

Коротов Ю.Ю.
Брагінець М.В.
Луганський національний аграрний
університет
E-mail: Ura_korotov@ukr.net

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ПОДРІБНЮВАЧІВ
КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ І НАПРЯМКИ ЇХ
УДОСКОНАЛЕННЯ

УДК 631.631.3

У статті розглянуто конструкції молоткових подрібнювачів а також проведений аналіз напрямків їх удосконалення. Процес подрібнення є одним із найбільш енергоємних процесів не тільки в кормоприготуванні, а в сучасній промисловості в цілому. Він потребує як великих енергетичних витрат, так і значних витрат металу внаслідок зношення робочих органів подрібнювачів. Зменшення витрат енергії в процесі подрібнення є одним із важливих питань сільськогосподарської галузі багатьох країн світу. Для впровадження корисних удосконалень проведемо аналіз модернізацій та патентів відносно молоткових кормодробарок, проаналізуємо існуючі конструкції молоткових та малогабаритних молоткових подрібнювачів, з визначенням їх основних переваг та недоліків.

Та враховуючи те, що малогабаритні молоткові дробарки зернових кормів у серійному виробництві зустрічаються частіше, ніж інші, можна зробити висновок, що це є перспективним напрямком наукових досліджень, й існує ще багато шляхів удосконалення їх конструкцій та підвищення якості подрібнення зернових кормів.

Ключові слова: молоткові подрібнювачі, конструктивні схеми подрібнювачів, способи подрібнення зернових кормів, напрямки вдосконалення.

Актуальність проблеми

Технологічний процес подрібнення застосовується в багатьох галузях народного господарства і потребує близько 10% електроенергії що виробляється в усьому світі [1]. У сільськогосподарському виробництві кожного року подрібнюється 14,4 млн. тон зерна злакових культур, яке використовується для годівлі тварин і птиці та потребує 115,2 млн. кВт/ год. електроенергії, що в грошовому еквіваленті становить 110,5 млн. грн. [1].

Аналіз останніх публікацій по даній проблемі

Починаючи з 1983 року по 2014 рік вибіркові дослідження з удосконалення малогабаритних зернових кормодробарок показали, що Чирковим С. Є. був виготовлений експериментальний зразок молоткової дробарки АІ - ДДБ. Виробничі експерименти і дослідження показали що молоткова дробарка АІ - ДДБ на відміну від молоткових дробарок серійно випущених до 1983 року, може працювати у 2 -х режимах, з ситовим контролем і без нього [4].

Фіапшев А. Г. після проведення досліджень обґрунтував конструктивну - технологічну схему подрібнювача і створеного робочого органу, який забезпечує процес подрібнення зерна різанням і сколюванням. Ним також було обґрунтовано основні параметри ріжучих елементів, визначено й оптимізовано основні фактори, що впливають на продуктивність подрібнювача [5].

Карташов Б.В. при розробці експериментальної установки для подрібнення зерна, підійшов із створенням ротора - розподільника і ротора - ножа з визначенням дослідним шляхом їх оптимальних параметрів [6].

Науково-дослідна робота з процесу руйнування структури фуражного зерна з метою створення мало-енергоємного подрібнювача Абрамова О. О. дозволило йому розробити та виготовити подрібнювач зерна сколюючого типу [7].

Сергеєвим М. С. було розроблено робочі органи (диски з кільцевими виступами),

що забезпечують технологічний процес подрібнення зерна способом зрізу та сколювання та обґрунтовані їх геометричні параметри [8].

Дружиніним Р. О. розроблена експериментальна модель УЦІ (патент №2438782) забезпечує високі показники якості подрібнення, низьку енергоємність процесу що досягається за рахунок обґрунтованого вибору раціональних режимних і конструктивних параметрів дробарки, а саме: кількість ножів; максимальний діаметр дисків; діаметр завантажувальної камери; частота обертання завантажувального диска; частота обертання відбійного диска; відстань між ножами дисків [9].

Дослідження робочих органів дискового типу дозволило Іванову В.В. створити оригінальні робочі органи дискового типу з трьома поясами деформації, які забезпечили отримання необхідного модуля помелу кормового зерна для великої рогатої худоби і вирівняного гранулометричного складу продукту від 85 до 96%. У результаті реалізації повно-факторного експерименту ним були обґрунтовані раціональні параметри та режими роботи дискової пари подрібнювача [10].

Постановка проблеми

Підвищення ефективності фермерської дробарки за рахунок створення нового робочого органу, отримання рівномірного фракційного складу подрібненого продукту за рахунок більш швидшої сепарації, зменшення виходу пилоподібних часток за рахунок оптимізації процесів (розбивання, перетирання, різання) подрібнення продукту і недопущення повторного обмолоту, пониження енергоємності за рахунок зменшення опору робочих органів, оптимальне зменшення коефіцієнта металоемності, за рахунок раціональної оптимізації конструкції [2].

Основною технологічною операцією при підготовці зернових кормів до згодовування є їх подрібнення, а найбільш поширеними подрібнювачами зерна - молоткові дробарки. Ці машини прості за конструкцією і не вимагають високих вимог до експлуатації. [3].

Перевагами подібних подрібнювачів є:

- простота конструкції,
- надійність,
- компактність,
- велика продуктивність,
- високий ступінь подрібнення,
- порівняно невеликі питомі витрати електроенергії.

Тому вони широко застосовуються в умовах ринкової економіки, як у малих фермерських господарствах, так і на великих спеціалізованих тваринницьких фермах і комплексах.

Продуктивність сучасних дробарок коливається від 50 кг/год. до 20 т/год. і більше.

Проте, ці молоткові дробарки не позбавлені і певних недоліків, зокрема: таких як високі питомі витрати енергії на одиницю отриманого продукту; нерівномірність гранулометричного складу подрібненого корму; швидке затуплення робочих органів (ножів).

Тому розробка і впровадження нової конструктивно-технологічної схем малогабаритних подрібнювачів фуражного зерна, що відповідають сучасним вимогам є актуальним народногосподарським завданням.

Результати досліджень

Аналіз запатентованих подрібнювачів за хронологією їх появи від 1922 р. по 2009 р. показав, що до середини 60-х років ХХ століття було видано всього 33 патенти на різальні знаряддя, а надалі їхня кількість різко зростала і тільки за період 1987-1991 рр. становила 102 шт. Така тенденція зростання вказує не лише на підвищення наукового рівня розробок, а й визнання їх пріоритетності на міжнародному рівні. За останні роки значно зросла кількість запатентованих технічних рішень, які ґрунтуються на інноваційних технологіях подрібнення.

На підставі опрацювання архівних документів і літературних джерел, аналізу історіографії з'ясовано, що питання історії наукової думки з механізації подрібнення кормів є малодослідженим, а опубліковані праці лише частково розкривають стан проблеми. З огляду на це, й було визначено сукупність завдань для спеціального комплексного дослідження.

Використовуючи метод історичної періодизації та комплекси джерел було розроблено періодизацію історії розвитку наукової думки щодо механізованого подрібнення зернових кормів:

- *перший* – від зародження знарядь подрібнення кормів – від IV ст. до н.е. до IX ст. н.е., який характеризується зародженням і становленням механічного подрібнення кормів із використанням простих робочих знарядь: ножів, молотків, каменів з приведенням їх у дію мускульною силою людини;
- *другий* – застосування у подрібнювачах передавальних механізмів – з IX-X по XVIII-XIX ст.
- Для подрібнення корму використовували ротаційні жорна та ножі з коливним рухом, що приводилися в дію від біологічного джерела енергії – людини і тварини;
- *третій* – застосування механічних двигунів, який тривав з кінця XIX до початку ХХ ст. У кормо-переробних засобах використовували дискові та барабанні ножові апарати, штифтові поверхні та плющильні вальці;
- *четвертий* (20-70-ті рр. ХХ ст.) – період створення і випуску високопродуктивних подрібнювачів з електроприводом для колективних господарств України і застосування примітивних способів подрібнення в особистих господарствах селян.
- *п'ятий* (80рр. ХХ ст. на сьогодні) – період створення поточкових ліній кормоприготування у тваринницьких господарствах і становлення заводського виготовлення електрифікованих технічних засобів для особистих селянських господарств.

Аналіз принципу дії подрібнювачів сільськогосподарської продукції

Молоткова кормодробарка - це найбільш енергоємне технологічне обладнання комбикормових заводів, малих та середніх тваринницьких фермерських сільськогосподарських підприємств.

Молоткові кормодробарки застосовують на борошномельних і круп'яних заводах, на комбикормових заводах, середніх та малих тваринницьких комплексах (фермерських сільськогосподарських підприємствах) та індивідуальному використанні у господарстві для подрібнення зерна та продуктів його переробки.

На сьогодні існує велика кількість молоткових кормодробарок (рис.1) різних як за своїм призначенням, так і за принципом дії робочих органів на зерно (стисненням, стиранням, зрушенням, ударом, сколюванням).



Рис.1. Класифікація молоткових кормдробарок

На сучасних підприємствах, середніх та малих фермерських комплексах та в індивідуальному використанні у господарстві, для подрібнення зерна, а також проміжних продуктів його переробки використовують такі різновиди молоткових кормдробарок (рис.2).

Молоткова дробарка

Молоткові дробарки постійно знаходяться в центрі уваги досліджень. Тому для подрібнення зерна дослідниками пропонують досить велику кількість конструкцій молоткових дробарок, але в даний час для подрібнення зернового фуражу в тваринництві в нашій країні застосовуються молоткові дробарки з горизонтальною та вертикальною віссю обертання: ДКУ, КДМ, ДДМ, ДДР, А1-ДМР, ДБ- 5 і інші .

Зерно в молоткових дробарках піддається неодноразовим ударом молотків, шарнірно підвішених на обертових роторах, потім воно розпадається на дрібні частини і видається через решета з робочої зони дробарки (назовні).

З простотою молоткових дробарок, високою надійністю в роботі та компактністю, вони мають також ряд суттєвих недоліків:

- високу енергоємність подрібнення, обумовлену витратами енергії на багатократні удари по зерну, на передачу що обертається і поступального руху зерну за рахунок непрямого удару, тертя об поверхню решета та нагрів і зіткнення між частинками;
- нерівномірність гранулометричного складу одержуваного продукту з підвищеним вмістом подрібнених частинок (пилоподібної фракції);
- інтенсивний знос робочих органів (молотків).

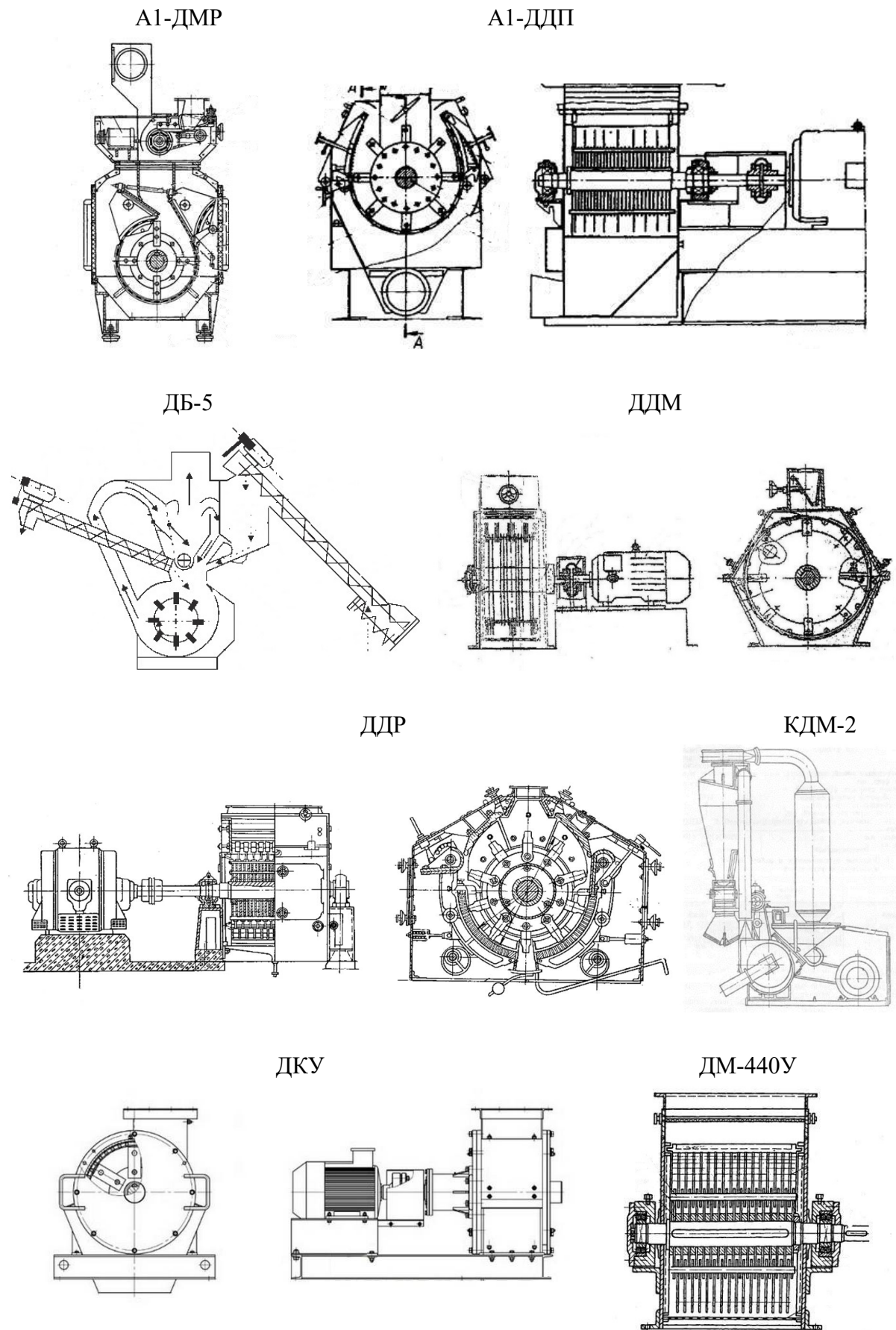


Рис. 2. Види молоткових кормодробарок.

Щодо надійності таких дробарок, то завдяки балансуванню ротора та рівномірному розподіленню власної ваги, незалежно від кута обертання, то центр його маси буде знаходитися на осі обертання ротора, то за таких умов підшипники, на які спирається ротор, будуть мати мінімальне вібраційне навантаження, та збільшиться кількість годин роботи до технічного обслуговування.

Недоліком надійності є нерівномірність спрацювання молотків на діаметрально протилежних осях, що у свою чергу, спричиняє статичну неврівноваженість ротора, а вздовж ротора - динамічну. Зважаючи на високу частоту обертання ротора, порушення збалансованості різко збільшує вібрацію ротора, яка через диски та вал передається на підшипникові вузли, корпус дробарки і раму. Все це призводить до обриву дисків у місцях розміщення осей підвісу, деформування і навіть поломок валу, інтенсивного зношування підшипників, злому болтових з'єднань, появи тріщини, а в подальшому деформування корпусів підшипників. Як результат, зменшується надійність, знижується довговічність роботи дробарки, погіршуються умови безпеки праці.

Висновки

Із приведеного аналізу слідує, що дослідження в області малогабаритних дробарок зернових кормів представляє великий інтерес до подальшого наукового дослідження та пошуку шляхів щодо удосконалення та підвищення ефективності роботи зі зниженням витрат на обслуговування. Вони мають різні недоліки, практично для всіх подрібнювачів характерні великі розміри робочих органів що обертаються, отже, великі маси що обертаються, значні витрати питомої енергії, високу металоємність. В цілому, технічний і технологічний процес подрібнення зерна є складним. Наявний теоретичний і практичний досвід не дає повноцінної можливості визначити усі потрібні недоліки, що вимагає принципово нових технічних рішень та розробок. А застосування малогабаритних молоткових дробарок, які працюють одночасно за принципом (різання, сколювання, удару) є перспективним. Враховуючи те, що малогабаритні молоткові дробарки зернових кормів у серійному виробництві зустрічаються рідше, ніж молоткові та відцентрово-роторні, можна зробити висновок, що існує ще багато шляхів удосконалення конструкцій та підвищення якості подрібнення зернових кормів.

Література

1. Дисертації в Техносфере: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-i-obosnovanie-konstruktivnyh-i-rezhimnyh-parametrov-malogabaritnoy-drobilki-furazhnogo-zerna#ixzz46J1eaKYf>.
2. Гарабажиу А.А. Энергосберегающая роторно-центробежная мельница для тонкого помола сыпучих и кусковых материалов / Гарабажиу А.А., Левданский Э.И., Левданский А.Э. – Известия НАН Беларуси. Серю физ.-техн. наук. 2000. № 2. С. 125-131.
3. Мельников С.В. Механизация животноводческих ферм / Мельников С.В., Андреев П.В., Базенков В.Ф., Вагин Б.И., Жевлаков П.К., Фарбман Г.Я. – М., «Колос», 1969. С. 35.
4. Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности / Сиденко П.М. – М.: Химия, 1977. – 368 с.
5. Елисеев В.А. Теоретическое и экспериментальное обоснование методов повышения эффективности процесса измельчения зерновых кормов на животноводческих фермах / Елисеев В.А. – Автореф. дисс. доктора техн. наук, Воронеж, 1969. – 50 с.
6. Мянд А.Я. Кормоприготовительные машины и агрегаты / Мянд А.Я. – М.: Машиностроение, 1970. – 256 с.

7. Жислин Я.М. Оборудование для производства комбикормов, обогатительных смесей и премиксов / Жислин Я.М. – М.: Колос, 1981. – 320 с.
8. Богородский А.В. Интенсификация процесса измельчения в мельницах дезинтеграторного типа / Богородский А.В. – Изв. вузов. Химия и химическая технология. Т.23, вып.5, 1980. – с. 643-645.
9. Елисеев В.А. Исследование процесса измельчения зерна ударом / Елисеев В.А. – автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. Воронеж, 1962. – 20 с.
10. Карташев Б.В. Обоснование основных параметров измельчителя фуражного зерна роторно-ножевого типа / Карташев Б.В. – автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. техн. наук. Челябинск, 1996. – 20 с.
11. Глебов, Л.А. Повышение эффективности измельчителя компонентов ком-бикормов Л.А. Глебов. М.: ЦНИИТЭИ. 1984. – 28 с.
12. Золотарев, С.В. Ударно-центробежные измельчители фуражного зерна (основы теории и расчета) С.В. Золотарев; Барнаул: ГИПП «Алтай», 2001. 200 с.
13. Мельников, С.В. Измельчение зерна на молотковых дробилках С.В. Мельников // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1957. № 1. – С.24-29.
14. Черняев, Н.П. Производство комбикормов Н.П. Черняев.– М.: Агропромиздат, 1989. 224 с.
15. Сундеев, А.А. Экспериментальные исследования работы сепаратора с эластичными рабочими органами Совершенствование технологий и технических средств для механизации процессов в растениеводстве: Сб. науч.тр./ВГАУ. Воронеж, 1994. – С.169-172.
16. Шейко Н. В. Генезис видів механічного руху при подрібненні кормів [Електронний ресурс] / Н. В. Шейко // Історія науки і біографістика : міжвід. темат. зб. – 2009. – Вип. 3. – Режим доступу : www.nbu.gov.ua/e-journals/inb/2009-3/09sheiko.pdf – Назва з екрану.
17. Шейко Н. В. Розвиток наукових центрів по створенню машин для приготування кормів в особистих селянських господарствах України [Електронний ресурс] / Н. В. Шейко // Історія науки і біографістика : міжвід. темат. зб. – 2009. – Вип. 2. – Режим доступу : www.nbu.gov.ua/e-journals/inb/2009-2/09_shejko.pdf – Назва з екрану.
18. Шейко Н. В. Періодизація історії механізації підготовки кормів у тваринництві / Н. В. Шейко // Питання історії науки і техніки. – К: Центр пам'яткознавства НАНУ і УТОПК, 2009. – № 2 (10). – С. 36–41.
19. Шейко Н. В. Концепція методичного підходу до вивчення історії становлення подрібнювачів кормів / Н. В. Шейко // Історія української науки на межі тисячоліть: зб. наук. пр. / [відп. ред. О. Я. Пилипчук]. – К., 2009. – Вип. 43. – С. 168–173.

Summary

J. Korotov, M. Brahinets. Construction analysis shredder feed grain and direction to improve

The robot carried out theoretical studies on the chronology of the development of machines and equipment for the preparation of livestock feedstuffs. The main shortcomings and advantages

of the current feed mills are determined, the main ways of minimizing the shortcomings in the grinding process are chosen.

***Key words:** hammer crusher, crusher circuit design, methods of grinding grain feed direction of improvement.*

References

1. Dissertations in the Technosphere: <http://tekhnosfera.com/razrabotka-i-obosnovanie-konstruktivnyh-i-rezhimnyh-parametrov-malogabaritnoy-drobilki-furazhnogo-zerna#ixzz46J1eaKYf>.
2. Garabagiou AA Energy-saving rotor-centrifugal mill for fine grinding of loose and lump materials / Garabagiou AA, Levdansky E.I., Levdansky A.E. - Proceedings of the NAS of Belarus. Seryu Phys.-Tech. Sciences. 2000. № 2. P. 125-131.
3. Melnikov S.V. Mechanization of livestock farms / Melnikov SV, Andreev PV, Bazhenkov VF, Vagin BI, Zhevlakov PK, Farbman G.Ya. - M., "Kolos", 1969. P. 35.
4. Sidenko PM Crushing in the chemical industry / Sidenko PM - Moscow: Chemistry, 1977. - 368 p.
5. Eliseev V.A. Theoretical and experimental substantiation of methods for increasing the efficiency of the process of grinding grain feeds on livestock farms / Eliseev VA - Author's abstract. Diss. Doctor of techn. Sciences, Voronezh, 1969. - 50 p.
6. Myand A.Ya. Feeding machines and aggregates / Myand A.Ya. - Moscow: Mechanical Engineering, 1970. - 256 p.
7. Zhislin Ya.M. Equipment for the production of mixed fodders, concentrating mixtures and premixes / Zhislin Ya.M. - Moscow: Kolos, 1981. - 320 p.
8. Bogorodsky A.V. Intensification of grinding process in mills of disintegrator type / Bogorodsky AV - Izv. Universities. Chemistry and chemical technology. T.23, issue 5, 1980. - p. 643-645.
9. Eliseev V.A. Investigation of the process of grinding grain by impact / Eliseev VA - Author's abstract. Diss. For the competition uch. The degree of Cand. Tech. Sciences. Voronezh, 1962. - 20 p.
10. Kartashev BV Substantiation of the main parameters of the grinder for feed grain of rotor-knife type / Kartashev BV - Author's abstract. Diss. For the competition uch. Degree of Cand. Tech. Sciences. Chelyabinsk, 1996. - 20 p.
11. Glebov, L.A. Increase the efficiency of the co- Of biochems L.A. Globe. Moscow: TsNIIITE. 1984. - 28 c.
12. Zolotapav, C.V. Udapno-tsentrpezhnye measurements of the fusional space (The main problems and pachchta) C.V. Zolotapavyv; Barnaul: GIPP "Altay", 2001. 200 c.
13. Melnikov, C.V. Changing the ground on molotkovye grinders C.V. MELNIKOV // MECHANIZATION AND ELECTRICALIZATION OF A SOCIALIST COTTON Economy. - 1957. № 1. - C.24-29.
14. Chernyaev, N.P. The production of co-authors N.P. Chernyaev-M.: Agropromizdat, 1989. 224 c.
15. Cundeev, A.A. Extensive use of ceparatropa c Elatichnymi pabochnymi opganami Co-replacement of technical and technical facilities for the disinflation of processes in the production: Cb. Nauch.tp./VGAU. Voponezh, 1994. - C.169-172.
16. Sheiko NV The Genesis of the Mekhanic Ruhu in the Underpinnings of Food [Elektroniy Resurs] / N. Sheiko // Istory of Science and Bibliography: міжвід. Themat. Zb. - 2009. - Vip. 3. - Access mode: www.nbuv.gov.ua/e-journals/inb/2009-3/09sheiko.pdf - Name the screen.

17. Sheiko NV The development of science centers on the alignment of machines for the feeding of feeds in the individualities of the villages of the states of Ukraine [Electronic resource] / N. Sheiko // Science and science: biology. Themat. Zb. - 2009. - Vip. 2. - Access mode: www.nbu.gov.ua/e-journals/inb/2009-2/09_shejko.pdf - The name of the screen.
18. Sheiko N. V. Periodizatsiya istorii mekhanizatsii pidgotovki kormiv u tvارينництві / N. V. Sheiko // Питання історії науки и техніки. - К: Memorial Center of NASU and УТОПІС, 2009. - No. 2 (10). - P. 36-41.
19. Sheiko, NV. The concept of a methodical approach to the development of the country and the region, the setting up of sub-habitual feeds / N. Sheiko / / Istoriya of the Ukrainian science on the interdisciplinary: zb. Sciences. Ave / [on. Ed. O.Ya. Pilipchuk]. - K., 2009. - Vip. 43. - P. 168-173.