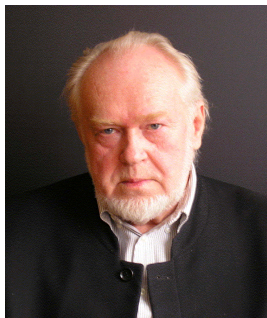


УДК 631.363.21.001.66: 001(091)



ПИЛИПЕНКО
Олександр
Миколайович,
канд. техн. наук,
доц. НАУ
(м.Київ)



МУДРУК
Олексій
Северіанович,
канд. техн. наук,
пров. наук. співр.
ДНСГБ УААН
(м.Київ)



СТОРОЖУК
Людмила
Олександрівна,
старший викладач
НАУ
(м.Київ)

РОЗВИТОК НАУКОВИХ ІДЕЙ

У ЦАРИНІ СТВОРЕННЯ КОРМОДРОБАРОК

У статті встановлено, що кожний з напрямів підвищення технічного рівня подрібнювачів зерна відбувався за окремими періодами. Проведено аналіз виконаних в Україні наукових і технічних розробок в ХХ ст. хронологічному порядку.

В статье определено, что каждое направление повышения технического уровня дробилок зерна происходил по отдельным периодам. Проведено анализ выполненных в Украине научных и технических разработок в ХХ ст. в хронологическом порядке.

In clause each direction of increase of a technological level of crushers of grain is certain occured on the separate periods. It is lead the analysis executed in Ukraine scientific and technically development in 20 century in the chronological order.

Підготовка кормового зерна для згодовування сільськогосподарським тваринам протягом історичного періоду розвивалася, видозмінювалася і вдосконалювалася у відповідності з організаційними і соціальними напрямками розвитку суспільства.

Напрямок механізації переробки зерна як складова технічних наук охоплює науково-технічну діяльність і матеріалізоване науково-технічне знання. У

процесі розробки машин технічні знання вбирають у себе особливості наукових знань, будуючи на них як на підґрунті раціональні напрями та логічні схеми проектування. Виявлення особливостей та результативності наукової діяльності досягається розкриттям специфіки створеного нею продукту – знання, яке, в свою чергу, знаходить інтерпретацію в машинах та машинних технологіях. При аналізі наукової та технічної діяльності і співставленні одержаних результатів розробленої зернопереробної техніки зручно користуватися показниками технічних характеристик, в яких знаходить відображення рівень соціального розвитку суспільства. Соціальна природа технічних об'єктів, їхній тісний зв'язок із змістом діяльності по-різному відображається тими чи іншими технічними показниками. Останні можуть розглядатись у вузькому технічному або технологічному змісті – потужність, продуктивність, коефіцієнт корисної дії, динамічні властивості, показники якості одержаного продукту. Характеристики такого змісту також виражають соціальну природу технічних об'єктів безпосередньо через рівень розвитку технології і предметної практики в цілому [5, с. 8, 9].

Поряд із цими узагальненими показниками, що визначаються при перевірці морфологічних показників машин, не менш важливо виділити функціональні напрями відображення технічних рішень, від яких залежать не лише цифрові показники машин, а й сукупність їхніх внутрішніх властивостей, які і формують досягнутий технічний рівень. Саме напрями спрямування наукових та конструкторських пошуків і дають оптимальні варіанти показників технічних характеристик. Причому ті чи інші напрями подані на рисунку інтервально, лише в періоди накопичення знань, відпрацювання їх на реальних об'єктах, а в подальшому ці напрями вже не були пріоритетними і переходили в інформаційно- відпрацьовану базу накопичених результатів, з якої при тій чи іншій технічній ситуації вони могли використовуватися в заздалегідь апробованому вигляді.

Щодо технічного стану забезпечення тваринництва засобами переробки зерна та соціальної ситуації, яка обумовлювала стан їх створення в ХХ ст.,

можна подати наступне. У кінці XIX ст. спостерігаються суттєві зміни в технізації переробки кормового зерна в Україні. Широке розповсюдження приводних двигунів (парових локомотивів та нафтових двигунів внутрішнього згорання) дало можливість переходу на застосування компактних подрібнювачів зерна, які базувалися, в своїй більшості на одному з чотирьох способів подрібнення: перетирання і розрив зубцями або штифтами, плющення вальцями, різання дисковими ножами та подрібнення ударом. Практично в усіх технічних засобах того часу передбачалося виконання лише однієї основної технологічної операції – подрібнення. У системі приводу застосовувалися плоскопосові механізми з масивним веденим шківом, що одночасно служив і маховиком для компенсації нерівномірності опору в подрібнювальній камері. Більшість зернових подрібнювачів існуючого в Україні машинного парку були імпортовані з Західної Європи – Англії, Франції, Німеччини. Вітчизняні зразки спочатку виготовлялися кустарним способом, але з розширенням попиту на дробарки створювалися більш потужні дільниці в складі машинобудівних підприємств півдня України.

На початку XX ст. склалися сприятливі умови для створення більш досконалих подрібнювачів зерна, зокрема молоткових дробарок, які в порівнянні з іншими способами подрібнення мали кращі потенційні можливості з універсальності щодо видів кормів, енергонасиченості та довговічності. Основні зусилля науковців та спеціалістів із напряму механізації процесів переробки кормів були направлені на пошуки і втілення у конструкції машин фізичних способів подрібнення зерна. Поряд із засобами для переробки зерна, що базувалися на принципах стиску, розмелювання та сколювання, все більше уваги приділяється руйнуванню зерна ударом. Як просте втілення цього процесу застосовувався шарнірно підвішений молоток. Науково обгрунтовувалася, практично відпрацьовувалася та апробувалася у реальних умовах виробництва придатність технічних рішень машинних операцій подрібнення, зокрема подрібнення ударом. Ці два блоки питань інтенсивно вивчалися та опрацьовувалися до 1914–1917 рр. Але в умовах

наступного періоду невизначеності, руйнації і втрати багатьох творців наукового та технічного потенціалу (1914–1926 рр., а особливо 1933–1937 рр.) ці науково-технічні плани не були завершені. Господарства працювали в основному на використанні зразків техніки, які залишилися з дореволюційного періоду.

Разом з тим у країнах Західної Європи та США розробка і випуск зернопереробної техніки нарощувалися. При цьому напрям був узятий на дрібнотоварне тваринницьке виробництво, яке тоді домінувало за кордоном.

У кінці 30-х рр. XX ст. в СРСР у зв'язку з проведенням колективізації сільського господарства постало питання відновлення випуску зернових подрібнювачів. Розробка нових зразків подрібнювачів базувалася на попередньо вивчених принципах руйнування зерна. Науково-технічна база була слабкою і розробки в значній мірі виконувалися з внесенням елементів технічних рішень, що вже набули застосування за кордоном. У цей період створені та поставлені на виробництво вальцеві подрібнювачі та плющилки, жорнові млини, молоткові дробарки. Аналіз питомих показників роботи зернових подрібнювачів та їхніх потенційних можливостей поставив молоткові дробарки на домінуюче місце при виборі принципів побудови енергонасичених зернових подрібнювачів і комплектування їх приводами. Втім машини створювалися на невелику продуктивність.

У середині XX ст. в Україні завдяки зміні соціальних умов на селі, а саме укрупнення колективних господарств, стало можливим утримувати в одному господарстві значне поголів'я тварин і будувати крупні ферми, а в подальшому і тваринницькі комплекси з індустріальною потоковою системою виробництва. Тобто створилась можливість переходу на крупнотоварне тваринницьке виробництво. Виходячи з цього, з одного боку, завдяки накопиченню технічних знань стало можливим механізувати, а на певних періодах і автоматизувати трудомісткі процеси в тваринництві, а з другого – були досягнуті відчутні успіхи у вивченні процесу годівлі тварин, що опираються на оптимальні ресурсозберігаючі технології. Поряд з цим відкриття нових

родовищ природних енергоджерел та різке зростання видобутку нафти суттєво здешевило перевезення сільськогосподарської продукції і знизило вартість сільськогосподарських машин. Усі ці фактори сприяли зміцненню науково-технічної та виробничої бази для створення та випуску кормопереробної техніки, як в Україні, так і за кордоном.

У середині ХХ ст., як указано вище, в Україні були створені основні спеціалізовані центри з проектування та випуску машин для потреб усіх тваринницьких господарств СРСР.

Укрупнення тваринницьких ферм і прийнятий програмою напрям на збільшення виробництва продукції тваринництва поставив питання про необхідність створення зернопереробних машин нового класу – з переходом на електричний привід, із більш високою продуктивністю та з дооснащенням подрібнювачів механізованими пристроями для виконання допоміжних операцій. Застосування електричних двигунів у кормопереробних машинах давало можливість без особливих утруднень проектувати дробарки підвищеної продуктивності. Цей напрям розробки машин знайшов відображення в конструкціях універсальних дробарок ДКУ-М, КДУ-2 та ДКУ-1, а також у конструкціях зернових дробарок КДМ-2 та КДМ-3. Домінуючим параметром продуктивності утвердилась величина 2-3 т/год [124, 163, 217]. Вона задовольняла типорозміри середніх тваринницьких ферм, яких у СРСР, і зокрема Україні, була більшість. При вищих обсягах потреби зернового корму в господарствах використовувалися молоткові дробарки номенклатури обладнання комбікормових заводів: ДДМ та А1-ДДП продуктивністю 5-7 т/год. Дещо згодом (1973–1984 рр.) у результаті нових досліджень процесу подрібнення зерна молотковою дробаркою за рахунок упорядкування потоків повітряно-продуктового шару виявилось можливим підвищити продуктивність дробарок до 4-5 т/год. при збереженні попереднього двигуна – 30 кВт. Це були зернові дробарки ДБ-5 та ДМБ-5, а також універсальна ДКМ-5.

Для передачі енергії додатковим пристроям дробарок (живильники, дозатори, шлюзові затвори, вентилятори) на першій стадії створення дробарок

підвищеної продуктивності орієнтувалися на використання для їх приводу основного електродвигуна. Такий напрям спонукав розробку багатофункціональних систем передач від одного енергоджерела. Поряд із певними перевагами це створювало незручності при експлуатації механізмів та приводило до суттєвого зниження коефіцієнту корисної дії машини. Зважаючи на такий стан, уже в 60–70-х рр. ХХ ст. в конструкціях дробарок почали використовуватися багатодвигунові електроприводи. Типовою з такого вирішення є дробарка ДКМ-5, в якій, крім основного двигуна для приводу молоткового ротора, також застосовано ще чотири електродвигуни: для приводу завантажувального та вивантажувального шнеків, для обертання камери живильника та для автоматичного переміщення дозатора зернового потоку.

Перехід на згодовування тваринам кормів у складі кормосумішок викликав необхідність проведення пошуків зі створення комбінованих машин, тобто одночасного виконання кормопереробною машиною декількох технологічних операцій. Приготування кормосумішок пов'язане з застосуванням подрібнення і змішування як основних операцій. Змішуючі машини не здатні виконувати процеси подрібнення. Аналіз технологічних процесів роботи подрібнювачів різних типів показав, що, незважаючи на їх значну різновидність, лише молоткові дробарки можуть забезпечити одночасне подрібнення та перемішування кормових компонентів. Особливість створення таких подрібнювачів-змішувачів полягала у відпрацюванні інтервалу кінематичних параметрів та організації процесу переробки, при якому ці операції відбуваються в раціональному режимі з дотриманням зоотехнічних вимог як до розміру частинок кормових компонентів, так і до однорідності одержаної сумішки. Проведені пошуки дали можливість розробити дробарки-змішувачі ДС-20 “Вінничанка” та ДИС-1М, а згодом більш вдосконалену конструкцію – ИСК-3, які застосовувалися в лініях кормоцехів для великої рогатої худоби.

Зростання навантаження на кормопереробні машини за кількістю переробленого матеріалу поставило питання про підвищення їхньої довговічності та технологічної надійності. У першу чергу це стосувалося робочих органів дробарок – молотків та дек. У цьому напрямі, особливо з дослідження можливостей застосування різних конструкційних твердих матеріалів та їх композиційних поєднань для виготовлення молотків, було виконано багато робіт не лише в організаціях сільськогосподарського машинобудування, а й у співдружності з відповідними інститутами АН України. Але, незважаючи на відпрацьовані раціональні рекомендації, застосування зміцнених молотків не знайшло належного використання перш за все через їхню високу вартість. Щодо дек камери подрібнення, то підвищення їхньої довговічності було вирішено шляхом проведення відбілювання чавунних заготовок дек.

Однією з природних тенденцій розвитку зернопереробних машин було підвищення робочих швидкостей, потужностей та крутних моментів. У XIX ст. в Росії динаміка технологічних машин майже не вивчалася. Перші дослідження стосувалися саме сільськогосподарських машин. В основному розглядалися задачі кінетостатики, зрівноваження мас підбору махових мас, та деякі питання крутильних коливань. Базові підходи при дослідженнях ґрунтувалися на працях акад. В.П. Горячкіна [2, с. 134–152; 3, с. 7–29]. У середині XX ст. були проведені ґрунтовні дослідження динаміки зернопереробних машин, на основі яких були розроблені методики практичного розрахунку динамічних показників роботи дробарок. Таким чином, починаючи з шестидесятих років, визначення динамічних режимів подрібнювачів можна було проводити вже на стадіях виконання проектно-конструкторських робіт.

Накопичення значної кількості технічних рішень із подрібнення кормового зерна, з одного боку, та розширення зон застосування подрібнювачів стосовно різних типорозмірів ферм і комплектації потокових технологічних ліній, з другого боку, привели до появи великої різнотипності

машин з низьким коефіцієнтом повторності деталей, а відповідно і великої різномірності заводської технологічної оснастки. Крім того, ускладнювались умови ремонту дробарок. Таке протиріччя, починаючи з 70-х років, вирішувалося шляхом побудови параметричних рядів однотипних подрібнювачів [11, с. 10–12]. Наукові та конструкторські основи створення типорозмірного ряду дробарок для подрібнення зерна і грубих кормів із продуктивністю від 1 т/год. до 8 т/год були запропоновані Ф.С. Кірпічниковим [8, с. 117]. Але в зв'язку зі зменшенням використання агрегатів для приготування вітамінного трав'яного борошна, які комплектувалися молотковими дробарками, цей ряд дробарок був упроваджений лише частково. Дещо іншу направленість мав типорозмірний ряд молоткових дробарок, розроблений і впроваджений у виробництво М.Ф. Рожківським. Цей ряд призначався для подрібнення зерна, початків кукурудзи та інгредієнтів білково-мінеральних добавок і включав у себе 4 типорозміри дробарок із продуктивністю 3; 5; 10 та 30 т/год. [14, с. 17–19].

Для підвищення довговічності робочих органів зернових подрібнювачів, особливо при наявності в сировині металевих феромагнітних домішок, починаючи з середини ХХ ст., конструкції машин укомплектовувалися магнітними сепараторами. Вони відділяли дрібні металеві включення, але не утримували більш крупні частинки – болти, гайки і т.п. Що ж до очистки сировини від твердих домішок мінерального походження, то приходилося застосовувати спеціальні очисні пристрої з власними приводами. Раціональним вирішенням цього питання можна вважати застосування пристроїв супутнього очищення зерна від твердих домішок у системах подачі матеріалу в камеру подрібнення: в шнекових конвеєрах, подавальних лотках, пневмопотоках. Використання пристроїв супутнього очищення спрощує конструктивне рішення і зменшує енергозатрати.

Створення подрібнювачів кормів довгий час було пов'язане з застосуванням індивідуального методу конструювання виробів. Основний його недолік у тому, що кожна новостворена машина розробляється як оригінальна,

для якої всі елементи (крім купованих та уніфікованих) розробляються як можливі для використання лише в даній машині. Значний резерв прискорення створення машин і спрощення їх виготовлення мав перехід від індивідуального до системного методу проектування, оснований на блочно-модульному принципі, при якому подрібнювачі komponуються із автономних, універсальних елементів (блок-модулів), що мають властивості взаємосумісності. При цьому блок-модулі повинні створюватися з урахуванням прогресивних конструктивних і технологічних рішень, відповідати вимогам надійності та довговічності. Впровадження блочно-модульного конструювання вимагає значної підготовчої роботи – створення елементної бази [4, с. 7–9]. У 80-х роках цей принцип був застосований при створенні комплекту дробарок ДМ-Ф-4, який складався із 4 одиниць уніфікованих машин.

Застосування решета в дробарках зерна, яке довгий час було єдиним типом технічного вирішення сепарації продуктів помелу, передбачало ступінчасту зміну розмірної характеристики продуктів помелу. Це часом не влаштовувало одержання потрібного розміру модуля помелу, а відповідно приводило до перевитрати корму тваринами. З початком розробки безрешітних дробарок з'явилася можливість перейти на безступінчасте регулювання якості одержаного продукту. Системи безступінчастого регулювання якості продукту передбачали або зміну напряму подачі супутнього повітряного потоку на продуктивний потік при виході із камери подрібнення (дробарки ДБ-5 та ДМ-Ф-4), або регулювання зазору між молотками і деками (дробарки типу ДМБ).

Суттєвим заходом підвищення технічного рівня зернових подрібнювачів було застосування систем автоматичного управління і керування їхньою роботою. Уперше система автоматичного керування подачі зерна в камеру подрібнення була розроблена Л.П. Дмитренко та П.В. Олійником і впроваджена в зерновій дробарці ДБ-5 (1981 р.), а дещо пізніше (1983 р.) була автоматизована універсальна дробарка ДКМ-5. У подальшому була розроблена

багатоопераційна автоматизована система керування роботою дробарки з використанням мікропроцесора.

Оскільки в процесі експлуатації дробарок має місце зношування робочих органів, що впливає на якість продуктів помелу, то періодично необхідно було виконувати переналагодження режиму роботи, що в умовах виробництва не виконувалося. Детальне вивчення параметрів повітряних потоків у молотковій дробарці та управління ними дало можливість спроектувати камеру подрібнення таким чином, що в процесі зношування молотків відбувається саморегуляція продуктового та повітряних потоків, внаслідок чого стабілізується якість подрібнення, а при досягненні ступеня зношування до допустимої величини процес подрібнення припиняється. Ці технічні рішення знайшли впровадження в роздільній камері дробарки ДМ-Ф-4.

У 90-і роки значної уваги набули роботи з підвищення довговічності робочих органів і дробарок у цілому конструкторсько-технологічними методами. Такий напрямок у поєднанні з застосуванням деталей підвищеної довговічності дозволяє значно підняти наробіток дробарок, зменшити витрати на проведення технічного сервісу. Одним із прикладів, що знайшов впровадження в дробарках ДЗ-Ф-2, є застосування молотків, профіль яких сприяє покращенню взаємодії зерна з поверхнею робочих органів. Щодо зернових дробарок, то за останні 10-15 років відпрацьовано досить немало рекомендацій, які дають змогу внести відповідні пропозиції при конструюванні машин [9].

При зростанні швидкості молотків ефективність подрібнення покращується, однак різко зростають затрати енергії на вентиляційний ефект дробарки. Проведеними дослідженнями з підвищення технічного рівня дробарок були визначені напрями утилізації енергії швидкісного потоку в камері подрібнення, результати яких реалізовані в дробарках ДЗ-Ф-2 та ДМ-Ф-4. Енергію швидкісного потоку використано на доподрібнення крупної фракції та сепарацію з потоку заданої фракції [6, 7]. Вказані результати наукових досліджень дозволили підвищити продуктивність дробарок на 20-30% та

зменшити металомісткість на 15-20 %. У конструкціях указаних дробарок також застосована система механічної синхронізації подачі завантажувального шнека з продуктивністю дробарки.

Починаючи з середини 80-х років, в Україні відбувається розукрупнення тваринницьких ферм. Відповідно використання на них існуючих засобів механізації, розрахованих на середні і крупні ферми, стало економічно збитковим. У зв'язку з такими обставинами постало питання про створення кормопереробних машин, пристосованих до зменшених добових обсягів кормів, але з використанням у них технічного рівня та кращих технічних рішень, які вже зарекомендували себе в умовах середніх ферм. Це вимагало перегляду існуючих структурних схем зернових дробарок та проведення аналізу відповідності розроблених конструктивних елементів та їх поєднання в машинах при менших характеристиках із металомісткості і енергомісткості. Проведені дослідження дозволили підібрати елементну базу і створити серію зернових дробарок, ефективних для застосування на малих фермах. Основним принципом створення вказаних дробарок стали: комбіноване проведення основних та допоміжних операцій, спрощення систем приводу, організація зручності технологічного обслуговування [10, 12].

В умовах малих ферм більш доцільними виявилися дробарки з центральною подачею матеріалу, бо вони дозволяють організувати самозабір зернової сировини із сховищ, відділення домішок та вивантаження подрібненого продукту. Причому ці допоміжні операції можуть виконуватися за рахунок енергії пневмопотоків на вході в камеру подрібнення та на виході з неї без застосування додаткових електродвигунів. Дробарки з пристроями транспортування почали розроблятися в 90-і роки. Вони знайшли застосування як у складі потокових технологічних ліній приготування концентратних сумішок, так і самостійно як окремі машини.

Перехід на застосування при переробці зерна ресурсозберігаючих технологій завжди був обов'язковим при створенні подрібнювачів, але більш пильна увага до цього була звернена в 80-х роках. Законодавчою базою цього

напряму став розроблений в Україні стандарт обмежуючих за величиною параметрів дробарок і подрібнювачів кормів, в якому були вказані значення основних показників як для освоєних виробів, так і для нових розробок. У кінці 90-х років питання всебічного переходу на ресурсозберігаючі технології стало особливо гострим у зв'язку з підвищенням вартості енергоносіїв та металу. Такі розробки виконуються в двох напрямках: шляхом використання потенційних резервів технічних рішень, уже закладених в існуючих зразках дробарок, та пошуку технічних можливостей використання нових фізичних явищ подрібнення матеріалів. Щодо першого напрямку, то за останній час з'явилося декілька зразків дробарок, які мають покращені характеристики. Ресурсозбереження при переробці зерна вимагає визначення функціональних залежностей між якісними та кількісними показниками дробарки і питомими витратами енергії, металу та праці. Тобто для створення можливостей розробляти перспективні конструкції зернових дробарок, необхідно провести дослідження з енергетичного ресурсозбереження процесів подрібнення, зменшення затрат праці і полегшення функціональної зайнятості операторів та зі зниження питомої металомісткості машин.

Викладені вище дані з розвитку зернопереробних машин свідчать, що в процесі їхньої технологічної та технічної доробки було використано багато раціональних доповнень, які в цілому дозволили підняти їх рівень, зменшити ресурсні затрати та автоматизувати процес переробки зерна. Таким чином, у сучасному узагальненому вигляді поняття “зернопереробна машина”, як і багато інших технологічних машин на сучасному етапі, може бути віднесене до рівня розвитку, визначеного акад. І.І. Артоболевським як “пристрій, створений людиною для використання законів природи з метою полегшення фізичної і розумової праці, збільшення її продуктивності шляхом повної або часткової заміни людини в її трудових і фізіологічних функціях” [1, с. 25, 26].

Список використаної літератури

1. *Артоболевский И.И.* Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский // Очерки развития техники в СССР. Развитие машиностроения. – М. : Наука, 1970. – С. 25–33.
2. *Горячкин В. П.* Теория барабана / В. П. Горячкин // Собрание сочинений. – М. : Колос, 1968. – Т. 3. – С. 134–152.
3. *Горячкин В. П.* Теория массы и скоростей сельскохозяйственных машин и орудий / В. П. Горячкин // Теория, конструкция и производство с.-х. машин. – М. ; Л.: Сельхозгиз, 1935. – Т. 1. – С. 7–29.
4. *Зайцев А. Н.* Разработка блочно-модульных конструкций – перспективное направление в создании измельчителей и дробилок кормов / А. Н. Зайцев, Л. И. Туриянский // Актуальные вопросы разработки типажа измельчителей и дробилок для кормоприготовления. – К.: 1987. – С. 7–9.
5. *Иванов Б. И.* Становление и развитие технических наук / Б. И. Иванов, В. В. Чешев. – Л.: Наука, 1977. – 263 с.
6. *Исследование* и разработка безрешетной зерновой дробилки для мелких ферм производительностью 2 т/час (рукопись) / ВНИИживмаш. – К., 1988. – 56 с.
7. *Исследование* и совершенствование безрешетной дробилки зерна, обеспечивающее повышение ее технического уровня (рукопись) / ВНИИживмаш. – К., 1987. – 92 с.
8. *Кирпичников Ф. С.* Унифицированный ряд дробилок для измельчения зерна и листостебельной массы (рукопись) / Ф. С. Кирпичников; ВНИИживмаш. – К., 1980. – 117 с.
9. *Новицький А. В.* Підвищення безвідказності кормодробарок конструкторсько-технологічними методами на основі структурного аналізу їх надійності: дис. ... канд. техн. наук / А. В. Новицький. – К., 2001. – 171 с.
10. *Обґрунтування* структури схеми та основних параметрів, розробка типорозмірного ряду дробарок кормів для малих і фермерських господарств / НДІТТ НАУ. – К., 2004. – 149 с.
11. *Пилипенко О. М.* Особенности разработки конструкций измельчителей и дробилок кормов. Актуальные вопросы разработки типажа измельчителей и дробилок для кормоприготовления / О. М. Пилипенко, Ю. Г. Гранаткін. – К., 1987. – 73 с.
12. *Пилипенко О. М.* Аналіз і вибір принципів технічних рішень для застосування в конструкціях зернових дробарок малих ферм / О. М. Пилипенко, Л. М. Павліченко, С. М. Чибис // Вісн. ХДТУСГ. – Х., 2001 – Вип. 8, т. 2. Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. – С. 295–299.
13. *Ревенко І. І.* Подрібнювачі фуражного зерна на межі ХІХ–ХХ ст. та їх ринок на території нашої країни / І. І. Ревенко, О. С. Мудрук, С. М. Смиківський // Зб. праць Вінницького держ. аграр. ун-ту. – Вінниця, 2005. – Вип. 20. – С. 119–127.

14. *Рожковський Н. Ф.* Розробка прогресивної технології і створення родинства безрешетних молоткових дробилок для измельчення кормових матеріалів / Н. Ф. Рожковський.// Актуальні питання розробки типажу измельчителів і дробилок для кормоприготування. – К., 1987. – С. 17–19.