

FRI-1.202-1-MR-03

---

## ANALYSIS OF THE STATUS OF THE QUALITY OF THE RECOVERED PARTS<sup>9</sup>

---

**Prof. Mitko Nikolov, DSc**

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

University of Ruse “Angel Kanchev”, Bulgaria

Tel.: +359 82 888 458

E-mail: mnikolov@uni-ruse.bg

**Eng. Kaloyan Nikolaev, PhD**

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

University of Ruse “Angel Kanchev”, Bulgaria

E-mail: knikolaev@uni-ruse.bg

**Eng. Milen Ralchev, PhD stud.**

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

“Angel Kanchev” University of Ruse, Bulgaria

E-mail: mkralchev@uni-ruse.bg

***Abstract:** It has been proven that the level of quality and reliability of repaired agricultural machines and their aggregates is determined by the level of quality of the restored parts inserted during their repair. It has been shown in the research of the scientists that the quality characteristics of the restored parts (physico-mechanical properties, geometric dimensions and wear resistance) should not be inferior to those of the new parts, and sometimes even surpass them. One of the most frequently used characteristics of the quality of restored parts, determining their operational properties, is durability. The durability of restored tractor parts is largely determined by the wear resistance of their restored surfaces.*

***Keywords:** Quality, recovery, repair.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Качеството на ремонта на автотракторната и земеделска техника е сложен и многоаспектен проблем. При неговото решаване ремонтното предприятие трябва да отчете много различни, но взаимосвързани фактори като: технически, технологически, икономически, организационни, социални, екологически, ергономически, психологически и др. фактори. Влиянието на тези фактори върху качеството на ремонта е не само различно, но и често противоречиво. Управлението на качеството на ремонтираните машини трябва да се провежда системно основавайки се на резултатите от научните изследвания, натрупания световен опит и проучването на пазара.

Качеството на вложените нови детайли в земеделската техника оказва решаващо влияние на ресурса на машините до първият основен ремонт, а качеството на възстановените детайли и качеството на ремонта оказват съответно влияние на ресурса през между ремонтния период на експлоатация. Ето защо подобряването на качеството на новите и възстановени детайли е едно от най-важните условия за увеличаване трайността на съответните машини и същевременно за повишаване ефективността от тяхното използване в земеделието (Bekana D., 2020; Delikostov T., 2020; Marinov S., O. Alipiev, T. Uzunov, 2019; Nikolov M., 2019).

---

<sup>9</sup> Докладът е представен на Научната сесия на Секция „Ремонт и надеждност“ на 25 Октомври 2024 г. с оригинално заглавие на български език: АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА КАЧЕСТВОТО НА ВЪЗСТАНОВЕНИТЕ ЧАСТИ.

Цел на изследването е установяване състоянието на качеството на възстановените детайли и влиянието на различните фактори върху формирането на това качество.

Обект на изследването са възстановяваните детайли от автотракторната и земеделска техника.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

Ремонтираните земеделски машини и техните агрегати трябва да притежават определено равнище на качеството, за да могат да удовлетворят определени нужди или изисквания на потребителя в зависимост от предназначението си. Качеството и надеждността на ремонтираната земеделската техника се изразяват със свойства, свойствата с показателите, а показателите с характеристики [8]. Свойствата и показателите на качеството, които определят неговото равнище могат да бъдат разделени на три групи: технико-икономични, социални и био-екологични табл.1.1. Надеждността е комплексно свойство на качеството, изразяващо запазването на равнището на качеството в установени граници за определено време, режими и условия на използване.

Технико-икономическите свойства пряко изразяват качеството на обектите и включват (технически, технологични и икономични свойства) показатели.

Социалните свойства се определят чрез показателите (безопасност, ергономичност, естетичност и органолептичност). Те изразяват въздействието на качеството на обектите върху човека и хората.

Таблица 1. Структура на свойствата на качеството на ремонтираните машини

Качество		
Технико-икономически	Социални	Био-екологически
Технически	Безопасност	Биотехнически
Технологически	Ергономически	Биотехнологически
Икономически	Естетически	Екологически
	Органолептически	

Био-екологичните свойства изразяват въздействието на качеството на обектите върху биологичните видове (растения, животни и микроорганизми) и върху елементите на околната среда. Те се определят чрез биотехнически, биотехнологични и екологични показатели.

Основните положения за оценка качеството и избора на рационален метод за възстановяване на детайли с отчитане на техническия, технологичния и технико-икономичния критерий са разработени и внедрени в практиката от проф. Шадричев. При това проф. Лезин е разширил действието на техническия критерий при сглобените единици и агрегатите с отчитане загубите за възстановяване на детайла отнесени към ресурса на агрегата. При вземане на решение основано на технико-икономическия критерий проф. Казарцев препоръчва при оценяване ефективността на възстановяването да се отчитат експлоатационните свойства на възстановения детайл, които определят неговата работоспособност.

Решаването на проблемите по осигуряване и управление на качеството на ремонтираните машини е немислимо без наличието на методи за количествена оценка на качеството на вложените при ремонта възстановени детайли. Надеждността на ремонтираните земеделски машини и техните агрегати в голяма степен зависи от равнището на качеството на вложените при ремонта им възстановени детайли. Качеството на възстановените детайли се оценява с помощта на гореизложените показатели и съответствието на получените техни стойности с нормативно техническата документация. Най-често за оценка качеството на възстановените детайли се използват физико-механическите свойства на наварените покрития, геометричните размери на детайлите и техните триботехнически свойства.

Една от най-често използваната характеристика на качеството на възстановените детайли, определяща експлоатационните им свойства е трайността. Трайността на възстановените автотракторни детайли в значителна степен се определя от

износоустойчивостта на техните възстановени повърхности. В тази връзка при възстановяването на износени детайли по различни методи се цели не само да се възстановят първоначалните размери, но също да се достигнат високи физико-механически свойства на възстановената работна повърхност и да се постигне висока износоустойчивост. Износоустойчивостта, работоспособността и надеждността на възстановените детайли трябва да осигурява на ремонтираните машини същия ресурс както на новите машини. Възстановените детайли не трябва да отстъпват по качествени характеристики на новите детайли, а понякога и да ги превъзхождат.

Въпросът за повишаването на износоустойчивостта на детайлите е основен в общия проблем на триенето, смазването и износването. Известно е, че проблемите на триенето, смазването и износването са твърде сложни, поради което за тяхното изясняване са проведени многобройни изследвания в редица страни в продължение на много години. Независимо от широкия размах на научните работи, проведени в тези области, знанието за износването остава все още недостатъчно разработено.

Редица изследователи в тези области Костецки, Крагелски, Хрущов, Гаркунов показват, че не е създадена обща теория на триенето и износването, с помощта на която да може да се обяснят експериментално наблюдаваните закономерности на износването и да се предвиди теоретично поведението на различните метали в процеса на износване при изменение на условията на работа и механичните характеристики на металите.

В изследването на процесите на триене и механизма на износване, все повече се утвърждава направлението, насочено към изучаване и анализиране на атомно-молекулните и енергетичните изменения, протичащи на триещите се работни повърхности (Kangalov P., 2019; Nikolov, M., 2015; Nikolov, M., 2021; Nikolov M., I. Todorov, V. Stoyanov, J. Valchev, 2019).

Освен това, в редица случаи възниква необходимостта от управление на процесите на изменение на свойствата на повърхностните слоеве, на триенето и износването на подвижните съединения на механизмите на машините. Решаването на тези проблеми е възможно чрез изучаване на качеството на повърхностните слоеве на материала след механическа обработка и след възстановяване, чрез комплексно изследване на триботехническите характеристики в зависимост от действието на различните натоварвания, скорости на плъзгане, температури и други. За това е необходимо да се установят закономерностите на формиране и изменение на физико-механичните свойства: структура, твърдост, износоустойчивост и други свойства на повърхностния слой след възстановяване на работните повърхности на детайлите и след сработване на триещите се повърхности.

Изучаването на износването и на процесите, протичащи в повърхностния слой се характеризира с определена сложност, определяща се от специфичните свойства на повърхностните слоеве, вследствие разрушаването им в процеса на износване с въздействието на редица фактори, влияещи на условията на работа на съединенията (Todorov I., T. Uzunov, 2015; Valov, N., I. Valova, 2020).

Сложността на решаването на основните задачи, свързани с оценяване на износоустойчивостта на възстановените детайли, е предизвикана от редица трудности от комплексния характер на проблема в науката и практиката. Отсъствието на унифициран метод за обща оценка на износоустойчивостта на възстановените детайли и невъзможността от достатъчно обосновано планиране на производството на резервни части, води до необосновано изработване на по-голямо количество резервни части от дадена номенклатура и до недостатъчното им производство за други видове детайли (Bekana D., 2020).

В процеса на изучаване на износването на работните повърхности на триещите се двоици, неизбежно възникват и въпросите за разглеждане и изучаване на процесите, протичащи при сработване на възстановените детайли. Твърде оскъдни са данните, публикувани в литературата, по отношение сработването на триещите се двоици и особено на триещи се двоици от възстановени детайли. Сравнителни данни за определяне на сработването на триещи се двоици са приведени в работите на Крагелски, Костецки, Карасик, Гаркунов, Тончев, и др.

В периода на сработване протичат и своеобразни превръщания в тънките повърхностни слоеве, определящи специфичната структура на повърхността след обработване.

Анализът на част от публикуваните резултати показва, че всички изменения в процесите на сработване протичат в тънките повърхностни слоеве. Проведените изследвания обхващат двоиците „вал - плъзгащ лагер“ и „вал - втулка“, при което отсъстват достатъчно данни за поведението на възстановените работни повърхности в процеса на сработване. Определянето на характера на процеса на сработване на нанесени възстановителни покрития е важно мероприятие, тъй като характерът и големината на износването в процеса на сработване оказват значително влияние на износоустойчивостта на възстановения детайл, респективно и на периода на нормална експлоатация, а това е пряко свързано с определянето на ресурса на възстановените детайли. Следователно, изискването за качествено сработване се явява един от ефективните начини за повишаване на износоустойчивостта на триещите се двоици.

Върху износоустойчивостта на триещите се покрития може да се въздейства чрез конструктивни, технологически и експлоатационни средства (Todorov I., 2019).

Към конструктивните средства за повишаване на износоустойчивостта на детайлите могат да се отнесат следните дейности: правилен подбор на вида и условията на триене; намаляване на специфичното натоварване; правилен температурен режим; избор на материал за триещата се двоица; защита от попадане на прах; отстраняване на вибрациите.

Към технологическите средства за повишаване на износоустойчивостта на детайлите могат да бъдат отнесени: правилен избор на химичния състав на материала на детайлите; качество на триещите се повърхности; различните видове уякчаващи технологии; формиране на определени свойства върху работните повърхности на детайлите при възстановяване; състав на смазочната среда за триене.

Най-важните експлоатационни фактори, влияещи на интензивността на износване и на формирането на повърхностните слоеве, са: скорост на плъзгане; осигуряване на оптимален режим на работа; температурен режим в зоната на контакта.

В конкретния случай се разглежда определянето на износоустойчивостта на възстановените детайли, поради което конструктивните и експлоатационни методи и средства няма да бъдат обект на разглеждане. От технологическите методи и средства ще се спрем върху формираните експлоатационни свойства на възстановителните наваръчни покрития и влиянието на състава на средата на триене при сработване и износване върху трайността на възстановените детайли.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Доказано е, че равнището на качеството и надеждността на ремонтираните земеделски машини и техните агрегати се определя от равнището на качеството на вложените при ремонта им възстановени детайли;

2. Показано е в изследванията на учените, че качествените характеристики на възстановените детайли (физико-механическите свойства, геометричните размери и износоустойчивост) не трябва да отстъпват от тези на новите детайли, а понякога даже да ги превъзхождат;

3. Една от най-често използваната характеристика на качеството на възстановените детайли, определяща експлоатационните им свойства е трайността. Трайността на възстановените автотракторни детайли в значителна степен се определя от износоустойчивостта на техните възстановени повърхности.

## REFERENCES

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).

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., (2021), Statistical distribution of the details from agricultural machinery made from cast iron.//Proceedings of university of Ruse - 2021, vol. 60, book (1.1), 49-55, ISSN: 1311-3321.

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, (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 вибрационни покрития в защитни газове и техните смеси - научна монография, Русе: Академично издателство „Русенски университет, р. 144, ISBN 978-954-712-756-2).

Nikolov, M. (2015), Research on the impact of amplitude of vibrations on electrical parameters of vibroarc weld overlay in argon.//Acta Technologica Agriculturae, vol. 18(2), pp. 46-48, ISSN 1335-2555, DOI: 10.1515/ata-2015-0010.

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., Uzunov T. (2015), Experimental study of main characteristics of a screw conveyor, В: Scientific works of Angel Kanchev University, Vol 54, s 1.1, Ruse, pp. 168-172, ISSN 1311 3321, **(Оригинално заглавие:** Тодоров И., Т. Узунов. Експериментално изследване на основни характеристики на винтов транспортър. Научни трудове на Русенски университет, Русе, т. 54, сер. 1.1, стр. 168-172, ISBN 1311-3321.).

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.

### **БЛАГОДАРНОСТИ**

Докладът отразява резултати от работата по проект № 2024-АИФ-02, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.