

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія
Кафедра комп'ютеризовані мехатронні системи, інструменти
і технології

Лобова Катерина Володимирівна

УДК 62-83:62-50

**ЗМІЦНЕННЯ ТВЕРДОСПЛАВНОГО РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ
ДЛЯ ВАЖКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ НА ОСНОВІ ПОВЕРХНЕВОЇ
ТА ОБ'ЄМНОЇ МОДИФІКАЦІЇ ФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ**

Спеціальність 8.5070204 – Металорізальні системи і верстати

Автореферат
магістерської роботи

Краматорськ 2017

Магістерська робота є рукописом

Робота виконана в Донбаській державній машинобудівній академії
(ДДМА) Міністерство освіти і науки України,
м Краматорськ

Науковий керівник:

Васильченко Яна Василівна

Доктор технічних наук

Донбаська державна машинобудівна
академія, Завідувач кафедри
«Комп'ютеризовані мехатронні
системи, інструменти та технології»

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Виробництво важкого металургійного, енергетичного, транспортного обладнання є основою машинобудування України та важливою складовою частиною її експорту. Для виготовлення важких машин, конкурентоспроможних на світовому ринку, актуальною проблемою є підвищення показників міцності відповідних конструкційних матеріалів, робото здатності і ресурсу великогабаритних деталей за рахунок застосування нових ефективних технологій, оснащення машинобудівних підприємств сучасним технологічним обладнанням і різальним інструментом з використанням результатів наукових досліджень і розробок.

Мета і завдання дослідження.

Мета магістерської роботи – теоретичне обґрунтування підвищення ефективності точіння сталей різцями з різальними пластинами з твердих сплавів в результаті ОІМП базувалось на наукових положеннях теорії різання, зокрема теорії зношування твердосплавного інструменту, пластичної деформації оброблюваної сталі та контактних процесів в зоні різання, а також на положеннях матеріалознавства твердих сплавів та технології машинобудування.

Виходячи з мети, поставлені наступні задачі:

- провести аналіз існуючих методів зміцнення твердосплавного різального інструменту для важкого машинобудування на основі поверхневої та об'ємної модифікації фізичними методами;
- проаналізувати види відмов інструменту;
- визначити умови роботи різальних інструментів на підприємствах важкого машинобудування;
- експериментально дослідити залежність руйнуючої подачі й імовірності руйнування інструмента від параметрів умов їх експлуатації;

- визначити вплив обробки імпульсним магнітним полем зразків з інструментальних матеріалів, твердосплавних різальних пластин та інструменту з швидкорізальних сталей;

- аналіз результатів отриманих при лабораторних випробувань;

- визначення напрямку подальших досліджень.

Об’єкт дослідження – процеси точіння сталей різцями з різальними пластинами з твердих сплавів.

Предмет дослідження – вплив обробки імпульсним магнітним полем різальних пластин на експлуатаційні властивості різців.

Методи досліджень. У даній роботі при аналізі і дослідженні існуючих систем зміцнення твердосплавного різального інструменту для важкого машинобудування використані загальноприйняті методи теоретичних та експериментальних досліджень. Використовувалась методика оцінки несівної здатності інструменту методом руйнуючої подачі.

Наукова новизна отриманих результатів:

- виявлено, що застосування ОІМП дозволяє мінімізувати розкид величин показників, які характеризують експлуатаційну надійність різальних інструментів;

- отримано позитивні результати комбінації ОІМП з попередньою віброобразивною обробкою;

Практичне значення отриманих результатів:

- розробтана методика оцінки несівної здатності інструменту методом руйнуючої подачі;

- дослідження умов експлуатації показало, що при формуванні математичних моделей для визначення регламентів експлуатації твердосплавних різальних інструментів на важких верстатах необхідно враховувати імовірнісний характер процесу механічного оброблення.

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок полягає у проведенні літературно-патентного огляду відомих методів зміцнення твердосплавного різального інструменту для важкого машинобудування на основі поверхневої та

об'ємної модифікації фізичними методами. Постановка задачі, аналіз і трактування наукових результатів виконано разом з керівником.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення та результати роботи доповідались і обговорювалися на щорічних наукових конференціях Донбаської державної машинобудівної академії (2016-2017 рр.); всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт за напрямом "Обробка матеріалів в машинобудуванні" (житомир 2017 р).

Публікації результатів наукових досліджень. За результатами магістерської роботи підготовлено до публікації одна стаття:

– Лобова К.В., Васильченко Я.В. методи зміцнення твёрдосплавного різального інструменту для важкого машинобудування на основі поверхневої та об'ємної модифікації фізичними методами //Збірник наукових праць «Вісник ДДМА» № 3, 2017 р.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Введення містить обґрунтування актуальності теми дослідження, її основну мету, наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів.

У першому розділі описані причини відмов інструменту при обробці на важких верстатах (рис.1).

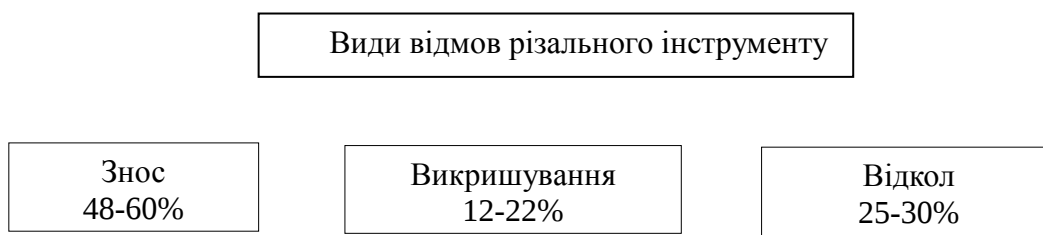


Рисунок 1- Процентний склад відмов інструменту для важкого машинобудування

Різальні інструменти, які використовуються при обробці на важких верстатах (рис. 2–3) виготовляються як вітчизняними так і європейськими виробниками.

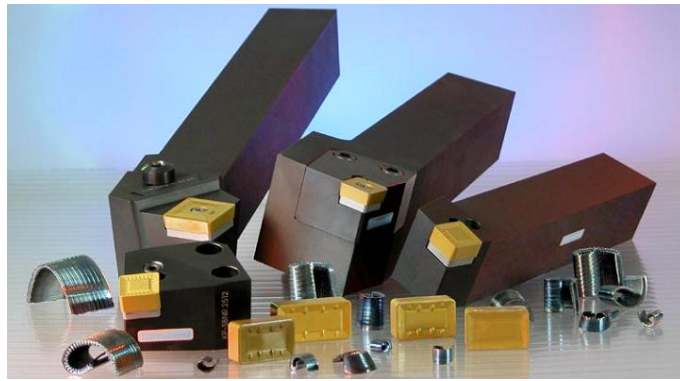


Рисунок 2- Різальні інструменти (Pramet), що рекомендовані для обточування деталей на важких верстатах



Рисунок 3- Пластини різальні (Pramet), що рекомендовані для обточування деталей на важких верстатах (рекомендовані подачі – 0,45–1,7 мм/об., глибина різання – 4–27 мм, швидкість різання – 135–250 м/хв.)



Рисунок 4- Різальні інструменти (Stellram), що рекомендовані для обточування деталей на важких верстатах

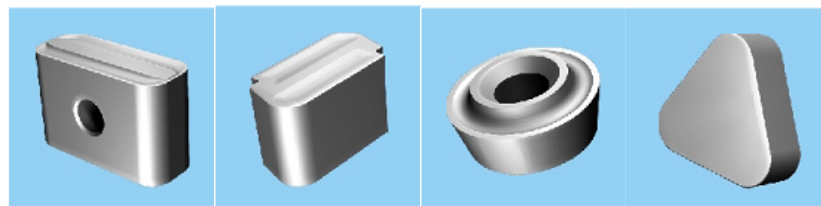


Рисунок 5- Пластини різальні (Кіровоградський завод твердих сплавів), що рекомендовані для обточування деталей на важких верстатах

Також аналізуються умови роботи різальних інструментів на підприємствах важкого машинобудування. Дослідження умов експлуатації різальних інструментів при обробленні деталей на важких верстатах показує, що поряд зі зношуванням, значне місце займає руйнування різальної частини у вигляді викрашувань і руйнувань (рис.6-8).

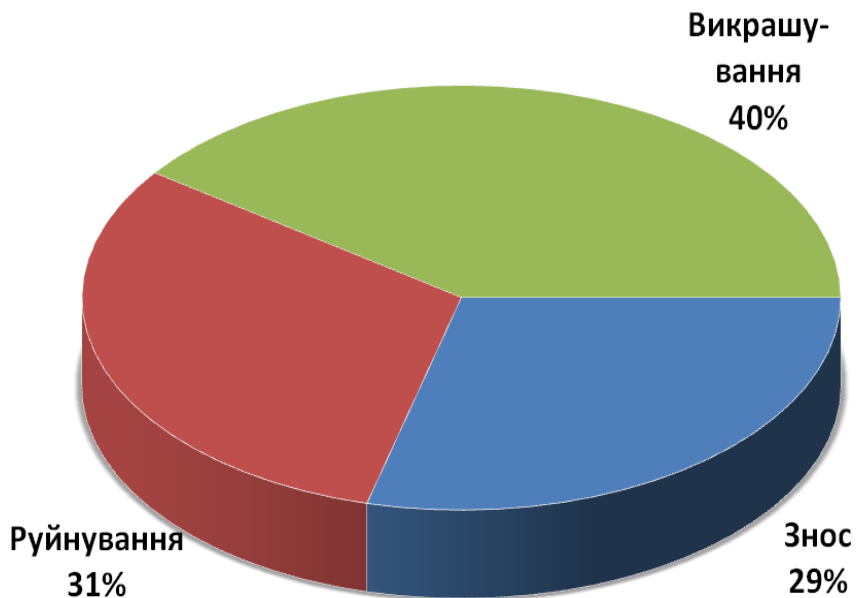


Рисунок 6- Розподіл відмов різальних інструментів при обточуванні деталей на важких верстатах (взагалі)

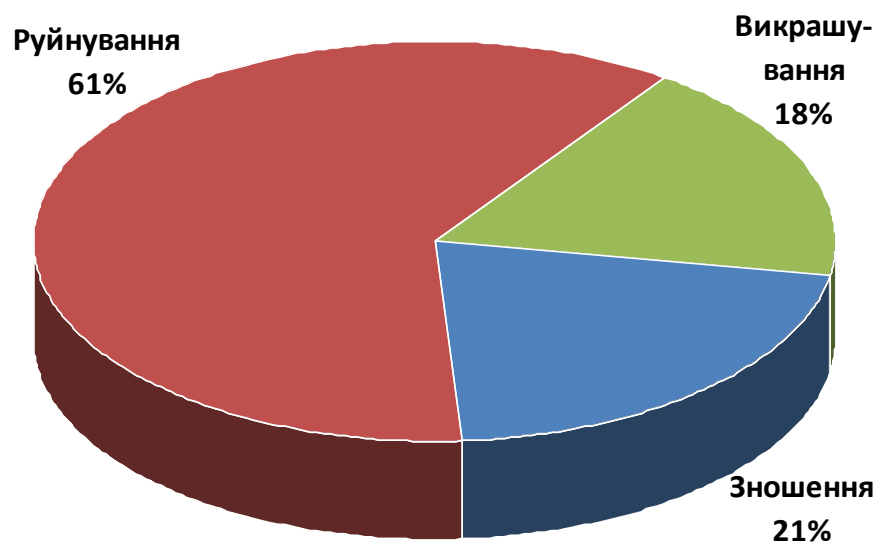


Рисунок 7- Розподіл відмов різальних інструментів при обробленні на важких верстатах (попередня обробка)



Рисунок 8- Списані тангенціальні пластини для важких верстатів, що досягли технологічного критерію відмови

Дослідження умов експлуатації показало, що при формуванні математичних моделей для визначення регламентів експлуатації твердосплавних різальних інструментів на важких верстатах необхідно враховувати імовірнісний характер процесу механічного оброблення.

У другому розділі приведена методологія, вироблено опис теоретичних досліджень. Теоретичне дослідження має кілька стадій: вибір проблеми, знайомство з відомими рішеннями, відмова від відомих шляхів вирішення аналогічних завдань, перебір різних варіантів рішення, рішення. Наведено методологію експериментальних досліджень.

Були проведені випробування метою яких було встановлення залежностей руйнуючої подачі й імовірності руйнування інструмента від параметрів умов їх експлуатації. Дослідження показали залежність руйнуючої подачі як від часу роботи на кожній подачі, так і від числа ступенів подач, що передують руйнуючій.

Для реалізації обробки імпульсним магнітним полем розроблені конструкції магнітного індуктора (рис. 9). Проведений аналіз геометрії соленоїдів для магнітних індукторів з погляду їх оптимальності й можливості

забезпечити необхідні значення напруженості магнітного поля. При збільшенні довжини соленоїда спостерігається ослаблення магнітного поля в робочому зазорі.



Рисунок 9- Комплекси для генерації імпульсного магнітного поля

У третьому розділі було виявлено плив зовнішнього магнітного поля на умови процесу різання. ОІМП крім підвищення стійкості інструмента, збільшує оптимальну швидкість різання, зменшує оптимальне поверхнєве зношування, поліпшує якість обробленої поверхні.

Були проведені випробування різців, оздоблених змінними багатограними неперезагострювальними різальними пластинами SNMN 190912T при обробці вальцювальних валків з сталей 60X2СМФ, 75X2МФ, 80X5МФ, 90ХФ, які довели ефективність застосування покриттів дискретного типу. Режими обробки та результати випробувань наведено в табл. 1.

Таблиця 1– Режими різання та результати випробувань пластин SNMN 190912T

Інструмент	Режими різання			Стійкість інструменту T, хв.
	v, м/хв	S, мм/об	t, мм	
без покриття	40	1,5	5,0	25±11
з суцільним покриттям				63±9
з дискретним покриттям				92±8

У таблиці 2 дано результати випробувань конструкційної міцності на згин квадратних змінних різальних пластин із твердого сплаву T5K10.

Таблиця 2 - Конструкційна міцність на поперечний згин різальних пластин із сплаву T5K10

Стан пластин	Границя міцності на згин $\sigma_{зг пл}$, МПа	Розкид $\sigma_{зг мин} \dots \sigma_{зг макс}$, МПа	Відношення $\sigma_{зг пл.} / \sigma_{зг зр}$	Ступінь зміцнення, %
Вихідний	892	711/ 1046	0,5 ... 0,75	-
Зміцнений ОІМП за режимом 1	1037	762/ 1280	0,6 ... 0,9	16
Зміцнений ОІМП за режимом 2	1130	884/1295	0,66 ... 0,98	27

У четвертому розділі було розроблено два методи діагностики зносу різального інструменту. Ступінь зносу або поломку пластини режущого інструмента можна визначити шляхом вимірювання температури відходу стружки безпосередньо в процесі різання. Другий метод діагностики зносу ріжучого інструменту полягає в контролі сил різання. За значеннями сил при резанніи можемо судити про стан ріжучого інструменту. Для кожного виду обробки, матеріалів і режимів різання існують встановлені допустимі значення сил резанія.К кожному двигуну буде встановлений датчик. За допомогою встановлених трьох датчиком буде зчитуватися інформація про значення сил різання, з датчиків дані передаються на контролер. Контролер обробляє інформацію, і якщо сили не відповідають допустимим значення, з мікроконтролера подається інформація про неполадки на систему ЧПУ, яка виробляє останов обробки, тим самим запобігаючи шлюб виготовленої деталі. Що призведе до значного зменшення витрат.

На малюнку 10 представлена структурна схема токарного верстата з розробленою системою діагностики зносу ріжучого інструменту.

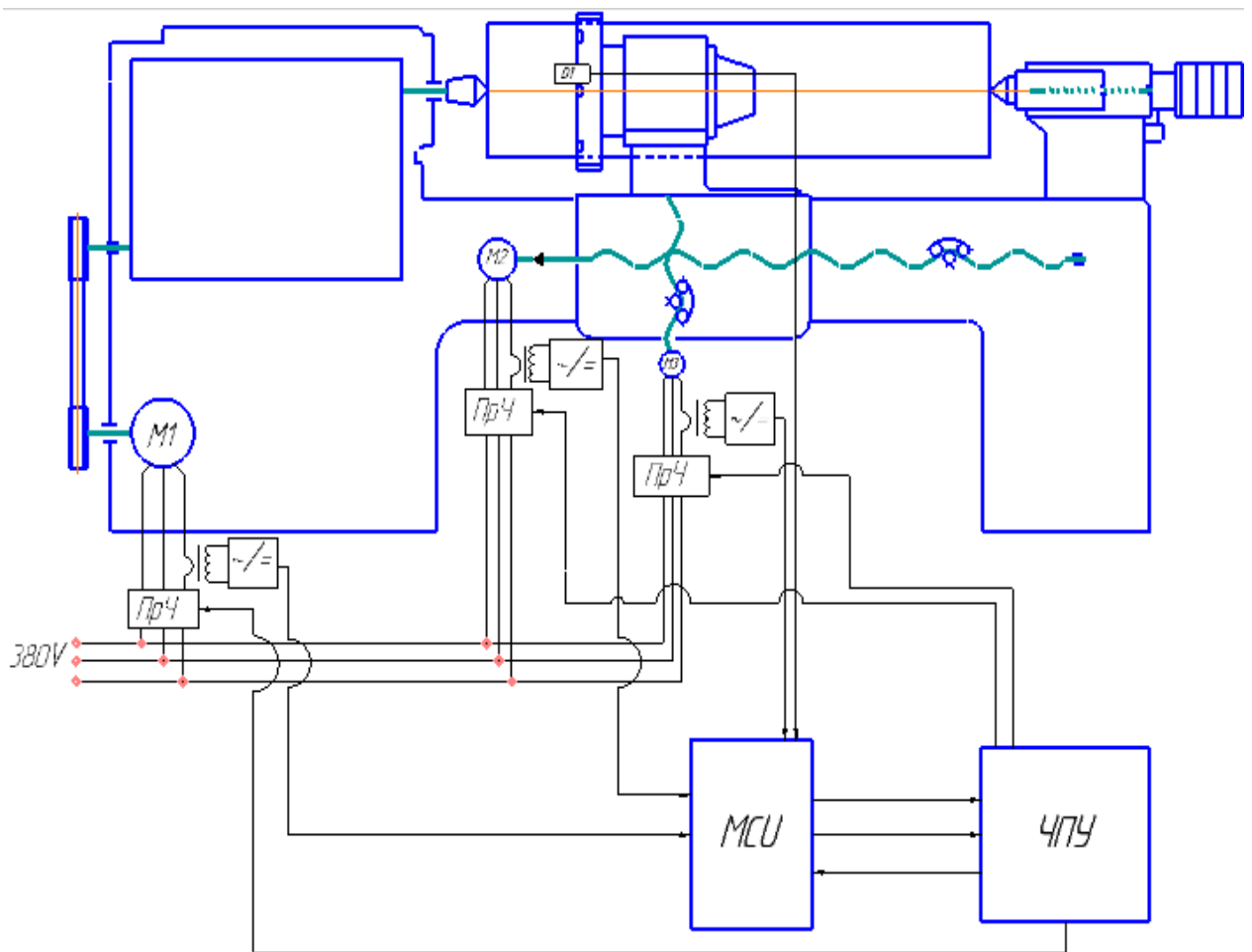


Рисунок 10- Структурна схема

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Встановлені причини відмов інструменту на важких верстатах. За результатами обстеження твердосплавного лезвійного інструменту різних виробників визначині типи граничного зносу і руйнування, особливості пошкодження матеріалу в різних частинах робочих поверхонь леза.

2. За результатами оцінки конструкційної міцності напайних пластин з сплавів ВК3 і ВК8 показано, що їх реальні характеристики міцності значно відрізняються від результатів випробувань стандартних зразків і дозволяють підвищити достовірність контролю якості різального інструменту та

вдосконалювати технологію його оброблення та модифікації за параметрами міцності.

3. Показано значний вплив на міцність і руйнування досліджених твердосплавних пластин дефектів структури поверхневого шару. Рекомендовано враховувати результати оцінки параметрів поверхневого дефектного шару при заточуванні інструменту з напаяними різальними пластинами

4. Встановлено, що модифікація твердих сплавів ВК3 та ВК8 обробкою імпульсним магнітним полем призводить до підвищення їх однорідності, зменшення товщини тріщинуватого шару, стабілізації механічних характеристик, зростання границі міцності на згин.

5. Показано, що визначивши максимально припустимий крок тріщини в суцільному покритті, є можливість закласти розміри дискретної ділянки покриття з урахуванням експлуатаційних, залишкових напружень та напружень, що виникають від впливу температури, на етапі конструювання різального інструменту з покриттям, що дозволяє виключити когезійне розтріскування останнього та підвищити когезійну міцність покриття при експлуатації інструменту в умовах напружень розтягу, що є характерним для обробки на важких верстатах.

6. Обґрунтовано застосування методу «руйнуючої подачі» для лабораторної і виробничої оцінки конструкційної міцності твердосплавних пластин

7. Запропоновано метод діагностики зносу або поломки пластини різального інструмента шляхом вимірювання температури відходу стружки безпосередньо в процесі різання.

8. Для підвищення контролю надійності інструменту ми впроваджуємо додатковий контроль ріжучої пластини. Другий метод діагностики зносу ріжучого інструменту полягає в контролі сил різання. За значеннями сил при різаними можемо судити про стан ріжучого інструменту.

АННОТАЦИЯ

Лобова Е.В. Укрепление твердосплавного инструмента для тяжелого машиностроения на основе поверхностной и объемной модификации физическими методами..

Магистерская работа по специальности 8.5070204 - Metallорежущие системы и станки, Донбасская государственная машиностроительная академия, Краматорск, 2017.

В магистерской работе разработаны два метода диагностики износа режущего инструмента. Получено, что модификация твердых сплавов T5K10 и T15K6 обработкой импульсным магнитным полем в зависимости от применяемых режимов приводит к росту предела прочности на изгиб при статической нагрузке на 16 ... 27% и на 14%, что позволяет прогнозировать рост предела выносливости.

Производственные испытания в условиях ЗАО «НКМЗ» показали, что устойчивость сменных многогранных неперезагострювальних режущих пластин SNMN 190912T при обработке вальцовочных валков повышается в 2,5 раза по сравнению с инструментом без покрытия, а стойкость инструмента с покрытием дискретного типа увеличивается в 3,7 раза и в 1,45 раза по сравнению с инструментом без покрытия и с сплошным покрытием соответственно.

Лабораторные испытаниями резцов, оснащенных твердосплавными пластинами из T15K6 методом «разрушающего подачи» показали, что обработка импульсным магнитным полем приводит к повышению периода стойкости к разрушению на 17% и уменьшению коэффициента вариации на 34%.

Ключевые слова: РЕСУРС, СНОС, СКОЛОВ, ВЫКРАШИВАНИЯ, PVD - ПОКРЫТИЕ, КОГЕЗИЙНО ПРОЧНОСТЬ, ИМПУЛЬСНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ, ПРОЧНОСТЬ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

АННОТАЦІЯ

Лобова К.В. Зміцнення твердосплавного різального інструменту для важкого машинобудування на основі поверхневої та об'ємної модифікації фізичними методами.

Магістерська робота за спеціальністю 8.5070204 – Металорізальні системи і верстати, Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, 2017.

У магістерській роботі розроблені два методи діагностики зносу різального інструменту. Отримано, що модифікація твердих сплавів Т5К10 та Т15К6 обробкою імпульсним магнітним полем залежно від застосованих режимів призводить до зростання границі міцності на згин при статичному навантаженні на 16...27% та на 14%, що дозволяє прогнозувати зростання границі витривалості.

Виробничі випробування в умовах ЗАТ «НКМЗ» показали, що стійкість змінних багатограних неперезагострювальних різальних пластин SNMN 190912Т при обробці вальцювальних валків підвищується в 2,5 рази порівняно з інструментом без покриття, а стійкість інструменту з покриттям дискретного типу збільшується в 3,7 рази та в 1,45 рази порівняно з інструментом без покриття та з суцільним покриттям відповідно.

Лабораторні випробуваннями різців, оснащених твердосплавними пластинами з Т15К6 методом «руйнуючої подачі» показали, що обробка імпульсним магнітним полем приводить до підвищення періоду стійкості до руйнування на 17% та зменшення коефіцієнту варіації на 34%.

Проведено теоретичні дослідження, так само проведено експериментальні дослідження.

Ключові слова: РЕСУРС, ЗНОС, ВІДКОЛ, ВИКРИШУВАННЯ, PVD – ПОКРИТТЯ, КОГЕЗІЙНА МІЦНІСТЬ, ІМПУЛЬСНЕ МАГНІТНЕ ПОЛЕ, МІЦНІСТЬ, ПРОДУКТИВНІСТЬ

ABSTRACT

Lobova K.V. Strengthening of the hard-alloy cutting tool for heavy mechanical engineering on the basis of surface and bulk modification by physical methods.

Master's degree in specialty 8.5070204 - Metal cutting systems and machines, Donbas State Machine-Building Academy, Kramatorsk, 2017.

In the master's work two methods of diagnostics of wear of a cutting tool are developed. It was found that the modification of solid alloys T5K10 and T15K6 by impulse magnetic field, depending on the applied modes, leads to an increase in bending strength with a static load of 16 ... 27% and a 14%, which allows predicting the growth of the endurance limit.

Production tests in the conditions of "NKMZ" closed joint-stock company showed that the stability of the variables of the many-sided non-reciprocating cutting plates SNMN 190912T during the processing of rollers increased by 2.5 times compared with the tool without coating, and the stability of the tool with a cover of a discrete type increases by 3.7 times and in 1.45 times compared to the tool without covering and with continuous coating, respectively.

Laboratory tests of cutters fitted with T15K6 carbide plates using the "destructive feed" method showed that the processing by a pulsed magnetic field leads to a 17% increase in the resistance to fracture and a 34% reduction in the coefficient of variation.

Theoretical researches have been carried out, as well as experimental researches have been carried out.

Key words: RESOURCE, WEIGHT, VOLUME, DISTRIBUTION, PVD - COVERAGE, KOGESYNIC DENSITY, IMPULSE MAGNETIC FIELD, DENSITY, PRODUCTIVITY