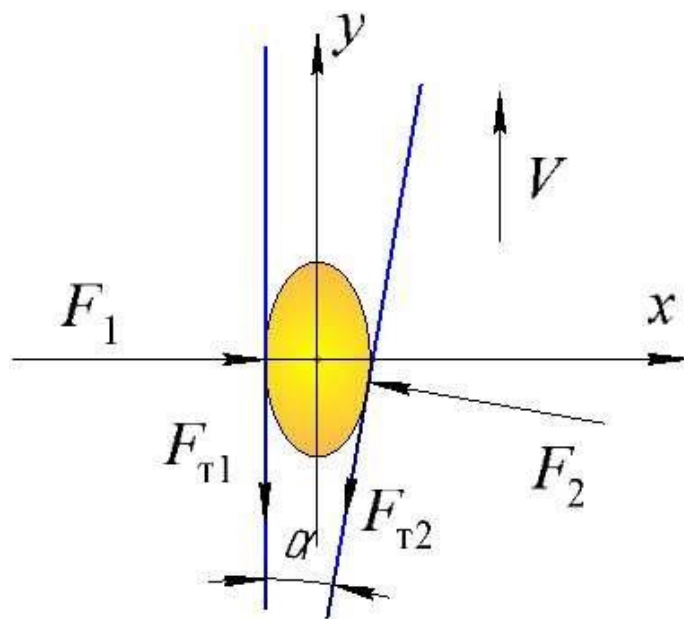


Схема навантаження: 1 – пластина; 2 – зернина; 3 – молоток

Для забезпечення процесу заклинювання зернини у щілині між молотком та пластиною потрібно визначити необхідний кут α між їх поверхнями, виходячи з дії сил на тіло, що знаходиться між цими поверхнями

Необхідним фактором для заклинювання зернини є зазор між рухомих молотком та нерухомо встановленою пластиною, який на вході повинен бути більшим від ширини зернини (див. рис. 2.3), а для її руйнування найменший розмір клинового зазору повинен бути меншим від ширини на значення, що перевищує деформацію руйнування зернини. У такому разі складова F_x зусилля дії молотка F_2 буде спрямована перпендикулярно до нерухомої пластини, а складова F_y – уздовж цієї пластини. Також виникає сила протидії F_1 з боку площини нерухомої пластини та сили тертя F_{T1} і F_{T2} зернини по поверхнях відповідно пластини і молотка.



Дія сил на зернину

Мінімальний зазор між молотком і пластиною зумовлюється необхідним ступенем подрібнення та конструктивним виконанням молоткової дробарки.

Запишемо умову миттєвої рівноваги зернини, знехтувавши її масою, яка набагато менша від маси молотка, у вигляді системи рівнянь сил, спроектованих на вертикальну y та горизонтальну x осі:

$$\begin{aligned} -F_{T1} - F_{T2} \cos \alpha + F_2 \sin \alpha &= 0 \\ F_1 - F_{T2} \sin \alpha - F_2 \cos \alpha &= 0, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{T1} &= f_1 F_1; \\ F_{T2} &= f_2 F_2, \end{aligned}$$

де f_1 і f_2 – коефіцієнти тертя зерен по поверхнях відповідно нерухомої пластини та молотка.

Підставляємо вирази F_{T1} і F_{T2} у систему рівнянь:

$$f_1 F_1 = F_2 (f_2 \cos \alpha - \sin \alpha);$$

$$F_1 = F_2 (f_2 \sin \alpha + \cos \alpha).$$

Розділивши перше рівняння системи на друге, отримуємо

$$f_1 = \frac{\sin \alpha - f_2 \cos \alpha}{f_2 \sin \alpha + \cos \alpha} \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha - f_2}{f_2 \operatorname{tg} \alpha}.$$

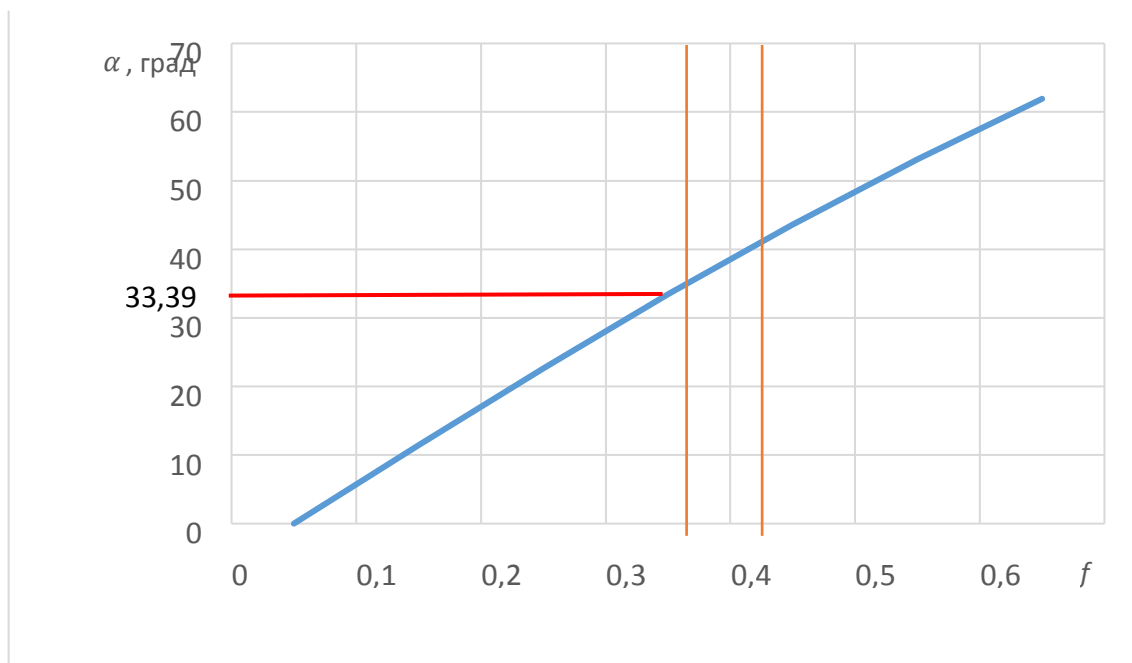
Рівняння визначає граничне значення коефіцієнта тертя зерна по нерухомо встановленій пластині, за якого відбувається заклинювання. Якщо коефіцієнт тертя більший від f_1 , заклинювання відбудеться гарантовано.

Із формули визначимо критичне значення кута α

$$\alpha \leq \arctg\left(\frac{f_1 + f}{1 - f_1 f}\right).$$

Прийнявши, що $f_1 = f_2 = f$, побудована залежність кута защемлення від коефіцієнта тертя зернини за рівнянням регресії

$$\alpha = -0,2172 + 122,513f - 32,1659f^2.$$



Залежність кута защемлення від коефіцієнта тертя зернини

Згідно з проведеними експериментальними дослідженнями, коефіцієнт тертя ковзання зерна пшениці по сталевих поверхнях залежно від сорту пшениці, її вологості і шорсткості поверхні знаходиться в межах 0,3–0,37. Отже, для гарантованого заклинювання зерна між молотком та нерухомою пластинною кут α не повинен перевищувати $33,39^\circ$

Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання

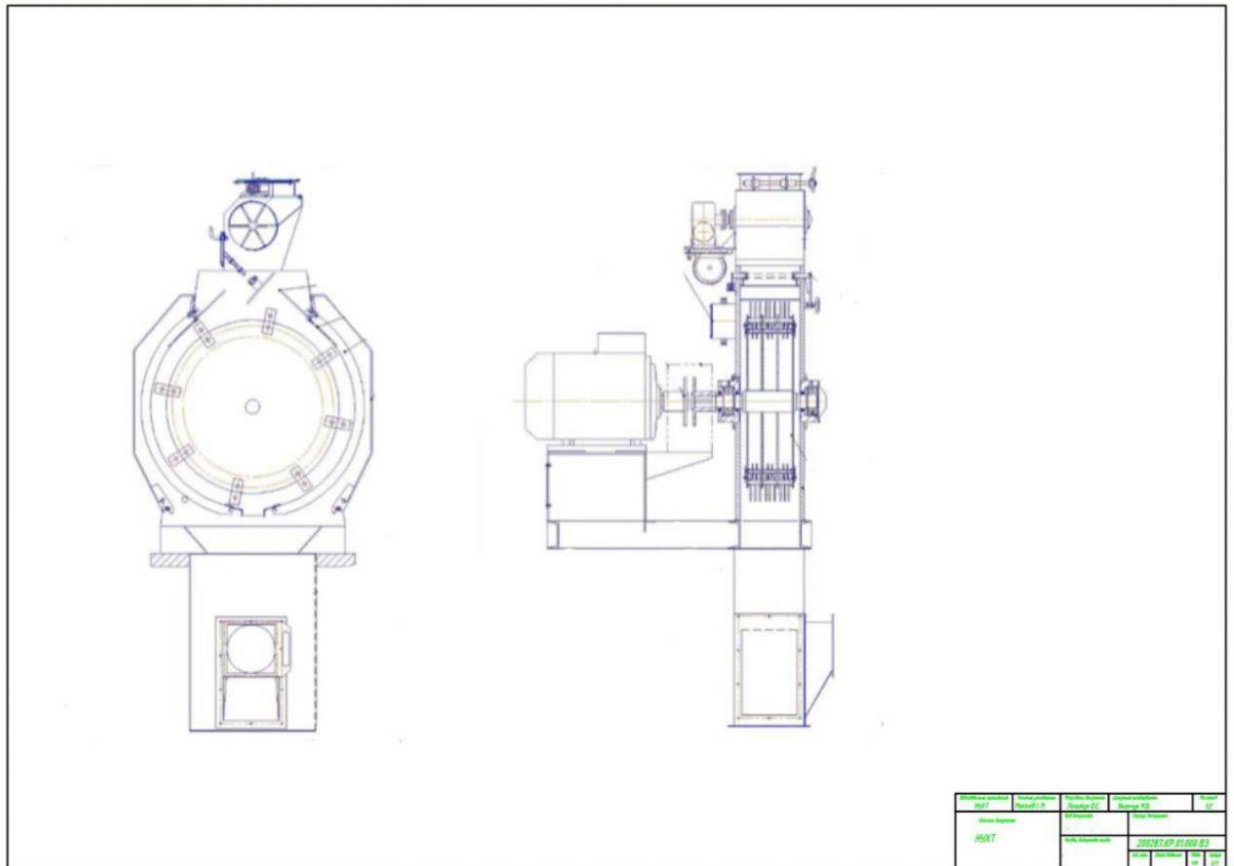
Дробарки молоткові марки **A1-ДМ2Р** призначені для подрібнення зерна злакових, плівчастих, бобових культур, кукурудзи, зерноsumішей, шроту, дрібнокускової макухи та інших видів сировини, крім мінеральної. Можуть використовуватися самостійно або у складі технологічних ліній і агрегатів.

Основними вузлами дробарки типу А1-ДМ2Р є: станина, рама, корпус, молотковий ротор, дві дверці, муфта, живильник, вибухорозрядник і електроустаткування

Показники	A1-ДМ2Р-55	A1-ДМ2Р-75	A1-ДМ2Р-110	A1-ДМ2Р-160
1. Продуктивність технічна при подрібненні ячменю вологістю не більше 15,5% з об'ємною масою не менше 0,68 т/м ³ , т/год, не менше:				
- до 4-ї групи крупності; Ø6 та Ø8	6,5	10,0	14,5	22,5
- до 3-ї групи крупності; Ø5	4,5	8,0	13,0	17,0
- до 2-ї групи крупності; Ø3	2,5	3,5	6,0	8,0
2. Сумарна встановлена потужність, кВт, не більше	55,55	75,55	110,55	160,55
3. Частота обертання ротора, об/хв	1 500			
4. Окружна швидкість молотків ротора, м/с	91 ± 3			
5. Габаритні розміри, мм, не більше:				
- довжина	1 600	1 650	1 950	2 350
- ширина	1 370	1 370	1 370	1 370
- висота (без вибухорозрядної камери)	2 250	2 250	2 250	2 250
- живильник 07	2 800	2 800	2 800	2 800
6. Маса власне дробарки (без запасних і змінних частин, електропанелі і пульта управління), кг	1 440	1 765	2 290	2 600
7. Витрата повітря на аспірацію, м ³ /год	2 700	2 700	3 600	4 200
8. Термін служби, років	8			

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва				
	Документ затверджено Якимчук М.В.					

Креслення дробарки



Живильник призначений для рівномірної подачі сировини в дробильну камеру та виділення при цьому металомагнітних домішок (тобто магнітного захисту робочих органів дробарки від потрапляння металомагнітних домішок і виключення виникнення іскри).

Живильник складається зі зварного корпусу з дверцятами, на внутрішній стороні яких закріплено кронштейн з постійними магнітами. В метю безпеки, кінцевий вимикач забезпечує блокування включення двигунів дробарки при відкритій дверці живильника. У корпусі встановлений барабан на підшипниках, у вигляді циліндра з поздовжніми ребрами. Привод барабана здійснюється від двигуна через черв'ячний мотор-редуктор. Живильник оснащений заслінкою, що переміщується за допомогою гвинтової передачі і маховичка. З допомогою заслінки можна перекрити подачу продукту, або відрегулювати її вручну. При автоматичному регулюванні обертів живильника від навантаження амперметра основного двигуна заслінка відсутня. Періодично потрібно очищати магнітний захист, видаляючи метало-домішки вручну.

Інд.
змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
53

Корпус дробарки являє собою збірну конструкцію з товстолистового металу і корпусних деталей. Корпус забезпечений перекидним клапаном для зміни напрямку висипки продукту в залежності від напрямку обертання ротора. Включення реверсивного напрямку блокується кінцевими вимикачами перекидного клапана.

Положення клапана повинно відповідати напрямку обертання дробарки. По боках корпус закривають знімні двері коробчатої форми з ущільненнями з губчастої гуми по всьому периметру. В метою безпеки двері взаємодіють з кінцевими вимикачами, які забезпечують блокування запуску електродвигунів при відкритому положенні дверей. В середині корпусу, на його торцевих стінках, концентрично ротору встановлені направляючі, на них встановлюються ситові корпусу з ситами.

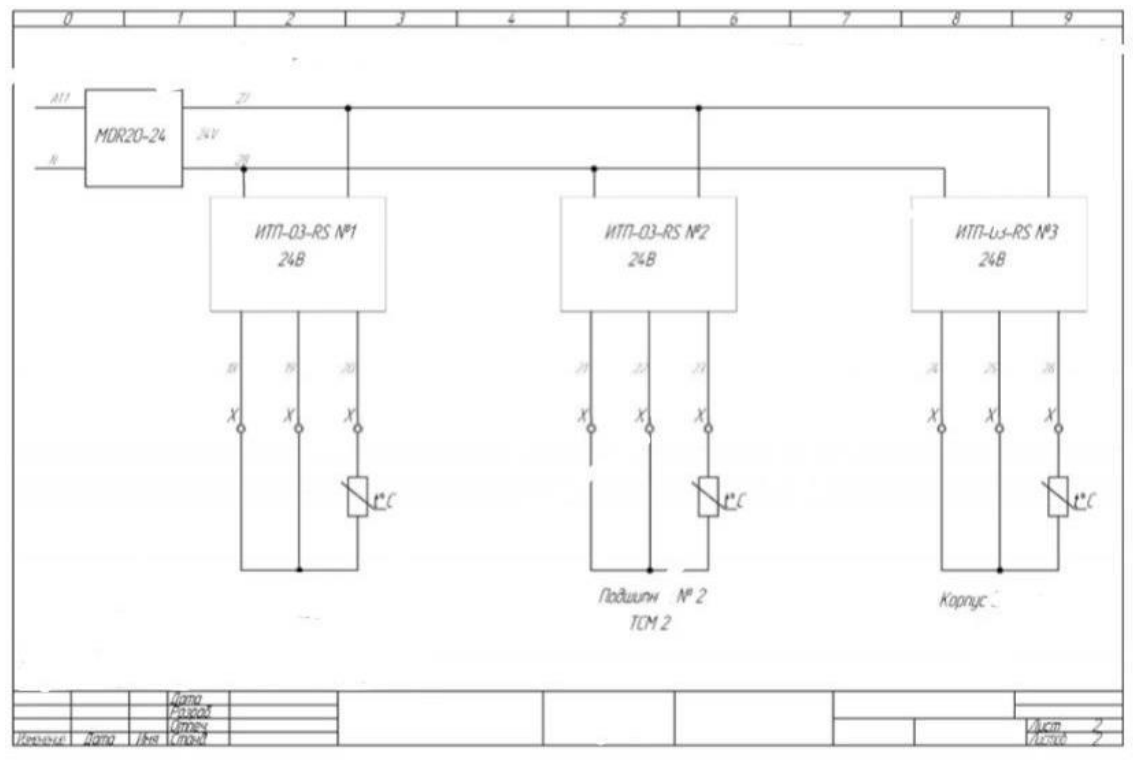
Молотковий ротор – основний робочий орган дробарки. Він виконаний у вигляді валу, що спирається на два сферичних роликів підшипника. На валу через розпірні втулки встановлені диски, стягнуті стяжними осями. Диски також служать для обмеження переміщення молотків вздовж осей їх підвісу.

Робота дробарки відбувається за наступною схемою: продукт потрапляє в живильник, потім, розподілившись по всій ширині, надходить в дробильну камеру і далі на молотки ротора. Під дією ударних молотків продукт подрібнюється (процес дроблення) і просипається через сито вниз дробарки і самопливом виводиться з неї через вибухорозрядну камеру.

Електрообладнання дробарки включає: встановлені на дробарці електродвигун привода ротора, електродвигун приво­ду живильника, п'ять кінцевих вимикачів, ящик клемний, а також органи управління дробаркою і пускозахисну апаратуру, що не входить в комплект поставки. Ящик управління, встановлюється в окремому виробничому приміщенні, аварійний кнопковий пост і панель управління – на стіні або колоні поруч з дробаркою.

Рекомендовані схеми підключення електрообладнання наведені.

Передбачена установка датчиків контролю температури підшипників і камери подрібнення.



Інд.
змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
55

Розрахункова частина

Розрахунок параметрів молоткової дробарки

Розрахунок основних параметрів робочих органів молоткової дробарки і розроблення схеми поперечного ротора, коли відомо: масу подрібнюваної частинки $m = 4,3 \cdot 10^{-3}$ кг, силу опору частинки руйнування $P = 100$ Н, тривалість удару молотка по частинці $\tau = 10^{-3}$ с, потужність, яка передається $N = 30$ кВт.

Приймаємо початкову швидкість руху частинки рівною нулю, визначаємо колову швидкість молотка:

$$v^{min} = \frac{P \cdot \tau}{m} = \frac{100 \cdot 10^{-3}}{4,3 \cdot 10^{-3}} = 23 \text{ м/с}$$

Конструктивно приймаються розміри молотка: довжина $a = 120$ мм, ширина $b = 40$ мм, товщина $\delta = 10$ мм.

Молотки з одним отвором. Відстань від центра ваги молотка до осі отвору:

$$c = \frac{a^2 + b^2}{6a} = \frac{0,12^2 + 0,04^2}{6 \cdot 0,1} = 0,026 \text{ м}$$

Квадрат радіуса інерції молотка відносно його центра ваги:

$$r_c^2 = \frac{a^2 + b^2}{12} = \frac{0,12^2 + 0,04^2}{12} = 0,0013 \text{ м}^2,$$

і відносно його осі підвіски:

$$r^2 = r_c^2 + c^2 = 0,0013 + 0,026^2 = 0,001976 \text{ м}^2.$$

Відстань від кінця молотка до осі його підвіски:

$$l = c + 0,5a = 0,026 + 0,5 \cdot 0,12 = 0,086 \text{ м}^2.$$

Приймаємо відстань від осі підвіски молотка до осі ротора рівною $R = 0,09$ м, тобто більше відстані від кінця молотка до осі його підвіски. Радіус найбільш віддаленої точки молотка від осі ротора складає:

$$R_m = l + R = 0,086 + 0,09 = 0,18 \text{ м}.$$

$$\omega = \frac{v}{R_m} = \frac{23}{0,18} = 127,8 \text{ рад/с}^{min}$$

Кутова швидкість

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва				
	Документ затверджено Якимчук М.В.					

Приймаємо з запасом $\omega = 180$ рад/с.

Маса молотка, виготовленого зі сталі з густиною $\rho = 7850$ кг/м³:

$$m_m = a \cdot b \cdot \delta \cdot \rho = 0.12 \cdot 0.04 \cdot 0.01 \cdot 7850 = 0.377 \text{ кг.}$$

Радіус кола розміщення центрів ваги молотків:

$$R_c = R + c = 0.09 + 0.026 = 0.116 \text{ м.}$$

Відцентрова сила інерції молотка:

$$P_i = m_m \cdot \omega^2 \cdot R_c = 0.377 \cdot 180^2 \cdot 0.116 = 1417 \text{ Н}$$

Діаметр осі підвіски молотка при допустимому напруженні на згинання $[\sigma]_з = 100$ МН/м²:

$$d = 1.36 \sqrt[3]{\frac{P_i \cdot \delta_m}{[\sigma]_з}} = 1.36 \sqrt[3]{\frac{1417 \cdot 0.01}{100 \cdot 10^6}} = 0.007 \text{ м.}$$

У відповідності з рядом нормальних лінійних розмірів по стандарту приймаємо $d = 0,01$ м.

Для диску зі сталі приймаємо допустиме напруження зминання $[\sigma]_{зм} = 65$ МН/м² і при зрізі $[\sigma]_{зр} = 60$ МН/м².

Товщина диска:

$$\delta_d = \frac{P_i}{\delta_m [\sigma]_{зм}} = \frac{1417}{0,01 \cdot 65 \cdot 10^6} = 0,0012 \text{ м.}$$

Приймаємо $\delta_d = 0,01$ м.

Мінімальний розмір перемички:

$$h_{min} = \frac{0.5 P_i}{\delta_m [\sigma]_{зр}} = \frac{0.5 \cdot 1417}{0.01 \cdot 60 \cdot 10^6} = 0.0012 \text{ м.}$$

Приймаємо $h_{min} = 0,002$ м.

Максимальне колове напруження в диску на твірній центрального отвору:

$$\sigma_{tmax} = \rho\omega^2(0.825 R_d^2 + 0.175r_0^2) =$$
$$= 7850 \cdot 180^2(0.825 \cdot 0.1^2 + 0.175 \cdot 0.0225^2) = 21,2 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2,$$

де r_0 – радіус центрального отвору диска.

Колове напруження від сил інерції молотків на твірній центрального отвору:

$$\sigma_t = \frac{P_i R Z}{\pi \delta_d (R^2 - r_0^2)} = \frac{1417 \cdot 0.09 \cdot 4}{3.14 \cdot 0.01 \cdot (0.09^2 - 0.0225^2)} = 21,4 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2,$$

де $z = 4$ – кількість молотків.

Сумарне напруження на твірній:

$$\sigma = \sigma_{tmax} + \sigma_t = 21,2 \cdot 10^5 + 21,4 \cdot 10^5 = 42,6 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2.$$

Воно знаходить в допустимих межах:

$$[\sigma]_{cp} > \sigma; \quad 600 \cdot 10^5 > 42,6 \cdot 10^5$$

Подрібнення шматків матеріалу в молоткових дробарках буде відбуватися лише при визначеній мінімальній кількості енергії на їх руйнування. Тому існує зв'язок між мінімальним розміром $d_{кр}$ шматка і енергією на його подрібнення:

$$d_{кр} \geq \frac{2300\sigma_p}{\rho v^{1.5}} = \frac{2300 \cdot 21,2}{170 \cdot 28^{1,5}} = 1,94 \text{ мм,}$$

розмір шматків 1..5 мм відповідає тонкому помелу; де σ_p – межа міцності матеріалу при розтягу, МПа; ρ – густина матеріалу, кг/м²

$$v = \frac{v_{min}}{k} = \frac{23}{0,8} = 28 \text{ м/с} \text{ - колова швидкість ротора, м/с;}$$

$k = 0,8$ – коефіцієнт відновлення при попружному ударі.

Продуктивність молоткових дробарок розраховується за формулою:

$$G = 3600k_1 D_d^2 L_p \rho n = 3600 \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,6^2 \cdot 0,4 \cdot 170 \cdot 46,4 = 613 \text{ кг/год,}$$

де k_1 – коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості матеріалу і тип та розміри отворів решітки і приймається:

$$k_1 = (1,3 \dots 1,7) \cdot 10^{-4} \text{ – для сит з розміром від 3 до 10 мм.}$$

$$D_d = 2\pi R_d = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,097 = 0,6 \text{ – діаметр диска, м;}$$

$$L_p = (0,32 \dots 0,64) \cdot D_d = 0,32 \cdot 0,6 = 0,2 \text{ – довжина ротора, м;}$$

$$n = \frac{v}{2\pi R_d} = \frac{28}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,097} = 46,4 \text{ – частота обертання ротора, об/с;}$$

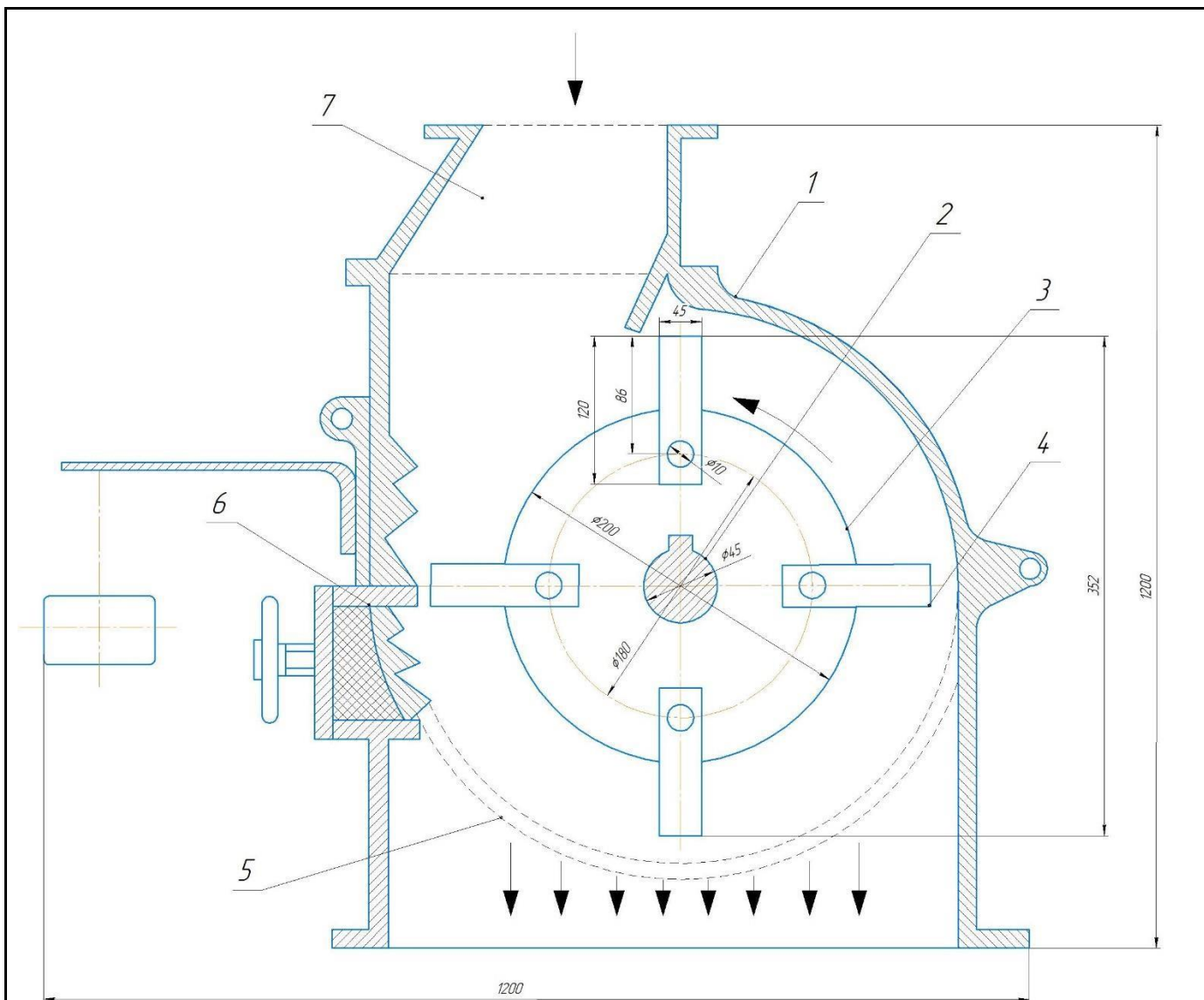
R_d – радіус диска, м.

Потужність електродвигуна приводу молоткової дробарки вираховується за формулою:

$$N = 9D_d^2 L_p n = 9 \cdot 0,6^2 \cdot 0,2 \cdot 46,4 = 30 \text{ кВт}$$

Конструктивна схема молоткової дробарки зображена

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 60
--	---------------	--------------	------	-------------



1 – корпус, 2 – вал, 3 – диск, 4 – молоток, 5 – змінна сітка, 6 – прижимна плита, 7 – завантажувальний патрубок.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 61
--	------------	--------------	------	-------------

ПІДБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

В процесі проектування обладнання одним з ключових аспектів є вибір матеріалів для виготовлення його складових частин, оскільки це безпосередньо впливає на економічні та техніко-технологічні характеристики продукту.

Для визначення матеріалу деталей важливо спочатку оцінити властивості як металів, так і неметалевих конструкційних матеріалів. Ці властивості залежать від методів добування, хімічного складу, мікроструктури та технологій обробки.

Основними вимогами до матеріалів для стінок агрегату є достатня міцність і жорсткість, що забезпечують нормальну роботу при впливі надлишкового тиску. Важливо, щоб матеріали, з яких виготовлені стінки, не мали токсичних властивостей, що можуть впливати на харчові продукти та організм людини. Один із найбільш відповідних цим вимогам матеріалів є нержавіюча сталь, яка широко використовується для деталей у машинобудуванні харчових виробництв.

Для деталей, які не мають прямого контакту з продуктами, обирається сталь 3 за ГОСТ 380-71.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва					
	Документ затверджено Якимчук М.В.						

Таблиця Перелік матеріалів, використаних в обладнанні

<i>Найменування деталі</i>	<i>Найменування матеріалу, марка</i>	<i>ГОСТ</i>	<i>Номер та дата дозволу МОЗ України</i>	<i>Характеристики матеріалу</i>
Корпус РБМ	Ст 3	ГОСТ 380-71	126-11/660-13,15, 05.72126-14/1040-3,30,11.73	$\sigma_T=235$ МПа., $\sigma_\beta=420$ МПа.
Бичевий ротор	Сталь 40ХМ	ГОСТ 4543-71	126-11/660-13,15, 05.72126-14/1040-3,30,11.73	$\sigma_T=360$ МПа., $\sigma_\beta=800$ МПа.
Шнек	Ст 5	ГОСТ 380-94	126-11/660-13,15, 05.72126-14/1040-3,30,11.73	$\sigma_T=270$ МПа., $\sigma_\beta^p=520$ МПа., $\sigma_\beta^3=530$ МПа.
Станина	Ст3	ГОСТ 380-71	126-11/660-13,15, 05.72126-14/1040-3,30,11.73	$\sigma_T=235$ МПа., $\sigma_\beta=420$ МПа
Всі інші деталі	Ст 3	ГОСТ 380-71	126-11/660-13,15, 05.72126-14/1040-3,30,11.73	$\sigma_T=235$ МПа., $\sigma_\beta=420$ МПа

Інд. змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
63

Розрахунок технології виготовлення окремих деталей

Технологічний маршрут виготовлення кришки

Номер операції, переходу	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблювальний, контрольний
1	2	3
10	Заготівельна	Лиття в земляні форми
10.1	Вилити заготовку з чавуну СЧ15	
20	Токарна	Токарно-гвинторізний 16К20
	УЗЗ	3-кулачковий патрон
20.1	Точити торець	Різець упорний, Т15К6
20.2	Точити поверхню $\varnothing 154$	Різець прохідний правий, $\varphi = 90^\circ$, Т15К6
30	Токарна	Токарно-гвинторізний 16К20
	УЗЗ	3-кулачковий патрон
30.1	Точити торець в розмір 30	Різець упорний, Т15К6
30.2	Точити торець в розмір 20	Різець упорний, Т15К6
30.3	Точити поверхню $\varnothing 110h11$ начорно	Різець прохідний правий, $\varphi = 90^\circ$, Т15К6
30.4	Точити поверхню $\varnothing 110h11$ начисто	Різець прохідний правий, $\varphi = 90^\circ$, Т15К6
30.5	Точити фаску $1,6 \times 45^\circ$	Різець прохідний відігнутий правий, $\varphi = 45^\circ$, Т15К6
40	Свердлильна	Свердлильний 2А125
	УЗЗ	Кондуктор
40.1	Свердлити 6 отворів $\varnothing 11$	Свердло $\varnothing 11$, Р6М5

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва					
	Документ затверджено Якимчук М.В.						

Розрахунок припусків

Розрахунок загального припуску литої заготовки проведемо по найточнішому розміру $\emptyset 110h11$.

Припуск на чистове точіння

$$2Z_{2min} = 2 \left(R_{z1} + D_1 + \sqrt{T_{пр1}^2 + \varepsilon_{y2}^2} \right),$$

де R_{z1} , D_1 , $T_{пр1}$ – висота мікро нерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні;

ε_{y2} – похибка установлення при чистовому точінні.

Вибираємо $R_{z1} = 25$ мкм, $D_1 = 25$ мкм. При установленні деталі в патрон $T_{пр1} = 100$ мк
 $\varepsilon_{y2} = 100$ мкм.

$$2Z_{2min} = 2(25 + 25 + \sqrt{100^2 + 100^2}) = 383 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2max} = 2Z_{2min} + T_1 - T_2,$$

де T_2 – допуск розміру при чистовому точінні, $T_2 = IT11 = 220$ мкм

T_1 – допуск розміру при чорновому точінні, $T_1 = IT14 = 870$ мкм

$$2Z_{2max} = 383 + 870 - 220 = 1033 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2ном} = \frac{2Z_{2max} + 2Z_{2min}}{2} = \frac{1033 + 383}{2} = 708 \text{ мкм}$$

Припуск на чорнове точіння

$$2Z_{1min} = 2 \left(R_{z0} + D_0 + \sqrt{T_{пр0}^2 + \varepsilon_{y1}^2} \right),$$

де R_{z0} , D_0 , $T_{пр0}$ – висота мікро нерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка лиття; ε_{y1} – похибка установлення при чорновому точінні.

Ми обираємо спосіб лиття за технологією втоплювання моделей. $R_{z0} + D_0 = 800$ мкм.

Просторову похибку маємо $T_{пр0} = IT15 = 1400$ мкм

При установленні деталі в патрон $\varepsilon_{y1} = 100$ мкм.

$$2Z_{1min} = 2(800 + \sqrt{1400^2 + 100^2}) = 4207 \text{ мкм}$$

Тоді загальний припуск

$$2Z_{сум} = \sum 2Zi_{ном} = 708 + 4207 = 4915 \text{ мкм}$$

Приймаємо $2Z_{сум} = 5$ мм.

Маса деталі

$$M_{дет} = V_d \cdot \rho = 0,00024269 \cdot 7800 = 1,8 \text{ кг}$$

Маса заготовки

$$M_{заг} = V_3 \cdot \rho = 0,00031798 \cdot 7800 = 2,4 \text{ кг}$$

Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_M = \frac{M_{дет}}{M_{заг}} = \frac{1,8}{2,4} = 0,75$$

Інд.
змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
65

Токарна.
Точити торець.

Глибина різання в даному випадку

$$t = 1,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. При обробці заготовки з чавуну діаметром понад 100 мм за допомогою різців із перетином стержня 16x25 та глибиною різання до 3 мм, рекомендується використовувати подачі від 1,0 до 1,5 мм.

$$\text{Приймаємо } s = 1,0 \text{ мм/об.}$$

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{143}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,4}}$$

Приймаємо стійкість свердла $T = 60$ хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{143}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 1,0^{0,4}} = 59,43 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 59,43}{3,14 \cdot 159} = 119 \text{ об/хв.}$$

$$\text{Приймаємо } n_B = 100 \text{ об/хв.}$$

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_d = \frac{\pi d_3 n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 159 \cdot 100}{1000} = 49,9 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – довжина оброблення безпосередньо на деталі, $l = 79,5$ мм;

l_1 – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею, $l_1 = 2$ мм;

l_2 – величина врізання інструменту, $l_2 = 2$ мм;

l_3 – величина перебігу різця, $l_3 = 2$ мм.

$$L = 79,5 + 2 + 2 + 2 = 85,5 \text{ мм}$$

Інд.
змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
66

$$t_{01} = \frac{85,5}{1,0 \cdot 100} = 0,86 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

t_1 – допоміжний час, пов'язаний з переходом для поперечного обточування при установці різця на розмір під час автоматичної подачі., $t_1 = 0,05$ хв;

t_2 – допоміжний час, пов'язаний із зміною частоти обертання шпинделя або подачі, оскільки така зміна не відбувається., то $t_2 = 0$;

t_3 – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу, оскільки потреби в заміні інструменту та інших діях немає, то $t_3 = 0$.

$$t_{д1} = 0,05 \text{ хв}$$

Точити поверхню $\phi 154$.

Глибина різання

$$t = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Рекомендуються подачі 1,0-1,5 мм/об.

Приймаємо $s = 1,0$ мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{143}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,4}}$$

Приймаємо стійкість свердла $T = 60$ хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{143}{60^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 1,0^{0,4}} = 54,8 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 54,8}{3,14 \cdot 159} = 109 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_B = 100$ об/хв.

Дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_d = \frac{\pi d_3 n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 159 \cdot 100}{1000} = 49,9 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{02} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – довжина оброблення безпосередньо на деталі, $l = 10$ мм;

l_1 – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею, $l_1 = 2$ мм; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = 10 + 2 = 12 \text{ мм}$$

$$t_{02} = \frac{12}{1,0 \cdot 100} = 0,12 \text{ хв}$$

Інд.
змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
67

Токарна. Точити торець в розмір 30.

Глибина різання в даному випадку

$$t = 1,5 \text{ мм}$$

Для обробки заготовок з сірого чавуну діаметром понад 100 мм і глибиною різання до 3 мм рекомендовані подачі від 1,0 до 1,5 мм на оборот для різців з перетином стержня 16x25.

Приймаємо $s = 1,0$ мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{143}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,4}}$$

Приймаємо стійкість свердла $T = 60$ хв.

$$V = \frac{143}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 1,0^{0,4}} = 59,43 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 59,43}{3,14 \cdot 115} = 165 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_B = 160$ об/хв.

Дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_d = \frac{\pi d_3 n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 115 \cdot 160}{1000} = 57,78 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{s \cdot n_B} \quad L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – довжина оброблення безпосередньо на деталі, $l = 57,5$ мм;

l_1 – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею, $l_1 = 2$ мм;

l_2 – величина врізання інструменту, $l_2 = 2$ мм;

l_3 – величина перебігу різця, $l_3 = 2$ мм.

$$L = 57,5 + 2 + 2 + 2 = 63,5 \text{ мм}$$

$$t_{01} = \frac{63,5}{1,0 \cdot 160} = 0,4 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д1} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

t_1 – допоміжний час, пов'язаний з переходом для поперечного обточування установкою різця на необхідний розмір під час автоматичної подачі., $t_1 = 0,05$ хв;

t_2 – допоміжний час на заміну частоти обертів шпинделя або подачі, так як заміна не проводиться, то $t_2 = 0$;

t_3 – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу, оскільки потреби в заміні інструменту та інших діях немає, то $t_3 = 0$.

$$t_{Д1} = 0,05 \text{ хв}$$

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 68
--	---------------	--------------	------	-------------

Точити торець в розмір 20.

$$t = 1,5 \text{ мм}$$

Для обробки заготовок з сірого чавуну діаметром понад 100 мм і глибиною різання до 3 мм рекомендовані подачі від 1,0 до 1,5 мм на оберт для різців з перетином стержня 16x25. Приймаємо $s = 1,0$ мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{143}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,4}}$$

Приймаємо стійкість свердла $T = 60$ хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{143}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 1,0^{0,4}} = 59,43 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 59,43}{3,14 \cdot 154} = 123 \text{ об/хв. Приймаємо } n_B = 125 \text{ об/хв.}$$

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_d = \frac{\pi d_3 n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 154 \cdot 125}{1000} = 60,4 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{02} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – довжина оброблення безпосередньо на деталі, $l = 19,5$ мм;

l_1 – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею, $l_1 = 2$ мм;

l_2 – величина врізання інструменту, $l_2 = 2$ мм;

l_3 – величина перебігу різця, $l_3 = 0$.

$$L = 19,5 + 2 + 2 = 23,5 \text{ мм}$$

$$t_{02} = \frac{23,5}{1,0 \cdot 125} = 0,2 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{d2} = 0,05 + 0,05 = 0,1 \text{ хв}$$

Точити поверхню $\Phi 110h11$ начорно.

Глибина різання в даному випадку

$$t = 4,207 \text{ мм}$$

Для обробки заготовок з сірого чавуну діаметром понад 100 мм і глибиною різання до 5 мм рекомендовані подачі від 0,8 до 1,3 мм на оберт для різців з перетином стержня 16x25. Приймаємо $s = 1,0$ мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{143}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,4}}$$

Інд.
змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
69

Приймаємо стійкість свердла $T = 60$ хв.

$$V = \frac{143}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 1,0^{0,4}} = 50,8 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 50,8}{3,14 \cdot 115} = 141 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_B = 160$ об/хв.

Дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_D = \frac{\pi d_3 n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 115 \cdot 160}{1000} = 57,8 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{03} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – довжина оброблення безпосередньо на деталі, $l = 20$ мм;

l_1 – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею, $l_1 = 2$ мм; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = 20 + 2 = 22 \text{ мм}$$

$$t_{03} = \frac{22}{1,0 \cdot 160} = 0,14 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д3} = 0,05 + 0,05 + 0,6 = 0,7 \text{ хв}$$

Точити поверхню $\phi 110h11$ начисто.

Глибина різання в даному випадку

$$t = 0,4 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Рекомендуються подачі 0,2-0,27 мм/об.

Приймаємо $s = 0,25$ мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{192}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,2}}$$

Приймаємо стійкість свердла $T = 60$ хв.

Тоді маємо

$$V = \frac{192}{60^{0,2} \cdot 0,4^{0,15} \cdot 0,25^{0,2}} = 129 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 129}{3,14 \cdot 110,8} = 370,8 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_B = 400$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_D = \frac{\pi d_3 n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 110,8 \cdot 400}{1000} = 139,2 \text{ м/хв.}$$

Інд.
змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
70

Основний час на виконання переходу

$$t_{04} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – довжина оброблення безпосередньо на деталі, $l = 20$ мм;

l_1 – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею, $l_1 = 2$ мм; $l_2 = 0$; $l_3 = 0$.

$$L = 20 + 2 = 22 \text{ мм}$$

$$t_{04} = \frac{22}{0,25 \cdot 400} = 0,22 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{Д4} = 0,05 + 0,1 = 0,15 \text{ хв}$$

Точити фаску 1,6x45.

При знятті фаски до 2 мм на поверхні діаметром більше 100 мм оперативний час на зняття фаски $T_{оп5} = 0,2$ хв.

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_0 = \sum t_{0i} = 0,4 + 0,2 + 0,14 + 0,22 = 0,96 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_Д = t_y + \sum t_{\Delta i}$$

t_y – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, при закріпленні у патроні $t_y = 0,26$ хв.

$$T_Д = 0,26 + 0,05 + 0,1 + 0,7 + 0,15 = 1,26 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{оп} = T_0 + T_Д + T_{оп5} = 0,96 + 1,26 + 0,2 = 2,42 \text{ хв}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

Час на обслуговування робочого місця $T_{об} = 2\% T_{оп}$ і час на відпочинок і природні потреби $T_{пп} = 4\% T_{оп}$.

$$T_{шт} = 2,42 + (0,02 + 0,04) \cdot 2,42 = 2,57 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$$

Час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів $T_{пз1} = 10$ хв, час на налагодження оброблення в оправці $T_{пз2} = 8$ хв.

$$T_{пз} = 10 + 8 = 18 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_к = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 2,57 + \frac{18}{200} = 2,66 \text{ хв}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N = \frac{60}{T_к} = \frac{60}{2,66} = 22 \text{ деталі/год}$$

Інд.
змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
71

Свердлильна

Свердлити 6 отворів Ø11.

Припуск на оброблення під час свердління становить половину діаметра свердла d_{CB} , тобто

$$t = \frac{d_{CB}}{2} = \frac{11}{2} = 5,5 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу. Для чавуну при свердленні отворів Ø11 рекомендуються подачі 0,2-0,25 мм/об.

Приймаємо згідно паспортних даних $s = 0,2$ мм/об.

Для визначення швидкості різання вибираємо залежність

$$V = \frac{8d_{CB}^{0,4}}{T^{0,2}S^{0,7}}$$

Беремо стійкість свердла $T = 30$ хв.

$$V = \frac{8 \cdot 11^{0,4}}{30^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} = 33,13 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя

$$n = \frac{1000V}{\pi d_{CB}} = \frac{1000 \cdot 33,13}{3,14 \cdot 11} = 959 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_B = 1000$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання буде дорівнювати

$$V_D = \frac{\pi d_{CB} n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 1000}{1000} = 34,54 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – глибина свердлення, $l = 10$ мм;

l_1 – величина на підведення свердла, $l_1 = 2$ мм;

$l_2 + l_3$ – додаток на візання і перебіг свердла, $l_2 + l_3 = 7$ мм.

$$L = 10 + 2 + 7 = 19 \text{ мм}$$

$$t_0 = \frac{19}{0,2 \cdot 1000} = 0,1 \text{ хв}$$

Допоміжний час на перехід $t_{\Delta} = 0,06$ хв.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 72
--	---------------	--------------	------	-------------

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_0 = 6 \cdot t_0 = 6 \cdot 0,1 = 0,6 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_D = t_y + 5t_{y1} + 6t_\Delta$$

t_y – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, $t_y = 0,28$ хв.

t_{y1} – допоміжний час на переустановлення деталі в кондукторі,

приймаємо $t_{y1} = 0,1$ хв.

$$T_D = 0,31 + 5 \cdot 0,1 + 6 \cdot 0,06 = 1,17 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{оп} = T_0 + T_D = 0,6 + 1,17 = 1,77 \text{ хв}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

Час на обслуговування робочого місця $T_{об} = 1,5\% T_{оп}$ і час на відпочинок і

природні потреби $T_{пп} = 6\% T_{оп}$.

$$T_{шт} = 1,77 + (0,015 + 0,06) \cdot 1,77 = 1,9 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$$

Час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів $T_{пз1} = 10$ хв,

час на налагодження установки деталі у пристрої вручну $T_{пз2} = 5$ хв.

$$T_{пз} = 10 + 5 = 15 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_K = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 1,9 + \frac{15}{200} = 1,975 \text{ хв}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N = \frac{60}{T_K} = \frac{60}{1,975} = 30 \text{ деталей/год}$$

Інд.
змін.

Дата видання

Мова

Аркуш
73

Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{д2} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

t_1 – допоміжний час, пов'язаний з переходом для поздовжнього обточування з установкою різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 125 мм під час автоматичної подачі., $t_1 = 0,05$ хв;

t_2 – допоміжний час на заміну частоти обертів шпинделя або подачі, $t_2 = 0$;

t_3 – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу, час на заміну різця $t_3 = 0,6$ хв.

$$t_{д2} = 0,05 + 0,6 = 0,65 \text{ хв}$$

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_0 = \sum t_{0i} = 0,86 + 0,12 = 0,98 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$$T_д = t_y + \sum t_{\Delta i}$$

t_y – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, при закріпленні у 3-кулачковому патроні $t_y = 0,26$ хв.

$$T_д = 0,26 + 0,05 + 0,65 = 0,96 \text{ хв}$$

Операційний час

$$T_{оп} = T_0 + T_д = 0,98 + 0,96 = 1,94 \text{ хв}$$

Штучний час становить

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

Час на обслуговування робочого місця $T_{об} = 2\% T_{оп}$

час на відпочинок і природні потреби $T_{пп} = 4\% T_{оп}$.

$$T_{шт} = 1,94 + (0,02 + 0,04) \cdot 1,94 = 2,06 \text{ хв}$$

Підготовчо-завершальний час

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$$

Час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів $T_{пз1} = 10$ хв,

час на налагодження оброблення в патроні $T_{пз2} = 8$ хв.

$$T_{пз} = 10 + 8 = 18 \text{ хв}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 2,06 + \frac{18}{200} = 2,15 \text{ хв}$$

Норма виробітку за годину становить

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{2,15} = 27 \text{ деталей/год}$$

Інд.
змін.

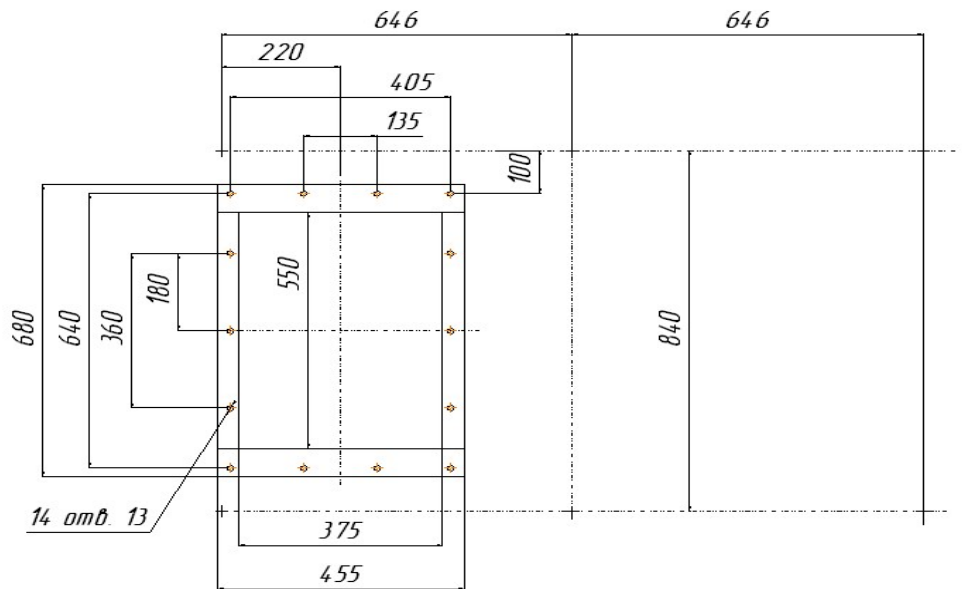
Дата видання

Мова

Аркуш

Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання

Встановлення дробарки відбувається на бетонному фундаменті, рама дробарки з фундаментними болтами повинна бути залита у фундамент для надійного закріплення.



План розміщення отворів під фундаментні болти дробарки

Дробарка при встановленні повинна бути вирівняна по рівню. Як

поверхні для визначення рівня необхідно використовувати поверхні що виступають над фундаментом, а саме оброблені поверхні самої рами дробарки.

На вантажувально-розвантажувальні роботи, а також процес

підйому, установку дробарки на місці монтажу, дозволяється проводити лише за наявності закріплених прокладок між поверхнями станини та рами дробарки. Для стропування дробарки в її конструкції передбачені спеціальні отвори в станині. Рим-болти живильника допускається для використання лише суворо для підйому самого живильника.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва				
	Документ затверджено Якимчук М.В.					

При встановленні дробарки необхідно зважати на експлуатаційні вказівки, написані в експлуатаційній документації.

Вся пуско-регулююча апаратура, за винятком пульта управління, має бути встановлена в приміщенні підвищеної безпеки, вибухобезпечному, сухому і опалювальному.

Пульт керування встановлюється в приміщенні ізольованому від дробарки.

Способи усунення можливих несправностей дробарки

Можлива несправність	Причина	Спосіб усунення
Зниження продуктивності	<ul style="list-style-type: none">• дека засмічена• мала «тяга» матеріалу для дроблення • потрапляння в уловлювач тканинних матеріалів (папір, рукавиця, шматок поліетиленової плівки, і т.п.)	<ul style="list-style-type: none">• очистити деки• закрити кутрегулятор відкрити кільцезаслінку вогкість матеріалу підвищена. (для дроблення не більше 18%) • вимкнути дробарку, зняти кришку уловлювача, очистити уловлювач, встановити кришку на місце

Можлива несправність	Причина	Спосіб усунення			
Поява нероздроблених зерен в помелі	<ul style="list-style-type: none"> • дека пошкоджена • дека нещільно прилягає до корпусу дробарки 	<ul style="list-style-type: none"> • замінити деку • встановити деку без зазорів 			
Надмірна вібрація	<ul style="list-style-type: none"> • потрапляння стороннього тіла • зламаний молоток • зношені молотки • комплект молотків не розфасований по вазі по осях • поставлені молотки не по конструкторській документації 	<ul style="list-style-type: none"> • видалити чужорідне тіло • очистити уловлювач • замінити деку • замінити весь комплект фірмовими молотками • замінити весь комплект фірмовими молотками • замінити весь комплект фірмовими молотками • замінити весь комплект фірмовими молотками 			
Висока температура електродвигуна (не більш 90*С)	<ul style="list-style-type: none"> • високий тиск під час подачі матеріалу в змішувач кормів • вологість матеріалу понад 18% 	<ul style="list-style-type: none"> • очистити вузол аспірації на змішувачі кормів • зменшити забір матеріалу, прикрити кільце заслінку 			
		Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 77

Можлива несправність	Причина	Спосіб усунення
Висока температура електродвигуна (не більш 90*С)	<ul style="list-style-type: none"> • невідповідність фаз по струму і напрузі не більше 5% • одна фаза відсутня • теплове реле і струм відсічення налаштоване неправильно 	<ul style="list-style-type: none"> • причини усунути головному енергетику • поставити блокзахисти БЗ-06 як додаткову опцію
Дробарка «пливе по підлозі»	<ul style="list-style-type: none"> • порушена рівноваги молоткової головки (некоректно встановлені молотки, або ж встановлені не фірмові молотки) 	<ul style="list-style-type: none"> • телефонувати на підприємствовиготівник

Опис системи управління

Зерно з бункеру , через шнековий живильник, який приводиться в дію за допомогою електродвигуна потрапляє в трубопровід. Завантаженість бункера контролюється за допомогою ємнісного рівнеміра ба по місцю, та сигналізатора бб на щиті оператора. Кількість зерна,яка подається регулюється електронною задвижкою. Зерно самопливом проходить через магніт, очищується від магнітних домішок та потрапляє в дробарку.

Сировина, поступаючи по самопливу в живильник, очищається на магнітному барабані, який приводиться в рух від електродвигуна, від металомагнітних домішок і розподіляючись рівномірним шаром по довжині барабана, подається в дробильну зону. Зерно подрібнюється періодичними ударами молотків та відкиданням зерна о деку, яка додатково подрібнює, ударяється об пластину та попадає в самоплив і виводиться із машини.

Під час роботи двигуна дробарки на щиті горить сигнальна лампа. Зупинити двигун можливо натисканням кнопки “Стоп” на кнопочній станції , аварійна зупинка дробарки проводиться і з щита кнопкою.

Схемою передбачений ручний (перемикач в положення “Ручн.”), незалежно від передпускової сигналізації режим наладки і автоматичний (перемикач в положення “Авт.”).

Подрібнений продукт направляється по самопливу на сепаратор ,в якому завдяки повітрю відбувається відвіювання лузги з подрібненого продукту.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є	Назва, додаткова назва				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 79

Заходи з охорони праці

Законодавство України про охорону праці ґрунтується на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні та здорові умови праці, гарантоване статтею 43 Конституції України.

Основоположним документом в галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці, який визначає основні положення щодо реалізації права на охорону життя і здоров'я під час роботи, на належне, безпечне та здорових умов праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища та встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Отже, охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини [Закон України «Про охорону праці»].

Згідно з визначенням, об'єкт підвищеної небезпеки - це об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин або категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові значення маси, а також інші об'єкти як такі, які відповідно до законодавства становлять реальну загрозу виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру ДСТУ 2293-99 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва					
	Документ затверджено Якимчук М.В.						

Інструктаж

Перед початком будь-яких робіт на будь-якому підприємстві, на будь-якій посаді, у будь-якій галузі або напрямі діяльності працівник повинен пройти інструктаж з питань охорони праці. Основна мета цього інструктажу полягає в тому, щоб працівник засвоїв правильні та безпечні методи роботи, тим самим не тільки забезпечуючи свою власну безпеку, але й уникаючи потенційних небезпек для інших співробітників.

Інструктажі можуть бути проведені за різними часовими і характерними параметрами: цільовими, позаплановими, повторними, первинними та вступними. Без проходження навчання та відповідних інструктажів працівник не має права приступати до виконання своїх обов'язків на робочому місці. Крім того, працівник повинен пройти атестацію перед кваліфікаційною комісією, яка визначить, чи засвоїв працівник необхідний матеріал. Склад комісії зазвичай призначається керівником підприємства, що проводить навчання.

Результати атестації оформлюються у вигляді протоколу, який підписують члени кваліфікаційної комісії, а потім затверджується її головою. Після успішного проходження працівник отримує відповідне посвідчення.

Для проведення інструктажів з питань охорони праці зазвичай залучають відділ охорони праці або досвідчених працівників, які мають великий стаж та добру репутацію. Це допомагає забезпечити якість інструктажу та підвищує відповідальність працівника щодо дотримання техніки безпеки.

Щоб підтвердити проходження інструктажу, зазвичай використовується спеціальний журнал, де реєструється мета інструктажу, а також підписи того, хто проводить інструктаж, та того, хто його проходить. Це накладає відповідальність на працівника у разі порушення техніки безпеки.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 81
--	---------------	--------------	------	-------------

Первинний інструктаж проводиться безпосередньо на робочому місці з такими категоріями працівників:

- новозайнятий працівник (постійно або тимчасово);
- працівник, який переводиться з одного цеху підприємства до іншого;
- працівник, який починає виконувати новий вид роботи.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці із меншою кількістю інформації згідно з встановленими термінами:

- для посад з підвищеною небезпекою – один раз на три місяці;
- для інших робіт – один раз на шість місяців.

Позапланові інструктажі проводяться при введенні в дію нових нормативних актів або їх перегляді. Вони можуть проводитись на робочому місці або в кабінеті охорони праці, індивідуально або для групи працівників. Наповненість таких інструктажів визначається в залежності від ситуації та потреби.

Цільовий інструктаж проводиться в особливих ситуаціях, коли потрібно детально ознайомити працівників з конкретними роботами або ситуаціями, які не охоплені іншими типами інструктажів. Наприклад, це може бути нестандартна робота на підприємстві, яка не передбачена в нормативних документах, або виконання робіт у разі аварії чи стихійного лиха. Також цей тип інструктажу може бути проведений перед виконанням робіт, для яких потрібно оформити спеціальний наряд-допуск.

Цільовий інструктаж може бути проведений як індивідуально з окремим працівником, так і для групи осіб. Його наповненість визначається залежно від конкретних видів робіт, які будуть виконуватися працівниками.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 82
--	---------------	--------------	------	-------------

Техніка безпеки при роботі з дробаркою

Дробарка молоткова А1-ДМ2Р відповідає вимогам ГОСТ 12.2.003-74, ОСТ 27.00.216.75, ОСТ 27.00.217.74.

Необхідно обгородити частини приводу що обертаються. Стропування дозволено виконувати лише за схемою що вказана в паспорті обладнання. Контроль кріплень та з'єднань контролюють універсальним інструментом особливо частин що обертаються.

Кожного разу перед початком роботи дробарки слід впевнитись що дрiт електромережі не пошкоджений. Будь-яке технічне обслуговування дробарки слід виконувати лише коли дробарка вимкнена.

При незапланованому вимкненні двигуна слід спочатку натиснути червону кнопку вимкнення, а потім вже вимкнути від мережі. На обладнанні є знаки безпеки в разі їх пошкодження чи за старіння необхідно замінити на нові.

Забороняється:

- допускати до обслуговування дробарки працівників що не пройшли відповідні інструктажі та навчання;
- обслуговування дробарки неповнолітніми, хворому або ж нетверезому стані;
- допускати до дробарки під час роботи сторонніх осіб; проведення ремонту увімкненої дробарки;
- передчасна подача зерна(під час запуску електродвигуна);
- використовувати сировину з підвищеною вологістю (понад 18%)
- залишати з увімкненим двигуном дробарку без нагляду;
- гасити вогонь електромережі пінними вогнегасниками або водою.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 83
--	---------------	--------------	------	-------------

Освітлення

Для освітлення дробильного відділення використовуються два типи освітлення: штучне і природне. Природне освітлення забезпечується за допомогою планування великих вікон та світлових люків, які дозволяють проникнення світла зовні. Штучне освітлення створюється штучними джерелами світла і поділяється на охоронне, робоче та аварійне.

Для вибору світильників (ПВЛМ) були враховані характеристики та призначення приміщень. Всі світильники в цеху повинні бути розташовані рівномірно, щоб забезпечити однакове освітлення на всій площі.

На робочих поверхнях за штучного освітлення з урахуванням класу зорової роботи VIII, для газорозрядних ламп рекомендована освітленість 75 лк, а для ламп розжарювання - 35 лк. Для інших типів ламп значення освітленості будуть коливатися в межах від 40 до 80 лк.

Шум і вібрація

Постійний вплив шуму та вібрації може негативно впливати на здоров'я працівників, спричиняючи фізичні та психічні розлади. З цієї причини приділяється значна увага запобіганню такого впливу.

Обладнання, яке створює шум та вібрацію, таке як луцильно-шліфувальні машини та дробарки, може бути потенційно шкідливим для працівників. Однак, в місці роботи оператора встановлені заходи безпеки для зниження шкідливого впливу цих факторів. Наприклад, оператор працює в окремому приміщенні, в якому рівень звуку не перевищує 80 дБ, що відповідає вимогам стандарту. Крім того, кожному працівникові надаються індивідуальні засоби захисту.

Для зменшення вібрації дробарка встановлена на віброізолюючих опорах, що сприяє зменшенню передачі вібрації на місце роботи оператора. Всі ці заходи спрямовані на забезпечення безпечних та комфортних умов праці для працівників.

Охорона довкілля

Харчова промисловість, подібно до інших галузей, має значний вплив на екологію, особливо щодо обсягів відходів. У порівнянні з багатьма іншими галузями промисловості, агропромислове виробництво має найбільший обсяг відходів

На зернопереробних підприємствах використання води є необхідним з технологічних причин. Відпрацьована вода містить різні види забруднень, такі як господарсько-побутові, транспортні тощо, і частково повертається у природні водоймища. Проте така вода містить значну кількість забруднень, що може завдати шкоди навколишньому середовищу через недосконалість очисних споруд.

Зростаючі потреби в воді та погіршення її якості стають однією з актуальних проблем. Проекти харчових підприємств передбачають використання складних очисних споруд, що потребують значних земельних ресурсів. Нестача прісної води створює серйозну загрозу для навколишнього середовища та водойм, що вимагає термінових заходів з охорони та економного використання водних ресурсів.

Енергоємність зернопереробних підприємств також є важливою екологічною проблемою, оскільки вона може призводити до збільшення викидів та забруднення навколишнього середовища переробка природної сировини, активна хімізація сільського господарства та багатьох галузях промисловості дійсно породжують складні екологічні проблеми.

Ці процеси можуть призводити до забруднення ґрунтів, водойм та повітря, викликаючи негативний вплив на екосистеми та здоров'я людей.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва				
	Документ затверджено Якимчук М.В.		Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 85

Небажаний вплив підприємств зернопереробної галузі на навколишнє середовище пов'язаний з різними факторами, серед яких найбільш вагомими є:

1. Забруднення прилеглої території пиловидними викидами: Правильно організована система аспірації обладнання може значно зменшити рівень пилу, що потрапляє у навколишнє середовище.

2. Шум від технологічного та допоміжного обладнання: Робота подрібнювальних машин та повітродувок може створювати значний шум, що може турбувати жителів навколишніх будинків. Використання спеціальних заходів для зниження шуму може допомогти вирішити цю проблему.

3. Вібрація: Сучасні методи монтажу обладнання та будівництва промислових будівель можуть мінімізувати вібрацію, що може виникати від роботи обладнання.

Хоча можна вжити заходів для зменшення негативного впливу зернопереробних підприємств на навколишнє середовище, але повністю їх виключити не можна. Шум може бути турбуючим для мешканців близько розташованих будинків, але в іншому випадку він може не представляти значної екологічної небезпеки.

Також важливо враховувати вплив харчової промисловості на навколишнє середовище через використання різноманітних добавок у продукції. Некомпетентність у питаннях екології може призводити до забруднення навколишнього середовища. Людство повинно зосередити зусилля на пошуку шляхів запобігання зараженню та забрудненню харчових продуктів, звертаючи увагу на екологічні аспекти виробництва та споживання продуктів.

Такими шляхами можуть бути:

- широка, постійна та оперативна інформація про дійсний хімічний склад, придатність і безпечність всіх видів харчових продуктів;

- обмеження та контроль за застосуванням азотних добрив, які є причиною нагромадження у сільськогосподарських продуктах і кормах шкідливих для здоров'я нітратів;
- заборона використання багатьох засобів захисту рослин, деяких добрив, що призводять до забруднення продуктів шкідливими речовинами;
- запобігання випадкам різного роду аварійних викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. А якщо це сталося і існує загроза забруднення харчових продуктів, необхідно терміново заборонити переробку худоби, молока та інших сільськогосподарських продуктів.
- розробка науково обґрунтованих державних стандартів. Вони повинні регламентувати вміст шкідливих речовин (або певну недопустимість), таких як нітрати, радіонукліди, важкі метали, пестициди, канцерогенні речовини та їх попередники, афлатоксини, антибіотики, хімічні речовини, що застосовують для обробки сировини і обладнання
- створення державних санітарно - контрольних лабораторій для визначення екологічної чистоти харчових продуктів, проведення глибокого аналізу екологічних обставин у різних регіонах України, розробка обґрунтованих рекомендацій щодо їх поліпшення.
- підготовка (або перепідготовка) фахівців у галузі сучасних проблем екології та екологічного захисту продуктів харчування.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 87
--	---------------	--------------	------	-------------

Висновки

В процесі модернізування молоткової дробарки А1-ДМР-6 для подрібнення зернопродуктів при виробництві комбикормів нами запропоновані наступні технологічні рішення:

Для підвищення надійності роботи дробарки удосконалили конструкцію молотків а саме змінили пластинчасті зі ступінчастими торцями на молотки прямокутної пластини

- Оптимізували основні конструктивні параметри дробарки а саме: колову швидкість, відцентровану силу інерції молотка, радіус кола розміщення центру ваги, діаметр осі підвіски, зовнішній радіус диска, діаметр вала, сумарне навантаження твірній, продуктивність нашої модернізованої дробарки, потужність електродвигуна приводу.
- Визначили конструкцію молотків що запобігає заклиненню зерна між робочими органами дробарки та нерухомої частини та її руйнування перетиранням, завдяки зазору і кутом між ними. Провели експериментальні дослідження.

При встановленні дробарки зменшили вібрацію а саме: дробарка була встановлена на віброізолюючих опорах, що сприяє зменшенню передачі вібрації на місце роботи оператора.

В кваліфікаційній роботі вирішена задача, яка полягала в підвищенні надійності обладнання зернових молоткової дробарок шляхом удосконалення конструкцію молотків та оптимізування основні конструктивних параметрів дробарки

Розрахунки основних конструктивних параметрів та наведені обґрунтування, підтверджують, що даний проект раціонально впроваджувати у виробництво, як такий, технічно є ефективним.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва				
	Документ затверджено Якимчук М.В.					

Список літератури

1. Ялпачик Ф.Ю., Ялпачик Г.С. Кормодробарки конструкція, розрахунок. Запоріжжя : Комунар 1992.
2. Бойко А.І. До питання дослідження динаміки зношування зміцнених молотків кормодробарок графоаналітичним способом / А.І. Бойко, А.В. Новицький, В.М. Савченко // Вісн. Харківського держ. техн. ун-ту сіл. госп-ва. – 2005. – Вип.40.
3. Правила організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції: □ К.: Ін-т Хлібопродуктів, 1998.
4. Черниш П.Г. Технологічне обладнання зернопереробних підприємств / Черниш П.Г. Конспект лекцій.
5. 10. ДСТУ 7693:2015. Комбікормова сировина. Загальні технічні умови. [Чинний від 2016-08-01]. Київ.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2016.
6. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. / За ред. Гулого І. С. – Вінниця: Нова книга
7. Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Українець А.І., Пушанко М.М., Гуцалюк В.М., Яровий В.Л., Засць Ю.О., Даценко М.М., Заплетников І.М. Розрахунки обладнання підприємств переробної й харчової промисловості. Навчальний посібник
8. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості/ І.С.Гулий, М.М.Пушанко, Л.О.Орлов

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Миколів І.М.	Вид документа		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Похитун О.Є.	Назва, додаткова назва				
	Документ затверджено Якимчук М.В.			Інд. змін.	Дата видання	Мова

9. Григурко І.О. Технологія машинобудування: дипломне проектування: Навч. посіб. для студ. вузів/ І.О. Григурко, М.Ф.
10. Машини сільськогосподарські. Дробарки. Методи випробувань. ДСТУ 3218-95. - К.: М-во аграрної політики України, 1995. – офіц. вид.
11. Практикум з ремонту, монтажу, наладці обладнання харчових виробництв: □К.: НУХТ. Київ 1997р.
12. НАПБ А.01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні
13. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2004.

	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш 90
--	---------------	--------------	------	-------------