

меншому значенні коефіцієнта надлишку повітря. 2. Проаналізована можливість підвищення тиску впорскування за рахунок використання акумуляторних форсунок.

### **Список використаних джерел**

1. Авторське свідоцтво SU 1399493 A1 – "Акумуляторна форсунка".

### **Аннотація**

#### **ПОВЫШЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА В ТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЯХ**

Сандомирский М., Мироненко Г., Плугатарев А.

*Рассмотрены возможности улучшения воздухоиспользования в дизелях с непосредственным впрыскиванием топлива за счет более мелкого распыления. Описан вариант возможного решения за счет использования аккумуляторных форсунок.*

### **Abstract**

#### **RISE OF PRESSURE OF INJECTION OF FUEL IN TRACTOR DIESELS**

M. Sandomirsky, G. Mironenko, A. Plugatarev

*Possibilities of improvement of the air use in diesels with the direct injection of fuel due to more shallow dispersion are considered. The variant of possible decision due to the use of accumulator sprayers is described.*

### **УДК 631.31**

#### **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ РОБОТИ ТРАКТОРІВ ВИКОРИСТАННЯМ RCM МЕТОДУ**

**Макаренко М.Г., доц.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства  
імені Петра Василенка*

**Афанасьєва С. Є., зав. лаб., Макаренко О.М., м.н.с.**

*Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування  
техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва  
імені Леоніда Погорілого*

*Розглядається використання RCM методу для забезпечення функціональної стабільності роботи тракторів.*

**Вступ.** З метою зростання об'ємів виробництва продукції шляхом підвищення експлуатаційної стабільності роботи тракторів та забезпечення якісного виконання технологічних процесів, перш за все, необхідно мати більш досконалу

загально формалізовану логіко-математичну модель розв'язання технологічно-технічних задач для сільськогосподарського виробництва по ефективному використанню техніки, в тому числі і тієї, що має значний термін використання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженням питань підвищення експлуатаційної стабільності роботи тракторів займалися відомі вчені [1–3]. В практичному значенні розроблялась процедура визначення необхідних заходів, які гарантують, що трактор, як мобільний об'єкт сільськогосподарського виробництва продовжує виконувати ті функції, які необхідні в поточній ситуації. Методологія RCM зародилася в 70-х рр. у авіації. Спроба скоротити міжремонтний інтервал щоб збільшити надійність обладнання привела до зворотного результату: число відмов зросло, надійність зменшилася. Детальний аналіз стану обладнання і ремонтних робіт дозволив зробити несподіваний висновок: вірогідність відмов, як і надійність функціонування виробничих активів, на 85% не залежать від тривалості нормальної експлуатації. Іншими словами, виконання ТО і Р на основі принципу тимчасових інтервалів нераціонально для 85% обладнання.

**Мета і постановка задач дослідження.** Метою дослідження є підвищення експлуатаційної стабільності роботи тракторів. Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити наступні задачі: визначити функції системи, механізму чи агрегату (що потрібно користувачу від нього); прогнозувати яким чином система, механізм чи агрегат може відмовити (функціональна відмова); причина що може привести до відмови; наслідки відмови (результат відмови); наскільки важлива відмова (наслідки відмови); чи можна зробити щось, щоб передбачити або запобігти відмові (план дій); що робити, якщо передбачити або запобігти відмові не можна (дії за умовчанням).

**Результати досліджень.** RCM (Reliability-Centered Maintenance) – технічне обслуговування, яке направлене на забезпечення надійності. Це перш за все формальна методологія, що дозволяє скоротити бюджет підприємства по ТО і Р на 20% і більше при збереженні надійності тракторів. Методологія RCM заснована на постулаті, згідно якому підтримка систем тракторів в бездоганному стані (згідно вказівок їх виробника) не є самоціллю, метою ж є забезпечення надійності критичних для діяльності підприємства виробничих і технологічних процесів.

В методології RCM основоположним принципом є принцип недопущення параметрів стану агрегатів трактора до значень, які приводять до порушення його функціонування в конкретному виробничому процесі. Це значення в RCM називається функціональною відмовою. В процесі використання методики RCM необхідно визначити подію або час, в який можна чітко зрозуміти, що агрегат входить в стан відмови. В інтервалі часу, що передує відмові необхідно здійснити дію на агрегат, щоб запобігти відмові. Підбираючи інтервал впливу на агрегат, можна гнучко набудувати дії по технічному обслуговуванню і істотно понизити кількість аварійних ситуацій і поломок тракторів.

Виділяють чотири ознаки, за допомогою яких можна визначити і характеризувати RCM, які на пряму не пов'язані з яким-небудь іншим методом планування технічного обслуговування.

Перша властивість «Збереження функцій системи» – перша і найважливіша ознака RCM. Вона дає можливість ухвалювати рішення про взаємозв'язок функцій системи з конкретним обладнанням на подальших стадіях процесу систематизовано, а не припускати апріорно, що «кожна одиниця обладнання в рівному ступені важлива». В підході до планування ТО в даний час ця тенденція є найпоширенішою.

Друга властивість. Виходячи з того, що головною задачею є збереження функції всієї системи, другою є втрата її функціональності, або функціональна відмова. Функціональні відмови мають безліч параметрів і видів, і часто є досить складною ситуацією. Дослідження великої кількості вірогідних проміжних станів у край необхідне, оскільки деякі з них можуть, у результаті, виявитися досить істотними. Тоді головним питанням є з'ясування причини функціональної відмови. Так, основним принципом другої ознаки є здійснення переходу до компонентів апаратних засобів за допомогою «ідентифікації різного роду несправностей, які можуть бути передбачуваною причиною небажаних функціональних відмов трактора».

Третя властивість. В процесі RCM «функції не є рівними», у зв'язку з цим всі функціональні відмови, які з'являються в процесі роботи, і що відповідно відносяться до них компоненти і види несправностей не однакові по своїй значущості. Таким чином, встановлюються пріоритети значущості видів несправностей. Все це реалізується за допомогою розподілу видів несправностей на нескладній трьохрівневій схемі рішень, яка дає можливість віднести кожний з видів до однієї з чотирьох категорій, які використовуватимуться далі для розробки логічного обґрунтування розподілу пріоритетів.

Четверта властивість. Все вище сказане по суті є виробленням добре систематизованого плану, з якого видно куди (компонент), як і в якій послідовності необхідно рухатися при визначенні конкретних задач ТО тракторів, ґрунтуючись на головній задачі «збереження функції». Так, щоб виявити перелік можливих заходів ТО, необхідно звернутися до кожного з розташованих в пріоритетному порядку видів несправностей. На цій стадії у RCM виділяється ще одна, остання характерна особливість, яка потребує визначенні. Будь-яку можливу задачу ТО необхідно розглядати з погляду «застосовності і ефективності». «Застосовність» задачі – задоволення однією з трьох причин здійснення ТО в процесі її виконання не залежно від витрат. «Ефективність» – обґрунтована витрата ресурсів на її виконання.

У разі, коли більш ніж одна з можливих задач розглядається, як застосовна, необхідно вибрати якнайменше витратну, тобто найефективнішу задачу. В процесі ухвалення рішення про відмову від виконання задачі існує три критерії даного вибору. Дві причини відмови від виконання задачі – це її невідповідність критеріям застосовності і ефективності. Третя причина – низький пріоритет в класифікації.

Таким чином, задачі RCM тракторів полягають в наступному: збереження функціональної стабільності системи; встановлення видів несправностей, через які може бути порушено виконання функцій; розподіл функціональних потреб в

пріоритетному порядку (по типу несправності); вибір застосовних і ефективних задач ТО для видів несправностей з високим пріоритетом.

Вказані чотири ознаки тільки всі разом повною мірою описують поняття RCM. У зв'язку з цим, будь-який з процесів планування технічного обслуговування може бути віднесений до категорії RCM, тільки якщо він містить всі чотири ознаки. Щоб застосовувати методику RCM необхідно для кожного конкретного трактора визначити:

1. Які функції виконує агрегат трактора, як основні, так і допоміжні. При цьому потрібно з'ясувати не тільки, як повинен функціонувати агрегат з погляду користувача, але і переконатись, що даний агрегат здатний виконувати ті функції, яких від нього вимагає користувач.

2. Які можливі відмови, що спричиняють за собою припинення виконання цих функцій. В методології RCM стан обладнання, при якому виник дефект, що перешкоджає продовженню роботи обладнання, називається функціональною відмовою. Звичайно, шляхом експертних оцінок спочатку визначають які обставини можуть привести до виникнення дефекту, а потім визначаються ті події, які безпосередньо привели до виникнення дефекту.

3. Що є причиною кожної з можливих відмов трактора. Типовий список причин відмови (режими відмови) включає дефекти, викликані старінням і зносом. Проте список повинен включати також і дефекти, викликані помилками персоналу і дефектами викликаними прорахунками в проектуванні. Всі ці дефекти необхідно включати в список для того, щоб мати нагоду при їх виникненні діяти по наперед підготовленому плану.

4. До яких наслідків приводить кожна з відмов. Детальний аналіз типового виробництва приводить до списку від 3000 до 10000 можливих режимів відмов. Кожний з цих режимів деяким чином впливає на функціонування трактора, але результат у кожному конкретному випадку різний (рис. 1). Розмір наслідків дефекту напряму впливає на той об'єм заходів, які необхідно виконати для уникнення цього дефекту. Іншими словами, чим серйозніші можливі наслідки дефекту, тим більше готовність платити за заходи по його усуненню. Фактично RCM пропонує застосування технічного обслуговування і ремонту для тракторів не для запобігання дефектів як таких, а для уникнення або мінімізації можливих наслідків дефектів. Особливу роль відіграють прямі витрати на усунення будь-якого дефекту.

На підставі цього аналізу визначаються «найкритичніші активи», а для кожного активу вибираються різні варіанти дій. Відмінність технології RCM від загальноприйнятої практики полягає в тому, що тип дії на трактор вибирається з 4-х програм: реактивної (робота на відмову), превентивної (планове обслуговування), проактивної (заснованої на пошуку першопричин відмов – тобто організація ремонтів по стану), прогнозної (заснованої на прогнозі з певною надійністю часу виходу з ладу трактора).

RCM-аналіз базується на концепції ефективного управління технічним станом тракторів за допомогою аналізу ситуації, обліку можливих видів відмов агрегатів, оцінки вірогідності виходу з ладу і потенційних наслідків. Кожний елемент трактора може поводитися по різному. Одні можуть деградувати

швидше, інші повільніше, треті - переходять в критичні стани дискретно. Одні параметри можуть деградувати «автономно», не впливаючи на інші характеристики, деградація інших приводить до множинної відмови. Деградація параметра може відбуватися різноманітно, плюс до всього не на все потрібно реагувати обслуговуванням, можливо просто перевести обладнання в ощадний режим. Для кожного параметра необхідно зрозуміти характер деградації, ввести граничне значення і почати відстежувати його. Один з основних плюсів методології RCM – те, що з роками досліджень практично по всіх видах виробничих активів накопичена база знань, що допомагає вибудовувати криві вірогідності відмов для кожного агрегату трактора. З використанням кривих відмови по кожному трактору можна з досить великою надійністю визначити тривалість так званого напрацювання на відмову – середній час безвідмовної роботи. На підставі вже отриманих даних можна визначити оптимальний час для ремонту трактора.

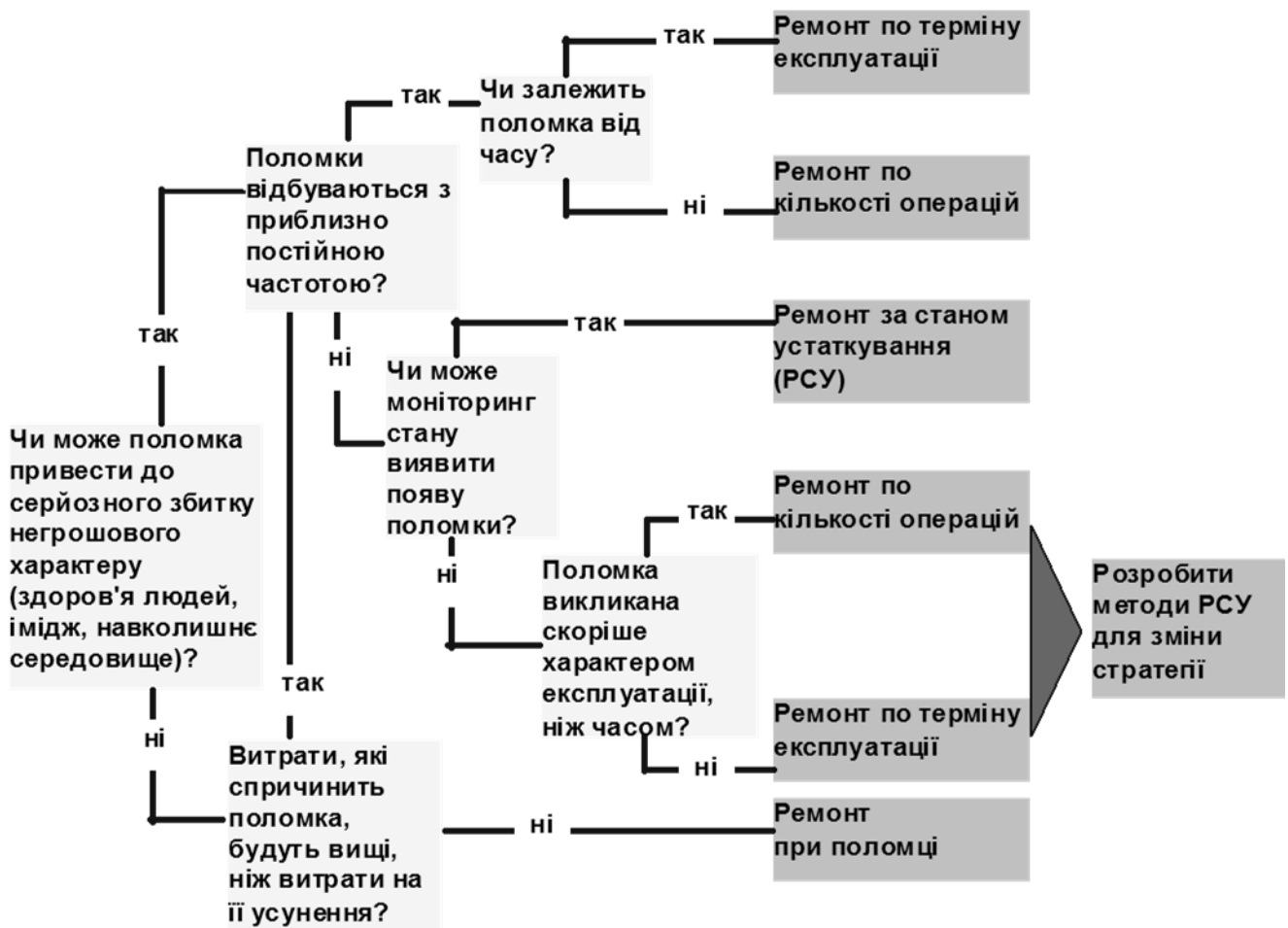


Рис. 1 – Логіка RCM-підходу

Методологія RCM базується на тому, що необхідно змінити фокус проведення технічного обслуговування на обслуговування тракторів по попередженню причин (видів) відмов і пом'якшення наслідків відмов, які неможливо запобігти.

Основною стратегією RCM є визначення і застосування індивідуальних методів обслуговування для кожного агрегату трактора або причини відмов.

Окрім планово-запобіжного обслуговування, як традиційного способу обслуговування, для певних видів і причин відмов ефективно використовувати наступні стратегії: обслуговування по стану; експлуатація до відмови; проведення інспекцій по виявленню складних відмов, а також ланцюжків відмов.

В методології RCM основоположним принципом є принцип недопущення параметрів стану агрегату трактора до значень, які приводять до порушення функціонування об'єкту або системи в конкретному оточенні. В процесі використання методики RCM необхідно визначити подію або час, в який можна чітко зрозуміти, що агрегат трактора входить в стан відмови. В необхідному інтервалі необхідно здійснити дію на систему, механізм чи агрегат, щоб запобігти відмові. Підбираючи інтервал обслуговування, ми можемо гнучко настроїти наші дії по технічному обслуговуванню і істотно понизити кількість аварійних ситуацій і поломок тракторів.

В практичному значенні RCM – це процедура визначення необхідних заходів, які гарантують, що будь-який трактор продовжує виконувати ті функції, які необхідні власнику в поточній робочій ситуації.

**Висновки.** Даний підхід дозволяє швидко документувати схвалювані рішення щодо стратегій проведення технічного обслуговування і перейти до етапу упровадження результатів з використанням сучасних програмних засобів. Реальні результати упровадження методології обслуговування по надійності виявляються в поліпшенні показників виробництва.

Таким чином, RCM надає набір правил, згідно якими для кожного трактора може бути вибраний або найбільш відповідний для нього вид технічного обслуговування, або дія, якщо відповідного виду обслуговування підібрати не вдалося. Цей набагато більш глибокий підхід до обслуговування тракторів веде до значного підвищення їх продуктивності. В результаті RCM дуже добре підходить для розробки програм обслуговування тракторів, в тому числі тих, які мають значний термін експлуатації та для тих, про які ще немає накопичених даних. Це позбавляє від великої кількості експериментів і помилок, які звичайно присутні на етапі їх експлуатації. Крім того RCM забезпечує аналіз вимог до обслуговування кожного трактора і дозволяє набагато точніше оцінити необхідну кваліфікацію персоналу, що його обслуговує та мати мінімально необхідний набір запчастин, що зберігаються на складі.

### Список використаних джерел

1. Никитченко С.Л. Повышение эффективности использования энергонасыщенных тракторов с пониженным техническим ресурсом: дис. ...канд. техн. наук / С.Л. Никитченко. – зерноград, 2001. – 152 с.
2. Зацаринный В.А. Повышение производственной эффективности энергетических средств на основе управления их техническим состоянием / В.А. Зацаринный, А.В. Зацаринный // Межвузовский сб. научн. тр. – зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2005. – С. 37-41.
3. Дубинин Е.А. Комплексная оценка ремонтпригодности тракторов / Е.А. Дубинин, А.С. Полянский // Тракторная энергетика в растениеводстве: сб. науч. тр. – Х.: ХДТУСГ, 2002. – Вып. 5. – С. 95-102.

## **Аннотация**

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ РАБОТЫ ТРАКТОРОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ RCM МЕТОДА**

Макаренко Н., Афанасьева С., Макаренко А.

*Рассматривается использование RCM метода для обеспечения функциональной стабильности тракторов.*

## **Abstract**

### **PROVIDING OF FUNCTIONAL STABILITY OF WORK OF TRACTORS BY THE USE OF THE RCM METHOD**

N. Makarenko, S. Afanaseva, A. Makarenko

*The use of the RCM method for providing of functional stability of tractors is considered.*

**УДК 631.3.07.**

### **УТОЧНЕНИЕ МЕТОДИКИ ТЯГОВОГО РАСЧЕТА ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА**

**Ткаченко Д.И., к.т.н., доц., Кулаков Ю.Н., ст. преподаватель,  
Дищенко А.А., инж., Колесник И.В., Кухаренко В.А. – магистры,  
Гайдаш С.Г, Проценко С.М. – студенты**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
имени Петра Василенко*

*Проведено сравнительное аналитическое исследование отрицательного воздействия колесных и гусеничных движителей на почву. Предложена уточненная методика тягового расчета пропашного гусеничного трактора.*

**Введение.** Рост народонаселения планеты приводит к дефициту продуктов питания, что ставит перед учеными мира первоочередную задачу разработки перспективной международной Продовольственной Программы. Задачей такой программы естественно, является увеличение производства с-х продукции, что возможно только за счет интенсификации труда сельского труженика, повышения продуктивности животноводства, возделывание высокоурожайных культур и т. д., уже сегодня для этой цели используют трансгенные технологии, влияние которых изучено не достаточно.

В связи с растущим дефицитом трудовых ресурсов в сельской местности нашей страны, перед сельским товаропроизводителем остро стоит вопрос повышения производительности труда путем внедрения новых высокопроизводительных и экономичных энергетических средств механизации – машинно-тракторных агрегатов (МТА), которые одновременно должны