

## ПРОМЯНА НА КОНЦЕПЦИТЕ ЗА ПОДДЪРЖАНЕ НА ЗЕМЕДЕЛСКАТА ТЕХНИКАТА

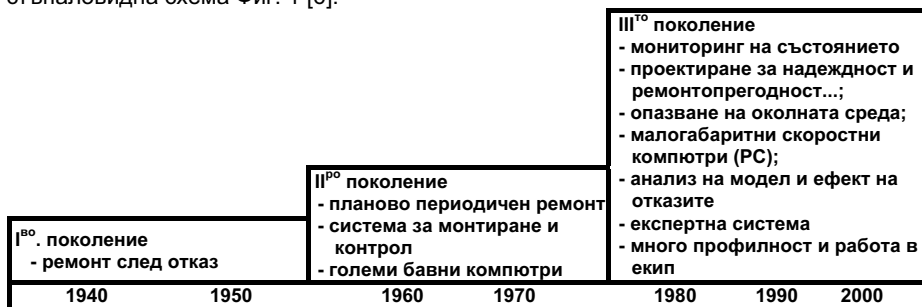
Христо Белоев, Даниел Бекана и Васил Стоянов

**The changing concept of agricultural machinery maintenance:** Maintenance of machines is part of the production system of a given product. Historically maintenance has passed its evolution from "run – to – failure" to proactive maintenance. The aim of this work is to review agricultural machinery maintenance and compare it with the present condition of world class maintenance management. The relation of P – F curve and condition monitoring was also regarded. As a conclusion the importance of the importance of condition monitoring techniques in agricultural machinery was shown.

**Key words:** Maintenance Philosophy, Condition Based Maintenance, preventive maintenance, predictive maintenance, proactive maintenance, P – F curve.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Поддържането на машините е част от производствения процес което без него не е възможно да се осъществява нормален производствен процес. Историческото развитие на поддържането на машините може да се разглежда по следната стъпаловидна схема Фиг. 1 [6].



фиг. 1. Нарастване на технологията за поддържане и ремонтната [6]

Старата философия: порочният цикъл на отказите е реакцията против отказите коригиране (ремонт след отказ). В английска литература се изразява като "run-to-failure" т.е. работа до отказ. Ако разглеждаме този въпрос внимателно ще разберем, че при това условие не може да говорим за поддържането на техниката защото тези предприятия не притежават никакво условие за поддържането на техниката. Те разчитат на други организации или на смяна на отказаното изделие. От гледна точка на системата или организацията това е начин на поддържане, но в действителност от гледна точка на индивидуалните компоненти няма поддържане (възстановяване). Все още около 75 – 85 % от компаниите в отделите по поддържане се занимава с мениджмънт, инженеринг, проверка, специалисти за да изпълняват дейността по поддържането след като отказа е настъпил [6].

Философията за периодичното поддържане се оказва стъпка на пред от "run-to failure". Съществуват много видове планови периодични програми за поддържане. Но всички са свързани с време (t), следователно това време е средно статистическо и се измерва с времето за настъпване на отказ което е вероятността функция. Това означава, че преди да настъпва отказа се ремонтират изделията. Тази философия е добра защото избягват се основната част от отказите.

Плановото периодично поддържане притежава две основни проблеми:

- актуалното състояние на машините не се взема в предвид и
- средната отработва да отказ на системите, машините, агрегатите, възлите, детайлите варира в широки граници.

Горе посочените недостатъци водят до унищожаването на остатъчния ресурс при ранното прилагане на ремонтни дейности и ако отказа настъпи по рано поради средно статистическия характер на поддържането, причинява по голямо поражение върху останалите части на системите.

Съвсем нова философия на поддържането на машините и съоръженията се развива от 60<sup>те</sup> години на 20<sup>ти</sup> век. Което се явява като втора фаза на развитието на Поддържането на машините.

Тази промяна съществено се наблюдава от 1980 година насам, което е третата фаза на развитието на поддържането на техниката Фиг. 1.

В тази фаза на развитие се наблюдават две отделни фази те са: превантивното поддържане което е преходен етап от плановото към „поддържане по състояние“ (**Condition Based Maintenance “CBM”**).

Тука изпъкват две думи:

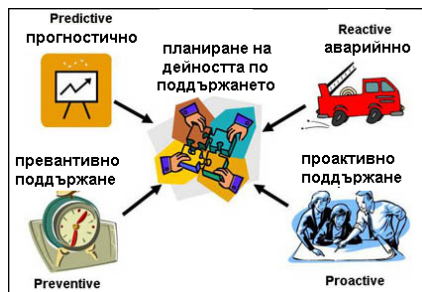
- **“predictive”** или на български „пророчески“ и
- **“preventive”** - „предпазен, профилактичен“.

Превантивното поддържане е много добре познат в България. Така нареченото „Техническо обслужване“ (ТО) е система въведена за поддържане на машините. Тя е много подходяща за поколение машини което са от фазата Второ поколение. Преминаването от втора към трета фаза в частност използва плановото поддържане ма съоръженията. Точно тука настъпва изопачаването на идеята за превантивното поддържане в третата фаза, където превантивното поддържане трябва да се съчетава с състоянието на машините.

Новата философия на третата фаза е **„predictive“** или **“proactive”**, (**Acting in advance to deal with an expected difficulty**) [4], което в превод на български означава „...вземане на мерки против настъпващи трудности...“ са често използвани думи за отразяване на тази философия.

#### Какво е „predictive“ или “proactive” поддържане ?

Много автори дават различни обяснения но не съществува еднозначна дефиниция за тази стратегия освен да се изразява по различен начин. Следователно е необходимо е да се изрази по разбираем начин това понятие. В много литературни източници във връзка с това се въвежда понятието “P – F” крива (фиг. 2). Известно е, че с течение на времето машините и съоръженията дават знак за настъпване на промяна в тяхното техническо състояние. Не зависимо от незначителното влияние на времето върху машините за този етап на развитие времето е най подходящия фактор за следенето на тяхното състояние [5]

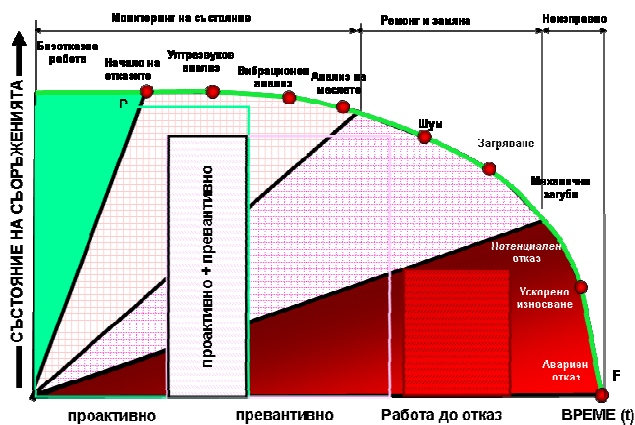


Фиг. 2. Система за поддържането на машини и съоръжения

Машините и съоръженията при тяхното въвеждане в експлоатация се намират в изправно работоспособно състояние в първо началния момент това състояние се характеризира с безотказна работа (фиг. 3). След периода на нормалната експлоатация настъпва промяна в машините което влияе върху работоспособността им. Тази промяна след известен период от време тази промяна достига точка “P” където машините не са надеждни и безопасни да изпълняват функцията си за което са предназначени. Ако те продължават да изпълняват функцията си в някои части от машините настъпва отказ и като цяло машината аварира. Съществуват много средства за идентифициране на настъпващата промяна в съоръженията. Признаците за настъпващите промени са следните:

вибрации, повишаване в консумираната мощност, намаляване на производителността и качеството, повишаване на работната температура, повишаване в нивото на шума, промяна на химичните композиции, увеличаване в сумарната хладина на съединенията и др.

Необходимо е използването на творчески умения за откриване на средства за предварително сигнализиране на настъпващите промени. Най – важния въпрос е „как да се откриват първичните сигнали за отказите възможно рано ?” така, че да се вземат мерки за противопоставяне на настъпващите промени. Планирането на дейността по поддържането и неговото оптимизиране е път за решаване на този проблем. В противен случай отказа е неизбежен. След настъпването на отказа възстановяването на работоспособността е свързан с големи разходи поради престоя на машините, разходи ресурс за бързо възстановяване на работоспособността и връщането на машините в производството.



Фиг. 3. Подробна P – F крива за мониторинг на състояние на машините и съоръжения

Именно поради горе казаните причини големите компании създават „техника за мониторинг на състояние” (TMC) и използват масла и грес което имат дълъг ресурс което може да се използват за смазване на триещите се части на лагерите и др. за ограничаване на износването и последващите от него откази. Създаването на TMC на машините професия и специалисти по мониторинг на състояние на машини и съоръжения, което от своя страна до голяма степен снеме напрежението от мениджърите, намали загубите в сферата на промишлените предприятия и повиши нивото на безопасността.

Най-чувствителната техника за мониторинг на състояние обикновено включва използването на някои апаратури за откриване на потенциалните откази. С други думи използват се апаратура (съоръжение) за следене състоянието на други съоръжения.

Техниката за мониторинг на състояние включва няколко стотини различни отделни техники. Всяка мниторнгова техника се проектира за определена цел което е откриването на даден отказ или отклонение на даден показател.

Техниката за мониторинг на състояние се класифицират по следните ефект: динамичен; частици; химичен; температурен; електрически и др.

Тази техника по прецизност е подобна на човешки сетивни органи. Недостатък при тях е, че те могат да следят само един единствен сигнал. Докато добре подготвен специалист с опит съчетава петте сетивни органи.

Техниката за мониторинг на състояние на машините в нашите дни е развита много добре. Създадени са лаборатории, консултантски организации. Производителите на техника за мониторинг на състояния предлагат многообразна и сложна компютъризирана техника. Възможно е използването на такава техника под наем или сключването на договор за услуги. В Българската действителност земеделската техника се намира в ниво на развитие където старата амортизирана техника се заменя с нова модерна скъпо струваща техника. Старата традиция по поддържането на земеделската техниката от близкото бъдеще е забравена и заедно с нея и базите са ликвидирани. Въвеждането на нова практика за мониторинг на състояние е от жизнено важна необходимост. Не е необходимо изразходването на много средства за използването на ТМС.

Например за определянето на състоянието на маслата не е необходимо изразходването на голямо количество средства за анализ на маслото в лабораторни условия с специализирани програми, софтуер или инфрачервена камера за определянето на повишаването на температурата на триещите се части, съоръжения за анализ на вибрациите, ултразвукови апарати за определяне на шума и различни връзки (link). Тази прецизна апаратура се използва тогава когато е необходимо определянето на параметрите на състоянията с висока точност, такива са предприятията АЕЦ, ВЕЦ, Химкомбинати, Рафинерии, Металургични комбинати и др. където ресурса и необходимостта на такава техника съвпадат. Това означава, че малките стопанства в това число и земеделските стопанства могат да използват такава техника стига да знаят как се работи със съответната апаратура.

Особен интерес представлява използването на „ТМС“ които са достъпни за малки предприятия, такива са следните:

- лазерен термометър;
- статоскоп;
- виброметър за лагери;
- лабораторна филтърна хартия, лупа и магнит;
- петте сетивни органи и др.

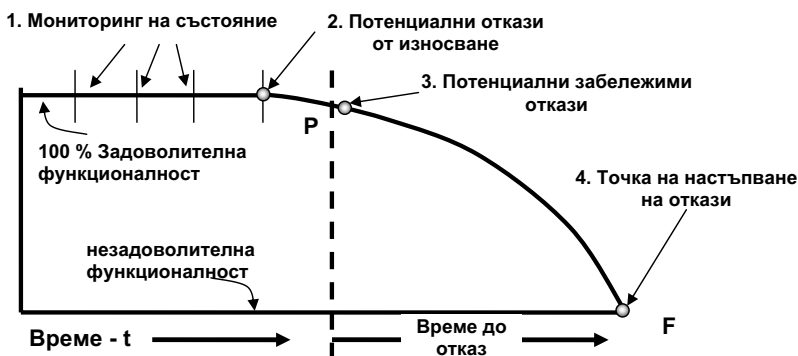
В над 80 % от случаите отказ в машините настъпва независимо от времето за експлоатация. Останалите 20 % могат да се преодолеят с въвеждането на периодична превантивна дейност, следователно ако използваме тази стратегия в 80 % от случаите поддържането няма да бъде ефективно.

За покриването на тези откази които не са зависими в времето е необходимо използването на средства за непрекъснат мониторинг на състояние и търсенето на доказателство за деградиране на състоянието на машините. Един от методите за непрекъснат мониторинг е събирането на данните за разход на енергия на машините в таблица където промяната се забелязва лесно и бързо. Подобни са и събирането на проби от маслото от двигателя и филтрирането с филтърна хартия и разглеждането на остатъците за заразяване на маслото с чужди материали, присъствието на метални частици с магнит и разглеждането с лупа. Друг подобен метод е използването на дистанционен лазерен термометър.

Ако с крива опишем състоянието на дадено съоръжение и на абсцисата отразим времето и на ордината състоянието на машините получаваме кривата „Р – F“ фиг. 3 [2]. Тази крива показва как настъпват отказите и в коя точка настъпващия отказ какъв знак дава. Точката „Р“ е началото на всеки отказ и ако не се вземат мерки за предотвратяване на отказа интензивността на отказа се повишава и функционалните откази настъпват в точка „F“.

Кривата „Р – F“ може условно да се разглежда условно в четири фази, те са:

- 1 - Мониторинг на състояние при нормална работа на машините;
- 2 - Потенциални откази от износване незабележими с човешки сетивни органи;
- 3 - Потенциални забележими откази и
- 4 - Точка на настъпване на откази.



Фиг. 3. Фази на P – F крива

Първата фаза се характеризира с безотказна работа пълно задоволяване на функционалността. Независимо от задоволителното състояние на машините в тази фаза е необходимо следенето на състоянието им за евентуално начало на промяна на състоянието на машините.

Интервал  $P - F$  е времето между появата на потенциалния отказ до неговото достигане до функционален отказ. Този интервал дава информация колко често трябва да се извършват превантивните дейности по поддържането на машините. За да се изпълни условието на безотказна работа трябва да се изпълни условието, интервала между контролните проверки (мониторинг) да бъде по малко от интервала  $P - F$ .

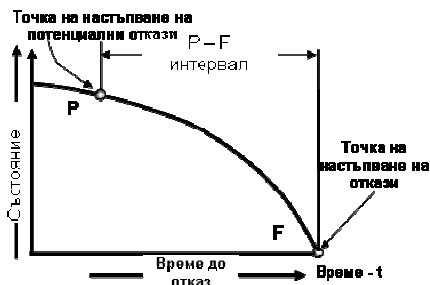
Интервала  $P - F$  в литературата може да се среща със следните наименования:

- период на предупреждение;
- време до отказ;
- периода на развитие на отказ и др.

Интервала  $P - F$  може да се измерва няколко единици в зависимост от вида на съоръжението. Такива са единиците за натоварване (време за пускане, производителност, отработка, цикли старт – стоп, и др.), но в практиката най – често се използва като мярка **време**.

Интервала  $P - F$  (Фиг. 4), определя времето което е необходимо за вземане на подходящи мерки за намаляване или елиминирание на последствията на отказите. В зависимост от контекста за използването на машините и съоръженията, предупреждението за настъпването на отказите позволява на потребителя да вземе мерки за намаляване или ограничаване на последствията от отказите което се изразяват по следните начини:

- **Престой:** текущия ремонт за отстраняване на настъпващия отказ може да се състои без спиране на машините от производство. При това условие съществува възможност за планиране на дейността по поддържане така, че обстановката да се оценява правилно и бързо;
- **Разхода за поддържането:** Потребителя може да избегне вторичните повреди което се причиняват от възникващите внезапни откази ако навреме се отстранят потенциалните откази. Това намалява разхода от престоя и аварияен ремонт;



Фиг. 4 P – F, интервал

- **Безопасност:** мониторинга на състоянието на машините предупреждава за евентуалните откази. Това дава възможност за вземане на подходящи мерки за предотвратяване на възникващата опасност. В зависимост от възникващото състояние сигнала за възникващия отказ може да се използва като аварийен и време за евакуация на персонала от мястото на евентуалната авария или други мерки.

Големите възможности на съвременната земеделска техника могат да бъдат

използвани пълноценно само при съответната организация на нейното използване и преди всичко при подходяща организация на обслужване на ремонта и у нас само с насищане на фермите и новосформираните земеделски кооперации с нови машините не могат да се получат положителни резултати. Равнището на производителността на труда в земеделието зависи много повече от организацията на използване на наличната техника, отколкото от техническите характеристики на машините и от броя им в земеделската организация.

За получаване на желания ефект от земеделската техника е необходимо популяризиране то на системите за мониторинг на състоянието на машините с не дотам скъпи апаратури в сравнение с изразходваните средства за закупуването на тези машини и техните резервни части

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

1. От направеното проучване се вижда, че земеделската техника се нуждае от нова стратегия която да съответства на съвременната техника и технологии.
2. Съвременната земеделска техника се нуждае от нов подход за мониторинг на състоянието които не са свързани с сложна апаратура, но само от подготвени обслужващи оператори което съществено се различават от до сега приетата представа за трактористи и комбайнери
3. Необходимо е да се работи в областта на повишаването на квалификацията на заетите в сферата на поддържането на земеделската техника и запознаването им с съвременните тенденции за мониторинг на състояние на земеделската техника

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. 16 Ways to Save Time and Money on PM, 2006 Allied Reliability, Inc.  
[www.alliedreliability.com](http://www.alliedreliability.com)
- [2]. Blake Van Hoy, Bob Bracher. The Road to Proactive Maintenance: The Ideal Philosophy and the Pain of Implementation, Lockheed Martin, Knoxville, Tennessee, 1997
- [4]. <http://en.wikipedia.org>
- [5]. [http://www.lifetime-reliability.com/condition\\_based\\_maintenance.html](http://www.lifetime-reliability.com/condition_based_maintenance.html)
- [6]. [John Moubray](#), Reliability-Centered Maintenance Second Edition, Industrial Press, Inc.; 2 edition (January 1, 1997), ISBN-10: 0831131462, ISBN-13: 978-0831131463

#### За контакти:

Доц. д-р Даниел Ликаса Бекана, Катедра "Ремонт, надеждност и химични технологии", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082 - 888 701, e-mail: [dbekana@ru.acad.bg](mailto:dbekana@ru.acad.bg)

Докладът е рецензиран