

Козупиця, М.В. Сєнчев // Вісник НУБіП України. – 2012. – Вип. 170. – С. 123 – 131.

9. Фришев С.Г. Визначення раціональних параметрів технологічного ланцюга “зернові комбайни – причепи-перевантажувачі – автомобільні транспортні засоби” / С.Г. Фришев, С.І. Козупиця // Вісник НУБіП України. –2011. – Вип. 166 (3). – С. 203 – 211.

10. Фришев С.Г. Аналіз транспортно-виробничого процесу під час збирання зерна / С.Г. Фришев, С.І. Козупиця // Вісник Харківського навчального технічного університету. – 2010. – Вип. 12 (т. 24). – С. 56 – 61.

11. Осипенко В.В. Системно-аналітичний підхід до синтезу логістичних процесів збирання та транспортування зерна / В.В. Осипенко, С.Г. Фришев, С.І. Козупиця, М.В. Сєнчев // Вісник НУБіП України. – 2012. – Вип. 170. – С. 123 – 131.

12. Фришев С.Г., Козупиця С.І. Звіт про науково-дослідну роботу розроблення ефективних технологій транспортування зерна від комбайнів у фермерських та колективних господарствах // держ. номер реєстрації 0110U003630 НУБіП України. –2012. – 192 с.

Приведены основные результаты научных исследований в соответствии выполненной разработки эффективных технологий транспортировки зерна от комбайнов в фермерских и коллективных хозяйствах.

Исследования, транспортно-логистические процессы, зерноуборочные комбайны, тракторные прицепы-перезружатели, автомобили-зерновозы, модели, эффективность, консалтинговый пакет, рекомендации.

Powered principal results of research performed in accordance with the development of efficient technologies for the transportation of grain from combines to farmers and collective farms.

Study, of transport and logistics processes, combine harvesters, trailers, cranes, car-grain model, efficiency consulting package recommendations.

УДК 658.51:631.172

**РОЛЬ І ЗАДАЧІ КАФЕДРИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ТА
ІНЖЕНЕРНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ІМ. М.П. МОМОТЕНКА
У ВИРІШЕННІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

В.Д. Войтюк, доктор технічних наук

© В.Д. Войтюк, 2013

Приведено результати наукових досліджень науково-педагогічних працівників кафедри, направлених на підвищення ефективності експлуатаційних характеристик машинно-тракторного парку шляхом розробки нової системи технічного сервісу, його засобів і об'єктів, а також перспективи наукових досліджень і стратегія розвитку кафедри.

Наука, дослідження, кафедра, інновація, технічний сервіс.

Постановка проблеми. У зв'язку із формуванням в Україні сільськогосподарських підприємств (СГП) з надзвичайно широким діапазоном площ ріллі й ліквідацією системи «Сільгосптехніка», яка забезпечувала планово-запобіжну систему технічного обслуговування і ремонту (ТОР), зниженням енергозабезпеченості механізованих процесів та появою на ринку складної енергонасиченої техніки різних заводів-виробників, виникла потреба розроблення гнучкої системи технічного сервісу, яка була б здатна пристосуватися до нових умов експлуатації машин, засобів і об'єктів для проведення робіт з ТОР. З метою вирішення такої складної проблеми в 2001 році в структурі Технічного навчально-наукового інституту була створена кафедра технічного сервісу в АПК ім. М.П. Момотенка, яка в 2007 році була реорганізована в кафедру технічного сервісу та інженерного менеджменту.

Аналіз останніх досліджень. На протязі останніх десяти років науковцями кафедри, у складі Науково-дослідного інституту техніки і технологій, який об'єднав провідних науковців технічного навчально-наукового інституту, були виконані наступні госпдоговірні, бюджетні та ініціативні науково-дослідні роботи: «Розробити концепцію і обґрунтувати структуру технічного сервісу енергонасиченої сільськогосподарської техніки в ринкових умовах» (номер ДР – 0100 У 002341), «Розробити і обґрунтувати сертифікаційні вимоги до сільськогосподарської техніки за результатами діагностування і статистичного контролю її якості та за альтернативною ознакою» (номер ДР – 0105 У 007496), «Настанова. Проведення робіт по оцінці залишкової працездатності сільськогосподарської техніки» (номер ДР – 0105 У 005900), «Розробити науково-методичні рекомендації щодо порядку нарахування збитків на простій сільськогосподарських машин» (номер ДР – 0106 У 008717), «Розробити стенд комплексної комп'ютерної діагностики стану двигунів внутрішнього згоряння мобільної сільськогосподарської техніки» (номер ДР – 0106 У 005710), «Розробити пересувну лабораторію для діагностування і контролю технічного стану мобільної сільськогосподарської техніки» (номер ДР – 0108 У 001981), «Дослідити і розробити науково-методичні засади системи

інженерного забезпечення АПК» (номер ДР – 0107 У 012055), «Дослідження та розробка методів технічного обслуговування і відновлення сільськогосподарських машин з швидкозношувальними робочими органами» (номер ДР – 0111 У 007059). На їх основі були розроблена Настанова 29.3-37-75:2005 «Проведення робіт по оцінці залишкової працездатності сільськогосподарської техніки» [1] та рекомендації «Нормативи технологічної потреби у сільськогосподарській техніці» [2].

Мета досліджень. Підвищення ефективності механізованих сільськогосподарських процесів шляхом розроблення засобів і об'єктів сервісу та практичної реалізації системи технічного сервісу (ТС) сільськогосподарської техніки (СГТ), адаптованої до сучасних умов експлуатації машин.

Результати досліджень. В результаті проведених досліджень було встановлено, що стан технічного сервісу в Україні та за кордоном вказує на те, що виробничі системи ТС та використання СГТ в Україні характеризуються низьким рівнем взаємодії, недостатньою забезпеченістю СГП тракторами і сільськогосподарськими машинами, структура парку яких гальмує сталий розвиток аграрного виробництва.

Було визначено, що одним із найбільш раціональних шляхів підвищення готовності СГТ і ефективності роботи виробничої системи ТОР є своєчасність виконання обслуговуючо-ремонтних робіт та забезпечення показників якості відповідно до чинних стандартів. Для забезпечення ефективної експлуатації СГТ однією з найбільш актуальних є проблема раціонального розвитку техніко-технологічної бази ТС.

На підставі аналізу структурної перебудови галузі сільськогосподарського машинобудування доведена необхідність розробки державної концепції розвитку ТС СГТ, яка б забезпечила підвищення ефективності міжсистемної взаємодії підприємств з виготовлення техніки, сервісних формувань та СГП.

Науковцями кафедри (Мельник І.І., Войтюк В.Д., Демко А.А.) розроблено концепцію розвитку ТС СГТ [2-4], яка враховує міжсистемні взаємодії на державному, обласному (міжобласному) рівнях та на рівні підприємств (рис. 1-3).

Вказана структура передбачає взаємозв'язок між координатором ТС (Міністерством аграрної політики та продовольства України) з функціями державного регулювання взаємодії між системами виготовлення, обслуговування-ремонту СГТ та її використання, заводами-виробниками, закладами освіти і науки, інспекційними органами, формуваннями ТОР і споживачами техніки.

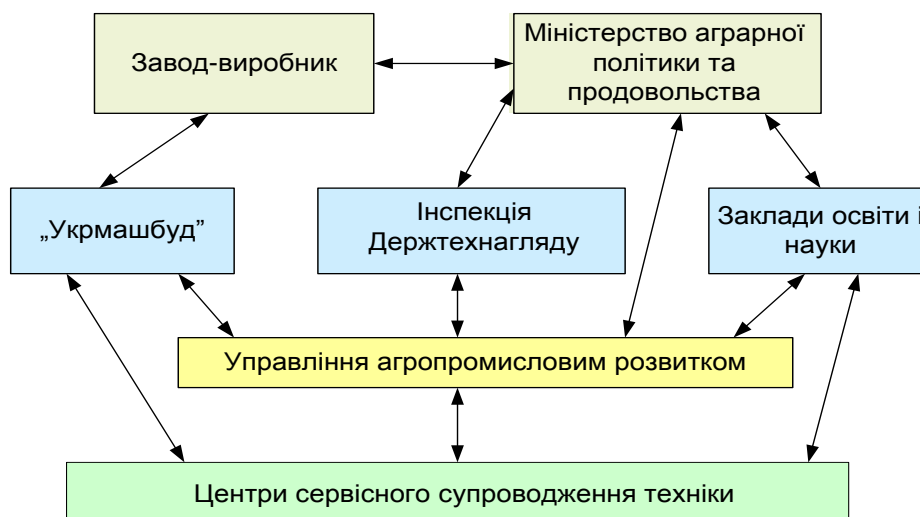


Рис. 1. Структура міжсистемних взаємодій на державному рівні.

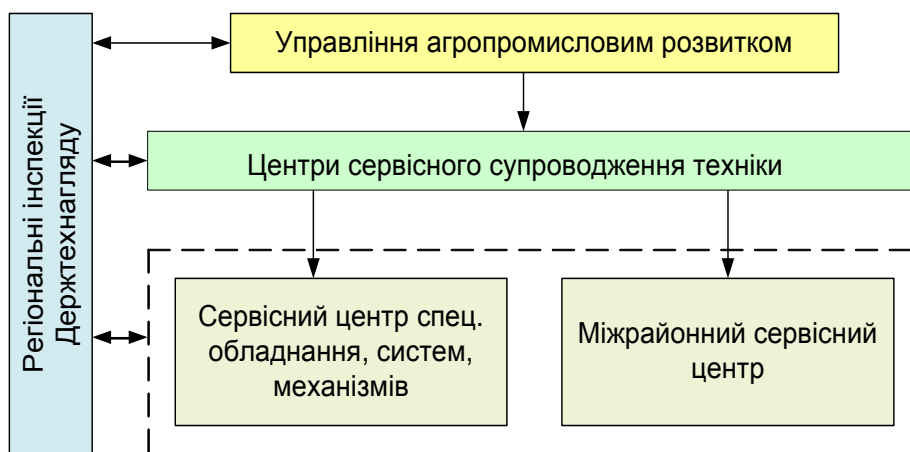


Рис. 2. Структура міжсистемних взаємодій на обласному (міжобласному) рівні.

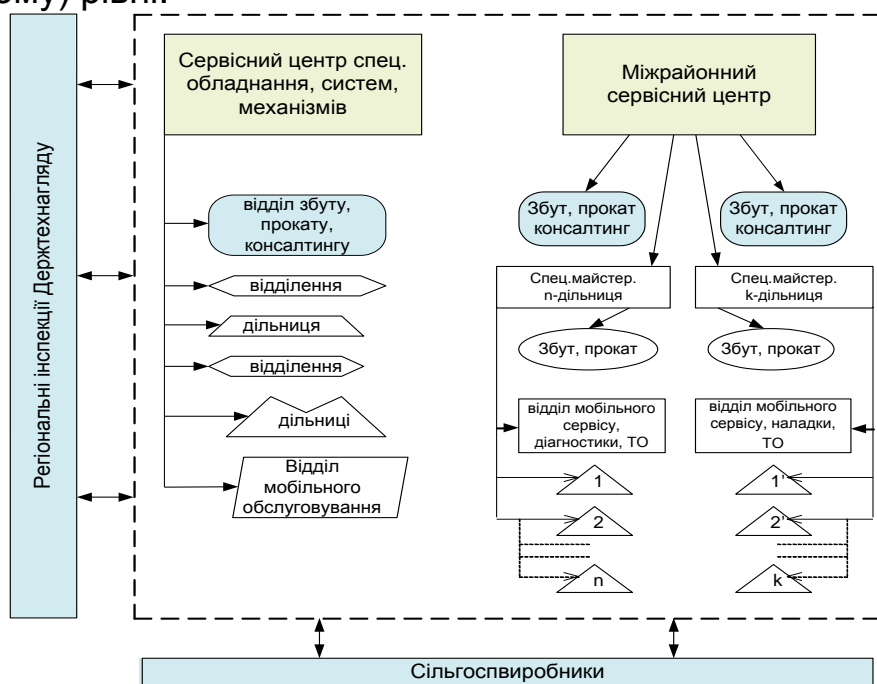


Рис. 3. Структура міжсистемних взаємодій на рівні підприємств.

Для забезпечення ефективних міжсистемних взаємодій на перспективу, на основі розробленої системи ТС визначена технологічна потреба СГП у техніці [5]. З цією метою в науковцями кафедри (Мельник І.І., Войтюк В.Д., Гречкосій В.Д., Бондар С.М., Шатров Р.В.) розроблено, а в подальшому вдосконалено, метод її розрахунку з урахуванням показників функціонування системи ТОР, зокрема коефіцієнта технічної готовності, як одного із показників якості системи ТОР. При розрахунку технологічної потреби СГП у техніці враховують: його природно-кліматичну зону, структуру посівних площ, площу угідь, а також використовувані технології. В методиці враховано площу ріллі СГП. Визначено, що для малих і середніх СГП пріоритетним є використання техніки переважно вітчизняного виробництва. Доведено, що для великих СГП та агрохолдингів слід використовувати переважно іноземну надпотужну техніку, аналоги якої не випускаються машинобудівними заводами України. Виходячи із цього, розрахунки потреби в техніці рекомендовано проводити як для вітчизняної, так і для іноземної техніки. Необхідною передумовою підвищення ефективності механізованих сільськогосподарських процесів є надійність СГТ. Для її забезпечення науковцями кафедри (Рубльов В.І., Войтюк В.Д.) були обґрунтовані сертифікаційні вимоги до СГТ за результатами діагностування і статистичного контролю її якості та за альтернативною ознакою [6-8]. Було проведено аналіз стану управління якістю і сертифікації сільськогосподарської техніки, стану сертифікації як складової управління якістю сільськогосподарської техніки. На основі проведеного аналізу розроблена методика досліджень щодо обґрунтування сучасних сертифікаційних вимог до СГТ та визначені методи оцінки якості сільськогосподарської техніки при її сертифікації.

Одним із перспектив розвитку системи ТС є перехід від планово-запобіжної системи ТОР до системи технічного обслуговування СГТ за результатами діагностування (за фактичним станом) або превентивне технічне обслуговування. Для її впровадження необхідна розробка засобів і об'єктів ТС, за допомогою яких було можливо реально оцінити стан вузлів і агрегатів СГТ.

Для виконання поставленої задачі науковцями кафедри (Войтюк В.Д., Демко А.А.) був розроблений стенд комплексної технічної діагностики ОК-1 (Рис.4-5) [9].

Стенд комплексної комп'ютерної діагностики ОК-1 працює на основі розробленої методики комплексної діагностики, що ґрунтується на теорії віброакустичної діагностики параметрів роботи агрегатів і вузлів енергонасиченої сільськогосподарської техніки,

встановлено діагностичні параметри, які необхідно визначати для реального оцінювання її технічного стану.

Цей стенд забезпечує віброакустичне і ультразвукове визначення геометричних координат розташування дефектів об'єкту за його ультразвуковим випромінюванням, а його стан вібрацією у визначеній зоні діагностування. Блок електроніки забезпечує комутацію, узгодження, посилення, фільтрацію, аналого-цифрове перетворення і введення вимірюваних даних у комп'ютер. Частота опитування кожного каналу – більше 70000 разів за секунду.

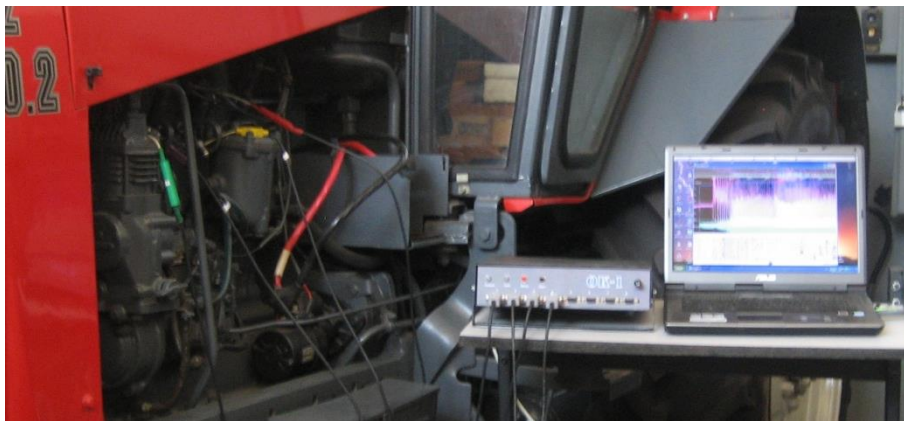


Рис. 4. Діагностування двигуна на стенді ОК-1.

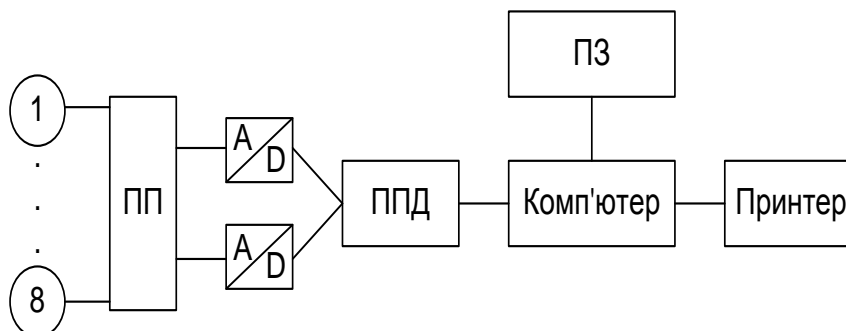


Рис. 5. Блок - схема ОК-1: 1-8-датчики; ПП–пристрій погоджувальний; A/D– аналогово-цифрові перетворювачі; ПД – пристрій передачі даних; ПЗ – програмне забезпечення.

Стенд ОК-1 забезпечує віброакустичне і ультразвукове визначення геометричних координат розташування дефектів об'єкту за його ультразвуковим випромінюванням, а його стан вібрацією у визначеній зоні діагностування. Блок електроніки забезпечує комутацію, узгодження, посилення, фільтрацію, аналого-цифрове перетворення і введення вимірюваних даних у комп'ютер. Частота опитування кожного каналу – більше 70000 разів за секунду. За допомогою стенда проводяться оцінки ступеня зносу двигуна і ходової частини, дефектів підшипників, стану конструкцій вузлів

пневматичних і гідравлічних систем, стану електричних ланцюгів і вузлів, стану свічок підігріву дизельних двигунів, визначаються абсолютна та відносна компресії (потужність) двигунів, динаміка тиску паливних насосів при впорскуванні та температурні показники двигунів. Експлуатаційні випробування стенда ОК-1, проведені сертифікованою лабораторією, показали, що дослідний зразок стенда відповідає вимогам до діагностичного обладнання і може бути використаний для оцінювання роботоздатності енергонасиченої сільськогосподарської техніки відповідно до вимог ISO. Для його ефективного використання розроблено технологію діагностування. З метою підвищення оперативності діагностування і покращення економічних показників розроблено, виготовлено і випробувано пересувну діагностичну лабораторію (ПЛ) (Рубльов В.І., Войтюк В.Д.) (рис. 6) [10]. Розроблено методику випробування ПЛ для діагностування і контролю технічного стану СГТ на предмет забезпечення безпеки роботи діагностичного обладнання та умов роботи оператора. Лабораторія пройшла експлуатаційні випробування у сертифікованій лабораторії. Економічна ефективність від впровадження ПЛ досягається завдяки усуненню втрат СГП на переїзди техніки до стаціонарних діагностичних пунктів. Доведено, що використання ПЛ укомплектованих стендом ОК-1, дає змогу перейти від планово-запобіжної системи ТОР до превентивної системи ТОР за фактичним станом техніки.



Рис. 6. Пересувна діагностична лабораторія.

За результатами діагностування стає можливим прогнозування технічного стану вузлів і агрегатів СГТ. На кафедрі (Войтюк В.Д., Рубльов В.І., Демко А.А.) розроблено метод прогнозування залишкової роботи здатності СГТ [11-12].

Даний метод враховує $\Delta\Pi$ - показник змінення параметра поверхонь спряжень за період припрацювання. У цей період шорсткість поверхонь може змінюватися на два класи, а твердість підвищуватися до чотирьох разів.

Доведено, що залишковий ресурс, який залежить від $\Delta\Pi$, у разі відомого напрацювання від початку експлуатації визначається із виразу:

$$t_3 = t_n \left(\left(\frac{Z_{gp} - \Delta\Pi}{3(t_n) - \Delta\Pi} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right), \quad (1)$$

де t_i – напрацювання складової частини, яку перевіряють від початку її експлуатації до моменту діагностування; Z_{gp} – гранична зміна параметра стану; $Z(t_i)$ – зміна параметрів стану до моменту діагностування (після напрацювання t_i) одиниць вимірювального параметра; α – показник степеня функції змінення параметра стану.

У разі невідомого напрацювання від початку експлуатації для визначення залишкового ресурсу граничне і номінальне значення параметра, як і у попередньому випадку, визначається за результатами діагностування:

$$t_3 = (t_x + t_m) \left[\left(\frac{Z_{gp}}{Z_2} \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right], \quad (2)$$

де t_x – напрацювання від початку експлуатації до першої перевірки мото-год; t_m – міжконтрольне напрацювання (за час роботи між першою і другою перевіркою), мото-год; Z_2 – зміна параметра від початку експлуатації до повторної перевірки.

Залишковий ресурс об'єкта діагностування для будь-якої довірчої вірогідності визначається показником

$$t_3 = t_n \left(\left(\frac{(Z_{gp} - \Delta\Pi)(B\sigma + 1)}{3(t_n) - \Delta\Pi} + B\sigma \right)^{\frac{1}{\alpha}} - 1 \right), \quad (3)$$

де B – одна з характеристик розподілу залишкового ресурсу, залежна від довірчої вірогідності; σ - середньоквадратична похибка прогнозування.

Зважаючи на те, що роботи з ТОР мають проводитись вчасно і своєчасно, а також на те, що простій СГТ призводить до неминучих втрат врожаю, а також для вдосконалення взаємодій між системами виготовлення і використання техніки та з метою уточнення і подальшого розвитку «Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 12 липня 2004 р. № 885, на кафедрі (Войтюк В.Д.) розроблено методику нарахування збитків через

простій машин з технічних причин у гарантійний період їх експлуатації.

На протязі десяти останніх років на кафедрі (Рубльов В.І.) розроблені, на замовлення Департаменту інженерно-технічної політики Мінагрополітики України, наступні рекомендації: по контролю технічного стану плугів ПЛН-3, ПЛН-5 статистичними методами; контролю технічного стану культиваторів КПС-4 статистичними методами; контролю технічного стану сівалок СЗ-3,6 статистичними методами; контролю технічного стану тракторів типу ЮМЗ-80 статистичними методами; контролю технічного стану трактора типу МТЗ-80 статистичними методами; контролю технічного стану трактора типу ХТЗ-160 статистичними методами; контролю технічного стану доільної установки типу УДЕ-16 статистичними методами.

Значна увага приділяється питанням підвищення ефективності роботи зернозбиральних комбайнів (Демко А.А.). Був розроблений метод підвищення ефективності використання зернозбиральних комбайнів Челенджер 647 з контролем і оптимізацією механічних втрат за молотаркою (агробудівельний альянс «Астра» с.м.т. Чабани Київської області та агрофірма «Світанок» с. Непедівка Козятинського району Вінницької області), а також метод контролю ефективності використання зернозбиральних комбайнів ПСП «Радівське» (Калинівський район Київська область).

На протязі всіх років існування на кафедрі проводиться підготовка фахівців вищої кваліфікації. За останнє десятиріччя на кафедрі професорами Мельником І.І., Михайловичем Я.М., Демидком М.О., Фришевим С.Г. підготовлено сім кандидатів технічних наук (Бондар С.М., Шатров Р.В., Сарана В.В., Мороз А.І., Бондарев С.І., Зубко В.М., Рубець А.М.), захищена одна докторська дисертація (Войтюк В.Д.).

Значна увага науково-педагогічними працівниками кафедри приділяється підготовці магістрів. Так у 2007 році дипломна робота студентки магістратури Клименко Т.С. (науковий керівник Войтюк В.Д.) на тему «Відновлення деталей методом термопластичної деформації» була визнана кращою серед студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації Міністерства аграрної політики України за спеціальністю 8.091902 «Механізація сільського господарства».

Розроблений стенд комплексної діагностики і пересувна діагностична лабораторія на Міжнародних виставках «Агро-2008» і «Агро-2010» нагороджені Золотими медалями і дипломами Мінагрополітики України та Української академії аграрних наук в

номінації «За розробку і впровадження нових технологій ремонту й технічного обслуговування сільськогосподарської техніки».

Результати проведених вище наукових досліджень впроваджено Мінагрополітики України, ДП «Укргростандартсертифікація» і Державною інспекцією «Держтехнагляд» Мінагрополітики України, НАК «Укргролізинг», Яготинською і Катеринопільською районними Державними адміністраціями, ВЛП «Укргропостач», ТОВ «Агротехсервіс» та знайшли схвальний відгук на Міжнародних виставках: «ІнтерАГРО – 2005», «SIA – 2005, 2006», «АвтоТех Сервіс – 2006», «АГРО – 2004-2011», «Київська осінь та Україна зернова – 2006-2009».

Висновок. За останнє десятиріччя на кафедрі технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М.П. Момотенка були проведені та впроваджені у виробництво значна кількість інноваційних наукових розробок. Стратегія розвитку подальших інноваційних наукових розробок полягає у наступному. Для сталого розвитку системи технічного сервісу необхідно проведення досліджень, направлених на визначення взаємозв'язків між системами виготовлення, використання і обслуговування-ремонті СГТ. Вони мають враховувати обсяги формувань системи використання СГТ, її експлуатаційних характеристик і термін експлуатації. Ще одним із основних напрямків досліджень стане визначення вимог польових робіт до терміну обслуговуючо-ремонтних втручань з врахуванням агротехнологічних умов. Науковцями кафедри будуть проведені дослідження впливу біопалива на експлуатаційні характеристики енергонасиченої СГТ. Для достовірності і об'єктивності результатів випробувань СГТ будуть проведені дослідження в сфері управління якості техніки, її стандартизації та сертифікації. Особлива увага науковців кафедри буде зосереджена на активній популяризації інноваційних наукових розробок шляхом участі в виставках-продажах, науково-практичних конференціях, а також впровадженні їх в технологічні процеси виробництва сільськогосподарської продукції у дослідних господарствах НУБіП України. Все вищевказане можливо за умови системної роботи по підготовці магістрів дослідницького спрямування, аспірантів і докторантів.

Список літератури

1. *Проведення робіт по оцінці залишкової працездатності сільськогосподарської техніки:* Настанова 29.3-37-75:2005. Офіц. вид. – К.: М-во аграрної політики України, 2005. – 23 с. – (Нормативний документ Мінагрополітики України).
2. *Мельник І.І.* Про формування технічного сервісу в аграрно-промисловому комплексі України / *Мельник І.І., Войтюк В.Д., Демко А.А.* // Сільськогосподарські машини. – Луцьк: ЛДТУ, 2000. – Вип. 7. – С. 101–109.

3. Мельник І.І. Концепція формування технічного сервісу в АПК / Мельник І.І., Войтюк В.Д., Демко А.А. // Механізація сільського господарства. – К.: НАУ, 2000. – Т. VIII. – С. 313–315.
4. Сидорчук О.В. Взаємодії між системами виготовлення, використання, обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки / О.В. Сидорчук, В.Д. Войтюк // Механізація та електрифікація сільського господарства. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Глеваха, 2012. – Вип. 96. – С 525–532.
5. Нормативи технологічної потреби у сільськогосподарській техніці/ [Войтюк В.Д., Мельник І.І., Бондар С.М., Шатров Р.В. та ін.] // Рекомендації до застосування в галузі аграрного виробництва, «MILANIK», 2009. – 287 с.
6. Рубльов В.І. Принципи формалізації планів статистичного контролю сільськогосподарської техніки по альтернативній ознаці / В.І. Рубльов, В.Д. Войтюк // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків, 2006. – Вип. 46. – С. 33–39.
7. Рубльов В.І. Реалізація сучасних стандартів управління якістю на основі технологічних принципів організації технічного сервісу / В.І. Рубльов, В.Д. Войтюк // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків, 2007. – Вип. 59, т. 2. – С. 497–502.
8. Рубльов В.І. До аналізу методологічної основи технічної експертизи сільськогосподарської техніки / В.І. Рубльов, В.Д. Войтюк // Вісник Львівського національного університету. Серія: Агроінженерні дослідження. – Львів, 2008. – №12. – Т. 1. – С. 119–124.
9. Техническая диагностика транспортных средств / Коновалов А.И., Лукьяненко О.Н, Войтюк В.Д., и др. – Киев-Нежин: Аспект-полиграфия, 2010. – 120 с.
10. Рубльов В.І. Пересувна лабораторія діагностування мобільної сільськогосподарської техніки / В.І. Рубльов, В.Д. Войтюк, І.М. Ничай // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2011. – Вип. 166, ч. 1. – С. 261–267.
11. Войтюк В.Д. Методика визначення технічного стану машин / В.Д. Войтюк, А.А. Демко, Р.Я. Якимів // MOTROL. – Lublin, ТЕКА VII. 2007. – Т. 9А. – С. 132–137.
12. Методологія визначення залишкового ресурсу сільськогосподарської техніки / [Войтюк В.Д., Рубльов В.І., Демко А.А., Якимів Р.Я.] // Техніка АПК. – 2006. – № 6-7. – С. 14–18.

Приведены результаты научных исследований научно-педагогического коллектива кафедры, направленных на увеличение эффективности эксплуатационных характеристик машинно-тракторного парка путем разработки новой системы технического сервиса, его средств и объектов, а также перспективы научных исследований и стратегия развития кафедры.

Наука, исследования, кафедра, инновация, технический сервис.

The results of scientific research and teaching staff of the department aimed at improving the efficiency of performance tractor fleet by developing a new system of technical service, its facilities and objects

as well as the prospects for research and development strategy for the department.

Keywords: *science, research department, innovation, technical service.*

УДК 539.3

К ВОПРОСУ АКТИВИЗАЦИИ ДАЛЬНЕГО ТРАНСПОРТА ЖИДКОСТИ И ВОЛНООБРАЗОВАНИЙ В ПРОВОДЯЩИХ ПУТЯХ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

***Д.Г. Войтюк, член-корреспондент НААН
Ю.В. Човнюк, Ю.О. Гуменюк, О.П. Гуцол,
кандидаты технических наук***

Приведено физико-механическое обоснование активации дальнего транспорта жидкостей и волнообразований в проводящих путях высших растений. Течение жидкостей (ксилемного и флоэмного сока) обеспечивается механическими факторами и усиливается под воздействием электромагнитного излучения крайне высокочастотного КВЧ-диапазона (с несущей частотой $f = 60\text{ГГц}$).

Влияние, электромагнитоакустоупругость, излучения, крайне высокочастотный диапазон, жидкости, волнообразования, проводящие пути, высшие растения.

Постанова проблемы. Известно, что дальний транспорт жидкости в высших растениях обеспечивается специальными проводящими путями, которые проходят от корней растений по стеблям и стволам до листьев, цветов, плодов и других органов, обеспечивая доставку воды и питательных веществ из почвы (т.н. ксилемные пути). Продукты фотосинтеза транспортируются от листьев к растущим и запасующим органам по параллельно расположенным флоэмным путям. Течение жидкости (ксилемного и флоэмного сока) обеспечивается следующими механическими факторами: гидростатическим и осмотическим давлением, испарением и секрецией воды, гидродинамическим взаимодействием различных подсистем и органов. Механизмы транспорта жидкостей в растениях окончательно не выяснены и до сих пор составляют предмет экспериментальных и теоретических

© Д.Г. Войтюк, Ю.В. Човнюк, Ю.О. Гуменюк, О.П. Гуцол, 2013