

17. Патент 97118 Україна, МПК В01F 7/16. Дозатор-змішувач / В.Т. Дмитрів, Р.В. Городняк ; заявник і патентовласник В.Т. Дмитрів, Р.В. Городняк. – заявл. 13.04.2009, опубл. 10.01.2012, Бюл. №1.

18. Патент на корисну модель 100908 Україна, МПК В01F 3/00, В01F 7/16. Спосіб змішування сипучих матеріалів / В.Т. Дмитрів, Р.В. Городняк ; заявник і патентовласник В.Т. Дмитрів, Р.В. Городняк. – заявл. 23.03.2015, опубл. 10.08.2015, Бюл. № 15.

*Рассмотренная схема дозатора-смесителя, который предназначен для приготовления кормовых сыпучих смесей. Приведены особенности конструкции и работы дозатора-смесителя, приведены результаты экспериментальных исследований производительности при атмосферном и вакуумметричном давлениях в рабочем пространстве дозатора-смесителя.*

***Производительность, однородность комбикорма, вакуумметрическое давление, дисковый дозатор-смеситель, уравнение регрессии.***

*Schematics dispenser-mixer is designed for preparation of bulk feed mixtures. Powered and design features of dispenser-mixer, results of experimental studies of productivity at atmospheric pressure and vacuum in workspace dispenser-mixer.*

***Productivity, uniformity of feed, vacuum pressure, disk dispenser-mixer, regression equation.***

УДК 631.363

## **ВИЗНАЧЕННЯ УМОВИ ЗАТЯГУВАННЯ ЗЕРНА ВАЛЬЦЕМ У ВАЛЬЦЕДЕКОВІЙ ЗЕРНОДРОБАРЦІ**

***С.Є. Потапова, кандидат технічних наук***

*В статті приведено теоретичне обґрунтування умови затягування зерна у робочий зазор між вальцем і декою в процесі його переробки вальцедековою зернодробаркою.*

***Подрібнювачі зерна, валець, дека, робочий зазор, умова затягування.***

**Постановка проблеми.** Вагома частка тваринницької продукції в нашій країні виробляється невеликими фермерськими та підсобними господарствами. Приготування кормів безпосередньо в господарствах підвищує ефективність їх використання, але для цього

© С.Є. Потапова, 2015

необхідно забезпечити такі господарства сучасними засобами кормоприготування. Для підприємств невеликих типорозмірів необхідні зернодробарки невисокої продуктивності (від 100 до 250 кг/год), прості в конструктивному відношенні та в обслуговуванні, але водночас, здатні задовольняти вимоги щодо якості одержуваного продукту [1].

**Аналіз останніх досліджень.** Для виконання процесу подрібнення зернових кормів можуть застосовуватись різноманітні подрібнювачі кормів, проте найбільш широко використання у сільськогосподарському виробництві набули молоткові подрібнювачі. В порівнянні з більшістю інших кормопереробних машин вони відрізняються простотою конструкції та обслуговування, широкою універсальністю. Але ці машини мають істотні недоліки. Найбільш вагомими з них – велика нерівномірність фракційного складу продуктів подрібнення, завищена енергомісткість процесу, високий вміст пиловидної фракції, наявність цілих зерен в кінцевому продукті [1].

Значною перевагою вальцевих дробарок є висока рівномірність продуктів подрібнення з низьким вмістом пиловидної фракції. Ці машини зручні та надійні в експлуатації. Одновальцеві (вальцедекові) подрібнювачі крім переваг вальцевих дробарок мають до того ж більш просту конструкцію.

Відомими вченими досліджені основні закономірності та сформовано теоретичні передумови щодо розроблення техніки для подрібнення зерна. Вивченню фізичних та технологічних властивостей зерна присвячено багато робіт як вітчизняних, так і зарубіжних авторів: Я.Н. Купріца, В.Я. Гіршсона, Г.А. Єгорова, С.Д. Хусіда, А.М. Братухіна, Я.Ф. Мартиненка, І.І. Ревенка, Л.Е. Айзиковича, П. Пельсенке, Г. Боллінга, Ф. Аткинсона та ін. Проведено фундаментальні дослідження щодо впливу кінематичних та геометричних параметрів на процес подрібнення зернових продуктів стосовно двовальцевих дробарок (Афанасьєв П.А., Зворикін К.А., Козьмін П.А., Купріц Я.Н., Гіршсон В.Я., Соколов А.Я., Панченко А.В., Белецький В.Я., Мерко І.Т., Данілін А.С., Ревенко І.І., Гальперін Г.Д., Бутковський В.А. та ін.). Із зарубіжних вчених слід зазначити роботи П. Пенса, Г. Реймана, Д. Берча та інших. Проте питання наукового обґрунтування основних параметрів та режимів роботи вальцедекових дробарок детально не досліджені.

**Метою досліджень.** Обґрунтувати конструктивно-функціональну схему та визначити умову затягування зерна вальцем у робочий зазор вальцедекової дробарки.

**Результати досліджень.** На основі проведеного аналізу і порівняльної оцінки патентних матеріалів та авторських свідоцтв розроблено конструктивно-функціональну схему вальцедекової зернодробарки.

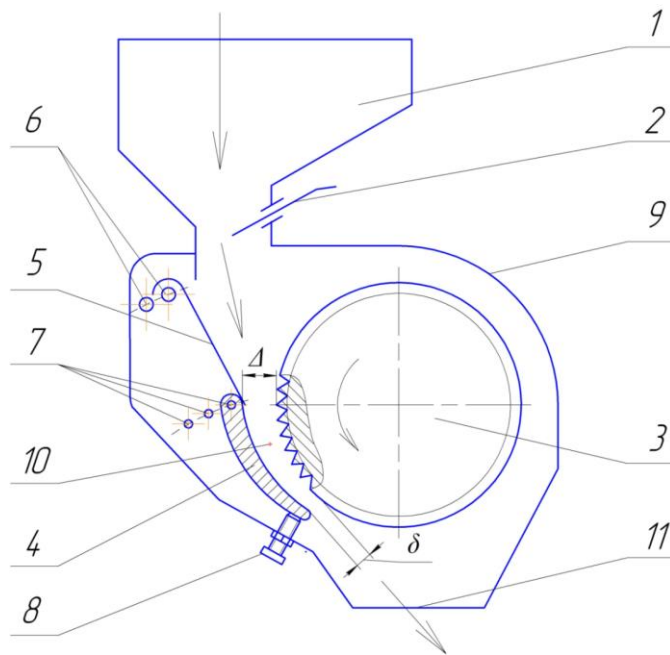


Рис. 1. Конструктивно-функціональна схема дробарки: 1 – зерновий бункер; 2 – регулювальна заслінка; 3 – валець; 4 – дека; 5 – напрямна; 6, 7 – кріплення відповідно напрямної та деки; 8 – регулювальний гвинт; 9 – корпус; 10 – робоча зона; 11 – вивантажувальне вікно.

Дробарка складається з корпусу 9, в якому розміщені рифлений валець 3 та дека 4. Зверху корпусу знаходиться приймальний бункер 1 з регулювальною заслінкою 2. Для забезпечення безперервної та рівномірної подачі перероблюваного матеріалу до подрібнюючих органів в корпусі дробарки встановлено напрямну поверхню 5. В боковинах корпусу є додаткові отвори 6 і 7 для зміни положення відповідно напрямної та деки. В нижній частині корпусу дробарки розміщений пристрій 8 регулювання величини вихідного зазору  $\delta$ .

Отвори в боковинах корпусу дають можливість зміни кута нахилу напрямної для забезпечення кращої подачі різних видів концентрованих кормів. Дека кріпиться в отворі корпусу шарнірно на осі верхнім кінцем. Перестановка осі кріплення деки на інший отвір дозволяє змінювати величину вхідного зазору  $\Delta$ . Робочі поверхні вальця та деки утворюють між собою криволінійну клиноподібну робочу зону 10. Для забезпечення стабільного затягування зерна у робочий зазор деку виготовлено за формою спіралі Архімеда [2]. Величина зазору  $\delta$  на виході обумовлює крупність продукту подрібнення і регулюється гвинтом. Варіювання положення напрямної та деки дозволяє збільшити функціональні можливості та підвищити ефективність роботи дробарки при переробці сировини з різними вихідними розмірами часток, а також розширити можливості регулювання крупності продуктів подрібнення.

Подача перероблюваного матеріалу до робочих органів дробарок може здійснюватись двома способами: примусово або гравітаційно [3]. Проте примусова подача призводить до додаткових витрат енергії та ускладнює конструкцію машини. Тому в запропонованій схемі подача матеріалу на подрібнення та відведення готового продукту здійснюється самопливом, тобто гравітаційно.

З метою дослідження особливостей руху зернини між декою і вальцем при реалізації досліджуваного процесу подрібнення зерна у вальцедековій дробарці побудовано розрахункову математичну модель на основі методики, запропонованої академіком П.М. Василенком [4] з використанням принципів теоретичної механіки.

Розглянемо еквівалентну схему взаємодії зернини масою  $m$  і радіусом  $r$  з центром у точці  $O'$  з поверхнями вальця радіусом  $R$  з центром в точці  $O$  та деки (рис. 2).

В процесі роботи дробарки зернина радіусом  $r$  з центром у точці  $O'$  ( $r=d_e/2$ , де  $d_e$  – еквівалентний діаметр зернини) напрямною з кутом нахилу до горизонталі  $\beta$  потрапляє в клиновидний простір між вальцем радіусом  $R$  та декою, величина якого визначається розміром вхідного зазору  $\Delta$ . Кут  $\beta$  нахилу напрямної повинен бути не меншим кута тертя зернини по поверхні деки. Кут  $\alpha$  захоплювання зерна вальцем – один з найважливіших параметрів, що характеризують процес подрібнення вальцевими дробарками, який на пряму залежить від геометричних параметрів робочих органів та розмірів перероблюваного зерна.

Величина кута захоплювання  $\alpha$  визначається залежністю [5]:

$$\alpha = \arcsin \frac{(R+\Delta)\sin\beta - r}{R+r} - \beta. \quad (1)$$

Це рівняння свідчить, що значення кута  $\alpha$  залежить від зміни кута нахилу напрямної  $\beta$ , розмірів зернини  $r$  і вальця  $R$  та величини вхідного зазору  $\Delta$  між вальцем і декою.

В точці контакту зернини з поверхнею вальця на зернину з боку вальця діє зусилля  $N_e$ , яке передається через зернину на поверхню деки і викликає відповідну реакцію з боку поверхні деки  $N_d$ , яка за величиною рівна:

$$N_d = N_e \sin(\alpha + \beta). \quad (2)$$

Крім того, на зернину діють:

- сила тяжіння  $\bar{G}$ ,

$$\bar{G} = m\bar{g}, \quad (3)$$

де:  $g$  – прискорення вільного падіння,  $m/c^2$ ;

- сила тертя зернини по поверхні вальця  $\bar{F}_{Te}$ ,

$$\bar{F}_{Te} = f_e N_e, \quad (4)$$

де:  $f_e$  – коефіцієнт тертя ковзання по поверхні вальця;

- сила тертя зернини по поверхні деки  $\bar{F}_{T\partial}$ ,

$$\bar{F}_{T\partial} = f_{\partial} N_{\partial}, \quad (5)$$

де:  $f_{\partial}$  – коефіцієнт тертя ковзання по поверхні деки.

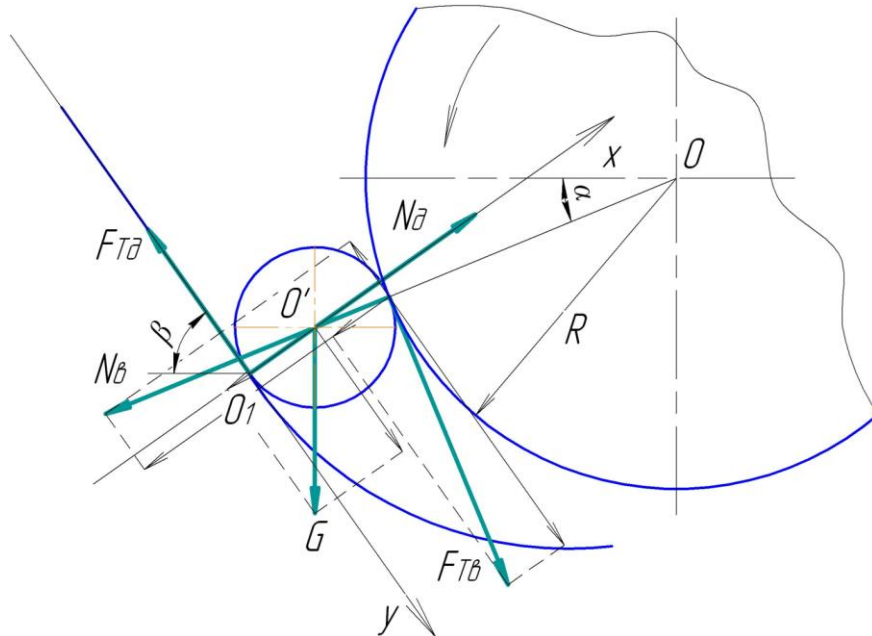


Рис. 2. Схема сил, що діють на зернину в момент її захоплення вальцем.

Проходження зерна через робочий зазор можливе лише тоді, коли буде виконуватися наступна умова: сума сил, що діють у напрямку робочого зазору, перевищує суму сил, що протидіють затягуванню зерна.

Отже, умова затягування зерна вальцем в робочий зазор між декою та вальцем матиме вигляд:

$$G \sin \beta + F_{T\epsilon} \sin(\alpha + \beta) > N_{\epsilon} \cos(\alpha + \beta) + F_{T\partial} \quad (6)$$

Після підстановки виразів для визначення відповідних сил (2)–(5) у вираз (6) отримаємо:

$$mg \sin \beta + f_e N_e \sin(\alpha + \beta) > N_e \cos(\alpha + \beta) + f_{\partial} N_e \sin(\alpha + \beta). \quad (7)$$

Оскільки маса зернини досить мала, то нею можна знехтувати. Після необхідних перетворень нерівність (7) набуде вигляду:

$$\operatorname{ctg}(\alpha + \beta) < f_e - f_{\partial}. \quad (8)$$

В кінцевому результаті умова затягування зерна вальцем у вальцедековій зернодробарці має вигляд:

$$\alpha < \operatorname{arcctg}(f_e - f_{\partial}) - \beta. \quad (9)$$

**Висновок.** Розроблено раціональну конструктивно-функціональну схему вальцедекової зернодробарки. Теоретично визначено умову затягування зерна вальцем в робочий зазор залежно

від коефіцієнтів тертя його по поверхнях вальця та деки. Отримані результати є передумовою для обґрунтування параметрів вальцедекових подрібнювачів зернових кормів.

### Список літератури

1. *Потапова С.Є.* Классификация и оценка измельчителей зерна / *С.Є. Потапова* // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2013. – Vol. 15, No 3. – P. 349–356.
2. *Горячкин В.П.* Собрание сочинений : в 3 т. / *В.П. Горячкин.* – М.: Колос, 1965. – Т. 3. – 384 с.
3. *Ревенко І.І.* Машини та обладнання для тваринництва : підручник / *І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко.* – К.: Кондор, 2009. – 731 с.
4. *Василенко П.М.* Введение в земледельческую механику / *П.М. Василенко.* – К.: Сільгоспосвіта, 1996. – 251 с.
5. *Потапова С.Є.* Теоретична модель процесу подрібнення зерна вальцедековою дробаркою / *С.Є. Потапова* // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2015. – Вип. 212, ч. 1. – С. 148–153.

*В статтє приведено теоретическое обоснование условия затягивания зерна в рабочий зазор между вальцом и декой в процессе его переработки вальцедековой зернодробилкой.*

***Измельчители зерна, валец, дека, рабочий зазор, условие затягивания.***

*In paper is presented the theoretical foundation of condition of grain tightening in working gap between roller and deck during grain processing by roll-and-deck crusher.*

***Grain grinders, roll, deck, working gap, condition of grain tightening.***

УДК 631.3:631.115.1:636

## ТЕНДЕНЦІЇ СТВОРЕННЯ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ПІДГОТОВКИ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ ДО ЗГОДОВУВАННЯ В УМОВАХ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ ГОСПОДАРСТВ УКРАЇНИ

***Н.В. Шейко, кандидат історичних наук***  
***М.О. Пилипенко, кандидат технічних наук***

*Розглянуто техніко-економічні та соціальні передумови створення засобів механізації тваринництва для використання*

© Н.В. Шейко, М.О. Пилипенко, 2015