

Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І.,
Черних Т.В., Мельянцов А.П.

НАПРЯМКИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВІДРЕМОНТОВАНИХ МАШИН В ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ АПК

В статті розглядаються деякі напрями в області підвищення післяремонтної довговічності машин, їх вузлів і агрегатів в системі технічного сервісу на базі агропромислового комплексу.

WAYS OF RELIABILITY REPAIR MACHINE IN THE TECHNICAL SERVICE OF THE AGRICULTURE COMPLEX

This article discusses some directions for improving durability of machines after repair their units and units in the system of technical services based on agro-industrial complex.

Забезпечення високої якості агротехнічних робіт потребує застосування різноманітних сільськогосподарських машин, транспортних засобів та іншого обладнання. В свою чергу забезпечення роботоздатного стану машин буде обумовлюватися наявністю відповідних виробничих підрозділів технічного сервісу, які включають в себе виробничі площі, технічну оснастку, персонал, документацію, систему матеріально-технічного забезпечення.

При цьому технічний сервіс як економічна доцільність виникає тоді, коли ресурси (обладнання, робоча сила, технології, сировина, матеріали, енергія, інформація та ін.) об'єднуються в виробничий процес з метою надання послуг або виробництва продукції [1].

В основному технічний сервіс охоплює наступні види предметних послуг для організацій, які експлуатують техніку:

- технічне обслуговування і ремонт сільськогосподарських машин, агрегатів і систем, включаючи монтаж і демонтаж агрегатів машини на місцях їх роботи;
- модернізацію машин в різних напрямках (наприклад, для покращення ефективності їх використання, комфорту водія та ін.) за рахунок постановки нового обладнання і т.д.;
- надання (прокат, оренда) виробничих потужностей і персоналу підприємства сервісу для клієнтів, які орієнтуються на самообслуговування;
- утилізація машин і відходів, які виникають в процесі їх експлуатації.

В практичній діяльності послуги з технічного сервісу сільськогосподарських машин де-факто асоціюються в основному з технічним обслуговуванням і ремонтом техніки та її вузлів і агрегатів. Виконання періодичних та разових технічних обслуговувань та ремонтів може виконуватися з різними рівнями взаємодії організацій, які експлуатують машини, і підприємствами технічного сервісу, комплексно або по окремим операціям (як по видам дії, так і агрегатам і системам) в різних комбінаціях факторів часу, ціни і якості робіт.

Разом з тим, проведений аналіз експлуатаційної надійності машин показує, що близько 20-25 % робочого часу машина простоє в зв'язку з низькою післяремонтною надійністю. В свою чергу це призводить до збільшення витрат на підтримання роботоздатного стану машини, значних втрат сільськогосподарської продукції із-за порушення агротехнічних строків виконання технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.

Забезпечення надійності техніки при технічному сервісі являється складною, багатопланою та комплексною проблемою, рішення якої потребує сумісних зусиль вчених, конструкторів, фахівців ремонтного виробництва і робітників сфери експлуатації.

Робота по забезпеченню надійності відремонтованих машин повинна починатися на самій ранній стадії з розроблення технології її ремонту.

Керування процесом формування надійності – динамічний, адаптивний процес, за допомогою якого система керування перебудовується з метою пошуку ефективних шляхів виконання задачі.

Наскільки б не була вдосконалена система, керування нею проходить за відсутності повної визначеності, що визивається неточною і недостатньою інформацією, значною варіацією факторів, які на неї впливають. Тому для забезпечення ефективності керування необхідна наявність чітких зворотних зв'язків, які мають високу інформативність і мале запізнювання. Все це особливо актуальне для ремонтного виробництва.

Керування процесом формування надійності машин при їх ремонті має суттєву різницю від аналогічної задачі при їх виготовленні. Так, в процесі розроблення нової конструкції машини вибирають структурну схему машини, конструктивні рішення її вузлів і деталей, матеріали, технологію виготовлення і т.і., забезпечуючи при цьому високу надійність. При розробленні технології ремонту робота ведеться з машиною конкретного конструктивного виконання, яка має визначену схему, що задає визначене значення показників ремонтпридатності і збереженості. В процесі експлуатації машини суттєво змінюються показники її безвідказності та довговічності, що виражається збільшенням числа відказів. Відновлення цих показників до необхідного рівня і є задачею капітального ремонту, а організація ефективного рішення даної проблеми – задачею системи керування формування процесу забезпечення надійності.

При розробленні технології капітального ремонту вирішується ряд специфічних задач, результати яких суттєво впливають на післяремонтну надійність машин. Такими задачами є: визначення оптимальних строків і видів ремонту вузлів, агрегатів і машин в цілому; розбирання, миття, дефектування та комплектування машин; вибір оптимально допустимих розмірів деталей і розмірних ланцюгів механізмів; способів відновлення зношених деталей і т.і. Ці задачі можна розділити на два напрямки:

- 1) створення технології ремонту машин, яка забезпечить їх задану надійність і ефективність її впровадження;
- 2) забезпечення підтримання технологічної дисципліни на ремонтних підприємствах.

В свою чергу першу задачу можна розглянути диференційовано за двома напрямками:

- 1) теоретичне обґрунтування розроблення технології ремонту машин заданої надійності і системи її впровадження;
- 2) технологічне і організаційне забезпечення технології ремонту машин.

Із вищенаведеного з наукової точки зору найбільш слабо розглянуто теоретичне обґрунтування технології ремонту з врахуванням передових технологічних процесів та її організаційне забезпечення для умов технічного сервісу. Все це стримує роботу по забезпеченню оптимальної надійності машин при їх ремонті, яку, як відмічалось раніше, необхідно розпочинати на самих перших стадіях розроблення технології ремонту і яка базується на системі керування формування надійності сільськогосподарської техніки при її ремонті. Ця система повинна відповідати конструкції машини і бути ієрархічною багаторівневою, починаючи з деталі і спряження і закінчуючи машиною в цілому. Такий принцип побудови системи дозволяє застосувати декомпозицію, тобто її роздрібнення, спрощуючи тим самим рішення задачі керування надійністю.

Для окремої деталі і спряження основною задачею теоретичного обґрунтування технології ремонту, яка обумовлює задану надійність, є визначення оптимального часу заміни деталі і її допустимих параметрів. Така задача, як правило, вирішується для умов обслуговування або діагностування деталі.

При розробленні технології ремонту, яка забезпечує оптимальну або задану надійність виробу, необхідно враховувати ті обставини, що в багатьох деталях втрачають свою роботоздатність декілька робочих поверхонь і їх фактична надійність являється синтезом оцінок надійності по всім цим поверхням. Рішення даної задачі аналітичними методами є складним і при цьому можливе лише для деяких окремих випадків. Загаль-

ний підхід до вирішення таких задач заключається в використанні статистичного моделювання. При подібних розрахунках прийнято враховувати відмови деталей незалежними явищами, що значно спрощує розрахунки. Але фактичні процеси втрати робоздатності деталей по різних поверхнях сильно кореговані, тому оцінка надійності при допущенні незалежності відмов в ряді випадків є грубою. Таким чином, необхідне розроблення методів оцінки надійності, які враховують кореляцію відмов.

Для окремих вузлів і агрегатів основними задачами керування надійністю є складання і оптимізація допустимих розмірних ланцюгів, вибір способів відновлення зношених деталей, які забезпечують задану і оптимальну надійність агрегатів, розроблення оптимальної системи їх ремонту. Оптимально допустимі без ремонту розмірні ланцюги знаходять із розмірів окремих деталей. Найбільш розповсюджений підхід до вирішення цієї задачі – коректування величин складових кілець методом невизначених множників Лагранжа.

Порушення просторової геометрії базисних деталей негативно впливає на надійність виробу. В зв'язку з цим значну увагу необхідно приділяти розрахунку просторових розмірних ланцюгів. Визначення оптимально допустимих розмірних ланцюгів – одна із трудомістких задач, ефективне рішення якої можливе при використанні системи автоматизованого проектування.

Важливим фактором формування надійності сільськогосподарської техніки при її капітальному ремонті є надійність відновлених деталей. В наш час для ремонту деталей застосовують різноманітні технологічні способи. В зв'язку з цим виникає задача вибору найбільш ефективного з них. Цьому питанню приділялась значна увага в працях дослідників [2, 3], в більшості яких в якості критерію ефективності способу рекомендовано використовувати відношення вартості відновлення деталі до її ресурсу, порівнюючи його з аналогічним відношенням для нової деталі.

За допомогою такого підходу можна ранжирувати способи відновлення деталей за величиною питомих витрат. Але при цьому не дається відповідь на питання, яка ж надійність вузла або агрегату в цілому. Даний метод оцінки способів відновлення деталей не дозволяє також враховувати те, що вони мають різну варіацію ресурсів. Це має суттєвий вплив на ресурс вузла і агрегату та на величину затрат на ремонт і обслуговування машини.

Для відновлення деталей з значною програмою ремонту, як правило, застосовують маршрутну технологію. При цьому одні і ті ж деталі можуть мати різні поєднання дефектів, а звідси і різну вартість відновлення та надійність, що також необхідно враховувати при виборі способів відновлення. Оскільки робота по забезпеченню надійності техніки при її ремонті розпочинається на самих ранніх стадіях розроблення технології ремонту, при виборі способів відновлення необхідно враховувати можливість використання результатів прогнозування надійності та прискорених випробувань деталей машин.

Задача вибору способів відновлення деталей, які забезпечують заданий або оптимальний ресурс агрегату, являється багатоваріантною і однозначно може вирішуватися лише при наявності критерію оптимізації. В роботі [4] відмічається, що найбільш ефективним критерієм оптимізації для даних випадків являється мінімум питомих приведених витрат. Застосування різних способів відновлення деталей не призводить до зміни регламенту обслуговування агрегатів, тому в цільовій функції оптимізації ці витрати можна не враховувати. Таким чином, цільова функція буде включати в себе питомі затрати на відновлення деталей, розбирання, складання, миття, дефектування і комплектування агрегату.

Оскільки при вирішенні задачі вибору способів відновлення деталей з врахуванням забезпечення оптимальної надійності вузла або агрегату вихідні дані існують в дискретному вигляді (ряд окремих значень ресурсу деталей і вартість її відновлення різними способами), найбільш підходящим методом пошуку оптимального рішення являється метод динамічного програмування, який заключається в реалізації шагової стратегії, що

забезпечує на кожному етапі максимум або мінімум деякої функції. Задача вибору способів відновлення деталей вирішується в три етапи. На першому визначаються витрати і показники надійності деталей, які забезпечуються при реалізації окремих технологічних маршрутів, на другому оцінюються показники надійності і вартості відновлення деталей з врахуванням ймовірності відновлення за різними маршрутами, на третьому підраховуються затрати на ремонт агрегату в цілому з врахуванням всіх відновлених деталей і визначається його ресурс. Таким чином, аналізуються всі можливі способи відновлення деталей і знаходиться така їх сукупність, яка мінімізує цільову функцію. В зв'язку з тим, що аналітичне визначення ресурсу деталі по ресурсу її поверхні і ресурсу агрегату по ресурсу деталей є ускладненим, для вирішення задачі застосовується метод статистичного моделювання.

Важливим моментом при керуванні надійністю машин є система ремонту вузлів, агрегатів і машини в цілому, яка визначається кількістю планових ремонтів за весь термін їх служби, величинами міжремонтних періодів, об'ємами і видами запланованих ремонтів. При будівництві системи ремонту виробів необхідно знайти оптимальну періодичність заміни їх елементів, яка може проводитися за відмовою, профілактично за планом (з врахуванням або без врахування залишкового ресурсу) і за станом на основі результатів діагностування.

При проведенні капітального ремонту з усіх систем найбільше розповсюдження отримала планово-запобіжна. В наш час активно впроваджується діагностування технічного стану машин, яке дозволяє більш точно виявити дійсний стан машини і визначити момент постановки її в ремонт. При розробленні системи ремонту для вузлів і агрегатів необхідно враховувати їх довговічність. Для визначення періодичності повнокомплектного ремонту, застосовують узагальнену інформацію про витрати на купівлю, ремонт і обслуговування машин. В більшості робіт, які виконувалися в цьому напрямку, недостатньо враховується ймовірнісна природа відмов, витрати від простоювання машини, від недовикористання ресурсу деталей, корегування процесів старіння окремих деталей та спряжень машини. Успішне вирішення цієї задачі можливе лише при використанні методу статистичного моделювання.

Ефективність будь-якої системи керування залежить від наявності зворотних зв'язків у ній та їх інформативності, що дозволяє виробити вірні керувальні дії. В даному випадку зворотній взаємозв'язок забезпечується оцінкою показників надійності машин і аналізом причин відказів. При аналізі оцінки надійності сільськогосподарської техніки мають місце специфічні особливості, які затрудняють використання методів, що застосовуються в процесі випробування на надійність нових машин. З цієї точки зору головною перешкодою є малосерійність ремонтного виробництва, що робить недопустимим застосування випробувань машин, оскільки для достовірної оцінки надійності по кожному підприємству необхідно випробувати не менш, ніж 15-20 машин.

Оцінка показників надійності є каналом зворотнього зв'язку в системі керування формування надійності техніки, несе в основному функцію контролю досягнутого рівня надійності і показує, по яким вузлам, агрегатам виробу необхідна подальша робота з вдосконалення технології ремонту або дотримання технологічної дисципліни. Але вона не розкриває причин, які призводять до виявлення відказу, тобто не дозволяє відпрацювати ефективні дії з її керування.

При вирішенні цієї задачі необхідно проаналізувати причини відказів. Вивчення досвіду промисловості в даному напрямку показує, що даний аналіз найчастіше ведеться індивідуально, без узагальненої основи, що є характерним для крупних підприємств, які мають розвинену інженерну службу. В більшості ремонтних підприємств технічного сервісу відсутні підрозділи (служби), які займаються аналізом відмов, що обумовлюють вихід із ладу тих чи інших агрегатів. В зв'язку з цим для ремонтних підрозділів необхідні методичні матеріали, які дозволяють полегшити процес аналізу причин відмов. Оскільки перелік відказів по окремих машинах є значним, а можливості ресурсів обмежені, буде доцільним проводити роботу по усуненню відказів, які суттєво обумовлюють матеріаль-

ні витрати, пов'язані з втратою роботоздатного стану машини. Виділення таких відказів необхідно проводити на основі вивчення величини питомих затрат на їх усунення. Для ряду виявлених таким чином відказів, які обумовлюються різними причинами, необхідно розроблення алгоритмів пошуку несправності як при раптовій відмові (заявочне діагностування), так і при передремонтному діагностуванні (при потраплянні машини до ремонту).

В зв'язку з тим, що кожна причина має різну ймовірність появи, а її пошук має різну вартість, доцільно з метою зниження витрат встановити таку послідовність пошуку несправності, при якій досягаються мінімальні витрати на її усунення. Це забезпечується при встановленні черги перевірок можливих причин відказів в відповідності зі зменшенням відношення ймовірності виникнення відказів за даною причиною до вартості її перевірки. В залежності від складності встановлення причини аналіз може проводитися в три етапи: на місці виникнення відказу, в ремонтному підрозділі технічного сервісу машин, в спеціальному підрозділі по аналізу вивчення причин відказів.

На основі встановлених причин відказів розроблюються ефективні заходи по їх попередженню. Застосування запропонованого підходу до аналізу причин відказів є ефективним засобом для вдосконалення технології ремонту машин і оперативного керування надійністю виробів на рівні окремого підрозділу з технічного сервісу машин.

Таким чином до основних заходів, реалізація яких дасть можливість підвищити надійність відремонтованих машин при їх технічному сервісі, можна віднести наступні: розроблені технології ремонту машини з заданою надійністю повинні формуватися на теоретичному обґрунтуванні і мати технологічне і організаційне забезпечення; оцінка показників надійності є каналом зворотнього зв'язку в системі керування надійністю техніки, несе в основному функцію контролю досягнутого рівня надійності і показує для яких вузлів і агрегатів виробу необхідна подальша робота з вдосконалення технології ремонту або дотримання технологічної дисципліни; для виявлення відказів, які обумовлюються різними причинами, необхідне розроблення ефективних алгоритмів з пошуку несправності при раптових відказах для умов експлуатації і з передремонтного діагностування для умов ремонтного підрозділу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Головин С.Ф. Технический сервис транспортных машин и оборудования. – М.: Альфа, 2008. – 288 с.
2. Черноиванов В.И. Организация и технология восстановления деталей. – М.: Агропромиздат, 1989. – 336 с.
3. Ремонт машин / За ред. Сідашенко О.І. – К.: Урожай, 1994. – 400 с.
4. Сухарев Э.А. Общая теория капитального ремонта машин. – Ровно: Изд. РГТУ, 2001. – 202 с.