МАШИНОБУДУВАННЯ, МЕХАНІКА ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

DOI 10.31891/2307-5732-2021-303-6-124-127
УДК 621.432.001.2

БРАЦЛАВЕЦЬ Б. С.
Вінницький національний аграрний університет
ORCID: 0000-0002-3315-4837
e-mail: bratslavets368@gmail.com

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

У статті пропонується спосіб оптимізації технологічного процесу відновлення деталей за енергетичним критерієм. Це викликано тим, що на сьогоднішній день як основний параметр виступає собівартість відновлення деталей або витрат, на які на практиці багато в чому впливають ціни, і не завжди враховуються справжні витрати виробництва, новизна технологічного процесу, всі витрати енергії у тому числі, а також, живої праці на виробництво продукції (*енергетичний критерій*).

Ключові слова: технологія, енергетичний критерій, відновлення деталей, електродугове навантаження, напрацювання, витрати виробництва, собівартість, раціональний спосіб, оптимізація технологічного процесу, навколишнє середовище, відновлення, наплавлення.

B. BRATSLAVETS
Vinnytsia National Agrarian University

JUSTIFICATION OF A RATIONAL METHOD FOR RESTORING AGRICULTURAL EQUIPMENT PARTS

The article proposes a way to optimize the technological process of updating parts according to the energy criterion. The rational development of technological processes for the restoration of specific parts of agricultural machinery is mainly determined by the choice of a method that ensures the greatest durability of the part at the lowest cost of their restoration. Currently, repair companies have a significant number of ways to restore parts used to eliminate various defects - (wear, mechanical damage, cracks, etc.). Rationale for choosing the best way to restore a part or group of parts in a set of technical, economic and organizational issues. For different types of recovery methods, such as surfacing and iron, when capital investment is significantly different, the technical and economic criteria should be determined through the above costs. However, even in this case, in practice, as a rule, many factors are not taken into account. To restore the same part, several methods are suitable, often unequal in their technical and economic indicators. Thus, to assess the renewal of a specific part in a specific production environment, they are refined. The energy criterion is especially important to use when decisions are made about the development of a new production, the construction of a plant or a large workshop for the restoration of parts. This is due to the fact that today the main parameter is the cost of restoring parts or costs, which in practice are largely influenced by prices, and real production costs, the novelty of the technological process, all energy costs, including , living labor for the production of products (energy criterion).

Keywords: technology, energy criteria, parts restoration, electric arc load, operating time, production costs, prime cost, rational method, process optimization, environment, surfacing, restoration.

Вступ

Раціональна розробка технологічних процесів відновлення конкретних деталей сільськогосподарської техніки визначається головним чином вибором способу, що забезпечує найбільшу довговічність деталі за найменших витрат на їх відновлення. В даний час ремонтні підприємства мають значну кількість способів відновлення деталей, які застосовують для усунення різноманітних дефектів – (зноси, механічні ушкодження, тріщини тощо). Для відновлення однієї і тієї ж деталі придатні кілька способів, часто нерівноцінних за своїми техніко-економічними показниками.

Мета дослідження

Обґрунтування вибору оптимального способу відновлення деталі або групи деталей у комплексі технічних, економічних та організаційних питань.

Виклад основного матеріалу

На практиці частіше використовують перші два відношення, хоча вони застосовуються лише тоді, коли на підприємстві вже організовано відновлення деталей порівняльними способами та додаткових капітальних вкладень не потребують або коли вони приблизно однакові, наприклад, при порівнянні способів механізованого електродугового наплавлення [1–3].

При різнотипних способах відновлення, наприклад, наплавкою і залізненням, коли капітальні вкладення значно відрізняються, техніко-економічний критерій слід визначати через наведені витрати. Однак, і в цьому випадку на практиці, як правило, не враховуються багато факторів.

По-перше, у зв'язку з високими вимогами до охорони навколишнього середовища при ремонті сільськогосподарських машин витрачаються значні кошти на будівництво очисних споруд, очищення стоків з розбірно-мийних, гальванічних та інших ділянок тощо [5]. Тому ці витрати обов'язково треба враховувати під час вибору оптимальної технології відновлення деталей:

$$\varphi_i = \frac{C_{ві} + C^0_{уі} + E_н\left(K_{ді} + K^0_{ді}\right)}{T_{ві}} \to min, \qquad (1)$$

де φ_i – техніко-економічний критерій; $C_{ві}$ – собівартість відновлення деталі *і*-тим способом, грн; $C^0_{уі}$ – питомі поточні витрати на охорону навколишнього середовища при відновленні деталей *і*-м способом, грн; $E_н$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень; $K_{ді}$ – коефіцієнт довговічності відновленої *і*-м способом деталі; $T_{ві}$ – напрацювання або ресурс відновлення *і*-м способом деталі, мото-год.

По-друге, не завжди правильно враховується якість відновлення деталі (технічний критерій). Зазвичай при визначенні техніко-економічного критерію беруть будь-яке значення $T_в$ чи $K_д$, які забезпечують той чи інший спосіб відновлення. Але тут є деякі особливості, які не можна не враховувати.

Ресурс відновленої деталі треба порівнювати не з ресурсом нового виробу, а з нормативним міжремонтним ресурсом агрегату, в який він входить. Відношення нормативного міжремонтного ресурсу агрегату визначається:

$$K_д = \frac{T_в}{T_{тр}}, \tag{2}$$

де $T_{тр}$ – міжремонтний ресурс агрегату.

Нерідко коефіцієнт довговічності встановлюють шляхом лабораторних або стендових випробувань деталей на зносостійкість, міцність та зчеплюваність покриття як знаходження відповідних коефіцієнтів:

$$K_д = K_н K_в K_с, \tag{3}$$

де $K_н$ – коефіцієнт зносостійкості; $K_в$ – коефіцієнт витривалості; $K_с$ – коефіцієнт зчеплюваності.

Це не завжди правильно, тому що найчастіше один або два коефіцієнти лімітують ресурс, а не всі відразу. Наприклад, при відновленні робочих органів ґрунтообробних машин їх ресурс визначає лише зносостійкість. Ресурс же відновлених наплавленням колінчастих валів обумовлений зносостійкістю та витривалістю [2–5].

Тому для забезпечення високої якості ремонту агрегату необхідно, щоб ресурс відновленої деталі був не меншим за його нормативний міжремонтний, тобто $T_в \geq T_{мр}$, і вона не знижувала зносостійкість пов'язаних з нею деталей. При цьому, якщо робити, наприклад, леміш, який лімітує ресурс плуга в цілому, заміна якого можлива без його розбирання, то при виборі раціонального способу відновлення необхідно враховувати будь-яке, зокрема дробове значення коефіцієнта довговічності. Але коли деталь не лімітує цей показник або для заміни потрібне розбирання та тривала зупинка машини, то підвищення її довговічності слід враховувати лише в тому випадку, коли ресурс відновленої деталі кратний нормативному міжремонтному ресурсу агрегату, тобто підставляти у формулу (2) ціле значення коефіцієнта довговічності ($K_д = 1, 2, 3$ тощо). Це пояснюється тим, що збільшений ресурс деталі, наприклад, на 50 % не буде використаний і при черговому ремонті агрегату вона також відновлюватиметься, оскільки її залишковий ресурс становитиме лише 50% міжремонтного. Проте, за використання як основного критерію собівартості відновлення деталей чи наведених витрат, на які багато в чому впливають ціни, що завжди враховують справжні витрати виробництва та новизну технологічного процесу, не об'єктивно відбиваються народногосподарські інтереси. Виходячи з цього, будь-яку технологію раціонально оцінювати таким показником, який відображає всі витрати на виробництво продукції [4-7]. На думку багатьох фахівців, таким показником можуть бути витрати енергії.

У зв'язку з цим вибір способу та оптимізації технологічного процесу відновлення деталей доцільно проводити за енергетичним критерієм. При цьому необхідно враховувати всі витрати енергії, у тому числі живої праці, починаючи від виробництва необхідних матеріалів для покриття і до остаточної обробки деталей. Витрати енергії живої праці можна достовірно визначити через трудомісткість. Якщо їх не враховувати, то може виявитися, що прогресивніший спосіб це той, що має значно меншу трудомісткість, але дещо підвищену витрату енергії і він буде визнаний нераціональним.

Енергетичний критерій можна виразити рівнянням:

$$\varphi_{еі} = \frac{K_{1i} K_{2i}}{K_{ді}} \to min, \tag{4}$$

де $K_{1i} K_{2i}$, – відповідно коефіцієнти енергоємності та трудомісткості технологічного процесу відновлення деталі *і*-м способом.

$$K_{1i} = \frac{Q_{ві}}{Q_н}; \quad K_{2i} = \frac{t_{ві}}{t_н}, \tag{5}$$

де $Q_{ві}$ – питомі витрати енергії на відновлення деталі *і*-тим способом по всьому циклу виробництва, кВт*год; $Q_н$ – питомі витрати на виготовлення нової деталі, кВт*год; $t_{ві}$ – трудомісткість відновлення деталі *і*-тим способом; $t_н$ – трудомісткість виготовлення нової деталі.

Спосіб, який забезпечує мінімальне значення енергетичного критерію – раціональний. Відновлення деталей у такий спосіб є доцільним і тоді, коли значення його менше одиниці.

Слід мати на увазі, що обраний за енергетичним критерієм спосіб через взаємодію цін може не відповідати економічним інтересам конкретного підприємства.

Таблиця 1

Енергетичний та комбінований критерії

Спосіб відновлення	Критерії		
	техніко-економічний	енергетичний	комбінований
Наплавка під флюсом	61,7	1,0	1,0
Вібродугова наплавка	83,9	1,11	1,19
Наплавка в середовищі CO2	72,2	1,05	0,98
Металізація	43,6	0,52	0,53
Електроконтактне приварювання стрічки	36,2	0,29	0,24
Хромування	80,1	1,76	3,20
Залізнення	52,1	0,36	0,22

З огляду на це вибирати його слід за комбінованим критерієм, що відображає наведені витрати, енергоємність, коефіцієнт довговічності:

$$\varphi_{кі} = \frac{K_{1i}K_{2i}K_{3i}}{K_{\partial i}} \to min; \tag{6}$$

$$K_{зі} = \frac{П_{ві}}{Ц_{н}}, \tag{7}$$

де $K_{зі}$ – коефіцієнт економічності, який визначається як відношення наведених витрат $П_{ві}$ на відновлення деталі *і*-м способом до ціни нової деталі $Ц_{н}$.

Так само, як і у разі застосування енергетичного критерію, відновлення деталей обраним способом доцільно тоді, коли значення комбінованого критерію також менше одиниці. При використанні енергетичного та комбінованого критеріїв враховуються вище викладені вимоги до коефіцієнтів довговічності та ресурсу відновленої деталі. При визначенні коефіцієнтів K_1K_2 і K_3, замість показників нової деталі для порівняння можна прийняти показники деталі, відновленої будь-яким найбільш поширеним способом, наприклад наплавленням під флюсом. У цьому випадку коефіцієнт довговічності визначають:

$$K_{\partial i} = \frac{T_i}{T_б}; \;\; K'_{\partial i} = \frac{K_{\partial i}}{K_{\partial б}}, \tag{8}$$

де T_i і $T_б$ – ресурси деталей, відновлених відповідно *і*-м та базовим способами. Використовуючи характеристики способів відновлення деталей, які можна знайти у відомих літературних джерелах, розраховані їх техніко-економічний, енергетичний і комбінований критерії (див. таблицю). При визначенні енергетичного та комбінованого критеріїв за базу прийнято наплавлення під флюсом.

Висновок

Для оцінки відновлення конкретної деталі у конкретних виробничих умовах їх уточнюють. Енергетичний критерій особливо важливо використовувати тоді, коли приймаються рішення про розвиток нового виробництва, будівництво заводу або великого цеху по відновленню деталей тощо.

Література

1. Восстановление и упрочнение деталей наплавкой [Електронний ресурс] // StudRef.com. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://studref.com/308357/tehnika/vosstanovlenie_uprochnenie_detaley_naplavkoy.

2. Способи відновлення деталей [Електронний ресурс] // StudFiles. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://studfile.net/preview/5607972/page:18/.

3. Ельцов В. В. Восстановление и упрочнение деталей машин : элек- тронное учеб. пособие [Електронний ресурс] / В. В. Ельцов // ТГУ. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/49/1/Eltsov%201-81-13%20-%20eui%20-%20Z.pdf.

4. Иванов В.П., Мерзлов А.А. Сбережение остаточной долговечности деталей при ремонте машин // Вестник Полоцкого государственного университета. Прикладные науки. 2005. № 6. С. 173–176.

5. Чеботарев М. И. Выбор оптимального способа восстановления изношенной поверхности детали [Електронний ресурс] / М. И. Чеботарев, М. Р. Кадыров // КубГАУ. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://kubsau.ru/upload/iblock/302/3022a16c56239d8f9a695b313ba0351a.pdf.

6. Кастрюк А. П. Выбор технологических баз при обработке резанием восстанавливаемых деталей [Електронний ресурс] / А. П. Кастрюк // Вестник БГТУ. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: https://www.bstu.by/uploads/vestnik/4/2012_4_kastryuk_a.p._vybor_texnologicheskix_baz_pri_obrabotke_rezaniem_vosstanavlivaemyx_detalej.pdf.

7. Иванов В.П., Кастрюк А.П. Подготовка ремонтного производства. Новополоцк: ПГУ, 2011. 272

References

1. Vosstanovlenye y uprochnenye detaley naplavkoy [Elektronnyy resurs] // StudRef.com. – 2015. – Rezhym dostupu do resursu: https://studref.com/308357/tehnika/vosstanovlenie_uprochnenie_detaley_naplavkoy.

2. Sposoby vidnovlennya detaley [Elektronnyy resurs] // StudFiles. – 2016. – Rezhym dostupu do resursu: https://studfile.net/preview/5607972/page:18/.

3. El′tsov V. V. Vosstanovlenye y uprochnenye detaley mashyn : élek- tronnoe ucheb. posobye [Elektronnyy resurs] / V. V. El′tsov // THU. – 2015. – Rezhym dostupu do resursu: https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/49/1/Eltsov%201-81-13%20-%20eui%20-%20Z.pdf.

4. Yvanov V.P., Merzlov A.A. Sberezhenye ostatochnoy dolhovechnosty detaley pry remonte mashyn // Vestnyk Polotskoho hosudarstvennoho unyversyteta. Prykladnye nauky. 2005. № 6. S. 173–176.

5. Chebotarev M. Y. Vybor optymal′noho sposoba vosstanovlenyya yznoshennoy poverkhnosty detaly [Elektronnyy resurs] / M. Y. Chebotarev, M. R. Kadyrov // KubHAU. – 2016. – Rezhym dostupu do resursu: https://kubsau.ru/upload/iblock/302/3022a/16c56239d8f9a695b313ba0351a.pdf.

6. Kastryuk A. P. Vybor tekhnolohycheskykh baz pry obrabotke rezanyem vosstanavlyvaemykh detaley [Elektronnyy resurs] / A. P. Kastryuk // Vestnyk BHTU. – 2012. – Rezhym dostupu do resursu: https://www.bstu.by/uploads/vestnik/4/2012_4_kastryuk_/a.p._vybor_texnologicheskix_baz_pri_obrabotke_rezaniem_vosstanavlivaemyx_detalej.pdf.

7. Yvanov V.P., Kastryuk A.P. Podhotovka remontnoho proyzvodstva. Novopolotsk: PHU, 2011. 272

Рецензія/Peer review : 02.12.2021 Надрукована/Printed :30.12.2021