

С.В. КОВАЛЕВСЬКИЙ, О.С. КОВАЛЕВСЬКА

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ МЕХАНООБРОБКИ

Представлена концепція забезпечення додатковими ресурсами оптимального технологічного процесу виходячи з величини максимального прибутку, яка утворюється як різниця ринкової ціни і витрат на виготовлення продукції. Показана можливість досягнення ефекту підвищення експлуатаційних показників деталей при комбінованому впливі слабких енергетичних джерел, таких, як польові (магнітне поле) в резонансному режимі з оброблюваною поверхнею, що утворює резонансний електромагнітний контур з параметрами режимів обробки поверхні деталі. Наведено опис схеми отримання обертового магнітного поля за умови досягнення електромагнітного резонансу технологічної системи. Показана методика прискорених випробувань обробленої поверхні на зносостійкість. Дано результати експериментальних досліджень на прикладі обробки обертовим магнітним полем в резонансному режимі з додатковим створенням середовища, що вводиться між джерелом магнітного поля і робочою поверхнею деталі. Як проміжне середовище використаний водний розчин фтористого калію як епіламіруючої речовини. Показано, що обертове магнітне поле, як додаткове джерело енергії здатне активувати епіламіруючу середу.

Ключові слова: технологічна система, якість, оптимізація, обертове магнітне поле, резонанс, епіламірування, зносостійкість, випробування на знос.

С.В. КОВАЛЕВСКИЙ, Е.С. КОВАЛЕВСКАЯ

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МЕХАНООБРАБОТКИ

Представлена концепция обеспечения дополнительными ресурсами оптимального технологического процесса исходя из величины максимальной прибыли, которая образуется как разность рыночной цены и затрат на изготовление продукции. Показана возможность достижения эффекта повышения эксплуатационных показателей деталей при комбинированном воздействии слабых энергетических источников, таких, как полевые (магнитное поле) в резонансном режиме с обрабатываемой поверхностью, образующей резонансный электромагнитный контур с параметрами режимов обработки поверхности детали. Приведено описание схемы получения вращающегося магнитного поля при условии достижения электромагнитного резонанса технологической системы. Показана методика ускоренных испытаний обработанной поверхности на износостойкость. Даны результаты экспериментальных исследований на примере обработки вращающимся магнитным полем в резонансном режиме с дополнительным созданием среды, вводимой между источником вращающегося магнитного поля и рабочей поверхностью детали. В качестве промежуточной среды использован водный раствор фтористого калия как эпиллирующего вещества. Показано, что вращающееся магнитное поле, как дополнительный источник энергии способно активировать эпиллирующую среду.

Ключевые слова: технологическая система, качество, оптимизация, вращающееся магнитное поле, резонанс, эпиллирование, износостойкость, испытания на износ.

S. KOVALEVSKYY, O. KOVALEVSKA

IMPROVING THE QUALITY OF TECHNOLOGICAL SYSTEM OF MECHANICAL PROCESSING

The concept of providing additional resources for the optimal technological process is presented on the basis of the maximum profit, which is formed as the difference between the market price and the cost of manufacturing products. It is shown that it is possible to achieve the effect of increasing the operational performance of parts under the combined effect of weak energy sources, such as field (magnetic field) in a resonant mode with a surface to be treated, forming a resonant electromagnetic circuit with parameters of the surface treatment of the part. A description is given of the scheme for obtaining a rotating magnetic field under the condition that the technological system achieves electromagnetic resonance. The technique of accelerated wear resistance testing of the surface is shown. The results of experimental studies are given on the example of processing a rotating magnetic field in a resonant mode with additional creation of the medium introduced between the source of the rotating magnetic field and the working surface of the part. An aqueous solution of potassium fluoride was used as an intermediate medium as an epilating agent. It is shown that a rotating magnetic field, as an additional source of energy, is capable of activating an epilating medium.

Keywords: technological system, quality, optimization, rotating magnetic field, resonance, epilation, wear resistance, wear tests.

Вступ. Основною парадигмою технології машинобудування є створення таких технологічних процесів, які дозволили б виготовляти вироби з необхідною якістю в заданій кількості за певний час. При цьому повинен бути досягнутий економічний результат у вигляді бажаного прибутку підприємства-виробника машини.

Все це характеризує важливі властивості системи, що розвивається – цілісність і прагнення до динамічної рівноваги, які слід враховувати у технологічному процесі.

Будь-яка створена машина має своєю метою брати участь у системі економічних відносин і тому підпорядкована основній вимозі – створювати передумови для формування товарних властивостей виробу. Товарні властивості виробу проявляються в кінцевому підсумку прибутку, як різниці між ціною виробу і собівартістю її виготовлення в сукупності з витратами на підтримку працездатності виробу в

період усього його життєвого циклу [1].

У цих умовах прагнення до отримання максимального прибутку виробника неодмінно має супроводжуватися досягненням оптимального рівня витрат на виробництво продукції.

Як видно з представленої схеми формування прибутку виробника в координатах «якість – витрати», максимального прибутку відповідає цілком певний (але не мінімальний!) рівень якості Q_0 . Таким чином, для забезпечення заданого рівня якості необхідно затратити певний рівень ресурсів. Умова «витратити, щоб отримувати більше» набуває сенсу і стимулу для постійного нарощування технологічного потенціалу. Однак цей стимул не може бути як завгодно високого рівня [2].

Такий підхід робить важливим постійний моніторинг технологічних досягнень та створення умов для впровадження нових технологічних процесів з оптимальним застосуванням ресурсів.

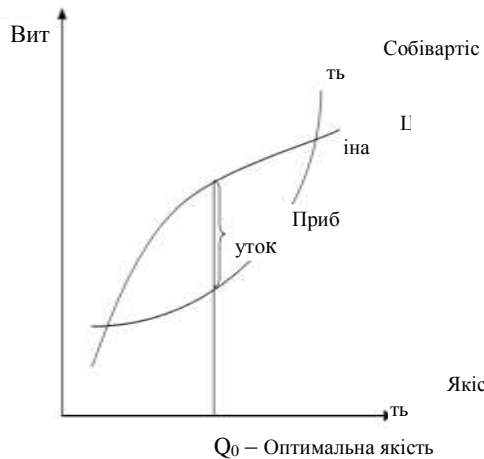


Рисунок 1 – Формування оптимального якісного показника виробу

Якщо витрати на використання ресурсів для здійснення технологічних процесів можуть служити характеристикою їх обмежень, то рівень таких витрат можна забезпечити на основі аналізу існуючих процесів і сформуванню обмежень для забезпечення показників якості робочих поверхонь виробів.

На основі викладеного актуалізовані спеціальні методи обробки робочих поверхонь виробів з ціллю забезпечення їх конкурентних властивостей, і контролю їх якості [3]. Основні ознаки таких технологічних методів, на наш погляд, заключенні в:

-застосуванні мало витратних, з точки зору використання ресурсів, способів впливу на робочі поверхні деталей машин (фізичних і хімічних ефектів і явищ, таких, наприклад, як резонанс, капілярний ефект і т. ін.);

-застосуванні локального перенесення енергії (скін-ефект, струми Фуко і т. ін.);

-використанні явищ, що дозволяють відмовитися від створення дорогих ізольованих просторів (шнур коронного розряду, розряд у технологічному середовищі тощо);

-діагностики процесів на основі власних коливань об'єктів.

Безумовно, перераховані напрями не є вичерпними, проте їх висвітлення в даній роботі, зроблене на основі результатів досліджень авторів.

Мета роботи – надати системний приклад вирішення задачі розробки нового технологічного способу створення функціональних робочих поверхонь деталей машин.

Основна частина. Традиційне поняття «технологічна система» включає в себе чотири складових – верстат, пристосування, інструмент і деталь, взаємний вплив цих складових визначають якість, точність і економічність оброблення деталей машин традиційними методами оброблення. Але, з точки зору створення та використання інтегрованих технологічних процесів, доцільно доповнити це речення, яке відображається модифікованою схемою

технологічної системи (рис.2). Під чинником «інструмент» розуміється об'єкт, за допомогою якого відбувається вплив на деталь, об'єкт, який виступає в ролі інструменту. Умовно «інструмент» можна розділити на інструмент, який у процесі впливу дозволяє знімати шар матеріалу і який у процесі оброблення впливає без зняття шару матеріалу. «Інструмент», який дозволяє знімати шар матеріалу, – є різальним інструментом. «Інструмент», який в ході операції впливає на деталь без зняття шару матеріалу, можна представити у вигляді «електроду», як переноснику джерела енергії, та «тіло», як безпосередньо діючого на шар робочої поверхні заготовки без зняття шару.

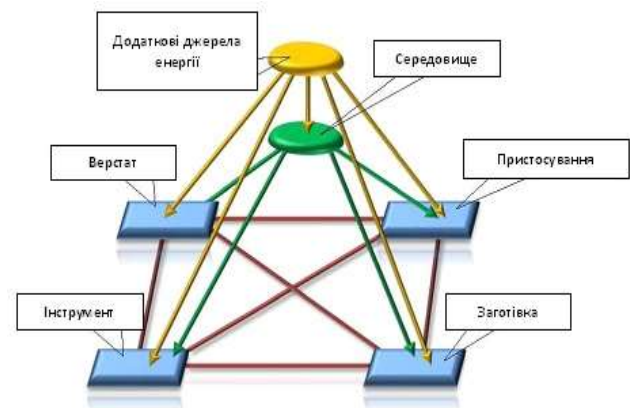


Рисунок 2 – Схема технологічної системи

Це може бути вигладжувачем, обкатним роликком, ПАР (поверхнево-активною речовиною), МОР (мастильно-охолоджувальною речовиною) і т.ін.. Чинник «верстат» в схемі узагальнює устаткування, яке забезпечує впливові технологічні дії, що виконуються в технологічних операціях. Чинники «пристосування» і «заготовка» - традиційні. Але, чинники «середовище» і «додаткові джерела енергії» відображають речові, енергетичні і організаційні впливові дії.

Такі уявлення стосовно розгорнутій схемі технологічної системи відображають триєдність матерії, енергії та інформації. Наступні приклади ілюструють можливість побудови технологічних систем з запропонованим підходом.

Зменшення зносу робочих поверхонь деталей машин залежить від властивостей створених функціональних поверхонь. Формування таких властивостей, згідно уявленням рис.1, може здійснюватися за допомогою чинників «середовище» - епіламіруючої речовини і «додаткові джерела енергії» - обертового магнітного поля.

Збільшенню зносостійкості виробів сприяє їх конструктивне і технологічне вдосконалення (компенсація зношування, його рівномірний розподіл по поверхні, підвищення твердості, поверхневе гартування, хіміко-термічна обробка та ін.), створення умов, що знижують тертя деталей [4].

Застосування різних активацій дає позитивні

результати: вплив на адсорбцію, формування рівномірного моношару і хемосорбцію, зміна в фазовому стані і фізико-механічній природі матеріалів, прискорення дифузійних і адгезійних процесів, сприяє зменшенню зерна у сплавів, активує просторово-періодичні структури композицій.

Поряд з цим, магнітне поле являє собою один з видів матерії, яке проявляє себе у вигляді електромагнітних сил, що діють на окремі рухомі електричні заряди (електрони і іони) і на їх потоки, тобто електричний струм [5].

За допомогою дії магнітного поля поліпшують властивості бурових коронок [6], плоских поверхонь деталей машин [7], лезвійних ріжучих інструментів [8,9,10,11,12], динамічно навантажених деталей машин [8], зубчатих коліс та шестернь [9, 10] симетричних деталей машин (вали, осі, підшипники, штоки та ін.) [9], різьбових кріпильних деталей (болти, шпильки, гайки та ін.) [10], ресор та пружин [10,13]. Також магнітне поле використовують для утворення внутрішніх поверхонь обертання [14,15], для зміцнення залізничних коліс, у будівництві для покращення бетонних та будівельних споруд і т.ін..

Для надання очікуваних результатів обробки деталей разом з впливом магнітного поля використовують поверхнево-пластичне деформування [7], імпульсне зміцнення [10,12,14,16], вібродинамічне накопчування [15], галтовку [13,17,18], полірування [0], плазмо-дуговий розряд, середовище рідкого азоту [6].

Авторами сформульована гіпотеза про те, що застосування активації епіламірування за допомогою обертового магнітного поля, вплине на процес утворення функціональної поверхні, відбудеться поглинання енергії та зміна орієнтації магнітного моменту елементів поверхні шляхом введення збуджуючого поля змінної частоти [19].

Дослідження впливу активізації епіламірування обертовим магнітним полем виконувалися на основі оцінки значень твердості, вимірної твердоміром ЕТМ-01; знос – на основі оцінки ширини смуги, залишеної сферичним індентором за спеціально розробленим методом.

Інструмент представляє собою чотири магнітопроводи, кінці якого зведено в одну точку, з обмотками, струми яких зміщені на 90° послідовно (рис.3).

Синусоїдальний струм у кожній з чотирьох обмоток, з'єднаних згідно принципової схеми рис.4, утворює обертове магнітне поле.

Кількість витків кожної обмотки $N=3500$ мідного проводу діаметром 0,1 мм при довжині обмотки $l=43$ мм, зовнішньому діаметру обмотки $D=10$ мм. Ємкість одного із трьох підключених конденсаторів $C=32$ мкФ.

Резонансна частота кожного коливального контуру визначена за формулою (1) [14]:



Рисунок 3 – Загальний вид інструменту – утворювачу обертового магнітного поля

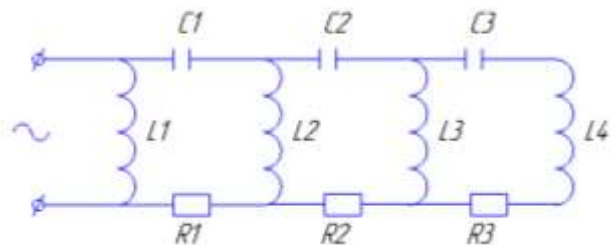


Рисунок 4 – Принципова схема створення обертового магнітного поля

$$f_{i=1...4} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_i \cdot C}}, \quad (1)$$

$$\text{де } L = \frac{\left(\frac{D}{10}\right)^2 \cdot N^2}{(4,5 \cdot D) + (10 \cdot l)}$$

і складає $f = 200$ Гц.

Ця резонансна частота пристрою, що дозволяє отримувати обертове магнітне поле, повинна бути узгоджена між резонансною частотою індуктивного контуру L обмотки «джерело обертового магнітного поля» («ДОМП») з підстроюванням ємністю C і контуру: «ДОМП» - «заготівка» - ємність повітряного зазору між магнітопроводами і заготівкою. В якості епіламіруючої речовини обрано хімічне з'єднання фтористий калій KF, властивості якого представлено у таблиці 1.

Основною перевагою при виборі даного з'єднання є його спроможність проявляти діамантні властивості, які проявляються у намагніченні речовини назустріч напрямку діючого на нього зовнішнього магнітного поля. Кристалічний вид розчину для подальшого використання розводимо дистильованою водою, у співвідношенні, який призведе до переходу у рідкий стан.

Таблиця 1 – Властивості епіламіруючої речовини KF

Фізичні властивості	
Молярна маса	58,10 г/моль
Щільність	2,481 г/см ³
Термічні властивості	
Т. плав.	846 °С
Т. кип.	1502 °С
Термодинамічні параметри	
Ентальпія утворення	-567,4 кДж/моль
Ентропія утворення	66,6 Дж/(моль·К)
Ентальпія плавлення	28,5 кДж/моль
Ентальпія кипіння	172,8 кДж/моль
Теплоємність	49,32 Дж/(моль·К)

Джерелом подачі напруги ($U=60V$) та контролю частоти в експериментальній установці використано генератор імпульсів Г5-54.

За результатами досліджень зі змінними часу та частоти струму, отримано результати виміру твердості. (рис. 5).

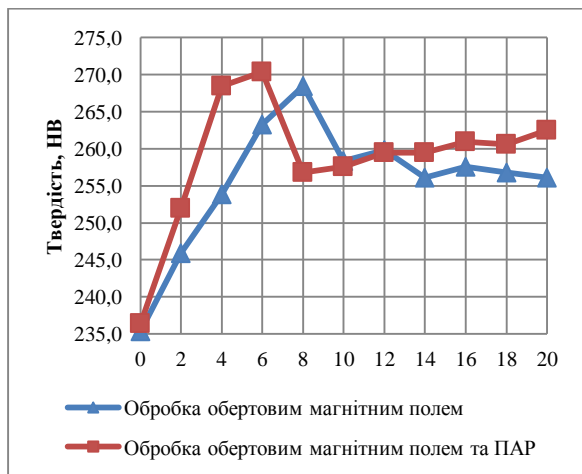


Рисунок 5 – Графік залежності твердості від тривалості обробки при різному способу зміцнення

Вплив обробки обертовим магнітним полем досліджений на зразках, що покриті після обробки шаром 4 мкм. анілінового барвнику з наступним впливом сферичним індентором. Ширина сліду дозволяє прискорено виконувати порівняльний аналіз проведеної обробки з магнітним полем без і з використанням епіламіруючої речовини (рис.6).

Висновки. На підставі гіпотези об узагальненому представленні технологічної системи і результатах експериментальних досліджень можна стверджувати, що безконтактна обробка обертовим магнітним полем дозволяє розширити уявлення о можливості отримувати позитивні зміни якості поверхневого шару за рахунок впливу обертового магнітного поля, який полягає у підвищенні твердості та зносостійкості поверхневого шару деталі.

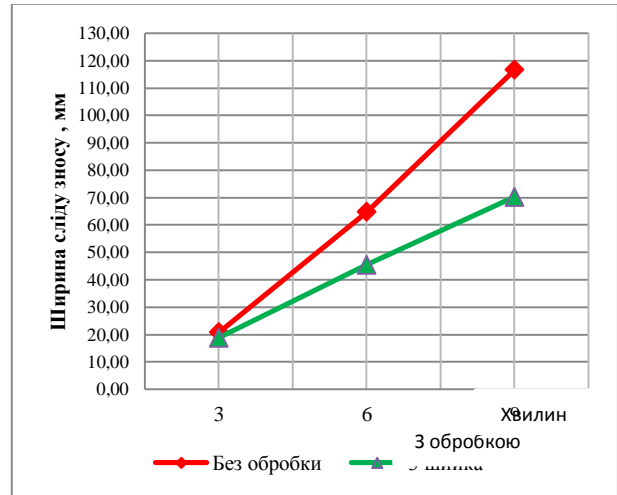


Рисунок 6 – Залежність ширини сліду зносу поверхні від тривалості випробування

Встановлено, що є екстремальні значення показників при обробці в умовах резонансу частоти обертового магнітного поля та власної частоти обробки поверхні. Таким чином гіпотеза підтверджена результатами експерименту: підвищення зносостійкості поверхонь тертя при 3 хвилинах випробування – в 1,1...1,2 раз, при 6 хвилинах – в 1,3...1,4 раз, при 9 хвилинах – в 1,5...1,6 раз. Аналогічні дослідження, що проведені авторами над заготовками з матеріалів Ст40Х, ШХ15, 30ХГСА також показали позитивний вплив на показники зносостійкості обробленої обертовим магнітним полем без використання речовини KF.

Список літератури

1. *Нейросетевые технологии в технологической подготовке производства : монография* / С. В. Ковалевский, В. Б. Гитис, Е. В. Мишура, В. Б. Мишура. – Краматорск : ДГМА, 2010. – 144 с.
2. Ковалевський С. В. *Спеціальні методи оброблення робочих поверхонь деталей машин : монография* / С. В. Ковалевський, В. І. Тулупов. – Краматорск : ДДМА, 2012. – 100 с.
3. *Нові комбіновані методи обробки робочих поверхонь деталей машинобудування (із застосуванням нейросітьового аналізу) : монография* / С. В. Ковалевський, С. Г. Онищук, В. І. Тулупов, І. М. Стародубцев. – Краматорськ : ДДМА, 2013. – 196 с.
4. *Надійність та експлуатація гідромашин та гідропроводів : навч. посіб.* / З. Л. Фінкельштейн, П. М. Андренко, О. В. Дмитрієнко; Під. ред. П. М. Андренко. – Алчевськ: ДонДТУ, 2013. – 142 с.
5. Усольцев А. А. *Общая электротехника: Учебное пособие.* – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 301 с.
6. Третьяк А. А. *Технология упрочнения буровых коронок*// Горный информационно-аналитический бюллетен. 2016. №10. с. 121-130.
7. Баранов С. А., Фокин В. Д., Зенова В. И., Сухоцкий С. А. *Обработка поверхностным пластическим деформированием плоских поверхностей деталей машин*// Электронный научно-технический журнал «Студенческий вестник», Октябрь – 2017.
8. Полетаев В. А. *Упрочнение сверл из быстрорежущей стали импульсной магнитной обработкой*// Технические науки №73-1, 08.11.2017.-С.44-47.
9. Полетаев В. А., Покровский А. А. *Возможности магнитной обработки и магнитных установок*// Технические науки №82-1, 09.04.2018. – С.27-29.
10. Полетаев В. А. *Исследование механических свойств деталей,*

- обработанных импульсным магнитным полем// Технические науки №77-1, 16.01.2018. – С.71-75
11. Поletaev V.A. Упрочение сверл импульсной магнитной обработки// Технические науки №77-1, 16.01.2018. – С.79-82
 12. Поletaev V.A., Марков М.Г., Красильникьянц Е.В., Орлов А.С. Импульсная магнитная установка для упрочнения режущих инструментов //Вестник ИГЭУ. – 2011. — Вып. 4. — С. 35–39
 13. Поletaev V.A., Чернов Л.К. Использование магнитного поля для передачи формообразующего движения на обрабатываемую поверхность// Технические науки №73-1, 08.11.2017. – С.51-55.
 14. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. — 12-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2014. — 317 с.
 15. Довгалев А.М. Совмещенная отделочно-упрочняющая обработка деталей машин вибродинамическим накатыванием и вращающимся магнитным полем // Вестник Белорусско-Российского университета. 2016. №4 (53) – с.15-23.
 16. Алифанов А.В., Попова Ж.А., Ционенко Н.М. Механизм упрочнения легированных сталей в импульсном магнитном поле // Литье и металлургия №4(68) – 2012, с.151- 155.
 17. Поletaev V.A. Магнитное поле как средство передачи формообразующего движения на обрабатываемую поверхность // Технические науки №54-2, 07.11.2016. С.16-21.
 18. Поletaev V.A., Киселев В.В. Схемы расположения магнитов в магнитно-абразивном устройстве // Технические науки №85-2, 29.05.2018.-С.30-32.
 19. Ковалевський С.В., Глушич К.С. Удосконалення робочих поверхонь деталей машин методом епіламування. / «Молода наука – прогресивні технологічні процеси, технологічне обладнання і оснащення» збірник всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю – Краматорськ: ДДМА, 2018. –95 С.
- References (transliterated)**
1. S. V. Kovalevskij, V. B. Gitis, E. V. Mishura, V. B. Mishura Nejrosetevy'e tekhnologii v tekhnologicheskoy podgotovke proizvodstva : monografiya [Neural network technologies in the technological preparation of production: a monograph] Kramatorsk. DGMA, 2010. 144 p.
 2. Kovalevskij S. V., Tulupov V. G. Speczi'al'ni`metodi obroblyennya robochikh poverkhon`detalej mashin : monografiya [Special methods of working surfaces of machine parts: monograph] Tulupov. Kramatorsk, DDMA, 2012. 100 p.
 3. Kovalevskij S. V., Onishhuk S. G., Tulupov V. G., Starodubczev G. M. Novi`kombinovani`metodi obrobki robochikh poverkhon`detalej mashinobuduvannya (i`z zastosuvannyam nejrosi`t`ovogo anali`zu) : monografiya [New Combined Techniques for Machining Working Parts of Mechanical Engineering Parts (Using Neural Network Analysis): Monograph]. Kramatorsk, DDMA, 2013. 196 p.
 4. Fi`nkel`shtejn Z. L., Andrenko P. M., Dmitri`yenko O. V. Nadi`jni`st`ta ekspluatatsi`ya gi`dromashin ta gi`droprivodi`v : navch. posi`b [Reliability and Operation of Hydro Machines and Hydraulic Drives: Tutorial. tool] Alchevs`k: DonDTU, 2013. 142 p.
 5. Usol`czev A.A. Obshhaya e`lektrotehnika: Uchebnoe posobie [General Electrical Engineering: Study Guide] SPb, SPbGU ITMO, 2009. 301p.
 6. Tret`yak A.A. Tekhnologiya uprochneniya burovy`kh koronok [Drill bit hardening technology] Gorny`j informacziorno-analiticheskij byulleten. 2016, No10, pp. 121-130.
 7. Baranov S.A., Fokin V.D., Zenova V.I., Sukhoczkij S.A Obrabotka poverkhnostny`m plasticheskim deformirovaniem ploskikh poverkhnostej detalej mashin [Surface plastic deformation processing of flat surfaces of machine parts] E`lektronny`j nauchno-tekhnicheskij zhurnal «Studencheskij vestnik», Oktyabr` 2017.
 8. Poletaev V.A. Uprochnenie sverl iz by`strozehushhej stali impul`snaj magnitnoj obrabotkoj [Hardening of high speed steel drills by pulsed magnetic treatment] Tekhnicheskie nauki No73(1), pp.44-47.
 9. Poletaev V.A., Pokrovskij A.A. Vozmozhnosti magnitnoj obrabotki i magnitny`kh ustanovok [Possibilities of magnetic processing and magnetic installations] Tekhnicheskie nauki No82(1), pp. S.27-29.
 10. Poletaev V.A. Issledovanie mekhanicheskikh svojstv detalej, obrabotanny`kh impul`sny`m magnitny`m polem [The study of the mechanical properties of parts treated with a pulsed magnetic field] Tekhnicheskie nauki No77(1), pp.71-75
 11. Poletaev V.A. Uprochnenie sverl impul`snaj magnitnoj obrabotki [Hardening drill pulsed magnetic processing] Tekhnicheskie nauki No 77(1), pp.79-82
 12. Poletaev V.A., Markov M.G., Krasil`nik`yancz E.V., Orlov A.S. Impul`sная магнитная установка для упрочнения режущих инструментов [Impulse magnetic installation for hardening cutting tools] Vestnik IGE`U. 2011. Vol. 4. pp. 35–39.
 13. Poletaev V.A., Chernov L.K. Ispol`zovanie magnitnogo polya dlya peredachi formoobrazuyushhego dvizheniya na obrabaty`vaemuyu poverkhnost` [The use of a magnetic field to transfer the shaping movement to the work surface] Tekhnicheskie nauki No73(1), pp.51-55.
 14. Bessonov L. A. Teoreticheskie osnovy` e`lektrotekhniki. E`lektromagnitnoe pole : uchebnik dlya bakalavrov [Theoretical foundations of electrical engineering. Electromagnetic field: a textbook for bachelors] 12-e izd., ispr. i dop. Moscow : Izdatel`stvo Yurajt, 2014. 317 p.
 15. Dovgalev A.M. Sovmeshhennaya otdelchno-uprochnyayushhaya obrabotka detalej mashin vibrodinamicheskim nakaty`vaniem i vrashhayushhimysya magnitny`m polem [Combined finishing and hardening processing of machine parts by vibrodynamic rolling and a rotating magnetic field] Vestnik Belorussko- Rossijskogo universiteta. 2016. No4 (53). pp.15-23.
 16. Alifanov A.V., Popova Zh.A., Czionenko N.M. Mekhanizm uprochneniya legirovanny`kh staley v impul`snom magnitnom pole [The hardening mechanism of alloy steels in a pulsed magnetic field] Lit`e i metallurgiya No4(68), 2012, pp.151- 155.
 17. Poletaev V.A. Magnitnoe pole kak sredstvo peredachi formoobrazuyushhego dvizheniya na obrabaty`vaemuyu poverkhnost` Tekhnicheskie nauki No54-2, 07.11.2016. pp.16-21.
 18. Poletaev V.A., Kiselev V.V. Skhemy` raspolozheniya magnetov v magnitno-abrazivnom ustrojstve. Tekhnicheskie nauki No85-2, 29.05.2018. pp.30-32..
 19. Kovalevskij S.V., Glushich K.S. Udoskonalennya robochikh poverkhon` detalej mashin metodom epi`lami`rovannya. / «Moloda nauka – progresivni` tekhnologi`chni` procеси, tekhnologi`chne obladnannya i` osnashhennya» zbi`rnik vseukrayins`koyi naukovotekhnichnoyi konferenci`zi`yi z mi`zhnarodnoyu uchastyu – Kramators`k: DDMA, 2018. 95 p.

Надійшла (received) 24.04.2019

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Ковалевський Сергій Вадимович (Ковалевский Сергей Вадимович, Serhiy Kovalevskyy) – доктор технічних наук, професор, кафедра технології машинобудування ДДМА; м. Краматорськ, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4708-4091>; e-mail: kovalevskii@dgma.donetsk.ua

Ковалевська Олена Сергіївна (Ковалевская Елена Сергеевна, Olena Kovalevska) – кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології машинобудування ДДМА, м. Краматорськ, Україна; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5884-0430>; e-mail: olenakovalevskaya@gmail.com