

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

**Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

_____ Сергій Блаженко
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Олександр Гавва
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності

133 Галузеве машинобудування

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

на тему: «Удосконалення процесу і обладнання різання лікарської рослинної сировини»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи 6М

Харченко Олександр Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник Губеня Олексій Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

Харченко Є.

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____

(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Інжиніринг фармацевтичних та біотехнологічних виробництв
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри проф. Гавва О.М

“ ” _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Харченка Олександра Віталійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Удосконалення процесу і обладнання різання лікарської рослинної сировини»

керівник роботи Губеня Олексій Олександрович

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

затверджені наказом закл. вищої осв. від “07” листопада 2022 року № 794-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 07 лютого 2023 р.
3. Вихідні дані до роботи технічний паспорт обладнання;
кресленики обладнання; навчальна нормативна та спеціальна література
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, зміст; вступ, Аналітичний огляд стану питання, об'єкт і методика досліджень, результати моделювання; опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, вибір конструкційних матеріалів, розрахункова частина, технологія складання вузла, вимоги до монтажу, ремонту та експлуатації, опис системи управління, охорона праці, висновки, список використаної літератури, додатки
5. Перелік графічного матеріалу Головний вигляд ділянки (1 лист А1), ножовий млин (1 лист А1), стрічковий конвеєр (1 лист А1).

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання

2 листопада 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	15.11.22	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	20.11.22	<i>Виконано</i>
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	05.12.22	<i>Виконано</i>
4	<i>Об'єкт і методика досліджень</i>	10.12.22	<i>Виконано</i>
5	<i>Результати моделювання</i>	20.12.22	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи</i>	25.12.22	<i>Виконано</i>
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	10.01.23	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	15.01.23	<i>Виконано</i>
9	<i>Технологія складання вузла</i>	18.01.23	<i>Виконано</i>
10	<i>Вимоги до монтажу, ремонту та експлуатації</i>	20.01.23	<i>Виконано</i>
11	<i>Опис системи управління</i>	22.01.23	<i>Виконано</i>
12	<i>Охорона праці</i>	24.01.23	<i>Виконано</i>
13	<i>Висновки</i>	26.01.23	<i>Виконано</i>
14	<i>Список використаної літератури</i>	28.01.23	<i>Виконано</i>
15	<i>Графічна частина: 3 аркуші</i>	28.01.23	<i>Виконано</i>
16	<i>Подача МР на кафедру</i>	01.02.23	<i>Виконано</i>

Здобувач

_____ (підпис)

Харченко О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Губеня О.О.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Тема магістерської дипломної роботи "Удосконалення процесу і обладнання різання лікарської рослинної сировини".

Ціль даної роботи - покращення процесу різання стеблів та листя лікарських рослин, враховуючи вплив їх структурно-механічних властивостей на процес, з метою зменшення витрат енергії при різанні та покращення якості роботи.

Об'єктом дослідження є процес різання лікарських рослин та вдосконалення поточного обладнання для різання.

У записці містяться: вступ, аналітичний огляд стану питання, задачі, методика досліджень, дослідження процесу, конструкція і принцип роботи, розрахунок обладнання, економічні розрахунки, монтаж, експлуатація і ремонт, охорона праці, а також ілюстрації: схеми, малюнки та таблиці.

Допрацювання роторного млина для різання лікарських рослинних сировин виконане завдяки заміні вузла подачі рослинної сировини на ножовий млин та доданню стрічкового конвеєра з приладом направлення. Це дозволило продукту потрапляти прямо на подрібнення, збільшуючи продуктивність та запобігаючи застою продукту при високій щільності.

Ключеві слова: рослинна сировина, різання, подрібнення, млин

Annotation

The topic of the master's thesis is "Improvement of the process and equipment for cutting medicinal plant raw materials".

The aim of the work is to improve the process of cutting stems and leaves of medicinal plants, taking into account the influence of their structural and mechanical properties on the process, to reduce energy consumption during cutting and improve the quality of work.

The object of research is the process of cutting medicinal plants and improvement of existing cutting equipment.

The note contains: introduction, analytical review of the state of the art, objectives, research methodology, process research, design and principle of operation, equipment calculation, economic calculations, installation, operation and repair, labor protection, as well as illustrations: diagrams, figures and tables.

A rotary mill for grinding medicinal plant material was improved by replacing the feeder for plant material with a knife mill and adding a belt conveyor with a guide device. This made it possible to feed the product directly for grinding, increase productivity and prevent product stagnation at high density.

Key words: vegetable raw materials, cutting, grinding, mill

Зміст

Вступ	7
1. Аналітичний огляд питання	9
2. Мета і задачі досліджень	36
3. Методика проведення досліджень	38
3.1. <i>Опис експериментального стенду</i>	38
3.2. <i>Визначення режимних параметрів роботи стенду</i>	40
3.3. <i>Порядок проведення досліджень</i>	45
4. Результати досліджень та їх обговорення	45
4.1. <i>Моделювання процесу руху леза в шарі продукту при різанні.</i>	47
4.1.1 <i>Моделювання руху леза з врахуванням всіх сил.</i>	53
4.1.2 <i>Моделювання руху леза без врахування сили тертя.</i>	55
4.1.3 <i>Висновки що до результатів моделювання</i>	56
4.2. <i>Експериментальні дослідження процесу різання</i>	57
5. Сутність удосконалення. Опис конструкції та принцип роботи обладнання	61
6. Охорона праці.	78
Висновки	84
Список використаної літератури	85
Додатки.	91

Вступ

Різання - це технологічний процес, призначений для оброблення матеріалу, який виконується за допомогою різального інструменту, з метою надання відповідної форми, розміру та якості поверхні. Це важлива технологія, яка використовується в промисловості по виробництву їжі та ресурсів. Якість її виконання впливає на ефективність та зовнішній вигляд готової продукції.

В залежності від механічних властивостей продукту, вибір відповідного способу подрібнення: для рослинної сировини використовують стирання, удар та різання, а для крихких продуктів — роздавлювання та удар. Обладнання для подрібнення може відрізнятися типом дії: стираючої (дискові та валкові млини), щілинної (гідродинамічні перетворювачі, гомогенізатори) ударної (дробарки молоткові) та різальної (різальні машини).

Сучасна харчова промисловість вимагає зменшення витрат енергії на механічні процеси, включаючи різання. Відомо, що можна зменшити витрати при ефективному виборі параметрів процесу різання.

В літературі відсутня інформація про вплив структури продукту та швидкості різального інструменту на зміну зусиль різання. Немає методик, які дозволяють прямо визначати ті зусилля які потрібні для різання матеріалу при зміні швидкості ножа. Зусилля для різання визначене лише для певної швидкості ножа, яка не завжди є оптимальною. Математичні моделі недостатньо ураховують вплив режимів різання, процесу тертя та адгезії. Не враховується багат шаровість продукту.

В фармацевтиці рослинні матеріали використовуються для виробництва екстрактів, настоїв, ефірних масел та лікарських препаратів. Перед проведенням масообмінних процесів сировина повинна бути якісно подрібнена на частини однакового розміру. Часто проводять подрібнення допомогою різання. В мене взято сучасне обладнання ножовий млин РМ 120. Для зменшення витрат енергії на різання та поліпшення якості процесу проведено дослідження різання стеблів та листя м'яти. Відомо, що при великих швидкостях ножа, витрати енергії на різання деяких харчових продуктів

зменшуються, а якість різку підвищується. Товар при такому різанні менше деформується.

Для вдосконалення процесу різання, усунення недоліків, було змінено вузол постачання рослинної сировини на конвеєр, використовуючи прижимаючий валик. Це дозволяє рослинній сировині правильно проходити через подрібнення, запобігає намотуванню на ротор та зменшує відходи. Таке вдосконалення збільшує продуктивність та якість дріблення.

1. Аналітичний огляд стану питання

Механічні процеси є невід'ємною частиною базової програми технології виробництва харчових продуктів. У харчових технологіях тверді матеріали механічно подрібнюють, потім сортують за розміром і потім пресують. Під час подрібнення збільшується поверхня оброблюваного матеріалу, створюючи передумови для посилення теплових, масообмінних і біохімічних процесів. Механічні процеси вимагають розробки відповідного обладнання. Процес дроблення твердих матеріалів прийнято поділяти на дроблення і подрібнення. Принципової різниці у фізичній природі процесу між ними немає. Дроблення - це процес, при якому тверда речовина руйнується під дією зовнішньої сили. Фрагментація, як правило, призводить до утворення частин матеріалу розміром понад 5 мм. Тонке подрібнення (менше 5 мм) твердого матеріалу називається подрібненням.

Подрібнення - це процес механічного поділу твердого тіла на частини. За рахунок подрібнення збільшується поверхня оброблюваного матеріалу, що дозволяє значно прискорити розчинення, хімічну взаємодію та виділення біологічно активних речовин із подрібненого матеріалу. Основною характеристикою процесу є ступінь подрібнення i , який дорівнює відношенню середнього розміру блоку матеріалу до подрібнення (d_p) і після подрібнення (d_k): $i = d_p/d_k$ визначає лінійний розмір матеріальний блок Сферична форма – це діаметр d_p , d_k , для частинок неправильної форми це може бути їхнє середнє геометричне. Насправді він визначається розміром отвору, через який просіюють усі матеріали до і після подрібнення. Використовують також поняття об'ємного ступеня подрібнення: $u = d_p^3/d_k^3$ Подрібнення умовно поділяють на кілька категорій за крупністю вихідного матеріалу і подрібненого матеріалу (табл. 1). Відповідно змінюється і ступінь помелу. При грубому дробленні $i = 2...6$, середньому — $i = 5...10$; при тонкому подрібненні $i > 100$. Фізико-механічні властивості матеріалу, вид і ступінь подрібнення визначають вибір способу подрібнення. Відповідно до характеру зовнішньої механічної сили матеріал може бути зламаний шляхом роздавлювання, розколювання, тертя, ударного роздавлювання, розривання, згинання тощо. Для грубого і

середнього подрібнення найчастіше використовують дроблення, а для тонкого — розмелювання. Для твердих матеріалів слід використовувати розколювання та ударне навантаження, для крихких матеріалів слід застосовувати роздавлювання та удар, а для в'язких матеріалів слід застосовувати тертя. Під час подрібнення часто комбінують кілька методів, таких як: подрібнення та пульверизація; стирання та ударні навантаження. Процес утворення в тілах нових поверхонь під дією внутрішніх напружень або зовнішніх сил називають руйнуванням. При частковому руйнуванні у твердому тілі виникають тріщини, які можуть змінити структурно-механічні характеристики тіла. Подрібнення матеріалу є штучним повним руйнуванням тіла, при якому воно розділяється на частини.

Руйнування під дією зовнішніх сил може відбуватися за наявності однієї з умов:

1. Локальне перенапруження поверхневих мікрооб'ємів у місцях прикладання навантажень.
2. Наявність порожнин, неоднорідностей та інших дефектів у структурі тіла.
3. Розвиток у матеріалі значних пружних і пластичних деформацій.

Механічні характеристики пружність, текучість, міцність, пластичність визначають поведінку твердого тіла при зовнішній дії. За умови, що навантаження перевищує межу пружності, матеріал піддається пластичній деформації, а при досягненні межі текучості починає текти. При досягненні межі міцності матеріал руйнується, причому зі зменшенням розміру тіла межа міцності зростає, тому що зменшується кількість дефектів у матеріалі. У процесі дроблення відбуваються в основному крихке і пластичне руйнування. Для крихкого руйнування характерна незначна деформація матеріалу, причому після руйнування немає залишкових деформацій. Прикладена енергія витрачається на подолання сил взаємного зчеплення частинок тіла, тобто на утворення нової поверхні. Під час руйнування пластичних матеріалів енергія витрачається як на розрив структурних зв'язків, так і на значні пластичні деформації. Причому енергія, що витрачається на деформацію, перетворюється

в теплоту. Руйнування крихких матеріалів потребує значно менших витрат енергії порівняно з пластичними. Оскільки крихкість і пластичність ряду матеріалів визначаються їхнім фізичним станом, з енергетичного погляду доцільно подрібнювати матеріал у крихкому стані.

Нині не існує єдиної теорії руйнування. Для різних фізичних станів тіла та умов руйнування створені й використовуються відповідні моделі руйнування. Немає також загального теоретичного опису процесу подрібнення харчових продуктів. Існуючі теорії подрібнення орієнтовані в основному на визначення витрат енергії, оскільки на здійснення процесу потрібні значні її витрати. Подрібнювання може бути допоміжним процесом для процесів розчинення, екстракції, сушіння, які проходять швидше й повніше при великій поверхні твердих тел. У цьому випадки здрібнений матеріал відіграє роль напівфабрикату, його можна використати для виробництва екстрактів, настоек, таблеток. Здрібнювання може бути основним процесом для одержання товарного продукту. У цьому випадки технологічна схема одержання здрібненого продукту складає:

1. Подрібнювання матеріалу.
2. Ситова класифікація.
3. Змішування.

Залежно від розміру шматків вихідного матеріалу й кінцевого продукту розрізняють два типи подрібнювання: 1) дроблення; 2) розмелювання.

Матеріал, що подрібнюється повинен мати відносну вологість, тому що для подрібнювання вологого продукту витрачається багато енергії й часу.

Тип фрагментації за ступенем дроблення:

- Великий (великий) - 2-6 разів;
- Середній - 6-10 повторень;
- Малий - в межах 10-50 разів;
- Схуднути - 50-100 разів;
- Ультратонкий (колоїдний) - у 100-10 000 разів сильніший.

Великий, середній і дрібний дроблення здійснюють в дробарці сухим способом, а тонкий дроблення і колоїдне дроблення - сухим або мокрим

способом. Під час процесу мокрого подрібнення утворення пилу зменшується, а розмір частинок є більш однорідним, що полегшує розвантаження. Подрібнення матеріалів здійснюється шляхом дроблення, удару, стирання, різання, розколювання та розпилювання, дроблення тощо. Для досягнення оптимального ступеня здрібнювання процес здійснюють по стадійно на послідовно з'єднаних дробильно-розмелених машинах.

Машина для здрібнювання можуть класифікувати по різних прикметах:

1. по способі здрібнювання матеріалу (ріжучі, стираючі, ті що роздавлюють, ударні, ударно- відцентрові).
2. по ступеню подрібненого матеріалу (дробарки великого, середнього й дрібного дроблення, млини тонкого й колоїдного подрібнювання).
3. по характері робочого інструменту (дискові, роторні).

Вибір машини для подрібнювання зумовлюється:

1. розмірами вихідного матеріалу й кінцевого продукту;
2. кількістю матеріалу, що подрібнюється;
3. фізико-хімічними властивостями здрібненого матеріалу.

Ріжучі машини використовуються для подрібнювання лікарського рослинного матеріалу, що має структуру волокна. Вони використовуються для попереднього подрібнювання у фітохімічному виробництві.

До них відносяться:

Траворізки, січкарні - складаються зі станини, що містить транспортер (передача) і систему ножів (барабані й дискові).

Корнерізки з гільєтинними ножами – для подрібнювання корінь і кореневищ. Складаються з ножа, транспортера й двох лоточків, куди подають сировину й вивантажують.

Барабанні січкарні – складаються з вигнутих ножів з лезами, які розміщуються по гвинтовим лініях з кутом падіння 30 градусів.

Ножовий млин - для подрібнювання об'ємних і м'яких матеріалів середньої твердості, а також волокнистої сировини. Вона містить ріжучі пластини.

Траворізки.

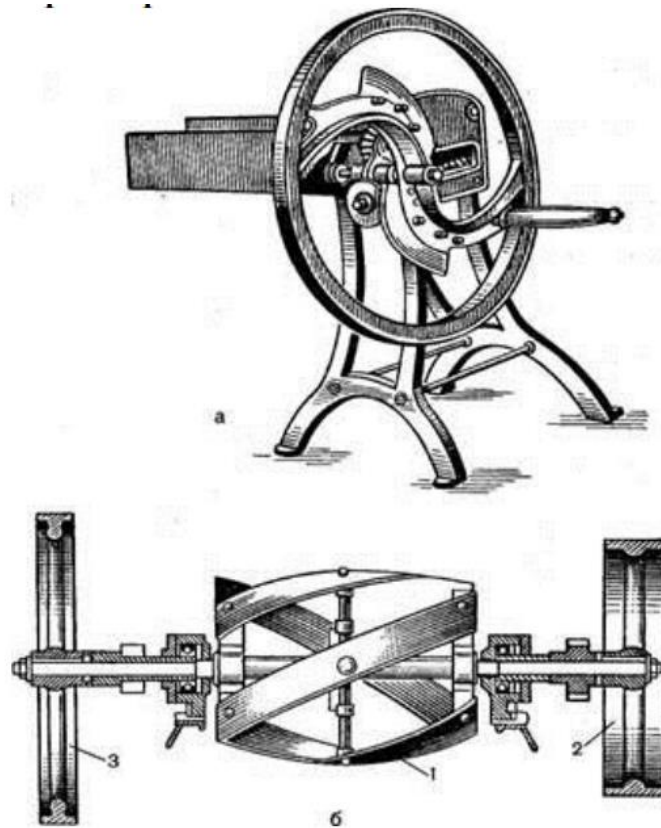


Рис. 1. Траворізки: а) дискова; б) барабанна.

Дробарка класифікується за ступенем дроблення: 1. Щокова дробарка та конусна дробарка використовуються для великого дроблення, головним чином дроблення матеріалів нижче 1500 мм під дією сили дроблення та сили розщеплення. 300-100 мм² середнього та дрібного дроблення використовує валковий млин та ударний відцентровий млин, а розмір дроблення становить від 100 мм до 10-12 мм.³ Тонкий подрібнення від дрібних шматочків 10-2 мм до частинок 2-0,0075 мм, використовуючи валковий млин і кільцевий млин. У них матеріали подрібнюються під одночасною дією сил роздавлювання, удару та абразиву. 4. Вібраційний млин, струменевий млин і колоїдний млин використовуються для надтонкого дроблення, а частинки матеріалу подрібнюються приблизно від 10-0,1 мм до 75 * 10⁻⁵-1 * 10⁻⁴ мм. Були проаналізовані зарубіжні роботи з різання сировини: X. Liu, J. Ni, and L. Xing

[36]- Підвищення ефективності різання біомаси за допомогою адаптивного керування; М. Alimoradi, Н. J. Kim, and В. S. Lee [43]- Розробка високошвидкісної системи різання рисової соломи; М. R. Mohamed, А. Н. Ismail, and М. А. Yusof [41]- Оптимізація параметрів різання жому цукрової тростини з використанням методу поверхні відгуку.

Аналіз основ різання рослинної сировини показав, що це питання недостатньо відоме і потребує глибшого дослідження процесу різання. В галузі механічної обробки сировини були здійснені деякі дослідження, зокрема, метод подрібнення твердого харчового продукту.

Для цього використовують різні машини з різними способами подрібнення. Деяке обладнання просте за конструкцією, але має значні недоліки, інше, більш складне, має більше переваг, але є дорожчим.

1.1 Подрібнювач з електроприводом

Так, перше згадане обладнання використовується для роздрібнення кормів, спеціально у деяких господарствах для роздрібнення соковитих кормів, таких як: буряк, картопля, морква, топінамбур гарбуз, трава. Використовуються самостійні роздрібнювачі:

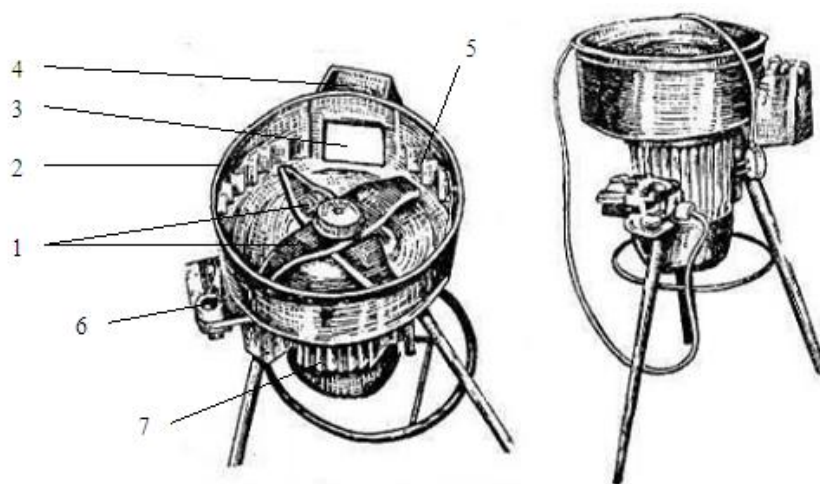


Рис 1.1 подрібнювач з електроприводом: 1 – ножі, 2 – бункер, 3 - завантажувальне вікно, 4 – кришка, 5 – відбійник, 6 - пульт керування, 7 - електродвигун.

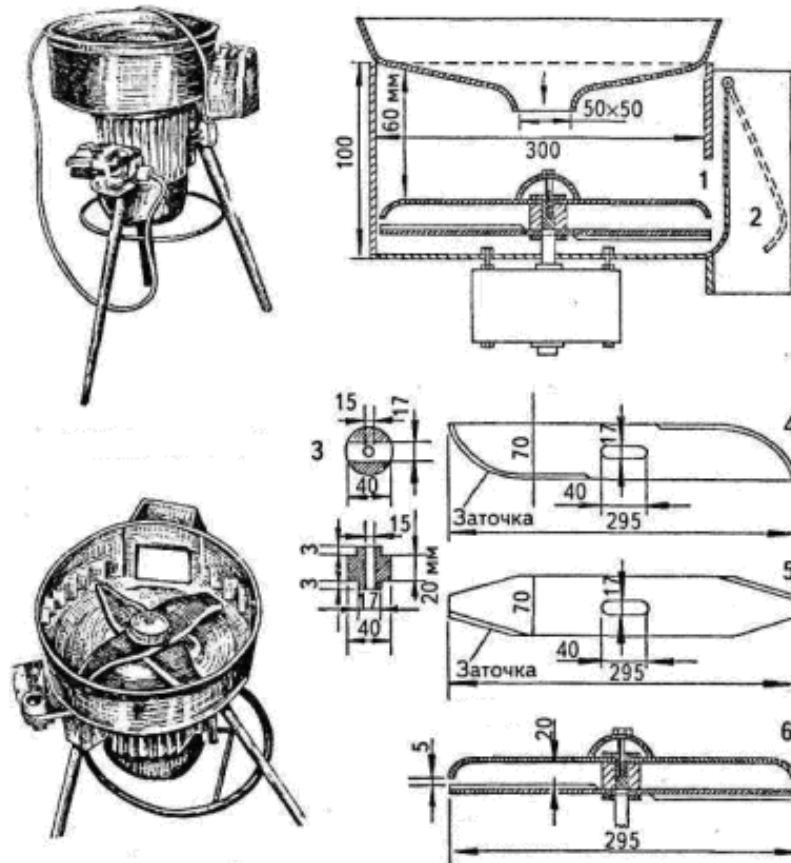


Рис 1.2 подрібнювач з електроприводом: 1 - кришка закрита, 2 - кришка відкрита, 3 – втулка, 4, 5 – ніж, 6 - ніж в зібраному стані з втулкою

Характеристики технічні :

Потужність електродвигуна: 500 Вт;

Продуктивність: до 100 кг/год.;

Частота обертання: не більше 65 об/хв.

1.2 ПЗК-1

Подрібнювач, що використовується для подрібнення коренеплодів і зерна.

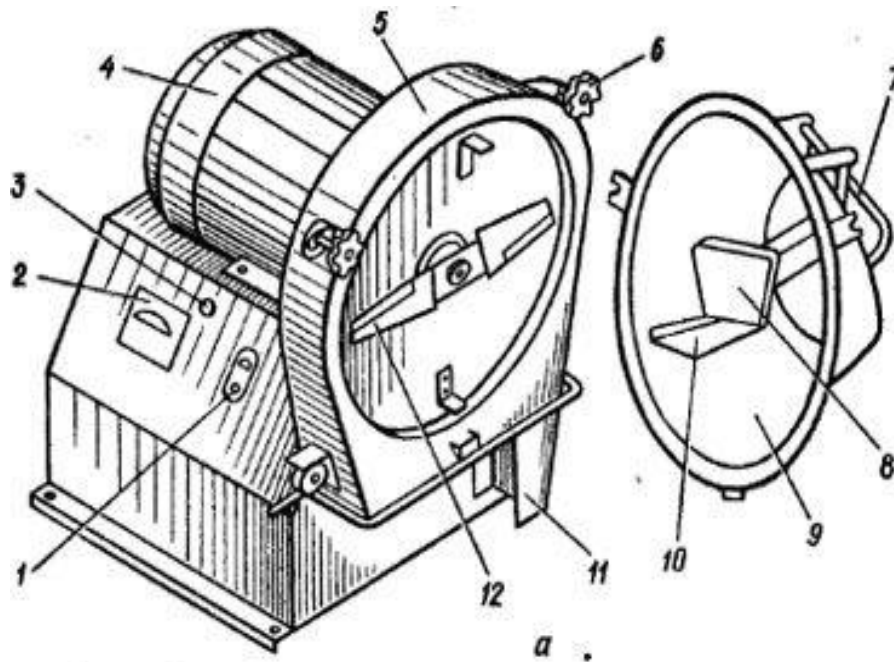


Рис.1.3 Загальний вигляд подрібнювача зерна і коренеплодів

«ПЗК-1»: 1 - пусковий пристрій, 2 - амперметр контролю загрузки, 3 - сигнальна кнопка, 4 – електродвигун, 5 - корпус для подрібнення сировини, 6 – маховик, 7 - кришка бункера, 8 – притискач, 9 - змінний бункер, 10 – напрямна, 11 – ємкість, 12 - ніж.

Технологічні характеристики :

Продуктивність:

При подрібненні трави 30 кг/год.

При подрібненні зерна 50-100 кг/год.

Модуль подрібнення зерна: не більш 2,6 мм.;

Потужністю електродвигуна: 0,6 кВт;

Довжина трави: 15 мм.;

Габаритні розміри: 630×592×1240 мм;

Вага обладнання: 35 кг.

1.3 Ножовий млин

Ножові млини – це машини, середнього та мілкокого подрібнення. Призначені для здрібнення матеріалів середньої міцності, полімерних та рослинних матеріалів з розміром часток до 50 мм. Мінімальний розмір часток після подрібнення становить 0,5 мм. Ножовий млин, який наведений на рис. 1.45, складається з корпусу 1, в якому встановлені нерухомі ножі 3 та диску ротора 4 з рухомими ножами 5, які виготовляють з інструментальної сталі. Вихідний матеріал через завантажувальний патрубок 2 потрапляє під дію рухомих та нерухомих ножів, подрібнюється та після досягнення певного розміру часток видаляється через решітку 6. Розмір часток кінцевого продукту залежить від розміру отворів в решітці. Основні переваги ножових млинів: можливість здрібнення матеріалів, які мають волокнисту структуру. Низька продуктивність та незначна ступінь подрібнення є основними недоліками млинів даної конструкції.

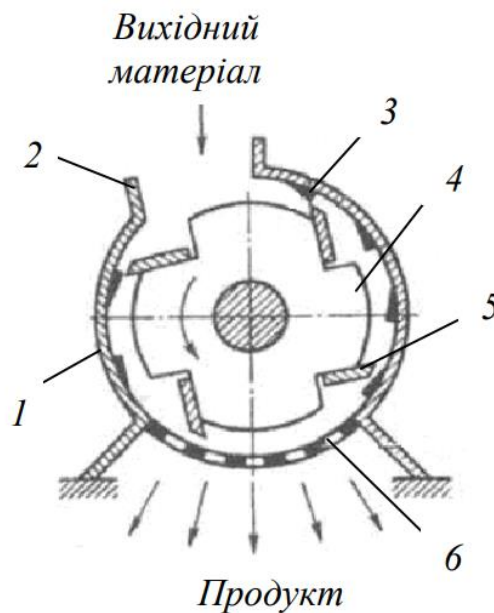
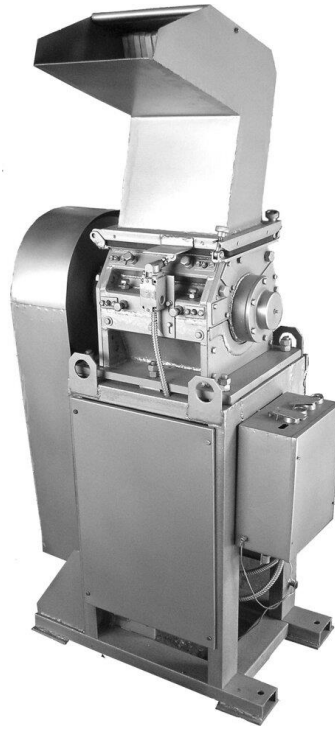


Рис. 1.45. Ножовий млин:

1 – корпус; 2 – завантажувальний патрубок; 3 – нерухомий ніж; 4 – диск ротора; 5 – рухомий ніж; 6 – решітка.

1.4 Подрібнювач лікарських трав «Корсар» Р-190

подрібнює практично всі види харчових та рослинних відходів.



Характеристики:

Бренд: Власне виробництво

Подрібнююча система: різальні ножі

Матеріал корпусу: сталь

Діаметр подрібнюваного матеріалу: 40 мм

Сфера застосування: промислові

Живлення: електрика

Тип: подрібнювач

Країна виробник: Україна

Потужність, кВт: 4

Ріжуча здатність, мм: 1

Сфера застосування: промислове використання.

1.5 Дробарка зерна ДЗ-Т-1

Дробарка зерна ДЗ-Т-1 (рис. 1.6) має змінні решета, з отворами діаметром 4, 6 і 8 мм.

Зерно засипається у бункер 1, потім висипається в дробильну камеру через щілину між деками та обертовим ротором в камері. Роздроблений продукт викидається в напірний канал 6, що перекрито решетою. Менші частинки проходять через отвори решета, а ті, що занадто великі, захоплюються молотками та повертаються для додаткового подрібнення у дробильну камеру.

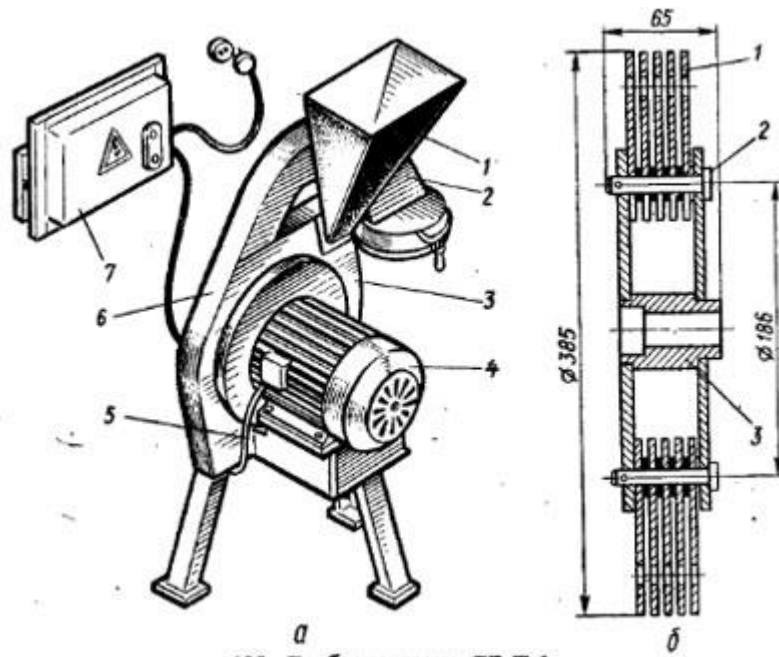


Рис 1.6 Дробарка зерна ДЗ-Т-1: а- загальний вигляд, 1 – загрузочний бункер, 2 – патрубок вивантаження, 3 – корпус, 4 – електродвигун, 5 – провід, 6 – направляючий канал, 7 – блок конденсатора; б – молотковий ротор; 1 – молоток; 2 – палець; 3 – ротор;

Технологічні характеристики :

Продуктивність 30 – 60 кг/год.; Потужністю електродвигуна: 0,6 – 1,1 кВт;

Середній розмір подрібненого продукту – Зерно: 0,8-1,2 мм;

1.6 Молоткова дробарка

У цих дробарках за один цикл досягається високий ступінь здрібнювання таких матеріалів, як корінь і стебла рослинної сировини, цукор, сіль. У молотковій дробарці подрібнюється матеріал, що надходить зверху й дробиться на льоту ударами молотків 2, шарнірно підвішених за допомогою стержнів 3, до швидко обертового ротора 1.

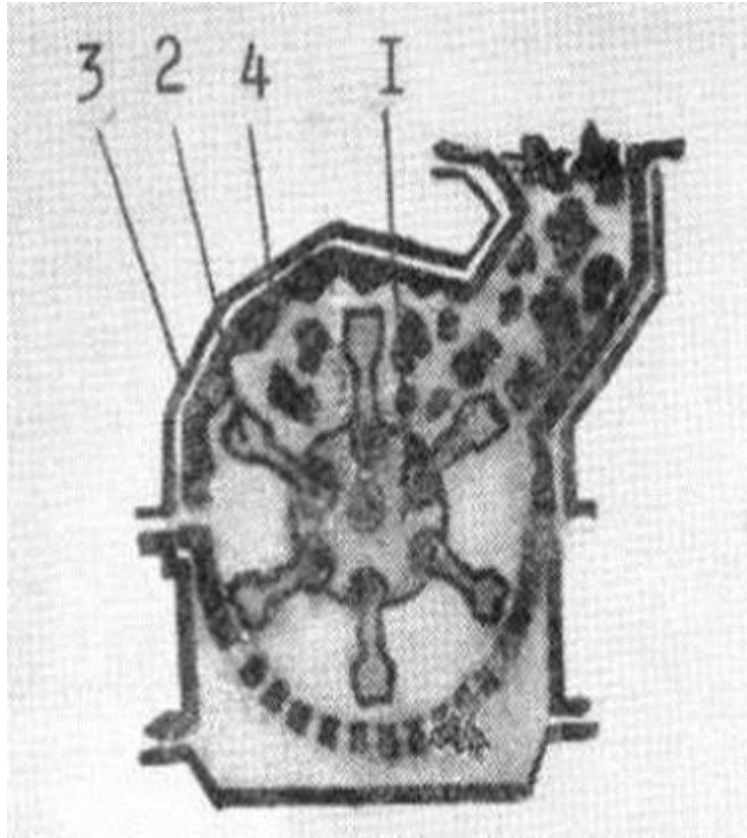


Рис 1.7 Молоткова дробарка

Також представленні деякі патенти по процесам різання:

1.7 Селективна дробарка - патент

Винахід відноситься до харчової та переробної промисловості, він може бути використаний для тонкого селективного (вибіркового) подрібнення при холодному способі первинної переробки рослинної сировини для виготовлення рослинного напівфабрикату, котрий використовується при виготовленні концентрованих томатопродуктів, джемів, продуктів дитячого, дієтичного та функціонального харчування.

Відомі дробарки для грубого подрібнення рослинної сировини: валкові, ножові, двох-барабанні, однобарабанні та інші [див. "Технологическое оборудование консервных заводов" авторы Алинов М.С., Мальский А.Н., Дикис М.Я., Гладушняк А.К. Агропромиздат 1986г. стр. 54-56]. Відомі дезінтегратори, котрі використовуються для тонкого подрібнення рослинної сировини в основному з однорідною структурою плодів - кабачки, морква, пастернак та інше, для насінєвих - яблука, груші, айва та інше вони не придатні [див. "Технологическое оборудование консервных заводов" авторі Дикис М.Я., Мальский А.Н. Пищевая промшленность 1969г. стр. 174-177].

Дробарка для грубого подрібнення і дезінтегратори подрібнюють всі тканини рослинної сировини запасуючі і баластні до однакового ступеня подрібнення і тому в напівфабрикат, а також в кінцевий продукт потрапляють не тільки запасуючі тканини (м'якуш), но і баластні (насіння, насінева камера, плодоніжка, суцвіття, ранева перідерма, шкурка), чим знижується харчова цінність кінцевого харчового продукту.

Найбільш близьким аналогом селективної дробарки що заявляється, вибрана як прототип є "Устройство для дробления плодов и ягод" [авторське свідоцтво 659131], що містить бункер, корпус, всередині котрого на вертикальному валу закріплені диски, котрі обертаються з валом, на поверхні дисків закріплені зубчаті ножі, над дисками змонтовані нерухомі планки для утримання плодів від обертання разом з дисками, для транспортування плодів з одного диска на слідуєчий, на краях дисків встановлені лопатки. Диски з зубчатими ножами приводяться в рух від двигуна-рушія через клинопасову

передачу, а сам вал закріплений в підшипниковому вузлі. Для подачі плодів на подрібнення на корпусі пристрою змонтовано бункер. Прототип, що з'являється мають такі спільні ознаки: - корпус, - бункер, - диск з зубчатими ножами, - лопатки на колівій поверхні диску, - привід в рух дисків. Недолік цього прототипу є те, що при багатодисковому подрібненні з кроком зубців ножів що зменшується, всі тканини і запасуючі і баластні подрібнюються тонко і напівфабрикат насичується баластними тканинами.

Продуктивність найближчого аналогу низька, так як пристрій не має живильника, котрий примусово подавав би сировину на подрібнення.

В прототипі сировина на подрібнення поступає самопливом. В основу винаходу поставлено задачу розробити дробарку для тонкого подрібнення рослинної сировини, в котрій процес подрібнення здійснюється селективно, тобто тканини з меншою міцністю подрібнюються більш тонко, а тканини з більшою міцністю подрібнюються більш грубо, або зовсім не подрібнюються. Крім цього дробарка повинна мати пристрій для примусової подачі сировини на процес подрібнення.

Поставлена задача вирішується тим, що селективна дробарка, що містить приймальний бункер і корпус всередині котрого на валу закріплено з можливістю обертання диск з зубчатими ножами і розміщеними на колівій поверхні диска лопатками, згідно винаходу вал з розташованим на ньому диском розміщено в корпусі горизонтально, лопатки встановлені під кутом 20° до осі диску. Перед диском з зубчатими ножами встановлено проміжний диск, який є частиною корпусу дробарки і має отвір, що складає $\frac{3}{4}$ площі диска і другий отвір розміщений в центрі для проходу валу дробарки, приймальний бункер виконаний в формі завитушки, який своїм виходом прилягає до отвору проміжного диска на $\frac{3}{4}$ його площі. На зворотній стороні диска з зубчатими ножами закріплені лопаті для вивантаження подрібненої сировини з дробарки. Таке поєднання бункера-завитушки проміжного диска та диска з зубчатими ножами дає можливість диск з зубчатими ножами зтягувати рослинну сировину в селективну дробарку, тобто бункер-завитушка та проміжний диск є живильником селективної дробарки. Відстань між проміжним диском та

зубцями ножів диска дробарки складає не більш 1мм.

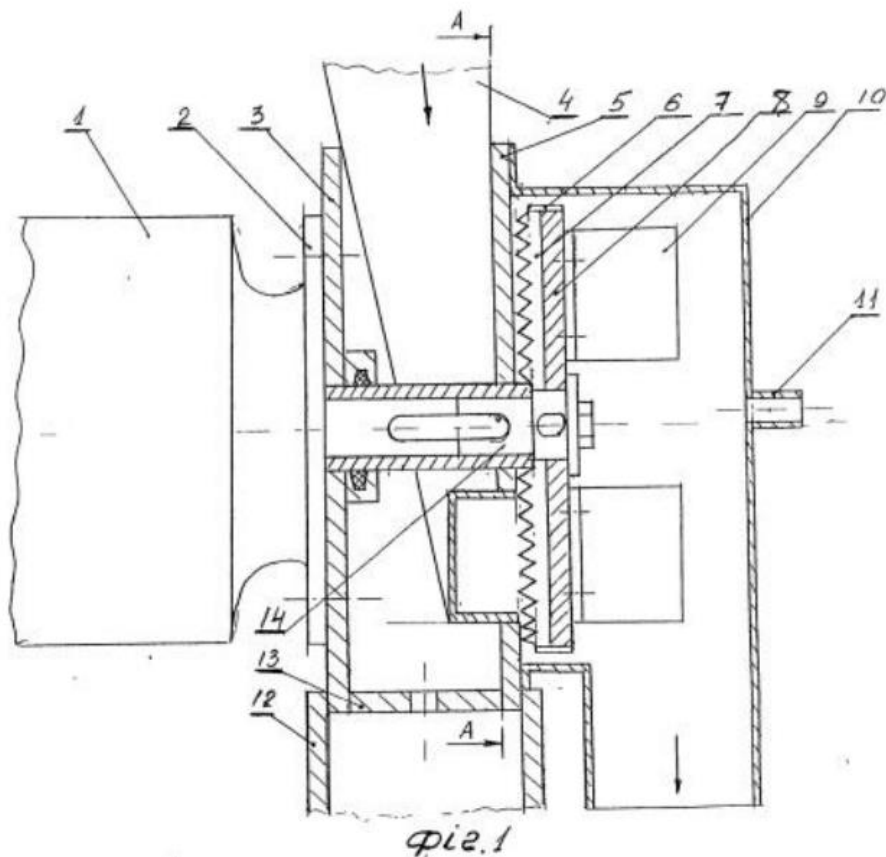
Новим у винаході що заявляється є: отвір в проміжному диску, живильник, що складається з бункеразавитушки та проміжного диска з отвором для подачі сировини на диск з зубчатими ножами.

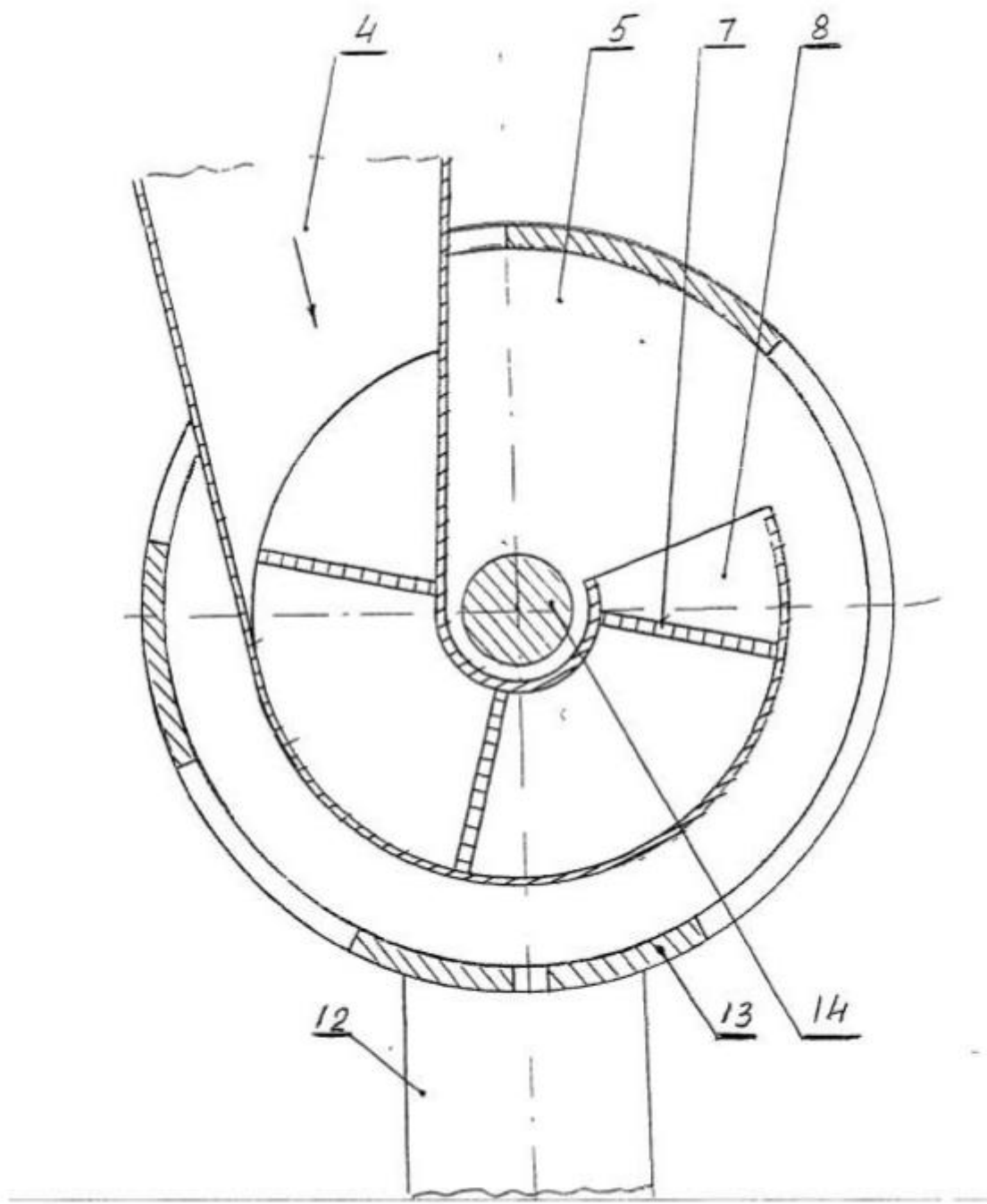
Відповідно до винаходу запропонована конструкція дробарки, забезпечує вибіркоче подрібнення рослинної сировини та високу продуктивність.

Суть запропонованого винаходу пояснюється кресленнями: на фіг.1 - Зображена селективна дробарка, загальний вид з розрізом. на фіг.2 - Зображено селективна дробарка розріз А-А по поверхні проміжного диска. на фіг.3 - Зображено селективна дробарка, диск з зубчатими ножами. Селективна дробарка містить (фіг.1; фіг.2; фіг.3) електродвигун - рушій - 1; фланець двигуна 2; корпус 3; бункер-завитушка 4; проміжний диск 5; лопатки 6 диска дробарки 8; зубчаті ножі 7, диск 8; лопатки-вивантажувачі 9; збірник рослинної пульпи 10; патрубок для подачі пари 11; станина 12, перемичка дисків 13; вал розташований горизонтально 14. Корпус складається з диска 3, проміжного диска 5 та перемичок 13. Селективна дробарка працює наступним чином. Рослинна сировина безперервно подається в бункер-завитушку 4, через отвір в проміжному диску 5 сировина попадає на зубчаті ножі 7 диска 8 і подрібнюється. Завитушка бункера 4 прижимає сировину до зубчатих ножів 7 диска 8 дробарки, а тонке подрібнення забезпечується малою відстанню зубців ножів 7, диска 8 дробарки від проміжного диска 5 не більше 1мм. Відцентровою силою рослинна пульпа рухається до периферії диска 8 і лопатками 6 диска 8 вивантажується в збірник 10, лопатками-вивантажувачами 9 прикріпленими до диска 8 пульпа виводиться з дробарки. Чим більший отвір в проміжному диску 5, тим більша робоча поверхня дробарки і тим більша продуктивність дробарки, але для збереження міцності проміжного диска і надійності його в роботі отвір повинен бути не більше площі проміжного диска. Тонке подрібнення сировини забезпечується малою відстанню зубців ножів 7 диска 8 дробарки вію проміжного диска 5. Чим менша відстань леза зубців ножів 7 диска 8 дробарки від проміжного диска 5, тим тонше подрібнення рослинної сировини. Його дисперсність визначається кроком та висотою зубців

7, але необхідно щоб леза зубців ножів 7 диска 8 дробарки не торкалися поверхні проміжного диска 5 і зберігали свою роботоспроможність. Леза зубців повинні бути не більш 1 мм. В зону подрібнення сировини через патрубок 11 подається пара для того щоб отримана сировина не міняла колір. Цім забезпечує інактивацію ферментів.

Відцентровою силою рослинна пульпа рухається до периферії диска 8 і лопатками 6 вивантажується в збірник 10. Лопатки 6 на коловій поверхні диска 8 повинні бути установлені під кутом нахилу до колової поверхні диска, який забезпечує синхронний вивід подрібненої маси з зони подрібнення в збірник 10. Оптимальна величина кута 20 градусів. Таким чином селективна дробарка рослинні тканини подрібнює вибірково, запасуючи тканини більш тонко, ніж баластні. Селективна дробарка має велику продуктивність при малих розмірах, проста по будові та забезпечує нормативний вихід напівфабрикату. При використанні селективної дробарки для холодного способу первинної переробки 1 тони томатів дає економію до 4 гривень, а при переробці яблук, груш, айви економія буде ще більша.





фиг. 2

1.8 Ріжучий млин для подрібнення синтетичних матеріальних тіл

United States Patent [19]

Steffensen

[11] **Patent Number:** 4,545,539

[45] **Date of Patent:** Oct. 8, 1985

[54] **CUTTING MILL FOR THE COMMINATION OF SYNTHETIC MATERIAL BODIES SUCH AS RUNNERS, INJECTION MOULDING PARTS, BLOWN MOULDING PARTS AND THE LIKE**

[76] **Inventor:** Bjarne T. Steffensen, Odensevej 22, 5690 Tommerup, Denmark

[21] **Appl. No.:** 613,760

[22] **Filed:** May 24, 1984

Related U.S. Application Data

[63] Continuation of Ser. No. 372,811, Apr. 28, 1982, abandoned.

Foreign Application Priority Data

May 7, 1981 [DK] Denmark 2024/81
Jan. 15, 1982 [DE] Fed. Rep. of Germany 3201096

[51] **Int. Cl.⁴** B02C 13/02

[52] **U.S. Cl.** 241/73; 241/160; 241/222; 241/242; 241/243

[58] **Field of Search** 241/73, 158, 160, 190, 241/222-225, 242, 243, 294

References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

305,711	9/1884	Phillips	.....	241/158
2,544,072	3/1951	Dutra, Jr.	.....	241/190
4,000,860	1/1977	Gotham	.....	241/294 X
4,061,284	12/1977	Raisbule et al.	.....	241/294
4,106,708	8/1978	Kropa	.....	241/294 X
4,151,960	5/1979	Peterson, Jr.	.....	241/73
4,176,800	12/1979	Brewer	.....	241/294 X

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

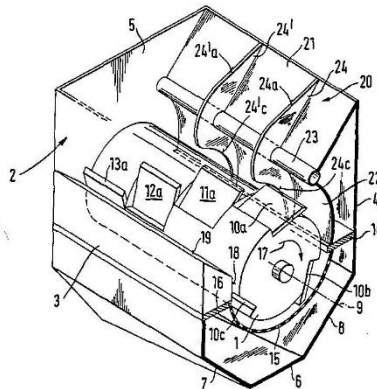
1168222	12/1960	Fed. Rep. of Germany .
2216640	4/1972	Fed. Rep. of Germany .
2309400	2/1973	Fed. Rep. of Germany .

Primary Examiner—Howard N. Goldberg
Assistant Examiner—Timothy V. Eley
Attorney, Agent, or Firm—Bernard, Rothwell & Brown

[57] **ABSTRACT**

The invention relates to a cutting mill for the comminution of runners, injection moulding parts, blown moulding parts and so forth in operation of a synthetic material processing machine. Waste or reject parts becoming available should, if possible, be led back again to the process cycle of the machine after comminution to granulated size for use as a regenerate. For this purpose one makes use of a cutting mill having a cylindrical driven rotor mounted in a housing, over the periphery of which rotor a plurality of adjacently positioned cutting element groups are arranged, which cooperate with at least one stationary blade provided in the housing, wherein a sieve for filtering of the comminuted material extends over a part of the boundary of the rotor. The cutting mill provides an additional means for gripping and precomminution in front of the stationary blade, considered in the input direction, and is characterized in that the rotor rotates with a relatively low rotational speed of below 500 Rpm, preferably approximately 100 Rpm. The additional means is preferably constructed from a cylindrical carrier with guide surfaces and a plurality of guide plates preferably equally spaced along the length of the housing, wherein these guide plates preferably lie in planes at right angles to the axis of the rotor.

14 Claims, 6 Drawing Figures



CUTTING MILL FOR THE COMMINUTION OF SYNTHETIC MATERIAL BODIES SUCH AS RUNNERS, INJECTION MOULDING PARTS, BLOWN MOULDING PARTS AND THE LIKE

This is a continuation of application Ser. No. 372,811 filed Apr. 28, 1982, now abandoned.

The invention relates to a cutting mill for the comminution of synthetic material bodies as runners, injection moulding parts, blown moulding parts and the like. A known cutting mill comprises: a cylindrical driven rotor positioned in a housing, over the periphery of which rotor a plurality of cutting element groups are arranged in mutually staggered relationship, which cutting element groups cooperate with at least one stationary blade provided in the housing; and a sieve extending over a part of the periphery of the rotor for the filtering of milled material.

Cutting mills of such a construction are known, for example from German Offenlegungsschrift No. 22 16 640. This publication describes a cutting mill rotor in the form of a rotating roller for the comminution of large compact pieces of synthetic material. In this case, the rotor carries groups of knives having blades with parallel axes, wherein these knives are distributed along the length of the rotor in a plurality of groups and the axially adjacent groups are mutually staggered in the peripheral direction, in order in operation of the cutting mill to allow individual cutting knives on the cutting mill rotor to come into engagement with the stationary blade in each case sequentially.

The known cutting mill operates usually with a rotational speed between approximately 1000 and 1500 revolutions per minute. For the comminution of large compact pieces of synthetic material, such cutting speeds are acceptable. For the comminution of runners and injection moulding parts such high cutting speeds are unfavorable, since the less compact variously shaped material of off-cuts from injection moulding machines springs back, holds back from the cutting entrance, and jumps out again from the cutting aperture, so that protective covers must be provided above the cutting mill in order to catch the material, for noise suppression, and also for the avoidance of an undesired formation of dust.

Therefore, one must provide the cutting mills of the prior art for comminution of runners additionally with the said protective devices, as a result of which their constructional height becomes greater. With the progressive development of synthetic material extrusion technology, and in the setting of automation of the operation of injection moulding machines, it was desired as far as possible to convey runners accumulating during each cycle without manual intervention for re-use in the inject moulding machine after corresponding comminution.

In the area of automation of the injection moulding machine for quantity production of mass produced components, there is therefore the requirement to re-process accumulating runners immediately. This reprocessing then takes place in such manner that the runners are so comminuted, that is so reduced in size, that they approximately correspond in their grain size with the general granulate and are mixed together with the granulate as a regenerated material as required. With certain injection moulding parts, the regenerated portion can form a high percentage of the total amount of synthetic material fed to the injection moulding machine.

With the known cutting mills for the treatment of runners, one proceeded earlier in such a way that the runners were conveyed from the place of their production laterally to the cutting mill by means of a large screw conveyor or by means of a type of sloping elevator, which picked up the runner and transported it upwards, where it could be fed into the laterally arranged cutting mill. There are also already known pneumatic arrangements for the conveyance of the runners into the region of the cutting mill. The use of compressed air leads, however, in undesirable manner, to dust production which, as already mentioned, is unavoidable during the processing of runners with fast-running cutting mills.

The described devices for the comminution or runners of injection moulding machines for their re-use as a regenerated substance in the injection cycles, produce the described disadvantages of a relatively large noise and dust production. It is possible to counter these disadvantages simply by means of corresponding isolation of the housing, dust covers and the like. The constructional height of the known cutting mills is as a result so large that sometimes their desired accommodation beneath an injection moulding machine cannot be achieved, since the space available there (approx. 500 to 600 mm) is in most cases insufficient to place the cutting mills in this position.

It is therefore the aim of the invention to avoid the described disadvantages and, starting from a cutting mill of the type described in the introduction, to provide an arrangement which displays a relatively small noise and dust production in operation, which can be arranged beneath a normal injection moulding machine, and serves efficiently for the comminution of runners injection moulding parts, and also blown moulding parts which should be conveyed for reprocessing as regenerated substance.

According to the invention, there are provided means for gripping and precomminution before the stationary blade in the entry direction and drive means for driving the rotor with a rotational speed of below 500 Rpm. Owing to the fact that one allows the cylindrical cutting blade rotor to rotate with a relatively low rotational speed, the problem of undesired noise and dust production is overcome in a simple manner. The essential improvement according to the invention of the already known cutting mills for the stated purpose consists, however, in the additional means for gripping and precomminution before drawing in the runners and injection moulding parts to the stationary blade. The gripping and precomminution means extend peripherally over a portion of the rotor from a region in the proximity of the edge of the stationary blade. Preferably, this means consists of laminar elements (sometimes referred to as lamellas or plates) which are arranged orthogonal to the axis of the cutting blade rotor in the housing. The plates have generally curved lower input or entry edges or surfaces which extend peripherally over a portion of the rotor and lie slightly outside the path of the cutting edges of the rotor. The generally curved lower input edges may have various configurations, e.g., smooth or toothed, depending upon the material to be comminuted. and extend from the proximity of the edge of the stationary blade a substantial distance over the rotor. The lower input edges are generally arcuately disposed with respect to the path of the cutting edges of the rotor, but need not lie exactly concentrically with the axis of the rotor. For example, the lower input edges may con-

verge towards the rotor up to the cutting edge of the stationary blade, or may initially diverge away from the rotor and then converge towards the rotor up to the stationary blade. These plates provide by means of their arrangement for an even effective drawing-in of the runners and injection moulding parts in the region of the stationary blade. The lamellas are preferably mutually equidistant and provided in a number which corresponds approximately to the number of adjacent cutting blade arrangements lying on the cylindrical rotor. The number of lamellas of the drawing-in arrangement can, however, also be somewhat less. The angular position of the lamellas, which for example lie orthogonal to the axis of the rotor, can also be arranged obliquely thereto in order better to prevent the comminuted parts from being fed backwards.

For the comminution of injection moulding parts which are particularly difficult to grasp, such as substandard blown moulding parts and the like, the input device can be provided with particular holding plates, for example having the form of a serration on the lower input edge of the plates. Such a serration can be replaced or supplemented by ribs, which are formed on a cylindrical rotor with the cutting blades themselves, in that for example the outer surface on the rotor is removed and replaced by ribs parallel to the axis. These ribs can of themselves or together with the serration on the leading edges of the lamellas work together with the input device and so ensure a particularly efficient comminution and/or conveyance of the hollow bodies into the region of the stationary blade of the cutting mill.

In dependence upon the material which is preferably to be comminuted, the curved shape of the lamellas of the input device can be differently shaped: in general one tries to provide a tapering gap against rotor up to the stationary blade, so that the guide-in lamellas from beginning of the input region gently spring back and move back against the housing. One can, however, so arrange these input elements that in the region of the first interaction between the material to be comminuted and the tool a more or less sharp-edged configuration of the lamellas is provided, through which is produced already here a preliminary comminution. In this way, by means of the sharp-edges, the gap in front of the stationary blade can converge. It can, however, also, to begin with, widen a little in order then to converge first in the region of the stationary blade.

Because of the relatively low rate of rotation of the driven rotor, it is possible from the rotor itself to take off the drive for a conveyor belt by means of which the injection moulding parts to be comminuted are transported from the place of their production to the housing inlet of the cutting mill. For this purpose, the axle of the rotor can have one of its ends extended along the rotor axis via the front side of the housing which is not shown at the front in FIG. 1, and can there carry a V-belt wheel for the direct drive of the said conveyor belt.

One obtains particularly dust free material to be milled with a cutting mill in which the sieve for separation of the material to be ground is provided with openings which open both towards the inner region, i.e. towards the cutting rotor, and to the outer region, i.e. towards the scrap holder in the housing.

Further details of the invention appear from the following description of the drawing. In the drawing, four exemplary embodiments of the invention are schematically illustrated.

In the drawings:

FIG. 1 shows a perspective representation of the new cutting mill, wherein for better understanding of the construction the front cover of the housing is cut away;

FIG. 2 shows a side view of the cutting mill according to FIG. 1 at the cut-away housing cover;

FIG. 3 shows the same representation as FIG. 2, however, with an intake plate modified from that shown in FIGS. 1 and 2;

FIG. 4 shows the same view as FIGS. 2 and 3 of an exemplary embodiment of the cutting mill with toothed intake plates;

FIG. 5 shows the same view as FIGS. 2, 3 and 4, wherein the cutting rotor is provided with additional ribs and the intake plates have the same configuration as shown in the embodiment of FIGS. 1 and 2; and

FIG. 6 shows a section through the sieve of the cutting mill according to the invention.

As one can recognize from the prespective view of the cutting mill shown in FIG. 1, the same consists of a cylindrical, driven rotor 1 which is mounted in the housing 2 in known manner. The housing, rectangular in cross section, consists of a front wall 3, a rearwall 4, a rear left side 5, a corresponding further front side, which for improved clarity is cut away, a flat sloping floor 6 with sloping side walls 7 and 8 as well as a cover which is in the form of a hopper or the like for guiding-in of the material to be comminuted, and which is not illustrated in the drawing. The cylindrical rotor is driven by a drive motor, also not illustrated in the drawing, for example beneath the gear change of a corresponding transmission, in order to achieve the desired low rate of rotation of about 100 Rpm. Also the mounting of the rotor is not shown. The rotor rotates about the axis 9 and is mounted in a corresponding mounting by the axle stubs shown in the drawing.

The rotor represented in FIG. 1 provides four cutting element groups 10, 11, 12 and 13. Each group consists of three cutting blades 10a, 10b, 10c, 11a, 11b, 11c, 12a, 12b, 12c and/or 13a, 13b, 13c which are equally distributed around the periphery of the rotor. As a result of the equidistant arrangement of cutting blades of a cutting element group and of the even angular spacing between neighboring groups there is produced, with the exemplary embodiment shown in FIGS. 1 and 2 of the cutting mill according to the invention, an angle displacement of 30° between the successive knife blades at their engagement with the stationary blade, as can be seen from FIG. 2. This angular displacement follows from the number of blades in a cutting element group multiplied by the number of element groups ($3 \times 4 = 12$, $360^\circ : 12 = 30^\circ$). Should one increase the number of blades of the several cutting element groups to four and the cutting element groups from four to five, the angular distance between successive blades arriving at the stationary blade 14 in the cutting sequence, would be reduced from 30° to 18°.

The housing 2 is divided into two housing parts by means of the stationary blade 14 and the oppositely lying sieve carrying bar 16; a lower collection space 37, which is located beneath the sieve 15, is bounded by parts of the side walls 3, 4, 5, by the sloping floor 6, and by the also sloping side walls of the floor 7 and 8. In this collection space 37 is collected the material which has been comminuted and filtered through the openings 32 of the sieve 15 and which is carried out through an outlet which is not shown in the drawing. This outlet can be linked up with a mechanical, pneumatic or other suitable conveying device which carries the commi-

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
CERTIFICATE OF CORRECTION

PATENT NO. : 4,545,539
DATED : October 8, 1985
INVENTOR(S) : Bjarne T. Steffensen

It is certified that error appears in the above-identified patent and that said Letters Patent is hereby corrected as shown below:

In the title page of the patent, in the first column, after section [76], please insert the following:

--Assignee: Colortronic Reinhard & Co. KG, Friedrichsdorf,
West Germany--

Signed and Sealed this
Eleventh Day of March 1986

[SEAL]

Attest:

Attesting Officer

DONALD J. QUIGG

Commissioner of Patents and Trademarks

1.9 Роторний гранулятор з ріжучими ножами

United States Patent [19]

Parker et al.

[11] **Patent Number:** 4,706,899

[45] **Date of Patent:** Nov. 17, 1987

- [54] **GRANULATOR WITH CUTTING TONGUE ROTOR KNIFE**
- [76] **Inventors:** Frank Parker; Leslie M. Parker, both of Old Brandon Rd., Hillsboro, Tex. 76645
- [21] **Appl. No.:** 201,041
- [22] **Filed:** Oct. 27, 1980
- [51] **Int. Cl.⁴** B02C 18/06
- [52] **U.S. Cl.** 241/73; 241/242; 241/300
- [58] **Field of Search** 241/73, 222, 224, 242, 241/294, 300, 295, 241

3,957,211 5/1976 Nakamura et al. 241/73

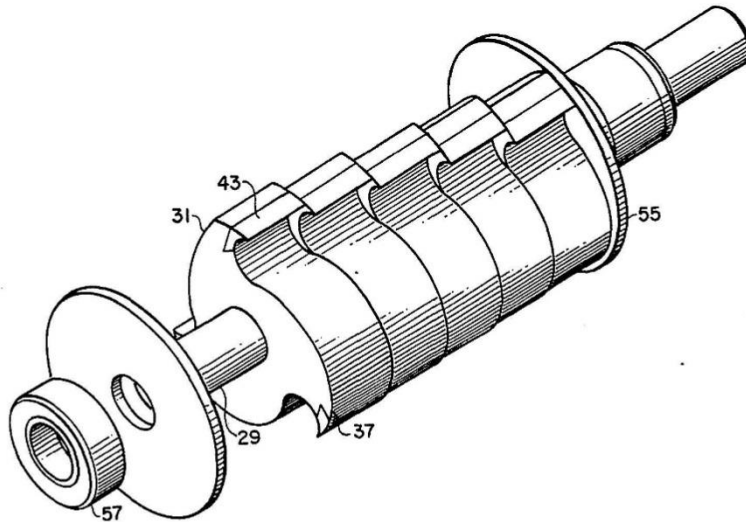
Primary Examiner—Timothy V. Eley
Attorney, Agent, or Firm—James E. Bradley

[57] **ABSTRACT**

A granulator for comminuting scrap material has an improved rotor blade assembly. The granulator is of the type having a pair of spaced-apart, parallel bed knives mounted stationarily in the granulator. An arcuate perforated screen is mounted below the bed knives for the passage of comminuted material through apertures in the screen. A rotor axle is mounted between and parallel with the bed knives. At least one blade is mounted on the axle for rotation with the axle. The blade has a peripheral contour with a plurality of spaced-apart cutting tongues extending outward. The cutting tongues define a circular path closely spaced to the bed knives and screen for shearing scrap.

- [56] **References Cited**
- U.S. PATENT DOCUMENTS**
- | | | | |
|-----------|---------|------------------|-----------|
| 926,305 | 6/1909 | Utz | 241/241 |
| 2,431,294 | 11/1947 | Dulmage | 241/295 |
| 3,126,931 | 3/1964 | Blanshine et al. | 241/222 X |
| 3,321,145 | 5/1967 | Gorman | 241/300 X |

2 Claims, 3 Drawing Figures



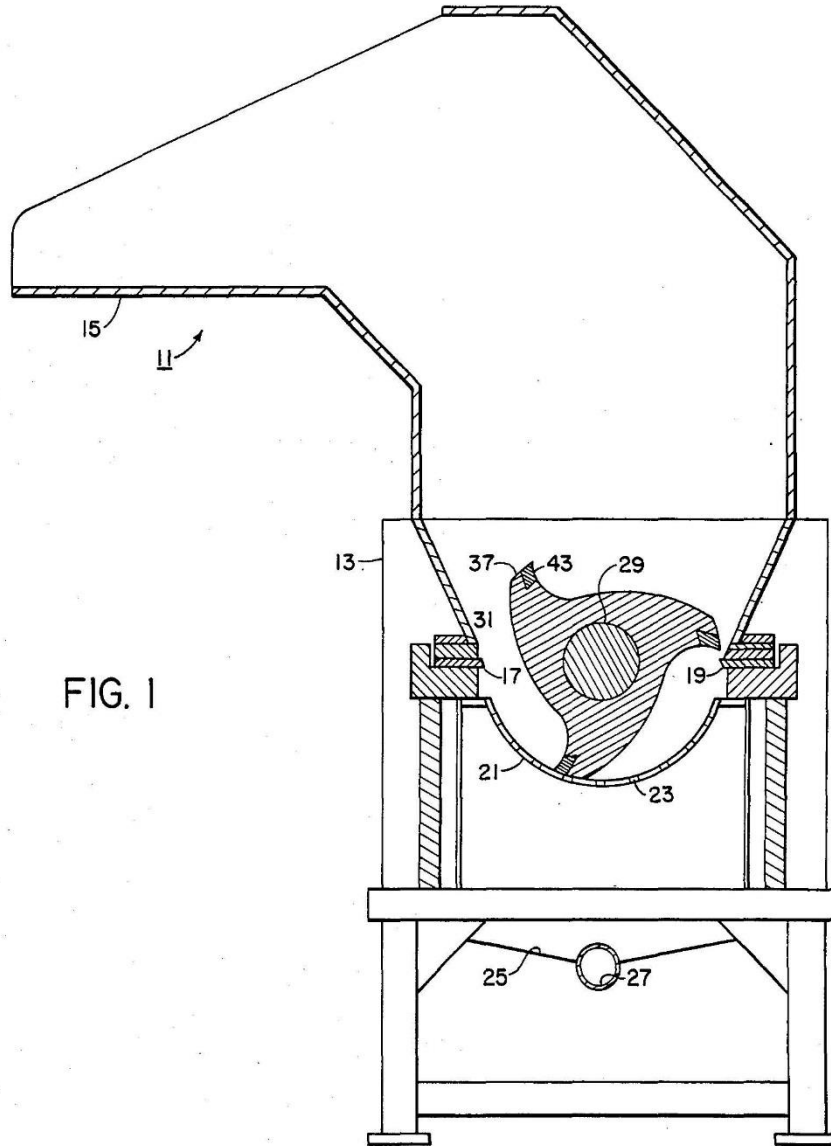


FIG. 1

FIG. 2

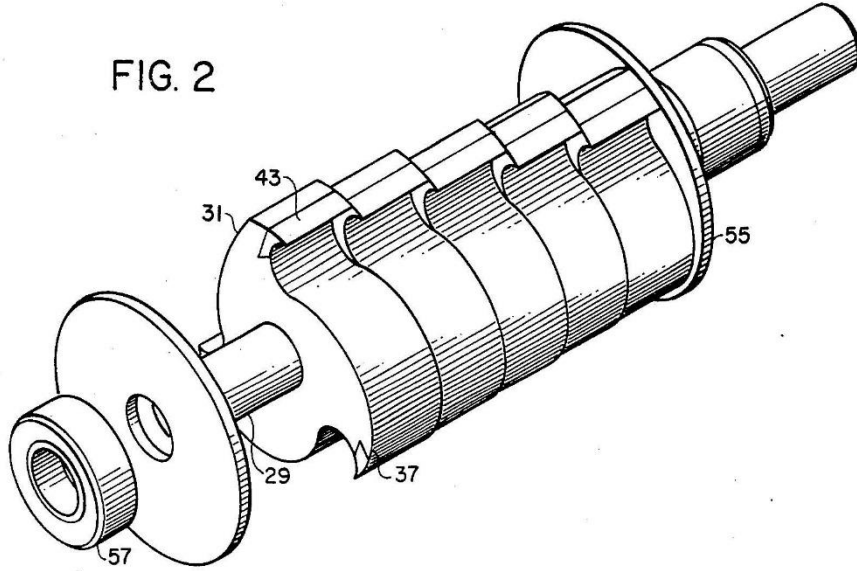
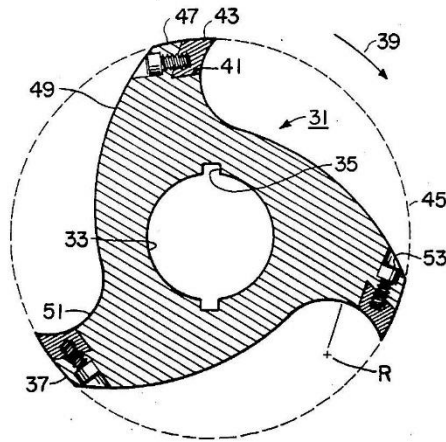


FIG. 3



GRANULATOR WITH CUTTING TONGUE ROTOR KNIFE

BACKGROUND OF THE INVENTION

This invention relates in general to devices for comminuting scrap material, and in particular to the rotor knives for such a device.

In U.S. Pat. No. 4,161,296 a granulator for comminuting scrap materials is shown. The scrap material is cut into particles by a set of rotor knives that rotate past stationary bed knives. The rotor knives are parallel flat blades secured together in a cylindrical array. A perforated screen below the rotor knives allows the scrap material to pass through for collection after it has been cut to a desired size.

One difficulty with this type of granulator is that the granulator requires a large electric motor to rotate the rotor knives. To conserve energy, it would be desirable to reduce the power requirement. Another problem occurs when the blades are resharpened. As the forward edge is ground back, the space between the rotor blades and bed knives, and the rotor blades and perforated screen increase. This reduces the efficiency of the device.

In U.S. Pat. No. 3,845,907, a device for comminuting trash is shown. This device differs from granulators in that it uses two rotating axles spaced apart from each other. Disk-shaped blades, mounted to each axle, intermesh with each other to shred the trash. Two types of disks are shown in FIG. 7 and 9. In the type shown in FIG. 9, three cutting tongues are spaced at the periphery of the disks for shredding the trash. The device of U.S. Pat. No. 3,845,907 does not have provisions for passing particles through apertures in a perforated screen to assure a minimum size for collection and further use. Also, the device of this patent does not have stationary bed knives.

SUMMARY OF THE INVENTION

This invention utilizes a perforated screen, a single axle rotor knife assembly, and a pair of bed knives for granulating plastic scrap. Instead of using a plurality of rotor knives mounted in a cylindrical array, a rotor knife is used that has a plurality of cutting tongues. The cutting tongues extend from the periphery of the blade and are rotated in close proximity to the stationary knives and the perforated screen for cutting the plastic scrap.

In the preferred embodiment, the rotor knife comprises a plurality of disk-shaped blades mounted to the rotor shaft. Each blade has a plurality of cutting tongues on its periphery. The blades are mounted so that no more than one cutting tongue passes a bed knife at the same time. Each cutting tongue in the preferred embodiment has an insert of hard metal. For drawing the scrap material into the cutting chamber, the periphery of each blade has a partially cylindrical region beginning at the forward end of the tip portion, a curved region immediately following the cylindrical region that is a continuous, smooth, inward spiral curvature, and a step region that curves smoothly outward in a continuous curve to the top of the tip portion. The hard metal insert is resharpened on its forward face so that clearances are unaffected.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 is a simplified vertical cross-sectional view of a granulator constructed in accordance with this invention.

FIG. 2 is a perspective, partially exploded view of the rotor cutting blades of the granulator of FIG. 1.

FIG. 3 is a vertical cross-sectional view of one of the cutting blades of the granulator of FIG. 1.

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

Referring to FIG. 1, granulator 11 includes a housing 13 with a chute 15 located at the top. At the bottom of chute 15, a pair of stationary bed knives 17 and 19 are mounted stationarily to the housing 13. Bed knives 17 and 19 are conventional bed knives as used with conventional granulators, each comprising an elongated flat blade, sharpened on its inner end. A semicylindrical perforated screen 21 is mounted below the bed knives 17 and 19. Screen 21 has a plurality of apertures 23 for allowing the passage of scrap particles. A collection chamber 25 is located near the bottom of housing 13. Collection chamber 25 may have a conduit 27 that leads to a vacuum source for drawing the collected particles from the collection chamber. A rotor knife axle 29 is mounted parallel with and between bed knives 17 and 19. A plurality of blades 31 are mounted to axle 29 for rotation therewith.

Referring to FIG. 3 each blade 31 has a central aperture 33 that fits closely over axle 29. Either key slots 35 in aperture 33 will mate with a key (not shown) located on axle 29 to assure that the blade 31 rotates with the axle 29. Each blade 31 has a peripheral contour that includes a plurality of cutting tongues 37, of which there are three in the preferred embodiment. The cutting tongues are equally spaced 120 degrees apart and are identical with each other. On the forward side of each cutting tongue 37, considering the direction of rotation as indicated by arrow 39, a shoulder or recess 41 is provided. Recess 41 extends in a radial direction about one-half the radial length of each cutting tongue 37. Recess 41 extends rearwardly about one-half the circumferential length of each cutting tongue 37. A hard metal tip 43 is inserted into each recess 41. The body of the blade 31 is of mild steel, while the tip 43 is of a much harder tool steel.

When blade 31 is rotated, the tops of tips 43 define a common circular path 45. Cutting tongue 37 has a portion of a cylindrical region 47 located immediately rearward of recess 41, considering the direction of rotation. Cylindrical region 47 is a curved portion with a circumferential length about one-half the total circumferential length of the cutting tongue 37, including tip 43. The cylindrical region 47 is formed at the same radius as the radius of path 45.

The rearward side of cutting tongue 37 comprises a curved region 49 immediately following cylindrical region 47. Curved region 49 is a continuous, smooth, inward spiral curvature. Curved region 49 extends radially inward to about one-half the radial length of the cutting tongue 37. The innermost radius of curved region 49 is located at the termination of the curved region and defines the minimum radius of the entire peripheral contour of blade 31. A step region 51 that defines the forward side of cutting tongue 37 immediately follows the curved region 49. Step region 51 curves smoothly outward in a continuous curve from the

curved region 49 and includes the forward face of cutting tip 41, which curves at the same rate of curvature. Tip 41 is removably held in place by a screw 53 inserted through a hole formed in the curved region 49.

The radius R of the step region 51 is located between the innermost portion of curved region 49 and path 45. The sharp forward edge of tip 41 protrudes into the direction of rotation and lies in a straight line that is parallel with the axis of axle 29. Also, any straight line passed along the entire peripheral contour of blade 31 will be parallel with the axis of axle 29. The circumferential length of the curved region 49 is considerably greater than the circumferential length of the cutting tongue 37. In the preferred embodiment the rear edge of cylindrical region 47 lags the forward edge of tip 43 by about 18 degrees. The rear and innermost point of the curved region 49 lags the forward edge of tip 43 by about 110 degrees.

In the preferred embodiment, as shown in FIG. 2, each blade 31 is disk shaped. The axial thickness of each blade 31 is less than the radius of each blade. This results in about five different blades 31 being mounted on axle 29. The slots 35 in each blade 31 are preferably formed so that each blade 31 will be staggered. When staggered, no two tips 43 will pass a bed knife 17 or 19 at the same time. In the preferred embodiment, each blade, from right to left, as shown in FIG. 2, follows the preceding blade by a few rotational degrees. Blades 31 are placed in contact with each other, with circular disks 55 being located on the outer sides of the blades 31, when assembled. Disks 55 are slightly larger in diameter than circular path 45. Bearings 57 support the assembly during rotation.

In operation, scrap material will be placed into chute 15. The scrap falls into the cutting area, where the cutting tongues 37 will grab the material and force it down between bed knives 17 and 19. When rotated, the path 45 defined by the cutting tongues 37 will place the tips 43 only a few thousandths of an inch from the bed knives 17 and 19 and the perforated screen 21. This assures good shearing action. Once the scrap material has been cut into particles smaller than the diameter of the apertures 23, they will fall through apertures 23 into the collection chamber 25 to be drawn outward through conduit 27. When the cutting tips 43 become dull, it is not necessary to remove the blades 31 for resharpening. A small hand drill can be held to the forward face of each cutting tip 43, sharpening the tip on its forward side. The tip should not be sharpened on its upper cylindrical side, since the clearances between the bed knives 17 and 19, and the cutting tongue cylindrical regions 47 should remain the same. During resharpening, a grinding wheel of radius less than the radius R may be used to avoid removing metal from step region 51. While cutting, the disks 55 prevent scrap from falling and wedging between the sides of the blades 31 and the granulator housing 13.

The invention has significant advantages. The peripheral contour and staggering of the blades provide more efficient cutting action, requiring less power. Since the forward face of each cutting tip can be resharpened, the clearances between the blades, the bed knives, and the perforated screen remain very close, allowing good shearing action. The cutting tips can be removed without removing the blades, for replacement with new tips.

While the invention has been shown in only one of its forms, it should be apparent that it is not so limited, but is susceptible to various changes and modifications without departing from the spirit of the invention.

We claim:

1. An improved granulator for comminuting scrap material, comprising in combination:

at least one bed knife mounted stationarily in the granulator;

a rotatably driven rotor axle mounted parallel with the bed knife;

a plurality of disk-shaped blades mounted in side-by-side contact with each other on the axle for rotation therewith, each blade having a peripheral contour with a plurality of spaced-apart cutting tongues extending therefrom;

each of the cutting tongues being of metal and having a tip portion in the forward portion of the tongue; and

an arcuate perforated screen mounted below the blades for the passage of comminuted material; the cutting tongues, when the axle is rotated, defining a circular path closely spaced from the bed knife and screen;

the blades being staggered so that not all of the tip portions pass the bed knife at the same time;

each blade having a peripheral contour comprising: a partially cylindrical region on the top of each cutting tongue that includes the tip portion and proceeds opposite the direction of rotation a selected circumferential distance, the cylindrical region having a radius equal to the radius of the circular path;

a curved region on the rear side of each cutting tongue immediately following the cylindrical region and comprising a continuous, smooth, inward, spiral curvature to a point of minimum radial thickness; and

a step region beginning at the point of minimum radial thickness and curving smoothly outward in a continuous curve to the top of tip portion, defining the forward side of each cutting tongue.

2. An improved granulator for comminuting scrap material, comprising in combination:

at least one bed knife mounted stationarily in the granulator;

a rotatably driven rotor axle mounted parallel with the bed knife;

a plurality of disk-shaped blades mounted in side-by-side contact with each other on the axle for rotation therewith;

each blade having a plurality of space-apart cutting tongues extending therefrom; each cutting tongue being of metal and having a tip portion in the forward portion of the tongue, each tip portion having an arcuate forward face terminating in a cutting edge;

each tongue having a curved region on the outer edge of each tongue that includes the tip portion and proceeds opposite the direction of rotation, the curved region having a radius equal to the radius of the circular path;

the blades being staggered so that not all of the cutting edges pass the bed knife at the same time; and an arcuate perforated screen mounted below the blades for the passage of comminuted material.

* * * * *

2. Задачі досліджень

У фарм промисловості рослинну сировину (кора, трава, коріння, плоди) використовують для виробництва настоянок, екстрактів, ефірних олій. Для рівномірного видалення цільового компоненту сировину подрібнюють на частинки однакових розмірів.

Найбільш поширеним видом подрібнення листя, трави та гілок є метод різання. Часто обладнання для різання має високу енерго- та металоємність і не забезпечує необхідну якість різання.

Актуальність теми

Виробництво лікарських препаратів кожного року зростає. Існуюче обладнання не забезпечує потокового виробництва, високої продуктивності, а також якості різання. Іноколи сировина намотується на ніж і цим зменшує його швидкість, продуктивність, виводить обладнання з роботи. Для запобігання цьому на виробництві приділяють велику увагу завантаженню і вибору швидкості, і іноколи подачу продукту зупиняють для того, щоб обладнання подрібнило сировину яка вже знаходиться в бункері, тим самим зменшуючи продуктивність.

В науковій та довідковій літературі відсутні дані стосовно вибору параметрів процесу різання сировини. На цей час завдання нарізання продукту вирішується шляхом емпіричного підбору режимів різання та певних умов. Це пояснюється складністю урахування факторів впливаючих на процес, а також недостатністю інформації про значення структурно-механічних характеристик.

Не існує простих, досконалих методик, для дослідження процесу різання і математичного опису його закономірності, а також можливості встановити раціональні параметри проведення процесу.

Найперспективнішим є математичне моделювання процесу різання, що допомагає досліджувати процес з метою його удосконалення, зменшивши витрати на проведення фізичних експериментів.

Отже, для удосконалення процесу різання, необхідно провести його поглиблене, всебічне дослідження. Це підтверджує актуальність вибраної теми.

Мета і завдання досліджень

На основі огляду літератури визначено мету та завдання дослідження.

Мета дослідження – удосконалення процесу різання стебла та листя рослинної сировини з урахуванням впливу на процес його структури та механічних властивостей з метою зменшення енергетичних витрат на різання та підвищення якості процесу.

Відповідно до поставлених цілей були сформульовані наступні завдання:

- Розвиток методів дослідження (вдосконалення дизайну експериментальних установок та розробка відповідних методів дослідження);
- вибір математичної моделі руху леза в шарі продукту в процесі різання, за допомогою якої можна визначити залежність сили різання від швидкості руху леза для рослинної сировини;
- Провести експериментальні дослідження та визначити залежність сили різання та якості різання від швидкості;
- Консультації щодо вибору установчих параметрів для зрізання рослинної сировини.

Об'єкт і предмет досліджень

Об'єктом дослідження був процес різання рослинної сировини м'яти.

Об'єктами дослідження є м'ята, тобто листя і стебла, рух леза у виробі під час різання, структура і механічні властивості сировини, напруга тертя в зоні контакту виробу з лезом, зусилля і питома робота різання, якість поверхні різу, шліфувальне обладнання.

3. Методика досліджень

Дослідження проводились з використанням методів математичного та фізичного моделювання. Математична модель базується на диференціальних рівняннях руху лопатей у шарі продукту. Структурно-механічні властивості виробу, сили тертя виробу при його русі вздовж борту леза, режимні параметри процесу різання визначаються на створеній або модифікованій експериментальній установці та відповідних методиках.

3.1 Опис експериментальної установки

Для дослідження процесу різання створено експериментальну установку – маятник із закріпленим на кінці коромисла лезом, який під час руху маятника розрізає виріб. Його легко встановити, оскільки швидкість різання можна змінювати в широкому діапазоні. Для цього змініть кут випуску коромисла або змініть момент інерції, додавши додаткові маси та змінивши їх положення на коромислі. Схема установки показана на рисунку 3.1. Поворотний кронштейн 1 кріпиться до стіни за допомогою рухомого вузла 7. Для зміни моменту інерції коромисла вантаж 2 переміщують уздовж нього і фіксують у потрібному положенні. У кронштейні 3 на кінці коромисла знаходиться лопатка 4. Дослідний зразок 12 виробу закріплюється на верстаку 9 через шплінт 11. Для встановлення необхідної глибини різання столик 9 гвинтовим пристроєм 10 переміщують у вертикальному напрямку.

Вказівна стрілка 6 може рухатися лише в одному напрямку. Коромисло переміщується на потрібний кут і відпускається, а лезо розрізає продукт. Після розрізання виробу коромисло маятника піднімається на певний кут разом із вказівною стрілкою, у цьому положенні остання фіксується, вказуючи на шкалі 5 кут, на який піднято коромисло.

Ціна однієї позначки на шкалі становить 0,5 градуса.

Існує два способи регулювання швидкості леза під час різання:

1. Зміною моменту інерції коромисла. У цьому випадку положення вантажу 2 змінилося.
2. Зміною кута пуску коромисла.

Досліджуючи процес різання, ми використовуємо леза, які мають гладкий край і заточені з двох сторін. Лопатка встановлена паралельно коромислу маятника і врізається в продукт під кутом $\varphi = 0^\circ$. Отже, згідно з класифікацією типу руху леза у виробі [30], різ буде звичайним (рубанням), коли лезо ріже матеріал у напрямку, перпендикулярному до його краю.

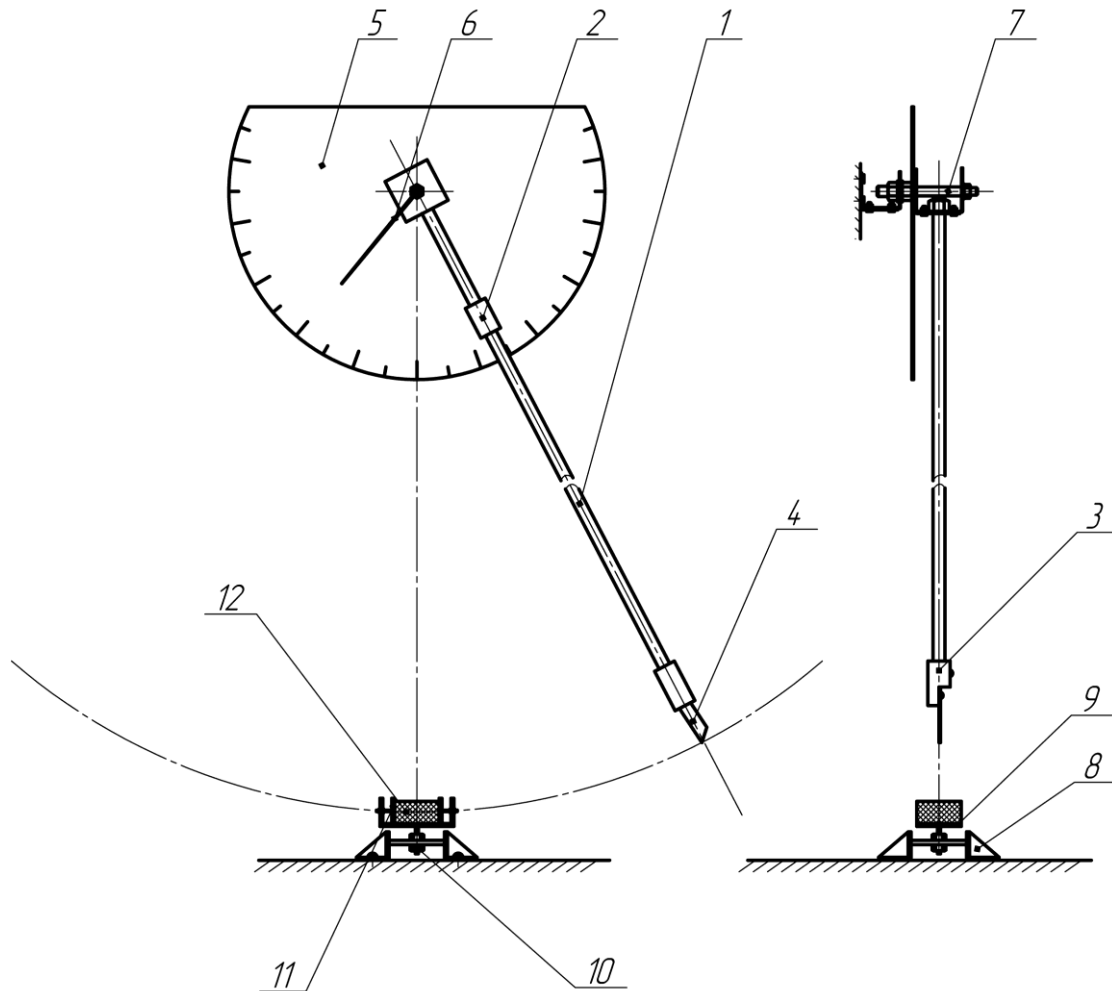


Рис. 3.1 Схема установки для дослідження процесу різання: 1 - коромисло маятника, 2 - змінний вантаж, 3 - тримач леза, 4 – лезо, 5 – шкала, 6 - вказівна стрілка, 7 – рухомий вузол, 8 – станина, 9 - робочий столик, 10 - гвинтовий пристрій, 11 - пластини для фіксації продукту, 12 - дослідний зразок.

При звичайному (рубачому) різанні кут заточування і кромка леза не змінюються [30], на відміну від різання під кутом.

Аналіз наукових праць з цієї теорії показує, що при нормальному (різальному) врізанні леза у виріб, заданому значенню сили різання [10, 30], відома залежність сили різання від певного кута або ковзання можна визначити, якщо

параметри різальної кромки пластини залишаються постійними. Тому ми використали результати експериментальних різальних зусиль, отримані під час звичайного (нарізного) різання, для розрахунку параметрів ножового різання та експериментально перевірили правильність зроблених припущень. Виведення необхідних залежностей представлено в наступних розділах роботи.

Параметри геометрії лопаті, використані в дослідженні:

Гладка ріжуча кромка, двостороння заточка;

Кут заточування - 30 градусів, гострота леза - 0,03 мм.

Гостроту леза визначають оптичними методами [30].

3.2. Визначення режимних параметрів роботи установки

Схема визначення робочих параметрів маятника наведена на рис. 3.2. Для визначення швидкості лопаті необхідно знати момент інерції поворотного плеча та координати його центра мас. Момент інерції маятникового коромисла визначається як сума моментів інерції його частин.

1. Коромисло. Виготовлений із труби діаметром $D=15$ мм, довжиною $l=2$ м і масою $m=0,3468$ кг. Тоді його момент інерції відносно осі обертання дорівнює:

$$I_{z1} = \frac{ml^2}{3} = \frac{0,3468 \cdot 2^2}{3} = 0,4624 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

2. Кріплення для ножа. Маса деталі 0.21 кг. Має складний профіль (рис. 3.2). Момент інерції відносно власного центру мас і координати центра мас деталі визначаються за допомогою системи 3D моделювання.

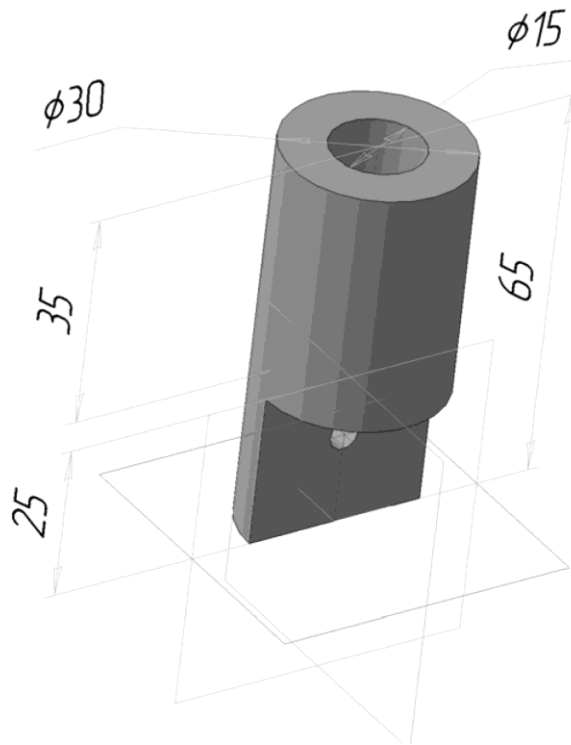


Рис. 3.2 Кріплення для ножа

Після побудови 3D моделі (рис. 3.2) отримано результат: відстань до центру мас $l_c=0.043$ м, момент інерції деталі відносно центру мас $I_{c2}=0.0001$ $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

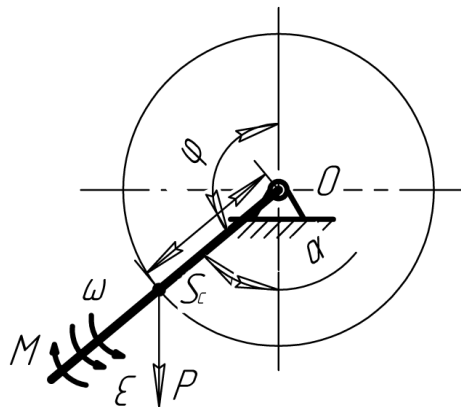


Рис. 3.3 Розрахункова схема маятника

Момент інерції відносно осі обертання:

$$I_{z2} = I_c + ml^2 = 0.0001 + 0.21 \cdot 2^2 = 0.8401 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

m - маса деталі, l - відстань від її центру мас до осі обертання коромисла.

Сумарний момент інерції коромисла:

$$I_z = I_{z_1} + I_{z_2} = 0.4624 + 0.8401 = 1.3025 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Відстань від осі обертання коромисла до центру мас:

$$r_{цм} = \frac{\sum m_i r_i}{\sum m} = \frac{0.3468 \cdot 0.6 + 0.21 \cdot 2}{0.3468 + 0.21} = 1.13 \text{ м.}$$

m_i і r_i - відповідно маси кожної деталі та відстань від їх центрів ваги до осі обертання.

Швидкість леза визначимо з диференціального рівняння його руху коромисла:

$$I_z \cdot \varphi'' = M = P \cdot r \cdot \sin \varphi, \text{ звідки } \varphi'' = \frac{P \cdot r \cdot \sin \varphi}{I_z},$$

де I_z - момент інерції коромисла відносно осі обертання, φ - кут повороту від крайнього верхнього положення (рис.3.3), φ'' - кутове прискорення коромисла (як друга похідна від кута повороту), P - зусилля ваги коромисла, прикладена до його центру мас, M - момент сил інерції коромисла, r – відстань від осі коромисла до його центру мас.

Для розв'язання рівняння використовуємо заміну: $\varphi' = z$, тоді:

$$z' = \varphi'' = \frac{Pr \sin \varphi}{J_z}$$

$$\text{Так як } \varphi' = z, \text{ тому } \varphi'' = \frac{dz}{d\varphi} z; \quad \frac{dz}{d\varphi} z = \frac{Pr}{J_z} \sin \varphi, \quad \int z dz = \int \frac{Pr}{J_z} \sin \varphi d\varphi$$

$$\frac{z^2}{2} = -\frac{Pr}{J_z} \cos \varphi + C, \quad z^2 = -2 \frac{Pr}{J_z} \cos \varphi + c$$

Згідно прийнятої заміни $z = \varphi'$:

$$\varphi'^2 = C - 2 \frac{Pr}{J_z} \cos \varphi, \quad \varphi' = \sqrt{C - \frac{2Pr}{J_z} \cos \varphi}$$

Вільний член C визначимо із початкових умов $\varphi_0'^2 = 0$; $\varphi = \varphi_0$:

$$C = 2 \frac{Pr}{J_z} \cos \varphi_0$$

$$\varphi' = \sqrt{2 \frac{\text{Pr}}{J_z} \cos \varphi_0 - 2 \frac{\text{Pr}}{J_z} \cos \varphi} = \sqrt{2 \frac{\text{Pr}}{J_z} (\cos \varphi_0 - \cos \varphi)}$$

Вимірюємо швидкість в нижньому положенні коромисла, тому $\varphi = \pi$; $\cos \pi = -1$. Для зручності вимірювань положення коромисла використовуємо кут α (рис.3.3); $\alpha = \pi - \varphi$.

$$\varphi' = \omega = \sqrt{2 \frac{\text{Pr}}{J_z} (\cos \varphi + 1)} = \sqrt{2 \frac{\text{Pr}}{J_z} (\cos(\pi - \alpha) + 1)} = \sqrt{2 \frac{\text{Pr}}{J_z} (1 - \cos \alpha)}$$

(використано правило: $\cos(\pi - \alpha) = -\cos \alpha$).

Виразимо кутову швидкість через лінійну $\omega = V/R$, отримуємо кінцеву формулу для визначення швидкості леза при різанні:

$$V = R \sqrt{2 \frac{\text{Pr}}{J_z} (1 - \cos \alpha)},$$

де R – плече коромисла. Коромисло складається з декількох деталей, тому:

$$V = R \sqrt{2 \frac{\sum P_i r_i}{J_z} (1 - \cos \alpha)}, \quad (1)$$

де P_i - вага окремої деталі коромисла, r_i - відстань від центру ваги цієї деталі до осі коромисла.

Результат розрахунку швидкості леза на торці коромисла по формулі 1 представлені на рис. 3.4.

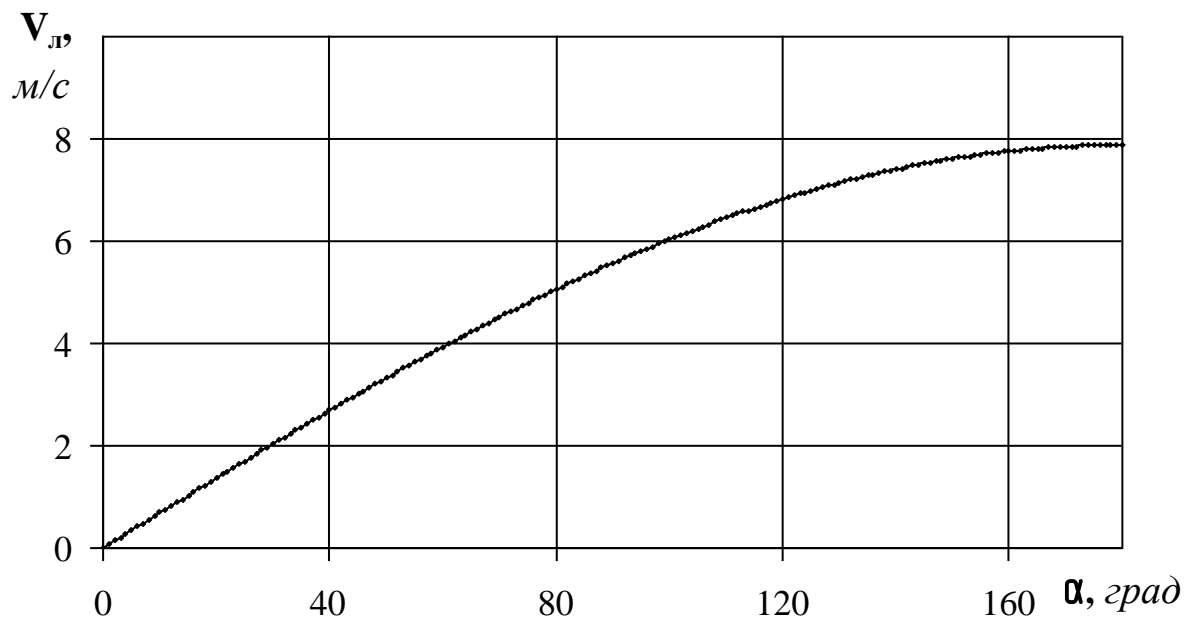


Рис. 3.4 Вплив кута підйому коромисла на швидкість леза в продукті

Робота, витрачена на різання:

$$A = \sum P \cdot (h_1 - h_2) = \sum P \cdot r (\cos \alpha - \cos \beta),$$

де $\sum P$ - вага всіх деталей коромисла, h_1 - висота підйому центра ваги коромисла в вихідному положенні, h_2 - висота підйому центра ваги коромисла після виконаної роботи, r - відстань від осі коромисла до його центру ваги, α - кут вихідного положення коромисла, β - кут підйому коромисла після виконаних робіт.

3.3 Порядок проведення досліджень.

Дослідження проводять у наступному порядку. Зберіть і помістіть у тримач 9 (рис. 3.1) паперову трубочку (за властивостями схожа на стебло рослини) і шматок паперу (за властивостями схожий на лист рослини). Поворотний важіль маятника з лезом піднімають на певний кут α (10, 20, 30°...) і відпускають, розрізаючи дослідний зразок лезом. Кут β , на який піднімається коромисло маятника після фіксації роботи. За отриманим значенням кута за формулою 1 визначають швидкість входу V_{in} , м/с лопаті в продукт.

Вимірювали кут підйому коромисла на холостому ході при різних значеннях кута підйому для врахування втрати подолання опору руху коромисла в підшипниковому вузлі і по повітрю.

Тоді, згідно з рівнянням 1, швидкість лопаті, коли вона залишає продукт, дорівнює:

$$V_{вих} = R \sqrt{2 \frac{\sum P_i r_i}{J} (1 - \cos(\beta + (\alpha - \beta_{emp})))}, \quad \text{м/с.} \quad (2)$$

При моделюванні руху леза крізь шар продукту ми припускаємо, що швидкість леза, коли воно врізається в продукт, змінюється лінійно. Щоб продемонструвати це, ми експериментально визначили зміну швидкості леза в продукті залежно від того, наскільки глибоко лезо врізає продукт. Існуючі методи передбачають використання відеозапису процесу, під час якого фіксується рух лопаті через певні проміжки часу. У нашому випадку цей метод не міг бути застосований через високу швидкість леза в продукті. Пропонується проводити дослідження таким чином. Викроїти виріб певної товщини. В установці, що використовується для дослідження процесу різання (рис. 3.1), виріб розрізали та реєстрували швидкість леза, що входила та виходила з виробу під час процесу різання (рівняння 1, 2). Товщина наступного шматка товщі попереднього. Швидкість подачі при різанні така ж, як і в першому випадку, отримана швидкість виходу фіксована. Товщина виробу, що розрізається, збільшується в кілька разів. Шляхом вимірювання швидкості, з якою лезо, що входить у продукт із постійною швидкістю, виходить із

продукту, було визначено зміну швидкості леза на певній глибині, яка дорівнює товщині блоку продукту. Ці дослідження проводилися при різних початкових швидкостях лопатей.

Середня швидкість леза в продукті:

$$V_{cp} = \frac{V_{ex} + V_{вих}}{2}, \text{ м/с.} \quad (3)$$

Щоб визначити сили різання на основі швидкості леза у виробі та його структурних і механічних властивостей, ми математично змоделювали рух леза у виробі. Виведення математичної моделі та результати моделювання представлені в окремих розділах магістерської роботи. Підставляючи результати експерименту в отриману математичну модель (рівняння 3), визначали відповідно зусилля різання листків і стебел м'яти, швидкість руху лез у виробі та їх структурно-механічні властивості.

4. Результати досліджень та їх пояснення

4.1 Моделювання процесу руху леза в шарі продукту при різанні

Науковий аналіз процесу різання показує, що не існує зрілої теорії різання, яка б відображала фізичну природу процесу, що значно ускладнює отримання високоякісних математичних моделей і подальшу оптимізацію процесу. Проведені аналітичні дослідження показують, що результати існуючих досліджень процесу нарізання їжі представлені в основному в емпірично залежній формі, описуючи процес за конкретних умов, у яких він реалізується. Емпіричні залежності не можуть повністю розкрити механізм процесу. Залишається невирішеною проблема руху леза в нормальному та тангенціальному напрямках у шарі продукту під час різання. Не існує ідеального, простого у використанні методу для вивчення даної проблеми та математичних описів її закономірностей. Необхідність таких досліджень полягає не тільки у визначенні найкращої схеми різання з найменшими енерговитратами в процесі різання, а й у отриманні якісного продукту з привабливим зовнішнім виглядом. Тому були проведені теоретичні та експериментальні дослідження, які дозволили розробити математичну модель, здатну повністю описати процес руху леза в шарі продукту та визначити прийнятну швидкість різання в різних умовах.

Отже, для дослідження процесу різання та встановлення його параметрів необхідно створити математичну модель процесу різання, яка описує залежність сили різання від швидкості руху леза в шарі виробу та продуктивності виробу. , тобто поверхня контакту між виробом і інструментом Напруга тертя.

Таким чином моделювання руху лопаті виконувалося з урахуванням усіх сил, а моделювання руху лопаті виконувалося без урахування тертя.

4.1.1 Моделювання руху леза з врахуванням всіх сил

Для створення потрібної нам математичної моделі розглядаємо рух леза в шарі продукту.

На лезо, що занурюється в продукт, діють зусилля опору руху (рис. 4.1).

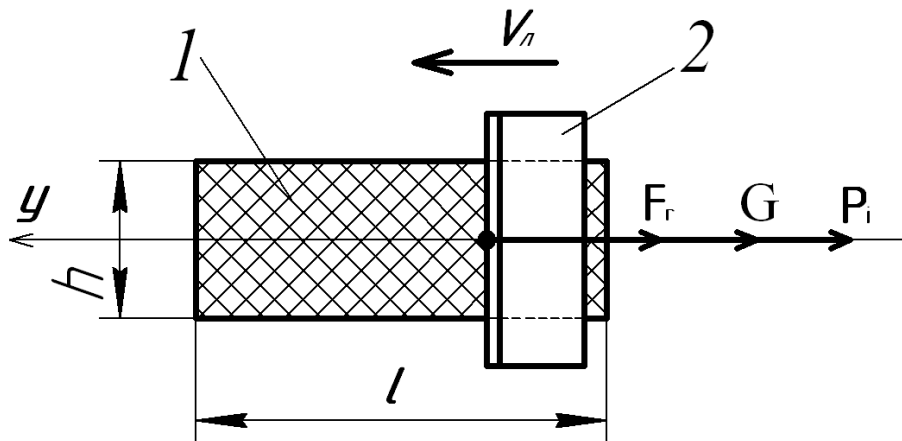


Рис. 4.1 Схема сил, які діють на лезо: 1 - продукт; 2 - лезо.

на рис. 4.1: l — розмір виробу, м; h — ширина виробу та довжина лінії різання, м; F_r — сила різання, яка використовується для розриву структурного зв'язку виробу, яка залежить від форми, кут кромки та кут різання леза; G — адгезія (сила тертя) між стороною леза та продуктом, яка запобігає переміщенню леза через контакт із поверхнею продукту, залежить від швидкості, з якою лезо рухається через продукт.

При визначенні сили зчеплення G між стороною леза та виробом, враховуючи невелике значення його міцності зчеплення [8, 9], коефіцієнти C і k_1 отримують шляхом аналізу сили тертя по поверхні леза:

$$G = C_{mp} + k_1 V = C_{mp} + k_1 \frac{dy}{dt}, \quad (1)$$

де C_{tr} , H — постійні коефіцієнти, що залежать від характеристик виробу та питомого навантаження між виробом і стороною інструменту; V , м/с — швидкість ковзання між виробом і стороною інструменту; k_1 , кг/с. — пропорційний коефіцієнт, що враховує вплив швидкості ковзання на тертя; y , м — переміщення лопаті у виробі; t , с — час руху лопаті у виробі.

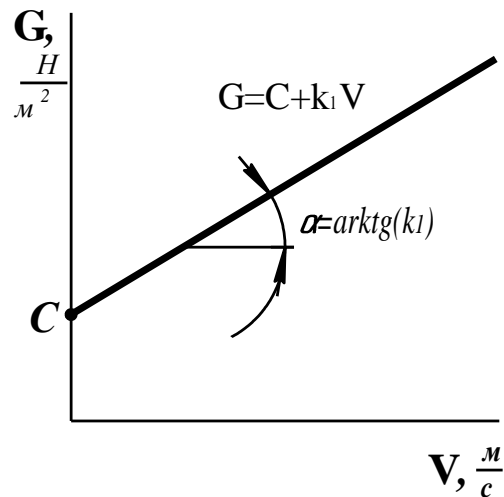


Рис. 4.2 Схема визначення коефіцієнтів $C_{тр}$ і k_1 .

Коли лезо врізається в продукт, існує сила інерції P_i , яка діє на лезо в напрямку, протилежному напрямку прискорення леза.

$$P_i = ma = m \frac{d^2 y(t)}{dt^2}, \quad (2)$$

де m - маса рухомої частини пристрою без лопаті (рисунок 4.3), а - прискорення (або уповільнення) лопаті при її русі по виробу.

Схема визначення маси коромисла, прикладеного до точки S лопаті, показана на рис.4.3

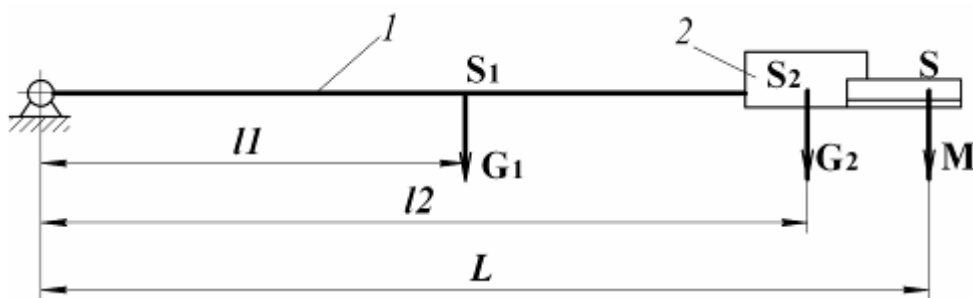


Рис. 4.3 Схема визначення маси коромисла, приведеної до леза: 1 - плече коромисла; 2 - лезо в тримачі.

Позначення на рис. 4.3: S_1, L_1 - центр мас коромисла і відстань до нього від осі обертання; S_2, L_2 - центр мас леза з тримачем і відстань до осі обертання, S - точка приведення маси коромисла на лезі; G_1, G_2 - зусилля ваги коромисла і леза в тримачі; m - маса коромисла, приведена до точки S .

Із рівняння рівноваги:

$$m = \frac{G_1 \cdot l_1 + G_2 \cdot l_2}{g \cdot l}, \text{ кг}, \quad (3)$$

де $g=9.81 \text{ м/с}^2$.

Для відомої форми леза згідно рис. 4.1 запишемо:

$$F_p + G + P_i = 0. \quad (4)$$

Розкриваючи члени рівняння, отримуємо диференціальне рівняння його руху при зануренні в продукт:

$$F_r + (C_{mp} + k_1 \frac{dy(t)}{dt}) + m \frac{d^2 y(t)}{dt^2} = 0. \quad (5)$$

Використавши методи символічної математики „Maple” [8, 9, 17], отримаємо розв’язок рівняння (2) у загальному вигляді

$$y(t) = \frac{C_1 \cdot m \cdot e^{-\frac{k_1 \cdot t}{m}}}{k_1} - \frac{(F_r + C_{mp})t}{k_1} + C_2, \quad (6)$$

де C_1 і C_2 - вільні коефіцієнти [11].

Враховуючи початкові умови, коли при часі $t=0$ глибина занурення леза в продукт $y=0$, а швидкість його руху $dy/dt = V_{oy}$, маємо:

$$y(t) = \frac{(F_r + C_{mp} + V_{oy} \cdot k_1) \cdot m \cdot e^{-\frac{k_1 \cdot t}{m}}}{k_1^2} - \frac{(F_r + C_{mp}) \cdot t}{k_1} + \frac{(F_r + C_{mp} + V_{oy} k_1) \cdot m}{k_1^2} \quad (7)$$

З рівняння (4) можна знайти силу різання F_r за різних умов процесу. У той же час, існують також великі труднощі при проведенні експериментів, в тому числі необхідність визначити відстань занурення лопаті в часі, тобто зрозуміти функціональну залежність $y=f(t)$, що можна зробити за наявними технічними означає, але це дуже важко. Необхідно використовувати спеціальну вимірювальну систему, яка може фіксувати кінематику руху леза в напрямку товщини зразка. Це значно ускладнить конструкцію експериментальної установки.

Спростимо метод дослідження - визначимо силу різання F_r . Скористаємося рівнянням (4). Розрізняючи це, ми маємо:

$$\frac{dy(t)}{dt} = \frac{(F_r + C_{mp} + V_{oy} \cdot k_1) \cdot e^{-\frac{k_1 \cdot t}{m}}}{k_1^2} - \frac{F_r + C_{mp}}{k_1} \quad (8)$$

З рівняння (5) знайдемо зусилля різання:

$$F_r = \frac{k_1 \frac{dy(t)}{dt} - e^{-\frac{k_1 \cdot t}{m}} (C_{mp} + V_{oy} k_1) + C_{mp}}{e^{-\frac{k_1 \cdot t}{m}} - 1} \quad (9)$$

де dy/dt є швидкістю руху леза.

Її визначимо на початку і в кінці різання зразка за допомогою рівнянь:

$$V_{oy} = V_{ex} = R \sqrt{2 \frac{\sum P_i r_i}{J} (1 - \cos \alpha)}, \quad (10)$$

$$\frac{dy(t)}{dt} = V_{eux} = R \sqrt{2 \frac{\sum P_i r_i}{J} (1 - \cos(\beta + (\alpha - \beta_{emp})))}. \quad (11)$$

Приймаємо, що швидкість руху леза змінюється по лінійній залежності (рис. 4.4).

Знаючи кути відхилення коромисла α і β , розрахунковим шляхом визначимо швидкість руху леза у декількох проміжних точках.

Знаючи швидкість леза і час його руху в продукті, знайдемо:

$$t = \frac{y}{\frac{dy}{dt}}, \text{ с.} \quad (12)$$

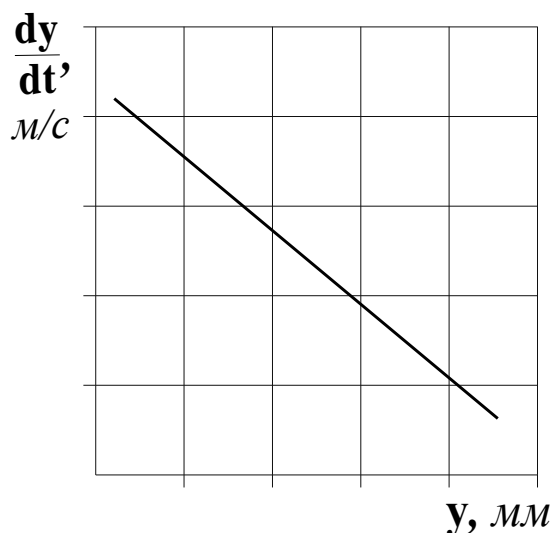


Рис. 4.4 Лінійна залежність швидкості леза від глибини врізання в продукт.

Для визначення сили різання в рівнянні (6) відсутні коефіцієнти C і k_1 . Їх можна знайти за допомогою методу [8]. Для цього необхідно провести експериментальні дослідження для визначення напружень тертя, з яких можна отримати залежність коефіцієнтів C і k_1 від властивостей матеріалу та умов процесу різання.

Для порівняння характеристик виробів і розрахунку ріжучого обладнання використовуємо питому силу різання, яка показує відношення сили різання до довжини ріжучого дроту h (рис. 4.1). Відповідно до отриманої математичної моделі питома сила різання становить:

$$F_r^{num} = \frac{F_r}{h} = \frac{k_1 \frac{dy(t)}{dt} - e^{-\frac{k_1 \cdot t}{m}} (C_{mp} + V_{oy} k_1) + C_{mp}}{e^{-\frac{k_1 \cdot t}{m}} - 1} \cdot \frac{1}{h}, \quad (13)$$

де h - довжина лінії різання, м.

Отриману модель використовуємо для визначення сил різання на створеній експериментальній установці (рис. 4.1). Змінюючи початкову швидкість леза на вході в продукт і підставляючи всі необхідні значення в отримане рівняння (13), отримуємо залежність ряду сил різання від початкової швидкості V_{oy} леза, конструкції і механічних властивості матеріалу та продукту проти поверхні леза тертя між ними. Аналізуючи отримані результати, визначимо швидкість пластини, яка забезпечує мінімальне зусилля різання.

4.1.2 Моделювання руху леза без врахування сили тертя

Початкове рівняння зміниться, тому що ми не враховуємо силу тертя:

$$F_p + P_i = 0. \quad (14)$$

При врізанні леза в продукт виникає зусилля інерції P_i , яка діє на лезо і має напрям, протилежний напрямку прискорення леза.

$$P_i = ma = m \frac{d^2 y(t)}{dt^2}, \quad (15)$$

де m - приведена до леза маса рухомої частини установки (рис. 4.3);

a - прискорення (або сповільнення) леза при переміщенні його в продукт.

Розкриваючи члени рівняння, отримуємо диференціальне рівняння його руху при зануренні в продукт:

$$m \cdot \left(\frac{d^2}{dt^2} y(t) \right) + F_r = 0 \quad (16)$$

Використавши методи символної математики „Maple” [8, 9, 17], отримаємо розв’язок рівняння (2) у загальному вигляді

$$y(t) = -\frac{1}{2} \cdot \frac{F_r t^2}{m} + C_1 + C_2 \quad (17)$$

Враховуючи початкові умови, коли при часі $t=0$ глибина занурення леза в продукт $y=0$, а швидкість його руху $dy/dt = V_{oy}$, маємо:

$$y(t) = -\frac{1}{2} \cdot \frac{F_r t^2}{m} + V_{oy} t \quad (18)$$

З рівняння (14) можна знайти зусилля різання F_r для різних умов проведення процесу. Спростимо методику проведення дослідження - визначення зусилля різання F_r . Використаємо рівняння (14). Продиференціювавши його, маємо:

$$\frac{dy(t)}{dt} = -\frac{F_r t}{m} + V_{oy} \quad (19)$$

З рівняння (15) знайдемо зусилля різання:

$$F_r = \frac{m \cdot \left(\frac{d}{dt} y(t) - V_{oy} \right)}{t} \quad (20)$$

де dy/dt є швидкістю руху леза.

Отриману модель використовуємо для визначення зусилля різання за допомогою створеної експериментальної установки (рис. 4.1).

4.1.3 Висновки що до результатів моделювання:

Було проведено математичне моделювання руху леза в шарі продукту під час різання. В результаті отримано математичну модель, яка визначає сили різання в залежності від швидкості руху леза в шарі виробу під час різання та структурно-механічних властивостей виробу.

Математична модель дозволила вивчити та задати параметри процесу різання з метою його вдосконалення, при цьому істотно знизивши витрати на виконання фізичних експериментів.

Використовуючи створену в роботі експериментальну установку та відповідну до неї методику дослідження, застосовано модель для визначення сил розрізання рослинної сировини.

4.2. Експериментальні дослідження процесу різання

Результати досліджень

Результати моделювання використовуються для визначення вірогідних моделей нарізання продуктів. Питома сила різання визначається за формулою (13). Результати були встановлені при швидкості ножа 1-10 м/с, як показано на рис. 4.5

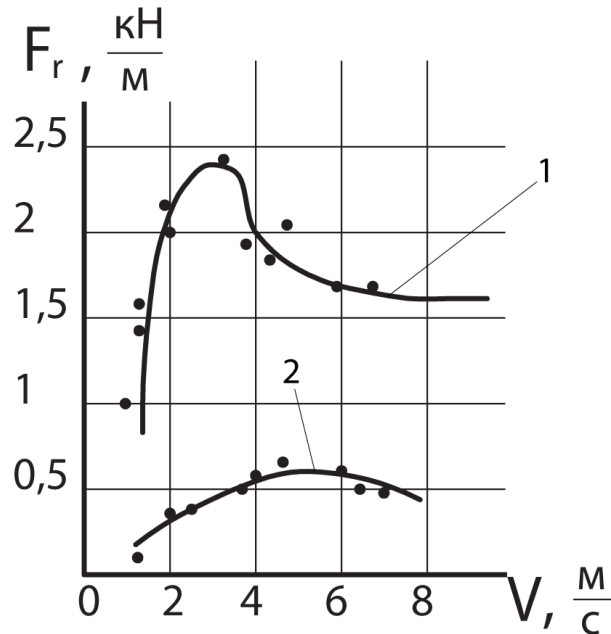


Рис. 4.5 Залежність зусилля різання листя (2) і стебел (1) м'яти від швидкості різання

Зі збільшенням швидкості ножа сила різання для більшості продуктів збільшується, а потім зменшується. Зниження сили відбувається за рахунок зменшення деформації виробу під ріжучою кромкою на високих швидкостях. Це характерно для всіх пружнопластичних виробів.

Інші дослідники набули подібних залежностей від ряду продуктів харчування: хліба, твердого сиру, немороженого м'яса, буряка (рис. 4.6). Для цих виробів сили різання зменшуються при швидкостях понад 4-6 м/с. Усі ці продукти мають схожі реологічні властивості та є пружно-в'язкопластичними. Відомо також, що стебло і листкова маса рослин виявляють пружно-в'язкопластичні властивості. Це могло б пояснити подібність отриманих нами результатів.

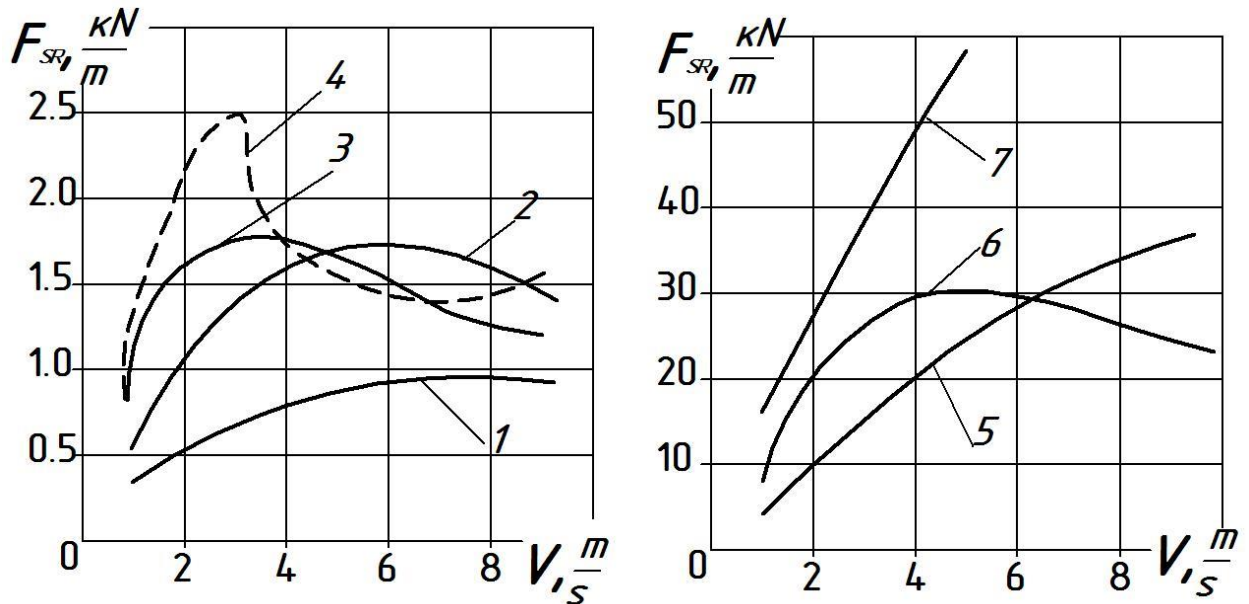


Рис. 4.6 Залежність питомої сили різання від швидкості леза в продукті:

1 - м'якуш гарячого хліба, 2 - м'якуш хліба після охолодження; 3 - сир твердий; 4 - стебла м'яти; 5 - скоринка хліба; 6, 7 - м'ясо (свинина) при температурі 5 °С і -5 °С.

Тому ми рекомендуємо переконатися, що швидкість ножа в машинах для нарізання м'яти та іншої рослинної сировини перевищує 4 м/с. При цьому зменшуються енерговитрати, деформація виробів, крихкість.

Результати досліджень процесу різання листя м'яти

Таблиця 4.2.3

Результати досліджень різання листя м'яти

Час год	α	$V_{вх}$	β_1	β_2	β_3	$\beta_{ср}$	$V_{вих}$	A,	A-	A _{пит} ,
	град	м/с	град	град	град	град	м/с	Дж	А _{втр} , Дж	Дж/м ²
	10	0,51	0	0	0	0	0,03	0,048	0,0432	184,65
	20	1,02	0,5	0,5	0,5	0,5	0,07	0,190	0,1806	771,75
	30	1,51	18	18	18	18	1,30	0,268	0,2408	1029,14
	40	2	31	31	31	31	2,17	0,287	0,2521	1077,44
	50	2,47	41,0	41,5	42,0	41,5	2,88	0,335	0,2720	1162,51
	60	2,92	51,5	50,5	51	51	3,51	0,407	0,3132	1338,51
	70	3,35	61,5	61	60,5	61	4,17	0,450	0,2965	1266,93
	80	3,76	70,5	70,5	70,5	70,5	4,76	0,505	0,2896	1237,49
	90	4,13	80,0	79,5	79,0	79,5	5,27	0,574	0,3271	1397,78
	100	4,48	89,0	90,0	89,5	89,5	5,78	0,575	0,3022	1291,62
	110	4,79	97	97	96	97	6,20	0,694	0,3250	1388,77

Час год	α	$V_{\text{вх}}$	β_1	β_2	β_3	$\beta_{\text{ср}}$	$V_{\text{вих}}$	A,	A-	Aпит,
	град	м/с	град	град	град	град	м/с	Дж	А- Дж	Дж/м ²
	10	0,51	3,5	3,5	3,5	3,5	0,27	0,042	0,0373	159,53
	20	1,02	14	14	14	14	0,99	0,096	0,0871	372,33
	30	1,51	24,5	24,5	24,5	24,5	1,74	0,138	0,1113	475,84
	40	2	35	35	35	35	2,43	0,167	0,1323	565,59
	50	2,47	45	45	45	45	3,11	0,203	0,1402	599,02
	60	2,92	54,5	54,0	55,0	54,5	3,72	0,254	0,1600	683,85
	70	3,35	64	64	64	64	4,34	0,304	0,1501	641,56
	80	3,76	72,5	73,5	73	73	4,90	0,374	0,1590	679,46
	90	4,13	82,5	82	83	82,5	5,42	0,411	0,1641	701,31
100	4,48	92,5	91,5	92	92	5,89	0,437	0,1647	703,95	
110	4,79	99,5	99,5	99,5	99,5	6,31	0,558	0,1889	807,07	

Позначення в таблиці 4.2.3:

$V_{\text{вх}}$ - початкова швидкість леза, м/с;

α - кут підйому коромисла, град;

$V_{\text{вих}}$ - швидкість леза на виході із продукту в залежності від часу його витримування перед нарізанням, м/с;

β - кут підйому маятника після виконаної роботи, град.

$A_{\text{пит}}$ - питома робота різання, Дж/м²;

A - загальна робота різання, враховуючи втрати, Дж;

Таблиця 4.2.4

Час різання дослідного зразка

№	$V_{\text{вх}}$, м/с	t,сек
1	0,51	0,0722
2	1,02	0,0233
3	1,51	0,0140
4	2	0,0103
5	2,47	0,0082
6	2,92	0,0069
7	3,35	0,0059
8	3,76	0,0052
9	4,13	0,0047
10	4,48	0,0044
11	4,79	0,0041

Позначення в таблиці 4.2.4

t - час різання дослідного зразка, сек; $V_{\text{вх}}$ - початкова швидкість леза, м/с.

Вплив швидкості леза на питоме зусилля різання листя м'яти

№	$V_{\text{вх}}$, м/с	$F_r^{i\delta}$, кН/м
1	0,51	0,27
2	1,02	0,65
3	1,51	0,78
4	2	0,92
5	2,47	1,05
6	2,92	1,17
7	3,35	1,10
8	3,76	1,18
9	4,13	1,12
10	4,48	1,08
11	4,79	1,16

Позначення в таблиці Е.4.2.5

$F_r^{i\delta}$ - зусилля різання, кН/м; $V_{\text{вх}}$ - початкова швидкість леза, м/с.

Результати досліджень процесу різання стебел м'яти

Таблиця 4.2.6

Результати досліджень різання стебел м'яти

№	$V_{\text{вх}}$, м/с	t,сек
1	0,51	0,00323
2	1,02	0,00185
3	1,51	0,00110
4	2	0,00080
5	2,47	0,00063
6	2,92	0,00053
7	3,35	0,00046
8	3,76	0,00041
9	4,13	0,00037
10	4,48	0,00034
11	4,79	0,00032

$V_{\text{вх}}$ - початкова швидкість леза, м/с; t - час різання дослідного зразка, сек;

Таблиця 4.2.7

Вплив швидкості леза і часу на зусилля різання стебел м'яти

№	$V_{\text{вх}}$, м/с	$F_{\partial\zeta}$, кН/м
1	0,51	2,42
2	1,02	5,82
3	1,51	7,02
4	2	8,29
5	2,47	9,46
6	2,92	10,50
7	3,35	9,91
8	3,76	10,66
9	4,13	10,10
10	4,48	9,75
11	4,79	10,44

$V_{\text{вх}}$ - початкова швидкість леза, м/с; $F_{\partial\zeta}$ - зусилля різання, кН/м.

Таблиця 4.2.8

Вплив швидкості леза на питоме зусилля різання стебел м'яти

№	$V_{\text{вх}},$ м/с	$F_{\delta}^{i\delta},$ кН/м
1	0,51	1,29
2	1,02	9,31
3	1,51	11,81
4	2	14,40
5	2,47	14,97
6	2,92	16,61
7	3,35	18,25
8	3,76	21,59
9	4,13	20,43
10	4,48	23,95
11	4,79	23,26

$F_{\delta}^{i\delta}$ - зусилля різання, кН/м; $V_{\text{вх}}$ - початкова швидкість леза, м/с.

5. Сутність удосконалення. Опис конструкції та принцип роботи обладнання

5.1. Побудова та принцип роботи обладнання: «Ножовий млин РМ 120»

Ножовий млин РМ 120 розроблений спеціально для подрібнення полімерів і рослинних матеріалів. Ці машини використовуються для проміжного та тонкого подрібнення: сировина має розмір стружки 50 мм, а подрібнена стружка може бути лише 0,5 мм.

Точила для ножів використовуються в різних галузях промисловості: хімічній, полімерній, харчовій, фармацевтичній, парфумерній та ін. Ножеві подрібнювачі ідеально підходять для тонкого подрібнення таких матеріалів: листя, стебла і коріння рослин, а також відходи виробництва полімерів.

Параметри	модель	
	РМ 120	РМ 250
Завантажувальний вікно, мм	80×60	270×250
Розміри ротора, мм	80×120	250×250
Крупність продукту, мм	0,5-15	1,5-40
Потужність електродвигуна, кВт	1,5/1,1	7,5
Напруга живлення, 50 Гц, В	220/380	380
Габаритні розміри, мм	500×550×1210	1380×610×1510
Маса, кг	45	450
матеріал ножів	Легована конструктивна сталь 40Х	Інструментальна сталь 9ХС

Ножовий млин РМ 120 найкраще підходить для подрібнення невеликої кількості матеріалу.

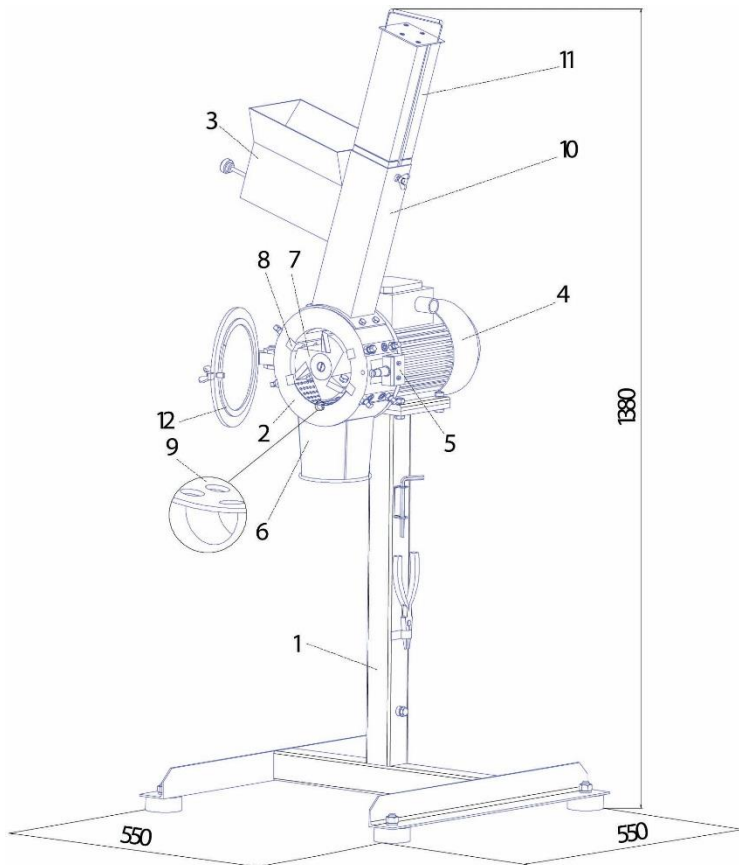
- У камеру можна подавати сипучий або волокнистий матеріал;
- Оснащений плунжером для штовхання матеріалу в камеру подрібнення;
- Можливість закріпити поліетиленові пакети для збору товару;
- Оснащений пультом управління;

- Можливість поставки РМ 120 з опорним столом.

Конструкція.

До складу пристрою входять: основа, корпус і двигун. Двигун встановлений на підставі, а циліндр закріплений на фланці двигуна. У верхній частині кожуха, над завантажувальним вікном, розташовувалася живильна лійка. Він складається з вертикального каналу з плунжером і горизонтальної ємності, розташованої у верхній частині лійки. Нижня частина короба обладнана розвантажувальною решіткою.

Камера подрібнення, утворена внутрішньою поверхнею корпусу і фланцем двигуна, закрита передньою кришкою. У середині камери подрібнення знаходиться ротор і сім ножів: чотири закріплені в корпусі і три на роторі.



- 1- основа;
- 2- корпус;
- 3- завантажувальне вікно;
- 4- електродвигун;
- 5- пульт керування;
- 6- розвантажувальний патрубок,
- 7- рухомий ніж;
- 8- нерухомий ніж;
- 9- сито;
- 10- плунжер;
- 11- штовхач,
- 12- кришка.

Рис. 5.1.1 Ножовий млин РМ 120

Принцип дії.

Млин РМ 120 працює в безперервному режимі, тобто продуктивністю є кількість матеріалу, що проходить через розвантажувальну решітку за одиницю часу.

В процесі роботи ми подрібнюємо матеріал, що надходить в камеру подрібнення через живильник (4). Стирання (різання) матеріалу відбувається, коли частинки потрапляють між лопатями ротора та корпусом. Частинки матеріалу піддаються деформуючим зусиллям зсуву, подібним до того, що відбувається при різанні ножицями або гільйотинним ножем.

Один оберт ротора забезпечує дванадцять циклів шліфування. Існує два основних режими роботи: закрита і відкрита камера подрібнення. У першому режимі подрібнений матеріал (зазвичай довгі волокна або шматки) штовхається поршнем через вертикальний канал живильної воронки, при цьому нижній кінець плунжера перекриває поперечний переріз каналу. Другий спосіб полягає в тому, що плунжер закріплюють стопорним гвинтом на верхній частині вертикального каналу живильної лійки і завантажують матеріал через горизонтальний жолоб за допомогою штовхача. Матеріал потрапляє в порожнину дроблення ротора. Матеріал, який не потрапляє в камеру подрібнення, викидається в крапельну лійку (якщо камера подрібнення не закрита). Таким чином, у вертикальному каналі лійки, обмеженому зверху плунжером, утворюється «киплячий» шар матеріалу.

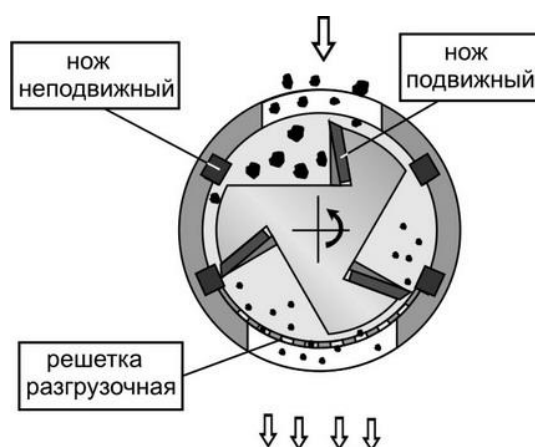


Рис. 5.1.2 Схема подрібнення матеріалу в камері подрібнення

Для зменшення цього ефекту необхідно періодично припиняти завантаження і, не вимикаючи дробарку, штовхати плунжером «киплячий» шар

матеріалу в камеру подрібнення. Подрібнений матеріал проходить через отвори розвантажувальних решіток, а товщина подрібненого продукту визначається розміром і формою отворів розвантажувальних решіток. Агрегат подачі рослинної сировини на ножовий цех рекомендується замінити. Ця заміна є покращенням пристрою. Суть цього вдосконалення полягає в покращенні та спрощенні функції подачі сировини для подрібнення та підвищенні ефективності виробництва.

До вузла подачі підключений стрічковий конвеєр, на якому знаходиться пристрій для направлення рослинного матеріалу. Крім того, в бункері роторно-ножової машини встановлений валик, який притискає сировину до рослин.

Це робиться для того, щоб рослинний матеріал (листя та стебла рослин) безперешкодно та без спеціального втручання людини (через м'язову силу, що штовхає рослинний матеріал у процес різання) надходив у процес з певною швидкістю подачі.

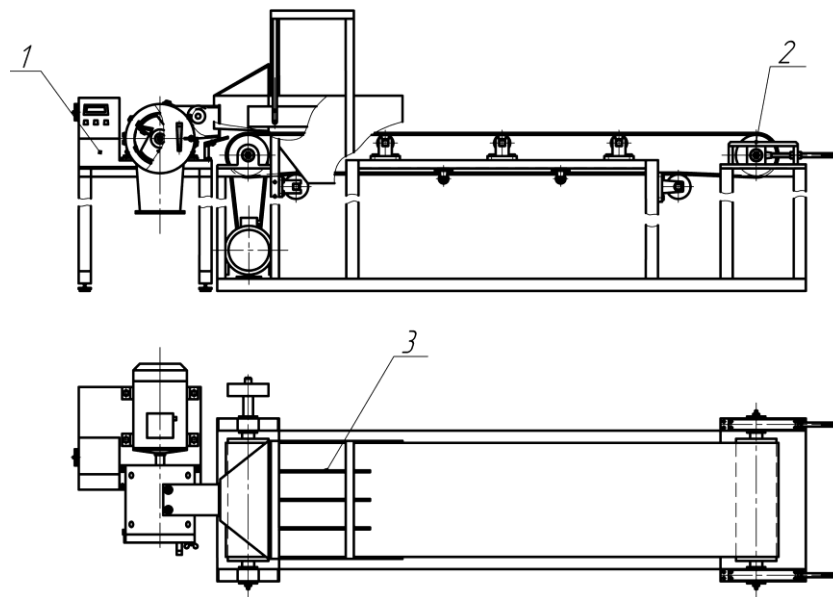


Рис. 5.1.3 Удосконалене обладнання, зміна звичайного живильника на запропонований: 1- роторний млин; 2- стрічковий конвеєр; 3- вузол для направлення рослинної сировини.

Це вдосконалення дозволяє цілеспрямовано подрібнювати продукт.

До вдосконалення продукти рослинного походження (листя, стебла, коріння) завантажувалися в бункер і рухалися вниз, а іноді щільні продукти застрягали в бункері і їх доводилося проштовхувати, створюючи незручності. Щоб усунути незручності, Було запропоновано використовувати це

вдосконалення стрічкового конвеєра. Механічна подача не тільки підвищує продуктивність, але й запобігає застою продукції при високій щільності.

Але у такого удосконалення є свої недоліки, а саме збільшення габаритних розмірів з конвеєром та витрати електроенергії. Та недоліки не суттєві якщо для виробництва потрібно продуктивність та якість продукції.

5.2. Підбір конструкційних матеріалів

Вибір матеріалів, що використовуються при виготовленні роторних ножових млинів (PM120) в харчовому машинобудуванні, визначається наступними основними факторами:

- допускається контакт з їжею;
- економічна вигода застосування;
- Вимоги до надійності та довговічності обладнання;

При проектуванні машин і обладнання для харчової інженерії рішенням цих завдань є використання конструкційних матеріалів, дозволених для контакту з харчовими продуктами, використання найдешевших матеріалів, які відповідають вимогам конструкції, а також комбінування конструкційних матеріалів попарно для забезпечення якомога меншого тертя. по можливості зношеної поверхні.

Довговічність обладнання в основному залежить від зносостійкості деталей, тому одним із основних шляхів підвищення ресурсу та надійності обладнання є підвищення зносостійкості поверхонь тертя деталей. У міру зношування деталей збільшується зазор між парами тертя, порушується нормальна робота обладнання, виникають вібраційні та ударні дії на поверхні деталей.

Відмови деталей через знос призводять до простою обладнання, порушуючи ритми виробництва.

При цьому особливе значення має надійність обладнання, оскільки від роботи ПМ залежить продуктивність всієї технологічної лінії. Крім того, якщо

зносостійкість обладнання недостатньо висока, частки зношеного металу можуть потрапити в кінцевий продукт.

Певні частини подрібнювача ножів (наприклад, ножі, ротори, що утримують ножі, сітки) постійно контактують з їжею.

Підбір конструкційних матеріалів для виготовлення пристроїв ПМ базується на використанні матеріалів, що забезпечують максимальну довговічність, з урахуванням корозійного впливу робочого середовища та економічної доцільності їх застосування.

5.3. Розрахунок обладнання

7.1. Розрахунок параметрів ротора.

Частота обертання ротора:

$$n = \frac{\sigma}{D_{cp} \rho \sqrt{P_{\rho}}} = \frac{48}{0,2 \cdot 2,15 \cdot \sqrt{35}} = 18,87 \frac{\text{об}}{\text{сек}} \approx 1100 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

P_{ρ} - продуктивність ножової дробарки від 1 до 50 кг/год, ($P_{\rho} = 35 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$);

$\sigma = 48 \frac{\text{МН}}{\text{м}^2}$ - границя міцності на розтяг;

$\rho = 2,15 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ - густина;

$D_{ср.к.} = 0,2\text{м}$ - середній розмір шматків, що завантажують;

Діаметр ротора:

$$D_p = \sqrt[3]{\frac{P_{\rho}}{6n}} = \sqrt[3]{\frac{35}{6 \cdot 1100}} = 0,174\text{м}$$

Приймаємо діаметр ротора $D_p = 0,12\text{м}$

Довжина ротора:

$$L_p = (0,8 \dots 1,2) \cdot D_p = 1,0 \cdot 0,12 = 0,12\text{м}$$

7.2. Розрахунок ножа

Довжина ножа:

$$L_M = (0,4 \dots 0,5) \cdot \frac{D_p}{2} = 0,4 \cdot \frac{0,12}{2} = 0,024 \text{ м} = 24 \text{ мм}$$

Приймаємо $L_M = 25 \text{ мм}$

Час одного оберту ротора:

$$T = \frac{60}{n} = \frac{60}{18,9 \cdot 60} = 0,05 \text{ сек}$$

Час перетинання потоку подрібнюваного матеріалу ножами:

$$T_1 = \frac{T}{k} = \frac{0,05}{3} = 0,016 \text{ сек}$$

Де k - це кількість ножів = 3

Необхідна швидкість потоку подрібнюваного матеріалу перед зоною обертового ротора для проникнення в зону ротора:

$$\omega_{\min} = \frac{C_{\min}}{T_1} = \frac{0,06}{0,016} = 3,75 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$$

$$\omega_{\max} = \frac{C_{\max}}{T_1} = \frac{0,07}{0,016} = 4,38 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$$

Висота, з якої повинен подаватися дробильний матеріал при вертикальному завантаженні дробарки вільним падінням:

$$H_{\max} = \frac{\omega_{\max}^2}{2g} = \frac{4,38^2}{2 \cdot 9,81} = 0,98 \text{ м}$$

$$H_{\min} = \frac{\omega_{\min}^2}{2g} = \frac{3,75^2}{2 \cdot 9,81} = 0,72 \text{ м}$$

7.3 Траєкторія леза ножа апарату для подрібнення шару матеріалу

Аналіз схеми циліндричного ріжучого апарату в площині, перпендикулярній до площини різання, зводиться до розгляду таких його параметрів, як товщина h розрізаючого шару, висота a розташування вала барабана над ріжучою пластиною, діаметр барабана D_0 у взаємозв'язку зі швидкостями v_{cl} подачі шару матеріалу і швидкості v_0 обертання барабана. Траєкторія ножів барабана відносно шару матеріалу з урахуванням одночасного обертання ножів навколо осі барабана з кутовою швидкістю і подачі на барабан шару маси, рівняння якої в нерухомих осях координат OX і OY буде:

$$x = v_{cl}t + \frac{D}{2} + \cos wt \quad y = \frac{D}{2}(1 - \cos wt)$$

Де t — час, за який барабан повертається на кут wt .

Прийнято вважати, що не шар маси рухається поступально на барабан, а барабан на нерухомий шар зі швидкістю.

При побудові послідовних положень ножа (рис. 6,1) співвідношення швидкостей v_0 і v_{cl} прийнято близьким до одиниці. Відстані між будь-якими однорідними точками суміжних відрізків рівні між собою.

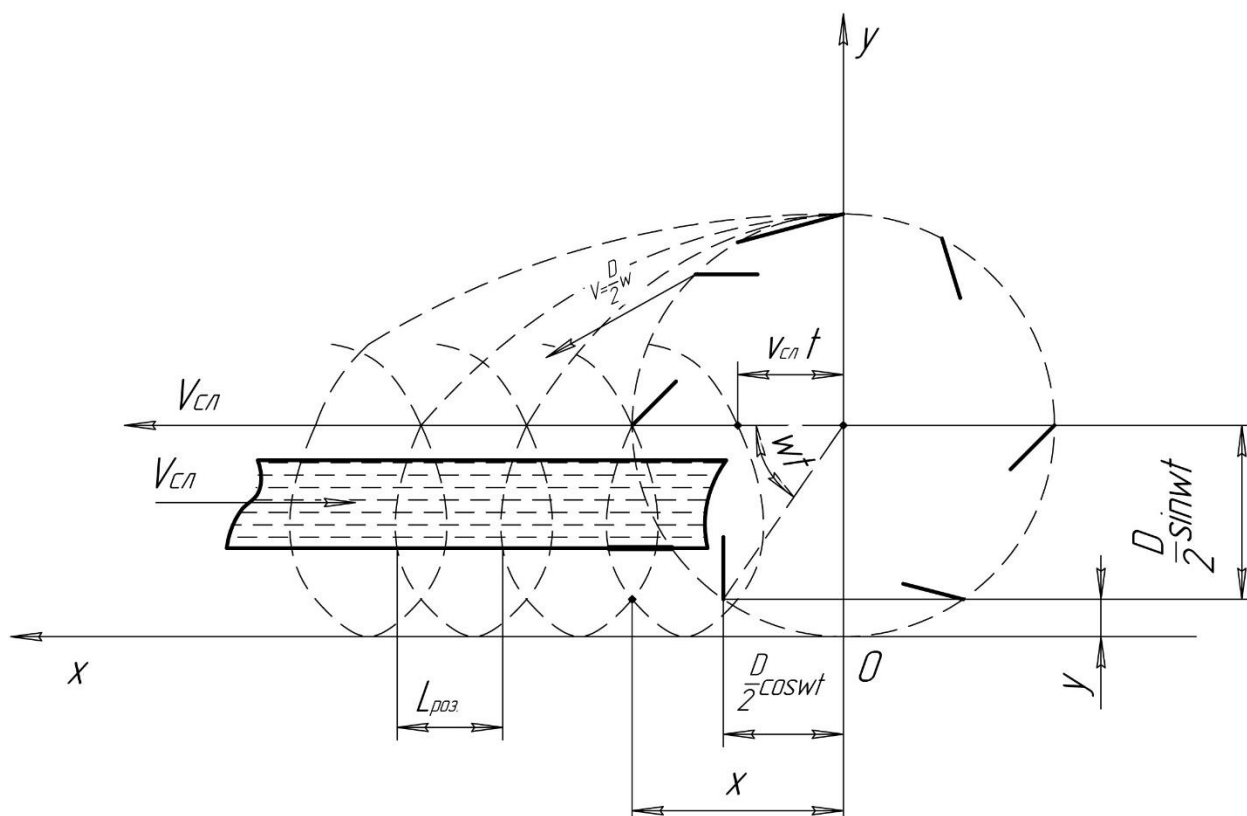


Рис. 7,1 Траєкторія лез ножів барабана відносно перерізів шару матеріалу

$L_{роз}$ - є розрахунковою довжиною різання. Цю довжину можна визначити :

$$L_{роз} = X_b - X$$

Центральний кут між ножами:

$$\theta = \frac{2\pi}{z} = \frac{2 \cdot 3.14}{3} = 2.09с^\circ$$

z — кількість ножів на барабанні.

З рівняння (1) виводимо:

$$\sin \omega t = \frac{R - y}{R}$$

де $R=D/2$;

Тоді:

$$\cos \omega t = \sqrt{1 - \left(\frac{R - y}{R}\right)^2}$$

Підставивши значення $\cos \omega t$ в рівняння, отримаємо:

$$x = v_{cl}t + R\sqrt{1 - \left(\frac{R - y}{R}\right)^2}$$

Ніж в шарі матеріалу уповільнює рух на час Δt , для повороту барабана на кут θ .

$$\Delta t = \frac{\theta}{\omega_{cp}}$$

Де
$$\omega_{cp} = \frac{\omega_{max} + \omega_{min}}{2} = \frac{3.75 + 4.38}{2} = 4.07 \text{ м/с}$$

Так як час змінився, то:

$$x' = v_{cl}(t + \Delta t) + R\sqrt{1 - \left(\frac{R - y}{R}\right)^2}$$

Підставивши значення Δt и враховуючи $y'=y$ то:

$$L_{\text{роз}} = x_b - x = v_{\text{кл}} \left(t + \frac{\theta}{\omega} \right) + R \sqrt{1 - \left(\frac{R-y}{R} \right)^2} - v_{\text{кл}} t - R \sqrt{1 - \left(\frac{R-y}{R} \right)^2}$$

Тоді:

$$L_{\text{роз}} = v_{\text{кл}} \frac{\theta}{\omega} = 2 \cdot \frac{2.09}{4.07} = 1.02$$

7.4 Технологічний розрахунок

Приймаючи початкову швидкість руху частинки рівну нулю, визначаємо колову швидкість ножа:

$$v_{\text{min}} = \frac{P \cdot \tau}{m} = \frac{300 \cdot 1 \cdot 10^{-5}}{4.2 \cdot 10^{-5}} = 71 \text{ м/с}$$

де

m- маса частинки матеріалу ($m=4,2 \cdot 10^{-5}$ кг);

τ - тривалість різання ($\tau=1,0 \cdot 10^{-5}$ с);

P- сила опору руйнування ($P= 300$ Н);

Визначаємо кутову швидкість ножа:

$$\omega = \frac{v_{\text{min}}}{R_m} = \frac{71}{0.043} = 1651.2 \text{ рад/с}$$

$$R_m = l + 0.025 = 1.82 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

l- відстань від кінця ножа до осі його кріплення

$$l=c+0,5b=5,66 \cdot 10^{-3}+0,5 \cdot 0,025=1,82 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$c = \frac{a^2 + b^2}{6a} = \frac{0.025^2 + 0.015^2}{6 \cdot 0.025} = 5.66 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

a- довжина ножа ($a=0,025$ м); b- ширина ножа ($b=0,015$ м);

прийmemo кутову швидкість $\omega=1800$ рад/с.

Маса ножа виготовленого зі сталі, густина якого $\rho=7850$ кг/м³:

$$m_M = a \cdot b \cdot \delta \cdot \rho = 0.25 \cdot 0.15 \cdot 0.01 \cdot 7850 = 0.029 \text{ кг}$$

δ - товщина ножа ($\delta=10$ мм)

Радіус кола розміщеного центрів вала ножів:

$$R_c = R + c = 0.25 + 0.00566 = 0.031 \text{ м}$$

Відцентрова сила інерції ножів:

$$P_i = m_M \cdot \omega^2 \cdot R_c = 0.029 \cdot 1800 \cdot 0.031 = 2912.7 \text{ Н}$$

Діаметр осі підвісу ножа при допустимому напруженні на згин $[\sigma]=100 \text{ НН/м}^2$:

$$d = 1.36 \sqrt[3]{\frac{P_i \cdot \delta}{\sigma}} = 1.36 \sqrt[3]{\frac{2912.7 \cdot 0.01}{100 \cdot 10^5}} = 0.019 \text{ м}$$

У відповідності з рядом нормальних мінімальних розмірів приймаємо $d = 0,02 \text{ м}$

Діаметр вала в небезпечному перерізі біля шківів:

$$d_g = 0.0052 \sqrt[3]{\frac{N}{w}} = 1.36 \sqrt[3]{\frac{15}{100}} = 0.0028 \text{ м}$$

Враховуючи послаблення вала шпонковим пазом приймаємо $d_b = 0,02 \text{ м}$.
Враховуючи наступне чотирих разове збільшення діаметра вала знаходимо його кінцевий діаметр:

$$d_{кін} = 1.2^n \cdot d_g = 1,2^4 \cdot 0,02 = 0.0415 \text{ м}$$

В результаті приймаємо $d = 0,045$;

Продуктивність ножового млина:

$$G = 3600 \cdot k_1 \cdot D_d^2 \cdot L_p \cdot \rho \cdot n$$

Де k_1 – коеф. що враховує фізичні властивості матеріалу

$$k_1 = (1.3 - 1.4) 10^{-4}$$

D_d - діаметр диска

$$D_d = 2 \cdot \pi \cdot R_d = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,0322 = 0,2 \text{ м}$$

R_d - зовні. радіус

$$R_d = R + 0,5\delta + h_{\min} = 0,025 + 0,5 \cdot 0,01 + 0,0022 = 0,0322 \text{ м}$$

h_{\min} - мінімальний розмір перемички

$$h_{\min} = \frac{0,5 \cdot P_i}{\delta \cdot \sigma_3} = \frac{0,5 \cdot 2912,7}{0,01 \cdot 65 \cdot 10^6} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\sigma_3 = 65 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$$

L_p - довжина ротора= 0,12 м

$n=18,87$ об/с - частота обертання ротора.

$$G = 3600 \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,2^2 \cdot 0,12 \cdot 7850 \cdot 18,87 = 3839 \text{ кг/с}$$

Потужність електродвигуна приводу ножового млина:

$$N = 9 \cdot D_d^2 \cdot L_p \cdot n = 9 \cdot 0,2^2 \cdot 0,12 \cdot 18,87 = 0,85 \text{ кВт}$$

5.5. Правила монтажу, експлуатації та ремонту

1. Монтаж

Перед початком роботи слід уважно вивчити особливості роботи ножової дробарки.

Млин повинен працювати в сухому, опалювальному, вентилярованому приміщенні.

Існує два основних варіанти доставки млина: місце доставки та збірка. У транспортному положенні млин розібраний на складові частини.

Після того, як обладнання прибуде на місце, його необхідно розпакувати та перевірити комплектність за накладною. Розкриваючи упаковку, необхідно враховувати всі інструкції на упаковці. Якщо машина знаходиться в коробці, будьте обережні, відкриваючи її, знімаючи нижню пластину. Також потрібно зняти плівку, так як вона може викликати вогкість.

Перед початком монтажу виконайте зовнішній огляд пристрою:

- кузов та інші металеві частини не повинні мати слідів ударів, відколів, іржі, бруду, задирок або тріщин;
- клема захисного заземлення і вилка шнура живлення повинні бути доступними і чистими;;
- в шахті живильної воронки і камері дроблення не повинно бути посторонніх предметів.

Якщо точило RM 120 не буде використовуватися відразу, його слід зберігати в захищеному місці, але в той же час не можна зберігати там, де змінюються кліматичні умови.

Машина встановлюється на «чисту» підлогу, фундамент не потрібен. Калібрування здійснюється за допомогою гвинтових ніжок на регульовальному рівні за допомогою високоточного монтажного рівня.

Для переведення верстата з транспортного положення в робоче (зіbrane) положення необхідно прикрутити кронштейн до основи, для цього закручують два кріпильних гвинти, а двигун кріплять до кронштейна чотирма гвинтами.

Порядок підготовки млинової роботи:

а) Встановити млин у місці постійної експлуатації, попередньо забезпечивши рівність майданчика. Млин повинен стояти на чотирьох рамних амортизаторах і перебувати у вентиляційній зоні;

б) Заземлити млин оголеним мідним дротом з поперечним перерізом не менше 1,5 мм;

в) закріпіть панель керування або вимикач живлення в місці, зручному для керування роботою млина, та встановіть електрообладнання відповідно до електричної схеми;

д) Подайте живлення на млин на короткий час і перевірте, чи правильний напрямок обертання двигуна. Двигун повинен обертатися за годинниковою стрілкою;

д) Перевірте роботу блокування, запустивши двигун і відкривши кришку, поки не спрацює кінцевий вимикач. При цьому двигун необхідно зупинити. Закриття кришки не повинно викликати запуск двигуна. Він має

запускатися лише після натискання кнопки запуску на панелі керування чи іншому завантажувальному пристрої.

Перший пуск проводиться в режимі 50% максимального навантаження. Після перевірки роботи всіх механізмів і систем управління запускають обладнання на повну потужність, одночасно змінюючи робочі параметри продуктивності автомата. , технологічний режим і приводи інших механізмів.

Технічне обслуговування обладнання здійснюється згідно з планом технічного обслуговування, складеним на кожний плановий рік.

2. Експлуатація

Дозвольте персоналу, навченому техніці безпеки, працювати з обладнанням.

Машину повинен обслуговувати персонал, який пройшов спеціальну підготовку з технічного використання та експлуатації.

Установка обладнання і захист від неполадок.

1) Коли робоча машина потребує технічного обслуговування або усунення несправностей, дозволяється запускати машину вручну або запускати машину за допомогою вимикача з ключем.

2) Якщо ключ-перемикач знаходиться поза зоною досяжності обслуговуючого персоналу, необхідно призначити спеціальну особу для обслуговування машини у фіксованому місці, звідки він зможе контролювати роботу та негайно зупинити машину. Особа не має права залишати своє постійне місце проживання під час роботи.

3) Завантажувати матеріал у виключене обладнання заборонено. При завантаженні необхідно стежити за тим, щоб всередину обладнання не потрапляли непотрібні частинки: металеві лусочки, каміння тощо. Внесення цих матеріалів у дробильну камеру може затупити або зламати ножі та спричинити несправність машини.

4) У разі заклинювання ножа необхідно негайно вимкнути живлення млина.

Очищення

Перед проведенням будь-яких робіт з технічного обслуговування та чищення преса його необхідно вимкнути головним вимикачем, щоб запобігти випадковому запуску машини.

Вказівки по запобіганню нещасних випадків

Машина оснащена всіма можливими сучасними засобами безпеки та захисту. Ця умова забезпечує безпечну роботу на верстаті. Професійне обслуговування машини робить роботу обладнання безпечною та надійною. Неналежне обслуговування машини може призвести до небезпечної експлуатації.

Відключення машини. Кнопка аварійного відключення знаходиться на панелі управління. Щоб повністю вимкнути живлення, вимкніть вимикач або внутрішній запобіжник і захистіть від випадкового ввімкнення.

Технічне обслуговування

№ п/п	Періодичність проведення	Перелік робіт
1	2	3
1	Перед початком зміни	Провести зовнішній огляд.
2	Один раз на тиждень	Перевірити заточку ножів, при необхідності - заточити ножі.
		Перевірити зазор між ножами, при необхідності - відрегулювати зазор.
		Перевірити справність блокування обладнання.
3	Через кожні 100 годин роботи	Перевірити затягування гвинтів кріплення, при необхідності підтягти кріплення.
4	Один раз на 6 місяців	Змастити підшипники електродвигуна мастилом Літол-24

Вказівки по запобіганню нещасних випадків

Перед початком роботи уважно вивчіть зміст операції. РМ 120 має ступінь захисту 01. Під час роботи обладнання повинно бути заземлене, а

кінцевий вимикач повинен бути включений. Відкрийте кришку камери подрібнення, щоб відключити живлення.

Персонал, який керує роботами на РМ 120, повинен мати кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче II.

Технічне обслуговування та ремонт РМ 120 можуть проводити особи, атестовані та мають сертифікати з електробезпеки. Роботи з технічного обслуговування обладнання можуть виконуватися персоналом не нижче III класу кваліфікації. Щоб уникнути ураження електричним струмом, огляд і технічне обслуговування слід проводити, коли обладнання відключено від електромережі.

Під час роботи млин розташовується у спеціально відведеному місці на твердій, міцній і рівній підлозі.

ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- Експлуатувати млин без захисного заземлення;
- Проводити ремонтні роботи без зняття напруги;
- Експлуатувати млин при вимкненій або несправній витяжній вентиляції;
- Включати млин з несправною або штучно замкнутим блокуванням;
- Відкривати кришку до повної зупинки ротора.

9. Охорона праці

Закон України про охорону праці

14 жовтня 1992 року Верховна Рада України прийняла Закон «Про охорону праці». Цей закон спрямований на забезпечення життя і здоров'я людей, соціальний захист людей, відшкодування шкоди, заподіяної здоров'ю, тощо до того, як промислова діяльність дасть будь-які результати.

Охорона праці в нашій державі здійснюється та регулюється постановами Ради Міністрів України, законодавчими актами: Конституцією України, Кодексом законів про працю, постановами Кабінету Міністрів України та Верховної Ради України, а також спеціальними правилами та положеннями.

Інструктаж

Усі підприємства, установи та організації незалежно від характеру і трудової діяльності, належності та форми власності.

Мета цього інструктажу – навчити працівників правильно і безпечно виконувати свої посадові обов'язки з увагою до себе та свого оточення.

Брифінги класифікуються за часом і характером:

- 1) Вступ - при прийомі на роботу;
- 2) Первинні - проводяться до початку роботи на підприємстві;
- 3) Регулярно - проводиться кожні 6 місяців або кожні 3 місяці;
- 4) Позаплановий - при аварії, заміні технічного обладнання або зміні технологічного процесу;
- 5) Цільовий - при виконанні одноразової роботи.

Відповідно до чинного законодавства керівники підприємств повинні забезпечити своєчасне та якісне ознайомлення працівників з прийомами і методами праці, ознайомлення їх з правилами поведінки в цехах і на території підприємства.

Заходи безпеки

Перед початком роботи уважно вивчіть зміст роботи обладнання..

1. Клас захисту RM 120 - 01. Під час роботи машина повинна бути відшліфована.
2. Персонал, який керує роботами на RM 120, повинен мати кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче II.
3. Технічне обслуговування та ремонт RM 120 можуть проводити особи, які атестовані з електробезпеки та мають сертифікат. Роботи з технічного обслуговування та ремонту млинів можуть перевіряти особи, які мають кваліфікацію не нижче III групи.
4. Щоб уникнути ураження електричним струмом, огляд і технічне обслуговування слід проводити на млині, відключеному від електромережі.
5. Підключення ПМ 120 до мережі здійснюється за допомогою справного електромонтажного обладнання (проводів, вилок і розеток)
6. Млин при роботі розташовується в спеціально відведеному місці на жорсткому, міцному горизонтальному підставі.
7. ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:
 - Експлуатувати млин без захисного заземлення;
 - Проводити ремонтні роботи без зняття напруги;
 - Експлуатувати млин при вимкненій або несправній витяжній вентиляції;
 - Відкривати кришку млини до повної зупинки ротора.

Мікроклімат

Для забезпечення здоров'я людини та безпечних умов праці навколишнє повітряне середовище повинно відповідати встановленим санітарно-гігієнічним нормам.

Основними факторами, що визначають погодні умови, є:

- температура;
- Вологість повітря;

- Швидкість повітря.

Нормування виробничого мікроклімату здійснюється згідно з ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ: Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочих помещений». Мікроклімат місць виробництва подрібненої рослинної сировини.

- температура - 15...26°C;

- відносна вологість – 40...60%;

- Швидкість повітря - 0,2...0,4 м/с.

Для забезпечення встановлених показників мікроклімату передбачено встановлення систем вентиляції, герметизація та ізоляція повітроводів.

Вентиляція

Основними нормативними документами щодо проектування вентиляції виробничих і допоміжних приміщень є СНиП 1133-75 «Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря» і СНиП 245-84 «Санітарні норми проектування промислових підприємств».

Завданням проекту промислової вентиляції є забезпечення гігієнічних і технічних вимог до метеорологічних умов і чистоти повітря в приміщеннях виробництва фармацевтичної продукції.

Виробничий цех має ефективні системи подачі та витяжки повітря, обладнання та прилади для контролю потоку повітря, вимірювання температури, вологості та ефективності фільтрації. Продуктивність системи витяжної вентиляції становить 80-90% від продуктивності припливної системи для забезпечення повітропідтримки в «чистому приміщенні».

Шум і Вібрація

Під час роботи ножового млина буде посилюватися вібрація, тому для зменшення впливу цього фактора необхідно дотримуватись таких заходів захисту: своєчасне очищення та балансування вузлів обладнання, які здійснюють швидкі обертові рухи.

Монтаж приводів і обладнання на віброопорах (амортизатори, віброізолятори) для гасіння вібрацій.

Для захисту працівників від шкідливого шуму необхідно використовувати навушники як засоби індивідуального захисту.

Останнім часом спостерігається тенденція до зростання шуму на виробництві у зв'язку з підвищенням можливостей технічного обладнання.

Допустимі норми шуму для підприємств згідно ГОСТ 12.1.003 – В 3.ССБТ. Шум «загальні вимоги безпеки» подано в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1.

Професія	Рівень звукового тиску, дБ в активних смугах з середньо геометричними смугами									Рівень звуку і еквівалентні рівні, дБ
	105	93	89	86	83	80	78	76	72	
Оператор	105	93	89	86	83	80	78	76	72	80

Зменшити вібрації під час роботи шляхом: послаблення вібрацій у їх джерелі за допомогою техніко-експлуатаційних рішень; своєчасного технічного обслуговування обладнання, його ремонту; використання гумових прокладок у з'єднаннях, що зменшують передачу вібрацій від однієї частини до іншої; за допомогою прокладок Закріпити повітропровід до кронштейна, звичайно за допомогою віброізолятора. Для зниження шуму цеху використовують звукопоглинальну фарбу; своєчасне змащування тертьових частин; установку вентиляційних пристроїв і гумових прокладок для поглинання вібрації та гойдання; штучно збільшують втрати енергії в системі (вібропоглинання); зменшують інтенсивність вібрації на шляху передачі. (віброізоляція); застосування засобів індивідуального захисту.

Санітарно-побутові приміщення

Відповідно до СНиП 11.92-81 «Будівлі допоміжні» санітарно-побутові приміщення використовуються для задоволення потреб працівників під час роботи. Крім того, наявність житлових і промислових підприємств повинна відповідати вимогам GMR.

Домашні місця включають:

- вбиральня, гардеробна;

- прийняти душ;
- умивальник;
- Заклади охорони здоров'я.

Коли кількість зареєстрованих працівників досягне 50 осіб. Усім виробничим технологічним групам дозволяється користуватися загальними роздягальнями. Якщо кількість працівників перевищує 50 осіб, організуйте окремі роздягальні. У роздягальнях є індивідуальні шафи для зберігання робочого, господарського та спеціального одягу. Ширина каналу між шафами 1,2-1,5м.

Розрахункова кількість душових – 1 на 8 осіб, умивальників – 1 на 20 осіб (максимальна позмінність), санвузлів – 1 на 15 осіб (жінки), 1 на 10 осіб (чоловіки). Душову обладнують відкритою душовою, при цьому допускається не більше 20% закритої душової: відкрита 0,9×0,9, закрита 1,8×0,9.

На кожному поверсі розташовані санвузли, адміністративні, виробничі та побутові приміщення. Чисельність працівників на 2-х послідовних поверхах – 30 осіб. А туалетів на поверхах з найбільшою кількістю працівників менше.

Відстань від робочого місця до роздягалень, місць для паління, душових, установок питного водопостачання не більше 75 м; від робочого місця на виробничому майданчику - не більше 150 м.

Електробезпека

У цьому приміщенні знаходиться обладнання з двигунами (до нього ОП висуває жорсткі вимоги), тому слід використовувати засоби і методи захисту, передбачені ПУЕ.

Відповідно до ПУЕ всі виробничі умови поділяються на три категорії за ступенем небезпеки:

Приміщення відноситься до II класу підвищеної небезпеки.

Особливу небезпеку, пов'язану з накопиченням статичної електрики, становить обладнання. Електричні заряди накопичуються на обладнанні та матеріалах, а супутні розряди можуть викликати пожежі, вибухи, порушення точності технологічних процесів, електрообладнання та засобів автоматизації.

Спосіб захисту:

1. Все обладнання в кімнаті заземлено на контур заземлення.
2. Електричний пристрій ізолювано для запобігання ураження електричним струмом і пожежі.

3. Вжити заходів захисту:

- Низька напруга (42 В і нижче);
 - Захисне заземлення і занулення;
- подвійна ізоляція;

Висновки

Забезпечувати працівників правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями. Контроль за дотриманням правил охорони праці машин і механізмів, процесів, обладнання.

Забезпечити працівників засобами колективного та індивідуального захисту від шкідливих і небезпечних факторів виробництва, лікувально-профілактичним харчуванням, засобами для прибирання, гігієни та побутових приміщень.

Принцип матеріального стимулювання рекомендований для працівників, які сумлінно виконують свої виробничі обов'язки та беруть активну участь у покращенні безпеки та умов праці.

Отже, для покращення умов праці працівників необхідно дотримуватись усіх вимог охорони праці, зазначених вище.

Висновки

В магістерській роботі "Удосконалення процесу і обладнання різання лікарської рослинної сировини" було досліджено процес різання рослинної лікарської сировини, було проведено літературний огляд наукових праць, обладнання та патентів, описано удосконалену експериментальну установку та відповідні методики проведення досліджень.

Для дослідження процесу різання лікарської рослинної сировини створено дослідну установку та розроблено відповідну методику досліджень, які є надійними та простими у застосуванні.

Було проведено математичне моделювання руху леза в шарі продукту при різанні. В результаті була отримана математична модель для визначення зусилля різання в залежності від швидкості леза в шарі продукту при різанні лікарської рослинної сировини.

В даній магістерській роботі було запропоновано здійснити наступне удосконалення - замінити живильник, а саме встановити поруч стрічковий конвеєр та приєднати до нього направляючі які б направляли рослину сировину безпосередньо на ніж. Завдяки даному удосконаленню ми отримали суттєве покращення при завантаженні рослинної лікарської сировини, подачі її на різання, збільшалась продуктивність обладнання та зменшилось кількість відходів.

Недоліком даного удосконалення є збільшення габаритних розмірів обладнання та маси, а також витрати електроенергії.

Але дане удосконалення дозволить покращити роботу обладнання різання лікарської рослинної сировини, сировина буде без ускладнень потрапляти на подрібнення, а в самому роторі зменшуються застійні зони.

Список використаної літератури

1. Функціональні і енергетичні резерви роторно-ножового принципу подрібнення сировини / М.Є. Шварцман, О.В. Тимченко, Машинобудівне підприємство „УкрАгро-сервіс”, м. Харків
2. Конспект лекцій з курсу - Процеси та апарати хімічних виробництв для студентів III-IV курсів механічних спеціальностей/ Дніпропетровськ ДВНЗ УДХТУ 2013.
3. Бондарь А.Г. Планування експеримента у хімічній промисловості. / А.Г. Бондарь, Г.А. Статюха. - К.: Вища школа, 1976. – 184 с.
4. Гуць В.С. Експериментально-аналітичний метод визначення адгезії харчових продуктів / В. С. Гуць, О. А. Коваль // Наукові праці НУХТ. - 2006. - N 18.
5. Гуць В.С. Прикладна реологія та інтенсифікація процесів харчових виробництв: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук: спец. 05.18.12 „Процеси та обл. харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв”. / В. С. Гуць. - К., 1999. - 36 с.
6. Дубовик В. П. Вища математика: навч. посібник. / В. П. Дубовик, І. І. Юрик. К.: А.С.К., 2005. – 648 с.
7. Дурений А. Н. Математична багатофакторна модель процесу різання / А. Н. Дурений, Г. К. Берман, Ю. А. Мачихин // Хлібопекарська та кондитерська промисловість. - 1975. - №2. С. 21.
8. Морозов Н. В. Питомий опір різанню плодів і овочів / Н.В. Морозов, А.Д. Панин // Консервна та овочесушильна промисловість. – 1970, № 12. с. 25-27.
9. Николаев Б.А. Вимірювання структурно-механічних властивостей харчових продуктів / Б.А. Николаев. - М.: Экономика, 1964. - 264 с.
10. Остапчук Н. В. Основи математичного моделювання процесів харчових виробництв / Н. В. Остапчук. - К.: Вищашк., - 1991. - 367 с.
11. Панин А.Д. Дослідження фізико-механічних характеристик плодоовочевої сировини з метою уточнення розрахунку ріжучих машин: автореф. дисс. на здобуття наукового ступеня канд. техн.наук / А.Д. Панин. - Одеса, 1971.

12. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / За ред. проф. І. Ф. Малєжика. – К.: НУХТ, 2003. - 400с.
13. Теличкун В.І. Вплив структурно-механічних властивостей хліба на процес його різання / В.І. Теличкун, О.О. Губеня // Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи: ІХ Міжнар. наук.-техн. конф.: тези доп. – К.: НУХТ, 2005. – С.27-28.
14. Теличкун В.І. Дослідження процесу різання хлібобулочних виробів / В.І.Теличкун, Ю.С.Теличкун, О.О.Губеня // - Вісник ХНТУСГ. Випуск 38. - 2005. - С.76-83.
15. Efficiency improvement of cutting biomass using adaptive control by X. Liu, J. Ni, and L. Xing
16. Gupta N. K. Möglichkeiten zur Gestaltung des Schneidprozesses für die Herstellung von Schnittbrot aus ofenfrischem Brot / N. K. Gupta, H. D. Tscheuschner // Backer und Konditor. - 1976. - № 10. - С. 300-302.
17. James G. Brennan. Food Processing Handbook / James G. Brennan. - Wiley-VCH, 2006. - 607 p.
18. James F. Steffe. Rheological Methods in Food Process Engineering. Second Edition / James F. Steffe. - East Lansing: Freeman Press, 1996. – 418 p.
19. Martens Russwurm. Food Research and Data Analysis / Russwurm Martens. - London, 1982. - 324 p.
20. "Optimization of cutting parameters for sugarcane bagasse using response surface methodology" by M. R. Mohamed, A. H. Ismail, and M. A. Yusof.
21. M.J. O'dogherty, G.E. Gale. Laboratory studies of the effect of blade parameters and stem configuration on the dynamics of cutting grass / M.J. O'dogherty / - Agriculture and Food Research Council Institute of Engineering Research, Bedford – UK, Pages 99–111.
22. "Development of a High-Speed Cutting System for Rice Straw" by M. Alimoradi, H. J. Kim, and B. S. Lee
23. Patent № US 4545539, Int. Cl. B02C13/02. Cutting mill for the comminution of synthetic material bodies such as runner, injection moulding parts, blown

- moulding parts and the like / Bjarne T. Steffensen (USA); Date of patent 24.05.1984.
24. Patent № US 4706899, Int. Cl. B02C18/06. Granulator with cutting tongue rotor knife / Frank Parker, Leslie M. Parker (USA); Date of patent 17.12.1987.
25. Технологічні комплекси харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, О.М. Гавва, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, М.Г. Десик, О.М. Чепелюк. – Київ: Видавництво «Сталь», 2017. – 456 с.
26. Монтаж, експлуатація, діагностика та ремонт обладнання м'ясопереробних підприємств: підручник / І. Г. Бабанов, О. М. Гавва, О. І. Бабанова та ін. – Київ: Сталь, 2015. – 600 с.
27. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / За ред. проф. І. Ф. Малєжика. Підручник. – К.: НУХТ, 2003. – 400с.
28. Оборудование микробиологических производств / Калунянц. К.А., Голгер Л.И., Балашов В.Е. М. – 1987. – 398 с.
29. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості : підручник / Мирончук В. Г., Гулий І. С., Пушанко М. М. та ін.; за ред. В.Г. Мирончука. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
30. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник / В. Г. Мирончук, Л. О. Орлов, А. І. Українець та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.
31. Заплетніков І. М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв [Текст]: навч. посіб. / І. М. Заплетніков, В. Г. Мирончук, В. М. Кудрявцев; Нац. ун-т харч. технол., Донец. нац. ун-т екон. і торг. — К.: ЦУЛ, 2012. — 344 с.
32. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості [Текст]: підручник / В. Г. Мирончук, І. С. Гулий, М. М. Пушанко та ін.; за ред. В. Г. Мирончука. – 2-ге вид., перероб. і доп. — Вінниця: Нова книга, 2007. — 648 с.
33. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст]: приклади і задачі: навч. посіб. / І. Ф. Малєжик, П. М. Немирович, В. Л. Зав'ялов та ін.; за ред. І. Ф. Малєжика; Нац. ун-т харч. технол. — К.: НУХТ, 2015. — 386 с.

34. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : Підруч. / І. Ф. Малежик, П. С. Циганков, П. М. Немирович, О. С. Марценюк ; Ред. І.Ф. Малежик. — К. : НУХТ, 2003. — 400 с.
35. Сидоров Ю. І. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості [Текст] : навч. посіб. / Ю. І. Сидоров, В. І. Чуєшов, В. П. Новіков. — Вінниця : Нова книга, 2009. — 816 с.
36. Справочник механика пищевой промышленности. / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л Яровой и др. Под ред. А.И. Соколенко – К.: Арт Эк. 2004 – 304 с
37. Гусев Ю.И., Карасёв Н.И., Кольман-Иванов Э.Э. Конструирование и расчет машин химических производств. – М.: Машиностроение, 1985. – 408 с.
38. Ситник І.О., Климнюк С.І., Творко М.С. Мікробіологія, вірусологія, імунологія. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2009. - 295 с.
39. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: В 2 кн. – М.: Химия, 1995.
40. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; Під общ. ред. В.Г. Гера сименка. — К.: Фірма «ІНКОС», 2006
41. Кольман-Иванов Э.Э. Машины-автоматы химических производств. Теория и расчёт. М.: Машиностроение, 1972. С. 296.
42. Иванов А.И., Зотов В.Н. Оборудование спиртового производства. – М.: «Пищевая промышленность». – 1981. – 208
43. Batt C.A. Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition) / C.A. Batt. – Elsevier, 2017. – 110 p.
44. Brennan J. G.. Food Processing Handbook, 2nd Edition / James G.B., Alistair S.G. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2011. – 826 p.
45. Fellows P. Food processing technology. Principles and Practice. Second Edition / P. Fellows. – CRC Press, 2000. – 591 p.
46. Kunze W. Technology Brewing And Malting. 5th English Edition / W. Kunze. – VLB Berlin. – 935 pages

47. Lelieveld H. Handbook of Hygiene Control in the Food Industry (Second Edition) / H. Lelieveld, J. Holah, D. Gabrić. – Elsevier, 2016. – 736 p.
48. Naumenko N. History of Food Science / N. Naumenko N. – Kyiv, NUFT. – 2014. – 199 с.
49. Ralko O. The restructuring and organisational development in the food industry in Ukraine // Restructuring: theory and practice : [monograph] / [Tetyana Mostenska, Iryna Fedulova, Virginija Jurėnienė (scientific editors)]. – Kyiv – Kaunas – Szczecin: National University of Food Technologies, Institute of World Economy and International Relations, University of Szczecin, Vilnius University. – Kyiv: Kondor, 2012. – P. 171–195.
50. Toledo R.T. Fundamentals of Food Process Engineering. Third Edition / R.T. Toledo. – Springer, 2007. – 585 p.
51. Yiu H. Hui. Handbook of Food Science, Technology, and Engineering. / H. Hui Yiu. – CRC Press, 2006. – 928 p.
52. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. – Київ: НУХТ, 2014. – 530 с.
53. Груданов В.Я. Основы инженерного творчества: Учеб. пособие / В.Я. Груданов.- Минск: Изд. центр БГУ, 2005. – 299 с.
54. Домарецький В.А. Технологія солода та пива: Підруч. / В.А. Домарецький. – Київ: Інкос, 2004. – 426 с.
55. Машины и аппараты пищевых производств: учебник для студентов вузов. Кн. 1 / С.Т. Антипов, В.Я. Груданов, В.А. Шаршунов и др.; под ред. В.А. Панфилова, В.Я. Груданова. – Минск: БГАТУ, 2007. – 420 с.
56. Мостенська Т. Збалансування продовольчого ринку в контексті забезпечення продовольчої безпеки: монографія / Т. Мостенська. – Київ: Кондор-Видавництво, 2015. – 283 с.
57. Пакувальне обладнання: підручник / О.М. Гавва, А.П. Беспалько, А.І. Волчко, О.О. Кохан. – Київ: Упаковка, 2010. – 744 с.
58. Скопенко Н.С. Інтеграційні процеси в харчовій промисловості України: сучасна концепція розвитку: монографія / Н.С. Скопенко, Т.Л. Мостенська. – Київ: Кондор, 2015. – 392 с.

- 59.Сухенко Ю. Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підручник / Ю.Г. Сухенко, О.А. Литвиненко, В.Ю. Сухенко. – Київ: НУХТ, 2010. – 547 с
- 60.Безпека життєдіяльності [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студентів усіх напрямів підготовки бакалаврів денної та заочної форм навчання / уклад. О. П. Слободян, В. А. Заєць, С. О. Авдієнко, Л. П. Нещадим. - К. : НУХТ, 2013. – 51 с.
- 61.Основи охорони праці [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання / В. С. Гуць, С. Д. Коваленко, О. В. Євтушенко та ін. – К. : НУХТ, 2016. – 97 с.
- 62.Павлище В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин [Текст] : Підруч. / В. Т. Павлище. — К. : Вища шк., 1993. — 556 с. — рекомендовано кафедрою. — ISBN 5-11-004099-1.
- 63.Киркач, Н. Ф. Расчёт и проектирование деталей машин [Текст] : Учеб. пособие / Н. Ф. Киркач, Р. А. Баласанян. — 3-е изд., перераб. и доп. — Х. : Основа, 1991. — 276 с.