

Як відомо, пучок лазера є універсальним технологічним інструментом, що володіє унікально високими питомими енергетичними характеристиками для обробки матеріалів. Забезпечуючи щільності потужності в зоні впливу на поверхню металу більш ніж 10^8 Вт/см² випромінювання лазера відкриває можливість випаровування будь-яких металів при тривалості впливу наносекунди і менше [6]. При настільки малій тривалості енергетичного впливу зона термічного впливу дуже мала і вигорання хімічних елементів на новоствореній поверхні практично не відбувається.

Фізичні процеси, що відбуваються при лазерному очищенні поверхні, відрізняються великою різноманітністю і залежать від щільності потужності лазерного випромінювання на поверхні. Загальна схема процесів впливу лазерного випромінювання на матеріали стосовно до очищення поверхні приведена на схемі рис. 1.

Процеси лазерного нагрівання, випаровування і абляції матеріалу з утворенням плазми, а також швидке теплове розширення і виникнення ударних хвиль лежать в основі механізмів лазерного очищення, в той час як світіння плазми і акустичний сигнал в повітрі можуть бути використані для контролю режимів і ступеня очищення. Таким чином, для очищення цікавим є весь спектр процесів взаємодії лазерного випромінювання з речовиною, причому не тільки на повітрі, але і в рідкому середовищі, де найчастіше процеси видалення забруднень йдуть набагато більш ефективно і при менших потужностях випромінювання.

Висока продуктивність лазерного очищення поверхні, що досягає декількох квадратних метрів на годину, більш висока екологічна безпека, відсутність витратних матеріалів, висока технологічна відтворюваність процесу, а також можливість комплексно вирішувати проблему очищення поверхні, видаляючи одночасно як органічні, так і неорганічні забруднення, і вирішуючи питання технологічної спадковості поверхневого шару, відкриває широкі потенційні можливості впровадження даної технології в різних галузях промисловості.

Інформаційні джерела

1. Мейман Т. Лазерная Одиссея. – Изд. Печатные Традиции, 2010. – 232 с.
2. Реди Дж. Промышленные применения лазеров. – М.: Мир. 1981. – 638 с.
3. Крылов К.И., Прокопенко В.Т., Митрофанов А.С. Применение лазеров в машиностроении и приборостроении. Л., Машиностроение, 1978. – 335 с.
4. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюрлов А.И. Технологические процессы лазерной обработки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664 с.
5. Вейко В.П., Либенсон М.Н. Лазерная обработка. – Л., Машиностроение, 1973. – 191 с.
6. Вейко В.П., Либенсон М.Н., Червяков Г.Г., Яковлев Е.Б. Взаимодействие лазерного излучения с веществом, силовая оптика. М., Физматлит, 2008. – 312 с.

УДК 621.822

В.Ю. Денисюк, к.т.н., Ю.С. Лапченко, к.т.н.

Луцький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ БАГАТОІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ НАЛАГОДЖЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ БАГАТОШПИНДЕЛЬНИХ ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ

Розглянуто методикау пришвидшеного налагодження багатошпиндельних токарних автоматів в умовах багатоменклатурного підшипникового виробництва, яка дала можливість провести оптимізацію продуктивності верстату за рахунок зміни технологічного процесу виготовлення кілець роликотоподшипників, запропонувати оптимальні режими різання для різних інструментів з різною межею стійкості. Розроблено алгоритм автоматизованого проектування структур та параметрів багатоінструментальних налагоджень токарних автоматів, що дозволило на стадії технологічного проектування прогнозувати оптимальні параметри хвилястості.

Ключові слова: токарний автомат, підшипник, багатоінструментальна операція, багатоменклатурне виробництво, оптимізація.

Рассмотрена методика ускоренного налаживания многошпиндельных токарных автоматов в условиях многоменклатурного подшипникового производства, которая позволила провести оптимизацию производительности станка за счет изменения технологического процесса изготовления колец роликотоподшипников, предложит оптимальные режимы резания для различных

инструментов с разной границей устойчивости. Разработан алгоритм автоматизированного проектирования структур и параметров многоинструментальных настроек токарных автоматов, что позволило на стадии технологического проектирования прогнозировать оптимальные параметры волнистости.

Ключевые слова: токарный автомат, подшипник, многоинструментальная операция, многономенклатурное производство, оптимизация.

The method of streamlined communication multi-lathe machines in terms of a multiple bearing production, which made it possible to optimize the productivity of the machine tool by changing the process of manufacturing roller rings, offer optimum cutting conditions for different instruments with different boundary resistance. The algorithm aided design of structures and parameters adjusted poly-instrument lathe machines, allowing for technological design stage to predict the optimum parameters of waviness.

Keywords: lathe machine, bearing, poly-instrument operation, a multiple production optimization.

Для підвищення ефективності операцій механічного оброблення деталей підшипників, а також забезпечення необхідної якості робочих поверхонь кілець в умовах автоматизованого переналагоджувального виробництва, необхідно розробити нові ефективніші методи проектування і керування технологічними процесами виготовлення окремих деталей підшипників в цілому та кілець підшипників, зокрема. Тому, актуальним є розв'язання важливої науково-технічної задачі технологічного забезпечення якості формоутворення оптимальних параметрів мікрорельєфу робочих поверхонь кілець та експлуатаційних властивостей роликпідшипників в умовах автоматизованого переналагоджувального підшипникового виробництва.

Для вирішення задачі підвищення гнучкості технологічної підготовки багатошпindelних токарних автоматів необхідно виявити передумови уніфікації технологічних варіантів обробки в умовах частой зміни номенклатури виробів, які випускаються. Система технологічної підготовки багатошпindelних токарних автоматів в умовах багатонomenclатурних виробництв повинна бути універсальною і гнучкою, тобто забезпечувати технологічне сприйняття з врахуванням оптимізації технологічного маршруту обробки деталей конструктивно-технологічного ряду [1, 2, 3].

Принцип розробки методу гнучкої технологічної підготовки багатошпindelних токарних автоматів заснований на використанні не типових технологічних процесів, а уніфікованих технологічних рішень. Для цього особливо важливе значення одержує методика рішення оптимізаційних задач.

Технологічна операція в умовах багатоінструментальної обробки деталей на багатошпindelних токарних автоматах являє собою складну динамічну систему, в якій у єдиному комплексі взаємозалежні робочі елементи верстата, різальний і допоміжний інструменти, оброблювана деталь, а також допоміжні пристрої.

Технологічна підготовка багатошпindelних токарних автоматів здійснюється в системі САПР, що дозволяє скоротити час технологічного проектування. Це особливо важливо в умовах багатонomenclатурного виробництва, оскільки САПР дозволяє оперативно вносити зміни до технологічних рішень.

Для реалізації поставленого завдання використано метод гнучкої технологічної підготовки токарних автоматів з елементами САПР. Математичне моделювання і оптимізація технологічних рішень при проектуванні інструментальних налагоджень токарних автоматів є актуальним при технологічній підготовці процесів механічного оброблення в умовах застосування гнучких автоматизованих виробництв. Особливо важливим і типовим завданням оптимізації інструментальних налагоджень є, отримання оптимальних структур технологічних операцій і налагоджень, тобто такий розподіл інструментальних переходів за супортами і позиціями верстату, який при максимальній продуктивності дозволив би скоротити до мінімуму величину питомої собівартості кілець підшипників, що виготовляються, в цілому, і токарну обробку зокрема.

Рішення подібних задач сприяє підвищенню продуктивності праці, ефективному використанню металорізального устаткування, інструменту і оснащення, а також створює передумови для підвищення ефективності гнучких виробництв.

Побудова алгоритму розв'язку задачі структурної оптимізації при проектуванні інструментальних налагоджень засноване на тому припущенні, що на попередніх етапах технологічної підготовки виробництва вирішені наступні питання:

1. Проведений вибір моделі металообробного устаткування.
2. Проведені заходи з уніфікації інструменту, оснащення і технології.
3. Заздалегідь призначені (уніфіковані) методи обробки типових поверхонь.
4. Початковою інформацією для побудови робочого алгоритму служить:

- модель структури обробленої заготовки;
- масив уніфікованих інструментальних переходів, необхідних для оброблення деталей даної класифікаційної групи;
- характеристики базових поверхонь;
- характеристика вибраної моделі токарного автомата у вигляді масиву початкових даних про верстат.

На етапі формування інструментальних переходів у вигляді постійної інформації використовується інформація про деталь, заготовку та інформація, що стосується характеристики геометричних поверхонь, що входять в структуру даної деталі, коду поверхонь.

Як змінна інформація, яка необхідна для визначення числа елементарних переходів, на кожну геометричну поверхню використовується набір умов і обмежень.

Вирішення задачі формування інструментальних переходів ведеться у наступній послідовності:

1. Перегляд в циклі всіх поверхонь геометричної структури даної деталі.
2. Визначення необроблених поверхонь.
3. Аналіз ознак поверхні, вибір відповідної ознаці підпрограми зі своїм набором умов і обмежень.
4. Визначення числа проходів для даної поверхні.
5. Визначення значення середньої довжини поверхонь деталі у напрямку осей.
6. Порівняння $L_{cp} \cdot \chi_{uc}$ з максимальною довжиною 1-ї $L_{i \max}$ поверхні;
7. При виконанні умов оброблення:

$$L_i > k_i \cdot L_{cp}. \quad (1)$$

Першу поверхню розбити на два інструментальних переходи, цикл продовжити до моменту, коли умова (1) не виконуватиметься. Результат розв'язку задачі на даному етапі є початковою інформацією для побудови алгоритму формування блокових переходів.

Постійна інформація, що використовується на етапі розв'язку задачі оптимального розподілу інструментальних переходів за супортами верстату, є набір умов і обмежень, що визначають розташування інструментальних переходів на поздовжньому і поперечному супортах:

1. Умови належності переходів поздовжньому і поперечному супортам.
2. Умови черговості переходів за зменшенням діаметру (для зовнішніх поверхонь) і за збільшенням діаметру (для внутрішніх поверхонь).
3. Умови черговості переходів обох видів (чергування).
4. Обмеження на послідовність переходів.
5. Обмеження на поєднання переходів за супортами.

Як приклад для перевірки реальності застосування розробленої методики проектування інструментальних налагоджень при обробленні деталей інших класів проводився аналіз процесу оброблення кілець 7515 на шестишпindelних токарних автоматах моделі 1Б265-6П. При побудові алгоритму розв'язання задачі проектування оптимального багатоінструментального налагодження змінився характер умов і обмежень, які накладаються на послідовність та поєднання технологічних переходів. Оскільки під час оброблення заготовки на токарних операціях важливим параметром є хвилястість необхідно врахувати співвідношення частоти коливання інструменту f та обертання заготовки n в процесі оброблення. Для визначення найкращого співвідношення в запропонованому алгоритмі окремим процесом виділено цикл корегування хвилястості (рис. 2).

Блок-схема алгоритму розв'язку задач формування числа інструментальних переходів і розподіли останніх за супортами верстату показана на рис. 1.

В зв'язку з цим доцільно привести наступну класифікацію умов і обмежень. Умови розподілу переходів за супортами, тобто умови формування блокових переходів:

1. На поздовжньому супорті обробляються всі ті поверхні, для яких в таблиці даних є позитивні значення характеристик. Ця умова записується як

$$X_{\max i} \bigcap Y_{\max i} = 1 \quad (2)$$

Додатковою умовою належності поверхні подовжньому супорту є ρ_1 , тобто всі внутрішні поверхні.

2. Поверхні, для яких не виконується умова (2), оброблюються за допомогою поперечних супортів.

Умови впорядкованості переходів за послідовністю обробки для кожного супорта.

Для поздовжнього супорта:

- для будь-яких внутрішніх переходів повинна виконуватися умова: перехід N_i передре переходу N_j , якщо

$$D_i < D_j n(l_i n l_j) = 1 \quad (3)$$

де D_i, D_j – зовнішні діаметри даних поверхонь;

- для всіх зовнішніх поверхонь (ρ_0) повинна виконуватися умова:

$$D_i > D_j n(l_i \cup l_j) = 0 \quad (4)$$

тобто першою оброблюється поверхня з великим значенням зовнішнього діаметру D_i .

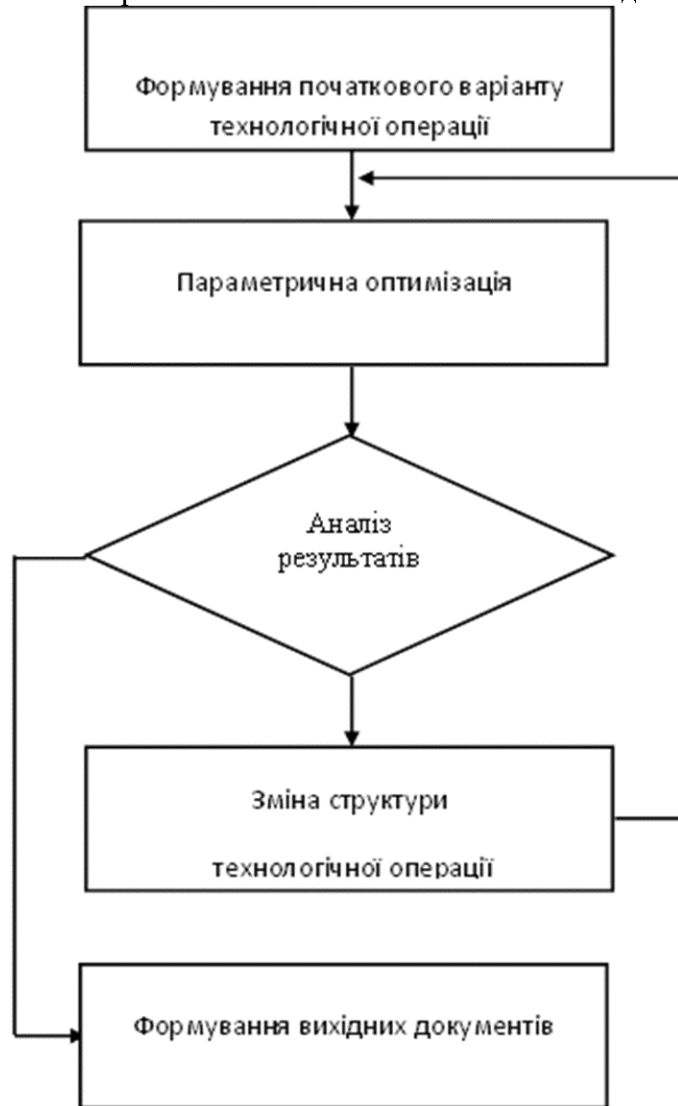


Рис.1. Принциповий алгоритм направлено пошуку оптимального технологічного рішення в САПР інструментальних налагоджень

Для поперечних супортів:

- перехід з кодом (підрізування торця) – завжди на першому місці.

Обробка поверхонь на поперечному супорті з кодом k_1 , що має позитивні координати y_{max} та y_{min} можлива за умови оброблення поверхні k_0 з координатами по осі OY , найближчими до y_{min} та найближчу до y_{max} поверхню k_1 на поздовжньому супорті.

Умови сумісності переходів на окремих позиціях:

1. На одній позиції можлива обробка зовнішніх і внутрішніх циліндрових, конічних і складних поверхонь.
2. На одній позиції можлива одночасна обробка поверхонь поперечного і поздовжнього супорта з урахуванням наступних обмежень M .

Обмеження на поєднання і послідовність виконання переходів M :

- оброблення зовнішніх поверхонь поздовжнього супорта;
- два переходи по обробленню зовнішніх циліндрових поверхонь на одній позиції не суміщати;
- оброблення двох внутрішніх поверхонь на одній позиції не суміщати;
- оброблення зовнішніх поверхонь поздовжнього та поперечного супортів;
- заповнення переходу на поперечному супорті можливо за наявності обробленої зовнішньої поверхні поздовжнього супорта з найближчим y_{max} з найбільших значень;

- максимально можливе число переходів оброблення зовнішніх поверхонь поздовжнього супорта – 5, а внутрішніх – 4;
- на останній позиції число переходів n_N не повинно перевищувати 3.

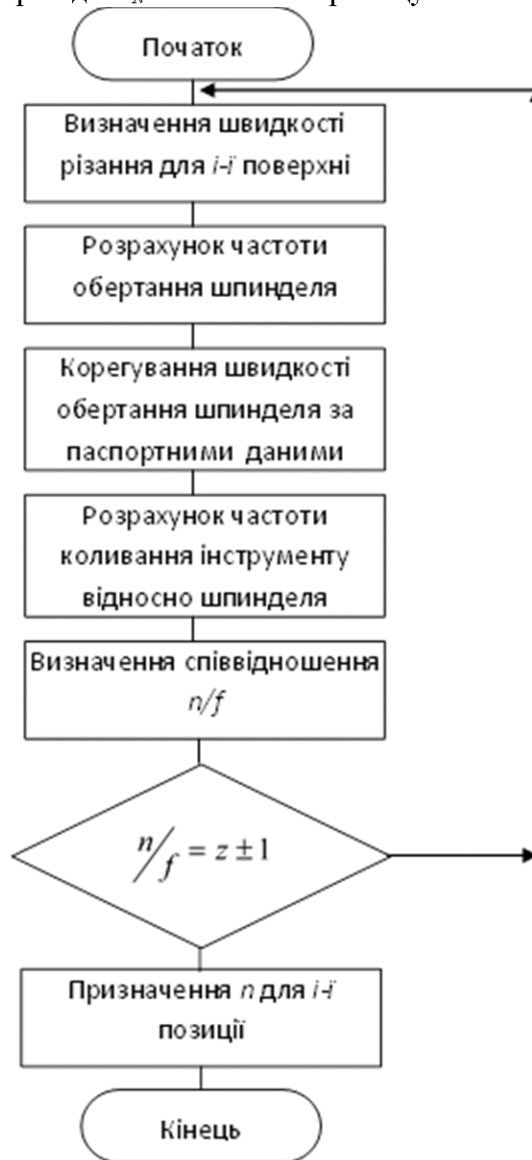


Рис. 2. Алгоритм корегцівання хвилястості в оброблення кілець на токарно-автоматичних операціях

На основі розробленого алгоритму складена програма вирішення загальної оптимізаційної задачі. Одержано оптимальне рішення, яке може бути представлено у вигляді таблиці розподілу інструментальних переходів за супортами і позиціями токарного автомата мод. 1Б265П-6К для мінімального значення цільової функції. Розроблена інженерна методика пришвидшеного налагодження багатошпиндельних токарних автоматів в умовах багатономенклатурного підшипникового виробництва дала можливість оптимізувати продуктивність верстату за рахунок зміни структури технологічного процесу виготовлення кілець роликотпідшипників, запропонувати оптимальні режими різання для інструментів з різними значеннями прогнозованої стійкості. На основі проведених досліджень розроблено алгоритм автоматизованого проектування структур та параметрів багатоінструментальних налагоджень токарних автоматів, що дозволило на стадії технологічного проектування прогнозувати оптимальні параметри хвилястості. Для цього розроблено процедуру корегування хвилястості робочої поверхні кільця підшипника (рис. 2), яка дозволила стабілізувати експлуатаційні характеристики роликотпідшипників.

Розроблена методика автоматизованого формування структури та параметрів багатоінструментальної операції та інструментального налагодження шестишпиндельних токарних автоматів дозволила в 2 рази скоротити час технологічної підготовки багатоінструментальних токарно-автоматичних операцій.

Інформаційні джерела

1. Автоматизированное проектирование оптимальных наладок металлорежущих станков / А.М. Гильман, Г.В. Гостев, Ю.В. Егоров, Ю.В. Ясаков. – М.: Машиностроение, 1984. – 168 с.
2. Темчин Г.И. Многоинструментальные наладки / Теория и расчет. – М.: Машиностроение, 1978. – 309с.
3. Денисюк В.Ю. Методика формування структури технологічної операції та інструментального налагодження для багатошпindelних токарних автоматів // “Перспективні технології та прилади”. Збірник наукових праць. Випуск №2. м. Луцьк, жовтень 2012 р. – Луцьк: Луцький НТУ, 2012. – С. 59–56.

УДК 621.548

Д.А. Дмитриев¹, д.т.н., П.П. Ремизов², С.А. Русанов¹, к.т.н., А.А. Лобов¹, к.т.н.

Херсонский национальный технический университет¹

Научно-производственное предприятие «РЕМИЗЛАБ»²

ПРОГНОЗИРУЕМАЯ МОЩНОСТЬ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ «КАСКАД-3»

Проверена работоспособность малой ветровой энергетической установки с вертикальным расположением турбин. Рассчитаны аэродинамические параметры потоков воздуха как динамические поля скоростей, давлений, изменяющихся во времени и в зависимости от входных условий ветровой нагрузки. Получены графики во времени вероятных значений крутящих моментов на осях турбин энергоустановки. Проведен структурный и параметрический анализ геометрических характеристик тканевого конфузора в зависимости от изменений скорости ветра на входе в установку.

Ключевые слова: конфузор, набегающий поток ветра, моделирование, поле давлений, мощность, крутящий момент.

Перевірено працездатність малої вітрової енергетичної установки з вертикальним розташуванням турбін. Розраховано аеродинамічні параметри потоків повітря як динамічні поля швидкостей, тисків, що змінюються в часі й залежно від входних умов вітрового навантаження. Отримано графіки у часі ймовірних значень крутних моментів на осях турбін энергоустановки. Проведено структурний і параметричний аналіз геометричних характеристик тканевого конфузору залежно від змін швидкості вітру на вході в установку.

Ключові слова: конфузор, потік вітру, моделювання, поле тисків, потужність, крутний момент.

The capacity of small wind power plant is tested with the vertical location of turbines. The aerodynamic parameters of blasts as dynamic fields of speeds, pressures time-varying and depending on the entrance terms of the wind loading are expected. Charts are got in time of credible values of twisting moments on the axes of turbines of энергоустановки. The structural and self-reactance analysis of geometrical descriptions of tissue contractor is conducted depending on the changes of speed of wind on included in setting.

Keywords: contractor, appearing suddenly stream of wind, design, field of pressures, power, twisting moment.

Постановка проблемы. Ветроэнергетика в развитых странах играет значительную роль как часть энергетических систем, при этом в некоторых странах она является одной из главных составляющих альтернативной энергетики [1]. Известно [2], что одним из наибольших препятствий для использования ветроэнергетических установок (ВЭУ) является их высокая стоимость. Широкий спектр типов ВЭУ предполагает значительные расходы еще на проектных этапах, а в удельных показателях это особенно заметно для малых ВЭУ, где отношение к стоимости изготовления опытных образцов будет значительным. Стоимость проектных работ можно снизить за счет использования численных расчетов в системах, как целевым образом предназначенных для расчетов ВЭУ [3], так и в универсальных CFD программах, таких как ANSYS CFX, ANSYS Fluent, Autodesk Simulation CFD, Comsol Multiphysics и др.

Далее представлены результаты применения подобных расчетов в рамках научно-исследовательской работы проведенной на кафедре «Основы конструирования» Херсонского национального технического университета (тема ГР № 2/2014 договор от 16.06.14г.) - "Розрахунок