

- Міжнародної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Перспективна техніка і технології 2012». – Миколаїв: МДАУ, 2012. – С. 96–101.
3. *Бойко А.И.* Логико-вероятностная модель оценки надёжности сельскохозяйственных машин / *А.И. Бойко, А.В. Новицкий, А.А. Банний, А.В. Кондратюк* // «Технические науки – от теории к практике» сборник статей по материалам XXIX международной научно-практической конференции. – Новосибирск: СибАК, 2013. – № 12 (25). – С. 149–156.
4. *Новицький А.В.* Аналіз надійності засобів для приготування і роздавання кормів методом дерева відмов / *А.В. Новицький, О.О. Банний* / Motrol, motoryzacja i energetyka rolnictwa motorization and power industry in agriculture. – Lublin, 2011. – Vol. 13B. – С. 117–123.
5. *Новицький А.В.* Визначення показників надійності системи приготування і роздавання кормів / *А.В. Новицький* // Науковий вісник Національний університет біооресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2012. – Вип. 170, ч. 2. – С. 355–361.
6. *Ревенко І.* Сучасний ринок засобів роздавання кормів рогатій худобі / *І. Ревенко, Т. Лісовенко, В. Хмельовський* // Пропозиція. – 2008. – № 9. – С. 106–114.
7. *Хмельовський В.С.* Класифікація багатофункціональних роздавачів-змішувачів / *В.С. Хмельовський, О.М. Пилипенко, О.М. Ачкевич* // Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Х., 2009. – Вип. 79. – С. 286–294.

*Изложен анализ проблем надежности машин для приготовления и раздачи кормов в аграрном секторе Украины. Проведена оценка характерных отказов в зависимости от особенностей условий и режимов их эксплуатации.*

***Машина, надежность, отказ, восстановление, повреждение, изнашивание.***

*The paper analyzes the problems of machines for making and distribution of feed in agricultural sector of Ukraine. The conducted estimation of reliability of machines for making and distribution of feed is from the features of terms and modes of their exploitation.*

***Machine, reliability, failure, restoration, damage, wear.***

УДК 631.363

## **ТЕОРЕТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА ВАЛЬЦЕДЕКОВОЮ ДРОБАРКОЮ**

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

*Запропоновано модель процесу подрібнення у вальцедекових зернодробарках для уточнення фізичного механізму руйнування фуражного зерна.*

© С.Є. Потапова, 2015

## ***Подрібнювачі зерна, вальцедекова дробарка, модель процесу подрібнення.***

**Постановка проблеми.** Раціональне використання концентрованих кормів має важливе значення в організації годівлі сільськогосподарських тварин. Без попередньої обробки ефективність згодовування зерна різко знижується. Одним з основних способів підготовки кормів до згодовування є подрібнення.

Подрібнення – процес руйнування перероблюваного матеріалу з метою зменшення крупності його часток до розмірів, необхідних для ефективного використання продуктів, що при цьому одержують [5]. При подрібненні руйнується тверда поверхнева оболонка зерна (це значно полегшує розжовування корму, при цьому підвищується його поїдання), значно збільшується площа контакту кормових часток з шлунковим соком, їх поживні речовини стають більш доступними і повніше використовуються організмом тварин. Тому правильний вибір подрібнюючого засобу є вкрай важливим.

**Аналіз останніх досліджень.** Для подрібнення зерна можуть використовуватись різноманітні подрібнювачі, проте у сільськогосподарському виробництві та комбікормовій промисловості широкого застосування набули молоткові дробарки [3, 6, 7]. В порівнянні з більшістю інших кормопереробних машин вони відрізняються простою конструкції та обслуговування, широкою універсальністю. Але ці машини мають істотні недоліки, такі як великі питомі витрати енергії на подрібнення, значна питома металоємність конструкції, нерівномірний гранулометричний склад одержуваного продукту з великим виходом пиловидної фракції і вмістом цілих зерен у готовому продукті [1, 3]. У зв'язку з цим важливим завданням при розробці подрібнювачів є підвищення ефективності їх роботи і зниження енергоємності процесу подрібнення.

Значною перевагою вальцевих дробарок є висока рівномірність продуктів подрібнення з низьким вмістом пиловидної фракції [3]. Ці машини зручні та надійні в експлуатації. Одновальцеві (вальцедекові) подрібнювачів крім переваг вальцевих дробарок мають до того ж більш просту конструкцію.

Отже, засобами, здатними забезпечувати високу якість подрібнення зерна можуть бути вальцеві станки, зокрема їх одновальцевий варіант – вальцедекові дробарки.

Їх конструктивна простота, невелика вартість та низька енергоємність будуть особливо привабливими для фермерських та приватних господарств.

Проте питання наукового обґрунтування основних параметрів робочого процесу таких дробарок детально не досліджені.

**Метою досліджень** є уточнення фізичного механізму руйнування фуражного зерна у вальцедекових зернодробарках і формування на його підставі раціональних принципів їх робочого процесу.

**Результати досліджень.** На нашу думку, серед існуючих конструктивних схем вальцевих дробарок [4] для подрібнення зернових кормів з метою отримання продуктів подрібнення високої якості при невеликих енергозатратах доцільно використовувати вальцедекові дробарки.

Основними конструктивними елементами вальцедекової зернодробарки є (рис. 1): валець 3, дека 2 з напрямною поверхнею 1, що спрямовує перероблювану сировину безпосередньо до робочого зазору.

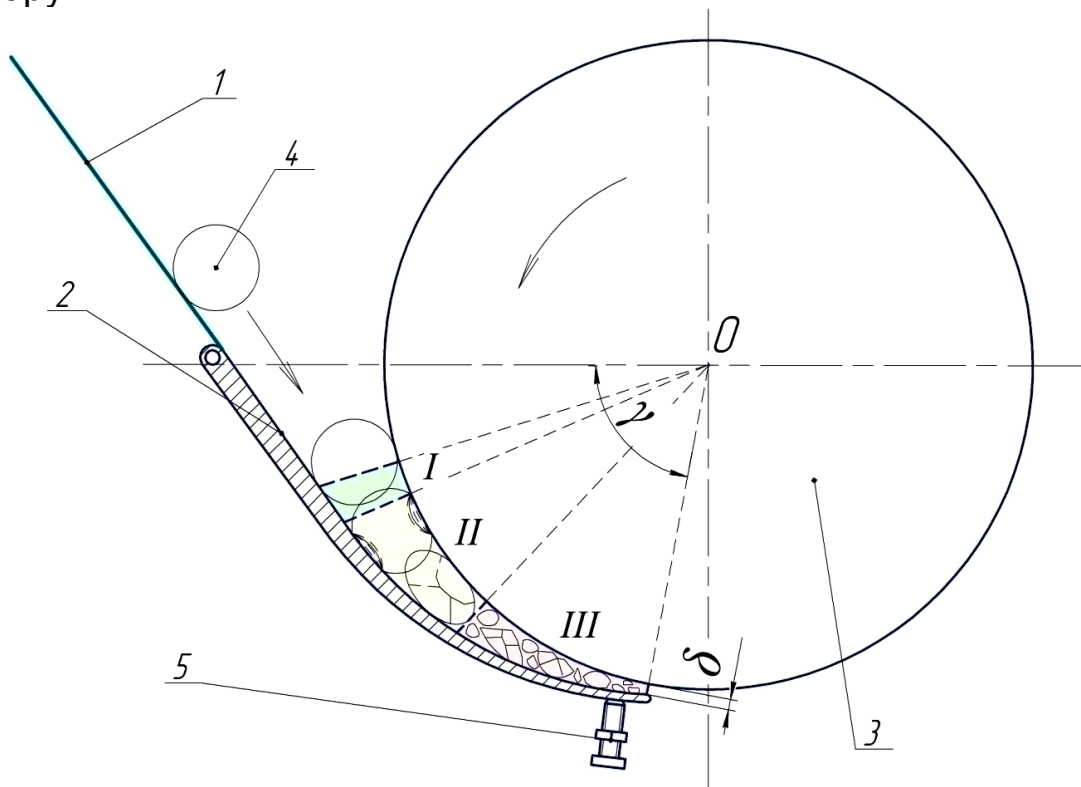


Рис. 1. Модель процесу подрібнення зерна вальцедековою дробаркою: 1 – напрямна, 2 – дека, 3 – валець, 4 – зернина, 5 – регулювальний гвинт.

Технологічний процес переробки зерна такою дробаркою складається з трьох послідовних етапів.

Перший етап (I) – затягування і пружної деформації протікає від моменту початку прикладання зусиль, викликаних дією робочих органів дробарки до моменту появи перших тріщин, що відповідає границі пружності зерна.

Можна допустити, що в цій фазі зерно підкоряється закону Кіка в тому сенсі, що витрата енергії пропорційна об'єму або вазі окремих зерен.

Другий етап (II) – пластичної деформації і зміщення окремих частин зерна. В межах цієї фази зерно розколюється, іноді плющиться (ущільнюється). Після цього відбувається перехід до вирішального, третього етапу (III) – подрібнення зерна на частки з подальшим руйнуванням і деформуванням окремих складових його частин. В цей час відбувається утворення нових зовнішніх поверхонь з одночасною пластично-в'язкою деформацією речовини зерна. При цьому перша частина роботи залежить від молекулярних сил зчеплення новоутворюваних поверхонь та їх характеристик і підкоряється закону Рітінгера [2, 5]. Друга ж частина роботи (на деформацію) залежить від фізичної характеристики зерна, способу прикладання зусиль і швидкості дії останніх.

Характер протікання процесу подрібнення зерна визначається двома змінними величинами: фізичною структурою зерна (залежить від сорту, умов вирощування та зберігання) і умовами прикладання руйнуючих зусиль (залежить від характеристик робочих органів подрібнювача). Отже кінематичні та геометричні параметри вальцедекової дробарки, такі як швидкість обертання вальця, довжина робочої зони подрібнення, яка визначається довжиною деки (кутом обхвату декою вальця  $\gamma$ ), величина вихідного зазору  $\delta$ , профіль та нахил рифлів тощо відіграють виняткову роль.

При механічному руйнуванні твердого тіла під впливом зовнішніх сил в шарах тіла, що примикають до поверхні, відбувається утворення і розширення нових тріщин [2]. Утворюється область з підвищеною кількістю мікротріщин, яку Ребіндер називає «зоною передруйнування». Ця зона утворюється не тільки при руйнуванні твердого тіла, тобто подрібненні його на частини, але і при будь-якій пружній або пластичній деформації. Чим вище напруження, що виникає в твердому тілі при його деформації, тобто чим ближче воно до межі пружності, тим більше розвинена у деформованій частині тіла зона попереднього руйнування, отже, тим яскравіше виражено вплив зовнішніх сил.

Під час подрібнення зерна на показники процесу подрібнення впливають багато чинників. Повністю описати процес подрібнення, з'ясувати закономірності його протікання, взаємодію його складових між собою та із зовнішнім середовищем можливо у разі використання системного підходу.

Кут  $\alpha$  захоплення зерна вальцем (рис. 2) – один з найважливіших параметрів, що характеризують перший етап процесу подрібнення, який напряму залежить від геометричних параметрів робочих органів та розмірів перероблюваного зерна. 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 горизон-

талі  $\beta$  потрапляє в клиновидний простір між вальцем радіусом  $R$  (з центром в точці  $O$ ) та декою, величина якого визначається розміром вхідного зазору  $\Delta$ . Кут  $\beta$  нахилу напрямної повинен бути не меншим кута тертя зернини по поверхні деки.

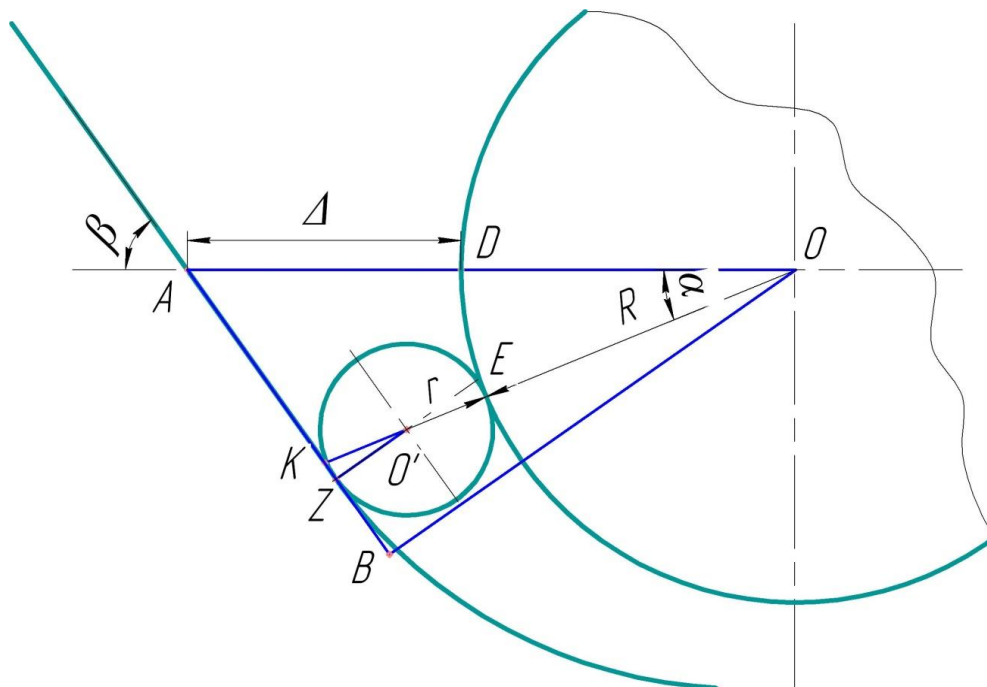


Рис. 2. До визначення залежності кута  $\alpha$  від геометричних параметрів дробарки.

Вихідні дані:

$$\begin{aligned} \angle KAO &= \beta, \\ \angle AOK &= \alpha, \\ OD = OE &= R, \\ O'E = r, AD &= \Delta, \\ \angle OBA = \angle O'ZK &= 90^\circ. \end{aligned}$$

Для визначення величини кута захоплення  $\alpha$  отримано залежність:

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

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.

**Висновок.** Запропонована теоретична модель процесу подрібнення зерна дозволяє уточнити фізичний механізм руйнування фуражного зерна у вальцедековій дробарці і створити передумови для визначення основних параметрів запропонованої машини.

## Список літератури

1. *Дорофеев Н.С.* Обоснование энергосберегающих технологических схем измельчения фуражного зерна / *Н.С. Дорофеев* // Машины и оборудование для животноводства : Труды ВНИИКОМЖ. – М., 1985. – С. 85–94.
2. *Мельников С.В.* Механизация и автоматизация животноводческих ферм / *С.В. Мельников.* – Л.: Колос, 1978. – 560 с.
3. *Потапова С.Є.* Класифікація і оцінка измельчителей зерна / *С.Є. Потапова* // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2013. – Vol. 15, No 3. – P. 349–356.
4. *Потапова С.Є.* Огляд та аналіз основних конструктивних схем вальцювих дробарок / *С.Є. Потапова* // Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування : XIII Всеукр. конф. НПП, наукових співробітників та аспірантів навчально-наукового технічного інституту Національного університету біоресурсів і природокористування України, 11–15 квітня 2013 року : тези доп. – К., 2013. – С. 70–71.
5. *Ревенко І.І.* Машины та обладнання для тваринництва / *І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко.* – К.: Кондор, 2009. – 735 с.
6. *Сыроватка В.И.* Концепция развития технологий и технических средств производства комбикормов в хозяйствах / *В.И. Сыроватка, Н.М. Морозов.* – Подольск: ВНИИМЖ. – 1997. – 62 с.
7. *Ясенецкий В.А.* Машины для измельчения кормов / *В.А. Ясенецкий, П.В. Гончаренко* ; под ред. *Л.В. Погорелого.* – К.: Техника, 1990. – 166 с.

*Предложена модель процесса измельчения в вальцедековых зернодробилках для уточнения физического механизма разрушения фуражного зерна.*

***Измельчители зерна, вальцедековая дробилка, модель процесса измельчения.***

*The model of grinding process in roll-and-deck crusher has been proposed to clarify the physical mechanism of feed grain's destruction.*

***Grain grinders, roll-and-deck crusher, grinding process.***

УДК 621.873

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНОГО РЕЖИМУ ПУСКУ КАНАТНОЇ ЛЕБІДКИ

***Ю.Ю. Сердюченко, здобувач\****

*В статті розглянуто проведення експериментального дослідження зміни зусилля в канаті однобарабанної лебідки. Наведено*

**\*Науковий керівник – доктор технічних наук В.С. Ловейкін**

© Ю.Ю. Сердюченко, 2015