



МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, ВИКОНАВЧІ ОРГАНИ ТА МАШИНИ ДЛЯ РОСЛИННИЦТВА

УДК 539.432:60

ВІД КЛАСИЧНИХ ОСНОВ ЗЕМЛЕРОБСЬКОЇ МЕХАНІКИ ДО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН МАЙБУТНЬОГО

В.М. Булгаков, академік НААН,
НУБіП України;

А.С. Заришняк, академік НААН,
Президія НААН України;

I.В. Головач, докт. техн. наук
НУБіП України

Розглянуті перспективи розвитку сільськогосподарських машин і механічного обладнання агропромислового виробництва у світлі використання класичних основ землеробської механіки й сучасних наукових досліджень та розроблених технологій.

Ключові слова: землеробська механіка, наукові дослідження, теорія, розрахунок, сільськогосподарські машини, робототехніка, мехатроніка.

Проблема. Стратегічним завданням будь-якої технічно розвиненої країни є створення конкурентоздатного агропромислового виробництва, що може забезпечити її продовольчу безпеку та інтеграцію у світове сільськогосподарське виробництво. Таке виробництво має ґрунтуватись на високоінтенсивних екологічно чистих та енергозберігаючих технологіях. Розвиток технічної і наукової бази та використання на її основі передових технологій створюють необхідні умови для

© В.М. Булгаков, А.С. Заришняк, I.В. Головач.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 96. 2012.

успішного здійснення таких завдань. Так, завдяки розвитку землеробської механіки, електроніки, біотехнологій вже сьогодні створені механічно і електрично взаємозв'язані технологічні лінії, автоматизовані комплекси, сучасні об'єктоорієнтовані сільськогосподарські машини.

Мета дослідження. Визначити основні світові пріоритети наукових і конструкторсько-технологічних напрацювань, що забезпечують створення сільськогосподарських машин та обладнання агропромислового виробництва сучасного та перспективного технічних рівнів.

Основний зміст дослідження. Проаналізуємо, на якій аналітичній базі ґрунтуються створення сільськогосподарських машин та обладнання агропромислового виробництва. В першу чергу, це землеробська механіка, яка є фундаментальною технічною науковою, що розвивається в тісному зв'язку з вимогами сільськогосподарського виробництва і вивчає механіку сільськогосподарських середовищ і матеріалів, технологічних процесів і операцій, машин і механізмів, машинних агрегатів, потокових ліній і систем машин, динаміку системи “людина – машина” у сільському господарстві, а також технологічні процеси, що базуються на використанні немеханічних (теплових, електричних та ін.) видів енергії, і розробляє методи інженерного розрахунку і проектування для механізації і автоматизації сільського господарства [1].

Таким чином, землеробська механіка розробляє науково – технічні та механіко – математичні методи побудови необхідних для сільськогосподарського виробництва механічних систем, зокрема, знарядь виробництва, машин і машинних агрегатів, тобто фактично є теоретичною основою усієї сільськогосподарської техніки. Безперечно, що теоретичні дослідження взаємодії робочих органів з різними матеріалами, методи описання складних динамічних систем дають можливість розробити методику розрахунку конструктивних параметрів і технологічних режимів роботи сільськогосподарських машин, зменшити затрати коштів і часу на експериментальні дослідження. Для обґрутування параметрів сільськогосподарських знарядь та машин з урахуванням динамічних навантажень і взаємодії робочих органів з ґрунтом чи матеріалом потрібні глибокі знання з землеробської механіки, яку засновник цієї науки, академік В.П. Горячкін охарактеризував як “посередника між механікою і природознавством, тобто механікою мертвого і живого тіла”. Тобто, методологічною основою землеробської механіки є три елементи, які складають технологічний процес: об'єкт обробки, робочий орган і енергетичний засіб.

Фактично з часів початку механізації сільського господарства землеробська механіка складає її початкову фундаментальну наукову базу. Протягом майже століття ця наука формувала власні першочергові актуальні проблеми та конкретні науково-технічні завдання, такі як:

1. Загальні теоретичні основи і методи досліджень сільськогосподарських машин;
2. Механіка сільськогосподарських середовищ і матеріалів;
3. Механіка технологічних процесів виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції;
4. Механіка технологічних процесів виробництва, переробки і зберігання тваринницької продукції;
5. Динаміка мобільних енергетичних засобів;
6. Розробка і застосування технологій системи точного землеробства і тваринництва у сільськогосподарському виробництві;
7. Механіка сільськогосподарських машин, механізмів, приводів і роботів;
8. Механіка корозійно-механічного зношення сільськогосподарської техніки та засобів підвищення її надійності;
9. Динаміка системи “людина – машина” у сільськогосподарському виробництві;
10. Інженерний розрахунок і проектування систем і комплексів машин у сільському господарстві;
11. Теоретичні основи автоматичного керування процесами сільськогосподарського виробництва;
12. Основи використання електротехнологій у сільськогосподарському виробництві;
13. Механіка сільськогосподарського транспорту;
14. Теоретичні основи метрології, якості і стандартизації у сільському господарстві;
15. Теоретичні основи розробки і використання методів і технічних засобів застосування “нанотехнологій” у сільському господарстві.

Зараз, коли бурхливий розвиток фундаментальних і прикладних наук та світового науково-технічного прогресу майже докорінно змінює навіть уявлення про можливості новітніх технологій та сучасних технічних систем, необхідно й суттєво змінювати зміст і наповнення агроніженерних наук.

А які ж основні стратегічні завдання зараз тут необхідні?

На нашу думку, насамперед, необхідне поєднання механізації і автоматизації у комплексі із застосуванням електротехнічних і електро-

нних засобів, що буде вимагати подальшого розвитку відповідних методів обробки і аналізу вхідних параметрів та керування виробничими процесами у сільському господарстві. Поряд з цим, інтенсивне використання засобів і методів автоматизації, інформатизації машин, агрегатів і потокових ліній, що застосовуються у сільському господарстві вже сьогодні обмежується фізіологічними можливостями людини-оператора. Складність сучасних технологічних процесів управління може значно перевищувати людські можливості своєчасної їх оцінки та оптимізації.

Тому, надалі для сільськогосподарської техніки доцільно у виробничих процесах використовувати високоточні роботизовані технології з мінімальною участю людини або взагалі без її безпосередньої участі.

У зв'язку з цим виникла нова (порівняно з механізацією і малою автоматизацією технологічних процесів) сфера виробничої діяльності – роботизація технологічних процесів. Роботизація на сьогоднішній день є однією з основних пріоритетних напрямків розвитку науково-технічної політики у світі, який базується на основі досягнень класичної механіки, біомеханіки, теорії управління, кібернетики та електроніки.

Застосування робототехніки зробило можливим виконання таких робіт і отримання таких результатів, які раніше були абсолютно нездійсненні. Звичайно, поява робототехніки і гнучких виробничих систем не відміняє використання в окремих випадках механічних приладів старого типу (мова йде про відпрацьовані високоефективні робочі органи сільськогосподарських машин та обладнання), застосування малої механізації і автоматизації. Вони можуть удосконалюватися і застосовуватися там, де це вкрай необхідно і доцільно.

Проте, на нашу думку, майбутнє машиновикористання у сільському господарстві стойть за робототехнікою або за гнучкими роботизованими системами. Які ж є зараз для цього підстави?

Насамперед, слід спочатку проаналізувати загальні положення. На сьогоднішній день робототехніка інтенсивно розвивається і являє собою науково-технічну дисципліну, що містить у собі не лише теорію, методи розрахунків і конструювання роботів та їх систем і елементів, але і проблеми комплексної автоматизації виробництва і наукових досліджень роботизації.

Вже найближчим часом очікується помітна інтенсифікація впровадження робототехніки в усі галузі господарства високорозвинутих країн світу. На сьогодні сформульовані наступні загальні принципи

технічної політики при роботизації промислового виробництва:

1. Принцип досягнення кінцевих результатів – означає, що засоби роботизації повинні не просто імітувати або замінити людину, а виконувати виробничі функції швидше, надійніше і краще за людину;

2. Принцип комплексності підходу – диктує необхідність розгляду і зв'язування в єдиному комплексі усіх найважливіших компонентів виробничого процесу: об'єктів виробництва (виробів), технології, основного і допоміжного устаткування, системи управління і обслуговування;

3. Принцип необхідності – визначає застосування засобів роботизації, нехай найсучасніших і найперспективніших, не там, де їх можна пристосувати, а лише там, де без них не можна обійтися;

4. Принцип своєчасності, – що не допускає впровадження і тиражування недостатньо зрілих і відпрацьованих технічних рішень і конструкцій, які можуть тільки дискредитувати ідею роботизації.

Роботи стали реальністю світової економічної системи, і альтернативи їх використанню у промисловому виробництві і наукових дослідженнях немає.

У широкому розумінні робот може бути визначений як технічна система, яка здатна замінити людину або допомагати їй у виконанні різних завдань.

До характерних ознак роботів, які зможуть використовуватись будь-де, слід віднести:

1. Автономність – здатність самостійно виконувати дії або виробничі операції згідно із програмним алгоритмом або за цілеспрямованими командами і умовами змінного зовнішнього середовища;

2. Універсальність – здатність виконувати різноманітні дії або виробничі операції і легко переходити з одного виду дій на інший;

3. Автоматичність – здатність виконувати складні і завершені дії або виробничі цикли без безпосереднього втручання людини-оператора;

4. Антропоморфізм – наділення робота здібностями, які властиві людині: фізичними (силовими), функціональними (руховими) і інтелектуальними;

5. Адаптивність – здатність до цілеспрямованої зміни своєї поведінки під впливом змін зовнішніх умов і до навчання в процесі взаємодії із зовнішнім середовищем (гнучкість).

Виділені в найбільш загальному вигляді ці п'ять ознак досить повно визначають здібності і можливості робота як технічної системи.

При цьому, три перших є абсолютно невід'ємними ознаками будь-якого робота, а дві подальших – четверта і п'ята – в тій чи іншій мірі можуть бути властиві найбільш досконалим роботам.

Стосовно сільськогосподарських роботів треба відзначити, що вони призначені для автоматизації трудомістких і монотонних процесів, які традиційно вимагають значних затрат праці. Okрім операції доїння, яка на сьогодні є найбільш автоматизованою за останні роки, стає можливим створення спеціальних транспортно-технологічних роботизованих пристройів, керованих без водіїв, наприклад, для сівби, оранки, внесення добрив, обприскування посівів, обрізування зайвих пагонів тощо.

Співробітники університету Копенгагена вважають, що майбутнє сільського господарства належить невеликим роботизованим машинам [5]. Такі машини використовують менше енергії і добрив, щадять ґрунт, з ними немає потреби вивозити урожай в один захід. Роботи-працівники можуть працювати на полі скільки завгодно, у будь-який час, щоб знімати тільки стиглі плоди.

Нешодавно компанія Vision Robotics з Каліфорнії (США) вже створила робота-збирача апельсинів [5]. Такий робот, використовуючи стереоскопічні камери, ідентифікує стиглі плоди на деревах, а вісім м'яких захоплювачів робота знімають кожен апельсин. Тривимірна модель дерева, яка створюється роботом у процесі збирання плодів, може використовуватись і пізніше – в наступні дні. Робот-збирач складається з двох модулів: один – з системою спостереження, а інший – із захоплювачів для збору апельсин. Компанія продовжує розробку цього проекту і працює над проблемою збирання яблук. Ця компанія розробляє і інші сільськогосподарські роботи: наприклад, робот для обрізування виноградної лози. У Франції також був розроблений мобільний робот, призначений для автоматичного видалення зайвих пагонів виноградної лози, а японська фірма Toshiba вже випускає робота-садівника, що може саджати молоді дерева і підрізувати гілки. Двома “пальцями” він скоплює рослину, а спеціальні присоски виключають поломку гілок.

Японські вчені вважають, що нове покоління роботів-садівників повністю виключить втручання людини в такі процеси, як підрізування дерев і кущів, збирання плодів полуниці, пересадка і навіть запилення квітів [6].

Актуальною є задача створення роботів, які зможуть доглядати за тваринами, пасти худобу. Наприклад, австралійська вовняна корпо-

рація прийняла довгострокову програму пошуку ефективних засобів стрижки овець і дійшла висновку, що найкращим є застосування роботів. Дослідження за програмою автоматизованої стрижки привели до розробки в університеті Мельбурна техніки для автоматичного вихоплення із стада овець, розміщення і утримування їх у люльці, подання в робототехнічну машину для стрижки.

Важливим аспектом вдосконалення роботів як принципово нових технічних пристрій є ефективне використання наукових досліджень і досягнень у цій галузі. В результаті останніми роками сформувався новий науково-технічний напрям, який називається мехатронікою. Цей напрям швидко розвивається і органічно поєднує в собі наукові ідеї та принципи механіки, електроніки та інформатики.

Виникнення і розвиток цієї наукової дисципліни обумовлено все більш зростаючим застосуванням у машинах і механізмах різних мініатюрних електронних пристрій, інтегральних мікросхем і мікропроцесорів. Оскільки робототехніка базується на використанні для управління передусім ЕОМ, то роботи є типовими мехатронними пристроями, а науково-технічний потенціал мехатроніки має важливе значення для розвитку прикладної робототехніки.

Але метою вивчення мехатроніки не є роботи як конкретні пристрій, а мехатронні системи в нероздільній єдності механічних і електронних вузлів, в яких здійснюється обмін енергії і інформації. Мехатроніка включає комплекс принципів і засобів механіки, електроніки і інформатики у їх взаємодії в машинах і системах. У сферу її інтересів входить також автоматизація планування і управління підприємством, промислова автоматика і робототехніка, автоматизація транспортних і диспетчерських систем.

Тому, подальший розвиток і вдосконалення нових технологій і форм організації виробництва безпосередньо залежать від досягнень мехатроніки.

Слід також відзначити, що особливість роботизації сільськогосподарського виробництва пов'язана з особливістю властивостей об'єктів цього виробництва, з непостійними в часі параметрами (ґрунту, рослин, тварин), з безперервністю процесів виробництва продукції і циклічністю її отримання. У цих умовах робототехнічні системи обов'язково повинні враховувати таке: зв'язок техніки з біологічними об'єктами; різноманіття і складність виробничих процесів, що зумовлює різноманітність технологічних процесів і техніки; розподіл контролюваних і регульованих параметрів; умови роботи автономних робототехніч-

них систем на відкритому повітрі або в неопалюваних приміщеннях зі зміною в широких межах температури, вологості, складу агресивних газів, запиленості, інтенсивності сонячної радіації тощо.

У цьому зв'язку важливу роль відіграють дослідження в галузі механіки або біомеханіки. Біомеханічні дослідження охоплюють різні рівні організації живої матерії: біологічні макромолекули, клітини, тканини, органи, а також цілі організми. Найчастіше об'єктом дослідження цієї науки є рухи тварин і людини, а також механічні явища в тканинах, органах і системах.

Використання принципів біомеханіки дозволило науковцям з Токійського університету сільського господарства створити екзоскелет для фермера, який призначений для зняття більшої частини навантаження з м'язів свого хазяїна [6]. Шістнадцять сенсорів екзоскелета відстежують м'язові імпульси хазяїна і передають сигнал вісімом сервомоторам, які допомагають змінити положення тіла. Робот-костюм дозволяє носію без великих затрат нахилитись до низькорозташованих грядок і дотягнутись до високих гілок на дереві.

Висновки

1. Науковою базою створення механізованих технологічних процесів у сільському господарстві та сільськогосподарських машин донедавна була фундаментальна наука – землеробська механіка. Однак, бурхливий розвиток у світі науково-технічного прогресу вимагає від агроінженерної науки використання передових досягнень інших наук.

2. Процес розробки і впровадження у сільськогосподарське виробництво промислових роботів та утворення на їх основі гнучких автоматизованих виробничих систем і комплексів відноситься до пріоритетних напрямів науково-технічного прогресу.

3. Такий шлях розвитку сільськогосподарської техніки всебічно сприятиме ефективному використанню досягнень біотехнології, створенню інтегрованих систем інтенсифікації продуктивності в усіх сферах діяльності сільського господарства і переробки його продукції. Це можливо тільки при умові тісної взаємодії передових наукових досліджень у галузях землеробської механіки, біомеханіки, робототехніки, мехатроніки, подальшого розвитку їх теоретичної і науково-технічної бази.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Адамчук В.В., Іванишин В.В., Булгаков В.М. Науково-технічна політика в сільському господарстві. – Вісник аграрної науки. – 2007,

- №3. – С. 5-10.
2. Бернштейн Н.А. Биомеханика и физиология движений. М.: МОДЭК, МПСИ. – 2004. – 688 с.
 3. Теряев Е.Д., Филимонов Н.Б., Петрин К.В. Современный этап развития мехатроники и грядущая конвергенция с нанотехнологиями // Мехатроника, автоматизация, управление: Материалы 5-й науч.-техн. конф. С.-Петербург: ГНЦ РФ ЦНИИ “Электроприбор”, 2008. – С. 9 – 20.
 4. Минков К. Робототехника – ренессанс теории механизмов и машин // Материалы 3-й Междунар. школы: Применение механики в робототехнике и новых материалах. – Варна: изд-во. Болг. АН, 1988.– С. 42-47.
 5. Новые технологии в сельском хозяйстве // <http://www.mehan.inf.ua>.
 6. Работы-земледельцы // <http://www.roboking.ru>.
 7. Эволюция взглядов на предметную область мехатроники // <http://www.mehatronus.ru>.
-

ОТ КЛАССИЧЕСКИХ ОСНОВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ ДО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН БУДУЩЕГО

Рассмотрены перспективы развития сельскохозяйственных машин и механического оборудования агропромышленного производства в свете использования классических основ земледельческой механики и современных научных исследований и разработанных технологий.

Ключевые слова: земледельческая механика, научное исследование, теория, расчет, сельскохозяйственные машины, робототехника, мехатроника.

FROM CLASSICAL BASES AGRICULTURAL MECHANICS TO AGRICULTURAL CARS OF THE FUTURE

Prospects of development of agricultural cars and the mechanical equipment of agroindustrial manufacture in the light of use of classical bases of agricultural mechanics and modern scientific researches and the developed technologies are considered.

Key words: the agricultural mechanics, research, the theory, calculation, agricultural cars, robotics.