

**ОЦІНЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ ЗА ДАНИМИ
ДЕФЕКТОСКОПІЇ ДЕТАЛЕЙ**

**Полянський О. С., д.т.н., проф., Войналович О. В. к.т.н., доц.,
Мотрич М. М., к.т.н.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проаналізовано вплив наявності експлуатаційних тріщин в типових деталях окремих вузлів на стан експлуатаційної безпеки тракторів. На основі даних дефектоскопічного контролю побудовано кінетичні залежності накопичення експлуатаційних тріщин деталей вузлів тракторів МТЗ-80(82) у часі. Тріщини, які було проаналізовано в роботі, виявлено з використанням високочутливого імпульсного вихорострумового дефектоскопа, що дозволило визначити кількісно діапазон розмірів тріщин, які відповідають певним термінам тривалості експлуатації. Встановлено, що процес накопичення тріщин має експоненціальну кінетику. Перевищення граничного терміну експлуатації агрегатів впливає на зміну ймовірності аварійності на механізованих і транспортних роботах. Визначено, що граничний термін для досліджених типів тракторів становить 13-14 років.

Ключові слова: *вичерпання ресурсу тракторів, тріщини в деталях тракторів, дефектоскопічний контроль.*

Вступ. Агропромисловий комплекс (АПК) належать до найбільш травмонебезпечних галузей економіки [10, 13], де рівень виробничого травматизму залишається неприпустимо високим. Окрім помилкових дій працівників причинами аварій і нещасних випадків під час роботи тракторів і машинно-тракторних агрегатів (МТА) часто є несправності механізмів рульового керування, гальмівної і ходової систем та ін. [5]. Ці несправності зумовлені тим, що більшість машин і механізмів, що перебувають в експлуатації в АПК України та близького зарубіжжя, відпрацювали ресурс понад 90 % і не відповідають вимогам безпеки праці [1, 12].

Ймовірність настання аварійних ситуацій через вичерпання ресурсу роботи деталей чи вузлів машини залежить від тривалості експлуатування машини та інтенсивності силового навантаження на окремі деталі агрегату [9], що спричиняє виникнення експлуатаційних дефектів. То ж зниженню аварійності в АПК сприятиме виявлення експлуатаційних дефектів у деталях тракторів і самохідних сільськогосподарських машин (ССМ) на ранніх стадіях пошкодження та недопущення до експлуатації техніки, в деталях вузлів якої розвинулися тріщини граничних параметрів.

Актуальність роботи полягає у необхідності обґрунтування граничних термінів використання мобільної сільськогосподарської техніки тривалої експлуатації, в деталях якої виникли експлуатаційні дефекти.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Високий рівень травматизму в АПК зумовлено тим, що більшість технологічних операцій виконують із застосуванням морально застарілої та спрацьованої техніки [11]. Однак, дослідники виробничого травматизму в АПК насамперед звертають увагу на організаційні причини [11] та умови праці на МТА [3], здебільшого залишаючи поза увагою незадовільний технічний стан мобільних засобів виробництва АПК.

Нині в АПК на тлі високого амортизаційного зношення колісної техніки не в повній мірі вдається вирішити питання підвищення безпеки праці механізаторів та водіїв [16]. Дослідження щодо встановлення параметрів умов і безпеки праці на машинах і МТА як правило належать до другорядних [6].

Аналіз досліджень, присвячених питанням оцінювання професійних ризиків в АПК, показав, що застосовувані нині методи здебільшого не визначають кількісні характеристики безпеки системи людина-машина-довкілля (Л-М-Д) і їх можна використати як оцінку окремих показників [7, 8].

З іншого боку, у роботах, де розглядають питання функціонування математичної моделі системи Л-М-Д у сільськогосподарському виробництві, основний наголос здебільшого зроблено на надійнісні аспекти мобільної техніки [1, 14]. Але при цьому не розглядають потенційні небезпеки для механізаторів та інших працівників, задіяних у виробничому процесі.

Так, контролюючи якість проведеного технічного обслуговування та ремонту мобільної сільськогосподарської техніки, здебільшого звертають увагу на визначення технологічних і економічних показників роботи машини [17], не відстежуючи наявності експлуатаційних дефектів (тріщин) в деталях. А це часто зумовлює виконання механізованих робіт з підвищеним рівнем аварійності, що призводить до травмування механізаторів і допоміжних працівників [5].

Аналіз літературних джерел дозволяє висунути гіпотезу, що для встановлення закономірностей вичерпання ресурсу, прогнозування показників надійності і безаварійності агрегатів тривалої експлуатації можуть бути задіяні статистичні дані дефектоскопічного контролю про наявність експлуатаційних тріщин у масиві деталей окремих вузлів, що визначають безпеку експлуатації МТА [20].

Отримання статистично обґрунтованих даних дефектоскопічного контролю під час технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки стримує неадаптованість портативних дефектоскопів для оперативного діагностування окремих деталей тракторів і ССМ [2, 19]. Зокрема, нині відсутні карти обліку експлуатаційних дефектів деталей вузлів мобільної сільськогосподарської техніки після тривалого використання.

Мета дослідження: обґрунтувати граничні терміни експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки з високим ступенем пошкодження деталей.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні прикладні наукові задачі:

- проаналізувати можливості адаптування портативних дефектоскопів для оперативного виявлення експлуатаційного пошкодження у масиві деталей вузлів тракторів та ССМ.

- отримати та проаналізувати кінетичні залежності накопичення масиву

дефектів у деталях вузлів тракторів різної тривалості експлуатації.

Матеріали і методи дослідження. В основу досліджень було покладено тезу, що ймовірність виходу з ладу окремих вузлів трактора чи МТА визначається комплексом наявних тріщин у деталях, що накладає особливі вимоги до періодичності та ретельності проведення дефектоскопічного контролю. Разом з тим достовірність прогнозу безпосередньо залежить від якості отриманої інформації про наявність дефектів у відповідальних деталях та елементах конструкцій таких об'єктів. Запропонований підхід не суперечить методикам статистичного оцінення ймовірності безвідмовної роботи сільськогосподарської техніки, розроблених іншими авторами [1, 14].

У роботі за допомогою спеціалізованого портативного вихорострумового дефектоскопу було оцінено наявність тріщин у деталях вузлів тракторів МТЗ-80(82) з різними термінами експлуатації. Було проведено дефектоскопічний контроль більше 50 тракторів, які перебували в експлуатації до 17 років з дати випуску. Дефектоскопічний контроль виконували під час проведення дефектування деталей цих тракторів, що надійшли для ремонту.

Щоб конкретизувати об'єкти дефектоскопічного контролю та звужити поле виявлення тріщин, наявні деталі окремих вузлів трактора було виокремлено на кілька категорій:

- 1) високонапружені деталі з високою ймовірністю зруйнування;
- 2) деталі, технічних стан яких зумовлено сукупною дією силових чинників з агресивними умовами довкілля;
- 3) деталі, що зазнають малої пошкоджуваної дії;
- 4) деталі, в яких пошкодження виявляють лише візуально (дрібні, неметалеві тощо).

У рамках запропонованого методичного підходу не було враховано потенційну тріщинонебезпечність та пошкоджуваність третьої і четвертої категорії деталей: кріпильних, гумових, неметалевих тощо.

Результати дослідження. Кінетику накопичення тріщин у деталях систем і вузлів тракторів МТЗ-80 (82) різної тривалості експлуатації представлено на рис. 1 і 2. Координати графіків наступні: вісь ординат – відносна кількість виявлених тріщин n_d у загальній сукупності досліджених, значущих з погляду безпеки експлуатації, деталей N ; вісь абсцис – відносна тривалість експлуатації тракторів (розраховано щодо базової тривалості 17 років). Експериментальні дані для окремих діапазонів експлуатації тракторів описано лініями тренду з лінійною фільтрацією по 2-х періодах.

Встановити з експлуатаційної документації на трактор тривалість його використання протягом календарного року здебільшого складно, адже відомим є лише його рік випуску. Тому відносну тривалість експлуатації тракторів було розраховано на основі наступних припущень.

Виконаний дефектоскопічний контроль деталей вузлів було проведено для тракторів, які вже певний час були задіяні на механізованих і транспортних роботах, зазнали силового навантажування, що призвело до зародження експлуатаційних тріщин. Частину з цих дефектів було виявлено під час ремонтів тракторів з розбиранням вузлів. То ж вважали, що всі досліджені трактори

одного року випуску перебували в експлуатації однаковий період. Як базовий було вибрано 17-річний термін експлуатації тракторів МТЗ-80(82), що вдвічі більше розрахункового ресурсу.

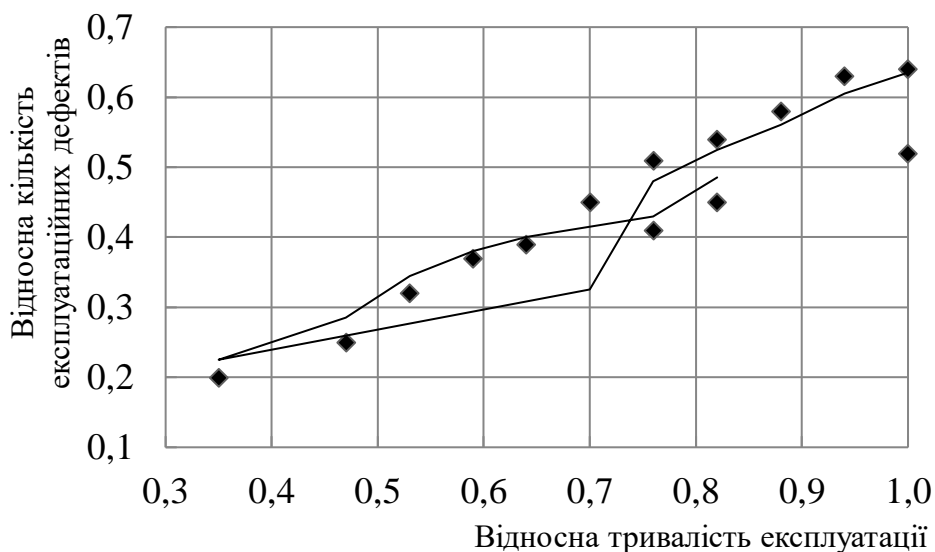


Рис. 1 – Кінетика накопичення тріщин у деталях системи рульового керування тракторів МТЗ-80(82) різної тривалості експлуатації

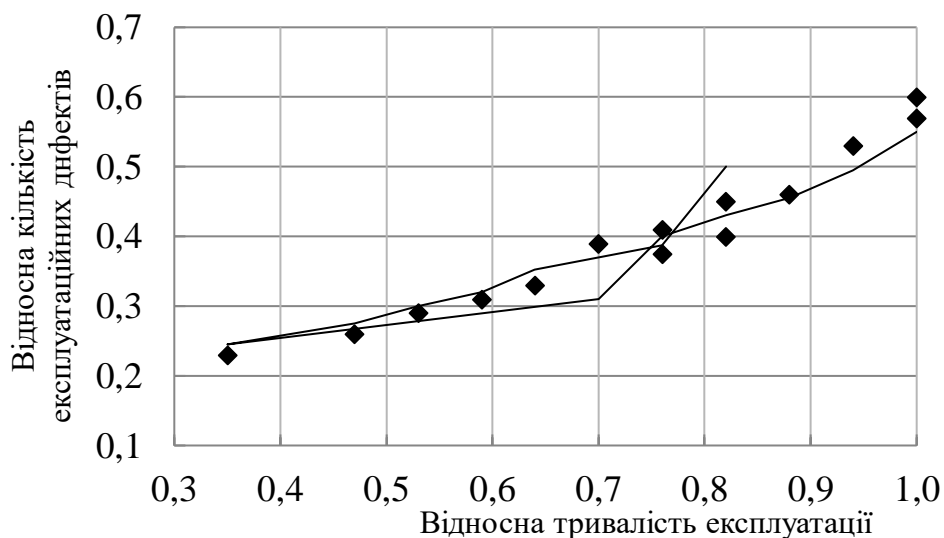


Рис. 2 – Кінетика накопичення тріщин у деталях навісного пристрою тракторів МТЗ-80(82) різної тривалості експлуатації

Аналіз ліній тренду дозволяє вказати на діаграмах накопичення тріщин у деталях вузлів (систем) тракторів МТЗ-80(82) відносну тривалість експлуатації, після якої інтенсивність виникнення тріщин суттєво зростає. У разі перевищення цієї величини збільшується ймовірність раптового руйнування вузлів трактора та створення аварійних ситуацій на механізованих чи транспортних роботах.

Для досліджених вузлів тракторів ця величина приблизно однакова і перебуває у діапазоні 0,7–0,8 відносної тривалості експлуатації, тобто близько 13–14 років. Отже, даний показник може служити критерієм для припинення

експлуатації трактора, проведення дефектоскопії деталей з метою виявлення тріщин та усунення (замінення дефектних деталей).

До Правил технічної експлуатації тракторів та мобільної сільськогосподарської техніки [15] необхідно внести вимоги щодо інструментального (за допомогою портативних дефектоскопів) виявлення тріщин небезпечних розмірів у деталях вузлів, а візуальний контроль розглядати як недостатній. Значення дефектоскопічного контролю суттєво зростає з тривалістю перебування тракторів, комбайнів та ССМ в експлуатації, зокрема після 10–12 років.

Уведення до практики діяльності ремонтних підрозділів методик оперативного дефектоскопічного контролю та оцінення ризику експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки з дефектами дозволить щорічно суттєво збільшити ступінь виявлення несправних сільськогосподарських агрегатів. А отже й знизити кількість аварій сільськогосподарських агрегатів та нещасних випадків.

Висновки. Отримані експериментальні характеристики наявності небезпечних механічних дефектів у деталях вузлів тракторів різної тривалості експлуатації дозволили встановити тривалість експлуатації, після якої інтенсивність виникнення тріщин суттєво зростає. Для досліджених вузлів тракторів ця величина становить близько 13-14 років. Даний показник може служити критерієм для припинення експлуатації трактора, проведення дефектоскопії деталей з метою виявлення та усунення тріщин (замінення дефектних деталей).

Список використаних джерел

1. Аулін В.В. Прогнозування залишкового ресурсу агрегатів та систем транспортних засобів сільськогосподарського виробництва за їх технічним станом / В.В. Аулін, В.М. Каліч, А.В. Гриньків, Д.В. Голуб // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – Вип. 45, ч.
2. Афанасьев В.Б. Современные методы неразрушающего контроля / В.Б. Афанасьев, Н.В. Чернова // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 7.
3. Богданов А.В. Определение состояния условий труда на основе методики интегральной оценки // А.В. Богданов // Вестн. ЧГАУ, 2008. – Т. 52.
4. Гнатюк О.А. Оцінення ризику травмування трактористів-машиністів під час проведення технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки / О.А. Гнатюк, О.О. Покутний, Т.О. Білько // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – К.: НУБіП України, 2014. – Вип. 196, ч. 2.
5. Гнатюк О. Применение вероятностного анализа для оценки риска травмирования механизаторов агропромышленного комплекса / О. Гнатюк, А. Покутний, Т. Билько // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin-Rzeszów, 2014. – Vol. 16. – № 3.

6. Голубев И.Г. Организация сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники фирмами на российском рынке / И.Г. Голубев, Н.В. Корольков, В.Ф. Карпенков // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 6.
7. Гребенщикова О.А. Обоснование риска системы «О-М-С» в транспортно-технологическом процессе сельскохозяйственных операций / О.А. Гребенщикова, Ю.Г. Горшков, М.С. Дмитриев // Охрана труда и техника безопасности. – М., 2007. – № 10.
8. Дмитриев М.С. Показатели безопасности при эксплуатации зерноуборочных комбайнов / М.С. Дмитриев, Ю.Г. Горшков, А.В. Заинишев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – М., 2009. – № 12.
9. Калугин А.А. Методика оценки травмирования операторов мобильных колесных машин / А.А. Калугин, Н.С. Сергеев // Достижения науки и техники АПК. – М., 2011, № 7.
10. Комар А.С. Аналіз стану охорони праці в агропромисловому комплексі України / А.С. Комар // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – Вип. 2. – Т. 3.
11. Короткий А.А. Оценка риска человеческого фактора в системе «персонал - подъемные механизмы - производственная среда» на предприятиях машиностроения / А.А. Короткий, Е.В. Егельская // Вестник ДГТУ, 2015. – Т. 15. – № 1(80).
12. Костомахин М. Тракторист и надежность трактора / М. Костомахин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2011. – № 2.
13. Лапин А. Травматизм со смертельным и тяжелым исходом в крестьянских (фермерских) хозяйствах, его причины и предупреждение / А. Лапин, Н. Студенникова, В. Орлов // Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве. – 2008. – № 4.
14. Посвятенко Е.К. Прогнозування ресурсу деталей функціональних систем мобільних машин до виводу їх в ремонт / Е.К. Посвятенко, Д.П. Журавель // Збірник наукових праць ТНУ, 2011.
15. Правила технічної експлуатації тракторів, самохідних шасі, самохідних сільськогосподарських, дорожньо-будівельних і меліоративних машин, сільськогосподарської техніки, інших механізмів. Затверджено наказом Міністерства аграрної політики України № 173 від 06.04.2010 р.
16. Шалапко Ю.І. Прихованість фреттинг-процесів у з'єднаннях автомобільної техніки та їх вплив на безпеку експлуатації / Ю.І. Шалапко, А.Л. Ганзюк, М.А. Разуваєва // Вісник Хмельницького національного університету, 2010. – № 5.
17. Шкрабак В.С. Методические аспекты теоретического обоснования безопасности транспортных работ и технические средства ее реализации / В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров, Р.В. Шкрабак // Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова, Саратов, 2009. – № 3.
18. Шкрабак Р.В. Анализ оснащенности сельскохозяйственной техники средствами безопасности / Р.В. Шкрабак // Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова, Саратов, 2007. – № 1.

19. Шульженко М.Г. Розробка мобільного багатофункціонального вимірювально-діагностичного комплексу неруйнівного контролю і оцінки технічного стану енергетичних і транспортних агрегатів тривалої експлуатації / М.Г. Шульженко, Ю.Г. Єфремов, В.Й. Цибулько, О. В. Депарма // Техническая диагностика и неразрушающий контроль, 2016. – № 1.
20. Voinalovych A.V. Control of the technical state of agricultural aggregates by facilities of fault detection / A.V. Voinalovych, M.N. Motrich / Mechanization in agriculture, 2015. – Year LXI, ISSN 0861-9638, issue 12/2015, Bulgaria.

Аннотация

ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ ПО ДАННЫМ ДЕФЕКТОСКОПИИ

Полянский А. С., Войналович А. В., Мотрич М. Н.

Проанализировано влияние наличия эксплуатационных трещин в деталях отдельных узлов на состояние эксплуатационной безопасности тракторов. На основе данных дефектоскопического контроля построены кинетические зависимости накопления эксплуатационных трещин деталей узлов тракторов МТЗ-80(82). Проанализированные в работе трещины были обнаружены с использованием высокочувствительного импульсного вихретокового дефектоскопа, что позволило определить количественно диапазон размеров трещин, которые отвечают определенным срокам продолжительности эксплуатации. Установлено, что процесс накопления трещин имеет экспоненциальную кинетику. Превышение предельного срока эксплуатации агрегатов влияет на изменение вероятности аварийности на механизированных и транспортных работах. Определено, что предельный срок для исследованных типов тракторов составляет 13-14 лет.

Ключевые слова: *исчерпание ресурса тракторов, трещины в деталях тракторов, дефектоскопический контроль.*

Abstract

ASSESSING OF THE HAZARDS OF OPERATION OF AGRICULTURAL UNITS USING OF DEFECTOSCOPIC DATA

A. Polyanski, A. Voinalovych, M. Motrich

The influence of the presence of cracks detected in the array of operational defects of typical parts of individual units on the condition of safety of tractors has been analyzed. Based on data of defectoscopic control, the kinetic dependences of the accumulation of operational fractures of parts of MTZ-80(82) tractor units in time were constructed. The cracks analyzed in the work were detected using a high-sensitivity pulsed vibration current flaw detector, which allowed us to quantify the size of the cracks that correspond to certain operating lifetime terms. It is established that the process of accumulation of cracks has an exponential kinetics. Exceeding the

maximum period of operation of aggregates dependence affects the change in the probability of accidents on mechanized and transport works. It is determined that the deadline for researching tractor types is 13-14 years.

Key words: *exhaustion of the operational resource, cracks in details of tractors, defectoscopic control.*

УДК 662.638/818:674.08

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА І АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ У ПАЛИВНІ БРИКЕТИ

**Полянський О. С., д.т.н., проф., Д'яконов В. І., к.т.н., доц.,
Д'яконов О. В., асист.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Встановлено, що існуючі технології виробництва паливних брикетів енерговитратні і використовують до 60% енергії на сушіння та брикетування біомаси. Виготовлені брикети гігроскопічні з малою тепловою здатністю та міцністю. Виконано класифікацію технологічних процесів брикетування біомаси ведучих світових фірм. Використання екологічно безпечних зв'язуючих дає можливість підвищити основні характеристики тепло здатності, міцності, гігроскопічності та економічності виготовлення паливних брикетів.

Ключові слова: *паливні брикети, рослинні та деревні відходи, технологія виготовлення.*

Вступ. Україна має високорозвинений сектор сільського господарства, зокрема рослинництва, який щорічно генерує великий обсяг різноманітних відходів та залишків. В природному вигляді цю біомасу з малою насипною щільністю використовувати не доцільно - її необхідно переробляти в тверде паливо-брикети.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В останні роки в Україні і за кордоном ведуться інтенсивні дослідження і розробки, спрямовані на перетворення біомаси з потенційних паливно-енергетичних ресурсів в реально використовувані і конкурентоспроможні палива [1,2]. Процеси термообробки рослинних відходів для надання їм необхідних фізико-технічних і експлуатаційних характеристик є досить енергоємними і тривалими. Так затрати енергії на сушку і пресування сировини складають до 60% від всіх затрат при виробництві паливних брикетів із рослинних відходів[1,2]. З різноманіття методу реалізації цього процесу найбільш ефективним з точки зору продуктивності, енергозбереження, екологічної чистоти, якості готового продукту є сушка енергією електромагнітного поля надвисокої частоти (НВЧ) [1,2]. Проте, незважаючи на значну кількість публікацій з даної проблематики, кількість