

## АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

**Максимов В.Г.**, канд. техн. наук, **Ніцевич О.Д.**, канд. техн. наук,  
**Пуріч Д.О.** канд. техн. наук, **Кутяков Є.Ю.**, інж.  
*Одеський національний політехнічний університет*

*Виконано комплексний аналіз існуючих принципів і найбільш поширених на практиці методів діагностування транспортної та сільськогосподарської техніки. Сформульовано основні принципи, на яких має ґрунтуватися подальше вдосконалення методів діагностики. Запропоновано структурну схему системи дистанційної діагностики транспортної та сільськогосподарської техніки.*

**Ключові слова:** технічна експлуатація, транспортна техніка, сільськогосподарська техніка, діагностика, інформаційні технології.

**Вступ.** Процес діагностування автомобільного транспорту в умовах сільськогосподарського комплексу є важливим етапом його технічної експлуатації.

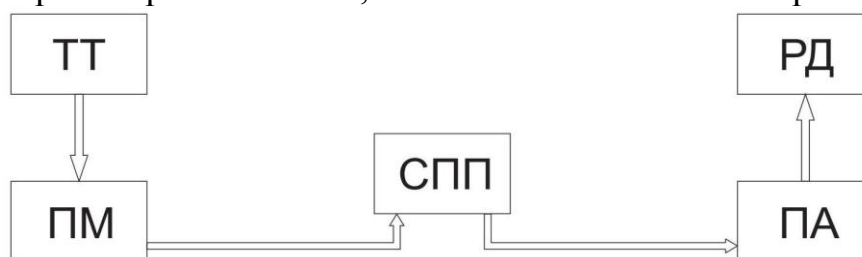
**Проблема.** Інформація про фактичний технічний стан при експлуатації транспортної та сільськогосподарської техніки, яка отримується в результаті діагностування, в умовах відомих імовірнісних показників надійності агрегатів і вузлів, дозволяє прогнозувати моменти появи їх відмов, що дає можливість не тільки попередити виникнення останніх, а й визначити залишковий ресурс окремих елементів техніки. Відомості про залишковий ресурс елемента дозволяють здійснити перехід від експлуатації з напрацювання, при якій спостерігається значне недовикористання закладеного ресурсу елемента, до експлуатації за фактичним станом, яка характеризується практично повним використанням розрахункового ресурсу елемента [1]. Організація діагностування транспортної та сільськогосподарської техніки, в поєднанні з класичною системою технічного обслуговування і ремонту, знижує кількість аварійних відмов, стимулює більш повне використання закладеного на етапі проектування ресурсу агрегатів і вузлів, підвищуючи тим самим їх експлуатаційну надійність, а також сприяє підвищенню ефективності експлуатації техніки в цілому (зокрема за рахунок підвищення економічної рентабельності експлуатації, а також її безпеки) [2]. В умовах безперервного вдосконалення і модернізації конструкції мобільної техніки транспортного і сільськогосподарського призначення, питання розробки нових і вдосконалення існуючих методів і принципів діагностування цієї техніки набуває значну актуальність.

**Мета і результати дослідження.** Метою даного дослідження є визначення основних тенденцій і перспективних напрямків розробки нових і вдосконалення існуючих методів діагностування транспортної та

сільськогосподарської техніки. Для досягнення поставленої мети проведено системний аналіз існуючих принципів і методів діагностування автомобільного транспорту та сільськогосподарської техніки. Аналіз принципів діагностування. Класична теорія діагностики передбачає можливість реалізації процесу діагностування двома принципово різними способами: функціональним і тестовим [3]. Під час реалізації принципу функціонального діагностування об'єкт діагностування знаходиться в умовах робочого стані і характеризується штатними режимами експлуатації, запропонованими технічною документацією. На практиці цей принцип в більшості випадків реалізується на діагностичних стендах спеціалізованого, або комплексного виконання, які дозволяють імітувати різні швидкісні і навантажувальні режими, що зустрічаються при експлуатації транспортної техніки. На спеціалізованих стендах діагностування проводиться лише по одному параметру, або за кількома параметрами, але однієї системи (наприклад стенд для перевірки амортизаторів), стенди комплексного виконання передбачають перевірку декількох систем, або агрегатів (наприклад на гальмівному стенді можуть бути оцінені як гальмівні, так і тягово-динамічні властивості транспортного засобу). Принцип тестового діагностування полягає в тому, що об'єкт діагностування в процесі його перевірки перебуває або в непрацездатному стані, або режим його роботи відрізняється від штатного. Класичним прикладом діагностування, заснованого на тестовому принципі, є перевірка компресії в циліндрах двигуна за допомогою нарізного стрілочного компресометра. В цьому випадку з двигуна викручуються свічки запалювання, проводяться дії щодо перешкод подачі палива. Безпосередньо вимір компресії здійснюється при провертанні колінчастого вала двигуна стартером, при цьому в двигуні через відсутність свічок і подачі палива не відбувається звичайного циклу сумішоутворення і згоряння, а його функціонування за час вимірювання не входить в перелік штатних режимів експлуатації. Аналіз методів діагностування. Технологічні методи діагностики представляють собою безліч способів і прийомів подачі вхідних, реєстрації вихідних сигналів, вимірювання діагностичних параметрів і виявлення діагностичних ознак технічного стану. Щодо застосування засобів діагностування методи діагностування поділяють на два класи: органолептичні та інструментальні [3]. Органолептичні методи включають прослуховування, огляд, перевірку дотиком і нюхом. Інструментальні методи застосовують для вимірювання та контролю всіх параметрів технічного стану, використовуючи при цьому засоби діагностування. За періодичністю методи діагностування поділяють на ті, що застосовуються в плановому (регламентованому) і в позаплановому (заявочному) порядках. Плановим діагностуванням вирішують завдання перевірки працездатності, а також визначення залишкового ресурсу агрегатів і машини в цілому. З цією метою з усієї сукупності діагностичних параметрів виділяють узагальнені, які обов'язково вимірюють при ТО. Діагностування, виконане позапланово, в заявочному порядку, вирішує завдання пошуку дефектів в тому випадку, якщо за результатами вимірювань узагальненого

параметра стану виявлені порушення працездатності складової частини серед безлічі інших. Залежно від вимірюваних діагностичних параметрів всі методи діляться на три групи, виходячи з того, характеризує цей параметр робочий процес транспортної техніки або її складової частини, супутній процес або безпосередньо структурний параметр. Методи діагностування за параметрами робочих процесів дозволяють перевіряти вихідні параметри транспортної техніки (потужність, економічність, продуктивність, якість роботи) і числові робочі характеристики його складових частин (фазові параметри паливоподачі і газорозподілу, тиск, швидкість переміщення, витрата і тому подібне). Точність виміру цих параметрів досить висока тому, що в основному здійснюють прямі виміри контрольованої фізичної величини [3]. Методи діагностування за параметрами супутніх процесів дають можливість побічно визначати ті ж параметри робочих процесів, а також структурні параметри деталей і сполучень, визначувані методом діагностування за параметрами робочих процесів, у тому випадку, коли їх неможливо, або недоцільно виміряти безпосередньо. Контрольованими процесами в цьому випадку є процеси вібрації і шуму, нагрівання, охолодження, розгону і зупинки частин, що обертаються, наростання, або спад тиску мастила і повітря у момент пуску і зупинки механізмів, утворення забруднюючих речовин. Точність такого виміру діагностичного параметра нижча, ніж при діагностуванні за параметрами робочих процесів [3]. Методи діагностування за структурними параметрами дозволяють прямими вимірами, без розбирання об'єкту діагностування визначати знос деталей, проміжки в їх сполученнях. Це методи, які застосовують для виміру зносу шин, шківів, проміжку в сполученнях, прогину важелів і тому подібне. У основі цих методів лежить вимір геометричних параметрів, взаємного розміщення, або розмірів деталей на неробочому автомобілі. Тенденції і перспективи розробки нових засобів і методів діагностування. Особливість розглянутих методів діагностування полягає в тому, що вони у багатьох випадках вимагають безпосереднього прямого контакту діагноста з об'єктом, що діагностується. Окрім цього, більшість засобів діагностування, за допомогою яких реалізуються ці методи, не мають достатньої мобільності, що призводить до необхідності транспортування об'єкту діагностування в спеціально облаштовані для виконання діагностичних операцій пункти (пости діагностики, бокси, гаражі і тому подібне). Ці особливості сучасних методів і засобів діагностування змушують призупиняти експлуатацію транспортної і сільськогосподарської техніки на період її діагностування, що негативно позначається на ефективності функціонування системи технічної експлуатації в цілому. У викладених умовах перспективною є розробка методів і засобів діагностування, в основі яких лежить принцип функціональної діагностики, і які дозволяли б проводити безперервний моніторинг систем і агрегатів транспортної техніки безпосередньо під час її експлуатації. На сучасній транспортній техніці методи, що використовують принцип функціональної діагностики, частково вже реалізовані у вигляді функції самодіагностики, інтегрованої в електронних системах управління

силовою установкою, трансмісією, гальмівними і іншими системами. Проте функція самодіагностики хоч і активується в процесі експлуатації транспортної техніки за призначенням, але все таки сам процес діагностування проходить повністю в автоматичному режимі, а його результати можуть набувати всього два значення: або в системі виявлена несправність, або ж система функціонує нормально. У разі виявлення несправності в якій-небудь системі на панелі приладів активізується відповідний індикатор, який вказує в якій саме системі або який саме агрегат функціонує з несправністю. При цьому детальнішу інформацію про локалізацію несправності, наприклад яка саме деталь, або сполучення, або елемент системи управління вийшов з ладу, і вимагає заміни (регулювання), самодіагностика не надає. Таким чином, функція самодіагностики, що реалізовується в сучасних електронних системах управління транспортної техніки, не позбавлена головного недоліку сучасних методів діагностування, що полягає в тому, що для встановлення конкретного елемента, деталі, вузла (або групи елементів, деталей, вузлів), несправний стан яких призводить до втрати працездатності транспортного засобу в цілому, або ж істотно знижує ефективність його функціонування, необхідно цілеспрямовано вилучити цей транспортний засіб з процесу експлуатації. Очевидно, що в основі нових методів діагностування, що не мають викладених вище недоліків, повинні лежати не лише процеси безперервного моніторингу технічного стану транспортної техніки, без її відриву від експлуатації, але і процеси видаленої постановки діагнозу за результатами безперервного моніторингу (дистанційна діагностика). Інтегровані процеси безперервного моніторингу і видаленої постановки діагнозу технічного стану рухомого складу можуть бути представлені у вигляді функціонування системи дистанційної діагностики транспортної техніки, основні елементи якої зображені на рис.1.



**Рис.1.** Взаємодія основних елементів системи дистанційної діагностики транспортної техніки: ТТ - одиниця транспортної техніки; ПМ - пристрій моніторингу стану транспортної техніки; СПП - система прийому-передачі моніторингової інформації; ПА – пристрій аналізу моніторингової інформації; РД - результат діагностування.

Елемент ТТ зображеної вище схеми уявляє собою об'єкт діагностування – одиницю транспортної техніки, яка експлуатується за призначенням. Паралельно з цим процесом експлуатації, функціонує пристрій моніторингу (ПМ), який безперервно проводить реєстрацію числових значень параметрів функціонування одиниці транспортної техніки. Зареєстровані пристроєм моніторингу параметри передаються на пристрій аналізу (ПА) шляхом

функціонування системи прийому-передачі (елемент СПП). Пристрій аналізу, який може бути представлено у вигляді оператора з пристроєм відображення моніторингової інформації, використовуючи спеціальні діагностичні алгоритми пошуку несправностей оцінює моніторингову інформацію про фактичний технічний стан одиниці транспортної техніки, і видає діагноз з точною локалізацією несправності (у разі її наявності в одиниці транспортної техніки), або ж формує рекомендаційний висновок про необхідні профілактичні дії для оптимізації роботи транспортної техніки (у разі справної її роботи на момент аналізу). Діагноз, або рекомендаційний висновок, що формуються пристроєм аналізу, у своїй сукупності утворюють результат діагностування (на схемі елемент РД). Успішна практична реалізація процесів моніторингу, передачі та аналізу інформації про технічний стан транспортної техніки за наведеною вище схемою, як на методичному так і на інструментальному рівнях, а також інтеграція системи дистанційної діагностики транспортної техніки у систему технічної експлуатації, в перспективі, може підвищити ефективність останньої, головним чином за рахунок виключення діагностичних робіт із планових заходів з технічного обслуговування (або принаймні зведення до мінімуму обсягів цих робіт), що дозволить знизити простої транспортної техніки і збільшити коефіцієнт її використання.

**Висновки:** 1. Практична реалізація існуючих методів діагностування транспортної та сільськогосподарської техніки вимагає цілеспрямованого переривання експлуатації одиниці рухомого складу для її діагностування, що знижує ефективність технічної експлуатації. 2. Перспективним напрямком вдосконалення методів діагностики транспортної та сільськогосподарської техніки є впровадження процесів безперервного моніторингу технічного стану експлуатованої техніки, а також процесів віддаленої постановки діагнозу. 3. Запропонована системна реалізація процесів моніторингу та віддаленої постановки діагнозу у вигляді системи дистанційної діагностики транспортної та сільськогосподарської техніки; складена схема взаємодії основних елементів цієї системи. 4. Успішна реалізація запропонованої системи дистанційної діагностики транспортної та сільськогосподарської техніки, а також її інтеграція в систему технічної експлуатації, дає можливість знизити простої транспортної техніки і збільшити коефіцієнт її використання, головним чином за рахунок виключення діагностичних робіт із планових заходів з технічного обслуговування (або принаймні зведення до мінімуму обсягів цих робіт), що в результаті підвищить ефективність технічної експлуатації в цілому. 5. Подальше дослідження доцільно проводити на предмет розробки методичної, програмної, інструментальної бази реалізації системи дистанційної діагностики транспортної та сільськогосподарської техніки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Баженов Ю.В. Основы теории надежности машин / Ю.В. Баженов. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 160 с.

2. Ключев В.В. Глобализация технической диагностики и неразрушающего контроля / В.В. Ключев // Контроль. Диагностика. – 2004. - № 8. – С.3-6.
3. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем [Монография] / В.П. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов, П.Б. Комов, И.В. Грицук, Ю.В. Волков, Е.А. Комов. – Донецк: Изд-во «Ноулидж» (донецкое отделение), 2013. – 398с.
4. Власов В.М. Применение интеллектуальных транспортных систем для оперативной оценки технического состояния автотранспортных средств / Власов В.М., Сирнов А.Б., Жанказиев С.В. // Сборник научных трудов «Средства и технологии телематики на автомобильном транспорте» - М.: МАДИ (Государственный технический университет) – 2008. – С.6-15.

### **АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Максимов В.Г., Ницевич А.Д., Пурич Д.А., Кутяков Е.Ю.

**Ключевые слова:** техническая эксплуатация, транспортная техника, сельскохозяйственная техника, диагностика, информационные технологии.

#### **Резюме**

*Выполнен комплексный анализ существующих принципов и наиболее распространенных на практике методов диагностирования транспортной и сельскохозяйственной техники. Сформулированы основные принципы, на которых должно основываться дальнейшее совершенствование методов диагностики. Предложена структурная схема системы дистанционной диагностики транспортной и сельскохозяйственной техники.*

### **ANALYSIS OF PERSPECTIVE DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF MODERN METHODS OF DIAGNOSTICATING OF A TRANSPORT AND AGRICULTURAL TECHNIQUE**

Maksimov V.G., Nitsevych O.D., Purich D.O., Kutyakov E.Y.

**Key words:** technical exploitation, transport technique, agricultural technique, diagnostics, information technologies.

#### **Summary**

*The complex analysis of existent principles and most widespread in practice methods of diagnosticating of a transport and agricultural technique is executed. Basic principles that there must be base on further perfection of methods of diagnostics are set forth. The flow diagram of the system of the controlled from distance diagnostics of a transport and agricultural technique is offered.*