

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему:

**“Дослідження параметрів дозатора зернової сировини для
виробництва борошна”**

Виконав: студент VI курсу, групи Маш-61

Спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

Назарій ДАШКО
(Ім'я та прізвище)

Керівник: к.т.н. доцент Руслан ГУМЕНЮК
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

д.т.н., професор Власовець В.М.
“12” вересня 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту
Дашку Назарію Ігоровичу

1. Тема роботи: **«Дослідження параметрів дозатора зернової сировини для виробництва борошна»**

Керівник роботи: Гуменюк Руслан Васильович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 12.09.2024 року № 616/к-с

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 06.12.2024 року

3. Вихідні дані: Літературні джерела за тематикою кваліфікаційної роботи відомих технологічних процесів виробництва та розрахунків технологічного обладнання; Матеріали навчальної, методичної довідкової та наукової літератури; Методики визначення економічної ефективності впровадження нового технологічного рішення.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Актуальність теми, мета і завдання дослідження;

2. Програма і методика досліджень;

3. Результати досліджень та їх аналіз;

4. Охорона праці та захист населення;

5. Економічна ефективність кваліфікаційної роботи;

Висновки і пропозиції;

Бібліографічний список

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

Ілюстративний матеріал представити у вигляді презентації у застосунку Microsoft PowerPoint: мета та завдання роботи; схеми дозаторів об'ємного типу для сипучих компонентів; класифікація дозаторів сипучих і рідких продуктів; огляд дозаторів закордонного виробництва; дозатор шнековий; вузли шнекового дозатора; залежність продуктивності шнекового дозатора від радіуса шнека та частоти його обертання; залежність тривалості дозування шнекового дозатора від радіуса шнека та частоти його обертання; залежність продуктивності шнекового дозатора від радіуса шнека; економічна ефективність запропонованого технічного рішення; висновки та пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Гуменюк Р.В., к.т.н., доц. кафедри машинобудування			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 12.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Виконання розділу: «Актуальність теми, мета і завдання дослідження»</i>	12.09.24- 26.09.24	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Програма і методика досліджень»</i>	27.09.24- 16.10.24	
3.	<i>Виконання розділу: «Результати досліджень»</i>	17.10.24- 05.11.24	
4.	<i>Виконання розділу: «Охорона праці та захист населення»</i>	06.11.24- 18.11.24	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність кваліфікаційної роботи»</i>	19.11.24- 27.11.24	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	28.11.24- 06.12.24	

Студент _____ Назарій ДАШКО
(підпис)Керівник роботи _____ Руслан ГУМЕНЮК
(підпис)

УДК 629.979:664.69

Дослідження параметрів дозатора зернової сировини для виробництва борошна. Дашко Н.І. Кваліфікаційна робота. Кафедра машинобудування. – Дубляни, Львівський НУП, 2024р.

64 с. текст. част., 20 рис., 4 табл., 20 джерел інформації.

Розглянуто класифікацію та конструктивні елементи існуючих дозаторів сипких компонентів.

На основі аналізу конструкцій визначені задачі дослідження.

Розглянуто основи технологічного і конструктивного розрахунку робочих органів дозаторів.

Здійснено розробку теоретичних основ розрахунку дозаторів сипких компонентів.

На основі моделювання технологічних процесів, які визначають конструктивні параметри елементів дозатора сипких компонентів обґрунтовано його конструктивні параметри.

Проведено аналіз виробничих небезпек при експлуатації обладнання у цеху, розроблено логіко-імітаційну модель виникнення травматизму.

Здійснено енергетичну та техніко-економічну оцінку запропонованого конструктивного виконання шнекового дозатора сипких компонентів.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	7
1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ, МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ...	9
1.1 Огляд та аналіз технологій для переробки сировини.....	9
1.1.1. Аналіз борошномельної технології.....	9
1.1.2. Фактори, що впливають на процедуру технологічного значення підготовки зерна до помелу.....	9
1.1.3. Загальні прийоми підготовки зерна до помелу, що призводить до отримання різних видів борошна.....	10
1.1.4. Класифікація помелів зерна.....	10
1.2 Технологічні схеми процесу розмелювання пшениці.....	11
1.3 Аналіз наукових досліджень на сучасному етапі.....	12
1.4 Обґрунтування актуальності теми роботи.....	23
1.5 Мета і завдання роботи.....	24
2. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	26
2.1 Програма досліджень.....	26
2.2 Методика розрахунку шнекових дозаторів.....	27
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	33
3.1 Обґрунтування розробленої конструкції.....	33
3.2 Розрахунок параметрів дозатора.....	36
3.3 Розрахунок шнекового дозатора	39
3.3.1 Вибір і розрахунок основних характеристик шнекового дозатора.....	39
3.3.2. Визначення кроку гвинта.....	39
3.3.3 Коефіцієнт, що враховує вплив кута нахилу осі шнека до горизонту.....	40
3.3.4 Аналіз характеристик: продуктивність, швидкість транспортування, потужність при різних числах обороту гвинта.....	41

3.3.5 Розрахунок валу.....	42
3.3.6 Вибір підшипників і муфт.....	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ.....	46
4.1 Аналіз виробничих небезпек під час виготовлення борошна.....	46
4.2 Моделювання процесу виникнення травм та аварій.....	49
4.3 Розробка логіко-імітаційної моделі процесу виникнення травм під час виготовлення борошна.....	51
4.4 Розробка заходів щодо захисту населення.....	55
5 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ...	57
5.1. Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції.....	57
5.2. Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень.....	60
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	62
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	63

ВСТУП

Переробка харчових продуктів і харчова промисловість в Україні вважається однією з найважливіших галузей національної економічної системи. Загалом вони займають друге місце після машинобудування та металообробки, за кількістю працівників – третє, а за вартістю основних виробничих фондів – п'яте. Харчова промисловість і сільське господарство об'єднують 22 спеціалізовані галузі, у тому числі понад 40 первинних. Як правило, в Україні наразі створюють понад 10 000 товарів.

Одним з унікальних аспектів переробної промисловості є надзвичайний обсяг матеріалів, задіяних у виробництві. Як наслідок, більшу частину структури собівартості харчових продуктів становлять витрати на сировину та інші витрати, які в сумі складають до 90%.

Під час розробки найбільшу економічну вигоду отримують рішення, спрямовані на максимізацію ефективності використання сировини та обладнання, додавання обладнання, яке є матеріалозберігаючим, і технології. Основною причиною посилення інтенсифікації національної економіки сьогодні є швидке поширення науково-технічних інновацій, широке впровадження нової техніки та технологій, що сприяють підвищенню продуктивності та ефективності, а також нове покоління науково-технічних відкриттів, сучасні досягнення науки і техніки.

З урахуванням призначень виробничо-технічні переваги переробної промисловості потребують не тільки розширення, а й масштабної перебудови. Багато машин, що знаходяться в експлуатації, представлені машинами і пристроями, які застаріли і не відповідають сучасним стандартам. Низький ступінь механізації та автоматизації призводить до зниження продуктивності праці. Цей показник свідчить про те, що вітчизняна переробна промисловість значно відстає від розвинених країн у світовому масштабі.

Фундаментальною складовою технічних перетворень у харчовій промисловості та сільському господарстві є розвиток у країні передового харчового машинобудування. Найважливішими завданнями є створення нового обладнання, яке в разі підвищує продуктивність, що призведе до автоматизації всіх технологічних процесів.

Основним правилом у роботі галузі є перехід від виробництва окремих машин до розробки комплексів машин, агрегатів і потокових ліній, які вирішують питання використання сільськогосподарської сировини, зменшення втрат цієї сировини при її переробці, зберіганні та розподілі споживачів.

Одним із першочергових завдань матеріально-технічної основи переробних підприємств є удосконалення нових машин, які виконуватимуть багато технологічних операцій. Використання цього обладнання дозволить ущільнити обладнання в малі, технологічно передові підприємства з високими технічними можливостями. Саме цим питанням присвячена ця ініціатива.

1. АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ, МЕТА І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Огляд та аналіз технологій для переробки сировини.

1.1.1. Аналіз борошномельної технології.

Підготовка зерна до помелу має вирішальне значення для процесу і має значний вплив на ефективність самого процесу та ступінь використання технічних властивостей зерна.

У цеху очищення зерна на заводі стоїть завдання не тільки відрізнити легкі і важкі домішки для очищення поверхні зерна пшениці, а й об'єднати різні партії пшениці в одну суміш, це робиться для того, щоб був послідовний склад помельного та хлібопекарського борошна.

Процедура підготовки пшениці до помелу включає наступні етапи:

- Видалити бруд із чистої пшениці.
- Обробка поверхні зерен як «сухим», так і «мокрим» методами.
- Гідротермічна обробка пшениці;
- Збір мелених сумішей з кількох різних партій пшениці з різними

технічними властивостями.

Процедура підготовки зерна до помелу зазвичай зображується за допомогою графіків, які відображають розташування машини під час його послідовного руху та зерна пшениці.

1.1.2. Фактори, що впливають на процедуру технологічного значення підготовки зерна до помелу.

До факторів, що впливають на технологічний процес підготовки пшениці до помелу, відносяться: технологічні властивості пшениці, кількість і якість виробленого борошна, наявність обладнання.

При виробництві невеликої кількості внутрішньооболонкового борошна (1,5...2,5 %) використовується проста технологія, яка включає:

видалення домішок із суміші пшениці, так зване первинне очищення та обробку самої пшениці зерноочисне відділення.

Після отримання сухого зерна (вологість пшениці менше 14%) для зменшення механічних пошкоджень вологість пшениці необхідно знизити на 0,5-1,0%, а потім необхідно короткочасне сушіння.

Процес підготовки пшениці до помелу також включає в себе організацію, утилізацію відходів і контроль потоку зерна, все це автоматизовано.

При виготовленні високоякісного борошна (одного або кількох сортів) удосконалюється спосіб підготовки зерна до помелу.

1.1.3. Загальні прийоми підготовки зерна до помелу, що призводить до отримання різних видів борошна.

Спосіб підготовки зерна для отримання високоякісного борошна може бути присвячений як м'якій, так і твердій пшениці або комбінації обох.

Таким чином, машини розташовані по прямій лінії, що забезпечить безперебійну систему обробки сировини.

Продуктивність наступного верстата не повинна бути меншою, ніж у попереднього, тому що недолік продуктивності буде компенсований додатковим обладнанням (проміжна складська ємність), що збільшить собівартість продукції..

1.1.4. Класифікація помелів зерна

Помельні машини пов'язані між собою в певному порядку операцій, які використовуються для переробки зерна на борошно.

В основі класифікації помелу пшениці лежать: частота його повторюваності, ступінь його розвитку в цілому, а також ступінь розвитку технологічного процесу збагачення зерна в машині.

За першими показаннями подрібнення ділять на дві частини, потім повторюють. Одна частина - це борошно, отримане в результаті першого помелу зерна в дробарці, інша частина - це борошно, отримане в результаті

подальшого помелу того самого в одноразовому повторному помелі. А його компоненти пропускають через численні подрібнювачі.

По-друге, процес багаторазового помелу пшениці класифікується як простий або складний. Легкі процеси - це менш складні процеси, включаючи процес шліфування або процес скорочення та шліфування. Звичайний помел передбачає відбір меленої речовини. Перший сценарій полягає в тому, що все зерно перетворюється на борошно, а другий сценарій полягає в тому, що частина сировини розподіляється з перемеленого продукту.

Комплексний помел пшениці передбачає поєднання помелу та другого процесу, який включає просіювання. Під час цього процесу отриманий проміжний продукт додатково подрібнюють на системі подрібнення.

1.2. Технологічні схеми процесу розмелювання пшениці.

Створення технологічного потоку помелу пшениці залежить від вологості зерна, виду сорту та інших факторів, до яких відносяться умови пророщування зерна, а також фізичні властивості оболонки і зерна. Якість виробленого борошна.

Процедура можлива:

а) Процедура подрібнення пшениці, агрегація та процедура подрібнення з використанням етапів системи;

б) Застосовується процес просіювання та подрібнення, а також концентрування.

Варіант а) підходить для рослин, які виробляють більше або менше, а наступний варіант підходить для рослин, які виробляють менше або більше. Технологічний процес заснований на наступних принципах роботи: в процесі помелу бере участь 5-8 різних систем, з яких 2, 2 або 2, 3, 4 призначені для грубого помелу і тонкого помелу (кількість систем залежить від продуктивності ремесла). Продукти, які подрібнюються в цих системах,

проходять разом, а потім обробляються окремо. За процесом пропускання продуктів через сита систем і спеціалізаційні сита слідує другий етап: на наступних ситах продукти пропускають через систему, а потім спеціалізують.

Якщо обладнання відповідне, побічні продукти перших чотирьох систем забруднення будуть оцінюватися в три етапи.

З першого, другого та третього сит системи (за винятком великих і малих сходів) виберіть сито середнього розміру через суміш харчових продуктів, борошна та двох частин крупного порошку (середніх і дрібних крихт, пилу та борошна) .

Процес подрібнення охоплює 6-9 систем, кожна система містить частинки, які мають великий або малий кінець спектра, а також систему для сходової системи та продукт, який вивільняється з парового подрібнювача. Ці дві системи є продуктом процесу. Дрібні та середні частинки нарощуються шляхом подрібнення.

У процесі подрібнення задіяно 9-11 систем. Перші дві системи складаються з більшої та меншої систем, кожна з яких має власний сортувальний мелений продукт.

1.3 Аналіз наукових досліджень на сучасному етапі

Виробництво харчових продуктів, зокрема борошномельних виробів, висуває ряд специфічних вимог до технологічного обладнання, задіяного в процесі.

Наприклад, до цих вимог можна віднести:

- потенціал участі в прогресі технології;
- висока техніко-економічна ефективність;
- висока зносостійкість корпусів і пристроїв машин;
- здатність пломбувати та аспірувати машини з надійним механізмом;
- чітке виконання технологічних процедур;

- нагляд за роботою машин і агрегатів за відповідністю вимогам правил охорони праці та гігієнічності;
- процес автоматизації контролю та регулювання робочих процесів.

До машин, що дозують сировину, серед вимог гігієнічного та технологічного характеру можна назвати: високу санітарність; нейтральність матеріалу робочого органу і камери дозування до впливу сировини; здатність очищати і мити елементи кузова; низький рівень шуму та вібрацій тощо.

Підбір схеми дозування ґрунтується на умовах і величині вироблення. Структура робочого циклу визначає метод дозування, який є безперервним або дискретним, а також об'єм або вагу дозованого матеріалу.

Метод зважування більш точний, як наслідок, став більш популярним.

Об'ємний спосіб дозування більш простий і надійний.

Диспенсери поділяються на категорії за ступенем автоматизації.:

- з ручним керуванням;
- автоматизовані;
- автоматичні.

У машинах з ручним керуванням процес дозування веде оператор.

У машинах, які автоматизовані і мають напівавтоматичну функцію, частина відповідальності оператора делегована механізмам, які допомагають їм дозувати матеріал (підрахувати кількість частин, передавати матеріал до дозатора тощо).

При несправному циклі дозатори виконують роль виконавчих механізмів, які гарантують подачу певної кількості матеріалу незалежно від зміни його параметрів, регулювання може здійснюватися як вручну, так і дистанційно.

Серед різних типів дозаторів об'ємними виділяють (рис. 1.1): барабанні; тарілчасті; гвинти; стрічки; вібрації.

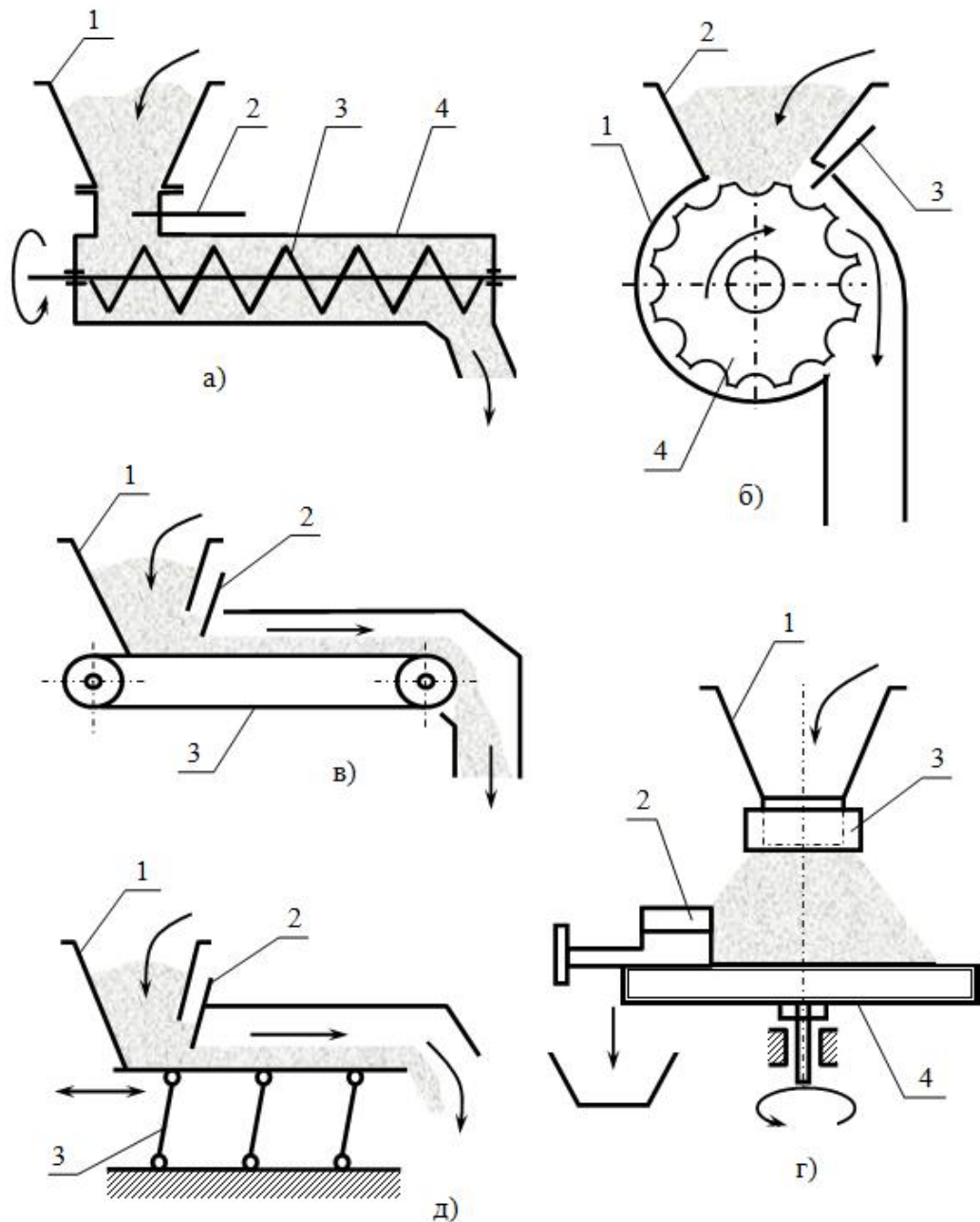


Рисунок 1.1 - Схеми дозаторів об'ємного типу для сипучих компонентів:

а-шнековий: 1- корпус; 2-дозувальна заслінка; 3-шнек; 4- бункер;

б-барабанний: 1-корпус; 2-бункер; 3-дозувальна заслінка; 4-барабан;

в-стрічковий: 1- корпус; 2-дозувальна заслінка; 3-стрічка;

г-тарілчастий: 1- корпус; 2-скребок; 3-регулювальна манжета; 4-тарілка;

д-вібраційний: 1- корпус; 2-регулювальна заслінка; 3-гнучка опора.

Розрізняють об'ємні дозатори для рідин (рис. 1.2): дросельні; барабан; поплавков; ковші; фіксований рівень; електроди; чашки та дозатори (редукторні та поршневі).

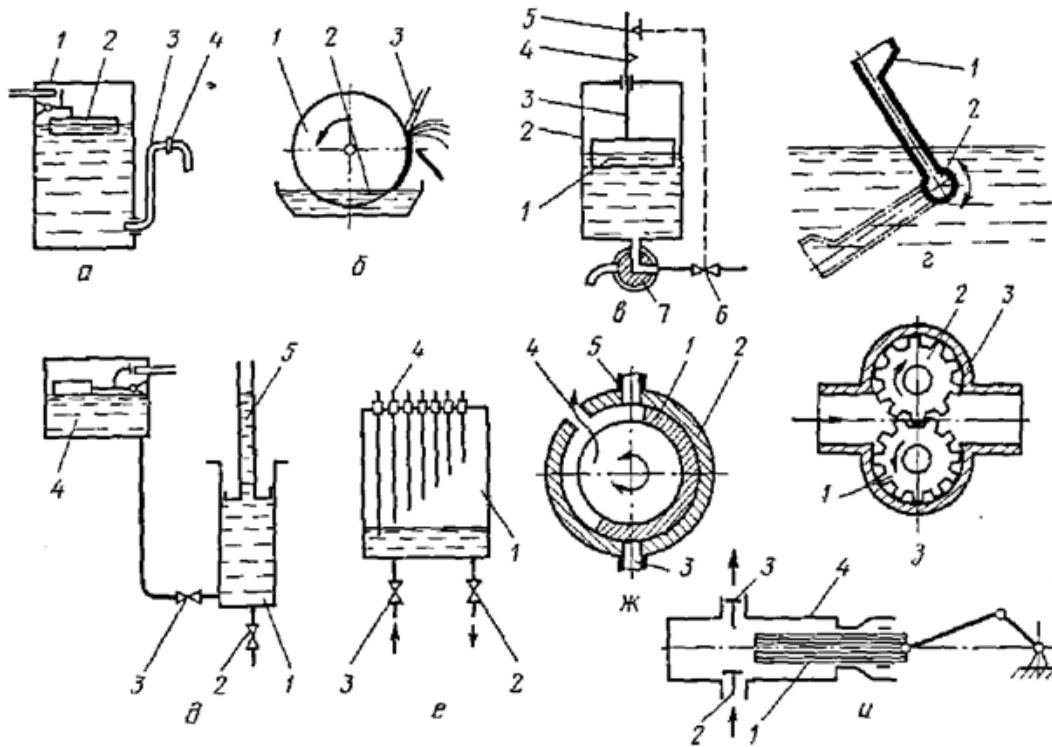


Рисунок 1.2 - Схеми дозаторів об'ємного типу для рідких компонентів: а-дросельний: 1-місткість; 2-поплавок; 3-трубка; 4-дросель; б-барабанний: 1-барабан; 2-місткість; 3-скребок; в-поплавковий: 1-поплавок; 2- місткість; 3-стержень; 4-контакт рухомий; 5-контакт нерухомий; 6-електромагнітний клапан; 7-триходовий кран; г-черпаковий: 1-черпак; 2-трубка; д-фіксованого рівня: 1-місткість; 2-випускний клапан; 3-впускний клапан; 4-бачок постійного рівня; 5-регулювальна трубка; е-електродний: 1-місткість; 2,3-електромагнітний клапан; 4-електроди; ж-стаканчиковий: 1-обертний стакан; 2-корпус; 3,4,5-отвори; з-шестеренчастий: 1,2-шестірни; 3-корпус; и-поршневий: 1-поршень; 2-всмоктувальний клапан; 3-нагнітальний клапан.

Вагові пристрої, що забезпечують періодичну дію, засновані на застосуванні квадрантного або важільного механізмів.

Схематична класифікація дозаторів на основі циклічної структури та конструктивних атрибутів наведена нижче (Рис.1.3).

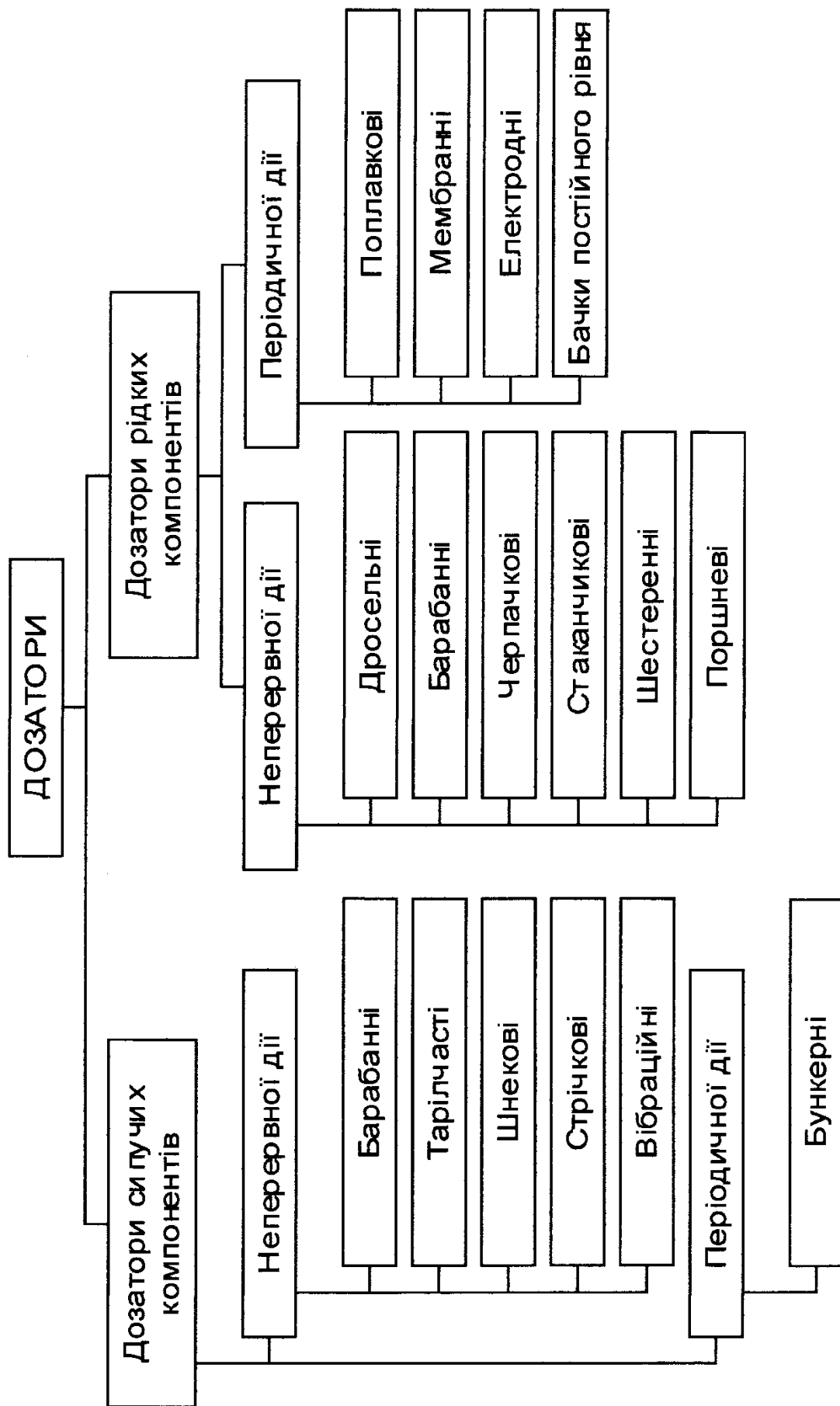


Рисунок 1.3 - Класифікація дозаторів сипучих і рідких продуктів.



Рисунок 1.4 - Дозатор борошна CJS2000L

Дозатор CJS2000L створений для автоматичного дозування різних сипучих продуктів, включаючи порошок, це зазвичай використовується компаніями для дозування цукрової пудри, ваніліну та різних приправ, окрім нехарчових продуктів. Потужність обладнання полягає в швидкому і точному вимірюванні продукту, і його легко змінювати для різних концентрацій. Дозатор простий в експлуатації та обслуговуванні, не вимагає спеціального навчання персоналу.

Диспенсер оснащений PLC, який програмується через рідкокристалічний екран. Функції комп'ютера дозволяють змінювати

кількість дози продукту, а також статистика виробництва візуалізується на екрані.

Точні інженерні розрахунки, першокласне складання відданими фахівцями та ретельне тестування обладнання перед його відправкою з заводу-виробника гарантують тривалий термін служби обладнання.

Технічні характеристики:

Діапазон дозування, кг 0,50-5

Продуктивність теоретична, цикл/хв 5-20

Погрішність дозування % $\pm 0,30-2,0$

Електроживлення, Вольт (Гц) 380 (50)

Споживана потужність, кВт 1,0

Габаритні розміри, мм 800 × 1800 × 1200

Маса, т 0,2

Примітки:

Вказана продуктивність оцінюється, обладнання напівавтоматичне, а на реальну продуктивність впливають швидкість оператора, обсяг дози, тип продукту та інші фактори.

Машина оснащена дозатором, який загвинчується, ідеально підходить як для харчових, так і для нехарчових продуктів, які розфасовані, а також для порошкоподібних і важких продуктів, які розфасовані.

Продукт в цілому дозується в бункер за допомогою рідкокристалічного екрану, оператор вказує необхідну кількість, налаштування індивідуальні для кожного продукту. Потім натискається кнопка «СТАРТ», калькулятор автоматично розраховує дозу і спрямовує її на відповідну ємність.



Рисунок 1.5 - Високошвидкісний лінійний ваговий дозатор WJ-2.

Вага лінійного дозатора WJ-2 сприятиме точному і швидкому розподілу сипучих продуктів. Горіхи, мелену каву, цукерки, печиво та борошномельні вироби, які доступні в 20 різних програмах дозування, можна включити в цей сучасний дозатор, а діапазон дозування можна змінити від 10 до 2000 грамів (3000 до 10). Програми вибираються залежно від типу продукту, рівня вібрації та індикації ваги – усі доступні варіанти. Крім того, точність дозування буде дуже високою: 0,5-1,5 грама! Швидкість процесу - до 40 доз в хвилину! - за цифровою системою управління.

Дозатор WJ-2 виготовлений з нержавіючої сталі з високим ступенем екранування - IP 65. Важливим плюсом дозатора є сумісність з різними пакувальними машинами різних виробників, крім того, пристрій має спеціальну систему, яка запобігає застряганню, продукти вставляються в контейнер машини.

Вся відповідна інформація щодо процесу дозування відображається на кольоровому РК-екрані, і, якщо необхідно, за допомогою цифрової клавіатури на екрані ця інформація потім роздруковується, що може бути включено в додаткову конфігурацію лінійки зважування. дозатор WJ-2.



Рисунок 1.6 - Дозатор сипких продуктів VELTEKO

Технологічний ваговий дозатор VELTEKO ідеально підходить для видачі дрібних сипучих продуктів - таких як борошномельні вироби, приправи, корми для тварин, сухофрукти, чай, заморожені продукти, тертий сир..



Рисунок 1.7 - Шнековий дозатор ВJA-3A-101

Закрутіть дозатор у положення FPA-3B101 із закритим бункером, призначеним для точного дозування порошкоподібних, сипучих або гранульованих продуктів, таких як мелена кава, усі види борошна, цукор, мелені спеції та нехарчові продукти, такі як пральний порошок, сухі суміші тощо. Ця модель має великий графічний дисплей із сенсорним екраном, і вона універсальна у використанні. Дозатор можна вважати автономним компонентом. Є можливість навіть заповнити бункер завантажувальним матеріалом, коли він подається у вертикальному напрямку. Розмір шнека підбирається під клієнта.



Рисунок 1.8 Мультиголовочний 10 кишеньковий ваговий дозатор WJ-102.5 із збільшеним об'ємом кишень

Ваговий дозатор на 10 кишеньок WJ-102.5 призначений для точного і швидкого дозування сухих, заморожених, дрібних продуктів, таких як пельмені, макарони, пряники, крекери, печиво і так далі, а також нехарчових продуктів, таких як гвинти, гайки, електричні компоненти тощо.

Загальна конфігурація:

- Створено з нержавіючої сталі;
- Цифрова система регулювання швидкості та усунення перешкод.
- Клас захисту IP 54;
- Статистика роботи виводиться на РК-екран і може бути експортована на принтер.

- Інтерфейс російською мовою.

Додаткове обладнання:

Принтер відображає кольорову інформацію за допомогою сенсорної клавіатури

- Можливість використання двох різних систем пакування

Технічні характеристики:

Зважування за допомогою ваги, яка має ємність від 7 до 8 ваг.

- Точність (гр.) 0,3 - 1,0 гр.
- Продуктивність (maxі) 70 доз в хвилину
- Невеликий об'єм - 1 літр
- Продуктивність - два різних рівня навантаження

Панель оператора - LCD екран 10,4".

Можливості - Гофрокартонне виконання / синхронізатор бункера /принтер /обертний центральний вібратор

Кількість програм, які виконуються - 99.

- Система приводу - Крокові двигуни

Електричний контакт з напругою 220В і частотою 1500Вт/ 50/60Гц.

Загальний розмір упаковки.

1440 (додатково) × 1110 (розмір) × 1260 (висота)

- Вага 340 кілограмів

1.4 Обґрунтування актуальності теми роботи

Будь-яке виробництво харчових продуктів залежить від дотримання санітарно-гігієнічних принципів виробництва. Серед гігієнічних і санітарних вимог можна виділити вимоги, пов'язані з: санітарним характером виробничого процесу; гігієнічність технологічного обладнання, задіяного у виробництві харчових продуктів; гігієнічний характер персоналу, задіяного у виробничому циклі харчових виробництв; гігієнічний характер сировини, що

використовується у виробництві, а також вимоги, пов'язані з дотриманням гігієнічних методів обробки продукції..

Якщо вимоги до гігієнічно-санітарного оформлення виробничих приміщень і технологічного устаткування вже є при проектуванні підприємства, то порядок найму працівників і утримання технологічного устаткування в належному стані буде дотримуватись за визначеною схемою устаткування. обслуговування.

Серед першочергових технологічних вимог до сировини та продуктів переробки сировини є застосування такої технологічної послідовності та пов'язаних з нею виробничих процесів, які забезпечать належний стан готової продукції без додавання шкідливих для здоров'я людини речовин.

Однією з унікальних характеристик малих переробних компаній є комплектація їхніх потокових ліній невеликим спеціалізованим обладнанням, яке має обмежений технологічний обсяг. Це призводить до того, що більшість компаній рідко використовують комбіноване обладнання, яке дозволяло б досягти високої ефективності в умовах невеликих обсягів виробництва, відсутності коштів на придбання технологічного обладнання, обмежених виробничих площ та інших супутніх проблем. Як наслідок, малим підприємствам було б вигідно комплектувати потокові лінії обладнанням, яке було б доступним і ефективним. Одним із рішень цього є створення скриніра, який дозує обидва компоненти одночасно.

Використання цієї машини полегшить поєднання завдань, дозування компонентів і матеріалів, крім того, позбавить від необхідності транспортування сировини між технологічними етапами.

1.5 Мета і завдання роботи

Метою даної кваліфікаційної роботи є дослідження і проектування сучасних засобів дозування сировини і на основі цього виявлення можливості знаходження додаткових ресурсів щодо покращення технологічного ефекту

від виконання даного процесу або підвищення ефективності функціонування технологічного обладнання.

Завдання роботи:

1. Огляд та аналіз сучасних тенденцій розвитку і проектування засобів дозування сировини;
2. Проведення теоретичного аналізу процесу дозування сировини на обладнанні з різним принципом дії;
3. Обґрунтування на основі аналізу існуючих конструктивних рішень конструктивних параметрів шнекового дозатора;
4. Обґрунтування раціональних геометричних параметрів шнекового дозатора.

2 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень

Основою розробки нових технологій і обладнання, а також здійснення оптимізації їх експлуатаційних властивостей є науковий підхід, який визначає залежність ключових параметрів від кінцевого результату взаємодії технології та продукту, що переробляється. Для вирішення цього питання необхідний комплексний підхід до дослідження предмета. Дуже важливо розуміти фундаментальні принципи технологічного процесу, який відбувається в конкретній машині чи пристрої, причини, які впливають на природу цього процесу, і багато інших пов'язаних правил, якщо ви хочете розробити реальне вдосконалення існуючих машин і технологій, або створити новий технічний засіб, ці правила необхідно розуміти.

У цій кваліфікаційній роботі вивчається структурний склад дозуючих машин з різними компонентами різної конфігурації з метою визначення оптимальних параметрів для заданих умов проектування. Для цього необхідно виконати наступні кроки:

1. Дослідити сучасні тенденції проектування та розробки дозаторів.
2. Опишіть можливі вдосконалення засобів дозування компонентів.
3. Дослідити теоретичні основи дозування компонентів на обладнанні різного типу дії.
4. На основі запропонованих конструктивних рішень поясніть передбачувану конструкцію дозатора з гвинтом.
4. На основі технологічних, конструктивних та енергетичних розрахунків визначити доцільні конструктивні параметри шнекового дозатора.
5. Підбиття підсумків виконаного проекту

2.2 Методика розрахунку шнекових дозаторів

Загальну закономірність технологічних процесів, за винятком механічних, можна виразити у вигляді загального закону: швидкість процесу прямо пропорційна силі, що використовується для його приводу, і обернено пропорційна опору.

Величина, зворотна опору, називається коефіцієнтом швидкості процесу.

Зі сказаного випливає загальне рівняння кінетичної теорії:

$$\frac{dV}{F \cdot d\tau} = \frac{\Delta}{R} = K\Delta, \quad (2.1)$$

де V – кількість сировина або енергії;

F – площа, через яку проходить сировина або енергія;

d - тривалість процесу;

τ - рухома сила;

R – опір;

K – коефіцієнт швидкості.

Як правило, рушійною силою процесу є різниця напруг, і конкретні приклади цього:

Перепад тиску між входом і виходом потоку називається різницею тиску, це стосується гідромеханічних процесів.

- різниця температур між джерелами тепла, які передають тепло (для пристроїв, які обмінюються теплом);

- різниця концентрацій між фазами речовини (для процесів, які передбачають масоперенесення).

Розрахунок машин базується на ідентифікації: масової витрати матеріалів, що переробляються, необхідної енергії, оптимальних розмірів тепломасообмінних поверхонь (об'єму) апарату, тривалості процесу, основних розмірів машини та апарати, а також розрахункові значення.

При вивченні кінетичних закономірностей можна визначити умови, необхідні для процесів і оптимальні розміри машин і апаратів.

Порядок розрахунку машин і приладів такий:

- узгодження матеріально-енергетичних витрат процесу;
- на підставі статистики виведіть напрямок процесу та умови рівноваги.
- розрахувати рушійну силу;
- на основі кінетичної теорії визначається швидкість процесу.
- виходячи зі швидкості процесу і величини рушійної сили при оптимальному режимі роботи визначається первинний розмір пристрою - об'єм або поверхня, використовувана для роботи;
- інші розміри пристрою визначаються основним розміром.

Матеріальний баланс заснований на законі збереження маси: об'єм матеріалів ΣG_n , повинен дорівнювати об'єму кінцевої продукції ΣG_k в результаті процесу.

$$\Sigma G_n = \Sigma G_k. \quad (2.2)$$

Основою матеріального балансу є кількість виробленої продукції, яка є відношенням продукту до максимально можливого його виробництва, виражене у відсотках. Вихід продукту визначається кількістю використаної сировини.

В основі теплового балансу лежить закон збереження енергії: об'єм енергії ΣQ_n , що додається до процесу, повинен дорівнювати об'єму енергії, що виділяється.

$$\Sigma Q_n = \Sigma Q_k + \Sigma Q_g, \quad (2.3)$$

де ΣQ_k – кількість теплоти відведеної;

ΣQ_g – витрата теплоти в навколишнє середовище.

Теплота ΣQ_n , що додається до процесу, називається теплотою процесу Q_1 — теплотою, пов'язаною з вихідними речовинами, Q_2 — теплотою теплоносіїв, фізичних або хімічних перетворень, Q_3 — теплотою самого процесу.

Загальна кількість теплоти, що відводиться, дорівнює ΣQ_k , яка включає тепло, що виділяється кінцевими продуктами, і тепло, що відводиться теплопереносниками.

З теплового бюджету розраховується кількість поставленої пари, води та інших джерел тепла.

За величинами, що описують робочі та рівноважні параметри, визначається рушійна сила процесу, потім розраховується швидкість процесу та визначається швидкість процесу.

Результатом вважається інтенсивність процедури, яка вимірюється в одиницях часу та поверхні або об'єму пристрою. Інтенсивність вимірюється енергією або масою за одиницю часу, яку проходить одиниця поверхні або робочого об'єму апарата.

Принцип організації процесу передбачає поділ машин і апаратів на три категорії: періодичної, безперервної і змішаної дії.

При періодичній процедурі окремі її етапи здійснюються в одному апараті (машині), але з певним порядком. Наприклад, збірка компонентів у дозатор, комбінування, транспортування, дозування та розвантаження.

Ця процедура безперервна, але окремі етапи виконуються в різних місцях на одній машині або пристрої або на різних машинах і пристроях.

У процесах, які містять як періодичні, так і безперервні компоненти, окремі етапи процесу виконуються автоматично в машинах і апаратах з періодичною схемою дії, а інші етапи — в машинах і апаратах з безперервною схемою дії.

Залежно від зміни параметрів (температур, тисків, швидкостей, концентрацій тощо) з часом процедури поділяються на встановлені (стаціонарні) і невстановлені (нестационарні).

У формальних процесах значення параметрів є послідовними в часі (нескінченні процеси), тоді як у неформальних процесах вони можуть

змінюватися в часі, тобто вони залежать від положення в просторі та часі (процеси, засновані на часі).

Ці терміни використовуються для опису як періодичних, так і постійних зусиль:

- Тривалість τ - процесу вимірюється в днях, в цей вимір входить час, необхідний для проходження всіх його етапів від завантаження сировини до вивантаження готової продукції.

- Період часу $\Delta\tau$, присвячений процесу, називається технологічним періодом, це час від початку завантаження сировини конкретної партії до початку завантаження сировини для наступної партії.

- Ступінь безперервності $\tau/\Delta\tau \in$ результатом ділення тривалості процесу на його період.

Періодична процедура характеризується періодом $\Delta\tau > 0$ часу більше 0, ступенем її узгодженості $\tau/\Delta\tau < 1$ і рівномірним місцем її виконання.

Послідовний процес характеризується тривалістю $\Delta\tau \rightarrow 0$ його процесуального періоду $\tau/\Delta\tau \rightarrow \infty$, ступенем його узгодженості, розташуванням окремих його стадій.

Розрахунок апаратів (машин) з періодичним циклом дії

При розрахунку апаратів (машин) з періодичною схемою дії розраховується продуктивність даного апарату за одиницю часу і вказується тривалість процесу $\Delta\tau$.

Максимальна кількість добових партій продукту, яка виробляється одним апаратом або машиною:

$$b = \frac{24}{\Delta\tau}. \quad (2.4)$$

Обсяги партій, які необхідно виготовити за день, щоб досягти бажаної продуктивності V_b , будуть рівними:

$$a = \frac{V_b}{V_p}, \quad (2.5)$$

де V_p – загальний обсяг роботи пристрою.

Точна кількість необхідних приладів або машин розраховується за формулою.

$$n = \frac{a}{b} = \frac{V_\tau \cdot \Delta\tau}{24 \cdot V_p}. \quad (2.6)$$

Якщо бажана продуктивність досягається одним пристроєм або машиною, її робочий об'єм повинен становити

$$V_p = \frac{V_\tau \cdot \Delta\tau}{24}. \quad (2.7)$$

Визначення пристроїв (машин), що працюють без зупинки

Для машин поведінка спричиняє зміну початкової консистенції продукту з x_n на x_k , тому первинне рівняння згідно (2.1) записується у такому вигляді

$$\frac{M}{V_p \cdot \tau} = K_v \cdot \Delta x_{cp}, \quad (2.8)$$

де M – досягнута основна кількість продукту;

V_p – робочий об'єм апарата;

τ - тривалість процесу дозування;

K_v – коефіцієнт об'єму швидкості процесу;

Δx_{cp} – середня рухома сила процесу.

Як правило, Δx_{cp} є середньою величиною рушійної сили в діапазоні зміни концентрації від x_n до x_k :

$$\Delta x_{cp} = \frac{1}{x_n - x_k} \int_{x_n}^{x_k} \Delta x dx. \quad (2.9)$$

Якщо об'єм сировини, що переробляється за одиницю часу V_τ , то середня продуктивність машини за одиницю часу дорівнює.

$$M_\tau = \frac{M}{\tau} = V_\tau (x_k - x_n), \quad (2.10)$$

а робочий об'єм машини

$$V_p = \frac{V_\tau (x_k - x_n)}{K_v \cdot \Delta x_{cp}}. \quad (2.11)$$

Між продуктивністю машини і загальним обсягом її роботи існує пряма залежність:

$$V_p = V_\tau \cdot \tau. \quad (2.12)$$

Тривалість процесу розраховується за допомогою рівнянь (2.8) і (2.9):

$$\tau = \frac{x_k - x_n}{K_v \cdot \Delta x_{cp}}. \quad (2.13)$$

Загальні підходи до розрахунку собівартості можна виразити наступною формулою, яка демонструє однакову важливість основної технологічної ознаки кожного компонента дозатора.

$$\Pi_{нк} = \Pi_{ок} = \Pi_{зо}, \quad (2.14)$$

де $\Pi_{нк}$ – ефективність засобів створення компонентів (бункер), кг/год;

$\Pi_{ок}$ – продуктивність шнека, кг/год;

$\Pi_{зо}$ – ефективність всього процесу (кінець), кг/год.

Таким чином, для розрахунку технічних і конструктивних характеристик дозаторів необхідно узгодити всі складові частини.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

3.1. Обґрунтування розробленої конструкції

Під час помелу борошна дозування використовується для наповнення продуктів у контейнери, це використовується, серед іншого, для дозування кількох різних видів сировини при створенні борошномельних виробів.

Вибір типу дозувального пристрою залежить від процесу виробництва та розмірів. Структура тривалості робочого циклу визначає ступінь узгодженості дозування, спосіб дозування визначає його об'єм і загальну масу, структура дозування послідовна або дискретна.

Метод валового дозування є більш точним, тому він став більш популярним.

Об'ємний спосіб дозування більш простий і надійний.

Дозатори поділяються на категорії за ступенем автоматизації: є ручний компонент, автоматизований компонент і автоматичний компонент.

У машинах з ручним керуванням процес дозування веде оператор.

В автоматичних і напівавтоматичних дозаторах частина обов'язків оператора покладена на механізми. Автоматичні дозатори можуть працювати як в повному, так і в частковому циклі дозування.

При порушеному циклі дозатори служать виконавчими механізмами, які випускають певну кількість матеріалу незалежно від зміни його параметрів або відстані, регулювання може здійснюватися як вручну, так і дистанційно.

При роботі в замкнутому циклі подача речовини здійснюється за керуючими сигналами автоматизованого регулювання, яке стежить за ходом процесу.

Серед різновидів матеріалів, що розливаються наливом, є барабани, пластини, шнеки, вібраційні контейнери.

Шнековий дозатор безперервної дії (рис. 3.1) має високу точність дозування. Він складається з трьох основних частин: бункера, шнека та приводу.

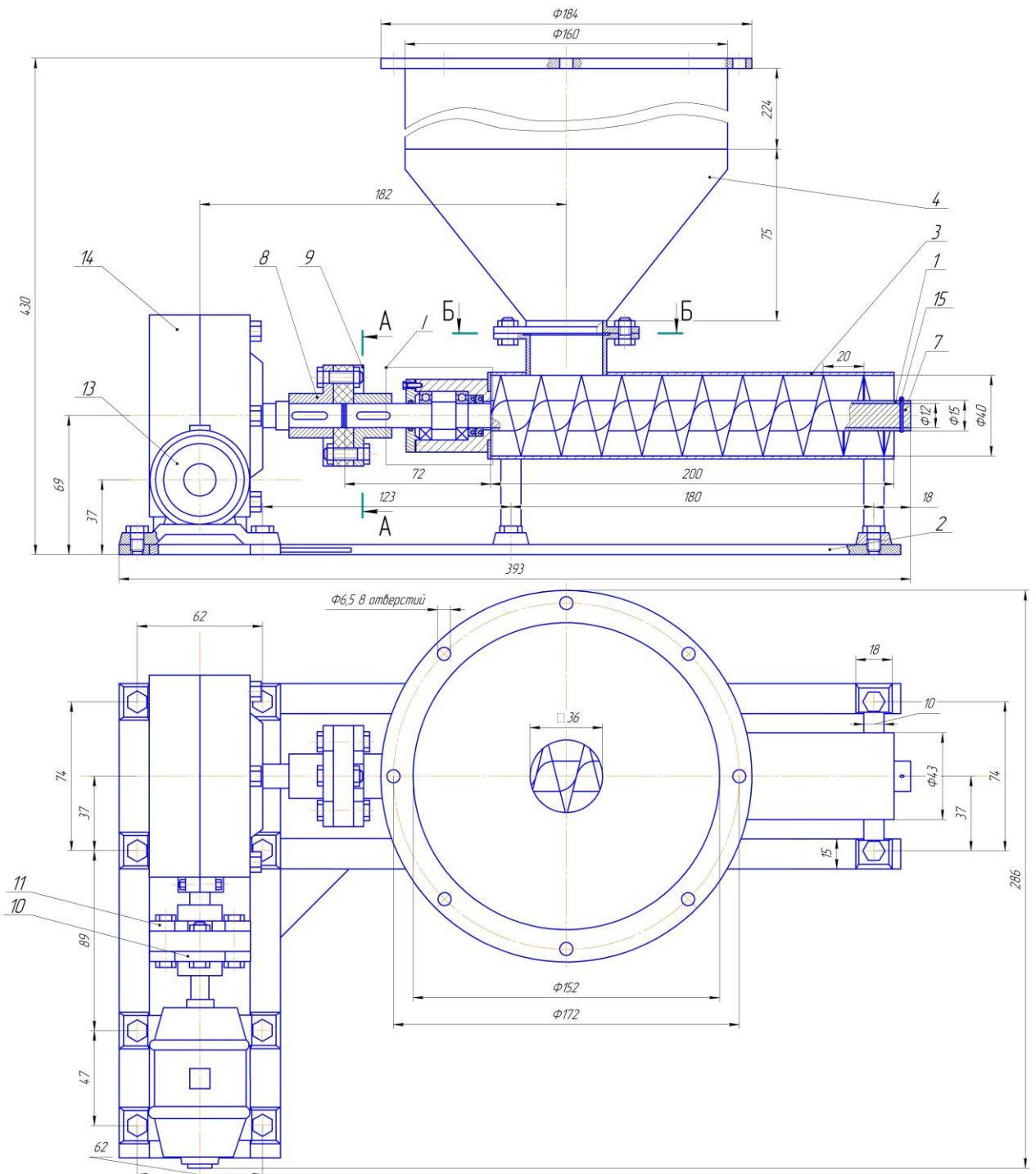


Рисунок 3.1 - Дозатор шнековий.

1 - шнек; 2 - кріпильна рама; 3 - корпус шнека; 4 - бункер; 5 - струшувач; 6 - регулятор продуктивності; 7 - вал шнека; 8 - муфта 1; 9 -

муфта 2; 10 - муфта 3; 11 - муфта 4; 12 – вал; 13 – електродвигун; 14 - редуктор

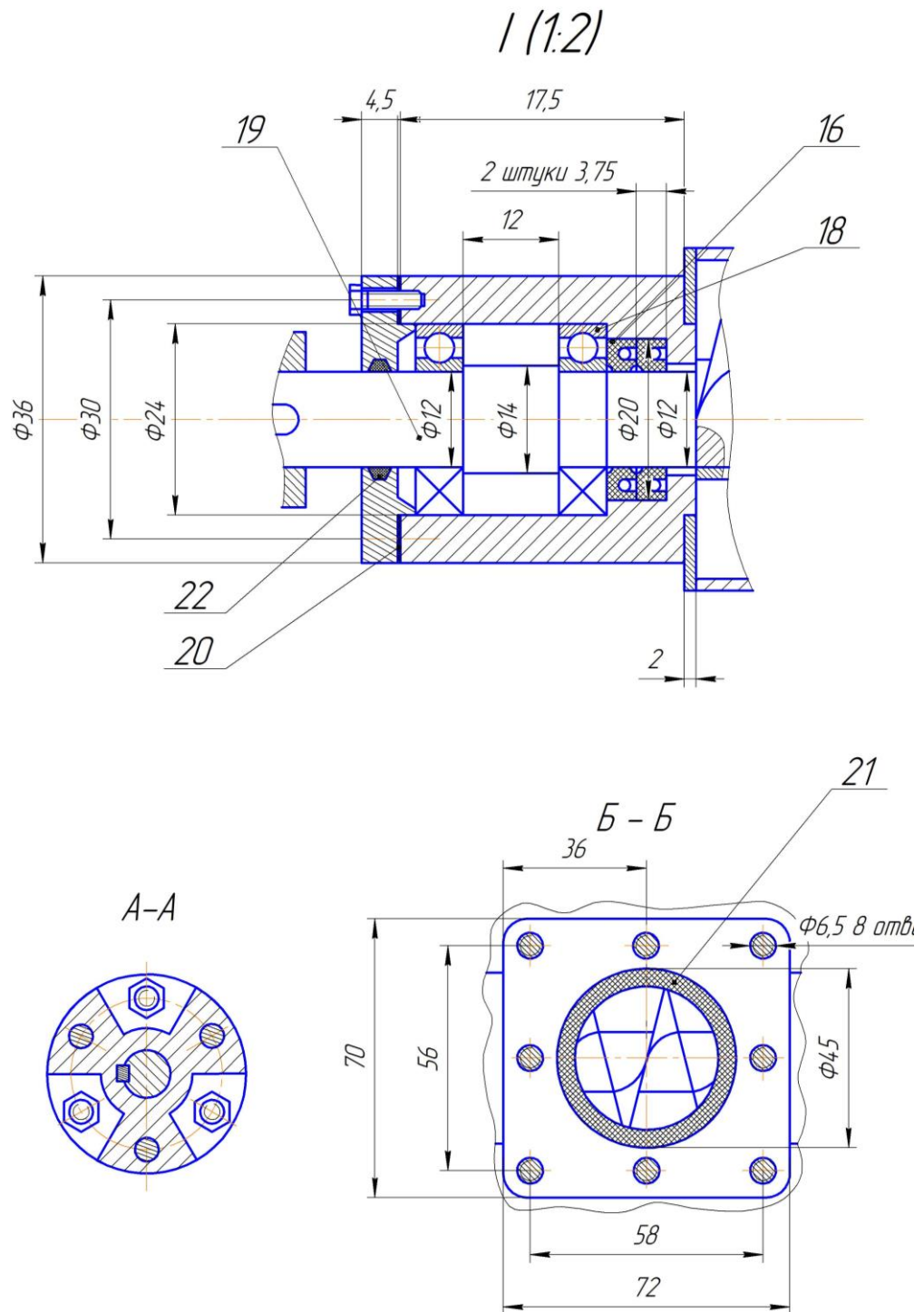


Рисунок 3.2 – Деталі вузлів шнекового дозатора (рис. 3.1)

16 - манжета; 18 – підшипник; 19 - кришка підшипника; 20, 21 – ущільнююче кільце; 22 – сальник.

3.2 Розрахунок параметрів дозатора

Як зазначалося раніше, однією з основних вимог до створення безперервного дозувального пристрою є однакова продуктивність усіх компонентів дозатора.

Враховуючи те, що процес виготовлення борошномельних виробів передбачає виконання ряду технологічних операцій, які наведені в порядку зменшення складності, та визначення технологічних параметрів і режимів роботи кожного вузла машини виходячи зі специфіки виконання одного або потрібна інша операція. Наприклад, процедура дозування борошна не характеризується певною тимчасовою сигнатурою, ця сигнатура може впливати або не впливати на якість або повноту операції. У цьому випадку тривалість дозованого часу буде залежати від загальної тривалості виробничої операції борошномельних виробів, включаючи годинний цикл зайнятості. І навпаки, тривалість процедури дозування передбачає певну тривалість, яка може безпосередньо впливати на якість і повноту процедури. Тобто оптимізація дозатора вимагатиме визначення конкретних конструктивних параметрів машини, які будуть відповідати умовам її використання.

Визначимо діапазон продуктивності, часові характеристики та структурні властивості вузлів машини зі створенням функціональних залежностей, які дозволять підібрати найбільш відповідні оптимальні параметри, які забезпечать бажану продуктивність дозатора.

Оскільки найбільш важливою машиною є дозатор, технологічні, кінетичні, часові та енергетичні параметри повинні бути визначені з нею.

Ми відтворили технічні та конструктивні компоненти дозатора, що призвело до наступних візуальних залежностей, продемонстрованих на рисунках 3.3 та 3.4.

Для визначення технічних характеристик дозатора найбільшими обмеженнями будуть частота обертання вала, радіус шнека та тривалість процесу дозування..

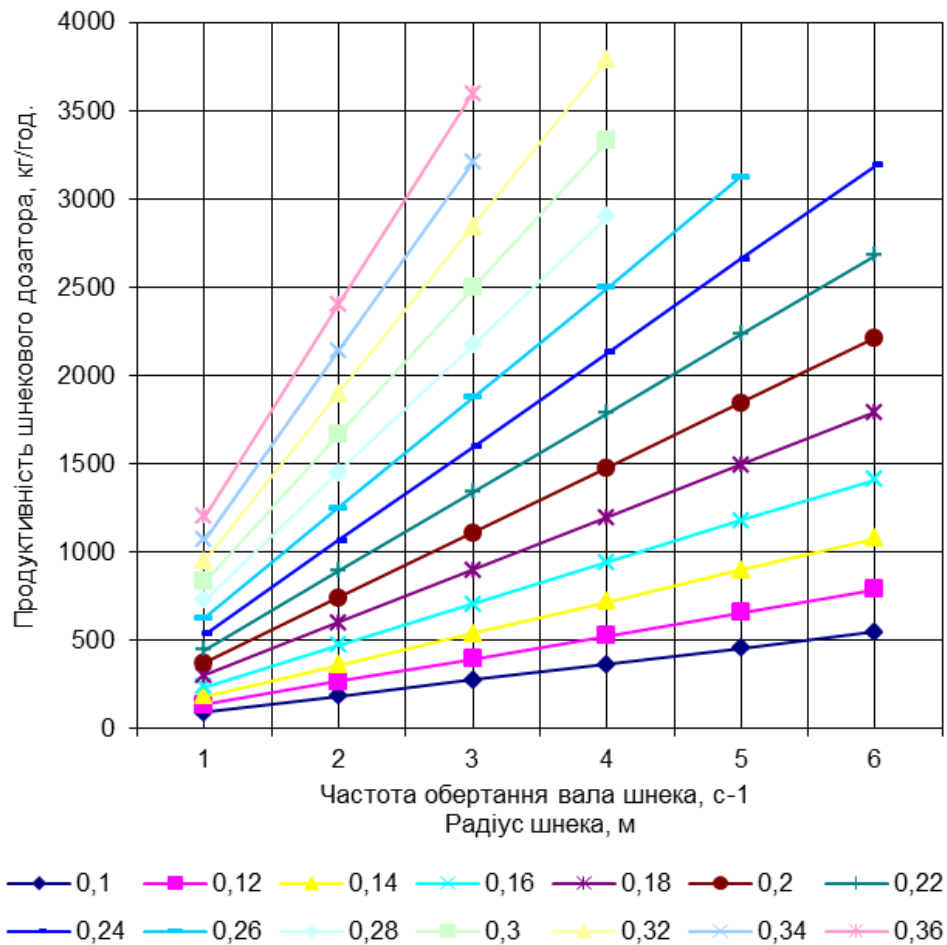


Рисунок 3.3 - Залежність продуктивності шнекового дозатора від радіуса шнека та частоти його обертання.

При побудові графіка залежності продуктивності шнекового дозатора від довжини окружності шнека та частоти його обертання (рис. 3.3) було досягнуто наступних властивостей:

При частоті шнека на рівні 4 с^{-1} можна отримати значення продуктивності 1500 кг/год за умови застосування шнека радіусом $0,2 \text{ м}$, а продуктивність 2800 кг/год – $0,28 \text{ м}$. Як видно, раціональним є застосування шнека з радіусом $0,2 \text{ м}$, який забезпечить максимальну продуктивність 2500 кг/год при частоті обертання 6 с^{-1} .

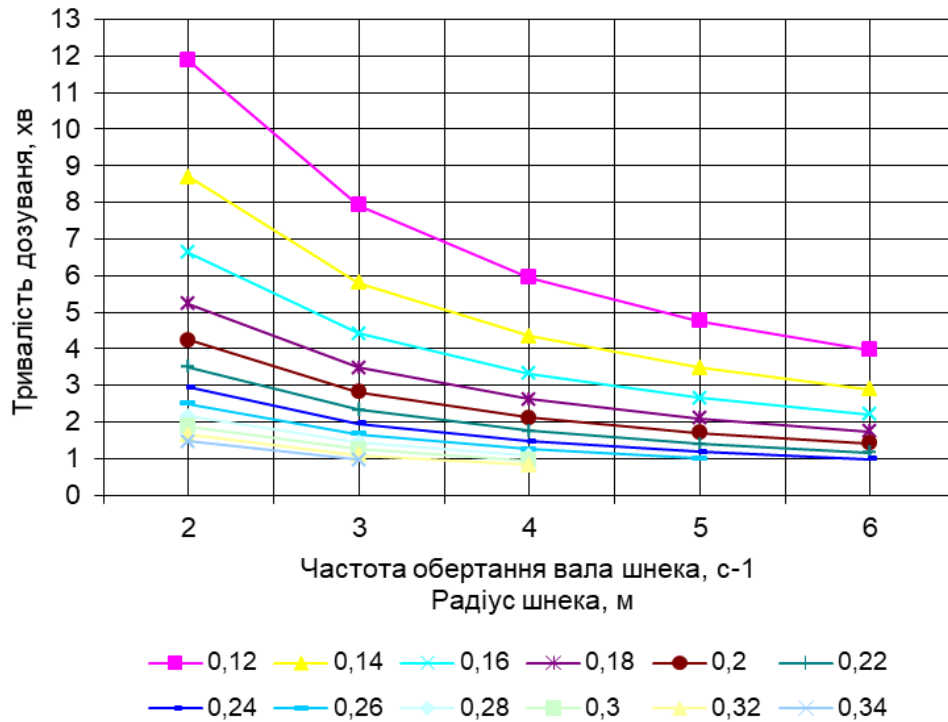


Рисунок 3.4 - Залежність тривалості дозування шнекового дозатора від радіуса шнека та частоти його обертання.

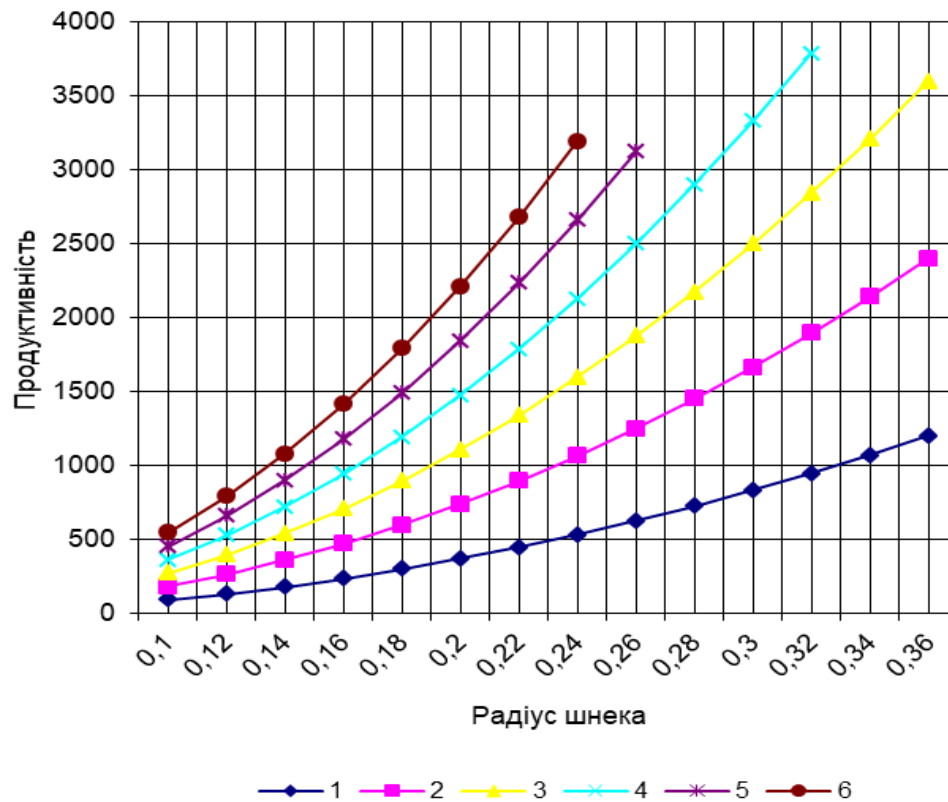


Рисунок 3.5 - Залежність продуктивності шнекового дозатора від радіуса шнека

У результаті обрано графічне зображення залежностей, які пов'язані з основними технологічними, часовими, кінематичними та конструктивними складовими дозатора.

3.3. Розрахунок шнекового дозатора

3.3.1 Вибір і розрахунок основних характеристик шнекового дозатора.

У віддаленому майбутньому ми повинні з'ясувати енергетичні потреби складових частин дозатора. Для цього необхідно використовувати формули для розрахунку потужності, необхідної для обертання гвинтового дозатора, які описані в розділі 2.

Потім оцінюємо потенційну енергію, необхідну для подолання тертя в підшипниках.

а) Речовина, що перевозиться – борошно.

б) Продуктивність шнекового дозатора $Q = 10$ кг/год

в) Довжина траси транспортування $L = 5D$

г) Висота транспортування $H = 0$ м, кут нахилу $\alpha = 0$.

д) Місце установки – приміщення.

Діаметр шнека дозатора є основним фактором, що визначає продуктивність. Загальні розміри діаметрів гвинтів.:

$D = 60; 100; 120; 150; 200; 250; 300; 400; 500; 600$ мм.

У випадках, коли продуктивність низька, діаметр може бути меншим.

Погоджуємося з діаметром $D = 40$ мм; $d = 0,04$ м.

3.3.2. Визначення кроку гвинта.

При куті нахилу осі обертання до горизонту більше 8 градусів крок осі вважається $S = 0,8 \cdot D$, а в типових умовах експлуатації рекомендується $S = D$.

Вибираємо $S = 0,04$ м.

Визначення відсотка заповнення жолоба.

Коефіцієнт, який враховує пропускну здатність жолоба, - це відношення середнього об'єму матеріалу, що заповнює жолоб, до об'єму

типового виступу шнека. Максимально допустимий період перелогу становить 3 місяці, як зазначено в таблиці 3.1:

Таблиця 3.1 - Коефіцієнт наповнення жолоба

Найменування матеріалу	ψ	Об/хв, що допускаються
Продукти помелу (борошно)	0,45-0,3	50-120
Зернові (пшениця, жито і ін.)	0,4-0,3	50-120
Абразивні (цукор)	0,4-0,3	50-120
Дрібнокускові неабразивні і напівабразивні	0,4-0,25	50-100
Липкі (вологий цукор)	0,4-0,2	20-60
Тістоподібні (борошняне тісто)	0,4-0,2	20-60
Матеріали, що злежуються	0,4-0,2	20-60

Матеріалом, що транспортується, є борошно, яке є представником бакалійної промисловості. Вважаємо, що частка загального об'єму, яку заповнює крапля, дорівнює 0,3.

3.3.3 Коефіцієнт базується на ступені нахилу осі обертання до горизонту.

Коефіцієнт, пов'язаний з нахилом осі обертання до горизонту, виводиться з таблиці 3.2:

Таблиця 3.2 - Величина кута між віссю обертання і горизонтом.

Коефіцієнт	Кути				
	0°	5°	10°	15°	20°
c	1,0	0,9	0,8	0,7	0,63

Передбачається, що установка не може працювати під нахилом, на рівній поверхні без нахилу. Коефіцієнту надаємо значення $c = 1,0$.

Визначення кількості обертів гвинта.

Знайдемо число обертів вала з формули для продуктивності з урахуванням раніше визначених параметрів.:

$$n = \frac{Q}{47 \cdot D \cdot S \cdot \psi \cdot \rho \cdot c} = \frac{0,01}{47 \cdot 0,04^2 \cdot 0,04 \cdot 0,3 \cdot 1,4 \cdot 1} = 7,91 \text{ об/хв.}$$

Визначення швидкості транспортування матеріалу.

$$V = \frac{S \cdot n}{60} = \frac{0,04 \cdot 7,9}{60} = 0,0052 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт опору руху вантажу по жолобу розраховується за таблицею 3.3.

Таблиця 3.3 – Коефіцієнт опору при русі вантажу по жолобу.

Сировина	W
Вологий неабразивний (цукор-рафінад, сирий солод, бавовняне насіння)	2,2
Суха неабразивна (зернові продукти)	1,2
Сильно абразивний і липкий (цукр пісок сирий)	4,0
Напівабразивний (борошно, сода, кухонна сіль)	3,2

Дозатор виконує сухі, неабразивні процеси, в результаті яких борошно транспортується. Розраховуємо коефіцієнт опору при проходженні вантажу по жолобу $W=3,2$.

Сировина буде розподілена порівну:

$$N = \frac{Q}{367} (L_s \cdot W + H) = \frac{0,01}{367} \cdot (0,04 \cdot 5 \cdot 3,2 + 0) = 0,00001743 \text{ кВт.}$$

3.3.4 Аналіз атрибутів: швидкість, потужність і здатність рухатися при різних числах обертів гвинта.

На рис. 3.4 залежність між потужністю і продуктивністю, а на рис. 3.5 кількість обертів, необхідних на одиницю продукції, залежить від продуктивності процесу.

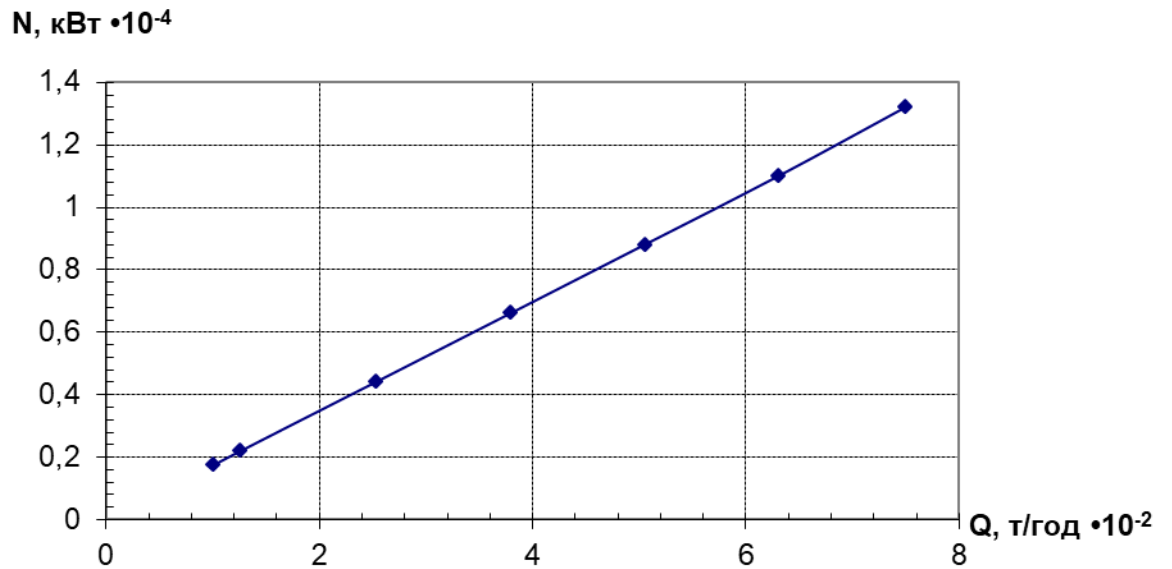


Рисунок 3.4 - Залежність потужності від продуктивності

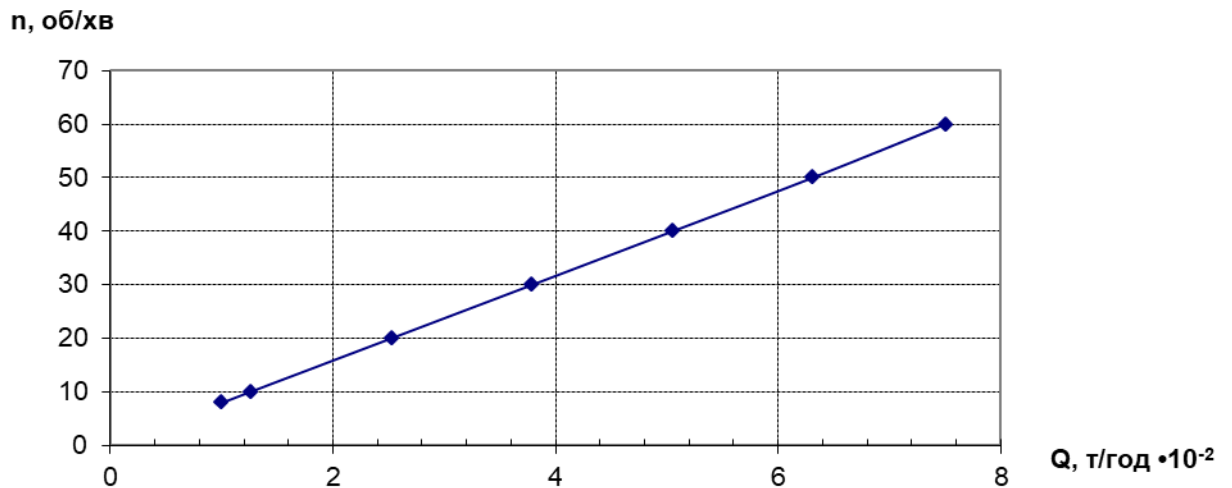


Рисунок 3.5 - Залежність числа обертів від продуктивності.

Залежність від графіки лінійна, без кроків і розривів. Очевидно, що чим більше число обертів, тим більше продуктивність і енергоспоживання.

Визначимо вал максимальної потужності..

3.3.5 Розрахунок валу.

Діаметр валу визначається по формулі:

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{дв.}} \cdot \eta_{\text{ред.}} \cdot \eta_{\text{подшип.}} = 0,95 \cdot 0,65 \cdot 0,95 = 0,5866$$

$$N_p = N / \eta_{\text{общ}} = 0,00013218 / 0,5866 = 0,000225336 \text{ кВт}$$

де: N_p - потужність на валу з урахуванням ККД підшипників, двигуна і редуктора.

То мінімальний діаметр валу буде:

$$d \geq 0,12 \sqrt[3]{\frac{N_p}{n}} = 0,12 \sqrt[3]{\frac{0,000225336}{60}} = 0,001865, \text{ м або } d \geq 1,9 \text{ мм.}$$

Важливо відзначити, що в нашій конструкції буде використовуватися знімний шнек - труба з фланцевим черв'яком, який кріпиться на металевому валу.

Виходячи з вимірювання, вибираємо вал діаметром 12 мм.

Перевірити на міцність.

Визначте силу, що діє на стержень.

$$M_K = 9740 \cdot \frac{N_p}{n} = 9740 \cdot \frac{0,0002253}{60} = 0,0365 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Розрахуємо масу валу при 12 мм:

$$M_B = \frac{d_B^2 \pi}{4} \cdot L_p \cdot \rho_{ст} = \frac{3,14 \cdot 0,012^2}{4} \cdot 0,2 \cdot 7,9 \cdot 10^3 = 0,1786 \text{ кг};$$

де L_p - довжина ротора (валу), м; $\rho_{ст}$ - щільність сталі, кг/м^3

Розрахуємо масу витків черв'яка:

$$M_{Вит.} = \frac{\pi \cdot (d_p^2 - d_B^2) l}{4} \cdot \rho_{ст} = \frac{3,14 \cdot (0,04^2 - 0,012^2) \cdot 0,04}{4} \cdot 7,9 \cdot 10^3 = 0,3611 \text{ кг};$$

Маса ротора рівна:

$$M_p = M_B + M_{Вит.} = 0,1787 + 0,3612 = 0,53979 \text{ кг};$$

Для подальшого розрахунку потрібне значення в Ньютонах.

$$M_p = 0,53977 \cdot 9,81 = 5,2952 \text{ Н};$$

Визначимо погонну вагу ротора:

$$g_p = \frac{M_p}{l} = \frac{5,2951}{0,2} = 26,4757 \text{ кг/м};$$

Для визначення небезпечного перетину побудуємо епюри сил і моментів, що діють на вал:

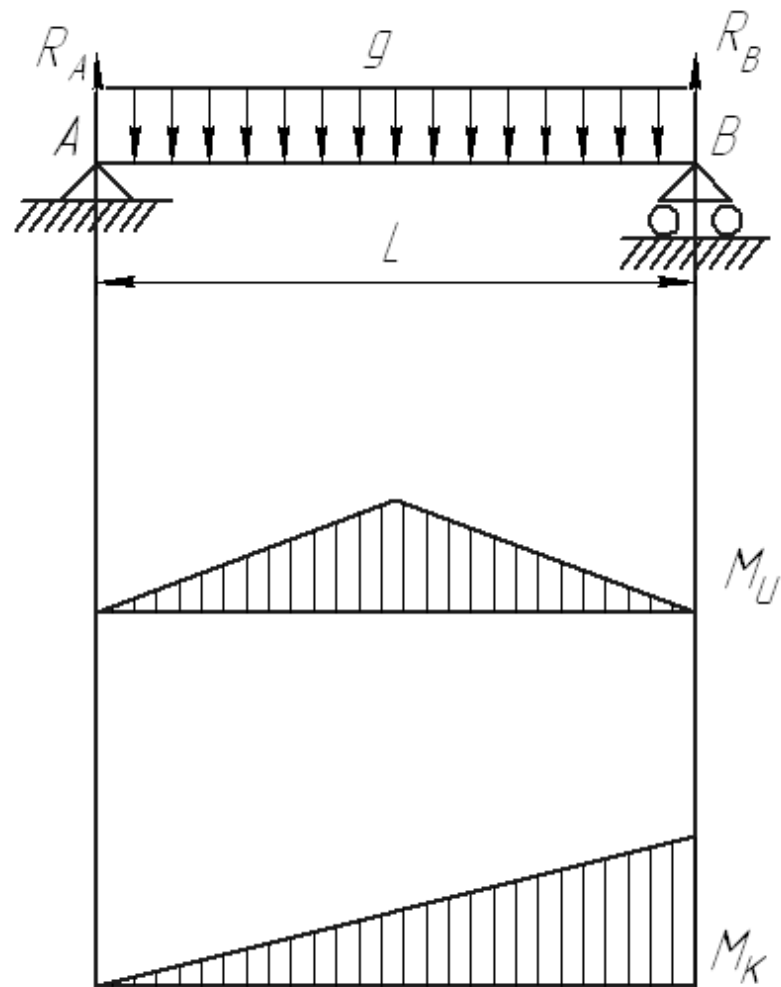


Рисунок 3.6 - Епюри сил і моментів, що діють на вал

На графіках видно, що максимальна міцність на розрив припадає на середину валу і дорівнює:

$$M_u^{\max} = \frac{g \cdot l^2}{8} = \frac{26,4757 \cdot 0,2^2}{8} = 0,13237 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Крім того, максимальний крутний момент знаходиться на кінці валу.

Момент опору в небезпечному перетині рівний:

$$W = 0,1 \frac{d_B^4}{d_B} = 0,1 \cdot \frac{0,012^4}{0,012} = 1,73 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3;$$

Визначимо граничний момент на валу:

$$M_{np} = \sqrt{M_u^2 + 0,45 \cdot M_{kp}^2} = \sqrt{0,13237^2 + 0,45 \cdot 0,0365^2} = 0,0181236 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Для оцінки величини вала ми будемо використовувати найпоширеніший матеріал сталь 40Х, для якого $[\sigma_{зг}] = 10,3 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2$ [4];

$$\sigma_p = \frac{M_{np}}{W} = \frac{0,0181236}{1,73 \cdot 10^{-7}} = 1,0476 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$$

Діаметр валу вибраний, вірно, т.к. $\sigma_{из} > \sigma_p$.

3.3.6 Вибір підшипників і муфт.

Ми вибираємо сферичні роликові підшипники, які є променевими, однорядними та відповідають ГОСТ 8338-75 як опори:

Атрибути сферичних підшипників:

$d=12\text{мм}$, $D=24\text{мм}$, $b=6\text{мм}$;

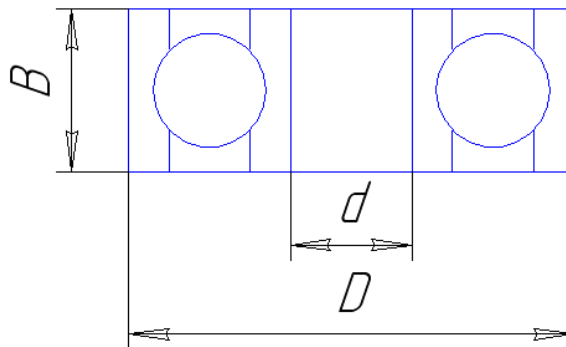


Рисунок 3.7 - Ескіз шарикопідшипника

Вибір муфт.

Для мінімізації навантаження на підшипники, редуктор і електродвигун ми вибираємо муфту, що відповідає вимогам ГОСТ 24246-80, яка виконана з прямокутними шпонками.

Виберіть диск.

Під час розрахунку продуктивності було помічено, що при продуктивності 10 кг/год кількість обертів черв'яка становила б 7,9 обертів.

У результаті рекомендованим вибором коробки передач є передавальне число $U_{ред}=25$.

В якості рушійної сили слід використовувати електродвигун постійного струму з малою кількістю обертів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

4.1 Аналіз виробничих небезпек під час виробництва борошна

У процесі трудової діяльності людини за допомогою певних знарядь діє на предмет праці в умовах існуючого середовища. Залежно від характеру праці на людину можуть впливати різні середовища: механічні, хімічні, теплові, електричні, біологічні. Організм людини здатний переносити без наслідків такі дії лише, якщо вони не перевищують певних рівнів і тривалості. За межами цих рівнів і тривалості виникає пошкодження організму, яке при досягненні певного ступеня кваліфікується як нещасний випадок, травма. Безпосереднім джерелом таких пошкоджень може бути будь-який з компонентів праці.

Пошкодження організму можуть виникати внаслідок: як безпосередньо контактних дій, так і дистанційних, одразу після дії або через певний проміжок часу.

Серед різних факторів виробництва, які можуть спричинити певні дії на людину, виділяють шкідливі й небезпечні виробничі фактори.

Будь-який шкідливий або небезпечний виробничий фактор може діяти на людину лише у певних умовах. Це поняття має надзвичайно важливе значення при вивченні й дослідженні механізмів дії таких факторів на людину та їх наслідків.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори, відповідно до ГОСТ 12.0.003 – 74 поділяють на: фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. При розробці заходів запобігання виробничому травматизму й захворюваності працюючих, спеціалістів найбільше цікавлять шкідливі та небезпечні виробничі фактори.

Небезпечні виробничі фактори поділяють на явні, якщо їх дія на людину очевидна і для її запобігання необхідні певні заходи і які потенційно

можуть діяти на людину при певних її діях, виникненні аварій та в інших небезпечних умовах.

Так, спеціалісти в галузі безпеки праці стверджують, що виробнича небезпека – це загроза дії на працюючого небезпечних і шкідливих виробничих факторів, а виробнича шкідливість – дія на працюючого лише шкідливих виробничих факторів.

При встановленні причинно-наслідкових зв'язків між подіями, що призвели до травми працюючого, необхідно розрізнити поняття “нешасний випадок” і “травма”. Травма є випадковою подією внаслідок дії небезпечного виробничого фактору на людину. Поняття “нешасний випадок” пояснює достовірність факту виникнення травми, а тому його окремою подією вважати не можна.

У процесі роботи людина може потрапляти в небезпечну зону внаслідок відсутності там необхідного огороження, сигнальних пристроїв або попереджувальних знаків та написів, порушення відповідних правил, допущеної помилки або внаслідок аварії. При цьому виникає можливість дії на неї небезпечного виробничого фактору. Кожну дію, внаслідок якої людина потрапляє до небезпечної зони, позначено як небезпечну.

Вичерпні знання обставин, внаслідок яких виник нещасний випадок або може статися аварія, травма чи більш важкі наслідки, необхідні для глибокого розуміння процесу зародження, нормування та виникнення небезпечних ситуацій – випадкових явищ, що передують травмам, аваріям, катастрофам.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця, конструктивні недоліки конкретного вузла чи машини, та інші;
- спонукають працюючого допускати помилок у процесі роботи, низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці;

- відсутність відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці;

- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону.

Якщо внаслідок аварії технічної системи виникли травми у людей, то сам випадок травми необхідно розглянути як подію, що є наслідком аварії. Це стосується тих систем, у яких підсистемами одночасно є машина і людина. Якщо при функціонуванні таких систем з ладу вийшла машина, раптово припинивши свої функції внаслідок руйнування окремих деталей або самої машини, і це привело до значного матеріального збитку, то таке випадкове явище необхідно назвати аварією.

Всяке порушення аналітичної цілості організму або його функцій внаслідок дії на людину, дії будь-якого небезпечного фактору, визначається як травма.

Оскільки при функціонуванні людино-машинних систем такі явища як травми, аварії та катастрофи, мають дуже близькі механізми формування та виникнення, у подальшому ці явища будуть описуватись паралельно (рис. 4.1).

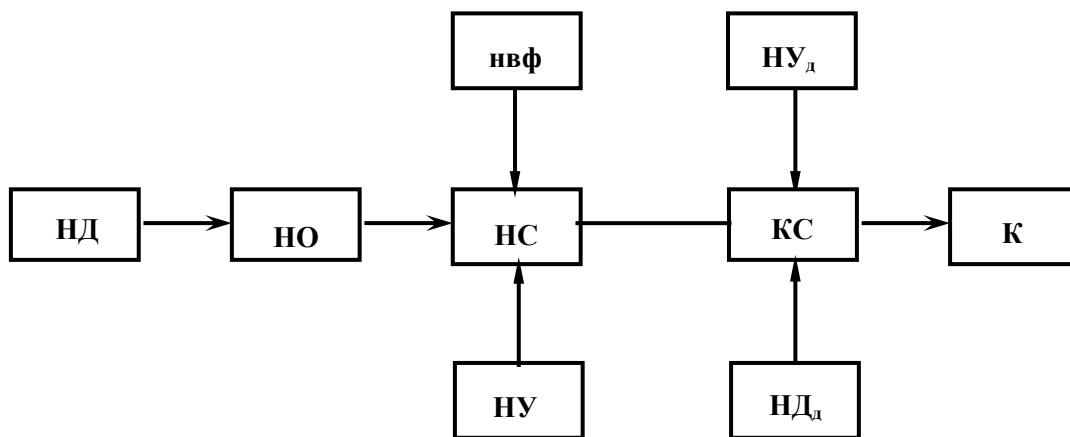


Рисунок 4.1 - Блок-схема формування та виникнення травмонезбезпечних аварійних та катастрофічних ситуацій:

НВФ-небезпечний виробничий чинник; НУ-небезпечні умови; НД-небезпечні дії; НО-небезпечні обставини; НС-небезпечна ситуація; А-аварія; Т-травма; КС-критична ситуація; НУд-небезпечні умови додатково; НДд-небезпечні дії додатково; К-катастрофа.

Усі явища, що формують небезпечну ситуацію, мають повну достовірність виникнення, а це означає. Що небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД), небезпечні ситуації (НС) і наслідки таких ситуацій: аварія(А), травми (Т) і сприятлива подія належить до випадкових явищ.

4.2 Моделювання процесу виникнення травм та аварій

Метод логічного моделювання процесів формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків доцільно застосовувати для аналізу існуючих або потенційних небезпек, що виявленні при обстеженні робочих місць, окремих марок машин, агрегатів, а також різних споруд, будівель, виробничих процесів і технологій. Але, як показали дослідження, будь-яка аварія може бути наслідком однієї з багатьох потенційних небезпечних ситуацій або їх поєднання. Тому метод логічного моделювання не може бути застосований для моделювання складних аварій і катастроф. Обчислення рівняння безпеки можна спрямувати на удосконалення конструкції технічних засобів, на зниження їх безпеки, а також вживати термінових заходів для першочергового усунення небезпек з більш високим рівнем.

Аналіз умов, обставин та причин різних аварій, виробничих травм та деяких катастроф показав, що процеси формування та виникнення цих явищ можна заздалегідь моделювати, застосовуючи метод побудови “дерева відказів” та помилок оператора людино-машинних систем у сільському господарстві. Так, побудовані операторні або логіко-імітаційні моделі травм при роботі.

Основні принципи побудови моделі такі. Виявляється виробництво, на якому вже були раніше або можуть статися аварії, виробничі травми чи катастрофи. За своєю формою так модель нагадує крону дерева, тому вона і одержала назву “дерево відказів і помилок”. Кінцеві події називають базовими.

Для побудови логіко-імітаційних моделей застосовують різні символи, що характеризують ті чи інші події. Як правило, побудова моделі починається з головної події, а наступні розміщують зверху вниз, аж до базових подій (рис. 4.2).

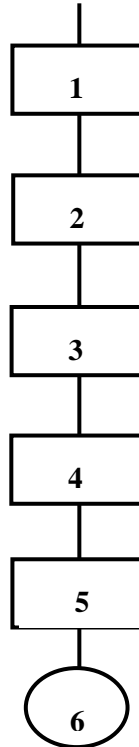


Рисунок 4.2 - Схема побудови логіко-імітаційних моделей:
1- головна подія; 2-5- проміжні події; 6- базова подія.

Кожен блок рисунку, позначений відповідним номером, означає подію або окремий етап побудови моделі:

- 1 – відмова (аварія, травма) системи – головна подія;
- 2 – послідовність подій, що приводять до відмови системи;
- 3 – послідовність подій зображується за допомогою логічних операторів;
- 4 – усі входні і вихідні події, що входять до моделі, зображуються у вигляді прямокутників з відповідними написами всередині;
- 5 – послідовний підхід до базових подій, частоти виникнення яких відомі;

б – базові події зображують у вигляді кружечків з написами всередині, вони є межею аналізу побудованої моделі.

4.3 Розробка логічно-імітаційної моделі процесу виникнення травм під час виробництва борошна

Проаналізувавши кожен із логічних моделей процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, завжди можна знайти подію з якої починається небезпечний процес ще до виникнення небезпечних наслідків.

Методикою оцінки рівня безпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію рівня безпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварії, травми залежно від досліджуваного явища.

Для оцінки рівня безпеки певного об'єкта чи явища можна застосувати метод обчислення ймовірності виникнення будь-якого випадкового явища, який широко застосовують в зарубіжній інженерній практиці. Основні його принципи полягають в тому, що на основі обстеження робочого місця чи окремої машини виявляють виробничі небезпеки, можливі аварійні або травматичні ситуації. При оцінці ситуацій визначають події, які можуть стати головною подією при побудові логічно-імітаційної моделі травми. Після цього будують модель “дерева відмов і помилок оператора”. При цьому важливе значення має правильний вибір головної події.

Головну подію (травма), модель якої нам необхідно побудувати, вибирають виходячи з оцінки відповідного об'єкта, виробництва чи окремої одиниці обладнання і змісту його найбільш небезпечного явища, яке за певних умов виробництва може виникнути.

Після вибору головної випадкової події (явища) розпочинаємо побудову моделі (“дерева”). Використовуючи оператора “і” та “або”,

використовуємо набір ситуацій (відомих до цього), які можуть призвести до подій, вибраної як головна.

Після визначення відповідних травмонебезпечних ситуацій та їх кількості, визначаємо інші події, що входять до кожної такої ситуації, логічним аналізом із застосуванням операторів “і”, “або” та інших. Процес побудови моделі триває, поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі.

Повністю побудована і перевірена модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною.

Ймовірність базових подій визначаємо за даними виробництва. Наприклад, базова подія “стан контролю з охорони праці”. Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (у відсотках) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об’єкті. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50% або 30%, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю ймовірність “не здійснення контролю” становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то відповідно ймовірність дорівнює 0.

Після обчислення ймовірності всіх подій, розміщених у ромбах, і базових подій, починаючи з лівої нижньої гілки “дерева”, позначаємо номерами всі випадкові події, що увійшли до моделі.

На цьому можна вважати, що певна модель підготовлена до математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логіко-імітаційної моделі

Отже, для побудови логіко-імітаційної моделі процесу, формування і виникнення аварії та травми для випадку технологічного процесу виробництва борошна складемо список базових подій. Вони лежатимуть у основі даної моделі. Кожному пункту списку присвоюємо певне значення ймовірності виникнення. Нижче подано сам список:

1. Стан контролю з охорони праці $P_1 = 0,2$;

2. Несерйозне відношення до проходження ТО $P_2 = 0,1$;
3. Відсутність комплектуючих $P_3 = 0,2$;
4. Невисока міцність $P_4 = 0,03$;
5. Застаріле обладнання $P_6 = 0,02$;
6. Попадання предметів з навколишнього середовища $P_7 = 0,4$;
7. Досвід роботи $P_{12} = 0,35$.
8. Професійний рівень робітника $P_{13} = 0,5$;
9. Психофізіологічний стан робітника $P_{14} = 0,083$;

На основі даного списку будуємо матрицю логічних взаємозв'язків між окремими пунктами, графічне представлення якої зображено на рис. 5.2.

Розрахуємо ймовірності виникнення подій, що входять у дану логіко-імітаційну модель процесу виробництва борошна (на прикладі ймовірності травми робітника, пов'язаної з роботою дозатора).

Ймовірність виникнення події P_5 визначаємо наступним чином:

$$P_5 = 0,2 + 0,1 + 0,2 + 0,003 - 0,2 \cdot 0,1 - 0,2 \cdot 0,03 - 0,2 \cdot 0,03 - 0,1 \cdot 0,2 - 0,1 \cdot 0,03 - 0,2 \cdot 0,03 + 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 + 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,03 + 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 + 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,03 - 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,03 = 0,314$$

Ймовірність виникнення події P_{10} визначаємо так:

$$P_{10} = 0,2 + 0,1 = 0,3$$

Ймовірність виникнення події P_{11} визначаємо:

$$P_{11} = 0,02 \cdot 0,314 \cdot 0,4 \cdot 0,3 = 0,00075$$

Ймовірність виникнення події P_{15} визначаємо наступним чином:

$$P_{15} = 0,35 \cdot 0,5 \cdot 0,083 = 0,0145$$

Ймовірність події P_{18} :

$$P_{18} = 0,5 + 0,083 = 0,58$$

Ймовірність події P_{19} :

$$P_{19} = 0,0145 \cdot 0,083 = 0,0012$$

Ймовірність події P_{20} :

$$P_{20} = 0,00075 + 0,0012 = 0,00195$$

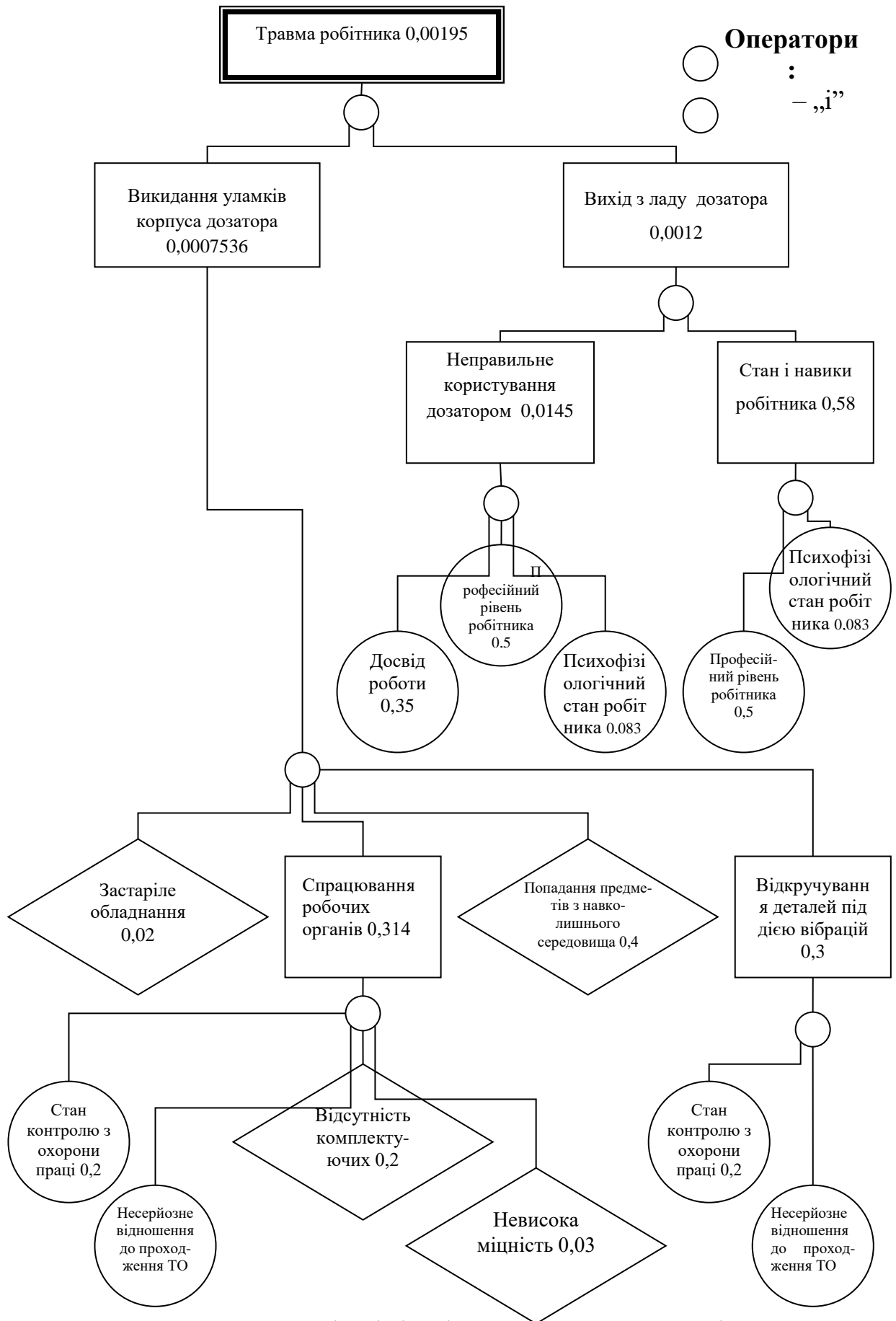


Рисунок 4.3 - Логіко-імітаційна модель процесу формування та виникнення аварії та травми під час виробництва борошна.

Ймовірність травми рівна ймовірності виникнення аварії. Це пов'язано з тим, що остання можлива лише за умови контролю людиною роботи дозатора борошна.

Логіко-імітаційні моделі аварій і травм допомагають зменшити ймовірність виникнення аварійних та травмонебезпечних ситуацій. Якщо необхідно оцінити рівень небезпеки будь-якого робочого місця, слід уважно вивчити і побудувати логічні моделі можливих небезпечних ситуацій, які охоплюють як стан обладнання і самого робочого місця, так і поведінку працюючого і обчислити ймовірність виникнення травми.

Після аналізу результатів моделювання ймовірність виникнення травми можна звести до дуже малої величини – достатньо зменшити вплив ймовірностей вихідних факторів, які до неї призводять.

4.4 Розробка заходів щодо захисту населення

Забезпечення захисту цивільного населення у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій є одним з найважливіших завдань, яке покладається на службу з охорони праці господарства.

Захист населення базується на державній системі заходів, що забезпечують виконання організаційних, інженерно - технічних, санітарно - гігієнічних та інших заходів в сфері запобігання та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

До надзвичайних ситуацій природного характеру, які можуть виникнути на території підприємства належить: пожежа, ураган, смерч, землетрус, великі опади дощів.

З метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій має проводитись спеціальний комплекс заходів, а саме:

- оповіщення та інформування населення про надзвичайну ситуацію, яка може виникнути;
- спостереження і контроль за довкіллям , продуктами харчування і водою;
- створення захисних споруд та укриття в них усього населення відповідно до приналежності (працююча зміна, населення, яке проживає в небезпечній зоні);
- проведення медичного захисту для зменшення ступеня ураження людей, своєчасне надання допомоги та лікування.

5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

5.1. Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції

Розрахунок техніко-економічних показників базується на визначенні показників: строку окупності капіталовкладень, річного економічного ефекту, рівня рентабельності виробництва, прибутку, економії затрат праці, рівня механізації, собівартості продукції, експлуатаційних і виробничих затрат.

Одним із основних критеріїв економічної оцінки технологічного рішення є строк окупності, який визначається як відношення сумарних капітальних витрат $K_{\text{кан}}$ (грн.) до річного прибутку Π (грн.):

$$T = \frac{K_{\text{кан}}}{\Pi} \quad (5.1)$$

Наступним показником, який може характеризувати економічну ефективність виробництва заданого виду продукції є рівень рентабельності. Він характеризує прибутковість підприємства. Рентабельність визначається відношенням прибутку Π до загальних затрат на виробництво продукції Z :

$$P_p = \frac{\Pi}{Z} \cdot 100 \quad (5.2)$$

Прибуток визначається як різниця грошових надходжень Γ_n і загальних затрат на виробництво продукції Z :

$$\Pi = \Gamma_n - Z \quad (5.3)$$

Грошові надходження від реалізації виробленої продукції визначаються як добуток кількості виробленої продукції Q_{np} (т) на її ціну C_{np} (грн./т):

$$\Gamma_n = \sum Q_{np} \cdot C_{np} \quad (5.4)$$

Грошові надходження від реалізації продукції різного гатунку (якості) визначатимуться як:

$$\Gamma_{нвг} = Q_{прг} \cdot C_{прг} \quad (5.5)$$

$$\Gamma_{нвг} = 1051,2 * 17000 = 17870400 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{н1г} = Q_{прг1г} \cdot C_{прг1г} \quad (5.6)$$

$$\Gamma_{н1г} = 525,6 * 15000 = 7884000 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{н2г} = Q_{прг2г} \cdot C_{прг2г}$$

$$\Gamma_{н2г} = 175,2 * 7000 = 1226400 \text{ грн.}$$

Сумарні грошові надходження

$$\Gamma_n = 17870400 + 7884000 + 1226400 = 26980800 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції визначаються за формулою:

$$Z = Z_n + Z_{н} \quad (5.7)$$

де Z_n - прямі затрати на виробництво продукції, грн.;

$Z_{н}$ - непрямі затрати на виробництво продукції, грн.

Прямі затрати на виробництво продукції визначаються як

$$Z_n = Z_e + A_{б} + A_{о} + B_c + B_m \quad (5.8)$$

де Z_e - експлуатаційні затрати на виробництво продукції, грн. (вибирається з технологічної карти);

$A_{б}$ - амортизаційні відрахування на будівлі і споруди, грн.;

$A_{о}$ - амортизаційні відрахування на відновлення і ремонт обладнання, що не увійшло в технологічну карту, грн.;

B_c - вартість сировини, що необхідна для виробництва продукції,

грн.;

Амортизаційні відрахування на будівлі визначаються за формулою:

$$A_{\delta} = \frac{B_{\delta}}{T_e} \quad (5.9)$$

де B_{δ} - балансова вартість будівлі, грн.;

T_e - строк експлуатації будівлі, років (приймається 50 років).

Балансова вартість будівлі вибирається з довідників, нормативних документів, або розраховується за формулою:

$$B_{\delta} = V_{\delta} \cdot Z_{\delta} \quad (5.10)$$

де V_{δ} - будівельний об'єм, м³;

Z_{δ} - будівельні затрати на 1 м³.

$$B_{\delta} = 1152 * 7000 = 8064000 \text{ грн.}$$

Тоді

$$A_{\delta} = \frac{8064000}{50} = 161280 \text{ грн.}$$

Вартість сировини, яка використовується для виробництва продукції визначається за формулою:

$$B_c = \sum W_c \cdot C_c \quad (5.11)$$

де W_c - кількість кожного компонента в загальній рецептурі, кг;

C_c - вартість кожного компонента рецептури, грн/кг.

$$B_c = 1233,54 * 9000 = 11101860 \text{ грн.}$$

Вартість тари, необхідної для пакування виробленої продукції визначатиметься як

$$B_m = N_m \cdot C_m \quad (5.12)$$

де N_m - кількість одиниць тари, шт.;

C_m - ціна тари, грн./шт.

Тоді,

$$B_m = 100114 * 0,1 = 10011,4 \text{ грн.}$$

Тоді прямі затрати будуть становити

$$Z_n = 2484381 + 161280 + 456458,5 + 17266540 + 10011,4 = 20378670,9 \text{ грн.}$$

Непрямі затрати на виробництво продукції становлять 10 % від прямих, тому їх розмір визначатиметься за формулою:

$$Z_n = 0,1 * Z_n \quad (5.13)$$

$$Z_n = 0,1 * 20378670,9 = 2037867,09 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції будуть становити

$$Z = 20378670,9 + 2037867,09 = 22416537,99 \text{ грн.}$$

Тоді прибуток від реалізації виробленої продукції буде рівним

$$П = 26980800 - 22416537,99 = 4564262,01 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції визначається за формулою:

$$C_{np} = \frac{Z}{Q_{np}} \quad (5.14)$$

$$C_{np} = \frac{22416537,99}{1752} = 12794,83 \text{ грн/т.}$$

5.2. Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень

За умови відомих значень прибутку і загальних затрат на виробництво продукції можна визначити рівень рентабельності виробництва.

$$P_p = \frac{4564262,01 * 100}{22416537,99} = 20,36 \%$$

Для визначення строку окупності капітальних вкладень необхідно визначити їх розмір за формулою

$$K_{\text{кан}} = B_o + B_{\sigma} \quad (5.15)$$

де B_o - вартість технологічного обладнання, грн.

$$K_{\text{кан}} = 134400 + 8064000 = 8198400 \text{ грн.}$$

Тоді строк окупності капітальних вкладень буде становити

$$T_{\text{ок}} = \frac{8198400,00}{4564262,01} = 1,8 \text{ років.}$$

Таблиця 5.1 - Економічна ефективність запропонованого технічного рішення

Показник	Умовні позначення	Одиниці	Параметр
Експлуатаційні затрати	Z_e	грн.	2484381
в т. числі			
Заробітна плата	$Z_{\text{п}}$	грн	956770
Амортизація машин	$A_{\text{м}}$	грн	189700
Поточний ремонт машин	$A_{\text{пр}}$	грн	267876
Вартість паливо-мастильних матеріалів	$B_{\text{пмм}}$	грн	646054
Вартість електроенергії	B_e	грн	177085
Вартість роботи автотранспорту	$B_{\text{ам}}$	грн	246896
Амортизаційні відрахування на будівлі	$A_{\text{б}}$	грн	161280
Вартість сировини	B_c	грн	17266540
Собівартість 1т. продукції	$C_{\text{пр}}$	грн.	12794,83
Реалізаційна ціна 1т. продукції	$\text{Ц}_{\text{пр}}$	грн.	15400
Прибуток	П	грн.	4564262,0
Рівень рентабельності	R_p	%	20,36
Термін окупності капіталовкладень	$T_{\text{ок}}$	років	1,80

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Аналіз особливостей і конструкцій серійних дозаторів і їх складових частин показав, що ці машини в цілому конструктивно ефективні. У виробництві борошномельних виробів дозування використовується для наповнення продуктів у контейнери, для дозування кількох видів сировини під час виробництва борошномельних виробів тощо.

Виходячи з отриманої інформації, мета даного дослідження – дослідити сучасні тенденції розвитку технології та обладнання для технологічного процесу виготовлення борошномельних виробів та виявити потенціал додаткових ресурсів для підвищення ефективності процесу або збільшення ефективність технологічного обладнання.

Проведено дослідження конструктивного складу дозуючих машин з різними компонентами з метою визначення оптимальних параметрів для заданих розрахункових ситуацій.

1. Документовано сучасні тенденції в дизайні та розробці дозаторів.
2. Визначено можливі області для вдосконалення компонентів дозування.
3. Проведено теоретичне дослідження процедури дозування компонентів різних обладнання з різними принципами дії.
4. Досліджено параметри шнекового дозатора зернової сировини для виробництва борошна.
5. На основі технологічних, конструктивних та енергетичних розрахунків визначено оптимальні конструктивні параметри шнекового дозатора.

Проведено дослідження поточного стану справ щодо проектування та розробки пристроїв дозування сировини.

Враховуючи існуючі теоретичні зв'язки між розрахунками робочих органів машин, розроблено методикку розрахунку параметрів, які пов'язані з дозатором.

Розрахунки та математичні моделі, які були розроблені в результаті теоретичних основ технологічної та конструктивної думки, були використані для проектування та визначення параметрів функціональних частин дозатора.

З метою зменшення виробничого травматизму, пов'язаного з виробництвом борошномельних виробів, було проведено дослідження виробничої небезпеки, пов'язаної з процесом, створено модель логічної прогресії травматизму та розроблено заходи захисту населення.

Виходячи з енерговитратності та технічної можливості конструкції, встановлено, що розроблений дозатор має найбільший потенціал для використання у виробництві борошномельних виробів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомолів В.П. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств: Навч. посібник. –Х.: Еспада, 2005. -432с.
2. Бойко О. В., Тищенко І. М. Технологія виробництва борошна, круп та комбікорму : навч. посіб. Київ: Центр учбової літератури, 2015. 312 с.
3. Гулій І.С., Пушанко М.М., Орлов Л.О. та ін. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості За ред. Гулого І.С.. –Вінниця: Нова книга, 2001. –576с.
4. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник. - Вид. 5-те доповнення. - Львів: Афіша, 2000. – 350 с.
5. Закон України “Про охорону праці”.
6. Закон України “Про цивільну оборону”.
7. Залога В.О. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей / Частина I / Під ред. Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 286 с.
8. Технологічне обладнання для хлібопекарських виробництв: навч. посіб. / Л. П. Ковальчук, О. В. Кравченко. – Київ: Центр учбової літератури, 2016. – 256 с.
9. Кодра Ю.В., Стоцько З.А. Технологічні машини. Розрахунок і конструювання: Навч. посібник. –Львів: Бескид Біт, 2004. -466с.
10. Машини та обладнання переробних виробництв: навч. посіб. / О. В. Дацишин, А. І. Ткачук, Д. С. Чубов та ін.; за ред. О. В. Дацишина. – Київ: Вища освіта, 2005. – 159 с
11. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посіб. / П. С. Берник, З. А. Стоцько, І. п. Паламарчук та ін. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. – 336 с.

12. Сиротюк С.В. Механізація переробки та зберігання продукції рослинництва. Курс лекцій. – Львів, 1999. – 249 с.
13. Петько В.Ф., Гапонюк О.І., Петько Є.В., Уляницький А.В. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв./ За ред. проф. О.І. Гапонюка - К.: Центр учбової літератури, 2007. - 432 с.
14. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с
15. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей / Частина I / Під ред. Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 286 с.
16. Kent NL, Evers AD Kent's Grain Technology: An Introduction for Students of Food Science and Agriculture. 5th ed. Woodhead Publishing, 2020. 528 p.
17. Bloksma A. H., Bushuk V. Wheat: Chemistry and Technology. 4th ed. American Association of Cereal Chemists, 2012. 768 p.
18. Wrigley C., Batey I., Miskelly D. Cereal Grains: Assessing and Managing Quality. 2-е вид. Woodhead Publishing, 2016. 830 с.
19. Hamaker BR, Singh J. Grain properties and processing technologies. Wiley-Blackwell, 2020. 372 p.
20. Dubois M., Keller J. Grain Quality Standards and Flour Milling Processes. Springer, 2019. 240 p.