

METHODS FOR AGRICULTURAL MACHINERY MAINTENANCE SPARE PARTS PLANNING

Assoc. Prof. Daniel Leekassa Bekana, PhD

Department of Repair, Reliability, Machines, Mechnizms, Logistics and Chemical Technology,
“Angel Kanchev” University of Ruse

Phone: +359 82 888 701

E-mail: dbekana@uni-ruse.bg

Eng. Krasimir Radev, MsC

Department of Repair, Reliability, Machines, Mechnizms, Logistics and Chemical Technology,
“Angel Kanchev” University of Ruse

Eng. Kaloyan Nikolaev, MsC

Department of Repair, Reliability, Machines, Mechnizms, Logistics and Chemical Technology,
“Angel Kanchev” University of Ruse

Eng. Birislav Valchev, MsC

Department of Repair, Reliability, Machines, Mechnizms, Logistics and Chemical Technology,
“Angel Kanchev” University of Ruse

Abstract: *The paper reviews existing methods spare part planning for agricultural machinery maintenance. Various metods of planning are included. Methods of spare parts planning were analysed and the advantages and disadvantages of these models were concederd. The specific features of spare parts planning for agricultural machinery maintenance are given.*

Model for spare part planning is driven. Factors and parametrs that affect spare parts planning are included.

Conclusions and recommendations for future research work on spare parts planning and their optimization while maintaining agricultural machinery are given.

Keywords: *spare parts planning, model for spare parts planning, agricultural machinery maintenance*

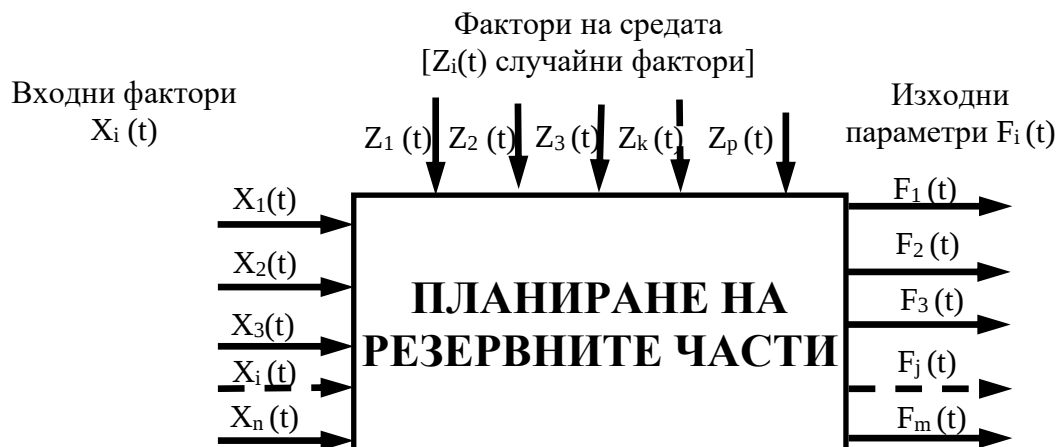
УВОД

Поддържането на земеделска техника е тясно свързано с планирането на резервните части. Стратегията на поддържането от друга страна е началото на планирането на дейностите на поддържането които е зависими от резервните части. Стратегията се проектира и се прилага за да се намали влиянието на отказите, с други думи намаляване честотата и продължителността на престоя за отстраняването на отказите, намаляване на разходите, повишаване на производителността и качество на произведените изделия. Основния принос на научно обоснована стратегия на поддържането са следните три елемента Bekana et. al. (2017): избор и последователността на всяко действие; разхода и продължителността им; живота на изделията и разпределението на отделните дейности на поддържането във времето.

За много предприятия разхода за задържането (складирането) на резервните части е причина за повишаване разхода за производството на единица готова продукция. Именно тези загуби са причина за много научни изследвания в областта на мениджмънта на резервните части особено в производствения сектор на бизнеса. Целта на натрупването на резервните части е намаляването на влиянието престоя поради тяхната липса, особено при внезапните откази. Техническият престой при поддържането се увеличава сериозно когато необходимите части не са под ръка. Запазването на всички резервни части не е възможно поради голямата инвестиция и че не винаги всички части са необходими, след време те стават излишни при бракуването на съответното съоръжение.

Резервните части се произвеждат за специфични нужди и тяхното използване е случайно събитие и дори тези които се използват са с неизвестен период на време на изчакване т.е. е с

случаен закон на разпределение което обикновено не е известен. Следователно е необходимо намирането на методика за избор на частите които трябва да бъдат задържани в склад. Колко от тях са необходими за определен период от време?



Фиг. 1. Модел за процес на планиране на резервните части при поддържане на земеделска техника

На фиг 1. е показан модел на процеса за планиране на резервните части при поддържане на земеделска техника.

Входни фактори

Информацията за планиране необходимите резервните части при поддържане на земеделската техника се определят от политиката за тяхното поддържане. При съвременната политика за превантивно поддържане на техниката обема на дейността за поддържането се определя от прогнозираната дейност за работата на инспекцията, плановите периодични действия и прогнозираните внезапни дейности. Следователно входните фактори имат стохастичен компонент и включват следните:

- a. Периодичното превантивно поддържане;
- b. Интензивност на внезапните откази;
- c. Натоварване на машините за дадения период (отработка);
- d. Метода за прогнозиране и получаване на необходимите резервните части;
- e. Наличност и квалификация на персонала на поддържането и др.

Изходни параметри

Крайния резултат на процеса планирането на резервните части представлява следните:

1. Алгоритъм за планиране на резервните части;
2. Критерии за приоритети за доставка на РЧ;
3. Прогнозиране РЧ:
 - 3.1. Асортименти;
 - 3.2. Количество/ време;
 - 3.3. Срок за доставка;
 - 3.4. Система за връщане на ненужните части
 - 3.5. План график за доставка и др
4. Модели за прогнозиране на резервните части и др.

2. Алгоритъм за планиране на необходимите резервни части

А. Фактори определящи планирането на резервните части при поддържане

Алгоритъма е последователността на извършването на операциите дадена процес за постигане на дадена цел. В този случай планирането на резерваните части е процеса, отделните компоненти са операциите за постигането на поставената цел. Необходимите части се

поредият от нуждата за поддържането на машините. Той може да се определи по следния начин.

2.1. Поддържане на машините

а. Политика на поддържане на машините:

- Превантивното поддържане;
- Аварийно поддържане;
- Поддържане за модифициране.

2.2. Превантивното поддържане

а. Поддържане по отработка.

- Ремонт на възли и агрегати;
- блокова смяна;
- Основен ремонт.

б. Поддържане по техническо състояние.

- Мониторинг на състояния;
- Периодична инспекция.

2.3. Неопределеност при поддържане на машините.

Дейностите на поддържането на машините са подложени на значителни неопределености. Това се изразява както по отношение на възникването на отказите във времето, така и по съдържание (коя част се нуждае от интервенция). Различните стратегии по различен начин реагират на тези неопределености, Arts, J. J. (2013). Според тези два компонента степента на неопределеността е групиран в Табл. 1.

Поддържане по реализация и модификацията на машините се планират, докато текущите (аварийните) ремонти не могат да бъдат планирани поради тяхната случаен характер. Следователно нужните резервни части и материали за поддържането по реализация и модифициране могат напълно да бъдат планирани. Ресурсите необходими за ремонта по принуда (авариите) не са известни.

Съществуват няколко модела на процеса на планиране. Този процес е свързано с програмното планиране, тъй като се прилага при планиране на поддържането на съоръженията.

Планирането може да се разглежда като подход за решаването на проблеми на снабдяването на РЧ при поддържането. Той осигурява систематичен начин за преглед на проблема и разработване на краткосрочни и дългосрочни решения. Той главно се разглежда като процес на вземане на решения, използван за подпомагане на мениджмънта на резервните части за вземане на решенията относно бъдещи нужди.

Таблица 1. Стратегия на организация за поддържането и неопределеността по време и съдържание на дейностите

		Време	
		Известно	Неизвестно
Съдържан	Известно	По отработка; Модифициране	Поддържане по състояние; Мониторинг на състояния
	Неизвестно	Поддържане по състояние; Периодична инспекция.	Аварийно поддържане (текущ ремонт)

Планирането на резервните части е сложен термнологичен въпрос. Всеки сложен проблем може да се раздели на отделни компоненти решението на които е по – лесен от колкото като едно цяло. Планирането може да се разглежда със следните стъпки: Определяне на проблема и нуждата; Определяне на целта и задачите; създаване на

алтернативна стратегия; избор на стратегия и създаване на подробен план и създаване на метод за мониторинг и оценяване на плана.

Прогнозиране на нуждата от резервните части

Планирането на РЧ не може да се извърши без прогнозирането тяхната потребност. Този въпрос произлиза от неопределеността на потребността на РЧ което е свързан с дейността на поддържането. Поддържането от своя страна е свързан с възникването и развитието на отказите което по свой характер е стохастичен и се подчинява на закона на разпределение на случайните величини.

Методите на прогнозирането са много образни и тяхното използване зависи от стратегията която е приета за стратегията за изервните части. Някои от тези методи са следните: статистически методи; Парето метод Nikolov M. et. al. (2017), Bekana et. al. (2017), Raghad Hemeimat, et. al. (2016);

- Плаваща средна стойност;
- Експоненциално изглаждане;
- Карсонов метод за прогнозиране (CR метод) Croston's forecasting method (CR);
- Сентето – Бойлан приближаване (SBA метод) Syntetos-Boylan approximation (SBA);
- Теунтер – Синтетос метод за прогнозиране (TSB метод) Teunter-Syntetos-Babai forecasting method. (TSB) и др.

Определяне целта и задачите на планирането на РЧ

Целта на планирането на резервните части е определянето на необходимите части и тяхното доставяне на необходимото време където те са необходими. Произлизащите от тази цел задачи са следните:

- a. Прогнозирането на резервните части;
- b. Определянето на номенклатурата;
- c. Определянето на количеството на необходимите части;
- d. Определянето на графика на тяхната доставка;
- e. Определянето на логистиката;
- f. Качественото и количественият контролиране на процеса на планирането.

Създаване на алтернативни стратегии за планиране на резервните части

Стратегията за резервните части е резултат от стратегията за поддържане което се нуждае от РЧ. Следователно двата основни стратегии са: превантивни и текущи (реактивни).

Превантивна стратегия е основното направление с които съвременното поддържане се основава. В рамките на тази стратегия съществуват алтернативни стратегии. Те са: поддържане според надеждността, поддържане според техническо състояние на обектите и комбинация от тях, която може да се приеме като проактивно поддържане. Друга алтернатива е тоталното качество в поддържането (Total Productive Maintenance – TPM), Nikolov M. & Kangalov P. (2018). Тази стратегия е тясно свързана с останалите три и може да се приеме като тяхна алтернатива.

Според горе казаното, при поддържане на техниката с текущи дейности не е възможно планирането на резервните части и затова резервните части се поръчват след възникването на отказа като мярка за отстраняване на отказа и се нарича реактивна стратегия.

Превантивното поддържане се нуждае научно обоснована стратегия за планиране което обикновено се основа на математическа статистика (закон на разпределение на отказите). Също така средна изработка до отказ, което показва нуждата от определени части след определена обработка.

При стратегията проактивно поддържане, планирането на частите е въз основа на мониторинга на състоянието на обектите и има достатъчно време за планирането на частите.

В рамките на тези алтернативни стратегии следните точки трябва да се приемат:

- Събиране и анализ на данни, свързани с подобряването на стратегията за планирането на резервните части;

- Покриване целия оперативен обхват на процеса на управление на части. Този обхват включва намирането и решаването на значителни проблеми, които могат да възникнат в дългосрочен план;
- Наблюдаване модели на отказ, които могат да разкрият нуждата от резервните части, които изглежда трудно предвидим;
- Използване на прогностичното управление за подпомагане на по-доброто използване на ресурсите, намаляване на разходите и времето, свързано със стратегията за планиране на резервните части.

Избор на стратегия за планиране на резервните части и създаване на подробен план за тяхната доставка

Избора на стратегията за планирането на РЧ не е въпрос което може да се разглежда самостоятелно. Избора на стратегията на поддържането определя и нуждата от частите и от там тяхното планиране.

В рамките на избраната стратегия за поддържане, планирането на РЧ поема същата стратегия която задоволява тяхната потребност.

Подробният план за доставка на резервните части зависи от план графика за поддържането на съоръженията или заявките кито пристигат в базата за РЧ. Те обикновено имат средно статистически характер е необходимо изучаването на тения закон на разпределение от минали години и прогнозни стойности.

Създаване на метод за мониторинг на процеса на планирането и доставката и оценяване процеса на планирането на резервните части

Контрола на планирането на резервните части има за цел намаляването на загубите свързани с тях. Намаляването на тези загуби е свързано с оптимизирането на необходимите сервизни части.

Липсата или закъснението на необходимите РЧ причиняват загуби от престой на съоръжението и така също заетата работна ръка на поддържането. От друга страна, излишните (непотребните в момента) сервизни части също носят загуби изразени като ненужна инвестиция и мениджмънт на складова база и сложна процедура при необходимост за връщане на ненужните части.

Мониторинга и контрола намалява или предотврътява горе посочените загуби. Особено метода на мониторинг трябва да предотврътява планирането на ненужните РЧ докато контрола сравнява планираните части с доставените и колко е ефективен процеса а планирането на РЧ.

ИЗВОДИ

От тази статия се вижда, че въпроса за ефективността при планирането на резервните части е актуален. Главната причина за този проблем е случайният характер на възникване на отказите и от там поддържането или нуждата от резервните части. Показания модел на фиг. 1, може да се използва за изследване процеса на планирането на сервизните части с многофакторно планиране и оптимизирането на този процес

Особено този проблем е ярко изразен при поддържането на земеделската техника които има своята специфика и натоварването на машините е със сезонен характер. Те не са еднакви във времето т.е. зависи от засятите култури, почвенно климатичните условия, вариацията на добива и пр.

Необходимо е изследването на закона на разпределение на основните резервните части за тяхното прогнозиране. Насоката на изследванията могат да бъдат следните:

- Определяне модела на прогнозирането на сервизните части при поддържане на земеделската техника;
- Определяне на стратегията на планирането на частите;
- Определяне метода на оптимизирането на резервните части при планирането.

ЛИТЕРАТУРА

Николов М., Кангалов П. Пълното производствено поддържане като средство за осигуряване качеството на ремонтираните машини. В: *Agricultural Machinery 2018, Volume 1*, Бургас, 2018, стр. 40-42, ISSN 2535-0269.

Николов М., Повишаване качеството на ремонтираните машини чрез анализа на Парето. В: *Agricultural Machinery 2017, Volume 2*, Варна, 2017, стр. 113-115, ISSN 2535-0269.

Николов М. Определяне трайността на вибродъгово наварени покрития в газови смеси върху стоманени и чугунени детайли от автотракторната и земеделска техника.// *Механизация на земеделието*, 2014, брой 6, стр. 3-5, ISSN 0861-9638.

Nikolov M., N. Gospodinova, D. Pavlov, M. Dimitrov Tribological characteristics at running-in of repaired tractor engines using friction modifiers.// *Industrial Lubrication and Tribology*, 2009, No 4 Vol.61, pp. 209-212, ISSN 0036-8792

Raghad Hemeimat, Lina Al-Qatawneh, Mazen Arafeh, Shadi Masoud, *American Journal of Operations Research*, 2016, 6, 113-120 Published Online March 2016 in SciRes. <http://www.scirp.org/journal/ajor> <http://dx.doi.org/10.4236/ajor.2016.62014>

Arts, J. J. (2013). *Spare parts planning and control for maintenance operations*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven. <https://doi.org/10.6100/IR760116>

Bekana Daniel Leekassa, Krasimir Radew, Evgeni Enchev, *Analysis of Maintenance Spare Parts Management for Agricultural and Transport Machinery, Proceedings of University of Ruse - 2017*, volume 56, book 1.1.

Mohamed Ben-Daya & others, *Handbook of Maintenance Management and Engineering*, Springer Science & Business Media, 2009, p. 192, C. Diallo, D. Ait-Kadi, and A. Chelbi