

НАУКОВО-ДОСЛІДНА РОБОТА КАФЕДРИ КОНСТРУЮВАННЯ МАШИН

В.С. Ловейкін, доктор технічних наук

Наведено основні напрямки та результати науково-дослідної роботи кафедри конструювання машин.

Наука, дослідження, машини, розробки.

Постановка проблеми. Останнім часом намітилась тенденція до зниження наукового рівня досліджень, які проводяться в лабораторіях на кафедрах у вищих навчальних закладах і, як наслідок, знижується кваліфікація майбутніх викладачів, що впливає на якість підготовки інженерних кадрів.

Тому створення необхідних умов для підготовки висококваліфікованих наукових та викладацьких кадрів є однією з основних задач кафедр університетів дослідницького спрямування.

Аналіз останніх досліджень. Існує декілька причин, які приводять до зниження наукового рівня досліджень, серед яких можна відзначити недостатнє фінансування наукових досліджень, відсутність сучасного обладнання в лабораторіях кафедр тощо. Однак основною причиною на наш погляд недостатнього рівня підготовки наукових та викладацьких кадрів є відсутність в багатьох кафедрах наукових керівників, які служать інтересам науки та освіти. Постійно удосконалюють свій науковий рівень, разом з аспірантами та молодими викладачами проводять наукові дослідження. Вміють поставити наукові проблеми та задачі і вирішують їх разом з молодими дослідниками. При такому підході створюються умови для творчості і є бажання працювати для вирішення важливих наукових, освітянських та виробничих завдань.

Мета досліджень. Проаналізувати науково-дослідну роботу кафедри і намітити перспективи подальших досліджень.

Результати досліджень. Основною науковою тематикою кафедри є оптимізація режимів руху механізмів і машин [1,2] на прикладах підйомно-транспортних та інших машин, що використовуються в будівельному та сільськогосподарському виробництві. Вибір оптимальних режимів руху механізмів і машин приводить до значного зменшення динамічних навантажень, що діють на робочі органи машин та їхні елементи. Це зводить до мінімуму коливання окремих ланок і, як наслідок, підвищується

продуктивність та надійність роботи машин, а також покращуються умови безпечної експлуатації.

В оптимізації режимів руху механізмів і машин найважливішою проблемою є розробка критеріїв динамічної оцінки режимів руху. Колективом авторів розроблені інтегральні динамічні критерії оцінки руху механізмів і машин [3-5], які дають можливість оцінити динаміку руху механізмів і машин різного призначення. Розроблені критерії представляються у вигляді інтегральних функціоналів, де в якості підінтегральних функцій використані різні міри руху: кінетична та потенціальна енергія, а також енергія прискорень першого, другого і більш високих порядків.

При оптимізації режимів руху виникає потреба в побудові моделей динаміки руху механізмів і машин, з цією метою розроблена математична модель динаміки руху плоскої механічної системи [6, 7], на базі якої побудовані універсальні моделі конкретних механізмів і машин, наприклад, кранової шарнірно-зчленованої стрілової системи [8].

На основі розроблених теоретичних положень розв'язано ряд конкретних задач оптимізації режимів руху вантажопідйомних [9-11] і будівельних [12,13] машин, а також маніпуляційних систем роботів [14,15].

За розробленою методикою оптимізації режимів руху механізмів і машин виконано ряд дисертаційних досліджень:

1. Демідас С.В. «Мінімізація динамічних навантажень в елементах баштового крана на основі оптимізації режиму руху механізму підйому [16]. Автором розглянуті причини виникнення коливань вантажу і металоконструкцій кранів. Запропоновано заходи зменшення динамічних навантажень на елементи крана. Застосування оптимального ривкового режиму пуску при підйомі вантажу дало можливість зменшити амплітудні значення коливань зусиль у вантажному канаті та в розчалі кріплення стріли в 1,9 рази, а в металоконструкції стріли в 2,1 рази в порівнянні з існуючими способами пуску.

2. Душанін Я.С. «Оптимізація сталого режиму зміни вильоту врівноваженої шарнірно-зчленованої стрілової системи крана [17]. В дисертації розроблено критерій оптимізації, на основі якого здійснено оптимізацію енергетичного режиму зміни вильоту врівноваженої стрілової системи. Порівняння існуючих та оптимальних режимів зміни вильоту показує, що в перших максимальні відхилення кінетичної енергії від середнього значення перевищують в 1,9 рази, а в другому випадку ця розбіжність не перевищує 1%. Такий режим зміни вильоту дає можливість звести до мінімуму енергетичні витрати та дію динамічних навантажень.

3. Коробко М.М. «Обґрунтування параметрів та режимів руху пруткових конвеєрів бурякозбиральних машин [18]. Запропонована доцільність застосування систем керованого пуску пруткових конвеєрів. Встановлено вплив режиму пуску конвеєра на величину динамічних навантажень в тяговому органі та пошкодження коренеплодів. Оптимальний режим пуску конвеєра дозволяє в 1,8-2,2 рази зменшити дію динамічних навантажень в тяговому органі в порівнянні з існуючими режимами пуску, а пошкоджуваність коренеплодів зменшилась в 1,4-1,6 разів.

4. Рогатинська О.Р. «Обґрунтування навантаження і конструкцій гвинтових конвеєрів [19]. Встановлено пряму пропорційну залежність між осьовою складовою швидкості потоку вантажу та кутовою швидкістю шнека вертикального гвинтового конвеєра та визначено оптимальні параметри швидкохідного гвинтового конвеєра. Показано, що мінімально можливий рівень енергоємності визначається тільки коефіцієнтом тертя ковзання вантажу по поверхні гвинта. Енергоємність з оптимальними параметрами конвеєра в 1,3-1,9 разів менша енергоємності конвеєрів із рекомендованими нормативними параметрами.

5. Рибалко В.М. «Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів пристроїв для обрізки копитець великої рогатої худоби» [20]. Встановлено вплив надлишкового рогу копитця на розподіл навантаження між його опорними поверхнями та визначено величину граничного кута зміщення опорної площини копитця, яке не повинно перевищувати 14° . Запропоновано оптимальну конструкцію інструменту та технологічні параметри різання біологічного матеріалу в залежності від його фізико-механічних властивостей. Розроблено конструкцію пристрою для обрізання копитець в сучасних умовах зберігання тварин, конструкція якого дозволяє здійснювати регулювання режиму різання в залежності від властивостей копитцевого рогу та геометричних параметрів копитець.

6. Почка К.І. «Розробка та аналіз роликової формувальної установки з рекуперативним приводом». Запропоновано принцип роботи та конструкцію роликової формувальної установки з рекуперативним приводом, яка дозволяє здійснювати перерозподіл енергії формувальних візків під час безперервних пускогальмівних режимів руху, що приводить до зменшення енергетичних витрат на 40% в порівнянні з існуючими конструкціями формувальних установок. Встановлено оптимальне значення кута зміщення кривошипів $\Delta\varphi = 90^\circ$ приводного механізму, при якому до мінімуму зменшуються енерговитрати та зменшується коефіцієнт

динамічності в 3,5 рази, а коефіцієнт нерівномірності руху в 2,6 разів.

7. Ромасевич Ю.О. «Оптимізація перехідних режимів руху вантажного візка прольотних кранів» [22]. Здійснено оптимізацію перехідних режимів руху кранового візка, яка дозволяє усунути коливання вантажу, закріпленого на гнучкому підвісі та зменшити динамічні навантаження в механізмі приводу візка. На основі проведених досліджень розроблені рекомендації з впровадження оптимальних законів керування рухом візка у вигляді мехатронної системи з використанням частотного керування приводними механізмами. Така система керування дозволила на 35-40% підвищити продуктивність виконання транспортних операцій та до 15% зменшити енерговитрати приводного механізму.

8. Шимко Л.С. «Обґрунтування параметрів і режимів роботи вивантажувальних пристроїв комбайнів» [23]. Досліджено технологічний процес руху зерна із бункерів накопичувачів у транспортні засоби. Визначено оптимальні параметри та режими роботи самоскидного бункера збирального комбайна. Встановлено середнє значення швидкості руху потоку зернового матеріалу, яке рекомендовано приймати 0,25 м/с. Розв'язана варіаційна задача руху зерна, у результаті чого визначений режим руху бункера, який забезпечує мінімальний час вивантаження, а також встановлені оптимальні значення конструктивних параметрів вивантажувального лотка.

9. Кулик В.П. «Обґрунтування параметрів приводних механізмів решітних станів зерноочисних машин» [24]. Розроблено математичну модель руху зернового матеріалу вздовж похилого коливального решета з урахуванням сили тертя та характеру її зміни, що дало можливість визначити параметри коливань (частоту та амплітуду), при яких забезпечується найбільша середня швидкість зернового матеріалу під час сепарації. В задачі визначено також закон руху зернового матеріалу, який забезпечує мінімальне травмування та руйнування зерна. Розроблена дворешітна та трирешітна зерноочисні машини, які до мінімуму зводять енергетичні витрати. Встановлені оптимальні значення кутів зміщення кривошипів: в першому випадку 90° , а в другому - 120° .

10. Міщук Д.О. «Оптимізація зміни вильоту маніпулятора з гідроприводом на транспортному засобі». Визначені оптимальні режими руху маніпулятора, які характеризуються плавністю руху стрілової системи та мінімальними величинами динамічних навантажень. На ділянках перехідних процесів динамічні навантаження зменшились на 35-48% в порівнянні з існуючою конструкцією маніпулятора. Розроблено систему керування

гідроприводом для реалізації оптимальних режимів руху, яка забезпечує бажаний закон зміни подачі робочої рідини до виконавчих гідродвигунів. При такому режимі керування приводним механізмом усуваються коливання захватного пристрою з вантажем.

11. Шумілов Г.В. «Оптимізація режиму зміни вильоту і підйому вантажу баштового крана». Проведено динамічний аналіз перехідних процесів в механізмах підйому та зміни вильоту вантажу баштового крана, на основі якого встановлено причини виникнення коливних процесів в механізмах. На основі розв'язку варіаційних задач визначено оптимальні режими руху механізмів підйому та зміни вильоту вантажу, які усувають коливання вантажу та елементів металоконструкцій до кінця перехідних процесів. При оптимальних режимах руху механізмів крана зусилля в канаті механізму підйому вантажу зменшилось в 2,1-2,3 рази, а зусилля в тяговому канаті механізму зміни вильоту в 5,7-6,8 разів у порівнянні з ручним керування цими механізмами.

12. Паламарчук Д.А. «Оптимізація режимів руху шарнірно-зчленованої стрілової системи крана з горизонтальним переміщенням вантажу». Встановлено, що в процесі зміни вильоту шарнірно-зчленованої стрілової системи мають місце значні відхилення вантажного каната від вертикалі (до 12°), а також навантажень в елементах крана, зокрема, зубчастій рейці приводного механізму (до 290кН). Оптимізація режиму зміни вильоту стрілової системи за критеріями середньоквадратичних відхилень прискорень та ривків дала можливість усунути коливання вантажу на гнучкому підвісі та зменшити динамічне зусилля в зубчастій рейці крана МАРК-40 до 183 кН.

13. Дяченко Л.А. «Обґрунтування параметрів і режимів вібрації корпусу плуга». Розроблено конструкцію віброплуга з гідравлічними вібраторами, для якої теоретичним та експериментальним шляхом обґрунтована конструктивно-технологічна схема та основні конструктивні параметри. Побудовано математичну модель процесу взаємодії робочих органів віброплуга з оброблюваним ґрунтом, аналіз якої дав можливість визначити величину сил опору переміщенню орного агрегату. При цьому тяговий опір з вібрацією в 1,8-2,5 разів менший ніж без вібрації. Встановлено вплив на тяговий опір швидкості руху, кута нахилу вібратора, частоти та амплітуди коливань корпусу плуга. Виявлено вплив вібрації на ступінь подрібнення ґрунту, яка поліпшує якість оранки.

В усіх наведених дисертаційних роботах представлені теоретичні дослідження на математичних моделях, а також здійснено оптимізацію режимів руху або конструктивних та режимних параметрів. Такий підхід дає можливість усестороннє

провести аналіз роботи механізмів та конструкцій і виявити їх найбільш раціональні або оптимальні режимні та конструктивні характеристики. Крім того, усі отримані теоретичним шляхом характеристики перевірялись експериментальними дослідженнями на фізичних моделях або реальних механізмах і машинах з використанням сучасного вимірювального обладнання з підключенням до комп'ютерної техніки.

Останнім часом важливого значення набуває комп'ютерне керування роботою механізмів і машин, тобто створення так званих мехатронних систем. Практично всі роботи пов'язані з оптимізацією режимів руху механізмів і машин закінчуються створенням мехатронних систем.

Для ознайомлення з роботою мехатронних систем студентам магістратури, які навчаються за спеціальностями «Механізація сільського господарства», «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» та «Обладнання лісового комплексу» читаються курси з мехатроніки. Для викладання курсу «Мехатроніка» на кафедрі є необхідна матеріальна база, оскільки усі фізичні моделі механізмів і машин, які створюються аспірантами, представляються у вигляді мехатронних систем. Крім того, на кафедрі виданий навчальний посібник «Мехатроніка» [29].

Для ознайомлення з методами оптимізації студентам магістратури спеціальності «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» також читається курс «Оптимізація конструкцій технічних систем» [30].

Останнім часом дослідження з оптимізації режимів руху машин набули подальшого розвитку, які представлені в ряді монографій [31-35].

Висновки

Практично усі наукові дослідження, які проводяться на кафедрі відносяться до підйомно-транспортних машин, які використовуються в будівельному та сільськогосподарському виробництві. Разом з тим, значна частина сільськогосподарських машин в своєму складі має механізми, які пов'язані з транспортуванням або перевантаженням сільськогосподарських вантажів, тому було б доцільно в майбутньому досліджувати саме такий клас машин.

Використання мехатронних систем з попередньою оптимізацією режимів руху в складі сільськогосподарських машин дасть можливість підвищити їхню продуктивність та надійність роботи, тому наукову діяльність кафедри необхідно спрямувати саме в напрямку оптимізації режимів руху механізмів сільськогосподарських машин та застосування для них мехатронних систем керування.

Список літератури

1. *Ловейкин В.С.* Оптимизация режимов движения механизмов и машин / *В.С. Ловейкин* // Теория механизмов и машин. – Харьков: Основа, 1990. – Вып. 49. – С. 3–11.
2. *Ловейкин В.С.* Расчеты оптимальных режимов движения механизмов строительных машин / *В.С. Ловейкин*. – К.: УМК ВО Украины. – 1990. – 166 с.
3. *Горский Б.Е.* Расширение понятия коэффициента полезного действия на все удельные действия / *Б.Е. Горский, В.С. Ловейкин* // Динамика и прочность тяжелых машин. – Днепропетровск: ДГУ, 1982. – Вып. 6. – С. 13–20.
4. *Ловейкин В.С.* Безразмерные критерии динамического совершенствования механических систем / *В.С. Ловейкин, Б.Е. Горский* // Критерии качества и эффективности механических систем. – К.: Общество «Знания» УССР, 1978. – С. 5–7.
5. *Горский Б.Е.* Критерии динамического совершенства механических систем / *Б.Е. Горский, В.С. Ловейкин* // Теория машин металлургического и горнооборудования: Свердловск: УПИ, 1989. – Вып. 13. – С. 98–102.
6. *Ловейкин В.С.* Синтез оптимальних режимів руху механізмів вантажо-підйомних машин / *В.С. Ловейкин* // Автореферат дис. на здобуття наук. ступ. докт. техн. наук. – Харків, 1994. – 32 с.
7. *Ловейкин В.С.* Математическая модель плоской механической системы / *В.С. Ловейкин* // Подъемно-трансп. оборуд. – К.: Техніка, 1985. – Вып. 16. – С. 16–19.
8. *Горский Б.Е.* Универсальная математическая модель крановой качающейся укосины по удельным действием / *Б.Е. Горский, В.С. Ловейкин* // Горные, строит. и дор. маш. – К.: Техніка, 1978. – Вып. 25. – С. 74–81.
9. *Ловейкин В.С.* Определение оптимальных режимов движения механизмов грузоподъемных машин / *В.С. Ловейкин* // Подъемно-трансп. оборуд.– К.: Техніка, 1987.– Вып.18.– с.31–35.
10. *Ловейкин В.С.* Оптимизация режима движения механизмов грунто-подъемных машин для транспортирования пассажиров // Подъемно-трансп. оборуд. – К.: Техніка, 1991. – Вып. 22. – С. 9–14.
11. *Ловейкин В.С.* Управление пуском механизмов подъемно-транспортных машин / *В.С. Ловейкин* // Теория машин металлургического и горного оборудования.– Свердловск: УПИ, 1989. – Вып. 13. – С. 118–124.
12. *Ловейкин В.С.* Оптимизация режима движения механизма поворота экскаватора по комплексному критерию / *В.С. Ловейкин* // Горные, строит., дор. и мелиор. маш.– К.: Техніка, 1989.– Вып.42. – С. 115–120.
13. *Ловейкин В.С.* Управление пускотормозными режимами движения механизмов строительных машин / *В.С. Ловейкин* // Горные, строит., дор. и мелиорат. маш. – К.: Техніка, 1990. – Вып. 43. – С. 93–98.
14. *Ловейкин В.С.* Оптимизация режима движения манипуляционных систем роботов по комплексному критерию / *В.С. Ловейкин* // Вестник машиностроения. – М.: Машиностроение, 1988. – №2. – С. 8–10.
15. *Ловейкин В.С.* Оптимизация режимов движения роботов и манипуляторов / *В.С. Ловейкин* // Теоретична и приложена механика. – София: Изд.–во на Българската Академия на Науките, 1990. – Кн.1. – С. 323–326.
16. *Демідас С.В.* Мінімізація динамічних навантажень в елементах баштового крана на основі оптимізації режиму руху механізма підйому / *С.В. Демідас* // Автореф. дис. наук. ступ. канд. техн. наук. – К., 2000. – 20 с.

17. Душанін Я.С. Оптимізація сталого режиму зміни вильоту врівноваженої шарнірно–зчленованої стрілової системи крана / Я.С. Душанін // Автореф. дис. наук. ступ. канд. техн. наук. – К., 2001. – 20 с.
18. Коробко М.М. Обґрунтування параметрів та режимів руху пруткових конвеєрів бурякозбиральних машин / М.М.Коробко // Автореф. дис. наук. ступ. канд. техн. наук. – К., 2007. – 20 с.
19. Рогатинська О.Р. Обґрунтування навантаження і конструкцій гвинтових конвеєрів / О.Р. Рогатинська // Автореф. дис. наук. ступ. канд. техн. наук. – Тернопіль, 2006. – 20 с.
20. Рибалко В.М. Обґрунтування конструктивно–технологічних параметрів пристроїв для обрізки копитець великої рогатої худоби / В.М.Рибалко // Автореф. дис. наук. канд. техн. наук. – К., 2008. – 24 с.
21. Почка К.І. Розробка та аналіз роликової формувальної установки з рекупераційним приводом / К.І. Почка // Автореф. дис. наук. ступ. канд. техн. наук. – К., 2008. – 24 с.
22. Ромасевич Ю.О. Оптимізація перехідних режимів руху вантажного візка прольотних кранів / Ю.О. Ромасевич // Автореф. дис. наук. ступ. канд. наук. – К., 2010. – 22 с.
23. Шимко Л.С. Обґрунтування параметрів і режимів роботи вивантажувальних пристроїв комбайнів / Л.С.Шимко // Автореф. дис. наук. ступ. канд. техн. наук. – К., 2012. – 21 с.
24. Кулик В.П. Обґрунтування параметрів приводних механізмів решітних станів зерноочисних машин / В.П.Кулик // Автореф. дис. наук. ступ. канд. техн. наук. – К., 2013. – 23 с.
25. Міщук Д.О. Оптимізація зміни вильоту маніпулятора з гідроприводом на транспортному засобі / Д.О. Міщук // Автореф. дис. наук. ступ. канд. техн. наук. – К., 2013. – 23 с.
26. Шумілов Г.В. Оптимізація режиму зміни вильоту і підйому вантажу баштового крана / Г.В. Шумілов // Автореф. дис. наук. ступ. канд. техн. наук. – К., 2013. – 21 с.
27. Паламарчук Д.А. Оптимізація режимів руху шарнірно–зчленованої стрілової системи крана з горизонтальним переміщенням вантажу / Д.А. Паламарчук // Автореф. дис. наук. ступ. канд. техн. наук. – К., 2013. – 25 с.
28. Дяченко Л.А. Обґрунтування параметрів і режимів вібрації корпусу плуга / Л.А. Дяченко // Автореф. дис. наук. ступ. канд. техн. наук. – К., 2013. – 24 с.
29. Ловейкін В.С. Мехатроніка: навч. посібн. / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, Ю.В. Човнюк. – К.: ЦП «Компринт», 2012. – 358 с.
30. Ловейкін В.С. Оптимізація конструкцій технічних систем: навч. посібн./ В.С. Ловейкін, Ю.В. Човнюк, Л.С. Шимко. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2010. – 320 с.
31. Ловейкін В.С. Оптимізація перехідних режимів руху механічних систем прямим варіаційним методом: Монографія / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.; Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2010. – 184с.
32. Ловейкін В.С. Оптимізація режимів руху кранових механізмів. Монографія / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.; Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2011. – 307 с.
33. Ловейкін В.С. Обґрунтування параметрів і режимів роботи вивантажувальних пристроїв комбайнів: Монографія / В.С. Ловейкін, В.І. Недовесов, Ю.В. Човнюк, Л.С. Шимко. – К.: Компринт, 2012. – 251 с.

34. Ловейкін В.С. Аналіз та синтез режимів руху механізмів вантажопідійомних машин: Монографія / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.: ЦП «Компринт», 2012. – 299 с.
35. Ловейкін В.С. Оптимізація режиму зміни вильоту і підйому вантажу баштового крана: Монографія / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, Г.В. Шумілов.– К.: ЦП «Компринт», 2013. – 174 с.

Приведены основные направления и результаты научно-исследовательской работы кафедры конструирования машин.
Наука, исследования, машины, разработки.

The basic directions and results of research department of designing cars.
Science, research, machine, working.

УДК 629.631.554

ОСНОВНІ КРОКИ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ КАФЕДРИ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАСОБІВ У АПК

С.Г. Фришев, доктор технічних наук
С.І. Козупиця, кандидат технічних наук

Приведено основні результати наукових досліджень відповідно виконаної розробки ефективних технологій транспортування зерна від комбайнів у фермерських та колективних господарствах.

Дослідження, транспортно-логістичні процеси, зернозбиральні комбайни, тракторні причепи-перевантажувачі, автомобілі-зерновози, моделі, ефективність, консалтинговий пакет, рекомендації.

Постановка проблеми. В загальному комплексі сільськогосподарських робіт транспортні та вантажно-розвантажувальні роботи відносяться до найбільш трудомістких і енерговитратних процесів і складають біля 1/3 всіх витрат праці на вирощування сільськогосподарських культур, а витрати нафтопродуктів при цьому сягають до 40 %. В цілому питомі витратні показники вітчизняних транспортних засобів (автомобілі, тракторні транспортні засоби) далекі від досягнутих у розвинених

© С.Г.Фришев, С.І. Козупиця, 2013