

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЗАЄМОДІЇ ПОЛІМЕРНО-АБРАЗИВНОЇ ЩІТКИ (ПАЩ) З МЕТАЛЕВОЮ ПОВЕРХНЕЮ

Григорій Мачишин, Юрій Абрашкевич, Микола Пристайло, Тетяна Щербина

Київський національний університет будівництва і архітектури
03680, Повітрофлотський просп. 31, Київ, Україна, e-mail: ma4ichin@ukr.net, pelevin_leonid@ukr.net

DETERMINING PARAMETERS OF INTERACTION POLYMER-ABRASIVE BRUSH (PAB) WITH METAL SURFACES

Gregory Machyshyn, Yuri Abrashkevych, Mykola Prystaylo, Tetiana Shcherbyna

Kyiv National University of Construction and Architecture
03680, Povitroflotsky Avenue 31, Kyiv, Ukraine, e-mail: ma4ichin@ukr.net, pelevin_leonid@ukr.net

АНОТАЦІЯ. Використання полімерно-абразивних щіток як робочих органів ручних кутошлифувальних машин дає можливість виконувати операції з очищення вузлів і деталей будівельних машин без завальцювання волосяних тріщин. Наведені в роботі залежності дозволяють вибирати ручну машину з мінімальними енерговитратами в залежності від частоти обертання ПАЩ та натягу волокна відносно поверхні.

Ключові слова: натяг, енергія удару, сила удару, потужність, продуктивність.

АННОТАЦИЯ. Использование полимерно-абразивных щеток в качестве рабочих органов ручных углошлифовальных машин дает возможность выполнять операции по очистке узлов и деталей строительных машин без завальцовки волосяных трещи. Приведенные в работе зависимости позволяют выбирать ручную машину с минимальными энергозатратами в зависимости от частоты вращения ПАЩ и натяжения волокна относительно поверхности.

Ключевые слова: натяжение, энергия удара, сила удара, мощность, производительность.

ABSTRACT. Purpose. The aim is to develop methods of experimental verification of force interaction polymer-abrasive working body with a surface that is processed. Proof of adequate theoretical dependences determination of handmade machines with minimal power consumption. **Methodology of research.** Check analytical dependencies experimental experiments. **Finding.** It was established that the difference between the analytical and experimental results is less than 5%. **Research limitations/implications.** Theoretical dependence can be used to determine the time of contact with the surface of the grain t , performance Q , N required power, hand car on speed n , which allows you to choose to drive a manual car, polymer-abrasive brush with minimal power consumption. **Originality/value.** When using information PAB this work allows to choose the angle grinders manual machine with minimal power consumption.

Key words: tension, impact energy, impact force, power performance.

ВСТУП

Операції з очищення металевих поверхонь, які виконуються при ремонті та монтажі будівельних машин і конструкцій, відносяться до масових і трудомістких. Вони дуже різноманітні і можуть бути представлені двома самостійними групами: перша - обробка зварних швів і поверхонь, в процесі якої здійснюється знімання основного металу; друга - видалення з металевих поверхонь лакофарбових покриттів, бруду, іржі без знімання основного шару металу з метою виявлення тріщин, а також для установлення вимірювальних датчиків при діагностиці [1, 2].

Для виконання названих операцій використовують абразивні армовані круги, які отримали масове застосування при вико-

нанні трудомістких відрізних і очисних операцій. Проте, незважаючи на їх досить високу універсальність, вони не можуть використовуватися для видалення лакофарбових покриттів, бруду, іржі з тонколистового металу та для очищення зони біля шва при зварюванні труб, оскільки в процесі обробки відбувається і знімання основного металу, що неприпустимо. З цієї причини не можуть використовуватися також металеві щітки. Зокрема, при очищенні металевих поверхонь абразивними кругами та металевими щітками волосяні тріщини забиваються знятим металом. Фібри і пелюсткові диски неефективні [3] внаслідок того, що в міру заповнення їх міжзернового простору продуктами обробки, вони втрачають працездатність.

МЕТА РОБОТИ

Технологія ремонту будівельних машин дозволяє виконувати операції з очищення поверхонь та зачищення зварних швів безпосередньо на монтажному майданчику або в умовах заводу чи майстерні. Для виконання таких робіт можливе використання як ручних машин, так і переносних або стаціонарних з ПАЩ як робочими органами [4 - 9].

Метою роботи є експериментальна перевірка силової взаємодії полімерно-абразивної щітки (ПАЩ) з металевою поверхнею зі сталі 3, що оброблюється; перевірка адекватності теоретичних залежностей для визначення часу контакту зерна з поверхнею, потужності ручної машини, продуктивності при зміні частоти обертання ПАЩ і натягу волокон для вибору привідної ручної машини з мінімальними енерговитратами.

ВИКЛАД МАТЕРІАЛУ

Відповідно до поставленої мети науково-дослідним інститутом технології і механізації монтажних робіт (НДІ Мехмонтж) в співдружності з КНУБА розроблений абразивний інструмент, що самоочищається і поєднує в собі переваги очищення металевими щітками, фібровими і пелюстковими дисками [4]. Принцип його роботи полягає в руйнуванні поверхні, що оброблюють шляхом ударної дії на неї абразиву, який знаходиться на торці полімерного волокна. Як полімер був вибраний поліамід-6, як наповнювач – карбід кремнію. Враховуючи, що динамічна жорсткість волокна зростає під дією відцентрових сил в міру збільшення частоти обертання робочого органу, ПАЩ мають тільки дискову форму. Абразив вводився в масу полімерних волокон.

Визначення експлуатаційних параметрів ПАЩ виконувалися за допомогою програмного середовища *Mathcad* та відомих параметрів ПАЩ: діаметра абразивного зерна d_3 ($d_3 = 2,28 \times 10^{-4} \text{ м}$); діаметра волокна d_6 ($d_6 = 1,1 \times 10^{-3} \text{ м}$); об'ємного вмісту

абразиву у волокні x_3 ($x_3 = 30\%$); питомої густини абразивного зерна ρ_3 ($\rho_3 = 3100 \text{ кг/м}^3$); відношення сумарної площі поперечного перерізу волокон до площі щітки в місці їх закріплення K_6 ($K_6 = 0,6$); радіуса ПАЩ $R_{щ}$ ($R_{щ} = 0,075 \text{ м}$); довжини волокна ПАЩ L_6 ($L_6 = 0,034 \text{ м}$); ширини щітки b ($b = 0,01 \text{ м}$); натягу волокна відносно поверхні, яку очищають i_6 ($i_6 = 1 \dots 3 \text{ мм}$).

Кінетична енергія удару одного абразивного зерна визначається за залежністю

$$E_3 = \frac{1}{2} m (V_3^2 + V_n^2 - 2V_3 V_n \sin \alpha), \quad (1)$$

де m – маса абразивного зерна ($m = 1,94 \times 10^{-8} \text{ кг}$); V_3 – лінійна швидкість абразивного зерна, м/с (табл. 1); швидкість подачі щітки відносно поверхні, що оброблюється ($V_n = 0,02 \text{ м/с}$); α – кут між віссю волокна та поверхнею, що оброблюється ($\alpha_1 = 60^\circ$, $\alpha_2 = 55^\circ$, $\alpha_3 = 50^\circ$).

Отримані значення енергії удару одним зерном наведені в табл. 1.

Довжина зони контакту одного абразивного зерна із поверхнею l_i визначається за залежністю

$$l_i = 2\sqrt{i_6(R_{щ} - i_6)}. \quad (2)$$

При натягу волокна $i_{61} = 0,1 \times 10^{-3} \text{ м}$ довжина зони контакту $l_{i1} = 0,024 \text{ м}$, при натягу волокна $i_{62} = 0,2 \times 10^{-3} \text{ м}$ довжина зони контакту $l_{i2} = 0,034 \text{ м}$, при натягу волокна $i_{63} = 0,3 \times 10^{-3} \text{ м}$ довжина зони контакту $l_{i3} = 0,043 \text{ м}$ відповідно.

Загальна кількість абразивних зерен ПАЩ, що перебувають в зоні контакту l_i , визначається за залежністю

$$n_z = n_m N_6 l_i / 2\pi R_{щ}. \quad (3)$$

Кількість абразивних зерен, що розташовані на торці одного волокна

$$n_m = \frac{3}{2} \times \frac{x_3}{100} \times \frac{d_6^2}{d_3^2}. \quad (4)$$

Відповідно $n_m \approx 10$.

Загальна кількість волокон ПАЩ визначається за залежністю

$$N_6 = \frac{8K_6(R_{ш} - L_6)b}{d_6^2}. \quad (5)$$

В ПАЩ міститься 2840 волокон.

Кількість абразивних зерен n_z в зоні контакту l_i залежить від натягу i_6 , тому при довжині зони контакту $l_{i1} = 0,024\text{ м}$ і натягу $i_{61} = 0,001\text{ м}$ кількість абразивних зерен $n_{z1} = 1541$; при довжині зони контакту $l_{i2} = 0,034\text{ м}$ і натягу $i_{62} = 0,002\text{ м}$ $n_{z2} = 2172$; при довжині зони контакту $l_{i3} = 0,043\text{ м}$ і натягу $i_{63} = 0,003\text{ м}$ $n_{z3} = 2652$.

Загальна кінетична енергія удару E_z , абразивних зерен в зоні контакту l_i з поверхнею при відповідному натягу i_6 і лінійній швидкості V_3

$$E_z = E_3 n_z. \quad (6)$$

Результати розрахунку E_z для відповідних величин зведені до табл. 1.

Час взаємодії t_k кожного абразивного зерна з поверхнею на відповідній відстані зони контакту l_i визначається за залежністю

$$t_k = \frac{l_i}{V_3}. \quad (7)$$

Результати розрахунку часу контакту t_k для відповідних параметрів l_i та V_3 в залежності від i_6 зведені до табл. 1.

Загальна сила різання всіма зернами в зоні контакту l_i

$$P_z = \frac{E_z}{l_i}. \quad (6)$$

Результати розрахунку P_z для відповідних параметрів l_i E_z в залежності від i_6 зведені до табл. 1.

Потужність, необхідна для різання у зоні контакту, визначається за залежністю

$$N_z = \frac{E_z}{t_k}. \quad (7)$$

Результати розрахунку N_z для відповідних параметрів t_k і E_z зведені до табл. 1.

Продуктивність обробки Q_z пропорційна сумарній енергії ударів зерен, що знаходяться одночасно в роботі

$$Q_z = k \sum_{j=1}^{n_z} \frac{\pi d_3^3 \rho_3}{12} (V_3^2 + V_n^2 - 2V_3 V_n \sin \alpha), \quad (8)$$

де k – коефіцієнт пропорційності, що характеризує матеріал і фактуру поверхні, що оброблюється. Для Ст.3

$$k = 3,29 \times 10^{-2} \text{ м/с}^2.$$

Результати розрахунків продуктивності Q_z зведені до табл. 1.

Для експериментальної перевірки адекватності розрахованих параметрів силової взаємодії ПАЩ з поверхнею були виконані експериментальні дослідження на динамометричному стенді для визначення зусиль різання (рис. 1) [10, 11].



Рис. 1. Динамометричний стенд

Fig. 1. Torque stand

Таблиця 1. Розрахункові значення величин параметрів взаємодії ПАЩ з поверхнею**Table 1.** Settlement value magnitudes interaction PAB with surface

№	n , об/хв	V_3 , м/с	t_k , с	E_3 , Дж	E_z , Дж	P_1 , Н	P_z , Н	N_z , Вт	Q_z , кг/с
$i_{B1}=0,001\text{м}$									
1	6200	48,69469	0,000501	$2,28 \cdot 10^{-5}$	0,035163	$9,35 \cdot 10^{-4}$	1,440332	70,1365	0,001157
2	7300	57,33407	0,000426	$3,16 \cdot 10^{-5}$	0,048745	$12,95 \cdot 10^{-4}$	1,996681	114,4778	0,001603
3	8000	62,83185	0,000389	$3,80 \cdot 10^{-5}$	0,058541	$15,56 \cdot 10^{-4}$	2,397921	150,6658	0,001926
4	8500	66,75884	0,000366	$4,29 \cdot 10^{-5}$	0,066086	$17,56 \cdot 10^{-4}$	2,706997	180,7160	0,002174
$i_{B2}=0,002\text{м}$									
1	6200	48,69469	0,000707	$2,28 \cdot 10^{-5}$	0,049589	$6,63 \cdot 10^{-4}$	1,441154	70,1766	0,001631
2	7300	57,33407	0,000600	$3,16 \cdot 10^{-5}$	0,068738	$9,20 \cdot 10^{-4}$	1,997649	114,5333	0,002261
3	8000	62,83185	0,000548	$3,80 \cdot 10^{-5}$	0,082547	$11,00 \cdot 10^{-4}$	2,398982	150,7325	0,002715
4	8500	66,75884	0,000515	$4,29 \cdot 10^{-5}$	0,093185	$12,50 \cdot 10^{-4}$	2,708124	180,7912	0,003065
$i_{B3}=0,003\text{м}$									
1	6200	48,69469	0,000863	$2,28 \cdot 10^{-5}$	0,060492	$5,43 \cdot 10^{-4}$	1,440282	70,1341	0,00199
2	7300	57,33407	0,000733	$3,16 \cdot 10^{-5}$	0,083858	$7,53 \cdot 10^{-4}$	1,996622	114,4745	0,002759
3	8000	62,83185	0,000668	$3,80 \cdot 10^{-5}$	0,10071	$9,04 \cdot 10^{-4}$	2,397856	150,6617	0,003314
4	8500	66,75884	0,000629	$4,29 \cdot 10^{-5}$	0,113691	$10,20 \cdot 10^{-4}$	2,706928	180,7114	0,003741

Робочий орган приводиться до руху ручною кутошліфувальною машиною з регулюванням кутової швидкості n від 6200 до 8500 об/хв за допомогою регулятора обертів, що має чотири положення. Вимірювання частоти обертання виконувалося за допомогою цифрового фототахометра DT-2234C+.

Сила різання [12] визначається за деформацією двох тензометричних балочок - горизонтальної і вертикальної.

В основу методів вимірювання датчиками опорів різання покладено тензометричний ефект - зміну електричного (омічного) опору металевого дроту датчиків при його пружній деформації.

Датчики, наклеєні до поверхні тензометричної балочки за спеціальною полімерного клею за спеціальною технологією, з'єднані у мостову схему. На кожен тензометричну балочку наклеєно по чотири датчики, що виконують функції одночасно робочих і компенсаційних. Таке підключення датчиків дозволяє реєструвати тільки різницю напруг на базовій ділянці балочки, що розташована між датчиками.

До комплексу тензометричної апаратури входять омічні датчики, аналогово-цифровий перетворювач (АЦП), персональний комп'ютер (ПК).

Аналогово-цифровий перетворювач призначений для прийому аналогового цифрового сигналу від тензометричних датчиків та перетворення його у цифровий формат. Сигнал від АЦП обробляється на ПК за допомогою програмного забезпечення *TenzoCut* та відтворюється на моніторі у вигляді осцилограми.

Перед проведенням дослідів виконується тарування тензометричних балочок з метою визначення тарувального масштабу. Тарування полягає у ступеневому навантаженні тензометричних балочок відомими силами через динамометр з одночасною фіксацією цих сил. Вертикальна балочка тарується горизонтально прикладеною силою, горизонтальна - вертикально прикладеною силою. У першому випадку навантаження на вузол кріплення моделей робочих органів створюється ходовим гвинтом вручну, у другому - спеціальним тарувальним пристроєм у вигляді ходового гвинта з гайкою, закріпленою на рамі стенда.

Для проведення дослідів у вузлі кріплення моделей робочих органів закріплюється привідна ручна машина з ПАЩ. Гвинтом зміни висоти встановлюємо заданий натяг i_0 . Далі перевіряється і налаштовується

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВЗАЄМОДІЇ ПОЛІМЕРНО-АБРАЗИВНОЇ ЩІТКИ (ПАЩ)
З МЕТАЛЕВОЮ ПОВЕРХНЕЮ

апаратура, усувається розбаланс кожного вимірювального моста.

Розшифрування осцилограм полягає у вимірюванні ординат максимумів і мінімумів кривих запису дотичної сили різання. Значення сил різання (аналітичних і експериментальних) наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Аналітичні та експериментальні значення сили контакту абразивних зерен з поверхнею у зоні контакту

Table 2. Analytical and experimental values of the force contact abrasive grains with the surface area of contact

№ п/п	n , об/хв	Теоретичні результати P_T , Н	Експериментальні результати P_E , Н
Натяг $i_1=0.001m$			
1	6200	1,440	1,459
2	7300	1,996	2,008
3	8000	2,397	2,375
4	8500	2,706	2,695
Натяг $i_2=0.002m$			
1	6200	1,441	1,449
2	7300	1,997	2,0112
3	8000	2,398	2,429
4	8500	2,708	2,735
Натяг $i_3=0.003m$			
1	6200	1,440	1,457
2	7300	1,996	1,957
3	8000	2,397	2,375
4	8500	2,706	2,726

Порівняння теоретичних результатів та результатів експерименту наведено на рис. 2 –7.

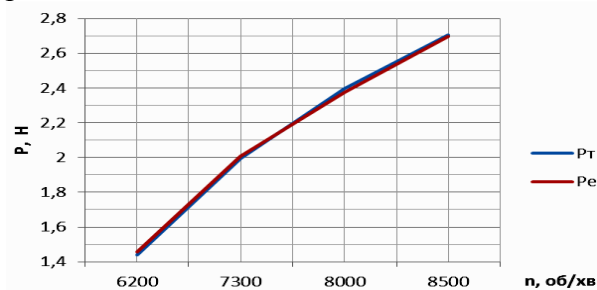


Рис. 2. Залежності сили різання P при натягу i_{e1} від частоти обертання n

Fig. 2. Based on cutting force P at tension i_{e1} by speed n

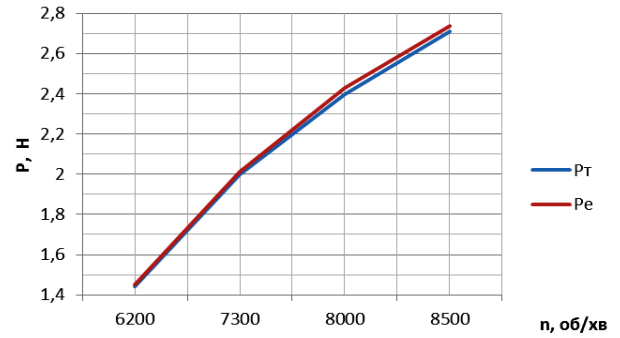


Рис. 3. Залежності сили різання P при натягу i_{e2} від частоти обертання n

Fig. 3. Based on cutting force P at tension i_{e2} by speed n

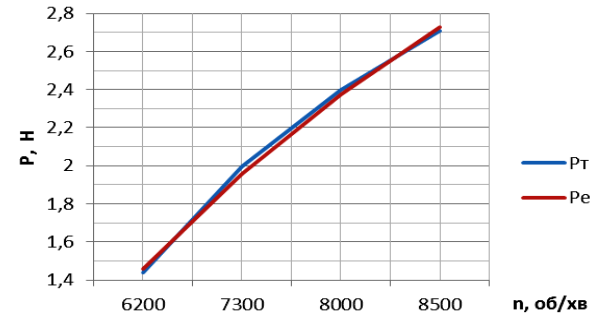


Рис. 4. Залежності сили різання P при натягу i_{e3} від частоти обертання n

Fig. 4. Based on cutting force P at tension i_{e3} by speed n

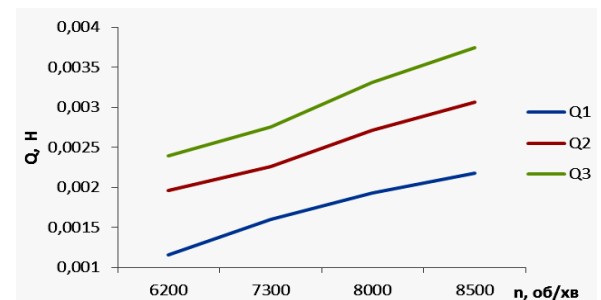


Рис. 5. Залежності продуктивності Q від частоти обертання n і натягу i_e

Fig. 5. Dependence of Q of the speed n and tension i_e

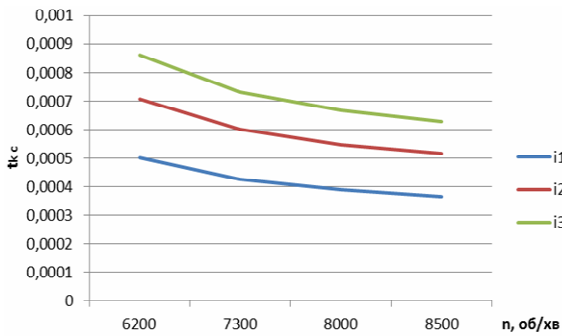


Рис. 6. Залежності часу контакту t від частоти обертання n і натягу i_g

Fig. 6. Dependencies contact time t of the speed n and tension i_g

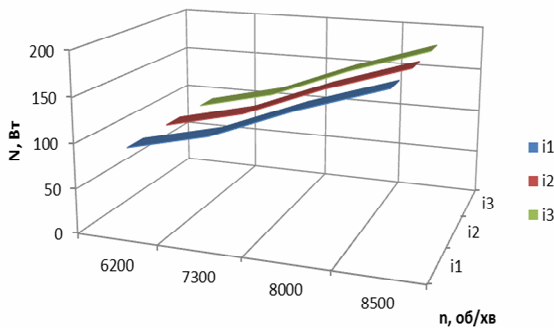


Рис. 7. Залежності потужності N ручної машини від частоти обертання n і натягу i_g

Fig. 7. Dependencies power N hand car on speed n and i_g tension

ВИСНОВКИ

Аналіз графічних залежностей сили різання P при значеннях натягу $i = 1..3 \text{ мм}$ від частоти обертання n дозволяє стверджувати, що теоретичні залежності є адекватними по відношенню до результатів, отриманих експериментальним шляхом (їх різниця в межах 5%).

Теоретичні залежності можливо використовувати для визначення часу контакту зерна з поверхнею t , продуктивності Q , необхідної потужності N ручної машини при відомих значеннях частоти обертання n і натягу i_g , що дозволяє вибирати ручну машину для приводу ПАЩ з мінімальними енерговитратами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Полянський С.К., Коваленко В.М. Експлуатаційні матеріали: Підручник. – К.: Либідь, 2003. – 448с.
2. Баладінський В.Л., Тугай А.М., Гаркавенко О.М., Русан І.В. Будівельна техніка: Підручник. – К.: КНУБА, 2002. – 237с.
3. Отделочные операции в машиностроении: Справочник/ П.А. Руденко, М.Н. Шуба, В.А. Огнивец и др./ Под общ. ред. П.А. Руденко – Техника, 1985. -136с, ил. – Библиогр.: 132 - 135с.
4. Мачишин Г.М. Робочі органи машин та механізмів для очищення поверхонь будівельної техніки. Всеукраїнський збірник наукових праць "Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини". вип. 83. Київ, 2014, с. 69-79.
5. Мачишин Г.М. Технологія створення полімерно-абразивної щітки. Наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів КНУБА: тези доповідей. - в 2х частинах. – Ч.1. – К.:КНУБА, 2011. 99ст.
6. Патент № 69712 України, МПК (2012.01) B24D 13/00. Диска щітка / Абрашкевич Ю.Д., Пелевін Л.Є., Мачишин Г.М.; заявник і патентовласник КНУБА; заявл. u2011 12584; опубл 10.05.2012, Бюл.№ 9.
7. Абрашкевич Ю.Д., Пелевін Л.Є., Мачишин Г.М. Машина для очищення поверхонь полімерно-абразивними щітками. Енергоощадні машини і технології: збірка тез Міжнародної науково-технічної конференції. – Київ. Київський національний університет будівництва і архітектури. – 2013. – 155с. Ст. 59-61.
8. Абрашкевич Ю.Д., Пелевін Л.Є., Мачишин Г.М. Устройство для очистки полимерно-абразивными щетками. «Монтажные и специальные работы в строительстве» Ежемесячный научно-технический и производственный журнал Май 2013.-С.2-5.
9. Абрашкевич Ю.Д., Пелевін Л.Є., Мачишин Г.М. Полімерно-абразивні щітки для очищення металопрокату. Науково виробничий журнал «Промислове будівництво та інженерні споруди» 2/2014 ст. 44-47.
10. Патент № 9931 України, МПК G01L 1/22. Стенд реєстрації зусиль різання / Пелевін Л.Є., Пристайло М.О., Пристайло Т.Ю.; заявник і патентовласник НДІ БДІТ; заявл. 26.04.2005; опубл. 17.10.2005, Бюл.№ 10.
11. Пелевін Л.Є., Пристайло М. О., Пристайло Т. Ю. Удосконалення реєстрації складових сил різання в лабораторних умовах // Гір-

нічі будівельні, дорожні та меліоративні машини, 2005.- № 65. Ст. 58-62.

12. *Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Дорожні машини” для студентів спеціальності 7.090214 “Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання” всіх форм навчання /Укл. В.Л. Баладінський, А.В. Фомін, В.М. Смірнов, О.О. Костенюк, А.М. Холоденко, В.І. Заремба. – К.: КНУБА, 2000. – 49с.*

REFERENCES

1. *Poljans'kij S.K., Kovalenko V.M., 2003. Ekspluatacijni materialy [Performance materials]. Kiev, Libid, 448. (in Ukrainian)*
2. *Baladins'kij V.L., Tugaj A.M., Garkavenko O.M., Rusan I.V., 2002. Budivel'na tehnika [Construction machinery]. Kiev, KNUCA Publ., 237. (in Ukrainian)*
3. *Rudenko P.A., Shuba M.N., Ognivec V.A. i dr., 1985. Otdelochnye operacii v mashinostroenii, Spravochnik [Finishing operations in engineering : Reference]. Tehnika Publ., 136.*
4. *Machishin G.M., 2014. Robochi organi mashin ta mehanizmiv dlja ochishhennja poverhon' budivel'noi tehniki [Working bodies of machines and mechanisms for surface cleaning construction machinery]. Girnichi, budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini [Mining, construction, road and melioration machines], No.83, 69-79. (in Ukrainian)*
5. *Machishin G.M., 2011. Tehnologija stvorennja polimerno-abrazivnoi shhitki [Technology of polymer-abrasive brush]. Naukova konferencija molodih vchenih, aspirantiv i studentiv KNUBA: tezi dopovidej [Scientific conference of young scientists and students KNUCA : abstracts.]. Kyiv, KNUCA Publ., 99. (in Ukrainian)*
6. *Abrashkevich Ju.D., Pelevin L.C., Machishin G.M., 2012. Diskova shhitka [Circular brush]. Patent Ukraine, no 69712. (in Ukrainian)*
7. *Abrashkevich Ju.D., Pelevin L.C., Machishin G.M., 2013. Mashina dlja ochishhennja poverhon' polimerno-abrazivnimi shhitkami [Machine for cleaning surfaces , polymer-abrasive brushes.]. Energooshadni mashini i tehnologii: zbirka tez Mizhnarodnoi naukovotehnichnoi konferencii [Energy-saving machinery and technology: a collection of abstracts of the International Scientific Conference]. Kyiv, KNUCA Publ., 59-61. (in Ukrainian)*
8. *Abrashkevich Ju.D., Pelevin L.C., Machishin G.N., 2013. Ustrojstvo dlja ochistki polimerno-abrazivnymi shhetkami [A device for cleaning polymer-abrasive brushes.]. Montazhnye i special'nye raboty v stroitel'stve. Ezhemesjachnyj nauchno-tehnicheskij i proizvodstvennyj zhurnal [Assembling and special works in the construction. Monthly scientific and technical and industrial journal]. Moscow, 2-5. (in Russian)*
9. *Abrashkevich Ju.D., Pelevin L.C., Machishin G.M., 2014. Polimerno-abrazivni shhitki dlja ochishhennja metaloprokatu [Polymeric abrasive brush for cleaning metal]. Naukovo virobничij zhurnal «Promislove budivnictvo ta inzhenerni sporudi» [Scientific production journal " Industrial Construction and Engineering Structures "]. Kiev, 44-47.*
10. *Pelevin L.C., Pristajlo M.O., Pristajlo T.Ju., 2005. Stend reestracii zusil' rizannja [Stand registration effort cutting]. Patent Ukraine, no 9931.*
11. *Pelevin L.C., Pristajlo M. O., Pristajlo T. Ju., 2005. Udoskonalennja reestracii skladovih sil rizannja v laboratornih umovah [Improvement registration component of cutting forces in vitro]. Girnichi budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini [Mining, constructional, road and melioration machines], No.65, 58-62. (in Ukrainian)*
12. *Metodichni vказivki do laboratornih robіt z kursu “Dorozhni mashini” dlja studentiv special'nosti 7.090214 “Pidjomno-transportni, budivel'ni, dorozhni, meliorativni mashini i obladnannja” vsih form navchannja [Guidance for laboratory works for "Traffic Machine " for students specializing 7.090214 " Hoisting, building , road machines and equipment" all forms of education]. V.L. Baladins'kij, A.V. Fomin, V.M. Smirnov, O.O. Kostenjuk, A.M. Holodenko, V.I. Zaremba., 2000. Kiev, KNUCA Publ., 49. (in Ukrainian)*

