

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

на тему:

- . **Модернізація трієра марки БТХМ із дослідженням технологічних параметрів процесу сортування зерна кукурудзи**

Виконав: студент VI курсу, групи МОм-61,
спеціальності: 133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

_____ Кузняк А.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Кравець О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Ворощук В.Я.

Завідувач кафедри _____ Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2022

АНОТАЦІЯ

Кузняк Артур Петрович. Модернізація трієра марки БТХМ із дослідженням технологічних параметрів процесу сортування зерна кукурудзи. - Рукопис.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2022.

Робота присвячена модернізації вузла приймального жолоба трієра марки БТХМ з метою підвищення ефективності процесу сортування.

В роботі здійснено розрахунок барабанного трієра; розроблено заходи із модернізації барабанного трієра. Виконано моделювання траєкторій руху зерен кукурудзи при їх випаданні із комірок барабану трієра на нижній та верхній межах зони випадання..

Ключові слова: зерно, сортування, трієр.

ABSTRACT

Kuzniak A.P. Modernization of the trier brand BTHM with the study of technological parameters of the corn grain sorting process. - Manuscript.

Ivan Pulyu Ternopil National Technical University, Ternopil, 2022.

The work is dedicated to the modernization of the receiving chute unit of the BTHM brand trier in order to increase the efficiency of the sorting process.

The paper calculates the drum trier; measures have been developed to modernize the drum trier. Simulation of the trajectories of the movement of corn grains when they fall out of the cells of the trier drum at the lower and upper boundaries of the drop zone was performed.

Key words: grain, sorting, trier.

ЗМІСТ

Анотація	2
Зміст	3
Вступ	5
1. Аналіз об'єкту дослідження	7
1.1. Огляд обладнання для сортування дисперсних матеріалів	7
1.2. Аналіз конструкцій трієрів	12
1.3. Мета та задачі основні задачі роботи	18
2. Методика розрахунку та моделювання	20
2.1. Методика розрахунку барабанного трієра	20
2.2. Методика моделювання траєкторії руху зерна в трієрі	22
2.3. Методика визначення місця встановлення приймального жолоба трієра	25
3. Розрахунок та модернізація барабанного трієра	29
3.1. Розрахунок трієра	29
3.1.1. Вихідні дані для розрахунку	29
3.1.2. Розрахунок параметрів трієра	29
3.1.3. Визначення параметрів транспортуючого шнека трієра	31
3.1.4. Підбір електродвигуна	33
3.1.5. Кінематичний розрахунок приводу	34
3.2. Модернізація барабанного трієра для кукурудзи	38
3.3. Висновки до розділу	39
4. Моделювання траєкторії руху зерна кукурудзи, що випадає з комірок	40
4.1. Вихідні дані для моделювання	40
4.2. Визначення кутів, що вказують на верхню та нижню межу зони випадання зерен кукурудзи	40

4.3. Моделювання траєкторії руху зерен кукурудзи	43
4.4. Висновки до розділу	49
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	50
Загальні висновки	63
Перелік посилань	64
Специфікації	66
Додатки	68

ВСТУП

Актуальність теми. Сортування зерна за форму є важливою операцією харчової промисловості. Даних технологічний процес дозволяє забезпечити очистку зерна (в даному випадку зерна кукурудзи) від домішок, за масою та розміром подібні до основної культури, за рахунок чого їх неможливо повністю відділити на ситах або сепараторах. Забезпечити таку очистку можуть барабанні трієри. Проте вони обмежені відділенням лише частинок іншої форми.

Мета і завдання роботи. Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності роботи барабанного трієра для кукурудзи шляхом модернізації приймального жолоба.

Для реалізації поставленої мети слід вирішити наступні **завдання**:

- здійснити аналіз конструкції барабанного трієра для кукурудзи;
- провести розрахунок із визначенням основних параметрів роботи трієра для кукурудзи;
- виконати розрахунок приводу трієра;
- визначення параметрів транспортуючого шнека приймального жолоба;
- виконати моделювання траєкторії руху зерен кукурудзи, що випадає з комірок;
- визначити оптимальне місце для встановлення приймального жолоба трієра;
- розробити заходи із модернізації приймального жолоба барабанного трієра.

Об'єкт досліджень: оптимальні параметри конструкції барабанного трієра. Модернізація приймального жолоба.

Предмет дослідження: барабанний трієр для кукурудзи

Практичне значення отриманих результатів. Для забезпечення додаткової очистки основної культури пропонується нижню поверхню

приймального жолоба трієра виготовляти перфорованою. Це дозволить здійснювати додаткову очистку кукурудзи під час її транспортування вздовж приймального жолоба.

Результати моделювання траєкторій руху зерен кукурудзи при їх випаданні із комірок барабану трієра на нижній та верхній межах зони випадання дозволяють визначити оптимальне місце встановлення приймального жолоба.

Апробація результатів. Участь у X Міжнародній науково-технічній конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ 24-25 листопада 2022 року;

ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1. Огляд обладнання для сортування дисперсних матеріалів

Сортування, як правило, застосовують у двох випадках:

- з метою виділення домішок із маси матеріалу (наприклад відділення половин із зерна);
- з метою отримання фракцій дисперсного матеріалу певного розміру, густини або форми.

Процеси сортування значно розповсюджені у харчовій галузі. У ній використовуються наступні способи сортування:

- за формою;
- за розміром;
- за густиною;
- за магнітними властивостями.

1.1.1 Сортування за розміром частинок

До цього способу відносяться грохочення та просіювання, а машини, що використовуються для цього сортування, — грохотами або просіювачами.

Терміни «просів» та «сита» використовуються при розділенні дрібнозернистих дисперсних матеріалів. А терміни «грохочення» і «грохот» слід використовувати у випадку, коли має місце розділення шматкових та крупнозернистих матеріалів.

Робочими органами даних машин (рис. 1.1) є металеві (дротяні) та неметалеві плетені сита, або штамповані сита із пластикових чи металевих листів, що мають подовгасті або круглі отвори.

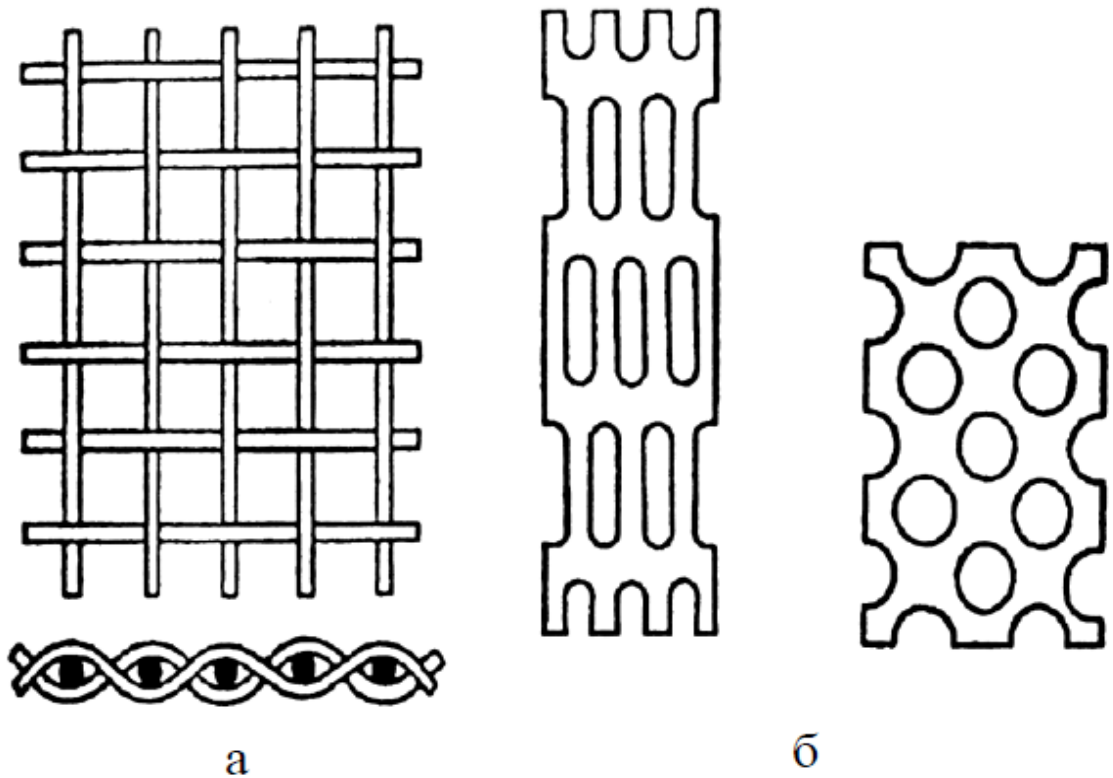


Рисунок 1.1. – різновиди сит: а) плетені; б) штамповані

Плетені сита характеризуються прямокутними або квадратними отворами, ширина яких може становити в межах 10 - 0,15 мм.

Важливою характеристикою сит є живий переріз – який визначається як відношення сумарної площі всіх отворів мита до загальної площі даного сита, і виражене у відсотках.

Вираз для визначення живого перерізу із дроту плетених сит з отворами квадратної форми:

$$\varphi = D^2 \cdot 100 / (D + d)^2 \%,$$

де D — ширина отвору, мм;

d — діаметр дроту, мм.

Для сит із шовкових та синтетичних матеріалів даний вираз для живого перерізу:

$$\varphi = \frac{D_1 \cdot D_2 \cdot 100}{(D_1 + d_1)(D_2 + d_2)} \%,$$

де d_1 — діаметр нитки за основою, мм;

d_2 — діаметр нитки за утком, мм.

D_1 — відстань між сусідніми нитками за основою, мм;

D_2 — відстань між сусідніми нитками за утком, мм;

Також важливим параметром сита є його номер - він відповідає розміру отвору цього сита в міліметрах.

Живий переріз для штампованих сит як правило не перевищує 50%, а у плетених сит живий переріз може становити до 70%.

Для того щоб дисперсна частинка просіялася крізь отвір сита необхідно щоб виконалися одразу дві умови:

- розмір частинки має бути меншим ніж отвір сита;
- частинка має переміститися до отвору – для цього має бути відносне переміщення по поверхні сита, яка відбувається за рахунок, наприклад, зворотно-поступального руху сита.

Частина матеріалу яка пройшла крізь сито називається проходом, а матеріал, що залишився на ситі після закінчення процесу просіювання називається сходом.

Плоскі сита можуть розміщуватися як горизонтально, так і під деяким кутом. Зворотно-поступальний рух сит 2 (рис. 1.2. і 1.3.), що розміщені на спеціальних опорах 3, здійснюється за допомогою кривошипно-шатунного або ексцентрикового механізму 1.

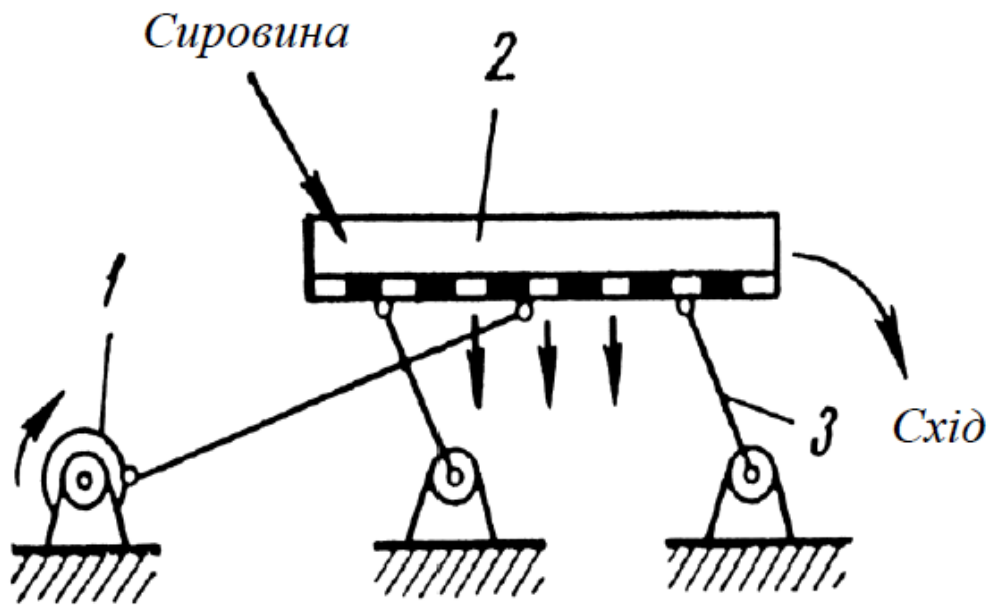


Рисунок 1.2. Схема просіювача з поступальним рухом сита

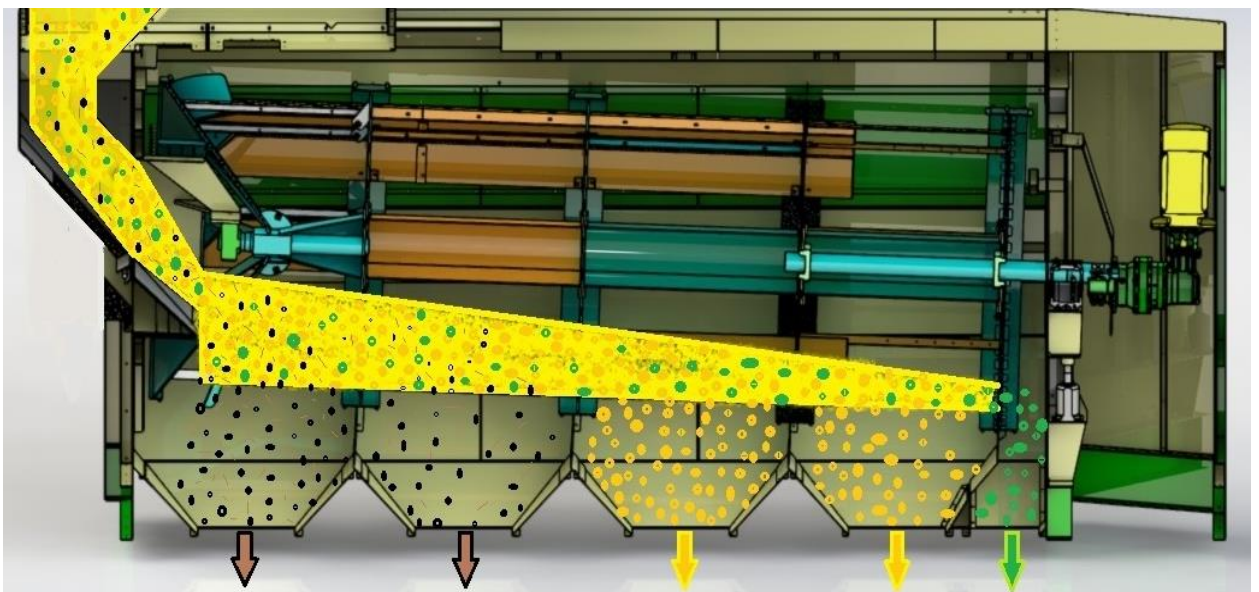


Рисунок 1.3. Схема машини для просіювання з поступальним рухом сит

Іншим способом забезпечення руху частинок на ситі є виконання останнього у вигляді циліндричного барабану, який обертається навколо своєї осі (рис. 1.4.)

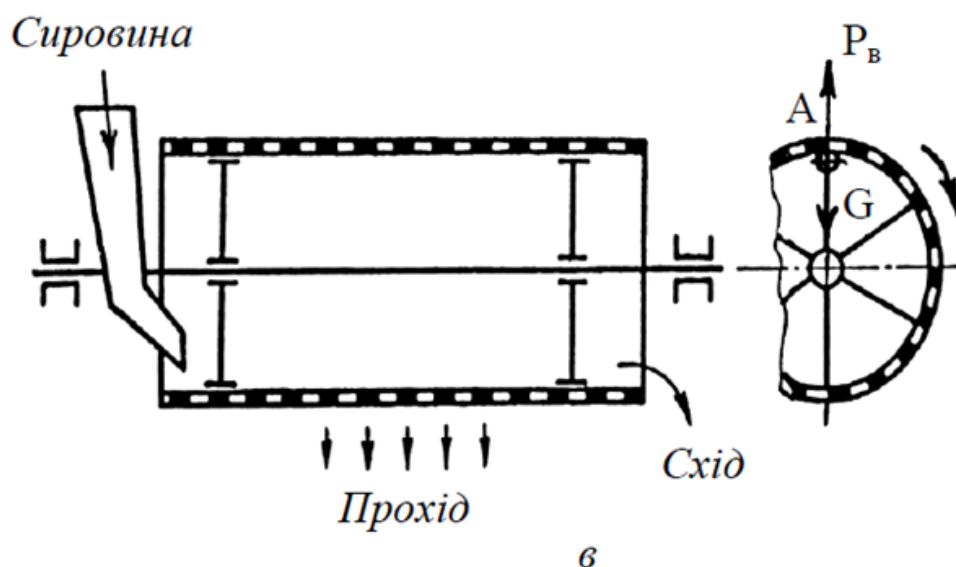


Рисунок 1.4. Схема пристрою для просіювання з обертальним рухом сита

Для того щоб знати фракційний склад суміші дисперсного матеріалу потрібно провести ситовий аналіз цієї суміші. Для цього певну масу дисперсного матеріалу просіюють через набір сит. З метою визначення гранулометричного складу використовуються вібраційні ситові аналізатори (рис. 1.5.).



Рисунок 1.5. Вібраційний ситовий аналізатор

Розмір даних сит зменшується зверху вниз. Після просіювання визначають маси матеріалу, що залишився на кожному ситі (рис. 1.6) і розраховують масову її частку у всій суміші. Таким чином отримують значення масових часток фракцій матеріалу.



Рисунок 1.6. Сита з різними розмірами фракцій та відповідні фракції матеріалу

Для розрахунку значення масової частки конкретної фракції слід масу певної фракції розділити на загальну масу всієї суміші і помножити на 100 відсотків..

Аналіз конструкцій трієрів

Трієри – це машини, що призначені для сортування дисперсного матеріалу по формі. Найчастіше трієри розподіляють матеріал на круглі та подовгасті частинки. За конструкцією вони поділяються на дискові, барабанні (циліндричні), стрічкові та лопатеві.

Найбільш поширеними є барабанні трієри. Їх конструкція (рис. 1.7.) передбачає наявність циліндричного барабану з комірками (рис. 1.8.) на

внутрішній поверхні і приймального жолоба з транспортуючим шнеком в середині даного барабану.

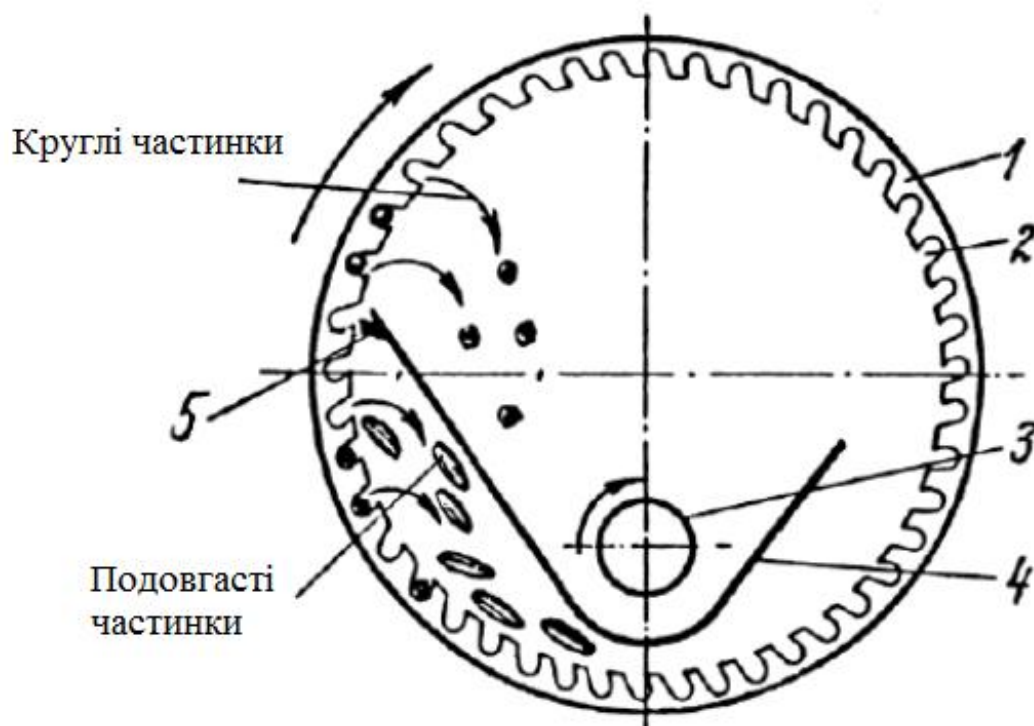


Рис. 1.7. Схема барабанного трієра

1-барабан; 2 – комірки; 3-транспортуючий шнек; 4-приймальний жолоб;
5-верхня грань жолоба.

Під час роботи трієра барабан обертається і у його комірки потрапляють дисперсні частинки різної форми. Поступово ці частинки піднімаються разом із барабаном і ті з них, які мають подовгасту форму випадають із комірок раніше ніж частинки круглої форми.



Рисунок 1.8. Комірки на поверхні барабану трієра для очистки зерна кукурудзи від домішок подовгастої форми

Приймальний жолоб встановлений таким чином, щоб в нього при випаданні із комірок потрапляли усі частинки круглої форми.

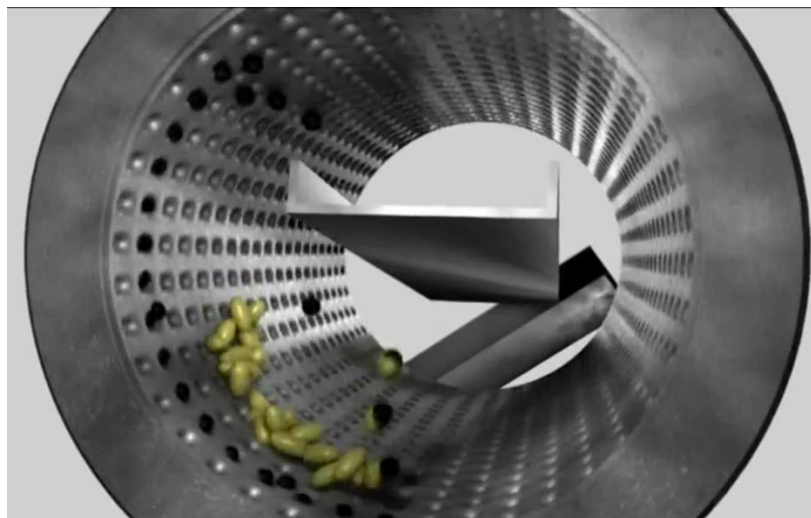


Рисунок 1.9. Барабан трієра із приймальним жолобом для круглих частинок

Шнек призначений для транспортування круглих частинок в жолобі уздовж барабану. Барабан розміщений не горизонтально а під деяким кутом, тому частинки подовгастої форми з часом випадають із протилежного кінця барабану.

Трієри, що відділяють із суміші короткі домішки (наприклад кукіль або пошкоджене зерно) називаються кукільними. Трієри, що призначені для виділення довгих домішок називаються вівсюжними. У таких трієрах зерно потрапляє у приймальний жолоб, а домішки – з барабану. Транспортуючий шнек може бути розміщений концентрично (рис. 1.10.) відносно осі трієра.

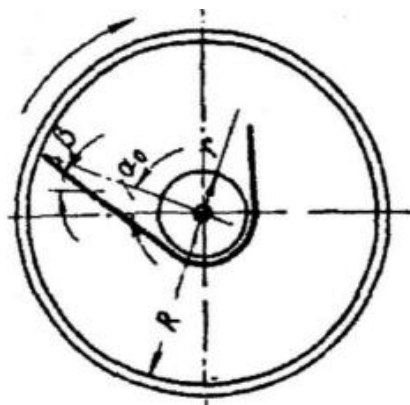


Рисунок 1.10. Концентричне розміщення шнека

Або ексцентрично (рис. 1.11.) відносно осі трієра.

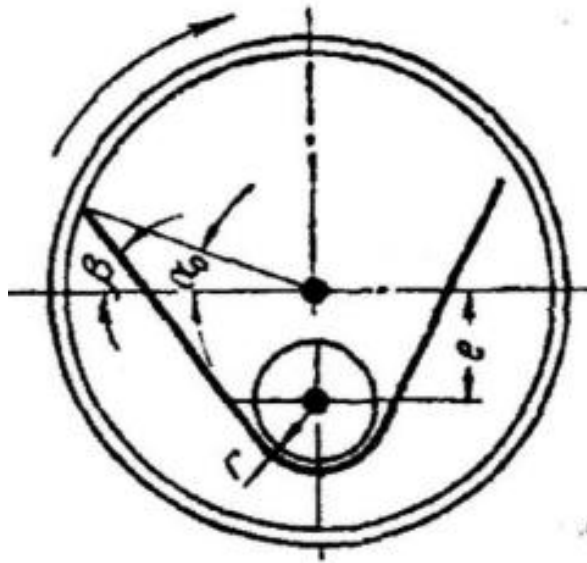


Рисунок 1.11. Ексцентричне розміщення шнека

Частинки, що випадають із комірок рухаються по парабаїдальній траекторії

Дальність польоту частинки по горизонталі можна визначити із виразу:

$$2\alpha = \frac{\omega^2 \cdot R^2}{g} \sin 2\alpha.$$

де R – радіус барабану трієра, м;

α - кут підйому частинки в комірці

ω – кутова швидкість барабану.

Висоту польоту частинки по вертикалі можна визначити так:

$$b = \frac{\omega^2 \cdot R^2}{2g} \cos^2 \alpha = \frac{\omega^2 \cdot R^2}{2g} \sin^2 \beta.$$

де β = 90 - α - кут спадання частинок;

$$\alpha = \varphi + \arcsin(K \cos \varphi),$$

де K – показник кінематичного режиму;
 φ – кут тертя.

До основних параметрів барабанного трієра відносяться:

- робоча довжина барабну – L ;
- внутрішній діаметр барабану – D ;
- показник кінематичного режиму роботи – k ;
- діаметр комірки – d ;
- діаметр транспортуючого шнека – $d_{ш}$.

Загальний вигляд барабанного трієра для очистки зерна представлено на рисунку 1.12.

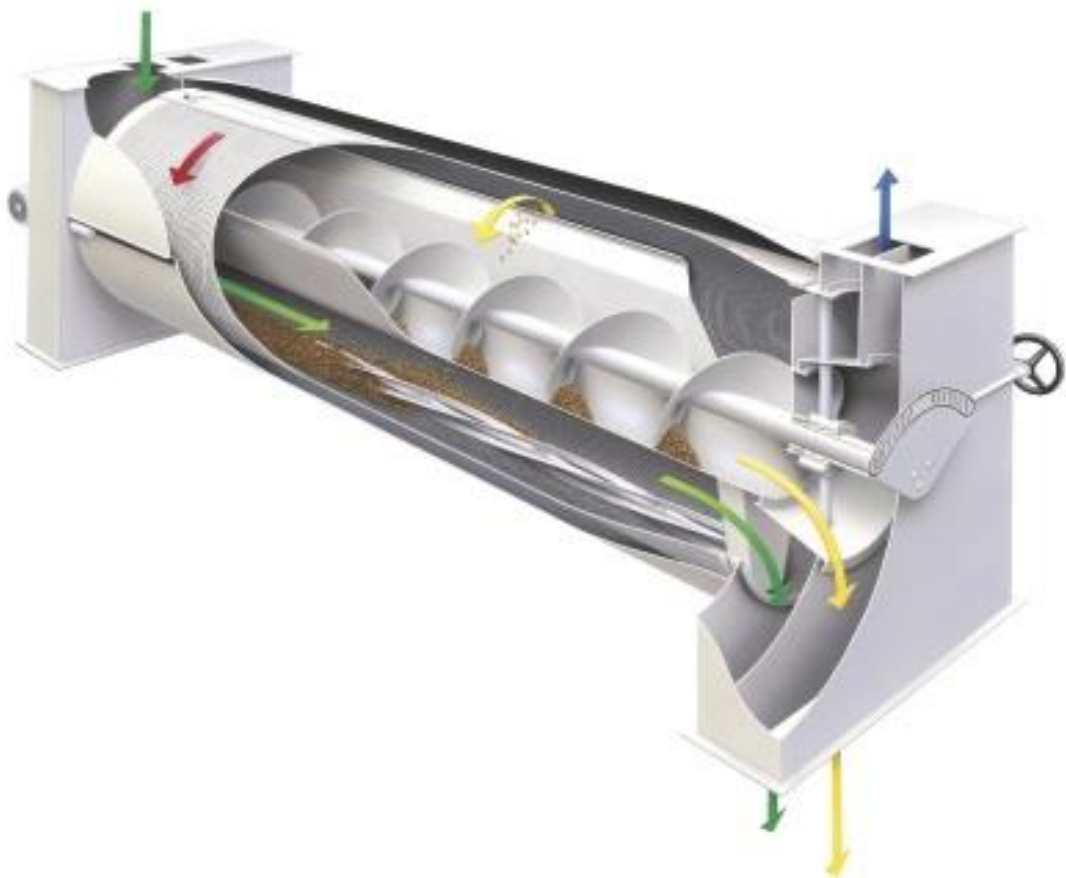


Рисунок 1.12. Барабанний трієр для очистки зерна

В барабанному трієрі обидва потоки (круглі та подовгасті частинки) рухаються в одному напрямку (рис. 1.1.)

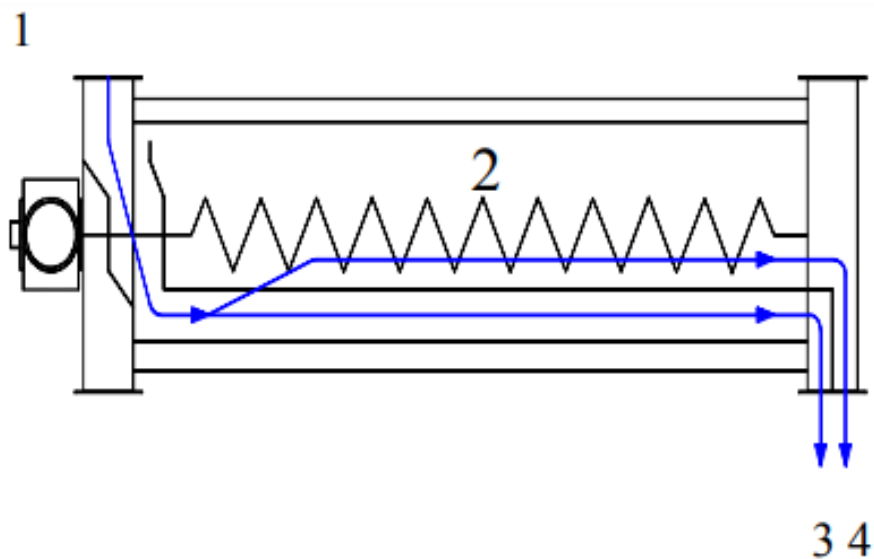


Рисунок 1.13. Схема руху потоків в барабанному трієрі:
1-завантаження суміші; 2-барабан; 3-солома, ячмінь; 4-очишений матеріал.

Широкого розповсюдження в харчовій промисловості набули двохбарабанні трієри (рис. 1.14).



Рисунок 1.14 – Двохбарабанний трієр

Двохбарабанні трієри дозволяють забезпечувати двохступеневу очистку матеріалу. Барабан відрізняються між собою діаметрами комірок. Кожен барабан має окремий привід (рис. 1.15).

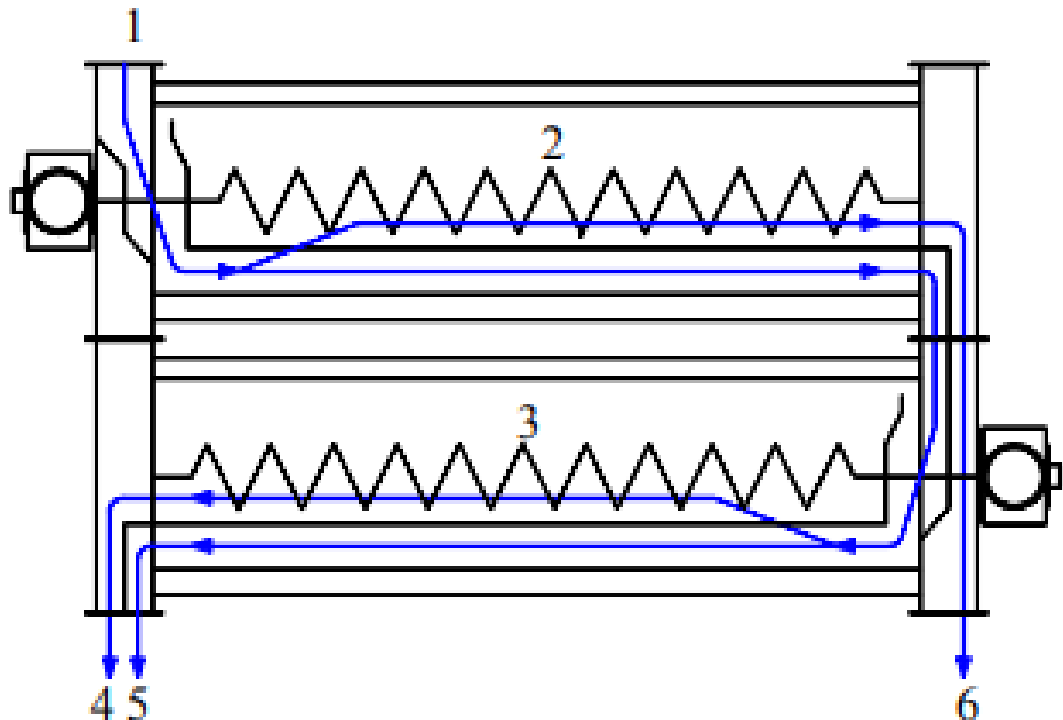


Рисунок 1.15. Схема руху потоків в двохбарабанному трієрі:
1-завантаження суміші; 2, 3-барабани; 4-очишений матеріал (пшениця);
5- ячмінь, солома; 6-пошкоджене зерно пшениці.

Мета та задачі основні задачі роботи

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності роботи барабанного трієра для кукурудзи шляхом модернізації приймального жолоба.

Для реалізації поставленої мети слід вирішити наступні завдання:

- здійснити аналіз конструкції барабанного трієра для кукурудзи;
- провести розрахунок із визначенням основних параметрів роботи трієра для кукурудзи;
- виконати розрахунок приводу трієра;

- визначення параметрів транспортуючого шнека приймального жолоба;
- виконати моделювання траєкторії руху зерен кукурудзи, що випадає з комірок;
- визначити оптимальне місце для встановлення приймального жолоба трієра;
- розробити заходи із модернізації приймального жолоба барабанного трієра.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ТА МОДЕЛЮВАННЯ

2.1. Методика розрахунку барабанного трієра

При розрахунку барабанного трієра спочатку визначаються такі параметри як радіус та довжину барабану. Для цього використовується формула:

$$L^2 r = \frac{q_k 10^6}{c \gamma d^3 n \sqrt{kg}},$$

де c – коефіцієнт, який вказує на ступінь використання комірок;
 q_k – вміст довгих частинок у вихідній суміші, яка подається, кг/с;
 γ – густина вихідної суміші, г/см³;
 n – число комірок на 1 м² площі барабану;
 d – діаметр однієї комірки, мм.

Число комірок на одиниці площі барабану трієра буде залежати від діаметру однієї комірки та відстані між сусідніми комірками θ . Якщо ці дані відомі то число комірок визначають за формулою:

$$n = \frac{2 \cdot 10^6}{\sqrt{3}(d + \theta)^2}.$$

В свою чергу значення відстані між сусідніми комірками залежить від матеріалу барабану, методу виготовлення комірок та власне діаметру комірок.

Так при виготовлення комірок методом висвердлювання їх у сталених листах відстань між комірками можна визначити за формулою:

$$\theta = 0,47\sqrt{d}.$$

Якщо комірки виготовляються методом їх висвердлювання у цинкових листах, відстань між комірками визначають із такого виразу:

$$\theta = 0,65\sqrt{d},$$

І якщо комірки утворені методом штампування то відстань між ними визначають за формулою:

$$\theta = 0,8\sqrt{d}.$$

Вміст довгих частинок q_k при відомій продуктивності барабанного трієра та частці (у відсотках) довгих домішок визначають із виразу:

$$q_k = \frac{b_k Q}{100 \cdot 3600}.$$

Після того, як було визначено числове значення співвідношення $L^2\gamma$ слід задатися значенням радіуса барабану трієра. Діапазон значень радіуса барабану складає від 0,2 до 0,4 м. При відомому значенні радіуса визначають довжину барабану.

Важливим параметром роботи барабанного трієра є показник кінематичного режиму роботи трієра, який можна визначити із відомого виразу:

$$k = \frac{\sin(\alpha\alpha'_s - \Delta\varphi)}{\cos \Delta\varphi}.$$

Діаметр шнека, що транспортує круглі частинки які потрапили у приймальний жолоб трієра визначають із формули:

$$d_{ш} = \sqrt{\frac{Q}{15\pi(1-\alpha^2)s\beta\gamma\psi n'}}$$

- де Q – продуктивність трієра, кг/год;
 α – коефіцієнт, який залежить від діаметра валу шнека, $\alpha=0,2 - 0,14$;
 β – коефіцієнт, який визначається повнотою заповнення;
 s – крок транспортуючого шнека, м;
 $n_{ш}$ – число обертів шнека, об/хв.

2.2. Методика моделювання траєкторії руху зерна в трієрі

При обертання барабану трієра з деякою кутовою швидкістю ω зерно кукурудзи, що потрапило в комірку в першому квадранті, перебуває в ній в стані відносного спокою до того часу, поки всі діючі на це зерно сили будуть врівноважені.

На рисунку 1 представлено сили, які діють на зерно кукурудзи, що знаходиться в комірці у другому квадранті в положенні, що визначається кутом $\alpha = \omega t$.

На зерно кукурудзи у другому квадранті будуть діють такі сили:

- сила земного тяжіння $G = mg$;
- сила інерції $P_i = m\omega^2 r$;
- сила тертя $F = N \operatorname{tg}\varphi$;
- нормальна реакція N .

Якщо початок системи координат, яка рухається розмітити в точці M то вісь X буде направлена по ходу обертання барабану трієра. Вісь Y буде розміщена під кутом 90 градусів до осі X .

Для перебування зерна у стані спокою всередині комірки має виконатись умова:

$$N \operatorname{tg}\varphi + m\omega^2 r \sin\lambda \geq mg \cos(\lambda - \alpha).$$

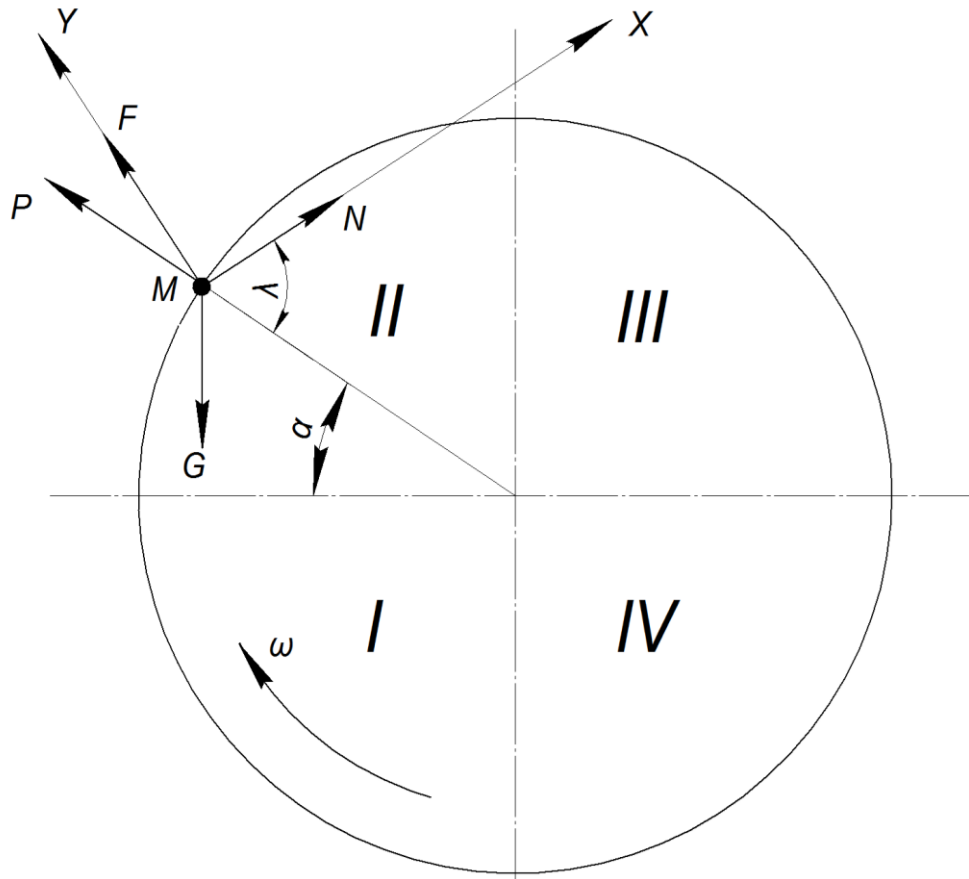


Рисунок 1. Схема дії сил на зерно кукурудзи, що знаходиться у комірці в другому квадранті (I, II, III, IV – номери квадрантів)

При цьому нормальна реакція:

$$N = m\omega^2 r \cos\lambda + mg \sin(\lambda - \alpha).$$

Відомо що:

$$\omega^2 r / g = k,$$

де k – показник кінематичного режиму роботи трієра, для спрощення одержимо, що

Тоді одержимо:

$$k \sin(\lambda + \varphi) \geq \cos(\lambda + \varphi - \alpha).$$

Якщо кут α відповідатиме значенню при якому зерно починає випадати з комірки то дана умова перетворюється в рівняння. Такий кут $\alpha_{\text{в}}$ можна визначити з попередньої нерівності:

$$\alpha_{\text{в}} = \lambda + \varphi - \arccos [k \sin(\lambda + \varphi)].$$

Так як значення кута тертя φ для зерен короткої фракції (тобто зерна кукурудзи) змінюється в діапазоні від φ_{min} до φ_{max} , то випадання зерна кукурудзи з комірок відбуватиметься в другому квадранті в діапазоні від кута $\alpha_{\text{в}}'$ до $\alpha_{\text{в}}''$ (рис 2).

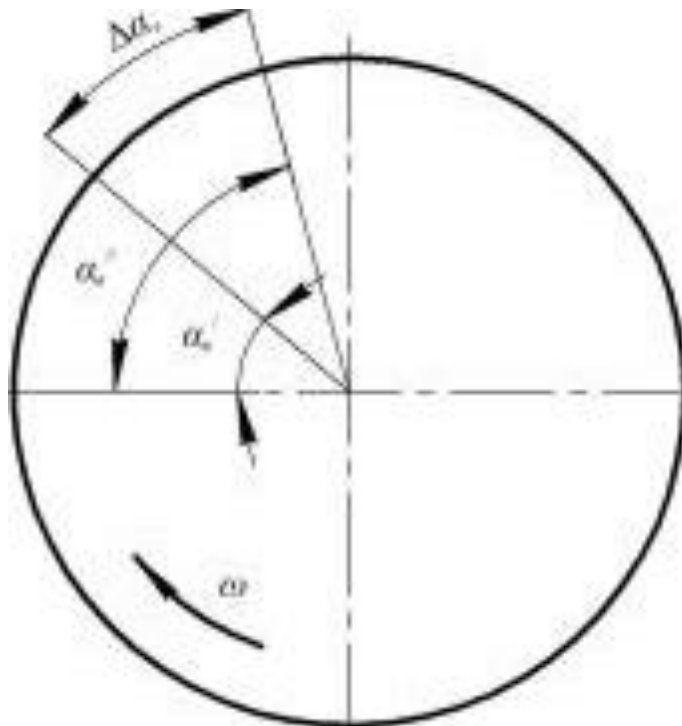


Рисунок 2. Розрахунок зони випадання зерен кукурудзи з комірок трієра

Діапазон випадання:

$$\Delta\alpha_{\text{в}} = \alpha_{\text{в}}'' - \alpha_{\text{в}}'.$$

Нижня межа зони випадання зерна кукурудзи $\alpha_{\text{в}}'$ визначається кутом $\varphi_{\text{тіт}}$:

$$\alpha_{\text{в}}' = \lambda + \varphi_{\text{min}} - \arccos[k \sin(\lambda + \varphi_{\text{min}})],$$

у той же час верхня межа зони випадання зерна кукурудзи визначається кутом φ_{\max} :

$$\alpha_{\text{в}}'' = \lambda + \varphi_{\max} - \arccos[k \sin(\lambda + \varphi_{\max})].$$

де $\lambda \approx \pi / 2$.

За таких умов:

$$\alpha_{\text{в}} = \frac{\pi}{2} + \varphi - \arccos(k \cos \varphi)$$

тоді буде:

$$\alpha_{\text{в}}' = \frac{\pi}{2} + \varphi_{\min} - \arccos(k \cos \varphi_{\min});$$

$$\alpha_{\text{в}}'' = \frac{\pi}{2} + \varphi_{\max} - \arccos(k \cos \varphi_{\max}).$$

2.3. Методика визначення місця встановлення приймального жолоба трієра

Місце, а також розміри і форма приймального жолоба визначаються розміщенням пучка траєкторій руху зерен кукурудзи, що випадають із комірок. Проте немає потреби будувати траєкторії усіх зерен, що випали із комірок, тобто немає потреби будувати пучок траєкторій зерен. Достатньо побудувати лише дві траєкторії: зерна, що випадає першим та того яка випадає останнім, або, іншими словами, траєкторії руху зерен, що випадають із комірок на нижній та верхній межах сектору, який утворюють кути $\alpha_{\text{в}}'$ і $\alpha_{\text{в}}''$ (рис. 3)

Траєкторія, по якій рухаються зерна кукурудзи після випадання із комірок барабанного трієра мають вигляд параболи. Математичні вирази, що описують вільний рух зерен кукурудзи за таких умов матимуть наступний вигляд:

$$x = \omega r t \sin \alpha_B;$$

$$y = \omega r t \cos \alpha_B - gt^2/2 ;$$

При цьому Осі X та Y розміщені з початком координат у місці випадання зерна кукурудзи з комірок.

Для побудови траєкторії одного зернятка достатньо чотирьох точок: а, b, с, е. Точка а буде відповідати максимальній висоті на яку підніметься зернятко у вільному падінні за рахунок інерції, тому дана точка буде розміщена на вершині параболи. Вертикальна складова швидкості для цієї точки відповідатиме нулю, тобто $dy / dt = 0$.

$$dy/dt = \omega r \cos \alpha_B - gt_a = 0,$$

де t_a – тривалість руху зерна кукурудзи по трієру до точки “а”.

Тоді координати точки "а" можна представити виразами:

$$\begin{cases} x_a = \frac{\omega^2 r^2}{g} \sin \alpha_B \cos \alpha_B = \frac{k r}{2} \sin 2\alpha_B; \\ y_a = \frac{\omega^2 r^2}{2g} \cos^2 \alpha_B = \frac{k r}{2} \cos^2 \alpha_B. \end{cases}$$

Координати точки “b” можна визначити із системи рівнянь:

$$\begin{cases} x_b = 2x_a; \\ y_b = 0. \end{cases}$$

В точці “с” парабоїдальна траєкторія руху зерна кукурудзи перетинає горизонтальний діаметр барабану трієра, тому значення координати Y можна визначити так:

$$y_c = -r \sin \alpha_B.$$

Значення координати X:

$$x_c = r \sin \alpha_s (k \cos \alpha_s + \sqrt{k^2 \cos^2 \alpha_s + 2k \sin \alpha_s}).$$

Точка “e” є кінцевою точкою траєкторії руху зерна, тому, очевидно що в цій точці дана траєкторія зустрінеться з поверхнею барабана трієра. Тому координати цієї точки можна задати значенням центрального кута A:

$$A = \alpha_B - \arccos(1 - 2k \sin \alpha_B).$$

Використовуючи представлені вище рівняння можна визначити координати точок, що утворюють траєкторії руху зерна.

Підставляючи значення кута α_B для нижньої межі зони випадання α_B' та для верхньої межі зони випадання α_B'' побудуємо відповідні траєкторії (рис. 3)

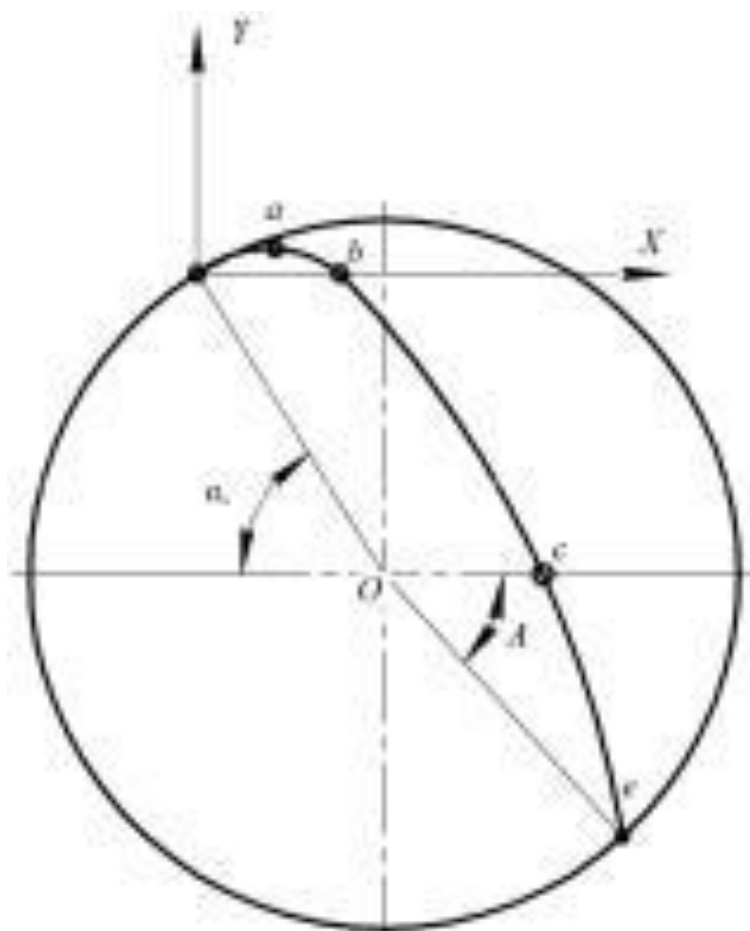


Рис. 3. Приклад побудови траєкторії руху зерна в барабані трієра

Далі потрібно підібрати місце а також розміри та форму жолоба для приймання зерна кукурудзи таким чином, щоб обидві траєкторії проходили крізь горловину даного жолоба.

РОЗДІЛ 3.

РОЗРАХУНОК ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ БАРАБАННОГО ТРІЄРА

3.1. Розрахунок трієра

3.1.1. Вихідні дані для розрахунку

Розрахунки проводять відповідно до необхідної продуктивності трієра Q . Також важливим вихідним параметром для даного розрахунку є характеристика суміші, а саме: концентрація коротких та довгих зерен, розміри зерна. Також для початку розрахунку необхідно володіти значенням так званого центрального кута A . Даний кут вказує на точку, в якій зустрічаються траєкторії руху випадваючої із комірки частинки на верхній межі зони випадання із циліндричним корпусом трієра.

Дані представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунку

Культура	Продуктивність Q , кг/год	Вміст	Діаметр комірок d , мм	A	Спосіб
		домішок (довгих), %			виготовлення комірок
Кукурудза	800	8	10,0	35	засвердлювання у сталевих листах

3.1.2. Розрахунок параметрів трієра

Визначимо частку домішок в зерні кукурудзи, які потрібно відділити за одиницю часу:

$$q_k = \frac{b_k Q}{100 \cdot 3600}.$$

де Q – продуктивність трієра, кг/год;

b_d – вміст довгих домішок, %.

Підставимо відомі значення:

$$q_d = \frac{8 \cdot 800}{100 \cdot 3600} = 0,018 \text{ кг/с}$$

Це значення дозволить нам розрахувати необхідну кількість комірок на 1 м^2 поверхні циліндра трієра.

Ця кількість залежить від діаметра самої комірки d і відстані θ між двома сусідніми комірками:

$$n = \frac{2 \cdot 10^6}{\sqrt{3}(d + \theta)^2}.$$

де θ – відстань між сусідніми комірками, мм.

При виготовленні комірок шляхом засвердлювання у сталевих листах слід використати формулу:

$$\theta = 0,47\sqrt{d}.$$

Тоді одержимо:

$$\Theta = 0,47\sqrt{10} = 1,49 \text{ мм},$$

прийmemo $\Theta = 1,5 \text{ мм}$.

Тепер визначимо кількість комірок на одиниці площі:

$$n = \frac{2 \cdot 10^6}{\sqrt{3}(10 + 1.5)^2} = 8731$$

Розміри циліндричного барабану трієра (діаметр і довжину) визначимо із виразу:

$$L^2 r = \frac{q_k 10^6}{c \gamma d^3 n \sqrt{kg}},$$

При відділенні довгих домішок:

$$c = 2,5 \cdot 10^{-2}, \text{ м}^{-3/2}$$

Насипна густина кукурудзи: $0,7 \text{ г/см}^3$.

$$L^2 r = \frac{0,018 \cdot 10^6}{2,5 \cdot 10^{-2} \cdot 0,7 \cdot 10^3 \cdot 8731 \sqrt{0,434 \cdot 9,8}} = 0,16 \text{ м}^3$$

Прийmemo значення діаметру трієра $0,3 \text{ м}$.

Тоді:

$$L^2 0,3 = 0,16,$$

$$L^2 = 0,53$$

$$L = 0,73 \text{ м}$$

Визначимо необхідну кількість обертів барабану трієра:

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{kg}{r}}$$

$$n = \frac{30}{3,14} \sqrt{\frac{0,434 \cdot 9,8}{0,3}} = 35 \text{ об/хв}$$

3.1.3. Визначення параметрів транспортуючого шнека трієра

Продуктивність шнека можна визначити із виразу:

$$Q_{ш} = (S - s) \rho \cdot n \cdot \Gamma \cdot \rho \cdot 60,$$

де S - площа перерізу шнека, м^2 ;

s - площа перерізу валу, м^2 ;

p - крок шнека, м;

n - кількість обертів шнека, об/хв;

I - коефіцієнт наповнюваності приймального жолоба зерном кукурудзи (30%);

ρ_w - питома вага зерна кукурудзи, кг/м³;

$$\rho_w = 700 \text{ кг/м}^3;$$

60 - кількість хвилин в годині.

Проте, в даному випадку продуктивність нам відома, оскільки ми знаємо частку зерна кукурудзи у вихідній суміші. Тому із даного виразу ми можемо визначити необхідну кількість обертів шнека трієра, яка дозволить забезпечити необхідну його продуктивність по очищеному зерну кукурудзи.

Попередньо повернемося до продуктивності шнека. Відомо, що продуктивність трієра по вихідній суміші становить 800 кг/год, також відомо, що частка довгих домішок становить 8%. Таким чином, якщо знехтувати наявністю інших домішок у вихідній суміші то продуктивність трієра по очищеній кукурудзі, а отже, і продуктивність шнека в такому разі буде становити:

$$Q_{ш} = Q - Q \cdot 8\%$$

$$Q_{ш} = 800 - 800 \cdot 0.08 = 736 \text{ кг/год}$$

Визначимо площі поперечного перерізу шнека і валу, відповідно S і s .

Площа поперечного перерізу шнека:

$$S = 3,14 \cdot D^2 / 4$$

$$S = 3.14 \cdot 0,08^2 / 4 = 0,005 \text{ м}^2;$$

Площа поперечного перерізу валу шнека:

$$S = 3,14 \cdot d^2 / 4$$

$$S = 3.14 \cdot 0,02^2 / 4 = 0,0003 \text{ м}^2;$$

Тепер у нас є всі необхідні дані для визначення числа обертів шнека із виразу для продуктивності:

$$n = \frac{Q_{\text{ш}}}{(S - s)\rho \cdot l \cdot \rho \cdot 60}$$

підставимо:

$$n = \frac{736}{(0,005 - 0,0003)0,03 \cdot 0,3 \cdot 700 \cdot 60} = 125 \text{ об/хв}$$

Таким чином, частота обертання шнека трієра яка дозволить забезпечити транспортування необхідної кількості очищеного зерна кукурудзи становить 125 об/хв. або 2,1 оберт за секунду.

3.1.4. Підбір електродвигуна

Обертовий момент на валу редуктора розрахуємо:

$$P_{\text{эд}}^{\text{тр}} = \frac{P_{\text{рв}}}{\eta_0}, \text{ Вт},$$

де $P_{\text{рв}} = T_{\text{рв}} \cdot \omega_{\text{рв}}, \text{ Вт}$ – потужність електродвигуна, Вт

$$\eta_0 = \eta_m \cdot \eta_{\text{зк}} \cdot \eta_{\text{зцо}} - \text{ККД};$$

$$\omega_{\text{рв}} = \pi \cdot n / 30, \text{ } \tilde{n}^{-1} - \text{кутова швидкість:}$$

$$\omega_{\text{рв}} = 3,14 \cdot 0,6 / 30 = 0,06$$

$$\eta_{\text{зцо}} = 0,95 - \text{коефіцієнт корисної дії пасової передачі};$$

$$\eta_m = 1 - \text{коефіцієнт корисної дії муфти};$$

$$\eta_{\text{зк}} = 0,97 - \text{коефіцієнт корисної дії передачі редуктора};$$

$$P_{\text{рв}} = 9000 \cdot 0,06 = 565 \text{ Вт}$$

Тоді обертовий момент буде:

$$P_{\text{ед}}^{\text{тр}} = \frac{565}{1 \cdot 0,97 \cdot 0,95} = 613 \text{ Вт.}$$

Тоді отримаємо частоту обертання електродвигуна:

$$Dn_{\text{эд}} = 4,1 \cdot (6 \div 28) = 24,6 \div 115 \text{ об/хв.}$$

3.1.5. Кінематичний розрахунок приводу

Привід барабану

Частота обертання двигуна Д1:

$$n_1 = 115 \text{ об/хв.}$$

Частота обертання барабану:

$$n_2 = 35 \text{ об/хв.}$$

При потужності 613 кВт і частоті обертання 115 об/хв вибираємо пас з січенням Б.

Передаточне відношення передачі, що з'єднує електродвигун з циліндром трієра становить:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{115}{35} = 3,3 .$$

Кількість пасів 2. Потужність, яка передається одним пасом:

$$N_0 \geq \frac{P}{3} = \frac{612}{2} = 306 \text{ Вт.}$$

Із довідника: передаточному відношенню, що становить 3,3 і потужності

$N_0 = 300$ Вт відповідає діаметр шківів $d_1 = 30$ мм.

Тоді діаметр більшого шківів:

$$d_2 = d_1 u (1 - \xi) = 30 \cdot 3,3 (1 - 0,02) = 97 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_2 = 100$ мм. Тоді отримаємо наступне значення дійсного передаточне числа:

$$i_d \geq \frac{d_2}{d_1} = \frac{97}{30} = 3,2$$

Дійсна частота обертання циліндра трієра:

$$n_2 \geq \frac{n_1}{i_d} = \frac{115}{3,2} = 36 \text{ хв}^{-1}$$

За таких умов відхилення становитиме:

$$\frac{36 - 35}{35} \cdot 100\% = 2,8\% ,$$

Дане відхилення незначне і задовольняє умову.

Далі здійснено перевірку міжосевої віддалі передачі

Як відомо, мінімальна відстань між шківками передачі має становити:

$$a_{\min} = 0,55(d_2 - d_1) + T_0.$$

Підставимо наші значення:

$$a_{\min} = 0,55(30 + 97) + 10,5 = 80,35 \text{ мм.}$$

Прийmemo $a = 100 \text{ мм.}$

Довжина пасу:

$$\begin{aligned} L_p &= \frac{2a + \pi(d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = \\ &= \frac{2 \cdot 100 + 3,14(97 + 30)}{2} + \frac{(97 - 30)^2}{4 \cdot 100} = 310 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Дійсна відстань між осями шківків:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2L - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} = \\ &= \frac{2 \cdot 310 - 3,14(97 + 30) + \sqrt{[2 \cdot 310 - 3,14(97 + 30)]^2 - 8(97 - 30)^2}}{8} \\ &= 105 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Кут обхвату меншого шківка:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 57 \frac{97 - 30}{105} = 132^\circ$$

Потужність, яка може передаватися одним пасом:

$$N_p = N_o \cdot C_\alpha \cdot \frac{C_L}{C_p} = 3,5 \cdot 0,87 \cdot \frac{0,98}{1} = 2,98$$

де $C_\alpha = 0,95$;

$$C_L = 0,98.$$

$$C_p = 1,00.$$

Необхідне число пасів:

$$z = \frac{N}{N_p} \cdot C_2 = \frac{600}{2,98} \cdot 0,95 = 2$$

Швидкість паса:

$$v = \pi d_1 \cdot \frac{n_1}{60} = 3,14 \cdot 0,125 \cdot \frac{125}{60} = 0,8 \text{ м\с}.$$

Тоді частота обертання буде:

$$\vartheta = \frac{v}{L} = \frac{0,8}{1,8} \approx 0,44 \text{ с}^{-1},$$

Зусилля:

$$F_t = \frac{N}{t} = \frac{612}{0,8} = 765 \text{ Н}.$$

Сила, яка діє на вал барабану трієра:

$$F_b = 1,5 \cdot F_t \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 1,5 \cdot 1,68 \cdot \frac{\sin 132}{2} = 1,5 \cdot 1,68 \cdot 0,921 = 2,32 \text{ кН}$$

Привід шнека

Частота обертання двигуна Д2, що привудить у руш шнек:

$$n_1 = 500 \text{ об/хв}.$$

Частота обертання шнека:

$$n_2 = 125 \text{ об/хв}.$$

Передаточне число:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{500}{125} = 4 .$$

Прийmemo наступні діаметри шківів:

- ведучий шків – 30 мм
- ведений шків – 120 мм.

Мінімальна віддаль між осями шківів:

$$a_{\min} = 0,55(d_2 - d_1) + T_0.$$

Буде:

$$a_{\min} = 0,55(30 + 120) + 10,5 = 93 \text{ мм.}$$

Приймаємо $a = 100$ мм.

Довжина пасу:

$$\begin{aligned} L_p &= \frac{2a + \pi(d_2 + d_1)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = \\ &= \frac{2 \cdot 100 + 3,14(120 + 30)}{2} + \frac{(120 - 30)^2}{4 \cdot 100} = 355 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Прийmemo: $L = 360$ мм.

Дійсна віддаль між осями:

$$\begin{aligned} a &= \frac{2L - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2L - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} = \\ &= \frac{2 \cdot 100 - 3,14(120 + 30) + \sqrt{[2 \cdot 100 - 3,14(120 + 30)]^2 - 8(120 - 30)^2}}{8} \\ &= 110 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Кут обхвату:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 57 \frac{120 - 30}{320} = 162^\circ$$

Потужність:

$$N_p = N_o \cdot C_\alpha \cdot \frac{C_L}{C_p} = 3,5 \cdot 0,87 \cdot \frac{0,98}{1} = 2,98$$

3.2. Модернізація барабанного трієра для кукурудзи

Отримані дані свідчать, хоча в процесі очистки зерна кукурудзи на барабанному трієрі успішно здійснюється його очистка від домішок подовгастої форми, проте як було встановлено, в приймальний жолоб окрім зерен кукурудзи потрапляють, також інші дисперсні частинки. Справа в тому, що комірки трієра дозволяють підніматися в барабані на певну висоту не лише зернам кукурудзи а й іншим частинкам круглої або близької до круглої форми, що мають значно менший розмір ніж основий продукт: насіння буряна, пошкоджені зерна кукурудзи тощо. Після потрапляння цих частинок в приймальний жолоб вони транспортуються шнеком разом із очищеним зерном і разом із ним виводяться з барабану.

Для забезпечення додаткової очистки основної культури пропонується нижню поверхню приймального жолоба трієра виготовляти перфорованою (рис. 3.1). Таким чином кукурудза буде додатково очищатися під час її транспортування вздовж приймального жолоба за допомогою шнека.

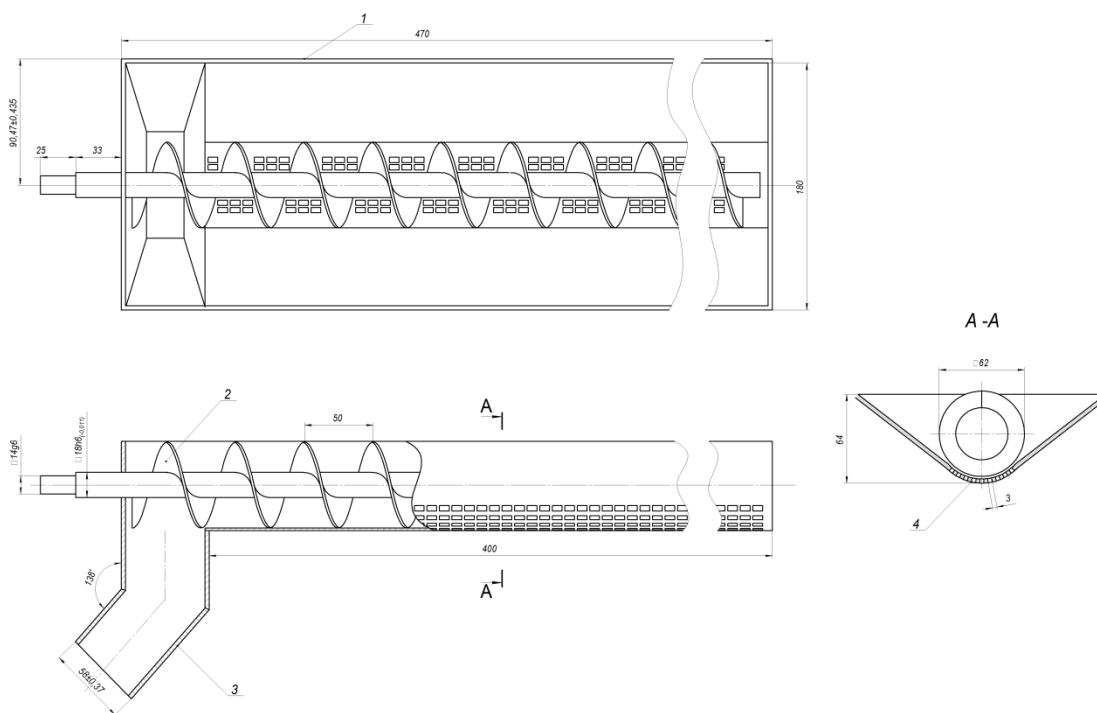


Рисунок 3.1. Модернізований приймальний жолоб

3.3. Висновки до розділу

1. Здійснили розрахунок барабанного трієра, а саме визначили геометричні розміри барабану, розрахували необхідне число його обертів, визначили кількість комірок на одиницю площі поверхні барабану, встановили частку домішок в зерні кукурудзи, які потрібно відділити за одиницю часу.
2. Виконали розрахунок приводу трієра: здійснили підбір електродвигуна; провели розрахунок клинопасової передачі.
3. Розробили заходи із модернізації барабанного трієра, а саме для забезпечення додаткової очистки основної культури пропонується нижню поверхню приймального жолоба трієра виготовляти перфорованою. Це дозволить здійснювати додаткову очистку кукурудзи під час її транспортування вздовж приймального жолоба.

РОЗДІЛ 4.
МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ, ЩО
ВИПАДАЄ З КОМІРОК

4.1. Вихідні дані для моделювання

Вихідними даними в даному випадку служать параметри трієра, які ми отримали при його розрахунку у попередньому розділі.

Вихідні дані представлено у вигляді таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Вихідні дані для моделювання

Частота обертання барабану	35 об/хв
Діаметр барабану трієра	0,3 м
Довжина барабану	0,8 м
Кут А	35
Коефіцієнт тертя зерна кукурудзи	45°
Частка домішок у зерні кукурудзи, які потрібно відділити за одиницю часу	0,018 кг/с
Кількість комірок на одиниці площі барабану трієра	8731

4.2. Визначення кутів, що вказують на верхню та нижню межу зони випадання зерен кукурудзи

Для початку визначимо кути, що вказують на верхню та нижню межу зони випадання зерна кукурудзи (рис. 1). При цьому кут α'_B вказує на нижню межу зони випадання а кут α''_B – відповідно на верхні її межу.

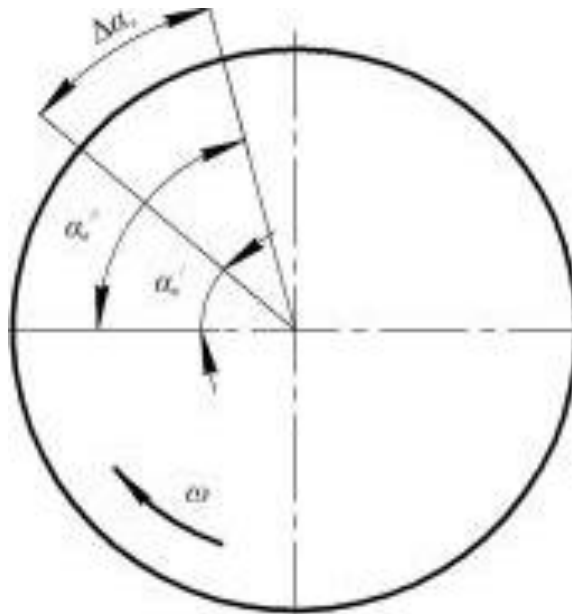


Рисунок 4.1. Зона випадання зерна з комірки

Визначимо кут α_v'' , що вказує на верхню межу зони випадання зерна кукурудзи. Для цього скористаємося графіком залежності кута α_v'' від заданого кута A (рис 4.2).

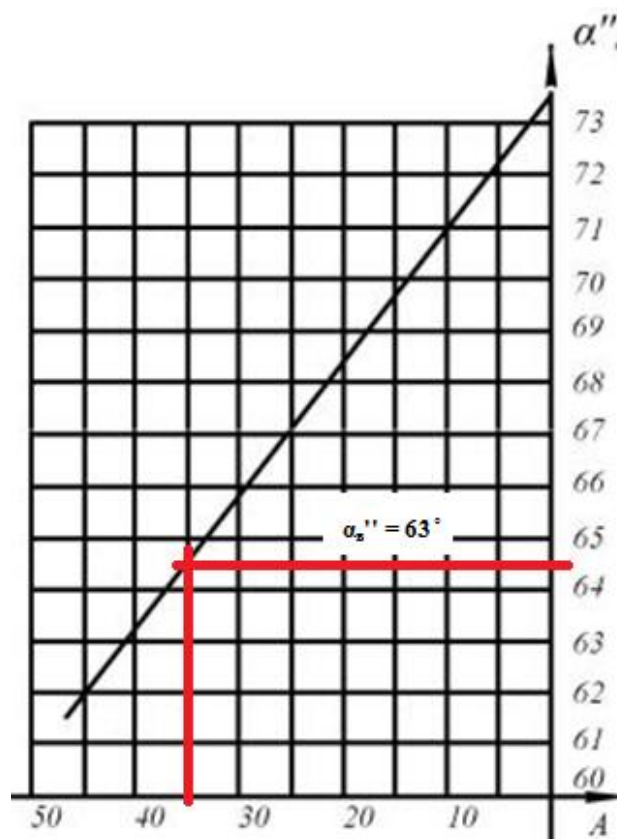


Рис. 4.2. Графік залежності кута α_v'' від A

Таким чином встановили, що кут, який визначає верхню межу випадання зерен кукурудзи становить $\alpha_B'' = 63^\circ$

Отримане таким чином значення кута α_B'' повинне задовольняти рівняння:

$$\cos 2\alpha_B'' + \sin 2\alpha_B'' + \cos(\alpha_B'' - A) = 0.$$

підставимо:

$$\begin{aligned}\cos 126 + \sin 126 + \cos(63 - 35) &= 0. \\ -0,59 + 0,81 + -0,14 &= 0,08\end{aligned}$$

Отримане значення близьке до 0, тому вважаємо що визначення кута α_B'' виконано вірно.

Далі визначимо показник кінематичного режиму роботи трієра k , за допомогою виразу:

$$k = \frac{\sin(\alpha\alpha'_s - \Delta\varphi)}{\cos \Delta\varphi}.$$

Оскільки відомо, що в даному випадку $\Delta\varphi = 45^\circ$, тоді останнє рівняння матиме вигляд:

$$k = \sqrt{2} \sin(\alpha_B'' - 45^\circ)$$

Підставимо значення кута:

$$k = \sqrt{2} \sin(63^\circ - 45^\circ) = 0,434$$

Тепер визначимо кут α_B' , що вказує на нижню межу зони випадання зерна кукурудзи. Скористаємося залежністю

$$\alpha_B' = \arcsin(k).$$

Отримаємо:

$$\alpha_B' = \arcsin(0,434) = 26^\circ.$$

Таким чином, нижня межа зони випадання зерна кукурудзи становить $25,7^\circ$

Тоді зона випадання, тобто діапазон кута на якому частинки зерна кукурудзи випадатимуть із комірок, становитиме:

$$\Delta\alpha_B = \alpha_B'' - \alpha_B' = 63 - 26 = 37^\circ$$

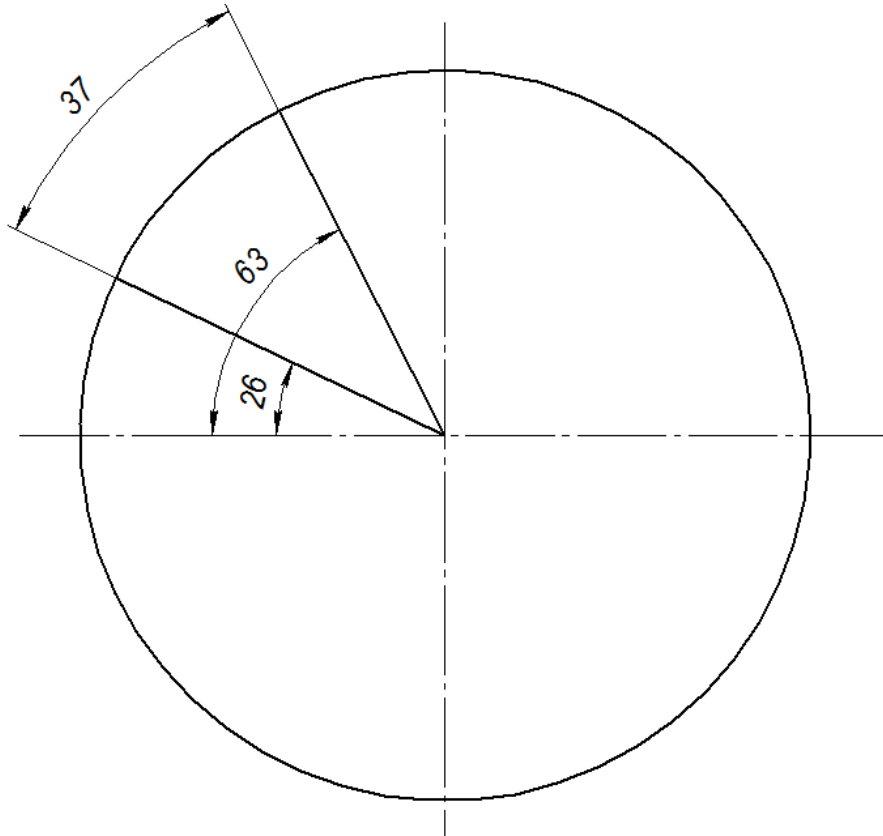


Рисунок. 4.3. Кути, що визначають зону випадання

4.3. Моделювання траєкторії руху зерен кукурудзи

Для побудови траєкторії одного зернятка достатньо чотирьох точок: а, б, с, е. Точка а буде відповідати максимальній висоті на яку підніметься зернятко у вільному падінні за рахунок інерції, тому дана точка буде розміщена на вершині параболи.

Координати точки "а" траєкторії руху зерна можна визначити за допомогою рівнянь:

$$\begin{cases} x_a = \frac{\omega^2 r^2}{g} \sin \alpha_e \cos \alpha_e = \frac{kr}{2} \sin 2\alpha_e; \\ y_a = \frac{\omega^2 r^2}{2g} \cos^2 \alpha_e = \frac{kr}{2} \cos^2 \alpha_e. \end{cases}$$

де ω – кутова швидкість

$$\omega^2 r / g = k$$

$$\omega = \sqrt{gk/r} = \sqrt{9,8 \cdot 0,434 / 0,3} = 3,77$$

Визначимо координати точки а для частинки, що випадає на нижній зоні випадання:

$$x_a = \frac{0,434 \cdot 0,15}{2} \sin(2 \cdot 25,7) = 0,025$$

$$y_a = \frac{0,434 \cdot 0,15}{2} \cos^2(25,7) = 0,026$$

Координати точка b:

$$x_b = 2x_a = 2 \cdot 0,025 = 0,05$$

$$y_b = 0.$$

Визначимо координат точки с для нижньої зони випадання:

$$x_c = r \sin \alpha_s (k \cos \alpha_s + \sqrt{k^2 \cos^2 \alpha_s + 2k \sin \alpha_s}).$$

$$y_c = -r \sin \alpha_s.$$

$$x_c = 0,15 \sin(25,7) \left(0,434 \cdot \cos(25,7) + \sqrt{0,434^2 \cdot \cos^2(25,7) + 2 \cdot 0,434 \cdot \sin(25,7)} \right)$$

$$= 0,065(0,39 + 1,37) = 0,115$$

$$y_c = -0,15 \cdot \sin(25,7) = -0,065$$

Далі визначимо координати точки е для нижньої зони випадання. Її положення обумовлене центральним кутом А між радіусом барабану O_e і горизонтальним діаметром. Кут А можна визначити із виразу:

$$\begin{aligned} A &= \alpha_b - \arccos(1 - 2k \sin \alpha_b) = \\ &= 25,7 - \arccos(1 - 2 \cdot 0,434 \sin(25,7)) = \\ &= 25,7 - 51,8 = -26,1 \end{aligned}$$

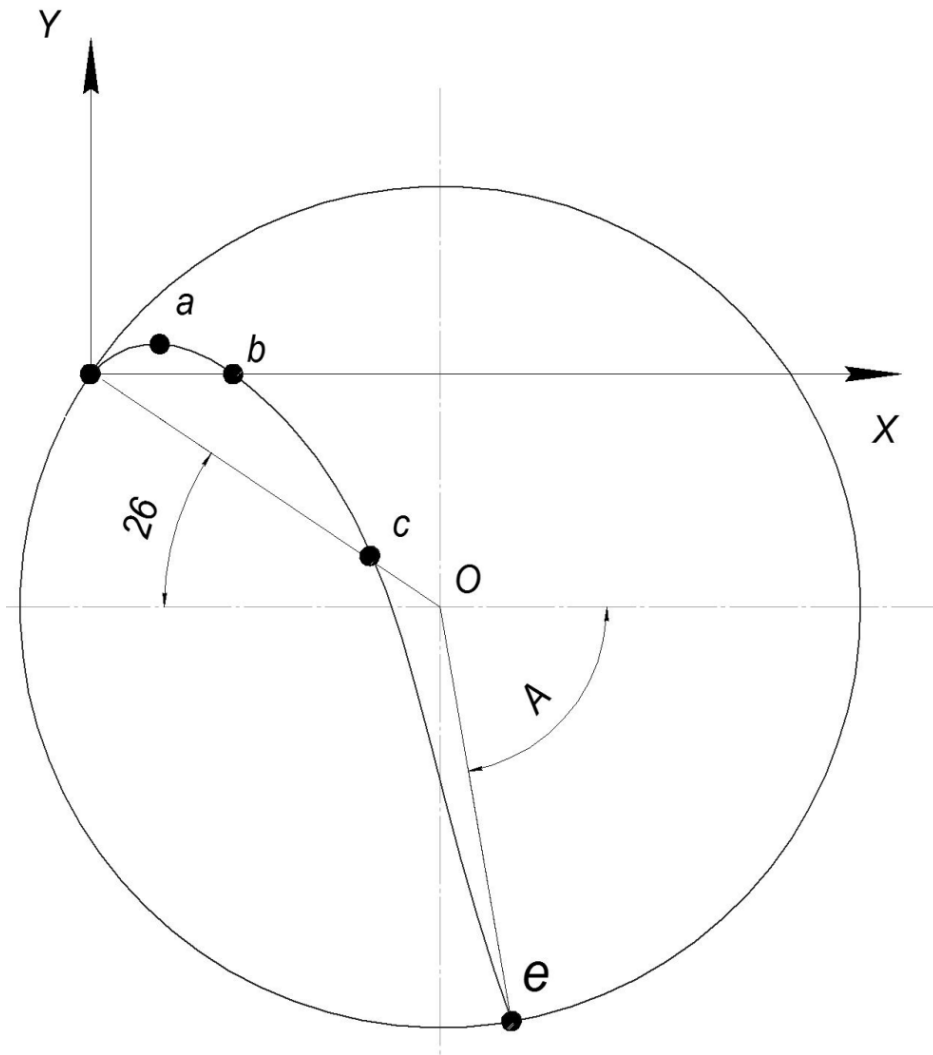


Рисунок 4.4. Визначення траєкторії руху зерна для нижньої зони випадання

Визначимо координати точок для верхньої зони випадання.

$$x_a = \frac{0,434 \cdot 0,15}{2} \sin(2 \cdot 63) = 0,029$$

$$y_a = \frac{0,434 \cdot 0,15}{2} \cos^2(63) = 0,0067$$

Координати точок:

$$x_b = 2x_a = 2 \cdot 0,029 = 0,058$$

$$y_b = 0.$$

Визначимо координат точки с для верхньої зони випадання:

$$\begin{aligned}
 x_c &= 0,15 \sin(63) \left(0,434 \cdot \cos(63) + \sqrt{0,434^2 \cdot \cos^2(63) + 2 \cdot 0,434 \cdot \sin(63)} \right) \\
 &= 0,13(0,2 + 0,9) = 0,143 \\
 y_c &= -0,15 \cdot \sin(63) = -0,135
 \end{aligned}$$

Визначимо координати точки е для верхньої зони випадання.

Центральний кут А для верхньої зони випадання:

$$\begin{aligned}
 A &= \alpha_B - \arccos(1 - 2k \sin \alpha_B) = \\
 &= 63 - \arccos(1 - 2 \cdot 0,434 \sin(63)) = \\
 &= 63 - 77 = -14
 \end{aligned}$$

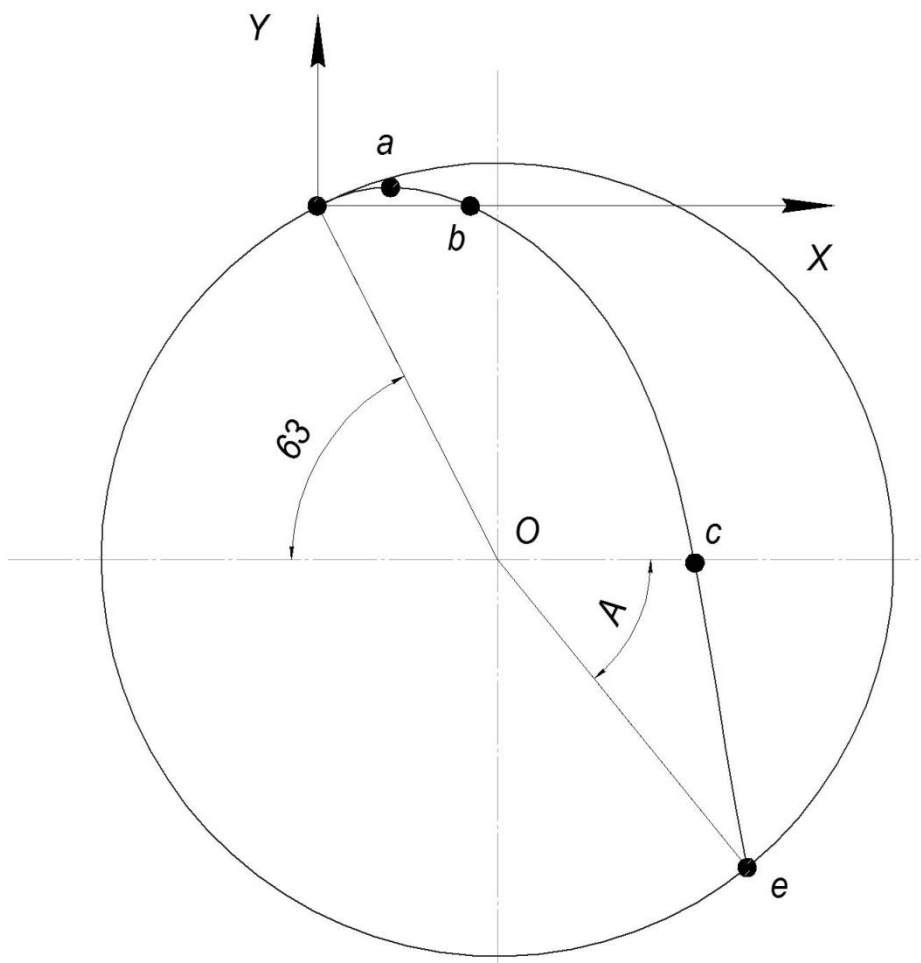


Рисунок 4.4. Визначення траєкторії руху зерна для верхньої зони випадання

Отримані результати розрахунку координат точок траєкторії руху зерна кукурудзи для нижньої та верхньої зони випадання, представмо у вигляді таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Координати точок траєкторії руху зерна кукурудзи

Точки	Координати точок траєкторії			
	Нижня зона випадання		Верхня зона випадання	
	x	y	x	y
a	0,051	0,053	0,058	0,013
b	0,102	0	0,116	0
c	0,229	- 0,13	0,37	-0,27
Центральний кут	- 26,1		- 14	

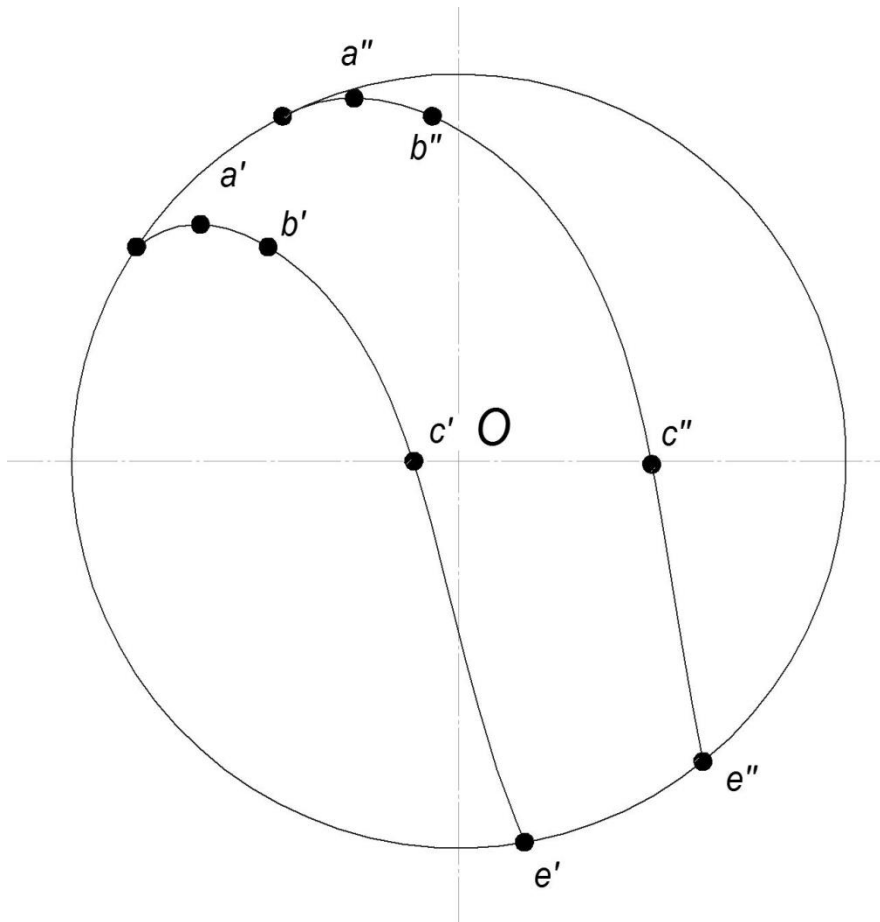


Рисунок 4.5. Визначення траєкторії руху зерна для нижньої та верхньої зон випадання

Тепер визначимо місце встановлення приймального жолоба в барабані трієра та його форму. Виконаємо це таким чином, щоб побудовані раніше траєкторії руху зерна кукурудзи проходили через горловину даного жолоба (рис. 4.6).

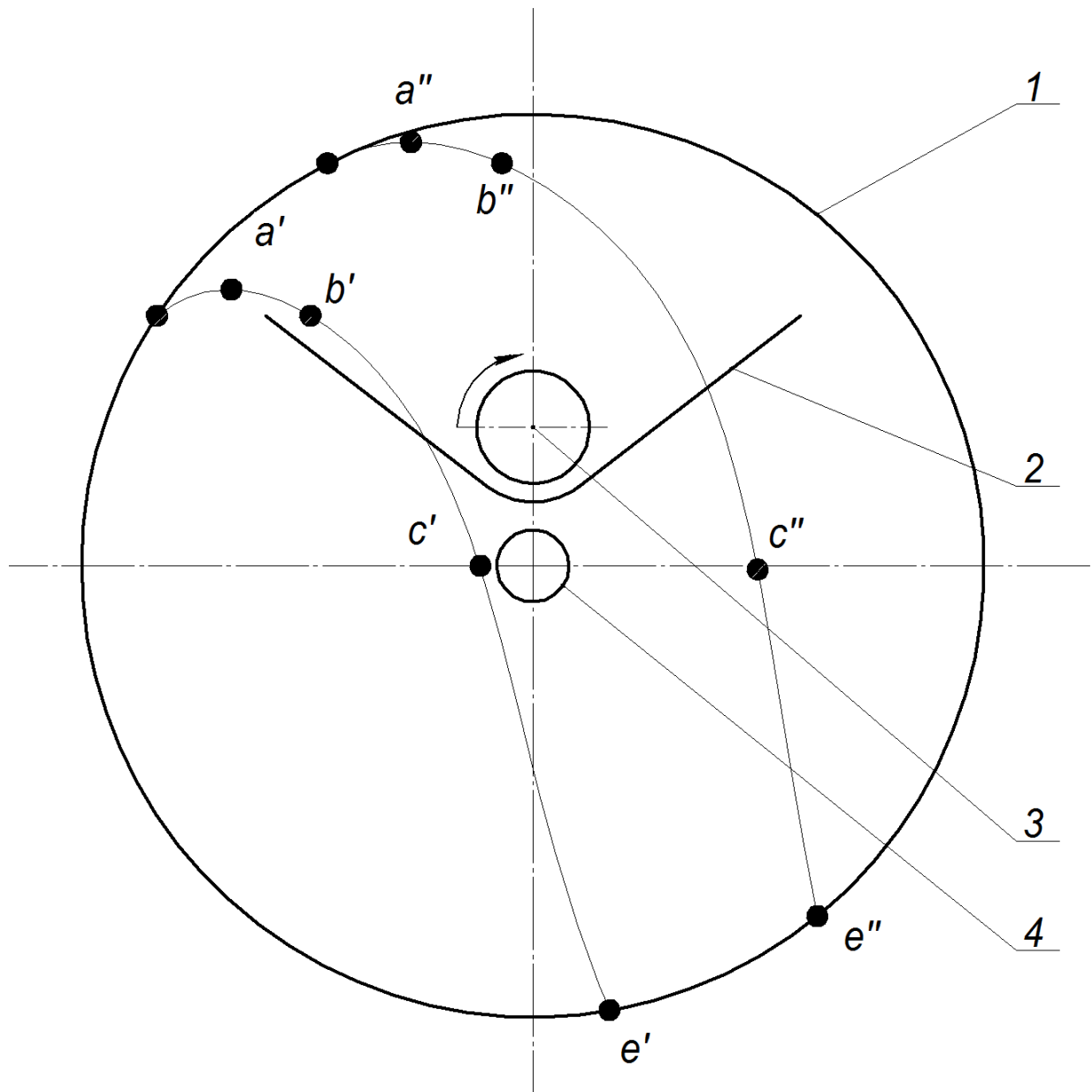


Рисунок 4.6 Встановлення приймального жолоба
1-барабан трієра; 2-приймальний жолоб; 3-транспортуючий шнек;
4-вал барабану трієра

4.4. Висновки до розділу

Визначили кути, що вказують на верхню та нижню межу зони випадання зерен кукурудзи

Виконали моделювання траєкторій руху зерен кукурудзи при їх випаданні із комірок барабану трієра на нижній та верхній межах зони випадання.

Використовуючи отримані траєкторії руху зерен кукурудзи визначили місце встановлення приймального жолоба.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Охорона праці

5.1.1 Аналіз умов праці в галузі

Умови праці це сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини в трудовому процесі. Ці фактори поділяють на шкідливі і небезпечні. Вплив шкідливих факторів на працюючих в певних умовах приводить до травми або іншого різкого погіршення здоров'я, а небезпечних до захворювання або зниження працездатності.

Фактори відрізняються не тільки кінцевими, несприятливими для людини результатами, що залежать від рівня виробничого фактора, але і тривалістю дії. Для небезпечного фактора характерне миттєва, а для шкідливого – довготривала дія, але в ряді випадків шкідливі наслідки, викликані короткотривалою дією шкідливого фактора розглядаються на рівні з травмами, розслідуються і обліковуються як небезпечні випадки на виробництві. До них відносяться: гострі отруєння, теплові удари, обмороження а також ураження блискавкою на виробництві.

Вплив на людину шкідливого фактора може привести до травми, наприклад, одноманітна праця, через одноманітні операції настає втома, що приводить до зниження працездатності і уваги.

Останнє в травмонебезпечних ситуаціях може привести до невчасно прийнятого правильного або прийняття неправильного рішення і закінчиться травмою. За природою дії шкідливі і небезпечні фактори поділяють на фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні.

Вплив на людину шкідливого фактора може привести до травми, наприклад: через одноманітні операції настає втома, що приводить до зниження працездатності і уваги. Останнє в травмонебезпечних ситуаціях може привести до невчасно прийнятого правильного або прийняттю неправильного рішення і закінчиться травмою. За природою дії шкідливі і небезпечні фактори поділяють на фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні.

Фізичні фактори: рухомі машини і механізми, незахищені рухомі елементи обладнання, рухомі вироби, заготовки і матеріали; підвищена або знижена температура поверхні обладнання, матеріалів повітря робочої зони; вологість і рухомість повітря; небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі; підвищений рівень шуму, вібрації, інфрачервоного і ультразвуку; підвищення або нестача природного освітлення, відсутність світла, недостатнє освітлення робочої зони, підвищена яскравість світла, блиск, підвищена пульсація світлового потоку; гострі краї, шорсткості на поверхні обладнання, інструмента заготовок; розміщення робочих місць на значній висоті від підлоги; підвищений рівень УФ і ІЧ радіації; електромагнітні випромінювання, статична електрика; підвищена напруга електромагнітних полів; підвищена або знижена іонізація повітря; підвищений рівень іонізуючого випромінювання в робочій зоні; підвищений або знижений барометричний тиску в робочій зоні і його різка зміна.

Для хлібопекарних, макаронних, кондитерських, цукрових, бродильних виробництв характерними є більшість із наведених шкідливих і небезпечних факторів. Наприклад: на хлібозаводах в багатьох випадках зовнішня поверхня печей перевищує температуру допустиму за санітарну норму 45°C, а температура газовідвідних каналів і труб через відсутність ізоляції становить 55-245°C. В приміщеннях багатьох підприємств

виділяється пара. Температура повітря в літній час в ряді випадків на робочому місці складає 30 - 38°. Печі є джерелом ІЧ радіації.

Хімічні фактори. Речовини, які проникають в організм людини через дихальні шляхи, шкіру чи травну систему можуть виявляти загально токсичне; подразнюючу слизові носа, рота, очей; алергічну; мутагенну дію, а також впливати на репродуктивну функцію людини. На виробництвах харчової промисловості фактори цієї групи мають достатньо широке розповсюдження при технічних процесах (видалення сірчаного газу, оксидів азоту з печей, диму і шкідливих речовин при підгорянні масла або продукції, CO₂ при обмороженні та інші).

Біологічні фактори. Поділяються на хвороботворні мікроорганізми і макроорганізми перші проникають в вигляді бактерій, вірусів, риккетсій, бактеріоподібні нерухомі організми що викликають інфекційні захворювання, спірохет, грибів і найпростіших.

Мікроорганізми поділяють на організми рослинного, і тваринного походження. Ці фактори зустрічаються в цукрових, хлібопекарських і бродильних виробництвах.

Психофізіологічні фактори. Поділяють на фізичні і нервово-психологічні перевантаження перші включають статичні, динамічні, навантаження гіподинамію. М'язові статичні навантаження особливо погано впливають на працездатність. Вони поділяються на легкі (людина у вільній позі), середні (якщо вимушена поза складає 10-25% часу зміни), тяжкі (вимушена поза 50%) і дуже тяжкі >50%. Психоневрологічні перевантаження поділяють на розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження.

До професійних захворювань відносять захворювання які виникають при дії на працюючих специфічних для даної професії шкідливих виробничих факторів, а також захворювання які зустрічаються серед контактуючих з цими факторами людей на роботі частіше ніж при інших умовах. До них відносяться захворювання що є наслідком ускладнень,

прямих наслідків або різкого погіршення яких-небудь інших захворювань, що самостійно не носять професійного характеру, але викликані професійним захворюванням.

Професійні захворювання розвиваються в результаті більш або менш тривалого періоду роботи протягом якого в організмі під дією шкідливих факторів нагромаджується критична маса токсичної чи шкідливої речовини (газу, пари, пилу) а також якщо в ньому проходять поступові зміни фізіологічних функцій окремих органів системи (шум, вібрація, мікроорганізми, фізичні чи емоційні перевантаження).

Період нагромадження цих змін до моменту прояву називають періодом прихованого розвитку професійного захворювання. Він може складати 1-2 або навіть 20-30 років. При використанні на виробництві професійних заходів. Професійні захворювання можуть не проявитися протягом усього стажу роботи.

У випадку встановлення у працівника професійного захворювання йому можуть назначити допомогу по тимчасовій непрацездатності, пенсію по інвалідності, а також може розглядатися питання про компенсацію підприємством збитків здоров'ю.

5.1.2. Огляд заходів поліпшення стану виробничого середовища

Вимоги безпеки технічних процесів закладаються при їх проектуванні. Тому облік вимог безпеки при розробці і здійсненні технічних процесів має велике профілактичне значення для попередження виробничого травматизму. Безпека виробничих процесів забезпечується комплексом проектних і організаційних рішень, які передбачають відповідний вибір технічних процесів, робочих операцій і порядку обслуговування обладнання; виробничого обладнання і умов його розміщення; способу зберігання і транспортування вихідних матеріалів, заготовка напівфабрикатів і готової продукції, а також видалення відходів

виробництв; засобів захисту працюючих. Велике значення має правильний розподіл функцій між людиною і обладнанням з метою зменшення важкості і напруженості трудового процесу, забезпечення його безпеки. Виробничі процеси мають бути пожежно і вибухо безпечними, а також не повинні забруднювати середовище викидами шкідливих речовин і не бути джерелами шкідливих фізичних факторів (шуму, вібрації і т.д.). Технологічні процеси виробництв дуже різноманітні, однак є ряд загальних вимог здійснення яких сприяє їх безпеці, а саме:

- усунення безпосереднього контакту людей з вихідними речовинами, матеріалами і відходами виробництв, що впливають на працівників шкідливо;

- зміна технологічних процесів і операцій пов'язаних з виникненням шкідливих і небезпечних факторів, процесами і операціями, на яких ці фактори відсутні або можливість їх прояву мінімальна;

- використання дистанційного управління усунути неможливо; - забезпечення герметизації і теплоізоляції виробничого обладнання, проведення процесів під вакуумом зо запобігає видаленню шкідливих речовин в робочу зону;

- оснащення обладнання засобами колективного захисту працюючих від дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів;

- заміна складних багатостадійних процесів чи шкідливого фактора більш безпечними і простими, шляхом усунення побічних та небезпечних операцій. перехід від періодичного процесу до безперервного;

- використання систем безперервного контролю і управління технологічними процесами;

Захист та засоби щодо колективного та індивідуального захисту працюючих.

Засіб захисту на виробництві – засіб, застосування якого включає або знижує дію на одного або декількох працюючих небезпечних або

шкідливих виробничих факторів. Засіб колективного захисту призначений для одночасного захисту двох і більше працівників.

Засіб індивідуального захисту призначений для захисту одного працівника.

Безпечна відстань - найменша допустима відстань між працівником і джерелом небезпеки, необхідна для забезпечення безпеки працюючого.

Небезпечна зона - простір, в якому можлива для працівника небезпечного або шкідливого виробничого фактора, який існує на виробничому місці, за його межами або з'являється через певний період роботи машини, обладнання, механізмів. Розмір небезпечних зон залежить від виду, характеру дії, властивостей та характеристик небезпечних факторів. Небезпечні зони бувають постійними і змішаними (зона роботи підйомного крану, екскаватора, навантажувачів). В окремих випадках небезпечна зона може мати чітко визначені межі (переміщення складу хімічних речовин, резервуар) або змінюватись залежно від інших умов і факторів. При зменшенні температури повітря тіло людини втрачає тепло, як наслідок - різні захворювання. Переохолодженню сприяє надмірна вологість і швидкість повітря понад 0,56-0,8 м/с.

5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1. Організація та проведення дослідження стійкості роботи підприємств харчової та переробної промисловості в умовах надзвичайних ситуацій

Під стійкістю роботи промислового підприємства розуміють здатність його у надзвичайних ситуаціях випускати продукцію в запланованому об'ємі та номенклатурі, а при отриманні пошкоджень, руйнувань або порушенні зв'язків по кооперації, відновлювати виробництво в мінімальні терміни. Це

розуміння стійкості поширюється у тому числі на підприємства харчової та переробної промисловості.

Стійкість підприємств харчової промисловості в умовах НС є особливо важливою, оскільки забезпечення населення продуктами харчування має здійснюватися навіть після виникнення масштабних надзвичайних ситуацій. У той же час як сировина так і готова продукція харчових підприємств має властивість швидко псуватися, що значно ускладнює забезпечення стійкості, зокрема технологічної.

Дослідження стійкості роботи підприємства – це всебічне вивчення обстановки, яка може скластися під час надзвичайної ситуації та визначення її впливу на виробничу діяльність підприємства. Мета дослідження полягає в тому, щоб виявити слабкі місця в роботі об'єкта та виробити найбільш ефективні пропозиції, спрямовані на підвищення його стійкості.

Дослідження стійкості роботи підприємства проводиться силами інженерно-технічного персоналу із залученням спеціалістів науково-дослідних та проектних організацій. Організатором та керівником досліджень є керівник підприємства.

Увесь процес планування і проведення досліджень поділяється на три етапи:

I етап — підготовчий;

II етап — оцінка стійкості роботи об'єкта;

III етап — розроблення заходів, які підвищують стійкість роботи підприємства в умовах надзвичайної ситуації.

На першому етапі розробляються керівні документи, які визначають склад учасників досліджень та організовується їх підготовка.

Основними документами для організації досліджень стійкості роботи об'єкта є: наказ керівника підприємства, щодо проведення дослідження; календарний план основних заходів з підготовки до проведення досліджень; план проведення досліджень.

Наказ керівника підприємства розробляється на підставі вказівок старшого начальника з урахуванням умов пов'язаних з виробничою діяльністю об'єкта. В наказі вказується: мета і завдання дослідження; терміни проведення робіт; склад учасників досліджень; склад і завдання дослідницьких груп; строки готовності облікової документації.

Календарний план основних заходів з підготовки до проведення досліджень визначає: основні заходи; терміни їх виконання; відповідних виконавців; сили та засоби, які залучаються для виконання завдань.

План проведення досліджень є основним документом, який визначає зміст роботи керівника дослідження і груп головних спеціалістів. В плані вказується: тема дослідження; мета дослідження; тривалість дослідження; склад дослідницьких груп та зміст їх роботи; порядок проведення дослідження. Термін дослідження встановлюється залежно від обсягу роботи та підготовки учасників і може тривати 2 – 3 місяці. Залежно від складу основних виробничо-технічних служб на об'єкті створюються дослідницькі групи. Їх кількість і чисельність залежить від обсягу вирішуваних завдань та специфіки виробництва.

На підготовчому етапі з керівниками груп проводиться спеціальне заняття, на якому керівник підприємства доводить до виконавців план роботи, завдання кожної групи та визначає терміни дослідження.

На другому етапі проводиться безпосереднє дослідження стійкості роботи об'єкта. В ході дослідження визначаються умови захисту робітників та службовців від уражаючих факторів, проводиться оцінка уразливості виробничого комплексу від різних уражаючих факторів, оцінюється характер можливих пошкоджень від вторинних уражаючих факторів, вивчається стійкість роботи системи забезпечення та кооперативних зв'язків з іншими об'єктами, з'ясовуються вразливі місця в системі управління, виробництвом.

Кожна група оцінює стійкість відповідних елементів виробничого комплексу та робить необхідні розрахунки.

Штаб Цивільної оборони ОГД в цей період оцінює загальний стан ІДО і визначає заходи для забезпечення захисту робітників і службовців. Для цієї роботи притягається ряд начальників служб, які виконують відповідні функції. Служба оповіщення і зв'язку вивчає і оцінює стійкість зв'язку з органами ЦО, виробничими підрозділами і формуваннями ЦО. Оцінює надійність системи зв'язку і оповіщення, повноту обладнання пунктів управління. Служба сховищ і укриттів оцінює інженерний захист робітників і службовців, правильність експлуатації сховищ і укриттів, готовність їх до використання за прямим призначенням. Розраховує час на оповіщення робітників і службовців, збір і укриття їх в захисних спорудах.

Служба радіаційного та хімічного захисту оцінює можливості роботи об'єкта в умовах радіації і дає пропозиції щодо захисту робітників і службовців від радіоактивного зараження, визначає типові режими радіаційного захисту людей, розробляє графік робочих змін для проведення РіНР. Аналізує забезпеченість робітників і службовців засобами індивідуального захисту, умови зберігання і порядок їх видачі. Готує пропозиції щодо організації і ведення радіаційної і хімічної розвідки, організації санітарної обробки людей, знезараження одягу, транспорту, техніки і споруд.

Медична служба розробляє заходи щодо організації медичного обслуговування робітників та службовців на об'єкті і в заміській зоні, а також при проведенні РіНР. Визначає сили і засоби для надання першої медичної допс моги потерпілим. Виробляє рекомендації з організації дозиметричного контролю при перебуванні людей у зоні радіоактивного зараження і рекомендації з захисту продуктів харчування і джерел водопостачання.

Служба охорони громадського порядку розробляє заходи з підсилення пропускового режиму, охорони матеріальних цінностей, забезпечення громадського порядку.

На третьому етапі підводяться підсумки проведених досліджень. Групи спеціалістів за підсумками досліджень готують підсумки і пропозиції з

захисту робітників та службовців і підвищенню стійкості елементів виробництва, які досліджуються.

Група комплексних досліджень на основі доповідей інших груп складає загальний план, в якому визначаються: можливості щодо захисту робітників і службовців в ЗС; загальна оцінка стійкості об'єкта, найбільш слабкі (вразливі) ділянки виробництва; практичні заходи, терміни та обсяги робіт, які виконуються при повсякденній діяльності та при загрозі АС; порядок та приблизні строки відновлюваних робіт при різних ступенях руйнування. За результатами досліджень розробляються плани, в яких визначаються відповідні заходи, необхідні кошти на їх проведення, терміни і відповідальні особи за їх виконання.

Правильність проведених розрахунків та реальність пропозицій і рекомендацій перевіряються на спеціальних навчаннях під керівництвом начальника ЦО об'єкта. Завчасно плануються і проводяться, в основному, заходи які потребують значних матеріальних витрат та часу на їх виконання. Економічна ефективність цих заходів може бути досягнута при їх коригуванні з завданнями щодо безаварійної-роботи об'єкта, поліпшення умов праці, удосконаленню виробничого процесу, реконструкції виробництва і таке інше.

5.2.2. Основні задачі підвищення стійкості переробних підприємств

Організація і забезпечення захисту населення від сучасних засобів поразки і наслідків аварій, катастроф і стихійних лих — головна задача цивільної оборони. Люди, як відомо, складають найвищу цінність суспільства, і забезпечення їхньої безпеки — найважливіша мета всіх оборонних заходів. Забезпечення захисту населення від сучасних засобів нападу досягається проведенням цілого комплексу заходів, спрямованих на максимальне ослаблення результатів впливу зброї масової поразки, і

створенням сприятливих умов для проживання і діяльності населення, функціонування об'єктів і сил цивільної оборони при виконанні задач. До таких заходів відносяться: забезпечення всього населення захисними спорудженнями і засобами індивідуального захисту; загальне обов'язкове навчання населення способам захисту від зброї масової поразки і діям по ліквідації наслідків нападу супротивника, аварій, катастроф і стихійних лих; розосередження робітників, службовців і евакуація населення з великих міст і зон можливого затоплення; забезпечення життєдіяльності евакуйованого населення; проведення протиепідемічних, санітарно-гігієнічних, спеціальних профілактичних і інших медичних заходів. В інтересах захисту населення організуються і проводяться такі заходи, як розвідка, оповіщення про повітряну небезпеку, про радіоактивне, хімічне, бактеріологічне зараження і катастрофічне затоплення, а також ряд заходів, що відносяться до інших груп задач.

Важлива група задач ЦО — забезпечення стійкого функціонування народного господарства в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу.

Усталена робота об'єктів агропромислового комплексу дає можливість забезпечити населення країни достатньою кількістю основних продуктів харчування, а промисловістю-сировиною.

Підвищення стійкості роботи об'єктів агропромислового комплексу і переробних підприємств досягається завчасним проведенням комплексу організаційних, інженерно-технічних, агротехнічних, зооветеринарних і інших заходів, спрямованих на максимальне зниження результатів впливу зброї масової поразки на об'єкти, а також створення умов для швидкої ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і забезпечення виробництва доброякісної харчової продукції.

Першорядне значення в підвищенні стійкості роботи переробного підприємства має організація надійного захисту людей, сировини, обладнання і продуктів переробки від впливу шкідливих факторів, а також забезпечення стійкого керування службами і силами ЦО об'єкта й організація

робіт з ліквідації наслідків нападу супротивника і відновленню нормальної виробничої діяльності об'єкта.

На стійкість роботи об'єктів народного господарства в надзвичайних ситуаціях впливають наступні фактори:

- надійність захисту робітників та службовців від дії уражуючих факторів;
- здатність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти в певній степені ударній хвилі, світловому випромінненню і радіації;
- захищеність об'єкта від вторинних уражуючих факторів (пожеж, вибухів, зараження отруйними речовинами);
- надійність системи забезпечення об'єкту всім необхідним для виробництва продукції (сировиною, паливом, комплектуючими виробами, електроенергією, водою, газом);
- стійкість і неперервність управління виробництвом та цивільною обороною;
- підготовленість об'єкту до ведення рятувальних і невідкладних аварійновідновлювальних робіт та робіт по відновленню порушеного виробництва.

Однією з основних задач цивільної оборони є проведення міроприємств, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій, тобто здатності його виконувати свої функції в цих умовах.

Перераховані фактори визначають собою і основні, загальні для всіх об'єктів народного господарства, шляхи підвищення стійкості роботи в надзвичайних ситуаціях, а саме:

- забезпечення надійним захистом робітників і службовців від дії уражуючих факторів;
- захист основних виробничих фондів від уражуючих факторів;
- підвищення надійності та оперативності управління виробництвом;

- підготовка до відновлення порушеного виробництва.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Здійснили розрахунок барабанного трієра, а саме визначили геометричні розміри барабану, розрахували необхідне число його обертів, визначили кількість комірок на одиницю площі поверхні барабану, встановили частку домішок в зерні кукурудзи, які потрібно відділити за одиницю часу.

2. Виконали розрахунок приводу трієра: здійснили підбір електродвигуна; провели розрахунок клинопасової передачі.

3. Розробили заходи із модернізації барабанного трієра, а саме для забезпечення додаткової очистки основної культури пропонується нижню поверхню приймального жолоба трієра виготовляти перфорованою. Це дозволить здійснювати додаткову очистку кукурудзи під час її транспортування вздовж приймального жолоба.

4. Визначили кути, що вказують на верхню та нижню межу зони випадання зерен кукурудзи

5. Виконали моделювання траєкторій руху зерен кукурудзи при їх випаданні із комірок барабану трієра на нижній та верхній межах зони випадання.

6. Використовуючи отримані траєкторії руху зерен кукурудзи визначили місце встановлення приймального жолоба.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кирпа М. Технологія післязбиральної обробки та сушіння зерна / М. Кирпа // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. – 2017. – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/tehnologiya-pislyazbiralnoyi-obrobki-ta-sushinnya-zerna>.
2. Кармелюк Г. І. Теорія ймовірностей та математична статистика: посібник з розв'язування задач. / Г. І. Кармелюк – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 576с.
3. Чубик Н. А. Справочник по теплофизическим характеристикам пищевых продуктов и полуфабрикатов / Н. А. Чубик, Л. Н Маслов. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 184с.
4. 5. Шинкарик М.М. Аналіз гранулометричного складу білкової дисперсної фази / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2011. – Т. 2, № 40. – С. 266-269
5. Гинзбург А. С. Сушка пищевых продуктов. – М.: Пищепромиздат, 1960. – 683 с
6. Васійчук В.О. Основи цивільного захисту. Навч. посібник / В.О. Васійчук, В.Є Гончарук, С.І. Качан, С.М. Мохняк. - Львів: Видавництво НУ "ЛП", 2010. - 417с.
7. Запольський А.К., Українець А.І. Екологізація харчових виробництв: Підручник.-К: Вища школа, 2005.-433 с.
8. Мостенська Т. Г. Екологічні загрози при виробництві харчових продуктів // Екологічні проблеми. – 2015. № 3. – С.93-99.
9. Кошицька Н.А., Фещенко В.П. Екологічні аспекти переробки ріпаку // Вісник ЖНАЕУ. – 2011. – № 1(28). – С. 436–440.
10. Shynkaryk M., Kravets O., Venhrynovych S. (2021) Features of pressing the juice from viburnum berries. Scientific Journal of TNTU (Tern.), vol 101, no 1, pp. 945–101.

11. Орлюк Ю.Т. Реологічні особливості виробництва сиру / Ю.Т. Орлюк, М.М. Шинкарик, О.І. Кравець, М.Р. Коневич / Збірник наукових праць «Продовольчі ресурси» – 2018р. – № 10. – С. 226-231

12. Кравець О.І. Фільтр із самоочисним фільтрувальним елементом для очистки молочної сироватки / О.І. Кравець, М.М. Шинкарик / Науковий журнал «Інтернаука» – 2021р. – № 3 (103). – С. 58-61.

13. Shynkaryk M. Mathematical modelling of the separation of suspension process on the filter with self-purifier filter element / M. Shynkaryk, O. Kravets / Ukrainian Food Journal. – 2016. № 1. – P. 135-143.

14. Орлюк Ю.Т. Математична модель фільтрування малоконцентрованих суспензій/ Ю.Т. Орлюк, М.М. Шинкарик, О.І.Кравець / Збірник наукових праць «Продовольчі ресурси» – 2017р. – № 8. – С. 29-36.

СПЕЦИФІКАЦІЇ

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XI Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
7-8 грудня 2022 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2022

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЗЕРЕН КУКУРУДЗИ У ПРОЦЕСІ ЇХ СОРТУВАННЯ В БАРАБАННОМУ ТРІЄРІ

A.P. Kuzniak, O.I. Kravets Ph.D., Assoc. Prof.

MODELING THE MOVEMENT TRAJECTORY OF CORN GRAINS IN THE PROCESS OF THEIR SORTING IN THE SORTING DRUM

Трієр належить до сортувальних машин і призначений для розподілу зернової суміші за таким параметром, як довжина зерна. Найчастіше в сортувальних машинах використовуються циліндричні трієри, які являють собою циліндр з внутрішньою робочою циліндричною поверхнею, на якій розміщуються комірки. Під час роботи трієра зернова суміш захоплюється комірками. Розміри комірок підбираються так, щоб короткі зерна цілком умістилися в них, і тому при повороті трієра вони піднімаються на більшу висоту, ніж довгі зерна, які не можуть цілком розміститися в комірці і випадають з неї раніше, ніж короткі. У зоні випадання короткого зерна всередині циліндра трієра встановлюють жолоб для збирання випадаючого зерна, і далі шнековим транспортером це зерно переміщується із зони роботи трієра. Зерна, які мають довжину більшу, ніж діаметр комірок, випадаючи, знову потрапляють у зернову суміш у нижній частині і поступово вносяться із зони роботи трієра.

Було виконано моделювання траєкторії вільного падіння зерен кукурудзи у процесі їх сортування в барабані трієра з метою визначення оптимального місця для встановлення приймального жолоба. При цьому враховували наступні сили, що діють на частинку зерна: силу земного тяжіння G , відцентрову силу F_b , силу інерції F_i , сила тертя F_t та нормальну реакцію N . Силу опору повітря не враховували.

Для визначення оптимального місця для встановлення приймального жолоба немає потреби моделювати траєкторії руху абсолютно всіх зерен – достатньо побудувати траєкторію руху першого зернятка кукурудзи, яке випаде з комірки трієра та траєкторію вільного падіння останнього зернятка. В результаті математичного моделювання отримали дві траєкторії руху зерен кукурудзи (рис.): $a'-b'-c'-e'$ та $a''-b''-c''-e''$. Приймальний жолоб 2 встановили таким чином, щоб траєкторії обох зерняток (першого та останнього) перетинали його поверхню.

Також отримані дані свідчать, що хоча даний трієр дозволяє ефективно очищувати зерно кукурудзи від домішок довгої форми, проте у приймальний жолоб окрім зерен кукурудзи потрапляють домішки (наприклад насіння буряна), що мають значно менший розмір ніж основна культура. З метою додаткової очистки зерна кукурудзи

Рисунок. Встановлення приймального жолоба: 1-барабан трієра; 2- жолоб; 3-транспортуючий шнек; 4-вал барабану трієра.

пропонується нижню поверхню приймального жолоба виготовляти перфорованою. Таким чином зерно буде додатково очищатися під час його транспортуванні вздовж жолоба за допомогою шнека.