

УДК 631.361.43: 664.788

## **ПЕРСПЕКТИВНІ КОНЦЕПЦІЇ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ АПК**

Шпиганович Т.О., інженер,  
Ялпачик О.В., інженер  
*Таврійський державний агротехнологічний університет*  
Тел. (0619) 42-13-06

**Анотація** - Робота присвячена аналізу стану та визначенню перспективних концепцій розробки технологічного обладнання зернопереробних виробництв АПК.

**Ключові слова** – агропромисловий комплекс, зернопереробні виробництва, аналіз стану, перспективні концепції, розробка, технологічне обладнання.

**Постановка проблеми.** Важливою умовою поліпшення забезпечення населення України продовольчими продуктами є розвиток технічної бази зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. У сфері переробної галузі агропромислового комплексу (АПК) формується до 70 % загального товарообігу країни. Переробній галузі АПК належить друге місце за обсягом валової продукції після машинобудування і третє — за кількістю робочих місць. Тільки за рахунок скорочення витрат і поглиблення переробки харчової сировини можна збільшити виробництво продуктів харчування на 25...30 % [1, 2].

Проте в галузі АПК та в інших галузях народного господарства країни виникають певні труднощі в розвитку переробної галузі, вдосконаленні технологій та обладнання, підвищенні якості продукції, що виробляється. Останніми роками населенню реалізовано менше ніж 40 % сільськогосподарської продукції в переробленому вигляді, тоді як у країнах Європи цей показник досягає 80 %. Дуже великою є частка ручної праці в переробній галузі країни (40...50 %). Низькими є також продуктивність і надійність технологічного обладнання [1, 2].

**Аналіз останніх досліджень.** Як засвідчує практика розвинутих країн і вітчизняний досвід останнього десятиріччя, різке піднесення аграрного виробництва в часі повністю збігається з активізацією процесів наукового пошуку, технічного прогресу, оптимізацією ресурсного забезпечення виробництва, широким впровадженням переробних виробництв безпосередньо на місці виробництва сировини. Кращі досягнення в сільському господарстві

України були закономірним результатом розробки і наукового виробничого впровадження інтенсивних технологій, їх комплексного матеріально-технічного забезпечення. Доказом цього було прийняття у 1992 році Національної програми створення системи машин для сільського господарства, яка включає розробку машин для виробництва і переробки зернових, технічних культур, продукції тваринництва [2].

Відповідно до наукових концепцій розвитку кормовиробництва в Україні потужність підприємств комбікормової промисловості необхідно збільшити до 30 млн. т на рік, і це, на думку науковців, треба здійснити в основному за рахунок введення в експлуатацію сучасних малогабаритних комбікормових агрегатів безпосередньо в господарствах, особливо у віддалених від комбікормових заводів [3].

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].

Мабуть, такі установки повинні забезпечуватися різними добавками, однак інші їхні операції, наприклад, дозування, подрібнення, змішування й т.д., повинні здійснюватися на високому технічному рівні з повною механізацією.

Виготовлення установок із широким використанням принципів агрегаткування, комплектна поставка технологічного, транспортного й електротехнічного обладнання, а також необхідних несучих конструкцій, забезпечують одержання швидкого прибутку від виробництва якісної продукції з низькою собівартістю.

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].

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є проведення аналізу останніх досягнень по створенню обладнання для переробки зерна та визначенню перспективних концепцій розробки технологічного обладнання зернопереробних виробництв АПК.

**Основна частина.** Значна увага переробній галузі АПК викликана тим, що щорічні темпи приросту продукції сільського господарства в Україні значно випереджають річні темпи експорту продукції переробної галузі, що ніяк не відповідає можливостям продуктивних сил суспільства. У наш час рівень експорту сільськогосподарської сировини України зростає і збільшується

імпорт продуктів харчування, що гальмує економічне зростання галузі сільськогосподарського виробництва та економіки країни в цілому.

Промисловістю України випускається значна кількість найменувань машин і технічних засобів для переробних підприємств рослинної і тваринної сировини, в тому числі найпоширеніших на селі виробництв, зокрема млинів, крупорушок, комбікормових агрегатів, комплектного обладнання для переробки олійних культур тощо, у зв'язку з цим збільшується доля продукції цих виробництв в загальній масі продукції, що виробляється підприємствами АПК в цілому.

Комплектне обладнання і технологічні лінії сільськогосподарського призначення складаються із невеликої кількості машин, мають просту будову, відносно дешеві і користуються попитом у сільськогосподарського споживача. Однак, вироблені продукти не завжди відповідають стандартам за показниками якості, їх виходи нижчі нормативних на 10...15 %, значна частина продовольчого зерна потрапляє у відходи, енергомісткість зернопродуктів значно завищена в порівнянні з продукцією промислових підприємств.

Тому в умовах ринкових відносин вкрай загостреної енергетичної кризи існує нагальна потреба у виконанні оцінки технічного рівня машин і реальних витрат на перероблення зерна та іншої сировини сільськогосподарськими підприємствами та визначення напрямку удосконалення обладнання. Розв'язування цієї задачі включає такі етапи: вибір чисельних та якісних характеристик (критеріїв) машин для порівняльного аналізу; вибір кращих вітчизняних та зарубіжних аналогів технологій і машин, що їх реалізують; власне, проведення порівняльного аналізу за технічними і економічними критеріями та вибір кращого варіанта з них.

Сьогодні в нашій країні і за кордоном практично відсутні алгоритми створення технічних рішень, необхідних для реалізації наступних поколінь машинних технологій. Одна з головних причин виникнення такого стану полягає в тому, що кожне новостворене технологічне рішення в більшості випадків базується на вже існуючих рішеннях. Тобто кількість створюваних технологічних рішень переходить до нескінченності. Якоюсь мірою ця нескінченність прогнозується за допомогою різноманітних моделей, ефективність яких, зазвичай, є недостатньою для проектувальників та виробників [6, 7].

З позиції системного аналізу процес переробки зерна, включаючи його сепарування та подрібнення, можна представити у вигляді моделі детермінованої системи з явно вираженою цільовою функцією, що дозволяє оптимізувати режими роботи обладнання. Мінливість властивостей сировини приводить до зміни зовнішніх впливів на робочі органи машин (зернові сепаратори, дробарки тощо). Воно проявляється в нерівномірному їхньому завантаженні, показниках якості й сумарних енергетичних витрат.

У зв'язку із цим для рішення розглянутого завдання необхідний системний підхід, при якому дослідження доцільно проводити по відповідних взаємозалежних підсистемах. Головне при цьому полягає в науковому їхньому обґрунтуванні відповідно до критеріїв оптимальності, які в комплексі забезпечують реалізацію принципів енергозбереження [8, 9].

Заходи щодо реалізації стратегії енергозбереження згруповані И.Ф. Бородіним у чотири головні напрямки [10]:

- організаційний (використання потенціалу рослин і тварин, оптимізація енергозбереження, нормування й облік енергоспоживання, раціональне технічне обслуговування);

- технологічний (модернізація технологій, перехід на енергозберігаючі технології, їхня інтенсифікація, використання біоенергії тварин і рослин);

- технічний (використання малоенергоємного обладнання, автоматизація технологічних процесів, збільшення надійності й термінів служби техніки);

- енергетичний (підвищення к.к.д. енергоспоживання, використання вторинної енергії, енергії місцевих енергоносіїв).

Одним зі шляхів рішення проблем, що зачіпає всі чотири напрямки, є розробка основ синтезу багатоопераційних агрегатів з метою максимально можливого скорочення витрат на допоміжні процеси [11].

У якості шляхів виходу із кризи також слід зазначити пошук альтернативних джерел енергії й підвищення к.к.д. використання енергії, створення високонадійного недорогого обладнання, побудованого на блочно-модульному принципі з поліпшеними показниками по питомій енерго- і матеріалоемності, як для малих фермерських господарств, так і для великих переробних підприємств, що є основою продовольчої бази країни [11,12,13,14].

Задовольнити високим сучасним вимогам і реалізувати відзначені перспективні напрямки вдосконалювання обладнання можуть лише нові типи машин, засновані на принципах дії, що якісно відрізняються від традиційних. Одними з перспективних і добре зарекомендованих на практиці підходів до розробки сучасного обладнання є методи системності [15] та ідеалізації [16].

В основі побудови технологічних ліній сучасних переробних і харчових підприємств лежать особливості ідеального технологічного потоку В.А. Панфілова [15]. Пошук сучасних конструктивних і технологічних рішень окремих видів обладнання повинен ґрунтуватися на спеціальних моделях. При розробці обладнання для класифікації й сепарації сипучих матеріалів можна використовувати модель ідеального сепаратора Н.Е. Авдєєва [16]. При вдосконалюванні конструкцій молоткових дробарок можна використовувати трьох елементну фізичну модель дробарки, запропоновану С.В. Мельниковим [17], або представити робочий

процес дробарки як марковський процес «розмноження й загибелі» по В.Р. Алешкину [18], або як модель пошарового дроблення, що розробив В.И. Сироватка [19].

Аналіз результатів останніх досліджень багатьох авторів, а також власні дослідження дозволили зробити висновок, що для подрібнення зерна ефективно використовувати прямий удар [20,21,22,23]. Так експериментально встановлено [24], 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% [24].

Нами розроблено спосіб та пристрій для подрібнення зерна прямим ударом робочим органом у вигляді металевих струн [21,22]. Така дробарка прямого удару з попередньою сепарацією зернового матеріалу досить компактна, не потребує використання потужного привідного обладнання й може ефективно використовуватися на малих тваринницьких фермах [20].

Аналіз наукових публікацій дозволив виявити наступні найбільш перспективні шляхи вдосконалення конструкцій дробарок прямого удару[23]:

- 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.

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 [20].

Напрямок інтенсифікації процесу гравітаційного сепарування за допомогою клиноподібного отвору, що просіює, є виконання

розділяючої поверхні з поздовжнім перетином у формі кривої брахистохронної властивості.

Гравітаційний сепаратор сипучих матеріалів, використовуваний у дробарці прямого удару, в основу роботи якого закладений принцип ідеального сепаратора, дозволяє оперативно змінювати крупність готового продукту без зупинки технологічного процесу і руху оброблюваної суміші при переході її з кінця попередньої поверхні, що просіває, на початок наступної. Таке технічне рішення обумовлює компактність сепаратора та простоту конструктивного виконання [20].

Процес створення перспективних машинних технологій та технічних засобів автори статті [6] пропонують здійснювати в два етапи.

Перший етап - розробка нових способів здійснення машинних технологій. Він базується на основі загальних технологій, які включають декілька окремих процесів, у тому числі створення способів сепарування та подрібнення зерна для реалізації окремих технологічних процесів робочих органів, тобто тих, що входять до складу основної технології переробки зерна.

Другий етап - проектування та виробництво, тобто впровадження нових технологічних рішень у машинні лінії.

Обидва етапи є взаємопов'язаними між собою й визначають рівень машин та технологій, що розробляються.

**Висновки.** Аналіз наукових публікацій по створенню обладнання для переробки зерна на базі багатоопераційних агрегатів дозволив зробити висновок про необхідність проектування агрегату, що сполучав би в собі функції сепаратора й подрібнювача зерна [20]. Даний агрегат повинен відрізнятися низькою енергоємністю процесу переробки зерна, високою продуктивністю і якістю продукції. Цього можна досягти застосуванням гравітаційного способу сепарування зерна перед його подрібненням [21], застосуванням спеціальних поділяючих поверхонь, наприклад, брахистохронної властивості, створенням спрямованих потоків однорідних по розмірах зерен на подрібнення за допомогою таутохронних поверхонь, раціональної організації робочого процесу подрібнення, усунення багаторазового впливу робочих органів на продукт подрібнення та використання прямого удару [22,23].

#### Література

1. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв/[ Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздев О.В. та ін.]; за ред. О.В. Дацишина. – Вінниця: Нова книга, 2008. – 488 с.
2. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: /[О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялчак, Ю.П. Рогач, М.М. Сердюк]. – К.: Вища освіта. 2006. – 479 с.
3. Погорілий Л. Малогабаритні комбікормові агрегати за рубежем / Л. Погорілий, В Ясенецький.. Техніка АПК. 1997. №4.- С. 6-7.

4. *Богданов Є.В.* Обґрунтування технологічного процесу та розробка конструкції вібраційного дозатора мобільного комбікормо-приготувального агрегату. Автореф. дис. ...канд. техн. наук. / Є.В. Богданов. - Луганськ. – 2006. 20 с.
5. *Демский А.Б.* Комплектне зерноперерабатывающие установки малой мощности / А.Б. Демский. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 264с.
6. *Кошулько В.С.* Алгоритм пошуку технічних рішень процесів післязбиральної обробки зерна / В.С. Козулько, Ю.О. Чурсінов. Вісник Дніпропетровського ДАУ. 2008. №1. С. 35 – 38.
7. *Жук Д.К.* Построение современных систем автоматизированного проектирования / Д.К. Жук. – К.: Наукова думка, 1983. – 205 с.
8. *Ермичев В.А.* Энергосбережение в технологиях кормопроизводства / В.А. Ермичев, А.И. Купреенко // МЭСХ. 2005. №4. С. 11 – 13.
9. *Сергеев А.Л.* Концепции совершенствования системы механизации растениеводства / А.Л.Сергеев // МЭСХ. 1987. №9. С. 20 – 24.
10. *Бородин И.Ф.* Проблемы электроэнергетики// Энергосбережение в сельском хозяйстве/ И.Ф. Бородин // Тезисы докладов международной научно-технической конференции. Часть 1.-М.-ВИЭСХ, 1998.-С. 11-13.
11. *Липкович Э.И.* Элементно - агрегатная база: концепция и методические основы разработки / Э.И. Липкович // Вестник РАСХН. - 1996. - № 6. - С. 4-7.
12. *Жалнин Э.В.* Аксиоматизация как метод обобщения научных знаний / Э.В. Жаннин, О.Н. Котова //Вестник РАСХН. -1999. - № 3. - С. 11-14.
13. *Кормановский Л.П.* Энергосбережение - первостепенная задача в предстоящем столетии / Л.П. Кормановский // Техника в сельском хозяйстве. -1999. - № 3. - С. 6.
14. *Антипов С.Т.* Научно-технический потенциал агропромышленного производства / С.Т. Антипов // Модернизация существующего и разработка новых видов оборудования для пищевой промышленности: Сб. науч. тр./ Воронеж, гос. технол. акад. - Воронеж, 1995. - Вып. 5. - С. 4 - 8.
15. *Панфилов В.А.* Технологические линии пищевых производств (теория технологического потока). / В.А. Панфилов. - М.: Колос, 1993. - 288 с.
16. *Авдеев Н.Е.* Принципы построения модели идеального сепаратора / Н.Е. Авдеев // Докл. ВАСХНИЛ. - 1978. -№ Ц.-С. 38-40.
17. *Мельников С.В.* Моделирование рабочего процесса в молотковой кормодробилке / С.В. Мельник // Механизация сельскохозяйственного производства: Зап. Ленинградского СХИ. - Л., 1968.-т. 119.-Вып. 1.-С. 113-117.
18. *Алешкин В.Р.* Вероятностно - статистическое исследование рабочего процесса и факторов, влияющих на эффективность работы молотковых кормодробилок: Автореф. дис... канд. техн. наук. / В.Р. Алешкин - Ленинград - Пушкин, 1968.-25 с.

19. 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.
20. Шпиганович Т.О. Дробарка прямого удара 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.
21. Пат. на винахід № 86897. Україна, А23N5/00/ Пристрій для лущення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Шпиганович Т.О., Гвоздев О. В. Опубл. 25.05.2009; Бюл.№10 – 4 с.
22. Пат. на винахід № 76556. Україна, А23N5/00/ Пристрій для лущення та подрібнення зерна./ Ялпачик Ф.Ю., Фучаджи Н.О., Гвоздева Т.О. Опубл. 15.08.2006; Бюл.№8 – 4 с.
23. 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.
24. Фучаджи Н.О. Оптимізація технологічного процесу лущення власнокруп'яних культур. Автореф. дис. ...канд. техн. наук. / Н.О. Фучаджи. - Херсон – 2006. 20 с.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ АПК

Шпиганович Т.О., Ялпачик О.В.

**Аннотация** - Работа посвящена анализу состояния и определению перспективных концепций разработки технологического оснащения зерноперерабатывающих производств АПК.

## PERSPECTIVE CONCEPTIONS OF DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF GRAIN PROCESSING FACTORIES OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

T. Shpiganovich, O. Yalpachik

### *Summary*

The work deals with the analysis of state and determination of perspective conceptions of development of technological equipment of grain processing factories of agro-industrial complex.