

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ**  
**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ПРИЛАДОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

На правах рукопису  
УДК 621.798.38

**ОРИШАКА ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ**

**РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ**  
**ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ ГІБРИДНОЇ**  
**КУКУРУДЗИ У ЗАКРИТІ (КЛАПАННІ) МІШКИ.**

05.20.04 - Сільськогосподарські та меліоративні машини.

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття вченого ступеня  
кандидата технічних наук.

ТЕРНОПІЛЬ - 1995



Робота виконана в Кіровоградському заводі  
нобудування

Науковий керівник - кандидат технічних наук, доцент  
Пегренко М.М.

Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор  
Хайліс Г.А.  
- кандидат технічних наук  
Рогатинський Р.М.

Провідна організація - Кіровоградський завод дозуючих автоматів.

Захист відбудеться 29 червня 1995 року о 15<sup>00</sup> год на за-  
сіданні спеціалізованої вченої ради Д 12.02.01 по захисту дисертації на здобуття  
вченого ступеня доктора (кандидата) технічних наук при Тернопільському прила-  
добудівному інституті за адресою: 282001 Тернопіль, вул. Руська, 56.

Автореферат розісланий 25 травня 1995 р.

Просимо Вас взяти участь у засіданні ради при захисті дисертації і направити  
Ваш відгук на автореферат у двох примірниках в секретаріат ради за вказаною ад-  
ресою.

ЛНБ ім. В. Стефаніка  
АН України

Вчений секретар  
спеціалізованої ради,  
кандидат технічних наук

Мартиненко В.Я.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність теми. Сучасні операції по завантажуванню гібридної кукурудзи у мішки – важкі і шкідливі, а також трудомісткі. Завантаження здійснюється дозаторами у відкриті мішки, з наступним їх зашиванням, при цьому в процесі завантажування оператор утримує мішок на випускній горловині. При таких процесах робоча зона оператора насичується аерозолями отрутохімікатів.

Закриті /клапанні/ мішки не застосовуються для завантажування гібридної кукурудзи через відсутність відповідних засобів для завантажування.

Застосування клапанних мішків дало б можливість усунути названі недоліки. Тому робота по розробці і оптимізації пристрою для завантажування є актуальною.

Мета роботи – підвищення ефективності та покращення умов праці при завантажуванні гібридної кукурудзи на основі розробки і оптимізації параметрів пристрою для завантажування гібридної кукурудзи у закриті /клапанні/ мішки.

Методика дослідження. Як основний методологічний засіб проведення досліджень у роботі застосовується комплексний метод, який включає теоретичну і експериментальну частину. Теоретичні дослідження проведені з використанням диференціальних рівнянь переміщення масиву зерен під дією гравітаційних сил по прямолінійним і криволінійним поверхням, у повітряному середовищі, диференціальних рівнянь переміщення механізмів.

Експериментальні дослідження проводились з використанням багатофакторних і однофакторних експериментів. При проведенні досліджень використовувалась швидкісна кінозйомка, тензометрування.

Розрахунки по теоретичним і експериментальним дослідженням проводились з використанням ЕОМ.

Наукова новизна роботи. На основі дослідження технологічного процесу завантажування гібридної кукурудзи у закриті /клапанні/ мішки під дією гравітаційних сил одержані математичні залежності, які:

- описують вплив параметрів матеріалопроводу, завантажувального патрубку на швидкість засиву зерен на виході пристрою;
- описують вплив параметрів матеріалопроводу, завантажувального патрубку і ваговимірального пристосування на повноту заповнення клапанного мішка.

- визначають час переміщення масиву зерен по каналах матеріалопроводу і завантажувального патрубку, а також час перекриття каналу матеріалопроводу клапаном.

Проведено обґрунтування і оптимізація параметрів пристрою, розроблена методика його розрахунку, розроблена нова конкурентоздатна конструкція пристрою для завантаження гібридної кукурудзи у клапанні мішки, новизна якої захищена патентами і авторськими свідоцтвами на винаходи.

#### Практична цінність і реалізація результатів роботи.

Одержані математичні залежності можуть бути використані для розрахунку параметрів пристроїв для завантажування інших зернистих і гранульованих матеріалів у клапанні мішки.

На базі проведених досліджень розроблена конструкція пристрою для завантажування гібридної кукурудзи. Зразки пристрою змонтовані на Долинському і Кіровоградському комбінатах хлібопродуктів. Проведені виробничі випробування. Ведеться підготовка пристрою до державних випробувань.

З врахуванням фізико-механічних властивостей клею створена конструкція пристрою для завантаження гранул клею, який запроваджений у виробництво на Великобичковському лісохімкомбінаті /Закарпатська область/. Впровадження пристрою у виробництво дає можливість знизити трудові витрати у 3 рази, механізувати тяжкі і шкідливі роботи, забезпечити необхідні санітарно-гігієнічні умови в робочій зоні, а також зберегти якість продукту.

Апробація роботи. Основні положення роботи доповідались на регіональній науково-практичній конференції "Енергія молодих - перестройке" /Кіровоград 1989/, на конференції "Проблеми конструювання и технологии производства сельскохозяйственных машин" /Кіровоград, 1991/, на науковій конференції в Академії інженерних наук /Київ, 1994/, на наукових конференціях професорсько-викладацького складу кафедри сільськогосподарських машин, кафедри будівельних і шляхових машин /Кіровоград, 1992 - 1996/.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 9 наукових робіт, розробки пристроїв захищені 4 патентами і 10 авторськими свідоцтвами на винаходи.

Особистий внесок дисертанта. Розроблена математична модель руху масиву зерен, проведені обґрунтування і оптимізація параметрів пристрою, складена методика досліджень, проведені розрахунки і розробки конструкцій пристроїв.

## ЗМІСТ РОБОТИ.

У вступі дана оцінка сучасного стану розв'язуємої науково-технічної проблеми, обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, сформульована мета роботи і основні положення, які виносяться на захист.

У главі I розглядається стан питання: аналізуються сучасні машини для завантаження сипучих матеріалів в клапанні мішки, дається огляд результатів досліджень процесів руху сипучих матеріалів. Аналіз літературних джерел і патентної документації показав, що застосування пристрою для завантаження гібридної кукурудзи в клапанні мішки можливе тільки після рішення ряду проблемних питань по підвищенню ефективності пристрою, ліквідації пошкоджень зерен і повноти заповнення об'єма клапанного мішка.

Вивченню процесів руху сипучих матеріалів, їх фізико-механічних властивостей і обґрунтуванню параметрів машин присвячені роботи Е.А.Баніта, Р.А.Бегнолда, В.А.Богомягких, П.М.Василенко, Б.М.Гевко, Г.А.Генєєва, Л.В.Гячева, Р.А.Джексона, Е.В.Дженіке, Л.М.Заїки, Р.Л.Зенкова, Р.Квапил, Л.І.Карнаушенко, Н.І.Лук'янова, А.М.Панченко, П.Н.Шлатонова, Р.М.Рогатинського, С.Севидажа, В.В.Соколовського, Н.Янсена.

Наукові роботи умовно можна розділити по наступним напрямкам: роботи, які розглядають витікання сипучих матеріалів із бункера, воронки, силосів; роботи, які розглядають рух сипучих матеріалів в трубках, каналах; роботи, які обґрунтовують параметри машин.

Аналіз праць указаних авторів дозволяє зробити висновки, що в них достатньо розглянуті питання витікання сипучих матеріалів із бункерів і воронки, визначені мінімальні отвори, при яких виключаються склепування, визначені залежності для швидкостей витікання матеріалів із отворів при нормальних і гідравлічних режимах, для швидкостей переміщення матеріалу по прямолінійним лоткам і каналах, але недостатньо вивчені питання руху сипучого матеріалу по каналах, які мають криволінійні поверхні під дією гравітаційних сил.

Враховуючи актуальність теми і ряд проблемних питань, в роботі були поставлені наступні завдання:

- визначити фізико-механічні властивості гібридної кукурудзи, які впливають на рух масиву зерен;
- провести теоретичні і експериментальні дослідження закономірностей руху масиву зерен по каналах, які мають прямолінійні

і криволінійні поверхні під дією гравітаційних сил з метою визначення і оптимізації основних параметрів пристрою, які впливають на продуктивність, повноту заповнення об'єму мішка і точність дозування маси;

-розробити інженерну методу розрахунку параметрів пристрою для завантаження гібридної кукурудзи в клапанні мішки;

-розробити конструкцію пристрою для завантаження гібридної кукурудзи в клапанні мішки і обґрунтувати його параметри.

У главі 2 приведені обґрунтування схеми пристрою, оптимізація параметрів матеріалопроводу, завантажувального патрубку, дослідження впливу параметрів пристрою на повноту заповнення клапанного мішка та дослідження роботи клапана пристрою.

На базі аналізу сучасних машин для завантаження сипучих матеріалів в клапанні мішки і наукових робіт по сипучим матеріалам запропонована схема пристрою для завантаження гібридної кукурудзи в клапанні мішки під дією гравітаційних сил, особливістю якого є те, що в ньому запобігається перехід режиму вільного переміщення масиву зерен по каналах матеріалопроводу і завантажувального патрубку в режим гідравлічного витoku, за умови:

$$F_n V_n \geq F_s V_s \quad /1/$$

де  $F_n$  - площа поперечного перерізу завантажувального патрубку;

$V_n$  - швидкість зерен в завантажувальному патрубку;

$\eta$  - коефіцієнт використання площі поперечного перерізу завантажувального патрубку;

$F_s$  - площа вихідного отвору бункера;

$V_s$  - швидкість витoku зерен з бункера.

Максимальна можлива продуктивність пристрою:

$$Q_{max} = n \frac{m}{t_3 + t_y} \quad /2/$$

де  $m$  - маса матеріала в мішку;

$t_3$  - час завантажування мішка;

$t_y$  - час заміни мішка;

$n$  - кількість секцій в пристрої.

Час завантаження мішка визначається виразом:

$$t_3 = t_3 + t_1 + t_2 + t_n \quad /3/$$

де  $t_3$  - час витoku порції зерен із бункера / визначається відомими з літератури залежностями /;

$t_1, t_2, t_n$  - відповідно час переміщення зерен по прямолінійній і криволінійній ділянцям матеріалопроводу і завантажувальному патрубку.

Для аналізу процесу і оптимізації параметрів розроблена математична модель переміщення зерен по матеріалопроводу і завантажувальному патрубку.

Рішенням диференціальних рівнянь руху масиву зерен по матеріалопроводу і завантажувальному патрубку / розрахункова схема приведена на рис. 1/, одержані залежності для швидкості і часу переміщення.

Для швидкості:

на ділянці OA:

$$V = \sqrt{V_0^2 e^{-2KnS} + g/K_n (\cos \gamma_0 - f \sin \gamma_0) (1 - e^{-2KnS})} \quad / 4/$$

При  $S = h / \cos \gamma_0$  визначається швидкість в точці A;

на ділянці AB:

$$V = \left\{ \frac{2gR}{1 + 4(f + K_n R)^2} \left[ (1 - 2(f + K_n R)f \sin(\gamma + \gamma_0) + 3f + 2K_n R \cos(\gamma + \gamma_0)) + \left[ V_A^2 - \frac{2gR}{1 + 4(f + K_n R)^2} [1 - 2(f + K_n R)f] \sin \gamma_0 + (3f + 2K_n R) \cos \gamma_0 \right] \right] e^{-2(f + K_n R)\delta} \right\}^{1/2} \quad / 5/$$

При  $\delta = \gamma_1$  визначається швидкість в точці B;

на ділянці BC:

$$V = \left\{ \frac{g}{K_n} [\cos(\gamma_1 - \gamma_0) - f \sin(\gamma_1 - \gamma_0)] + \left[ V_0^2 - \frac{g}{K_n} [\cos(\gamma - \gamma_0) - f \sin(\gamma - \gamma_0)] \right] e^{-2KnS} \right\}^{1/2} \quad / 6/$$

При  $S = l$  визначається швидкість в точці C.

В цих формулах:

$V_0$  - швидкість витoku зерен з бункера;  $K_n$  - коефіцієнт парусності;  $g$  - прискорення вільного падіння;  $f$  - коефіцієнт тертя зерен по матеріалу матеріалопровода і завантажувального патрубку;  $R$  - радіус криволінійної ділянки матеріалопровода;  $l$  - довжина завантажувального патрубку.

Для часу:

на ділянці OA:

$$t_1 = \frac{K}{P} \ln \left( \frac{\sqrt{Ke^{Ps} + n} - 1}{\sqrt{Ke^{Ps} + n} + 1} \cdot \frac{\sqrt{K+n} + 1}{\sqrt{K+n} - 1} \right) \quad / 7/$$

де  $K = V_0^2 - g(\cos \gamma_0 - f \sin \gamma_0) \cdot \frac{1}{K_n}$ ;

$$n = \frac{g}{K_n} (\cos \gamma_0 - f \sin \gamma_0); \quad P = -2Kn;$$

Розрахункова схема матеріалопровода і  
завантажувального патрубку.

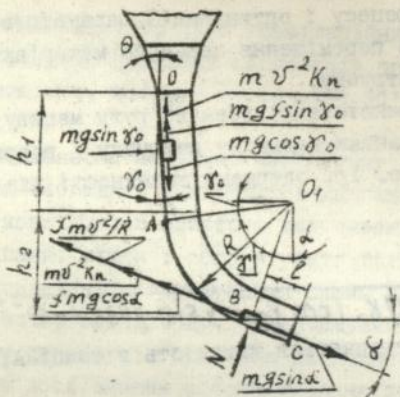


Рис. I.

на ділянці АВ:

$$t_2 = R \int_{\gamma_0}^{\gamma_1} \frac{d\gamma}{a \sin \gamma + b \cos \gamma + e^{\psi \gamma} d}$$

де

$$a = \frac{2gR}{1+4f^2} [(1-2f^2) \cos \gamma - 3f \sin \gamma_0]$$

$$b = \frac{2gR}{1+4f^2} [(1-2f^2) \sin \gamma_0 + 3f \cos \gamma_0];$$

$$\psi = -2(f + RK_n);$$

$$d = V_A^2 - \frac{2gR}{1+4(f + RK_n)^2} [(1-2f(f + RK_n))] + (f + 2(f + RK_n)) \cos \gamma_0];$$

на ділянці ВС:

$$t_n = \frac{K^*}{\rho} \ln \left[ \frac{\sqrt{K^* e^{\rho s} + n^*} - 1}{\sqrt{K^* e^{\rho s} + n^*} + 1} \cdot \frac{\sqrt{K^* + n^*} - 1}{\sqrt{K^* + n^*} + 1} \right];$$

$$K^* = V_B - g [\cos(\gamma_1 + \gamma_0) - f \sin(\gamma + \gamma_0)] \frac{1}{K_n}$$

$$n^* = \frac{g}{K_n} [\cos(\gamma_1 + \gamma_0) - f \sin(\gamma + \gamma_0)]$$

Розрахунки часу проводились на IBM суміщеним персональним комп'ютері з використанням пакета програм „eureca” і „M.CAD” які мають можливість проводити розрахунки визначених інтегралів.

Для забезпечення надійної роботи пристрою найважливіше значення має швидкість зерен на виході із завантажувального патруб-ка  $V_c$ , яка забезпечує виконання умови  $|I|$ , а також найповніше використання об'єму мішка.

Основними параметрами, які впливають на дану швидкість, є

$$V_s; h; R; \gamma_0; d; f; l; \beta$$

Вплив параметрів  $V_s, h, f$  на швидкість  $V_c$  очевидна: чим більше  $V_s, h$  та чим менше  $f$  тим більша швидкість. Довжина  $l$  залежить від розмірів клапана закритого мішка. Її можна вважати сталою.

Визначення оптимального кута встановлення завантажувального патрубка  $\beta$  проведено із умови забезпечення більш повного використання об'єма клапанного мішка. Для цього проаналізована траекторія руху зерен в просторі мішка. Так як товщина мішка значно менша його ширини, дослідження проведено на площині, яка проходить через поздовжній переріз мішка і завантажувального патрубка.

Результати дослідження приведені на рис. 2.

Оптимальним кутом встановлення завантажувального патрубка  $\beta$  може бути прийнятим кут  $15^\circ - 20^\circ$  від горизонталі, при цьому швидкість зерен на виході із завантажувального патрубка повинна бути не менше 3,0 м/с.

Величина кута сходження зерен з матеріалопроводу однозначно зв'язана з величиною кута нахилу завантажувального патрубка і тому може вважатись сталою.

Отже, оптимізувати необхідно параметри  $R$  і  $\gamma_0$ .

Без порушення загальності розглядаємо питання максимізації функціонала  $W = V_c^2$ .

Розглянемо  $W$  як функцію двох перемінних  $R$  і  $\gamma_0$ :

$$W = RC_1(\gamma_0) + C_2(\gamma_0) \quad /10/$$

$$\begin{aligned} \text{де} \quad C_1(\gamma_0) = & 2g \left[ \frac{1}{1+4f^2} ((1-2f^2) \sin(\gamma-\gamma_0) + 3f \cos(\gamma-\gamma_0)) - \right. \\ & \left. - \frac{1}{1+4f^2} ((1-2f^2) \sin \gamma_0 + 3f \cos \gamma_0) \right] e^{-2f\gamma} - 2e^{-2f\gamma} \times \\ & \times (1-f \operatorname{tg} \gamma_0) \sin(\gamma/2) \cos(\gamma/2 + \gamma_0) \quad /11/ \end{aligned}$$

$$C_2(\gamma_0) = \left[ (1-f \operatorname{tg} \gamma_0) e^{-2f\gamma} \cdot h + \frac{V_s^2}{2g} e^{-2f\gamma} \right] 2g \quad /12/$$

Функція  $W$  не має екстремумів в розглядуваній області:

Залежність площі перерізу незаповненого простору мішка від кута нахилу завантажувального патрубку.

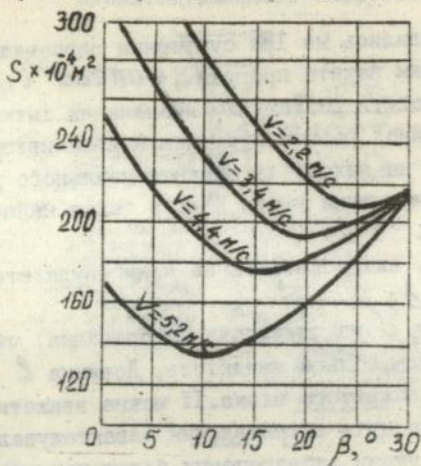


Рис. 2.

так як

$$\frac{\partial^2 W}{\partial R^2} \cdot \frac{\partial^2 W}{\partial \gamma_0^2} - \frac{\partial^2 W}{\partial R \cdot \partial \gamma_0} < 0,$$

тому що

$$\frac{\partial^2 W}{\partial R^2} = 0$$

Аналіз  $C_1(\gamma_0)$  і  $C_2(\gamma_0)$  необхідно проводити разом з аналізом співвідношення швидкостей елементарних шарів матеріалу, які переміщуються по стінці матеріалопроводу  $V_{\gamma}$  і здійснюють вільний політ  $V_z$  після їх взаємодії.

Критерієм для оцінки співвідношення швидкостей служить вираз:

$$V_z \geq V_{\gamma} \quad /13/$$

Розрахунки показали, що оптимальними є  $\gamma_0 = 3 \dots 8^\circ$ ,  
 $R = 100 \dots 200$  мм при  $h = 700 \dots 900$  мм.

Дослідженням диференціального рівняння руху клапана визначений час перекриття каналу матеріалопровода клапаном, який має значення  $t = 0,05 \dots 0,06$  с. Це дає можливість зменшити перехідний процес витoku сипучого матеріалу з бункера і тим самим підвищити точність дозування маси.

У главі 3 викладені програма і методика експериментальних досліджень, приведений опис об'єктів дослідження.

Програмою досліджень передбачалось: визначення фізико-механічних властивостей гібридної кукурудзи /обробленої отрутохімікатами/, коефіцієнтів тертя, швидкості витання, дослідження процесу

переміщення масиву зерен по матеріалопроводу, завантажувальному патрубку; визначення оптимальних параметрів матеріалопроводу і завантажувального патрубка; встановлення впливу технологічного процесу завантаження мішків на макротравмування зерен; дослідження пристрою на точність

Для проведення досліджень виготовлялись спеціальні установки. Визначення швидкості зерен здійснюється за допомогою швидкісної кінозйомки, а часу перекриття каналу матеріалопровода клапаном — за допомогою осцилографа.

Оптимальні параметри матеріалопроводу і завантажувального патрубка, вплив параметрів пристрою на точність дозування маси визначаються за результатами багатofакторних і однофакторних експериментів.

У главі 4 приведені результати експериментальних досліджень фізико-механічних властивостей гібридної кукурудзи, закономірностей руху масиву зерен по матеріалопроводу і завантажувальному патрубку; впливу параметрів технологічного процесу і пристрою на заповненість клапанного мішка, на макротравмування зерен, результати досліджень пристрою на точність дозування.

Одержані конкретні значення коефіцієнтів тертя зерен по різних поверхнях, коефіцієнта внутрішнього тертя зерен і найбільша ширина skleпоутворюючої щілини, а також аеродинамічних властивостей зерен гібридної кукурудзи.

При дослідженні процесу руху зерен по матеріалопроводу одержана його статистична модель в вигляді слідувочого рівняння регресії:

$$y = 2,569 + 0,702X_1 + 0,055X_2 + 0,079X_3 + 0,148X_4 - 0,123X_5 - 0,3X_6 / 14$$

де через  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$  в закодованій формі показані слідувачі фактори впливу на швидкість зерен на виході матеріалопроводу  $/V/$ : висота прямолінійної ділянки  $/h_1/$ , радіус криволінійної ділянки  $/R/$ , кут нахилу прямолінійної ділянки до вертикалі  $/\gamma_0/$ , кут сходу зерен з матеріалопроводу  $/\alpha/$ , кут нахилу стінок бункера  $/\theta/$ , коефіцієнт тертя зерен по матеріалу стінок  $/f/$ .

Аналіз показав, що в досліджуваному рівнянні регресії всі коефіцієнти незалежних перемінних статистично значні. Статистична оцінка моделі по критерію Фішера підтвердила її адекватність. Діаграма ступені впливу перемінних факторів показана на рис. 3.

Найбільш впливає на швидкість зерен, як видно з діаграми, висота матеріалопроводу і коефіцієнт тертя зерен.

Залежність швидкості зерен від висоти прямолінійної ділянки

Діаграма ступені впливу перемінних факторів на швидкість зерен на виході матеріалопроводу.

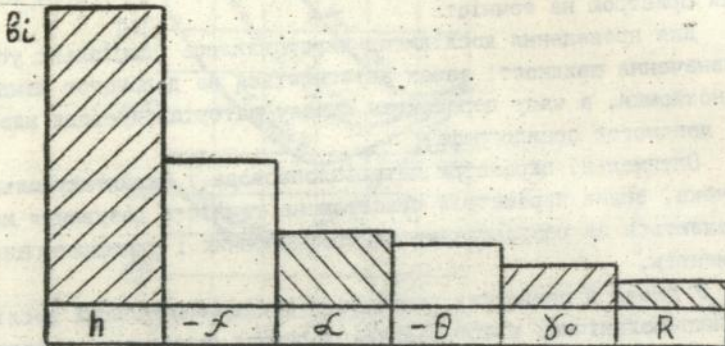


Рис. 3

показана на рис. 4.

Залежність швидкості зерен на виході матеріалопроводу від висоти прямолинійної ділянки.

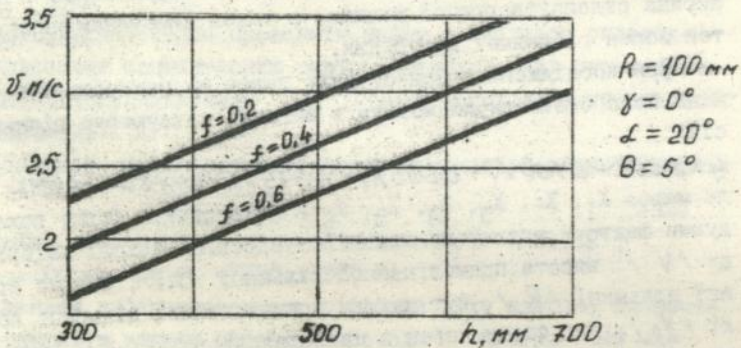


Рис. 4

Оптимальна висота визначається із умови забезпечення необхідної повноти заповнення мішка.

Для підвищення швидкості зерен на виході матеріалопроводу, його канал необхідно покривати матеріалом, який має мінімальний коефіцієнт тертя при переміщенні зерен кукурудзи.

Значний вплив на швидкість зерен має кут їх сходу. При збільшенні кута сходу швидкість їх збільшується. Але величина кута сходу зерен з матеріалопроводу однозначно зв'язана з величиною кута

нахилу завантажувального патрубку, яка визначається із умови забезпечення максимальної заповненості мішка.

Визначені оптимальні значення параметрів підтвердили результати теоретичних досліджень. Різниця не перевершує 10%.

При зменшенні кута нахилу стінок бункера швидкість зерен збільшується. Але з літературних джерел відомо, що для забезпечення рівномірного витoku силучого матеріалу з бункера, що має велике значення для точності дозування маси в автоматичному режимі, нахил стінок бункера повинен бути в межах 30°. Тому для забезпечення максимальної швидкості витoku зерен поміж бункером і матеріалопроводом необхідно передбачити воронку з кутом нахилу стінок 5...10°.

Аналіз результатів дослідження повноти заповненості мішка показує, що при збільшенні швидкості зерен заповненість мішка збільшується при зменшенні кута нахилу завантажувального патрубку. Величина подачі матеріалу мало впливає на заповненість мішка. Одержані результати підтверджують теоретичні дослідження.

Дослідженнями не виявлений вплив технологічного процесу завантажування гібридної кукурудзи в клапанні мішки на енергію проростання і макротравми зерен при швидкості їх руху на виході завантажувального патрубку до 5 м/с.

При дослідженні впливу параметрів пристрою на точність дозування матеріалу одержана статистична модель у вигляді регресії:

$$y = 25,0437 - 0,006 X_1 + 0,08 X_2 - 0,009 X_3 \quad /15/$$

де через  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  в закодованій формі показані наступні фактори впливу на величину маси зерен, яка поступила в мішок / $m$ /: жорсткість пружини клапана / $R$  /, об'ємна маса зерен / $\rho$  /, напруга на датчику системи автоматики / $U$  /. Аналіз показав, що в досліджуемому інтервалі всі коефіцієнти незалежних перемінних статистично значні. При збільшенні жорсткості пружини клапана маса зерен зменшується. Але тут можливості для управління процесом обмежені. Тому жорсткість пружини можна прийняти сталою.

Об'ємна маса зерен може змінюватись значно, що буде впливати на точність дозування при переході від завантажування одної фракції до завантажування другої фракції кукурудзи.

Для підвищення точності дозування в ваговимірвальну систему пристрою уведений регулятор тонкого настроювання маси. Вплив зміни напруги на датчиках системи автоматики на точність дозування маси незначний.

Результати досліджень пристрою на точність дозування маси зерен в мішки приведені в табл.1, аналіз яких показує, що точність дозування знижується при збільшенні подачі матеріалу. При високих

подачах в технологічному процесі завантажування клапанних мішків необхідно передбачити досипку матеріалу при зменшених подачах.

Таблиця 1

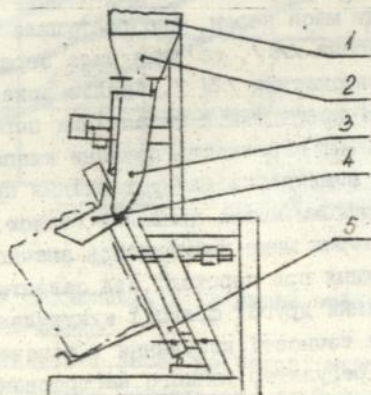
Результати досліджень пристрою на точність дозування маси в мішку.

Настройка пристрою, кг	Подача, кг/с	Середня маса зерен в мішку при 10 кратній повторності	$\sum_{i=1}^{10} 6_i^2 \times 10^{-3}$
25	1,6	25,005	1,008
	3,2	25,004	3,304
	4,6	24,948	36,902
50	1,6	50,030	11,332
	3,2	50,042	25,400
	4,6	50,090	93,808

У главі 5 приведена інженерна методика розрахунку, результати розрахунку і конструювання пристрою /рис.5/.

На базі наукових досліджень відповідно з господарськими договорами були виготовлені 3 зразка машини для Кіровоградського і Долинського комбінатів хлібопродуктів і Великобичковського лісохімкомбінату. На лісохімкомбінаті машина запроваджена у виробництво /на завантажуванні гранул клею/. На комбінатах хлібопродуктів проведені виробничі випробування, результати яких приведені в табл.2.

Схема пристрою



1. Бункер. 2. Воронка. 3. Матеріалопровід. 4. завантажувальний патрубок. 5. Ваговимірвальне пристосування.

Рис. 5.

Таблиця 2.

## Результати виробничих випробувань

Гібрид кукурудзи	Середня маса зерен у мішку при 10 кратній повторності, кг.	Час завантажування мішка, с.
Краснодарський		
1	25,019	8
2	25,018	8
3	24,978	8
4	24,976	7,5
Дніпровський-310		
1	25,016	8
2	25,014	8
3	24,982	8
4	25,012	7,5

У главі 6 приведені показники економічної ефективності від впровадження пристрою у виробництво. Продуктивність підвищується в 2 рази, а трудові витрати при завантажуванні гібридної кукурудзи знижуються у 3 рази, покращуються умови праці.

## ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. Технологічна схема, яка застосовується для завантаження гібридної кукурудзи дозаторами у відкриті мішки вимагає значних трудових витрат, зв'язана з застосуванням важкої фізичної праці і виділенням аерозолів отрутохімікатів і робочу зону і не відповідає вимогам механізації технологічних процесів.

2. Для зменшення трудових витрат, покращення умов праці, обґрунтована схема пристрою для завантаження гібридної кукурудзи у закриті /клапанні/ мішки, особливістю якої є забезпечення вільного переміщення масиву зерен по каналах пристрою під дією гравітаційних сил, з виконанням умови /I/.

3. Виведені теоретичні залежності руху масиву зерен по каналах пристрою, проведена оптимізація конструктивних параметрів пристрою із умови забезпечення надійності технологічного процесу і максимального заповнення об'єму мішка, достовірність яких підтверджена експериментальними дослідженнями. Як оптимальні можуть бути прийняті наступні параметри матеріалопроводу і за-

вантажувального патрубкa:

$$h = 0.7 \dots 0.9 \text{ м.}, R = 100 \dots 200 \text{ мм.},$$

$$\gamma_0 = 3 \dots 8^\circ, \mathcal{L} = 20 \dots 25^\circ, \beta = 15 \dots 20^\circ$$

4. Експериментальними дослідженнями визначена ступінь впливу часу перекриття каналу матеріалопровода клапаном, об'ємної маси матеріалу, коливання напруги на датчиках системи автоматики на точність дозування і запропоновані пристрої для її підвищення. Встановлено, що при подачі матеріалу до 3 кг/с точність дозування відповідає вимогам. При подальшому збільшенні подачі необхідно передбачити досипку матеріалу при знижених подачах.

5. Розроблена Інженерна методика розрахунку конструктивних параметрів пристрою для завантаження гібридної кукурудзи в клапанні мішки, яка може бути використана при конструюванні пристроїв для завантаження інших зернистих матеріалів.

6. Розроблена конкурентоздатна конструкція пристрою для завантаження гібридної кукурудзи в клапанні мішки, яка забезпечує дозування маси в мішок з точністю  $25 \pm 0,025$  кг, при часі завантаження 7,5...8 с., новизна якої захищена патентами і авторськими свідоцтвами на винаходи.

7. Розроблена конструкція пристрою забезпечує підвищення продуктивності в 2 рази, зниження трудових витрат в 3 рази, покращення умов праці.

Основні положення дисертації надруковані в таких працях:

1. Момот А.Ф., Орышакa О.В. Обоснование конструкции загрузочного патрубка машины для затаривания сыпучих материалов в клапанные мешки. //Тез.-рег. н-п конф. "Энергия молодых перестройке" ч.1, Кировоград, 1989. - с.35

2. Момот А.Ф., Орышакa О.В. К вопросу разработки машины для затаривания гибридной кукурузы в клапанные мешки. //Тез. докл. респ. н.-т конф. "Проблемы конструирования и технологии производства сельскохозяйственных машин", Кировоград, 1991, с.17.

3. Орышакa О.В., Момот А.Ф., Гончаров В.В. Анализ движения гибридной кукурузы в материалопроводе машины для затаривания сыпучих материалов в клапанные мешки. //Проблемы надежности и долговечности сельскохозяйственных машин", Киев УМК ВО, 1992 г. С.12-23.

4. Гончаров В.В., Момот А.Ф., Орышакa О.В. Определение оптимальных параметров материалопровода машины для затаривания кукурузы в емкости. //Конструирование и технология производства сельскохозяйственных машин. Республиканский межвед. н.-т. сб. Київ "Техніка", 1993, Вып. 23. С.7-9.

5. Орышака О.В., Петренко М.М., Гончаренко В.В. Дослідження і розробка машин для затарювання сипучих матеріалів в клапанні мішки. //Тез. доп. та вист. н.-п. конф. "Інженерні проблеми сільськогосподарського виробництва України" Акад.Інж. наук України, Київ, 1994, С. 139-140.

6. Орышака О.В., Петренко М.М., Гончаров В.В. Дослідження процесу завантажування зернистих матеріалів в закриті мішки. //Тез. н.-т. конф. "Проблеми надійності експлуатації і ремонту машин", Кіровоград, 1994, С. 97-98.

7. Орышака О.В., Петренко М.М., Гончаров В.В. Теоретичні і експериментальні дослідження заповненості клапанного мішка сипучим матеріалом під дією гравітаційних сил. //Деп. в ДНТБ України 30.08.94 № 1825 УК 94, С.12.

8. Орышака О.В., Гончаров В.В., Петренко М.М. Обґрунтування і оптимізація матеріалопроводу і завантажувального патрубку машини для затарювання гібридної кукурудзи в закриті мішки. //Розроб. і техн. виробн. с.-г. машин. Зб. наук. праць. Київ, 1994, С.24...29.

9. Орышака О.В., Петренко М.М. Исследование работы клапана машины для загрузки сыпучих материалов в закрытые мешки под действием гравитационных сил. //Тез. регион. н.-п. конференции "Проблеми розробки, виробництва і експлуатації під'ємно-транспортних, будівельних і дорожніх машин. Кіровоград, 1994, С. 26...27.

10. Патент № 1712246 СССР МКИ В65В 1/00. Устройство для затариваемых клапанных мешков сыпучим материалом (О.В.Орышака, Момот А.Ф., А.А.Ткач и др. - № 4752700/13 заявл. 25.10.89, опубл.15.02.92, бюл.№ 6.

11. Патент № 1839661 СССР МКИ 5 В65В 1/18 Устройство для затаривания сыпучего материала в клапанные мешки //В.А.Орышака, А.А.Ткач, О.В.Орышака, А.Ф.Момот - № 475792/13. Заявл. 06.07.89, опубл.30.12.93, бюл. № 48-47.

12. Патент № 2027646 РФ МКИ Б В65В 1/00 Устройство для затаривания клапанных мешков сыпучим материалом //В.А.Орышака, А.Ф.Момот, О.В.Орышака - № 5014430/13. заявл. 10.07.91. Опубл. 27.01.95, бюл. №3.

13. Патент № 1696 України МКВ 5 В65В 1/00 Пристрій для затарювання клапанних мішків сипучим матеріалом. //О.В.Орышака, О.П.Момот, А.А.Ткач і Інш. - № 4752700, заявл. 25.10.89, надр. 25.10.94, бюл.№ 3.

14. А.С. № 1583210 СССР МКИ В65В 1/18 Устройство для затаривания плохосыпучих материалов в клапанные мешки. //В.А.Орышака, А.Ф.Момот, О.В.Орышака, И.М.Арсирий - № 4486722/31-13, заявл.26.09.93, опубл. 15.08.90, бюл. № 30.

15. А.С. № 1641706 СССР МКИ 5 В65В 1/18 Устройство для упаковки сыпучего материала в клапанные мешки. //В.А.Орышака, О.В.Орышака, А.Ф.Момот - № 4483328/13, заявл. 16.09.88, опубл.15.08.91, бюл. № 14.

16. А.С. № I645I88 СССР МКИ 5В65В I/I8 Устройство для затаривания сыпучего материала в клапанные мешки. //В.А.Орышака, И.М.Арсирый, О.В.Орышака, В.Ф.Момот - № 4607988/I3, заявл. 22.II.88, опубл. 20.04.91.

17. А.С. № I6505I8 СССР МКИ 5 В65В I/I8 Устройство для затаривания емкостей сыпучим материалом. //В.А.Орышака, О.В.Орышака, А.Ф.Момот - № 44829993/I3, заявл. I6.09.88, опубл. 23.05.91, бжл. № I9.

18. А.С. № I66369 СССР МКИ 5 В65В I/I8. Сопло упаковочной машины для подачи сыпучего материала в клапанные мешки. //В.А.Орышака, А.А.Ткач, О.В.Орышака, А.Ф.Момот № 460I276, заявл. 02.II.88, опубл. 30.07.91, бжл. № 28.

19. А.С. № I676930 СССР МКИ 5 В65В I/I8. Устройство для затаривания сыпучего материала в клапанные мешки. //В.А.Орышака, И.М.Арсирый, О.В.Орышака, А.Ф.Момот - № 460I277I13, заявл. 02.II.88, опубл. I5.09.91, бжл. № 34.

20. А.С. № I735I18 СССР МКИ 5 В65В I/00. Устройство для затаривания емкостей сыпучим материалом. //В.А.Орышака, А.Ф.Момот, В.О.Орышака - № 4393923/I3. Заявл. 01.03.90. Опубл. 23.05.92, бжл. № I9.

21. А.С. № I73869I СССР МКИ 5 В65В I/I8. Устройство для затаривания емкостей сыпучим материалом. //В.А.Орышака, А.Ф.Момот, О.В.Орышака - № 4828324, заявл. 23.05.90, опубл. 23.05.92, бжл. № 21.

22. А.С. № I742I34 СССР МКИ 5 В65В I/I8. Устройство для закрытия клапанных мешков. //В.А.Орышака, А.Ф.Момот, О.В.Орышака - № 48I9646/I3. Заявл. I9.03.90, опубл. 23.06.92, бжл. № 23.

23. А.С. № I763294 СССР МКИ 5 В65В I/00. Устройство для затаривания емкостей сыпучим материалом. //В.А.Орышака, А.Ф.Момот, О.В.Орышака - № 48I9645/I3. Заявл. I4.03.90, опубл. 23.09.92, бжл. № 35.

Оршыака О. В. Разработка и исследование устройства для загрузки гибридной кукурузы в закрытые (клапанные) мешки.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.04—сельскохозяйственные и мелиораторные машины. Тернопольский приборостроительный институт.Тернополь, 1995.

Защищается 9 научных работ, патент и три авторские свидетельства, которые содержат теоретические и экспериментальные исследования движения массива зерен по каналам устройства для загрузки гибридной кукурузы в клапанные мешки, оптимизацию его конструктивных параметров и методику инженерного расчета и обоснования параметров конструкции и устройства.

Разработанная конструкция устройства обеспечивает повышение производительности, снижение трудовых затрат и улучшение условий труда.

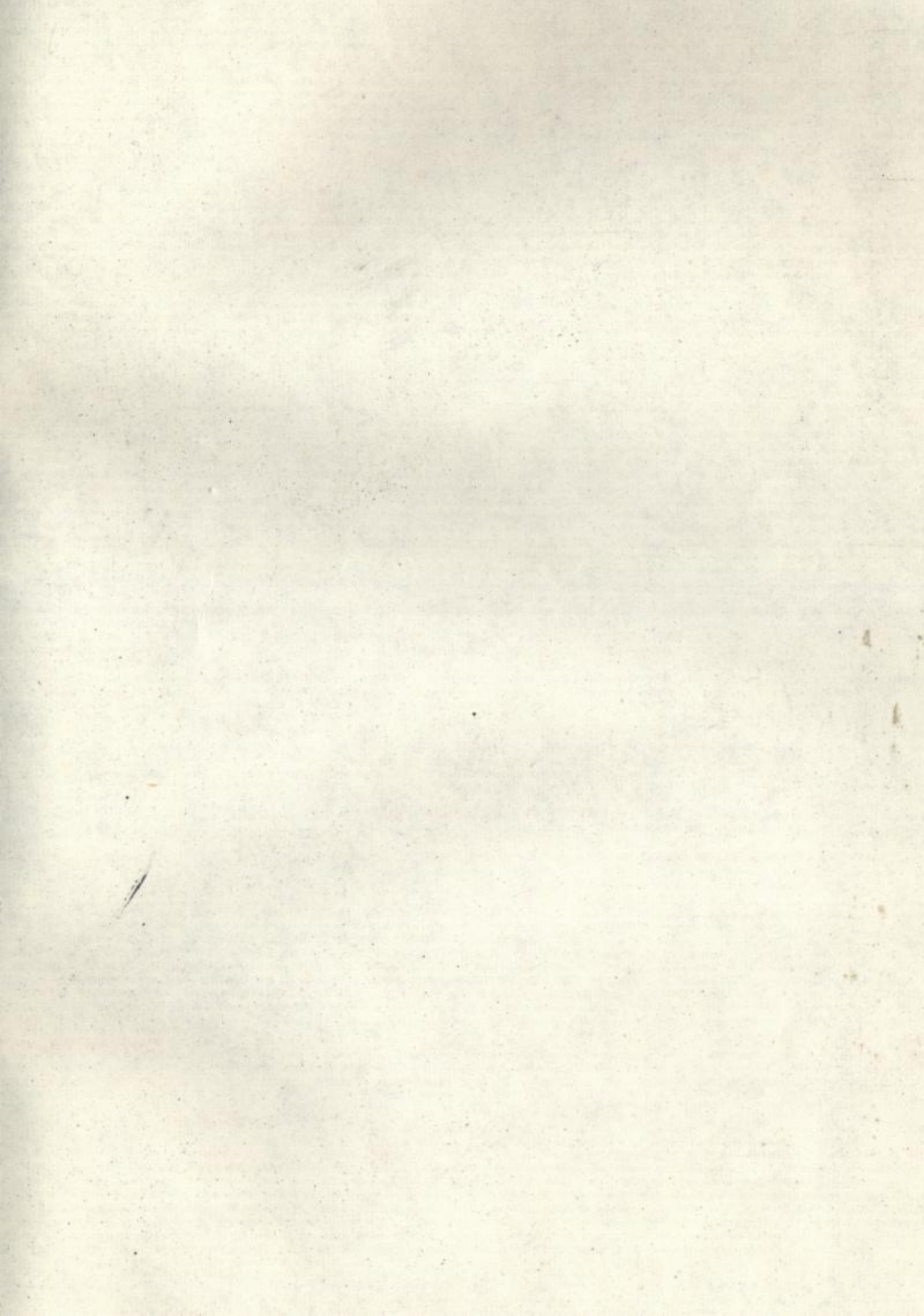
Oryshaka O. V. Creating and research of the device for loading hybrid corn into closed (valve) sacks.

Thesis being submitted for scientific degree of the candidate of technical sciences on speciality 05.20.04 - agricultural and landimprovement machines. The Ternopol instrument-making institute. Ternopol, 1995.

There have been defended 9 scientific works, one patent and three author's certificates which contain theoretical and experimental researchers upon the movement of mass of grains through channels of the mechanism for loading hybrid corn into closed valve sacks, optimisation of its constructive parameters and methods of engineering calculations and justifying the parameters of the mechanism. The created construction of the mechanism allows increasing of production, cutting down of work expenditure and improving of conditions of work.

Ключові слова: завантаження, клапанні мішки, гібридна кукурудза, дозування.







448732

AB 32.434