

ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ДЕФЕКТОСКОПІЧНОГО КОНТРОЛЮ ВІДПОВІДАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ ТРАКТОРІВ ДЛЯ ОЦІНЕННЯ РИЗИКУ ЇХ ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

О.В.Войналович, канд. техн. наук, доц.,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Задачі діагностування технічного стану машин та прогнозування безаварійності їх подальшої експлуатації тісно пов'язані між собою. Щоб обґрунтувати ресурс безпечної експлуатації машин, потрібно опиратися не лише на міцнісні, надійнісні та економічні показники, а й враховувати базові положення концепції ризику. Разом з термінами "міцність", "ресурс", "надійність" розробники техніки, науковці та експлуатаційники мають оцінювати "безпеку", "ризик" та "захист" працівників. І це має стосуватися не лише важливих і критично важливих виробничих об'єктів економіки, а й машин тривалої експлуатації, зокрема й сільськогосподарського призначення. У даній роботі для оцінення показників ризику і безпеки експлуатації машин запропоновано застосовувати результати дослідження ступеню накопичення експлуатаційної дефектності матеріалів та елементів конструкцій, адже зі збільшенням тривалості експлуатації машини ризик настання аварійних ситуацій через накопичення експлуатаційних дефектів зростає.

Згідно з Технічним регламентом безпеки машин (затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30 січня 2013 р. № 62) у деталях машин потрібно відстежувати відсутність механічних пошкоджень та дефектів, що впливають на безпеку виконання робіт, зокрема безпеку дорожнього руху. Багато у чому справність машини визначають експлуатаційні тріщини (дефекти), які зароджуються і поширюються у відповідальних деталях і елементах конструкцій внаслідок корозійно-силового навантаження.

У роботі було проаналізовано кінетику накопичення експлуатаційних дефектів у масиві деталей окремих вузлів (систем) тракторів після тривалих термінів експлуатації з року їх виготовлення. Як об'єкт дослідження було вибрано трактори МТЗ-80(82), як однієї з найбільш поширених марок в Україні.

Для виявлення тріщин використовували розроблений вихорострумовий дефектоскоп, чутливість якого дозволяла виявляти поверхневі тріщини довжиною кілька міліметрів та більші без очищення і підготовки поверхні контрольованих деталей. Це дало змогу дослідити наявність дефектів у великому масиві з понад 1200 деталей 50 тракторів різних років виготовлення. Дефектоскопічний контроль проводили під час ремонтів тракторів із розбиранням окремих вузлів.

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.

На використаному в даній роботі дефектоскопі було улаштовано ступеневий перемикач чутливості, щоб під час контролю змінювати мінімальний розмір знайдених тріщин у діапазонах відповідно від 3, 5 і 7 мм довжиною (умовно названих малого, середнього і великого розміру залежно від перерізу деталі у місці контролю). Внаслідок такого підходу було побудовано кінетичні залежності накопичення експлуатаційних

дефектів у деталях вузлів із зростанням тривалості експлуатації тракторів, а також кінетичні залежності інтенсивності зародження малих тріщин у масиві контрольованих деталей.

За даними дефектоскопічного контролю побудовано кінетичні залежності накопичення експлуатаційних дефектів у деталях вузлів тракторів, які до 17 років перебували в експлуатації з часу виготовлення. Отримані кінетичні залежності виявилися монотонно збільшуваними, для їх описання запропоновано скористатися експоненціальними функціями з огляду щодо максимальної достовірності апроксимування R^2 лініями тренду. Потрібно зазначити, що експоненціальна залежність характерна для закономірностей монотонного накопичення розсіяного втомного пошкодження у зразках конструкційних матеріалів, представленого параметром Херста (H). Це дозволяє використати підходи щодо критеріїв граничного стану лабораторних зразків внаслідок силового навантажування для встановлення граничних термінів експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки.

Разом з тим кінетика інтенсивності зародження експлуатаційних тріщин (умовно названих у роботі малими) у масиві деталей тракторів не є монотонною і характеризується максимумом у діапазоні близько 11-13 років експлуатації. Даний термін експлуатації може бути використаний як критерій для припинення експлуатації трактора, проведення дефектоскопії деталей та заміни дефектних деталей. За такої тривалості експлуатації трактора існує найбільша ймовірність раптового зруйнування вузлів трактора та створення аварійних ситуацій.

Статистичні дані дефектоскопічного контролю можуть бути застосовані у моделях створення небезпечних ситуацій у вигляді структурних схем (дерев), що передбачають виявлення поєднань зв'язків між базовими та проміжними подіями (помилковими діями працівників, набутими в експлуатації дефектами і відмовами техніки, несприятливими зовнішніми впливами виробничого довкілля), що формують головну подію з певним ризиком травмування працівників чи аварій. Як приклад використання логіко-імітаційних моделей у даній роботі було розраховано ймовірності настання травмонебезпечної ситуації внаслідок раптового опускання на працівника навісного знаряддя трактора, в деталях якого можуть виникнути і поширитися експлуатаційні тріщини.

Для аналізу логіко-імітаційної моделі настання травмонебезпечної ситуації та визначення ризику травмування працівників, які перебувають у зоні раптового опускання навісного знаряддя трактора, використано комп'ютерну програму *SAPHIRE*. До ймовірностей базових подій вказаної травмонебезпечної ситуації, що відповідають усередненим статистичним показникам виробничого травматизму в сільському господарстві України, було уведено відносну кількість тріщин у загальному масиві досліджених деталей трактора для двох термінів експлуатації тракторів. Зміни показників виробничого ризику для певного елемента логіко-імітаційної моделі небезпечної ситуації показують, що ризик травмування працівників внаслідок раптового опускання навісного знаряддя трактора збільшується у кілька разів після досягнення критичної щільності експлуатаційних тріщин у деталях навісної системи трактора.

На відміну від методу експертних оцінок та інших якісних методів оцінення професійного ризику розроблений кількісний метод базується на об'єктивних коефіцієнтах, що корелюють зі статистичними показниками виробничого травматизму в галузі та даними щодо накопичення експлуатаційного пошкодження у загальній сукупності деталей трактора.