

УДК 621.9.048

А.В. Міцик, канд. техн. наук., В.О. Федорович, д-р техн. наук,
Харків, Україна

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ТЕОРЕТИЧНОГО ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВІБРООБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ СИСТЕМАМИ КОМБІНОВАНОГО ДИНАМІЧНОГО ВПЛИВУ ВІЛЬНОГО АБРАЗИВНОГО СЕРЕДОВИЩА

Наведено загальні положення про механізм віброобробки. Викладено основи механіки процесу віброобробки. Дано варіанти компоновки енергетичного впливу на абразивне середовище та аналітичні співвідношення ефективності процесу від його технологічних параметрів. Обґрунтовано застосування теорії реальних газів для опису процесу зйому металу.

Ключові слова: віброобробка, теорія реальних газів, компоновка енергетичного впливу

Приведены общие положения о механизме виброобработки. Изложены основы механики процесса виброобработки. Даны варианты компоновки энергетического воздействия на абразивную среду и аналитические соотношения эффективности процесса от его технологических параметров. Обосновано применение теории реальных газов для описания процесса снятия металла.

Ключевые слова: виброобработка, теория реальных газов, компоновка энергетического влияния

The common data about vibration processing mechanism are given. The fundamentals of mechanics of vibration processing are described. The variants of componentics of the energy action into abrasive medium are given and the analytic correlations of the efficiency of the process are shown in dependence of its technological parameters. The application of the real gases theory for the description of metal removal process is grounded.

Keywords: vibrating processing, theory of real gases, layout of impact energy

Стан і актуальність питання

Існуючі методи оздоблювально-зачищувальної обробки поверхонь деталей, виходячи з фізико-хімічного впливу на матеріали, можна поділити на п'ять груп, з яких у сферу наших інтересів потрапляють механічні методи, при яких видалення дефектів поверхні здійснюється шляхом механічного впливу на оброблювані деталі у тому числі слюсарного, лезвійного, абразивного, динамічного, ударного, галтовочного, відцентрового, турбуляційного, вібраційного та робототехнічного [1].

Таке різноманіття технологій свідчить про актуальність проблеми і в той же час підкреслює складність її вирішення. Режими механічної обробки рекомендують призначати з урахуванням подальшої обробки поверхні від дефектів.

Оздоблювально-зачищувальна обробка поверхні від виробничих дефектів запобігає передчасне зношування відповідальних вузлів і агрегатів, різко збільшує термін їх безвідмовної роботи, скорочує витрати на обслуговування і ремонт машин.

За статистикою до 50 % усіх відмов гідравлічних систем літаків, пов'язаних з виходом з ладу насосів, заклинюванням розподільчих і регулюючих пристроїв, підвищенням зносом відповідальних деталей відбувається через технологічні забруднення при забезпеченні чистоти поверхні деталей, ресурс яких може бути збільшений у 2 ... 3 рази.

Загальні положення про механізм віброобробки

Фізична сутність класичного механізму оздоблювально-зачищувальної віброобробки полягає у тому, що поміщені «внаслідок» у резервуар, що коливається, гранули абразивного середовища та оброблювані деталі з різними швидкостями здійснюють циркуляційний рух по певній траєкторії. У результаті за рахунок відносного переміщення та взаємного тиску гранул і деталей відбуваються процеси мікрорізання та пружного деформування, що викликають видалення дефектного шару металу з оброблюваної поверхні деталей і одночасне зменшення висоти її мікронервностей.

З практики впровадження оздоблювальних операцій деталей машинобудівних виробництв відомо, що ефективність процесу віброобробки оцінюється кількісно зйомом металу з оброблюваних поверхонь і якісно їх шорсткістю, що досягається у процесі виконання тієї чи іншої фінішної операції технологічного процесу виготовлення деталей.

В продовження наукових досліджень [2, 3], можна відзначити перспективи вдосконалення вібраційних технологій і обладнання для оздоблювальних зачищувальних обробок вільним абразивним середовищем середньо- і крупногабаритних корпусних і тіл обертання деталей складної форми з безліччю малодоступних місць поверхні стосовно, як до традиційно використовуваним робочим середовищам з розмірами гранул 5...35 мм, так і дрібнодисперсних у вигляді шліфзерна зернистістю 200...400 і різних шліфпорошків зернистістю 32...16. Має сенс звернути увагу на розробку більш ефективних з широкими технологічними можливостями обробних агрегатів систем, які одночасно використовують поряд з впливом низькочастотних коливань ще й інші схеми енергетичного впливу на робоче середовище і оброблювані деталі, що досягається комбінуванням вібраційних, відцентрових і струменевих гідравлічних ефектів [4].

Особливості процесу віброобробки

В основі механіки традиційного процесу віброобробки лежить динамічна взаємодія робочих поверхонь резервуара, тобто його стінок і днища на абразивне середовище різної характеристики і складу. При використанні

мультиенергетичних технологій на відміну від традиційного процесу динамічний вплив на робоче середовище надають не тільки поверхні резервуару, а й змонтовані на пристроях оброблювані деталі, розміщені в робочій зоні резервуару. При цьому характеристика середовища за своїми фізичними, механічними та фізико-хімічними властивостями може мати широкий діапазон. Режими коливання при обробці деталей піддаються варіюванню, як і інші параметри технології. Оброблюваним деталям повідомляються додаткові види коливального руху за рахунок їх установки в автономному пристрої. Комбінуючи різні поєднання режимних параметрів, можливо, значно розширити область ефективного використання оздоблювально-зачищувальної обробки на основі створення та впровадження її нових різновидів.

Відомо безліч аналітичних виразів математично описуючих залежності, зйому металу і досягнення шорсткості поверхні від основних технологічних параметрів процесу у різних умовах протікання процесу віброобробки [5]. Однак, всі ці математичні моделі мають безпосереднє відношення до класичних методів віброобробки, які передбачають моноенергетичний вплив на робоче середовище і оброблювані деталі. В умовах комбінування різних схем енергетичного впливу аналітичні залежності зазнають зміни і доповнення, структура яких викладена далі.

Спочатку визначимо комбінації енергетичних впливів і позначимо остаточні комплексні схеми модульних мультиенергетичних технологій, а також кінетику агрегатованих систем у віброверстатах оздоблювально-зачищувальної віброобробки для їх реалізації. Достатньо повно ця інформація з конструктивними схемами та ілюстраціями наведена в роботі [6].

При розгляді механізму віброобробки у такому обладнанні слід відзначити, що при циркуляції робочого середовища і оброблюваних деталей в процесі відносного переміщення і взаємного тиску зйом металу здійснюється під впливом таких автономних елементів віброверстата, як резервуар і пристрій з оброблюваними деталями.

У зв'язку з цим загальна схема компоновання різних видів енергетичного впливу на робоче середовище, вміщене у резервуар віброверстата включатиме умовну чисельно-буквену абрєвіатуру фізичних ситуацій динамічних дій, що забезпечують технологічний результат процесу віброобробки, доповнений уточненням механічних пристроїв, що реалізують схеми енергетичних впливів таких автономних елементів гібридного віброверстата, як резервуар і пристрій з деталями.

Схема також включає функціональні залежності зйому металу та досягнутої шорсткості поверхні від основних параметрів технології віброобробки.

Для більш повного розуміння схеми доцільно спочатку подати перелік умовних позначень пропонованого матеріалу. Вони такі: *P* – резервуар; *П* –

пристрій з оброблюваними деталями; Q – злом металу; R_a – досягнена шорсткість поверхні; A_p, ω_p – амплітуда та частота коливань резервуару вібростату; $A_{пр}, \omega_{пр}$ – амплітуда та частота коливань пристрою з оброблюваними деталями; d – розмір гранул робочого середовища; $V_{імп}$ – швидкість обертання імелера; $A_{імп}, \omega_{імп}$ – амплітуда та частота коливань валу імелера; p – тиск рідини у системі гідродинамічних пристроїв; $V_{шп}$ – швидкість обертання шпинделя.

Варіанти компоновання енергетичного впливу на абразивне середовище у процесі віброобробки

Розглянемо варіанти компоновання енергетичного впливу резервуара і пристрою з деталями на абразивне середовище і структуру аналітичних залежностей ефективності віброобробки від технологічних параметрів процесу (табл. 1):

1. 1Р1П – вертикальний вібраційний вплив з боку резервуару та пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_p; A_{пр}; \omega_p; \omega_{пр}; d)$ [7].

2. 2Р1П – горизонтальний вібраційний з боку резервуару та вертикальний вібраційний енергетичний вплив з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_p; A_{пр}; \omega_p; \omega_{пр}; d)$ [8].

3. 3Р1П – відцентровий з боку резервуару та вертикальний вібраційний енергетичні впливи з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(V_{шп}; A_{пр}; \omega_{пр}; d)$ [9].

4. 4Р1П – комбінований горизонтальний вібраційний і відцентровий енергетичний вплив з боку резервуару і вертикальний вібраційний з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_{імп}; \omega_{імп}; V_{імп}; A_{пр}; \omega_{пр}; d)$ [10].

5. 5Р1П – гідродинамічний енергетичний вплив з боку резервуару та вертикальний вібраційний з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(p; A_{пр}; \omega_{пр}; d)$ [11].

6. 1Р2П – вертикальний вібраційний енергетичний вплив з боку резервуару та горизонтальний вібраційний з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_p; \omega_p; A_{пр}; \omega_{пр}; d)$.

7. 2Р2П – горизонтальний вібраційний енергетичний вплив з боку резервуару та пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_p; \omega_p; A_{пр}; \omega_{пр}; d)$.

8. 3Р2П – відцентровий з боку резервуару та горизонтальний енергетичний вплив з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(V_{шп}; A_{пр}; \omega_{пр}; d)$.

Таблица 1 – Вариативна схема комбінування динамічних дій резервуару та оброблюваних деталей на робочо середовище

	Вібраційний вертикальний вплив (вібробуджувач горизонтальний)	Вібраційний горизонтальний вплив (вібробуджувач вертикальний)	Відцентровий вплив (імпелер, шпindelь)	Комбінований вібраційний і відцентровий вплив (вібробуджувач, шпindelь)
Вібраційний вертикальний вплив (вібробуджувач горизонтальний)	1Р ІП	1Р2П	1Р3П	1Р4П
Вібраційний горизонтальний вплив (вібробуджувач вертикальний)	2Р ІП	2Р2П	2Р3П	2Р4П
Відцентровий вплив (імпелер, шпindelь)	3Р ІП	3Р2П	3Р3П	3Р4П
Комбінований вібраційний і відцентровий вплив (вібробуджувач вертикальний, імпелер, шпindelь)	4Р ІП	4Р2П	4Р3П	4Р4П
Гідродинамічний вплив (гідродинамічні пристрої, вібробуджувач горизонтальний, шпindelь)	5Р ІП	5Р2П	5Р3П	5Р4П

9. 4Р2П – комбінований горизонтальний вібраційний та відцентровий енергетичний вплив з боку резервуару та горизонтальний вібраційний з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_{\text{ІМП}}; \omega_{\text{ІМП}}; V_{\text{ІМП}}; A_{\text{ПР}}; \omega_{\text{ПР}}; d)$.

10. 5Р2П – гідродинамічний енергетичний вплив з боку резервуару та вібраційний горизонтальний з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(p; A_{\text{ПР}}; \omega_{\text{ПР}}; d)$.

11. 1Р3П – вертикальний вібраційний енергетичний вплив з боку резервуару та відцентровий з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_{\text{Р}}; \omega_{\text{Р}}; \omega_{\text{ПР}}; V_{\text{ІМП}}; d)$ [12].

12. 2Р3П – горизонтальний вібраційний енергетичний вплив з боку резервуару та відцентровий з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_{\text{Р}}; \omega_{\text{Р}}; V_{\text{ІМП}}; d)$ [13].

13. 3Р3П – комбінування схем енергетичного впливу на робоче середовище з боку резервуару та пристрою з деталями не містить впливу вібраційних сил на перебіг процесу $Q, R_a = f(V_{\text{ІМП}}; V_{\text{ІМП}}; d)$ [14].

14. 4Р3П – комбінований горизонтальний вібраційний з відцентровим енергетичний вплив з боку резервуару та відцентровий з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_{\text{Р}}; \omega_{\text{Р}}; V_{\text{ІМП}}; V_{\text{ІМП}}; d)$ [15].

15. 5Р3П – комбінування схем енергетичного впливу на робоче середовище з боку резервуару та пристрою з деталями не містить впливу вібраційних сил на перебіг процесу $Q, R_a = f(p; V_{\text{ІМП}}; d)$ [16].

16. 1Р4П – вертикальний вібраційний енергетичний вплив з боку резервуару і комбінований горизонтальний вібраційний з відцентровим з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_{\text{Р}}; \omega_{\text{Р}}; A_{\text{ПР}}; \omega_{\text{ПР}}; V_{\text{ІМП}}; d)$ [17].

17. 2Р4П – горизонтальний вібраційний енергетичний вплив з боку резервуару та комбінований горизонтальний вібраційний з відцентровим з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_{\text{Р}}; \omega_{\text{Р}}; A_{\text{ПР}}; \omega_{\text{ПР}}; V_{\text{ІМП}}; d)$ [18].

18. 3Р4П – відцентровий енергетичний вплив з боку резервуару та комбінований горизонтальний вібраційний з відцентровим з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(V_{\text{ІМП}}; A_{\text{ПР}}; \omega_{\text{ПР}}; V_{\text{ІМП}}; d)$ [19].

19. 4Р4П – комбінований горизонтальний вібраційний з відцентровим енергетичний вплив з боку резервуару та з боку пристрою з деталями $Q, R_a = f(A_{\text{Р}}; \omega_{\text{Р}}; V_{\text{ІМП}}; A_{\text{ІМП}}; \omega_{\text{ІМП}}; V_{\text{ІМП}}; d)$ [20].

20. 5Р4П – гідродинамічний енергетичний вплив з боку резервуару та

комбінований горизонтальний вібраційний з відцентровим з боку пристрою з деталями Q , $R_a = f(p; A_{\text{пр}}; \omega_{\text{пр}}; V_{\text{шп}}; d)$ [21].

Висновки

Безперервне вдосконалення процесів оздоблювально-зачищувальної обробки, пошук шляхів їх інтенсифікації та розширення технологічних можливостей вимагає створення і впровадження нових різновидів високоефективних методів формування поверхонь деталей, пов'язаних зі зміною форми і розмірів, якості поверхні, стану і властивостей вихідного матеріалу.

Вібраційні технології та обладнання, вирішуючи поставлені завдання за своїм фізичним змістом істотно відрізняються від традиційних методів обробки. Такий нетрадиційний підхід дозволяє створювати нові методи обробки і технологічні процеси, що характеризуються високою ефективністю, оригінальними якісними показниками, а також сприяють проектуванню екологічно чистих ресурсозберігаючих технологій.

Найважливішими методичними прийомами для створення нових різновидів методів віброобробки є створення і наукове обґрунтування нових схем дії робочого середовища на оброблювані поверхні деталей. До числа фізико-технологічних можливостей схем вібраційного впливу слід віднести обсяг і форму резервуара в якому розміщується оброблюване середовище необхідної характеристики і складу. Характеристика середовища за своїми фізичними, механічним і фізико-хімічними властивостями може мати широкий діапазон. Режими коливальних при обробці деталей піддаються варіюванню, як і інші основні параметри технології. Оброблюваним деталям повідомляються додаткові види коливального і обертального руху шляхом їх установки на відповідні спеціальні пристрої і маніпулятори. Комбінуючи різні поєднання зазначених параметрів, можливо розширити область ефективного використання оздоблювально-зачищувальної обробки на основі створення та впровадження її нових різновидів.

Список використаних джерел: 1. Применение вибрационных технологий на операциях отделочно-зачистной обработки деталей: моногр. / *А.П. Бабичев, П.Д. Мотренко, Л. Гиллеси* и др. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2010. – 288 с. 2. Аналитика, комментарии и классификация технологий отделочно-зачистной виброобработки, созданных комбинированием различных схем энергетического воздействия / *Мицьк А.В., Федорович В.А.* // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Х.: НТУ «ХП», 2016. – Вип. 11. – С. 175 – 189. 3. *Mitsyk A.V., Fedorovich V.A.*, Mathematic simulation of kinematics of vibrating boiling granular medium at treatment in the oscillating reservoir. Key Engineering Materials. – Switzerland, 2014. – Vol. 581 (Precision Machining VII). P. 456-461. 4. *Мицьк А.В.* Пути интенсификации вибрационной отделочно-зачистной обработки комбинированием схем энергетических воздействий на рабочую среду и детали / *А.В. Мицьк, В.А. Федорович* // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – 2011. – № 6 (83). – С. 26 – 34. 5. *Бабичев А.П.* Основы вибрационной технологии / *А.П. Бабичев, И.А. Бабичев.* – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. – 694 с. 6. *Мицьк А.В.*

Технологический и конструкторский мониторинг, компонетика и 3D визуализация гибридных вибростанков, регламент и опыт внедрения мультиэнергетических технологий отделочно-зачистной виброобработки // Вісник СНУ ім. В. Даля, № 7 (237), С. 33 – 50. 7. Пат. 69421 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб віброобробки деталей / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201112717; заявл. 31.10.2011; опублік. 25.04.2012, Бюл. № 8. 8. Пат. 69420 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб віброобробки деталей / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201112715; заявл. 31.10.2011; опублік. 25.04.2012, Бюл. № 8. 9. Пат. 73789 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб оздоблювально-зачищувальної обробки вільним абразивним середовищем / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201203028; заявл. 15.03.2012; опублік. 10.10.2012, Бюл. № 19. 10. Пат. 70348 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб віброобробки деталей / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201113050; заявл. 07.11.2011; опублік. 11.06.2012, Бюл. № 11. 11. Пат. 66646 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб віброобробки деталей / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201107936; заявл. 23.06.2011; опублік. 10.01.2012, Бюл. № 1. 12. Пат. 119853 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб віброобробки деталей / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201704109; заявл. 25.04.2017; опублік. 10.10.2017, Бюл. № 19. 13. Пат. 70392 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб віброобробки деталей / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201113597; заявл. 18.11.2011; опублік. 11.06.2012, Бюл. № 11. 14. Пат. 119854 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб оздоблювально-зачищувальної обробки вільним абразивним середовищем / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201704124; заявл. 25.04.2017; опублік. 10.10.2017, Бюл. № 19. 15. Пат. 69757 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб віброобробки деталей / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201113053; заявл. 07.11.2011; опублік. 10.05.2012, Бюл. № 9. 16. Пат. 119852 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб оздоблювально-зачищувальної обробки вільним абразивним середовищем / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201704107; заявл. 25.04.2017; опублік. 10.10.2017, Бюл. № 19. 17. Пат. 72100 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб віброобробки деталей / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201200041; заявл. 03.01.2012; опублік. 10.08.2012, Бюл. № 15. 18. Пат. 73788 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб віброобробки деталей / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201203027; заявл. 15.03.2012; опублік. 10.10.2012, Бюл. № 19. 19. Пат. 70824 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб оздоблювально-зачищувальної обробки вільним абразивним середовищем / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201114737; заявл. 12.12.2011; опублік. 25.06.2012, Бюл. № 12. 20. Пат. 73755 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб оздоблювально-зачищувальної обробки вільним абразивним середовищем / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201202604; заявл. 05.03.2012; опублік. 10.10.2012, Бюл. № 19. 21. Пат. 70391 Україна, МПК В24В 31/06. Спосіб віброобробки деталей / *А.В. Міцук*; власник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. – № у 201113595; заявл. 18.11.2011; опублік. 11.06.2012, Бюл. № 11.

Bibliography (transliterated): 1. Primenenie vibracionnyh tehnologij na operacijah otdelocno-zachistnoj obrabotki detalej: monogr. / *A.P. Babichev, P.D. Motrenko, L. Gillespi* i dr. – Rostov n/D: Izdatel'skij centr DGTU, 2010. – 288 s. 2. Analitika, komentarii i klassifikacija tehnologij otdelocno-zachistnoj vibroobrabotki, sozdannyh kombinirovaniem razlichnyh shem jenergeticheskogo vozdejstvija / *Mitsyk A.V., Fedorovich V.A.* // Suchasni tehnologii' v mashynobuduvanni: zb. nauk. prac'. – H.: NTU «HPb», 2016. – Vyp. 11. – S. 175 – 189. 3. *Mitsyk A.V., Fedorovich V.A.*, Mathematic simulation of kinematics of vibrating boiling granular medium at treatment in the oscillating reservoir. Key Engineering Materials. – Switzerland, 2014. – Vol. 581 (Precision Machining VII). P. 456-461. 4. *Mitsyk A.V.* Puti intensifikacii vibracionnoj otdelocno-zachistnoj obrabotki kombinirovaniem shem

jenergeticheskikh vozdeystvij na rabochuju sredu i detali / A.V. Mitysk, V.A. Fedorovich // Aviacijno-kosmichna tehnika i tehnologija. – 2011. – № 6 (83). – S. 26 – 34. **5.** Babichev A.P. Osnovy vibracionnoj tehnologii / A.P. Babichev, I.A. Babichev. – Rostov n/D: Izdatel'skij centr DGTU, 2008. – 694 s. **6.** Mitysk A.V. Tehnologicheskij i konstruktorskij monitoring, komponentika i 3D vizualizacija gibridnyh vibrostankov, reglament i opyt vnedrenija mult'ijenergeticheskikh tehnologii otdelochno-zachistnoj vibroobrabotki // Visnyk SNU im. V. Dalja, № 7 (237), S. 33 – 50. **7.** Pat. 69421 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib vibroobrobky detalej / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201112717; zajavl. 31.10.2011; opublik. 25.04.2012, Bjul. № 8. **8.** Pat. 69420 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib vibroobrobky detalej / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201112715; zajavl. 31.10.2011; opublik. 25.04.2012, Bjul. № 8. **9.** Pat. 73789 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib ozdobljuval'no-zachyshhuval'noi' obrobky vil'nym abrazyvnyym seredovyshhem / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201203028; zajavl. 15.03.2012; opublik. 10.10.2012, Bjul. № 19. **10.** Pat. 70348 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib vibroobrobky detalej / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201113050; zajavl. 07.11.2011; opublik. 11.06.2012, Bjul. № 11. **11.** Pat. 66646 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib vibroobrobky detalej / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201107936; zajavl. 23.06.2011; opublik. 10.01.2012, Bjul. № 1. **12.** Pat. 119853 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib vibroobrobky detalej / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201704109; zajavl. 25.04.2017; opublik. 10.10.2017, Bjul. № 19. **13.** Pat. 70392 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib vibroobrobky detalej / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201113597; zajavl. 18.11.2011; opublik. 11.06.2012, Bjul. № 11. **14.** Pat. 119854 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib ozdobljuval'no-zachyshhuval'noi' obrobky vil'nym abrazyvnyym seredovyshhem / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201704124; zajavl. 25.04.2017; opublik. 10.10.2017, Bjul. № 19. **15.** Pat. 69757 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib vibroobrobky detalej / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201113053; zajavl. 07.11.2011; opublik. 10.05.2012, Bjul. № 9. **16.** Pat. 119852 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib ozdobljuval'no-zachyshhuval'noi' obrobky vil'nym abrazyvnyym seredovyshhem / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201704107; zajavl. 25.04.2017; opublik. 10.10.2017, Bjul. № 19. **17.** Pat. 72100 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib vibroobrobky detalej / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201200041; zajavl. 03.01.2012; opublik. 10.08.2012, Bjul. № 15. **18.** Pat. 73788 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib vibroobrobky detalej / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201203027; zajavl. 15.03.2012; opublik. 10.10.2012, Bjul. № 19. **19.** Pat. 70824 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib ozdobljuval'no-zachyshhuval'noi' obrobky vil'nym abrazyvnyym seredovyshhem / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201114737; zajavl. 12.12.2011; opublik. 25.06.2012, Bjul. № 12. **20.** Pat. 73755 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib ozdobljuval'no-zachyshhuval'noi' obrobky vil'nym abrazyvnyym seredovyshhem / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201202604; zajavl. 05.03.2012; opublik. 10.10.2012, Bjul. № 19. **21.** Pat. 70391 Ukrai'na, MPK V24V 31/06. Sposib vibroobrobky detalej / A.V. Mitysk; vlasnyk Shidnoukrai'ns'kyj nacional'nyj universytet imeni Volodymyra Dalja. – № u 201113595; zajavl. 18.11.2011; opublik. 11.06.2012, Bjul. № 11.

Поступила в редколлегию 25.06.2018