

УДК 631.361.43: 664.788

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДРОБАРКИ ЗЕРНА ПРЯМОГО УДАРУ З ПОПЕРЕДНЬОЮ СЕПАРАЦІЄЮ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ

Шпиганович Т.О., інженер,

Ялпачик О.В., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація – робота присвячена аналізу останніх досягнень по створенню обладнання для подрібнення зерна та визначенню конструктивних параметрів дробарки зерна прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу.

Ключові слова – подрібнення зерна, аналіз стану, дробарка, прямий удар, попередня сепарація, обґрунтування, конструкція.

Постановка проблеми. У структурі собівартості виробництва м'яса, молока й інших продуктів тваринництва корма займають більше 60%. Значну частину кормів становить фуражне зерно, використовувати яке необхідно тільки в переробленому виді, а саме у виді комбікормів. Повноцінні комбікорми знижують витрату фуражу майже на третину. Подрібнення значною мірою впливає на ефективність використання кормів, а також є однією з важливих і самих енергоємних операцій у технології виготовлення комбікормів [1,2]. Однак при цьому необхідно уникати переподрібнення, оскільки при дрібному помелі зростають втрати від розпилення борошнистих пилоподібних фракцій, а питома витрата енергії на подрібнення збільшується в 2-3 рази в порівнянні із середнім і грубим помелом. При цьому дрібна частина корму погано засвоюється тваринами.

Так, згодовування свиням зерна грубого помелу приводить до зниження продуктивності тварин, збільшенню витрат корму на одиницю продукції. Для відгодівлі свині, що одержують ячмінь крупного помелу, затрачають на 1 кг приросту до 10 кг зерна, а при згодовуванні ячміню дрібного помелу лише 5 кг [3].

Для великої рогатої худоби рекомендується середня й більша крупність помелу зерна (величина часток - 1,5...4 мм). При дрібному

помелі в пшениці знижуються живильні властивості, а внаслідок високого вмісту клейковини корм із пшениці здобуває когезію, що погіршує його вживаємість [3].

Таким чином, подрібнення значною мірою визначає якість комбікормів, з погляду рівня перетравлення тваринами й птицями, впливає на ріст продуктивності, ритмічності роботи й витрат на виробництво готової продукції. Тому подрібнювачі зернових матеріалів повинні забезпечити відповідний модуль помолу (в залежності від виду тварин) з мінімальним вмістом пиловидної фракції.

Виходячи з потреб України на сучасному етапі розвитку виробничих відносин, необхідності збереження енергоресурсів, поліпшення якості та розширення асортименту продовольчих товарів, рішення проблеми децентралізації переробки зерна в автономних умовах фермерських господарств та малих переробних підприємств можливе шляхом їх забезпечення технічними засобами конкретного технологічного призначення та завершеного технічного рішення у вигляді агрегатного обладнання [4].

Вирішуючи ці завдання, машинобудівна промисловість повинна йти по шляху створення й організації серійного виробництва комплектних установок різного технологічного призначення з високим ступенем уніфікації, сучасним технологічним і транспортним обладнанням, що забезпечує компактність установок і високі техніко-економічні показники підприємств [5].

Аналіз останніх досліджень. Технологічні схеми подрібнення зерна сьогодні розвиваються в напрямку зниження енерговитрат, поліпшення якості, рівномірності подрібнення, розширення технологічних можливостей, повної механізації завантаження й вивантаження кормів, а також раціональної організації робочого процесу подрібнення [6, 7, 8, 9].

Процеси подрібнення зв'язані з витратою великої кількості енергії, яка в певній мірі залежить від раціональної організації робочого процесу подрібнення [6, 8, 9, 10].

Визначення енергії на подрібнення прийнято визначати, виходячи з існуючих теорій подрібнення: поверхневої і об'ємної [2, 6, 11, 12].

Поверхнева теорія виходить з того, що при подрібненні робота витрачається на подолання сил молекулярного притягання по поверхнях руйнування матеріалу. З цієї теорії випливає, що робота, необхідна для подрібнення, пропорційна знову утворенної поверхні матеріалу, що подрібнюється.

Об'ємна теорія виходить з того, що при подрібненні робота витрачається на деформації матеріалу до досягнення граничної

деформації, що руйнує. Звідси випливає, що робота, необхідна для подрібнення, пропорційна зменшенню об'єму шматків матеріалу перед їх руйнуванням.

Основи сучасної теорії руйнування були розроблені А.Гріффітісом, котрий у 1920 році вперше встановив енергобаланс процесу виникнення тріщин. У подальшому ця теорія була уточнена та доповнена Е.Орвіном, Г.Р.Ірвіном, Г.Р.Баренблаттом, П.А.Ребіндером, І.І. Ревенко та іншими дослідниками [11]. По дислокаційній теорії основними етапами процесу руйнування під впливом зовнішніх сил являються [2, 11]:

- 1) виникнення та накопичення осередків дислокації;
- 2) виникнення нових та збільшення існуючих мікро тріщин, у результаті чого виникають біля їх меж локальні концентрації напруги;
- 3) розвиток на базі мікротріщин основних магістральних тріщин; руйнування тіла по магістральним тріщинам, що призводить до з'явлення нових поверхонь у тих перетинах, в котрих напруження від зовнішніх сил досягають межі міцності.

На думку Г.Румпфа [13], для того, щоб почався й розвивався процес подрібнення, повинні бути виконані так звані силові й енергетичні умови. Сутність силової умови полягає в тому, що сили, прикладені до частки, повинні бути достатні, щоб перебороти молекулярні сили зчеплення. Виконання енергетичної умови вимагає, щоб при виникненні тріщини, енергії, що підводиться та споживається були рівні один одному. М.Румпф назвав цю фазу руйнування статичною або початковою. У другій фазі руйнування енергія, що підводиться вже значно перевищує енергію, сконцентровану по фронту тріщини, і надлишок енергії перетворюється в кінетичну енергію знову утворених часток. Цю фазу руйнування частки Г.Румпф назвав динамічною або кінцевою фазою. Виникнення й розвиток силової й енергетичної умов процесу подрібнення можна досягти за рахунок спрямованого потоку однорідних по розмірах зерен у зону подрібнення з використанням енергії прямого удару.

Аналіз наукових публікацій дозволив виявити наступні найбільш перспективні шляхи вдосконалення конструкцій дробарок прямого удару [8, 9, 14]:

- зниження питомої витрати енергії й питомої металоємності за рахунок застосування, як робочий орган, у дробарці надтонкого молотка у вигляді тонкого металевого стержня або металеві струни з високоміцного матеріалу;
- організації робочого процесу попереднього сепарування зерна за розміром;
- максимальне виділення подрібненого продукту заданої крупності за рахунок створення ефективних конструкцій сепараторів;

- зниження циркулюючого навантаження внаслідок прискореного відводу часток із камери подрібнення;
- збільшення інтенсивності сепарації решітної поверхні за рахунок застосування спеціальної форми поділяючої поверхні решета, наприклад, поверхні брахистохронної властивості;
- максимальне використання периферійної й торцевої поверхонь камери подрібнення;
- раціональна організація повітряного режиму дробарки.

Постановка завдання. Метою даної роботи є проведення аналізу останніх досягнень по створенню обладнання для подрібнення зерна та визначенню конструктивних параметрів дробарки зерна прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу.

Основна частина. Виходячи з основних напрямків розвитку технологічних схем подрібнення зерна та вимог, які пред'являються до дробарок, розглянемо основні шляхи підвищення ефективності подрібнення зерна та вдосконалювання конструкції дробарки.

Отже, усуненню недоліків роботи дробарок сприяє організація робочого процесу подрібнення по різних структурних схемах. Залежно від організації робочого процесу в робочій камері розрізняють дробарки відкритого або закритого типів, з одностадійною або багатостадійною рециркуляцією.

Нами в роботі [9] проаналізовано дані схеми технологічного процесу подрібнювачів зерна, та виявлено, що перспективною схемою технологічного процесу подрібнення зерна можна вважати багатоступеневу схему подрібнення з рециркуляцією недоподрібненого матеріалу й відводом готового продукту з кожної ступені подрібнення.

Проблемою багатоступеневої схеми подрібнення зерна є те, що схема, реалізована в багатоступінчастій дробарці, складається з послідовного руху й вибірного руйнування фракцій зерна по ступеням подрібнення. На кожній ступені можливе подрібнення фракції зерна, фізико-механічні властивості якої відповідають швидкості руйнування, що створюється робочим органом. Фракції зерна, для подрібнення яких необхідні більш високі швидкості руйнування на даній ступені не будуть зруйновані. Енергія, витрачена на їхній рух, пружній деформації удару буде підвищувати загальний рівень енерговитрат подрібнення (енергоємність процесу).

Для усунення зазначеного недоліку потокової технології багатоступінчастого подрібнення необхідно вихідний матеріал (зерно) розділити попередньо на фракції по фізико-механічних властивостях. Поділене на фракції зерно завантажувати ізольовано по кожній ступені при відповідності швидкостей руйнування робочих органів [15, 16].

З аналогії розглянутих схем технологічних процесів подрібнювачів зерна можливо виділити наступні схеми подрібнення зерна з попереднім сепаруванням вхідного продукту (зерна): з відкритим циклом; з рециркуляцією недоподрібненого матеріалу; із багатоступеневою рециркуляцією та подрібненням; із попереднім сепаруванням вхідного продукту та подрібненням кожної фракції на окремі ступені.

Розглянуті схеми технологічного процесу подрібнення з поділом зерна на фракції дозволяє зробити наступні висновки:

- мінімальна енергоємність процесу може бути досягнута сполученням подачі зерна в такому інтервалі фізико-механічних властивостей, який би забезпечив найбільш повне подрібнення зерна на даній ступені й оптимальному завантаженні ступенів подрібнення;

- при забезпеченні першої умови можливий частковий перехід недоподрібненого зерна на наступну ступень, що вимагає залишення конструктивних особливостей дробарки для багатоступінчастої технології подрібнення [15, 16].

При розгляді схеми двохступінчастого подрібнення [15, 16] з урахуванням коефіцієнта сепарації K і приймаючи, що сходового потоку другої ступені немає, $P_{c2} = 0$, одержимо наступні рівняння розподілу проходових P_n і сходових P_c потоків подрібненого матеріалу (рис. 1):

$$D_{i1} = \hat{E}_1 \cdot Q; \quad D_{i2} = (1 - \hat{E}_1) \cdot Q \quad \text{і} \quad D_{i2} = (1 - \hat{E}_1) \cdot \hat{E}_2 \cdot Q, \quad (1)$$

де Q – продуктивність дробарки;

D_{i1} , D_{i2} - масовий розхід проходових (відсепарованих) потоків першої та другої ступені подрібнення;

K_1 , K_2 - коефіцієнти сепарації першої та другої ступені подрібнення;

P_{c1} , P_{c2} - масовий розхід сходових потоків першої та другої ступені подрібнення;

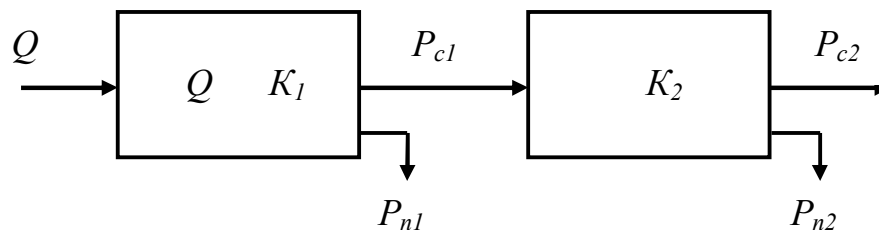


Рис. 1. Блок – схема процесу двохступінчастого подрібнення – сепарування зернового матеріалу з відводом проходових (відсепарованих) продуктів при $P_{c2} = 0$

Розглядаючи схеми технологічного процесу двохступінчастого подрібнення - сепарування зернового матеріалу з відводом

проходових (відсепарованих) продуктів, ми прийшли до висновку, що сепарування та багатоступінчасте подрібнення зерна можливо здійснювати в одному робочому просторі за рахунок прямого удару, збільшення інтенсивності сепарації решітної поверхні, використання периферійної й торцевої поверхонь камери подрібнення та організації робочого процесу постійного сепарування зерна за розміром до та під час подрібнення [8, 9, 14].

Експериментально встановлено [17], що при прямому ударі зернівки об робочі органи на руйнування її витрачається менше енергії та підвищується якість готового продукту. Так при одноразовому луценні гречки та проса прямим ударом зниження енергоємності процесу становитиме 43...47% [17].

Нами розроблено спосіб та пристрій для подрібнення зерна прямим ударом робочим органом у вигляді металевих струн [18].

Подальші експериментальні дослідження дозволили вдосконалити конструкцію пристрою для подрібнення зерна прямим ударом за рахунок встановлення струн, що натягнуті у рамках, які легко змінюються відповідно до сировини, що обробляється (встановлення струн або стрижнів різного діаметру згідно твердості зерна) [19].

Вдосконалення процесу подрібнення зерна можливо за рахунок організації робочого процесу попереднього сепарування у дробарках прямого удару в умовах гравітаційного поля з виконанням профілю поділяючої поверхні у формі кривої, що забезпечує максимально можливу швидкість продукту або, що теж саме, мінімальний час руху від початку до кінця робочого органа, що забезпечить зниження питомих витрат електроенергії, металомісткості та підвищить якість готового продукту [14].

Напрямок інтенсифікації процесу гравітаційного сепарування за допомогою клиноподібного отвору, що просіює, є виконання розділяючої поверхні з поздовжнім перетином у формі кривої брахистохронної властивості [20]. Брахистохронні криві дозволяють сепарувати частини по фізико-механічним властивостям (за розміром) й направляти кожну фракцію на свій участок робочого органу для здійснення максимального удару для подрібнення.

Вирішити ці питання вдосконалення технологічної схеми подрібнення зерна з попередньою сепарацією по кривим брахистохронної властивості можливо за допомогою розробленої дробарки прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу [8, 14, 21].

Гравітаційний сепаратор сипучих матеріалів, використовуваний у дробарці прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу, в основу роботи якого закладений принцип ідеального

сепаратора, розробленого Н.Е. Авдєєвим, дозволяє оперативно змінювати крупність готового продукту без зупинки технологічного процесу. У ньому реалізована оригінальна технологічна схема із зигзагоподібною схемою розташування поділяючих елементів, і руху оброблюваної суміші при переході її з кінця попередньої поверхні, що просіває, на початок наступної.

Таким чином, пошук реальних технічних рішень, що задовольняють «ідеальному» рішенню, дозволив обґрунтувати новий принцип сепарування полідисперсних зернистих сумішей, що у корені відрізняється від звичного розуміння про необхідність використання решіт з фіксованими розмірами отворів як неодмінної умови поділу зернистих матеріалів по розмірах складових часток. Цей принцип полягає у тому, що підлягаючий поділу продукт пропускається в поле сил тяжіння над щілиною, ширина якої значно перевищує розмір самих великих часток.

Таке технічне рішення обумовлює компактність сепаратора, простоту виводу проходової фракції з будь-якої довжини клиноподібних каналів.

Дробарка для луцення та подрібнення зерна (рис. 2, 3) містить корпус 1, розташований в його порожнині диск 2, радіально якому на валу 3 закріплена рамка 4 з натягнутими струнами (стрижнями) 5, над якими встановлено живильний бункер 6, виконаний у вигляді двох конусів – зовнішнього 7 та внутрішнього 8, обернених основами до диска з рамкою.

Внутрішній конус 8 виконано у вигляді набору конусних сит з отворами й поверхнею у вигляді кривих брахистохронної властивості.

Під внутрішнім конусом 8 встановлено розподільник фракцій 9, який виконано, згідно набору конусних сит у вигляді набору суцільних конусів 10, 11, 12, що ступінчасте розширюються основами до диску. Конус 10 служить для прийому та розподілу великої фракції зерна, яке проходить крізь отвори верхньої розподільчій поверхні внутрішнього конуса 8 (показано стрілкою I). Конус 11 – для середньої фракції (стрілка II), а конус 12 – для дрібної фракції (стрілка III).

Так як кожна фракція каліброваного зерна, починаючи з дрібних розмірів до великих подається на суцільні конуси розподільника фракцій нерівномірно й на різній висоті, то для забезпечення рівномірного одночасного сходу усіх фракцій з суцільних конусів розподільника фракцій на робочий орган пристрою, необхідно використовувати напрямні у вигляді таутохронних кривих [22]. Тому на зовнішній поверхні суцільних конусів розподільника фракцій виконані напрямні у вигляді таутохронних кривих 13, радіус кривизни яких в основі суцільних конусів дорівнює радіусу основ суцільних

конусів, т.б. радіус кривизни таутохронних кривих в основі конусу 10 дорівнює радіусу його основи $R_{T_{10}} = R_{O_{10}}$, відповідно $R_{T_{11}} = R_{O_{11}}$, $R_{T_{12}} = R_{O_{12}}$ (рис. 3).

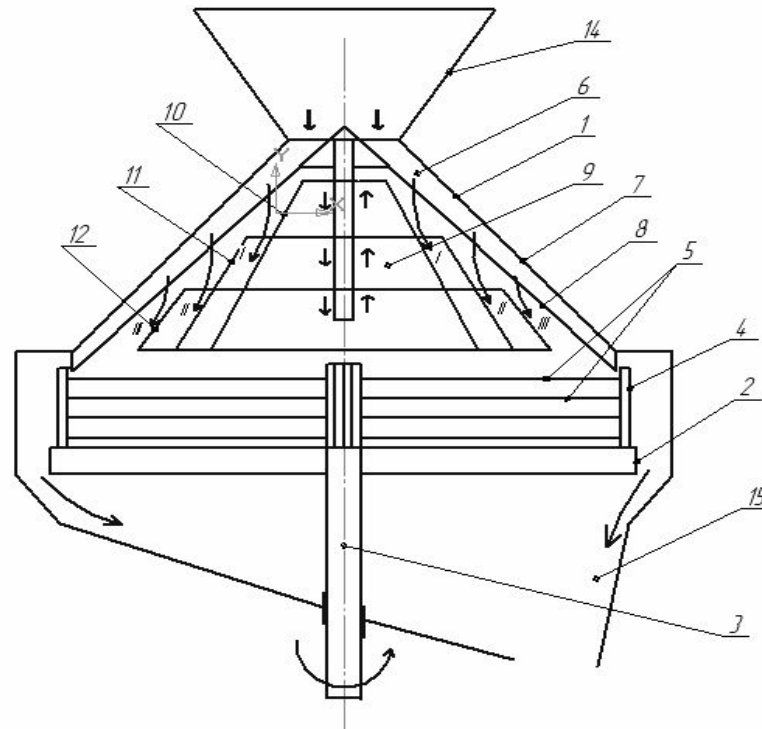


Рис. 2. Схема дробарки прямого удару з передньою сепарацією зернового матеріалу (позначення у тексті)

Така форма кривих напрямних необхідна для того, щоб виконувалася умова таутохронного руху. Тому що дрібні фракції зерна попадають на конус розподільника фракцій у найнижчій точці A_{12} (рис. 3), тому вони проходять самий короткий шлях S_{12} . Середні фракції проходять більший шлях ніж дрібні фракції, але менший ніж великі, тобто $S_{10} > S_{11} > S_{12}$. А нам необхідно, щоб всі три фракції сходили з конусів розподільника фракцій одночасно, створюючи рівномірність завантаження пристрою, тобто повинна дотримуватися умова $T_{10} = T_{11} = T_{12}$. Таку умову й забезпечують таутохронні криві.

Для збільшення енергії зіткнення (удару) зернівок різних розмірів зі струнами (стрижнями) необхідно, щоб вектор швидкості зернівок був направлений назустріч вектору швидкості кожної точки струн (органу, що подрібнює). Для цього радіус кривизни напрямних таутохронних кривих у основі суцільних конусів повинен дорівнювати радіусу основ суцільних конусів. Це забезпечує схід зерна зі швидкістю V_z назустріч швидкості струн (стрижнів) V_c , що підвищує кінетичну енергію подрібнення та лущення.

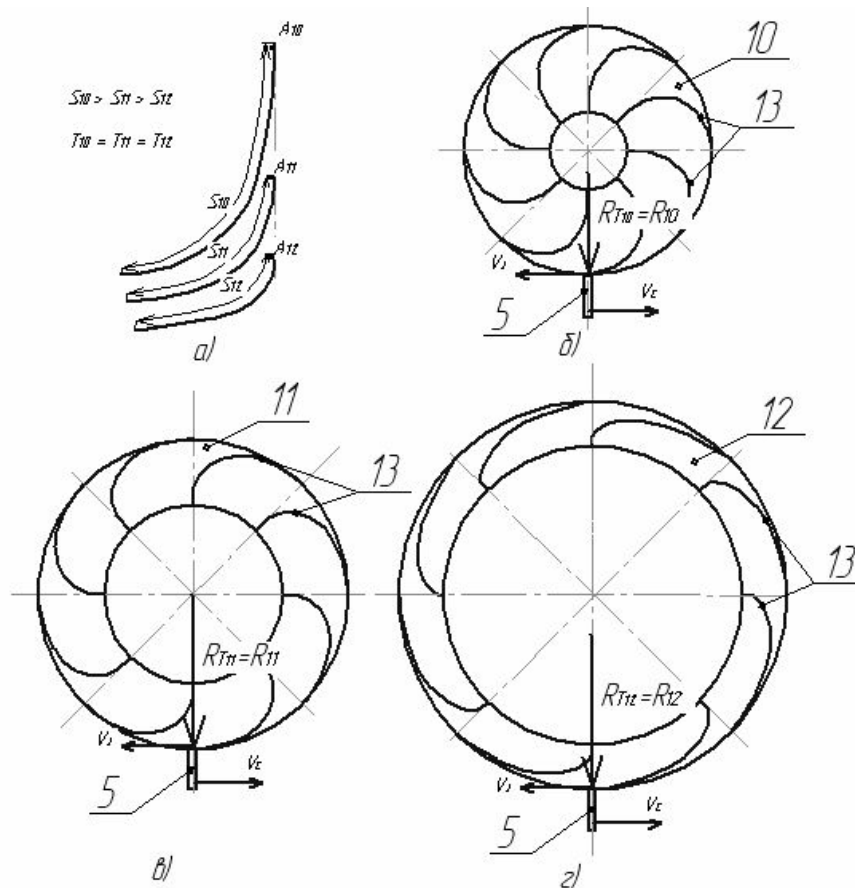


Рис. 3. Схеми таутохронних кривих (а) та конусів розподільника фракцій з напрямними у вигляді таутохронних кривих (позначення у тексті)

Зверху над живильним бункером розташовано бункер – дозатор 14. Знизу пристрій має вихідний патрубок 15. Розподільчі конуси 10, 11, 12 виконані з можливістю вертикального регулювання по висоті кожного конусу окремо.

Працює дробарка наступним чином. Попередньо очищене зерно без сортування на фракції за розміром надходить через бункер – дозатор 14 до живильного бункеру 6, де, проходячи по внутрішньому конусу 8 розподіляється на фракції згідно отворів між кривими брахистохронної властивості з яких набрано внутрішній конус 8, наприклад, на три фракції, як показано на кресленні стрілками I, II, III. Кожна фракція зерна окремо рівномірно розподіляється розподільником фракцій 9. Дрібна фракція поступає на поверхню суцільного конусу 12, середня – на конус 11, велика – на конус 10 і рухаються по напрямним 13, виконаним у вигляді таутохронних кривих, які і забезпечують рівномірний одночасний схід усіх фракцій з суцільних конусів розподільника фракцій на робочий орган пристрою (струна або стрижень). Так як радіус кривизни таутохронних кривих в основі суцільних конусів дорівнює радіусу

основ суцільних конусів, то зернинки сходять з конусів зі швидкістю направленою назустріч робочому органу пристрою (струна або стрижень), де й реалізується однократний прямий лобовий удар зерна об струну, або стрижень 5, що розташовані в рамці 4 по всій їх довжині. Маємо збільшення кінетичної енергії для луцення та подрібнення зерна, що потребує меншої потужності на привід.

Для регулювання об'ємної кількості кожної фракції зерна, в залежності від початкового фракційного складу, суцільні розподільчі конуси 10, 11, 12 виконані з можливістю вертикального регулювання по висоті кожного конусу окремо.

Далі продукти луцення та подрібнення за рахунок відцентрового прискорення, яке виникає при обертанні диску 2, видаляють з зони луцення та подрібнення, попадають до вихідного патрубку 15 та направляються на подальшу переробку.

Для забезпечення безперервного сепарування та відводу подрібнених часток зерна на усіх стадіях подрібнення пропонується виконання у диску 2 (рис. 2) каналів клиноподібної форми, що сепарують, які розширюються від центра до периферії. Навколо диску встановити циліндричну перегородку, виконану у вигляді жалюзійного сепаратора з каналами клиноподібної форми, що сепарують та відбивачами, які б відбивали великі частки на повторне подрібнення й сепарацію.

Дана конструкція дробарки дозволяє підвищити вірогідність руйнування часток зерна одним ударом і видалення дрібних часток із дробильної камери в міру їхнього утворення, збільшити вірогідність та енергію зіткнення зернівок різних розмірів зі стрижнями, підвищити рівномірність фракційного складу подрібнених часток, рівномірність луцення та подрібнення за рахунок постійної сепарації та відводу часток з зони подрібнення, збільшити продуктивність та знизити енергоємність процесу.

Висновки. Для одержання максимальної однорідності подрібненого матеріалу необхідно застосовувати його подачу на подрібнення з попередньою сепарацією на фракції за фізико – механічними властивостями, здійснювати руйнування його прямим ударом і видалення дрібних часток із дробильної камери в міру їхнього утворення, а робочий процес багатоступінчастого подрібнення зерна здійснювати в одному робочому просторі.

На зовнішній поверхні суцільних конусів розподільника фракцій необхідно виконати напрямні у вигляді таутохронних кривих, що дозволяє забезпечити рівномірний одночасний схід усіх фракцій з суцільних конусів розподільника фракцій на робочий орган пристрою.

Радіус кривизни напрямних таутохронних кривих у основі суцільних конусів повинен дорівнювати радіусу основ суцільних

конусів. Це забезпечує схід зерна з максимальною швидкістю назустріч швидкості струн (стрижнів), що підвищує кінетичну енергію подрібнення та лушення.

Для забезпечення безперервного сепарування та відводу подрібнених часток зерна на усіх стадіях подрібнення пропонується виконання у диску дробарки каналів клиноподібної форми, що сепарують, які розширюються від центра до периферії. Навколо диску встановити циліндричну перегородку (деку), виконану у вигляді жалюзійного сепаратора з каналами клиноподібної форми, що сепарують та відбивачами, які б відбивали великі частки на повторне подрібнення й сепарацію.

Таке конструктивне виконання дробарки зерна прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу дозволить підвищити рівномірність фракційного складу подрібнених часток, рівномірність лушення та подрібнення по усій довжині робочого органу, а виконання радіусу кривизни напрямних таутохронних кривих у основі суцільних конусів рівним радіусу основ суцільних конусів дозволяє збільшити енергію зіткнення (удару) зернівок різних розмірів зі струнами (стрижнями), за рахунок чого збільшується продуктивність та знижується енергоємність процесу.

Література

1. *Ревенко И.И.* Эффективность одно- и двухстадийного измельчения кормов / И.И. Ревенко // Техника в сельском хозяйстве.– «Агропромиздат».– 1988.– №5. - С. 28-30.
2. *Олексієнко В.О.* Підвищення ефективності роботи молоткових кормодробарок. Дис. ... кандидата техн. наук : 05.05.11 / Олексієнко В.О. – Мелітополь, 2006. – 173 с.
3. *Щеглов В.В.* Корма. Приготовление, хранение, использование Справочник. / В.В. Щеглов, Л.Г. Боярский. - М.: Агропромиздат, 1990,- 255 с.
4. *Богданов Є.В.* Обґрунтування технологічного процесу та розробка конструкції вібраційного дозатора мобільного комбікормоприготувального агрегату / Є.В. Богданов. Автореф. дис. канд. техн. наук. Луганськ. – 2006. 20 с.
5. *Демский А.Б.* Комплектные зерноперерабатывающие установки малой мощности / А.Б. Демский. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 264с.
6. *Алешкин В.Р.* Повышение эффективности процесса и технических средств механизации измельчения кормов: Дис...д-ра техн. Наук / В.Р.Алешкин.- Киров, 1995.- 412 с.
7. *Поярко М.С.* Совершенствование рабочего процесса молотковых дробилок с жалюзийными сепараторами при одно- и двухступенчатом

измельчении зерна. Автореф. дис. канд. техн. наук / М.С. Поярков. - Киров – 2001. -22 с.

8. *Шпиганович Т.О.* Дробарка прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу / Т.О. Шпиганович // Вісник Харківського Національного техн.. універс. с.-г. «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв». Вип. 74. Харків. 2008. С. 105 -111.

9. *Шпиганович Т.О.* Шляхи підвищення ефективності подрібнення зерна / Т.О. Шпиганович // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь: ТДАТА. Вип. 7, том 5. – 2007. С.41 – 48.

10. *Сыроватка В.И.* Исследования основных закономерностей процесса измельчения зерна в молотковой дробилке кормов: Автореф. дис... канд.техн. наук / В.И. Сыроватка. - М., 1964. - 36 с.

11. *Ревенко И.И.* Физическая сущность разрушения кормовых материалов при их измельчении / И.И. Ревенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - К.: Урожай, 1980.- № 48.- С. 65 - 71.

12. *Чирков С.Е.* Совершенствование процесса измельчения зерна в молотковой дробилке. Дис. ... кандидата техн. наук : 05.18.12 / С.Е. Чирков. – Москва, 1983. – 202 с.

13. *Ревенко И.И.* Интенсификация процесса переработки кормов молотковыми измельчителями. - Автореферат дис. докт. техн. наук / И.И. Ревенко.- Київ.: Глеваха., 1991.-38 с.

14. *Ялпачик Ф.Ю.* Підвищення ефективності попередньої сепарації при подрібненні зерна прямим ударом / Ф.Ю. Ялпачик, Т.О. Шпиганович // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ. Вип. 8, том 7. – 2008. С.201 – 206.

15. *Денисов В.А.* Повышение эффективности процесса измельчения зерновых компонентов комбикормов: Автореф. дис. ...д-ра. техн. наук / В.А. Денисов. - Москва – 1992. -32 с.

16. *Денисов В.А.* Теоретические предпосылки измельчения зерна с предварительным разделением его по физико – механическим свойствам на фракции / В.А. Денисов, И.И. Вараксін //Сб. н. тр. Механизация процессов в животноводстве и кормопроизводстве. – Пермь. 1983. С. 112 – 120.

17. *Фучаджи Н.О.* Оптимізація технологічного процесу лущення власнокрупяних культур. Автореф. дис. канд. техн. наук / Н.О. Фучаджи. - Херсон – 2006. 20 с.

18. Пат. на корисну модель № 11099. Україна, А23N5/02/ Пристрій для лущення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Фучаджи Н.О., Чаусова Н.В., Гвоздева Т.О. Опубл. 15.12.2005; Бюл.№12 – 3 с.

19. Пат. на винахід № 76556. Україна, А23N5/00/ Пристрій для лущення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Фучаджи Н.О., Гвоздєва Т.О. Опубл. 15.08.2006; Бюл.№8 – 4 с.
20. Некрасов А.В. Совершенствование процесса гравитационной классификации зернистых смесей и расширение области применения гравитационных сепараторов. Дис. на соиск. уч. степ. к.т.н. / А.В. Некрасов. - Воронеж. – 2001. 241 с.
21. Пат. на винахід № 86897. Україна, А23N5/00/ Пристрій для лущення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Шпиганович Т.О., Гвоздєв О.В. Опубл. 25.05.2009; Бюл.№10 – 5 с.
22. Василенко П.М. Теория движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П.М. Василенко: К. Изд-во Украинской академии сельскохозяйственных наук. – 1960. С. 179 – 187.

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДРОБИЛКИ ЗЕРНА ПРЯМОГО УДАРА С ПРЕДЫДУЩЕЙ СЕПАРАЦИЕЙ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

Шпиганович Т.А., Ялпачик Е.В.

Аннотация. Работа посвящена анализу последних достижений по созданию оборудования для измельчения зерна и определению конструктивных параметров дробилки зерна прямого удара с предварительной сепарацией зернового материала.

GROUND OF STRUCTURAL PARAMETERS OF CRUSHER OF CORN OF DIRECT BLOW WITH PREVIOUS SEPARATION OF CORN MATERIAL

T. Shpiganovich, E. Yalpachik

Summary

Work is devoted to the analysis of the last achievements on creation of equipment for growing shallow of corn and determination of structural parameters of crusher of corn direct to the blow with preliminary separation of corn material.