

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
ІВАНА ПУЛЮЯ

СТЕЦЬКО АНДРІЙ ЄВГЕНОВИЧ

УДК 621.91.002

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ,
ВИГОТОВЛЕНИХ І ВІДНОВЛЕНИХ КОМПЛЕКСНИМ МЕТОДОМ

05.02.08 – технологія машинобудування

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Тернопіль – 2011

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі технології матеріалів та поліграфічного машинобудування Української академії друкарства (м. Львів) Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

Науковий керівник: Заслужений діяч науки і техніки України,
доктор технічних наук, професор
Голубець Володимир Михайлович,
Національний лісотехнічний університет
України (м. Львів),
завідувач кафедри технології матеріалів та
інженерної графіки

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Пилипець Михайло Ількович,
Тернопільський національний
технічний університет імені Івана Пулюя,
завідувач кафедри комп'ютерних технологій
в машинобудуванні

доктор технічних наук, професор
Савуляк Валерій Іванович,
Вінницький національний технічний університет,
завідувач кафедри технології підвищення зносостійкості

Захист відбудеться «10» червня 2011 р. о 14⁰⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради К58.052.03 Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56.

Автореферат розісланий « » травня 2011 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

к. т. н. Дячун А. Є.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Підвищення надійності, довговічності та конкурентоздатності машин і обладнання є одним із важливих завдань машинобудування. Огляд спеціальної літератури свідчить, що близько 80 відсотків несправностей у роботі машин, агрегатів і механізмів відбувається в результаті зношення та руйнування поверхонь тертя деталей машин. Роботоздатність спряжених поверхонь деталей залежить від сукупності факторів: геометричних показників поверхні, будови і фізико-механічного стану поверхневого шару металу, залишкових напружень тощо. Забезпечити врахування цих факторів можливо лише в технологічному процесі виготовлення і відновлення деталей, який враховує технологічну спадковість складових операцій для отримання необхідних характеристик.

Широке застосування для підвищення зносостійкості під час виготовлення або відновлення деталей отримали методи нанесення на робочі поверхні різних покриттів, в тому числі композитних з досить твердими включеннями значної крихкості та малої товщини, що вимагає корегування структури покриттів та параметрів технологічного процесу їх нанесення. Такі методи є складними і дорогими, вимагають спеціального вартісного обладнання, висококваліфікованого персоналу.

Формування якісних та кількісних характеристик (точності, шорсткості та інших) композитного поверхневого шару деталі на фінішній операції механічної обробки вимагає розрахунку та обґрунтування вибору елементів режиму різання, різального інструмента, верстатного устаткування.

Таким чином, у процесі виготовлення та відновлення деталей, що працюють в умовах тертя та зношування, слід дотримуватись комплексного підходу до технологічного забезпечення якості поверхневозміцненого шару, маючи на увазі з одного боку створення відновлюваних композитних покриттів з незначною крихкістю, достатньою для ремонтпридатності товщиною, твердістю, зі здатністю релаксувати напруження, що накопичуються, а з другого – забезпечення показників якості поверхні після механічної обробки.

Тому дослідження в межах означених завдань і, зокрема, створення технологічного методу хімічної обробки і наступного дифузійного хромування та формування показників якості поверхні методом лезової обробки є актуальними і має важливе значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана згідно з планом наукових досліджень кафедри технології матеріалів та поліграфічного машинобудування Української академії друкарства у рамках бюджетної науково-дослідної теми Б553-98 “Дослідження структури і властивостей поверхневих шарів на вуглецевих сталях після комбінованої зміцнюючої обробки”, номер Державної реєстрації 0198U002982, терміни виконання – 02.01.1998 р. – 31.12.2000 р.

Дисертаційна робота пов'язана з Програмою Кабінету Міністрів «Україна 2010» (проект 4 «Технологічне та технічне оновлення виробництва»).

Мета та завдання досліджень: *Мета роботи* – розробити комплексний технологічний метод формування якості робочих поверхонь деталей типу тіл обертання в процесі їх виготовлення і відновлення для підвищення ресурсу їх експлуатації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати вимоги до параметрів робочих поверхонь деталей пар тертя, що виникають в процесі їх експлуатації;
- обґрунтувати доцільність використання спрацьованих деталей пар тертя в якості заготовок;
- розробити ефективну технологію зміцнення робочих поверхонь деталей машин в процесі їх виготовлення і відновлення для підвищення їхнього ресурсу експлуатації;
- встановити механізм формування зміцнених шарів комплексним методом хімічної обробки і дифузійного хромування та забезпечення показників якості робочих поверхонь деталей пар тертя для посадок з'єднання;
- розробити оптимізаційну модель для проектування технологічного процесу забезпечення показників якості робочих поверхонь деталей пар тертя, які отримані методом комплексної обробки з врахуванням умов їх експлуатації;
- узагальнити результати досліджень, розробити практичні рекомендації щодо використання результатів досліджень для виготовлення і відновлення деталей пар тертя;
- розробити інженерний метод розрахунку режимів різання фінішної механічної обробки деталей, виготовлених і відновлених комплексним методом.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення і відновлення деталей типу тіл обертання зі зміцненням їх робочих поверхонь методом хімічної обробки і дифузійного хромування.

Предмет дослідження – зміцнення робочих поверхонь деталей типу тіл обертання хімічною обробкою і дифузійним хромуванням та технологічне забезпечення показників якості наступною механічною обробкою.

Методи досліджень. Теоретичні дослідження базувалися на основних положеннях технології машинобудування, математичної статистики, теорії графів, методів оптимізації тощо. Експериментальні дослідження виконувалися з використанням сучасних методик математичного планування експерименту на верстатах 1А616П та 3Б-151. Встановлення якісних та кількісних показників відновлених зміцнених поверхневих шарів після виготовлення і відновлення комплексним методом проводилось на основі топографічного, рентгеноспектрального і рентгенофазового аналізів. Результати експериментальних досліджень одержано за допомогою спеціально розробленого оснащення з використанням сучасних засобів та методів вимірювання.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Дістало подальший розвиток теоретичне обґрунтування складових профілю шорсткості залежно від елементів режиму різання на топографію обробленої поверхні, кінцева шорсткість якої складає R_a менше 2 мкм.
2. Вперше розроблено комплексний метод поверхневого зміцнення, який за

допомогою нових рецептур хімічного покриття та ізотермічної витримки при дифузійному хромуванні дозволяє багатократне відновлення спрацьованих деталей завдяки формуванню зовнішньої робочої композитної зони товщиною до 250 мкм.

3. Вперше розроблена оптимізаційна математична модель технологічного процесу виготовлення і відновлення деталей машин та виведені рівняння регресії для розрахунку шорсткості і точності робочих поверхонь пар тертя, отриманих комплексним методом.

4. Розроблено каскадний граф визначення оптимального технологічного процесу комплексного методу виготовлення деталей типу тіл обертання із врахуванням можливостей технологічних методів забезпечення якісних параметрів оброблених поверхонь.

Практичне значення одержаних результатів:

- запропоновано технологію виготовлення і відновлення деталей машин комплексним методом хімічної обробки і дифузійного хромування; технічну новизну розробок захищено 4 деклараційними патентами України на винаходи, 1 патентом України на винахід, 1 патентом України на корисну модель.

- експериментально підтверджено вплив режимів різання на формування шорсткості та точності відновленої поверхні після механічної обробки;

- розроблено практичні рекомендації для виготовлення і відновлення натурних деталей машин комплексною обробкою.

Використання запропонованих у роботі математичних залежностей, оптимізаційної моделі та методики з програмно реалізованими алгоритмами дає можливість на етапі технологічної підготовки виробництва суттєво зменшити її цикл і визначати оптимальні режими різання для кінцевої операції механічної обробки зміцнених шарів. Отримані результати можуть бути впроваджені на машинобудівних підприємствах, а також у науково-дослідних та проектних організаціях в процесі запуску у виробництво нових видів машин.

Проведені промислові випробування зміцнених комплексною обробкою сталевих деталей швидкозношувального вузла розкрійної головки швейних машин на українсько-швейцарському підприємстві „Весна” (м.Львів), які підтвердили високу зносостійкість, низьку собівартість і рекомендовані для використання замість деталі із твердого сплаву.

На підприємстві „Кроно-Україна” (Львівська обл., м.Кам’янка-Бузька), проведено промислові випробування деталей „Притиск різця” багаторізевої різальної машини МРГМ–50ГН, зміцнених комплексною обробкою. Встановлено, що ресурс зміцнених деталей порівняно із промисловими аналогами збільшився майже у 2 рази.

Розроблена та затверджена технологічна інструкція виготовлення штампів з нанесеним зміцнювальним покриттям для гарячого тиснення фольгою на друкованій продукції.

Польською фірмою «OŚRODEK NARCIARSKI KOTELNICS BIAŁCZAŃSKA Sp. z o.o.», придбано ліцензію на використання технології комплексної хімічної обробки і дифузійного хромування (патент України № 77102, автори: Стецько А.Є., Манько О.В.).

Окремі результати впроваджено в навчальний процес при викладанні дисциплін «Технологічні основи машинобудування», «Ремонт поліграфічного устаткування», «Технологія зміцнення деталей машин», які вивчають студенти спеціальностей 7.090202, 8.090202 «Технологія машинобудування» на кафедрі «Технології матеріалів та поліграфічного машинобудування» Української академії друкарства.

Анотація

Стецько А. Є. Підвищення якості поверхонь деталей, виготовлених і відновлених комплексним методом. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.08 – технологія машинобудування. – Тернопільський Національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2011р.

Робота присвячена розробленню комплексного методу виготовлення і відновлення поверхонь деталей типу тіл обертання хімічною обробкою і дифузійним хромуванням, в тому числі процесам фінішної обробки таких поверхонь для досягнення потрібних якісних показників. Розроблено технологічні операції і режими нанесення хімічного покриття і дифузійного хромування, технологічний маршрут комплексного методу. Розроблено теоретичні передумови впливу елементів режиму різання на топографію зміцненої поверхні; каскадні графи комплексної обробки деталей типу тіл обертання; метод оптимізації вибору технологічних чинників з метою забезпечення точності і шорсткості кінцевої механічної обробки деталей тіл обертання, в тому числі програму оптимізаційного процесу фінішної механічної обробки. Представлено результати експериментальних досліджень та промислових випробувань і практичні рекомендації виготовлення і відновлення деталей машин комплексним методом, проведено техніко-економічне обґрунтування комплексного методу.

Ключові слова: технологічний процес, шорсткість поверхні, механічна обробка, ресурс деталі, оптимізація технологічних параметрів.

Аннотация

Стецько А. Е. Повышение качества поверхностей деталей, изготовленных и восстановленных комплексным методом. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – технология машиностроения. – Тернопольский Национальный технический университет имени Ивана Пулюя. – Тернополь, 2011.

Работа посвящена разработке комплексного метода изготовления и восстановления поверхностей вращающихся деталей комплексным методом химической обработки и диффузионного хромирования и финишной механической обработки таких поверхностей. Комплексным методом формируются композиционные слои различной морфологии, которые позволяют изготавливать и восстанавливать детали машин, работающие в различных условиях. Установлен механизм формирования упрочненного поверхностного слоя комплексной обработкой. Разработаны теоретические предпосылки влияния элементов режима резания на топографию упрочненной поверхности. Установлено и

экспериментально подтверждено, что шероховатость обработанной поверхности существенно зависит от составляющей формы инструмента и кинематики его перемещения, деформации материала в зоне контакта с инструментом, шероховатости рабочей части инструмента, и несущественно зависит от колебаний резального инструмента. Получены рациональные режимы и параметры геометрии инструмента для обработки восстановленных поверхностей комплексным методом, который разрешает обеспечить шероховатость обработанной поверхности не выше $Rz < 10$ мкм или $Ra < 2$ мкм.

Геометрические параметры упрочненного слоя, полученного после комплексного метода, разрешают применять метод ремонтных размеров для восстановления изношенных поверхностей и использовать в качестве заготовок изношенную деталь, которая упрощает технологический процесс восстановления, сокращает его время и снижает затраты на детали при эксплуатации.

Приведена программа и методика проведения экспериментальных исследований, представлена конструкция экспериментальных и натурных образцов.

Проведено планирование и методику математической обработки результатов исследований параметров качества поверхностей после финишной механической обработки деталей, изготовленных комплексным методом.

Приведены результаты экспериментальных исследований для установления технологических условий для управления показателями качества упрочненного поверхностного слоя при разных условиях эксплуатации деталей машин, а также влияние рациональных режимов финишной механической обработки на геометрические параметры (шероховатость и прирост толщины) обработанной поверхности.

Разработаны каскадные графы комплексной обработки вращающихся деталей, разработан метод оптимизации выбора технологических параметров с целью обеспечения точности финишной механической обработки деталей тел вращения, в том числе блок-схему алгоритма оптимизации технологических параметров на финишной операции механической обработки и программу оптимизационного процесса финишной механической обработки деталей тел вращения, проведено технико-экономическое обоснование разработанного комплексного метода.

Ключевые слова: технологический процесс, шероховатость поверхности, механическая обработка, ресурс детали, оптимизация технологических процессов.

Summary

Stetsko, A. E. Upgrading of surfaces of the details made and recovered by a complex method. – Manuscript.

A thesis for the scholarly degree of Candidate of Engineering in speciality 05.02.08. – Technology of Mechanical Engineering. – Ternopil' National Ivan Pul'uj Technical University. – Ternopil', 2011.

Work is sanctified to development of complex method of making and proceeding in the surfaces of rundles chemical treatment and diffusive chrome-plating, including to the processes of finish treatment of such surfaces for the achievement of necessary quality indexes. Technological operations and modes causing of chemical coverage and diffusive

chrome-plating, technological route of complex method, are worked out. Theoretical pre-conditions of influence elements of the cutting mode are worked out on the topography of the fixed surface; cascade columns complex treatment of rundles; method of optimization choice of technological factors with the aim of providing of exactness and roughness of the eventual tooling of details of bodies of rotation, including program of optimization process of the finish tooling. The results of experimental researches and industrial tests and practical recommendations of making and proceeding in the details of machines are presented by a complex method, a feasibility study is conducted complex method.

Key words: technological process, topography surface, tooling, resource of detail, optimization technological process.