

FRI-1.202-1-MR-04

METHODS OF INCREASING THE RELIABILITY OF AGRICULTURAL MACHINERY⁸

Prof. Mitko Nikolov, DSc

Department of Repair, Reliability, Mechanisms, Machines, Logistics and Chemical Technologies

“Angel Kanchev”, University of Ruse

Tel.: +359 82 888 458

E-mail: mnikolov@uni-ruse.bg

Prof. Plamen Kangelov, PhD

Department of Repair, Reliability, Mechanisms, Machines, Logistics and Chemical Technologies

“Angel Kanchev”, University of Ruse

Tel.: +359 82 888 457

E-mail: kangelov@uni-ruse.bg

***Abstract:** The reliable operation of machinery and equipment in agriculture depends on a number of factors. The purpose of the present work is to present the methods for increasing the reliability of agricultural machinery. According to the stage of the life cycle in which the methods for increasing the reliability of the machines are applied, they are divided into constructive, technological, operational and repair. The main constructive, technological, operational and repair directions for improving the reliability of the machines have been determined.*

***Keywords:** reliability, agricultural machinery*

ВЪВЕДЕНИЕ

Най-важното свойство на качеството на земеделската техника е надеждността. Тя е комплексно свойство за запазване равнището на качеството в установени граници, време, режим и условия. При промяна в условията на използване на земеделската техника надеждността също се променя. Надеждността е тясно свързана с разходите за техническо обслужване и ремонт. Тя е част от качеството и изразява изменението на характеристиките на качеството във функция на времето, т.е. надеждността е динамична характеристика на качеството. По този начин проблемите с осигуряване на качеството непосредствено се отразяват върху представянето на надеждността на земеделската техника.

Надеждната работа на машините и съоръженията в земеделието зависи от редица фактори, които могат условно да се разделят на две групи: субективни фактори, които зависят от индивидуалните характеристики на проектанта, производителя, оператора и обективни фактори, чийто характер се определя от оперативния фон и случайни външни въздействия на средата.

Най-важните субективни фактори включват избора на конструктивно решение при проектирането на машините и техните компоненти, избора на материали за детайлите, определянето на рационални режими на работа, организацията на поддържането и ремонта на земеделската техника. Обективните фактори включват различни климатични, почвени, метеорологични, биологични, механични и други въздействия върху машините.

Според характера на влиянието върху надеждността на земеделската техника факторите могат да бъдат разграничени на два вида, които намаляват или повишават нивото на надеждност. Факторите, които повишават надеждността на земеделската техника, са свързани с целенасочената човешка дейност и се класифицират като субективни фактори. Факторите,

⁸ Докладът е представен на Научната сесия на Секция „Ремонт и надеждност“ на 27 октомври 2023 г. с оригинално заглавие на български език: МЕТОДИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА НАДЕЖДНОСТТА НА СЕЛСКОСТОПАНСКАТА ТЕХНИКА

които намаляват надеждността на машините, включват обективни фактори и субективни фактори, свързани с грешки при проектирането, производството и използването на машините. За значително подобряване на надеждността на машините е необходимо да се извърши комплекс от мерки, обхващащи областите на проектиране, производство, експлоатация и ремонт на земеделската техника.

Целта на настоящата работа е представяне на методите за повишаване на надеждността на земеделската техника.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Според етапа от жизнения цикъл в които се прилагат методите за повишаване на надеждността на машините те се делят на **конструктивни, технологични, експлоатационни и ремонтни**.

Едно от основните направления в създаването на машини с висока надеждност е разработването на **конструкторска** документация. При разработването на конструкторската документация, за да се осигури висока надеждност на проектираните сложни земеделски машина, е препоръчително да се разграничат следните основни направления за подобряване на надеждността на машините:

- Оптимизиране на конструктивните решения за машините, възлите и агрегатите, а именно чрез намаляване броя им и увеличаване на тяхната вероятност за безотказна работа. Такъв избор се основава на използването на елементи с висока надеждност при създаване на конструкцията на машината, а също въвеждането на защитни елементи, които предпазват машината от претоварване и разрушаване. Поради това е препоръчително да се използват унифицирани и стандартизирани детайли и възли, които имат повишена надеждност и по-ниска цена. Като защитни елементи могат да се използват: предпазители в електрически системи за автоматизация, предпазни съединители, централизирани системи за смазване с устройства за контрол на температурата, които осигуряват работата на машините при ниски температури;

- Използване на материали с гарантирани характеристики за детайлите и тяхното рационално съчетаване в триещите се двойки. Използването на такива материали позволява да се намалят размерите и теглото както на отделните детайли, така също и на машината като цяло. Използването на материали с намалена чувствителност към концентратори на напрежение е важно за повишаване на якостта. За триещи се детайли се използват материали с висока твърдост и следователно висока износоустойчивост. За антифрикционните материали е много важно сработването, образуването на маслен филм и възможността за самосмазване;

- Осигуряване на оптимални температурни условия за работа на съединенията, агрегатите и възлите, както и надеждно смазване на триещите се повърхности в съвременните енергонаситени и форсирани машини.;

- Осигуряване на добро уплътняване на подвижните и неподвижните съединения на машинните детайли;

- Създаване на ефективни устройства за филтриране на въздуха, горивото и маслата;

- Осигуряване на правилна форма на детайлите (особено в местата на преходите, канавките и отворите, с цел намаляване на концентрацията на напрежения под въздействието на динамични и циклични натоварвания) и достатъчна твърдост и устойчивост на вибрации на базовите детайли на машините;

- Осигуряване на максимална взаимозаменяемост на детайлите, възли и агрегатите. Доколкото е възможно, трябва максимално да се намалят регулировъчните работи, а в конструкцията трябва да се осигурят фиксиращи елементи, осигуряващи правилния монтаж на детайлите и възлите по време на сглобяване;

- Оптималното разположение на механизмите, възлите и агрегатите върху земеделските машини. Трябва да се осигури достъп и лекота при проверка на механизми, които се нуждаят от периодични проверки и регулиране. Рационалната конструкция на машината подобрява ремонтпригодността и опростява техническото обслужване;

- Резервиране на отделни ресурсопределящи елементи на машините е един от начините за подобряване на надеждността. В този случай резервирането се осъществява чрез въвеждане на допълнителни елементи, които осигуряват работоспособността на машината в случай на повреда на един или повече елементи;

- Опростяване на експлоатационната документация. За да се предотвратят грешки на персонала при поддържането, е необходимо да се въведат предупредителни табели „Внимание“, в инструкциите за експлоатация, максимално да се опростят мероприятията по техническо поддържане, като се увеличи периода на тяхното провеждане.

Изчисленото ниво на надеждност, заложено в машината на етапа на проектиране, трябва да бъде осигурено в процеса на **производство** на детайлите, възли и агрегати на машините. Има случаи, когато технологическият процес на производство на машините не осигурява определеното ниво на надеждност на машините и по този начин влошава първоначалното конструкторско решение.

Намаляването на нивото на надеждност на машините на етапа на производство може да се дължи на една от следните причини: детайлите са изработени от материали, които имат дефекти или не осигуряват определената якост; приетият технологически процес за производство на детайлите и тяхната повърхностна обработка не може да гарантират зададеното ниво на експлоатационни свойства на машината; в технологическия процес на производство на детайли са допуснати нарушения поради лоша организация на производството, недостатъчна квалификация на работниците и др.; при производството на детайлите е използвано дефектно или остаряло оборудване. Основните направления за осигуряване на надеждността на машините в производствения процес, могат да се групират в следните групи:

- Внимателен подбор на материалите за детайлите в съответствие с изискванията на техническата документация и контрол на качеството за навременно откриване на скрити дефекти или несъответствие на физико-механичните свойства с изискванията;

- Закаляване на работните повърхности на детайлите чрез термична, химико-термична обработка и повишаване твърдостта чрез повърхностна пластична деформация;

- Подобряване на износоустойчивостта и корозионната устойчивост на детайлите чрез нанасяне на метални или неметални покрития;

- Стриктно спазване и усъвършенстване на производствената технология. Повишаване на изискванията за точността на основните и спомагателни размери на детайлите и за качеството на тяхната повърхност;

- Въвеждане на автоматизирана система за управление, използване на автоматизирани и роботизирани линии за производство на детайли, осигуряващи висока точност и стабилност на качествените им характеристики;

- Входящ, текущ и изходящ контрол на качеството на произведените детайли, въвеждане на системата ЛИН, за без дефектно производство на детайли, възли, агрегати и машини;

- Задължително провеждане на изкуствено стареене на базовите детайли изработени от чугун, статично и динамично балансиране на детайлите и сборните единици;

- Повишаване точността на сглобяване на машините и качествена антикорозионна защита на цялата машина.

Условията на работа на транспортните, земеделските и и другите машини оказват значително влияние върху показателите им за надеждност. За осигуряване на високи показатели за трайност и безотказна работа на машините по време на **използването** им се прилагат следните методи:

- Качествена разработка на новите и ремонтираните машини в експлоатация. Тя трябва да се извършва в съответствие с препоръките на производителите на автотракторната и земеделската техника или ремонтните фирми. В процеса на правилното експлоатационно разработване в продължение на 30-60 часа, постепенно намаляват грапавостта на повърхността, височината на микронеравностите, като се увеличава действителната контактна площ на триещите се повърхности. В резултат на това рязко намаляват специфичните

натоварвания, коефициентът на триене и интензивността на износване и се увеличава трайността на детайлите и съединенията;

- Организиране на техническото обслужване и създаване на необходимата материално-техническа база за неговото изпълнение съобразно избраната стратегия за поддържане на автотракторната и земеделската техника. Високите показатели за надеждност на машините са характерни за фирми и земеделски стопанства, които разполагат и използват в работилниците и сервизите си, оборудване за миене, смазване, диагностично и регулировъчно оборудване, средства за механизация. Въвеждането на диагностични средства при диагностирането на машините, което ще намали времето за престой на тракторите при отстраняване на отказите и неизправностите с 1,5-2 пъти, разходите за ремонт с 1,3-1,5 пъти, и увеличи ресурса на машините;

- Правилно агрегатиране на земеделските машини. Спазване на препоръките на производителите за използване на горива, масла, смазочни материали и технически течности и периодите на тяхна та подмяна;

- Контрол и осигуряване на достатъчна херметизация на агрегатите и механизмите на машините. По време на работа на машините уплътнението се нарушава поради разхлабването на закрепването на капациите, лошото качество на материалите, деформация на присъединителните повърхности на детайлите и износването на уплътненията;

- Правилно съхранение на машини чрез спазване на установените норми правила. Запазването на характеристиките на земеделската техника се осигурява при наличие на специални помещения, площадки с твърда настилка, използване на различни опори и уплътнения, навременно почистване на машините от почвени и растителни замърсявания, уплътняване на двигателя, прилагане на защитни смазочни материали (консервация), своевременно възстановяване на лакобояджийските покрития, снемане и съхранение на електрическо оборудване в затворени помещения, уреди и др.;

- Повишаване квалификацията на механизаторите, монтьорите и инженерно техническия персонал по използване на автотракторната и земеделската техника. Подобряване на организацията на инженерното обслужване на земеделските стопанства.

Основните направления за повишаване надеждността на **ремонтираните** машини по време на техният ремонт са:

- Оптимизиране организацията на ремонтно сервизните работи при ремонта на машините;

- Повишаване качеството на извършваните ремонтно сервизни работи при ремонта на машините;

- Подобряване логистиката на необходимите за ремонта на машини резервни части, суровини и материали;

- Повишаване на качествените характеристики на възстановените детайли;

- Усъвършенстване процеса на сработване на триещите се двоици от ремонтираните машини.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разгледани са методите за повишаване на надеждността на земеделската техника, които според етапа от жизнения цикъл на машините в които се прилагат се делят на конструктивни, технологични, експлоатационни и ремонтни;

2. Едно от основните направления при разработването на конструкторската документация, за да се осигури висока надеждност на проектираните сложни земеделски машина е прилагането на конструктивните методи;

3. Основните направления за повишаване надеждността на ремонтираните машини по време на техният ремонт са: повишаване качеството на извършваните ремонтно сервизни работи, Подобряване логистиката на необходимите за ремонта на машини, повишаване на качествените характеристики на възстановените детайли, усъвършенстване процеса на сработване на триещите се двойци от ремонтираните машини.

REFERENCES

Alipiev O., S. Marinov, T. Uzunov. (2018) Optimal tooth profile design of a gear shaper cutter when meshing with internal straight splines. Mechanism and Machine Theory, Vol.129, pp. 70-79, ISSN 0094-114X.

Bekana D. (2020) Optimizing the maintenance of agro-industrial equipment, Academic Publishing House University of Ruse, p. 130, ISBN 978-954-712-800-2, **(Оригинално заглавие: Бекана Д. (2020) Оптимизиране поддържането на аграрно-индустриалната техника, Русе: Академично издателство Русенски университет, с. 150, ISBN 978-954-712-800-2).**

Delikostov T., (2020) Management of fuel combustion of internal combustion engines from agricultural and tractor equipment by maintaining the food system. Scientific Monograph. Ruse, Academic Publishing House University of Ruse, p.136, ISBN 978-954-712-799-9. **(Оригинално заглавие: Деликостов Т. (2020) Управление разгода на гориво на ДВГ от земеделската и автотракторна техника чрез поддържане на хранителната система - научна монография. Русе: Академично издателство Русенски университет, р.136, ISBN 978-954-712-799-9).**

Dimitrov, M.S. (2019) Development of repaired engines with friction modifiers, Yambol, Faculty of Engineering and Technology - Yambol at the Thracian University - Stara Zagora, p. 160, ISBN 978-619-7340-00-6. **(Оригинално заглавие: Димитров М. (2019) Разработване на ремонтирани двигатели с модификатори на триенето, Ямбол, Факултет „Техника и технологии“ - Ямбол при Тракийски университет - Стара Загора с. 160, ISBN 978-619-7340-00-6).**

Kangalov P. (2012) Statistical study of the wear of the housing and the gate of the hydraulic valve P-80, IN: Scientific works of Angel Kanchev University, Ruse, Vol 51, Book. 1.1, Ruse, pp. 252-256, ISBN 1311-3321. **(Оригинално заглавие: Кангалов П. (2012), Статистическо изследване износването на корпуса и шибъра на хидроразпределител P-80. В: Научни трудове на РУ-2012, том 51, с. 1.1, Русе, стр. 252-256, ISBN 1311-3321).**

Kangalov P. (2019) Rebuilding electrolytic alloys coatings. Scientific Monograph. Academic Publishing House University of Ruse, p. 170, ISBN 978-954-712-785-2 **(Оригинално заглавие: Кангалов П. (2019) Възстановителни покрития от електролитни сплави – научна монография. Русе: Академично издателство Русенски университет, с. 170, ISBN 978-954-712-785-2).**

Kangalov P., D. Beleva, K. Dyakova-Dimitrova, (2015), Determination of the initial structural characteristics of the pair of shaft-plain bearing by tractor engines. IN: Scientific works of Angel Kanchev University, Ruse, vol. 54, book 1.1, pp. 210-216, ISSN 1311 3321. **(Оригинално заглавие: Кангалов П., Д. Белева, К. Дякова-Димитрова, (2015) Определяне на началните структурни характеристики на двоицата вал-плъзгащ лагер от автотракторни двигатели.// Научни трудове на Русенския университет, том 54, с.1.1, стр. 210-216, ISSN 1311-3321).**

Marinov S., O Alipiev, T Uzunov. (2019) Interference of the profiles when meshing internal straight splines with gear shapers. MATEC Web of Conferences, No 287, 01015.

Nikolov M., I. Todorov, V. Stoyanov, J. Valchev. (2019) Determination of the Structural Characteristics of the Parts of Agricultural Machinery Subject for Repair. В: PROCEEDINGS OF UNIVERSITY OF RUSE – 2019, No v 58, b 1.1, pp. 44-48, ISSN 1311-3321.

Nikolov M., P. Kangalov. (2012) Benefits from maintenance and repair in utilization of resources. IN: Mendeltech International 2012 – International Scientific Conference, No 1, Brno, ISBN 978-80-7375-625-3.

Nikolov M, (2019) Rebuilding Overlaid Coatings Obtained Through Vibrating Arc Overlaying Process in an Atmosphere of Shielding Gas and its Mixtures - Scientific Monograph, Academic Publishing House University of Ruse, p. 144. ISBN 978-954-712-756-2 **(Оригинално заглавие: Николов М. (2019), Възстановителни вибрационарени покрития в защитни газове и техните смеси - научна монография, Русе: Академично издателство „Русенски университет, р. 144, ISBN 978-954-712-756-2).**

Nikolov, M., Stoyanov, V., (2014) Utilization of Resources in the Maintenance and Repair of Machines, Ruse, Ruse University Publishing Centre, p. 95, ISBN 978-954-712-607-7, (**Оригинално заглавие:** *Николов М., Стоянов В. (2014) Оползотворяване на ресурсите при поддържането и ремонта на машините, Русе, Издателски център при Русенски университет, стр. 95, ISBN 978-954-712-607-7).*

Todorov I. (2019) A Research about Wear Process of Details from Belt Conveyor.// Agricultural, forest and transport machinery and technologies, Vol. VI, pp. 5-10, ISSN ISSN 2367-5888.

Todorov, I. (2013) Influence of the amplitude of vibrations on the technological parameters of the mode during vibroarc surfacing of details from the tractor and agricultural machinery. В: Scientific works of Angel Kanchev University, Vol 52, s 1.1, Ruse, pp. 293-296, ISSN 1311 3321, (**Оригинално заглавие:** *Тодоров И., (2013) Влияние на амплитудата на вибрации върху технологическите параметри на режима при вибродъгово наваряване на детайли от автотракторната и земеделска техника. В: Научни трудове на РУ „Ангел Кънчев“ том 52, с. 1,1, Русе, с. 293-296, ISSN 1311 3321).*

Valov, N., Valova, I. (2017) Drying process management laboratory with remote access. International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2017, doi:10.1109/ITHET.2017.8067800.

Valov, N., Valova, I. (2020) Home automation system with Raspberry Pi. International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering, EE and AE 2020 - Proceedings, doi:10.1109/EEAE49144.2020.9278998.