

Список використаних джерел

1. Анохин А. П. Отечественные автомобили / А. П. Анохин. – М.: Наука, 1968. – С. 5-10.
2. Очерки истории техники в России с древнейших времен до 60-х годов XX века / под ред. В. И. Остольского. – М.: Наука, 1978. – 375 с.
3. Паламарчук М. М. Економічна і соціальна географія України з основами теорії: посібник / М. М. Паламарчук, О. М. Паламарчук. – К.: Знання, 1998. – С. 376-392.
4. Пікашова Т. Д. Основи історії науки і техніки / Т. Д. Пікашова, Л. О. Шашкова. – К.: ІЗМН, 1997. – 400 с.
5. Розміщення продуктивних сил: підручник / за ред. В. В. Ковалевського, О. Л. Михайлюк, В. Ф. Семенова. – К.: Знання, КОО, 1998. – С. 376-392.
6. Розміщення продуктивних сил: підручник / за ред. Є. П. Качана. – К.: Вища школа, 1998. – С. 139-149.
7. Рубец А. Д. История автомобильного транспорта России: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. Д. Рубец. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2004. – 304 с.
8. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля / А. П. Солтус. – К.: Арістей, 2006. – С. 7-11.

УДК 621.923.5

М.М. Підгаєцький, канд. техн. наук

К.К. Щербина, аспірант

Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград, Україна

УТВОРЕННЯ СКЛАДНОЇ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЗЕРНА ПРИ ХОНІНГУВАННІ ОТВОРІВ

Запропоновано методику утворення складної траєкторії руху зерна у вигляді фігур Ліссажу в процесі хонінгування отворів, з використанням мехатронного продукційного хонінгуювального верстата з адаптивно-програмним керуванням, що дозволить покращити продуктивність обробки та підвищити геометричну точність обробляемого отвору.

Предложена методика образования сложной траектории движения зерна в виде фигур Лиссажа в процессе хонингования отверстий, с использованием мехатронного производственного хонинговального станка с адаптивно-программным управлением, что позволит улучшить продуктивность обработки и повысить геометрическую точность обрабатываемой детали.

Proposed a method of formation of the difficult trajectories of movement of grain in the form of Lissajous figures in the course of a honing of bores, with use of the mechatronic productional honing machine with adaptive programmed control that will allow to improve efficiency of processing and improve the geometric accuracy of a processed detail.

Постановка проблеми. Підвищення геометричної точності обробляемого отвору та покращення продуктивності процесу хонінгування отворів є постійною науково-технічною проблемою процесу фінішної обробки отворів. Одним з перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є створення складної траєкторії руху зерна у вигляді фігур Ліссажу за рахунок додавання додаткових коливальних рухів, так названих рухів осциляції, а саме, колових та осьових з різномірною частотою та амплітудою коливань з використанням спеціальних механізмів осциляції.

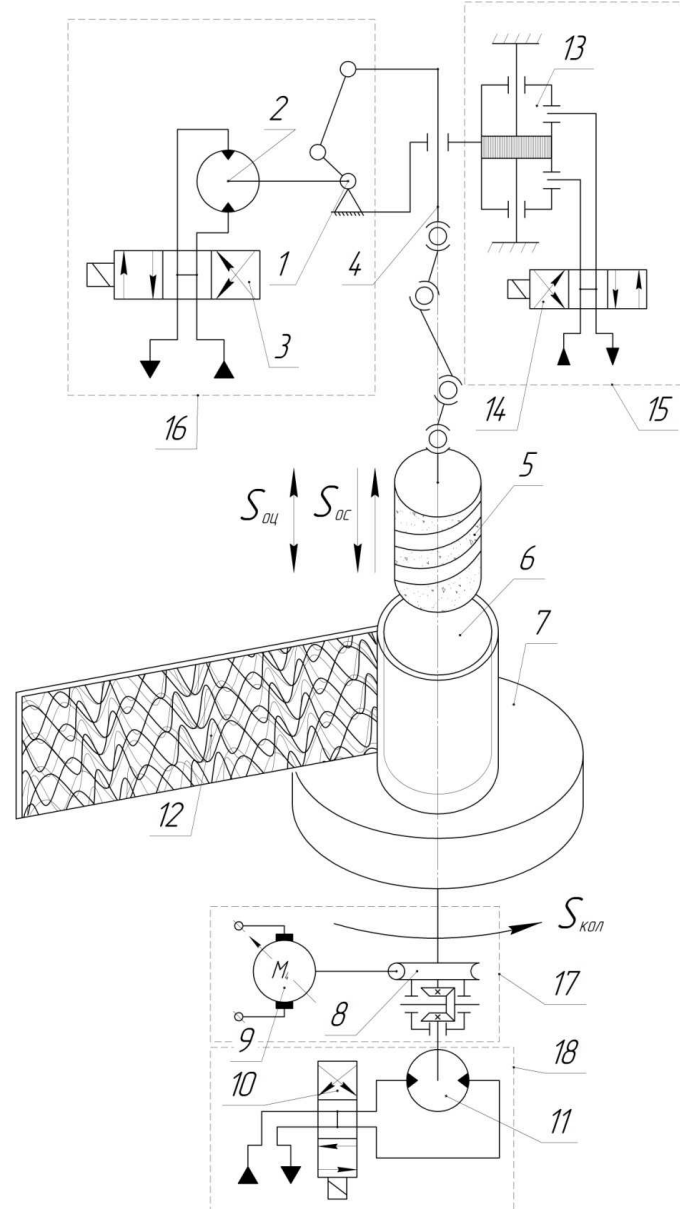
Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження механізмів осьової осциляції, що використовуються в сучасних верстатах [1], вказало на неможливість утворення складної траєкторії руху зерна у вигляді фігур Ліссажу. Дослідження існуючих механізмів осциляції з адаптивним керуванням процесом утворення складної траєкторії руху зерна у вигляді фігур Ліссажу [2] вказують на складну конструкцію самих механізмів та систем адаптивного керування, що призводить до нестабільної роботи системи адаптивного керування. Це явище пов'язане з тим, що процеси проходять у різномірних функціональних середовищах та з зосередженням цих рухів на шпіндельному вузлі верстата, а саме на інструменті.

Мета статті. Метою роботи є розробка простої конструкції механізмів осциляції для створення складної траєкторії руху зерна у вигляді фігур Ліссажу з можливістю

адаптивно-програмного керування та диференціації осцилюючих рухів між вузлами верстата, а саме інструментом та деталлю.

Виклад основного матеріалу. Дослідження вказали на необхідність створення простих за конструкцію та принципом керування механізмів осцилятивних рухів та необхідність диференціації рухів між інструментом та деталлю для уникнення виникнення автоколивань в процесі роботи.

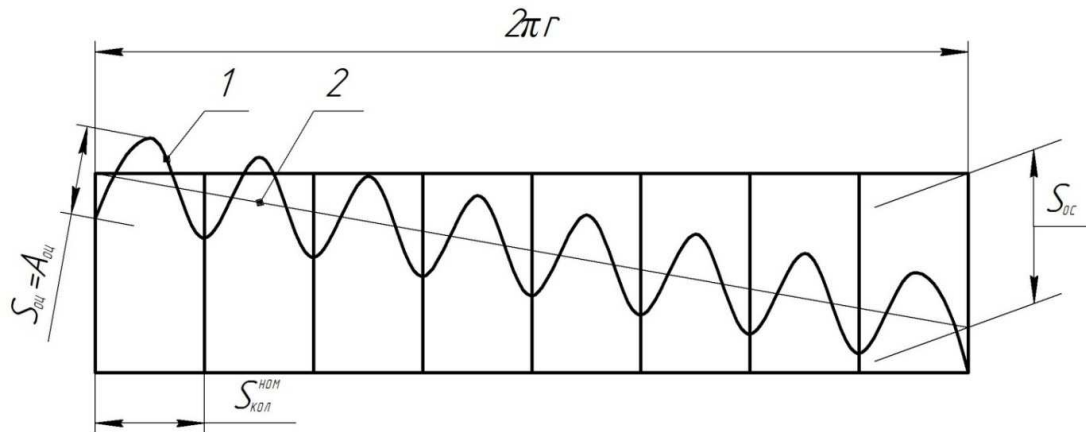
Отже, розглянемо конструкцію механізму осьової осциляції мехатронного продукційного хонінгувального верстату з адаптивно-програмним керуванням (МПХВАК) (рис. 1) [3]. Механізм осьової осциляції буде виконаний у вигляді кривошипно-повзунного механізму 1, котрий буде приводитися в дію за рахунок гідромотору 2.



- 1 – кривошипно-повзуний механізм; 2 – гідравлічний двигун; 3 – гідророзподільник; 4 – шарнірний механізм; 5 – інструмент; 6 – деталь; 7 – стіл; 8 – диференціал; 9 – кроковий електродвигун; 10 – гідророзподільник; 11 – гідравлічний двигун; 12 – траєкторія руху зерна; 13 – гідроциліндр; 14 – гідророзподільник; 15 – механізм осьової подачі; 16 – механізм осьової осцилюючої подачі; 17 – механізм колової осцилюючої подачі; 18 – механізм колової подачі

Рис. 1. Схема взаємодії механізмів на мехатронному продукційному хонінгувальному верстаті з адаптивно-програмним керуванням

Побудуємо математичну модель утворення траєкторії руху зерна при осьовій осциляції. Умовно прийнемо, що швидкість обертання буде постійною ($V_o = \text{const}$) та часом руху ($t = \text{const}$), розгорнута на площину проєкція оброблюємого отвору з траєкторію руху зерна наведена на рисунку 2. Необхідно зазначити, що час руху зерна буде визначатися часом одного циклу осьової осциляції. При цьому цей час є базовим для побудови всіх інших траєкторій руху зерна.



1 – траєкторія руху зерна інструменту; 2 – гвинтова лінія; A_{oc} – амплітуда коливань; S_{oc} – осьова подача; $S_{кол}^{ном}$ – номінальна колова подача; S_{oc} – подача осьової осциляції; r – радіус кола

Рис. 2. Покадрова схема траєкторії руху зерна інструменту при осьовій осциляції розгорнута на площину

Отримана траєкторія руху зерна завдяки механізму осьової осциляції буде визначатися за синусоїдальним законом та буде мати такий вигляд [4].

$$\begin{cases} X = V_o * t \\ Y = A_{oc} \sin(n_{дв} * i_{кп}) + V_{oc} t \end{cases}$$

де X – координата точки на вісі X ; V_o – швидкість обертання; t – час переміщення; Y – координата точки на вісі Y ; A_{oc} – амплітуда осьових коливань; $n_{дв}$ – частота обертання гідромотору; $i_{кп}$ – передатне відношення кривошипно-повзунного механізму; V_{oc} – швидкість поступального руху інструменту.

Слід зазначити, що МПХВАП має привід обертання деталі, що створює передумову створення механізму колової осциляції МПХВАП саме для надання колових осцилятивних рухів деталі. Механізм колової осциляції МПХВАП представлений на рисунку 1. Він складається з диференціалу 8, гідравлічного двигуна 11 та крокового електродвигуна 9.

Механізм колової осциляції працює таким чином. Гідравлічний двигун 11 обертається з постійною частотою, а кроковий електродвигун 9 зі змінною частотою. Частота цих коливань сумується диференціалом 43, що призводить до постійної зміни швидкості обертання столу, що створює колове коливання.

При постійній швидкості поступальних рухів інструменту ($V_{oc} = \text{const}$) та постійному часі переміщення ($t = \text{const}$) з круговими коливаннями траєкторія руху зерна інструменту буде мати схожий характер з траєкторією при осьових коливаннях, лише буде направлена в перпендикулярному напрямку, визначатиметься за тим самим синусоїдальним законом [4] та буде визначатися такою математичною моделлю

$$\begin{cases} X = A_o \sin\left(\frac{z_3}{z_4} n_{дв} \pm 2 \frac{z_1}{z_2} n_{кд}\right) t + V_{oc} t \\ Y = V_{oc} * t \end{cases}$$

де A_0 – амплітуда кругових коливань; $n_{гд}$ – частота обертання гідравлічного двигуна; $n_{кд}$ – частота обертання крокового двигуна; z_1, z_2, z_3, z_4 – кількість зубів відповідного колеса диференціалу.

Поєднаємо обидва рухи осциляції та отримаємо траєкторію руху зерна (рис. 3).

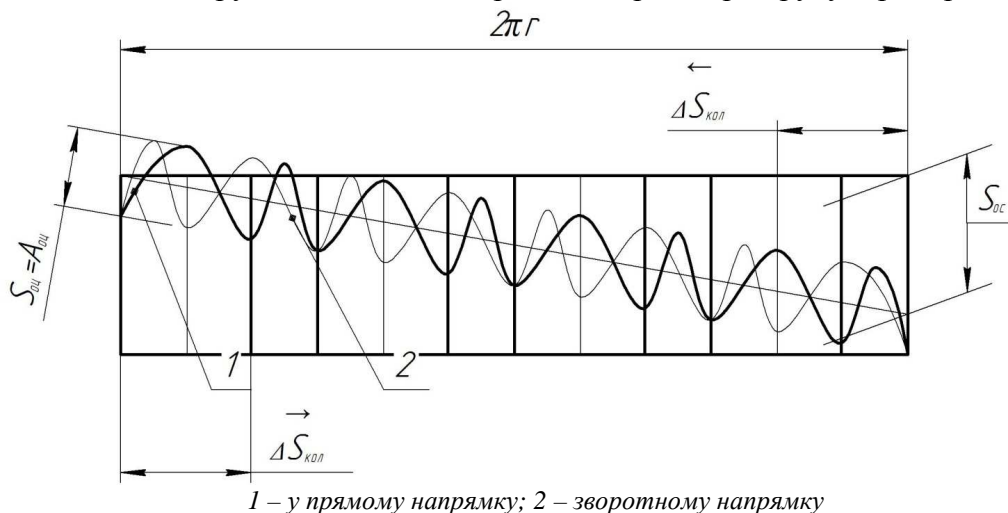


Рис. 3. Покадрова схема траєкторії руху зерна інструменту в прямому і зворотному напрямку, розгорнута на площину зі зміною колової подачі у два рази

Отримана траєкторія руху зерна буде визначатися за такою математичною залежністю

$$\begin{cases} X = A_0 \sin\left(\frac{z_3}{z_4} n_{гд} \pm 2 \frac{z_1}{z_2} n_{кд}\right) t + V_{oc} t \\ Y = A_{oc} \sin(n_{об} * i_{кл}) + V_{oc} t \end{cases}$$

Отримана математична залежність дозволить створити алгоритм роботи системи адаптивного керування МХПВАП.

Також слід зазначити, що отримана траєкторія руху зерна, утворює на поверхні мікрорельєф у вигляді фігур Ліссажу.

Аналіз траєкторії руху зерна на рисунку 3 дозволив визначити залежність, за якою буде змінюватися колова подача в процесі обробки.

$$S_{кол} = f(S_{oc}) \pm f(S_{oc}).$$

Отримана залежність вказує на те, що головним факторами створення складної траєкторії руху зерна є значення осьової подачі і значення подачі осьової осциляції.

Висновки. Розроблені конструкції механізмів осциляції, які дозволяють створювати складну траєкторію руху зерна у вигляді фігур Ліссажу на базі МХПВАПК, мають досить просту конструкцію і передбачають безступеневе регулювання, що дозволить оптимально підібрати значення частоти та амплітуди коливань.

Встановлені математичні залежності, які визначають траєкторію руху зерна в процесі хонінгування, на базі яких буде розроблений алгоритм роботи системи адаптивного керування процесом на МХПВАПК.

Ці фактори дозволяють отримувати будь-яку щільність утвореної сітки слідів на мікрорельєфі поверхні деталі, що дасть змогу максимально підвищити продуктивність обробки та покращити геометричну точність оброблюваної деталі.

Список використаних джерел

1. Муратов К. Р. Хонинговальный модульный станок / К. Р. Муратов, А. М. Ханов // Станки и инструмент. – 2006. – № 12. – С. 5-6.
2. Прогрессивные методы хонингования / С. И. Куликов, Ф. Ф. Ризванов, В. А. Романчук, С. В. Ковалевский. – М.: Машиностроение, 1983. – 134 с.

3. Підгаєцький М. М. Продукційний хонінгувальний верстат з адаптивно-програмним керуванням / М. М. Підгаєцький, К. К. Щербина, О. В. Лобода // Техніка в с/г виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Вип. 25. – Кіровоград, 2012.

4. Муратов К. Р. Эффективный метод хонингования прецизионных сквозных отверстий. Современные организационные, технологические и конструкторские методы управления качеством: сборник научных трудов / К. Р. Муратов. – Пермь: ГОУ ВПО ПГТУ, 2006. – С. 70-72.

УДК 629.113.011

А.П. Фалалеев, канд. техн. наук

Севастопольский национальный технический университет, г.Севастополь, Украина

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ЭВОЛЮЦИЮ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДВУХФАЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Експериментально досліджено вплив температурних режимів кузовного ремонту на еволюцію прочностних характеристик деформаційно-упрочнених деталей із двофазної сталі DP980. Знайдені коефіцієнти емпіричної еволюційної залежності параметрів упрочнення від технологічних режимів ремонту. Показано, що для двофазної сталі спостерігається тенденція до зменшення міцності та зменшення роботи зміцнення при нагріві.

Ключевые слова: двофазная сталь, кузовной ремонт, деформационное упрочнение, технологический нагрев.

Експериментально досліджено вплив температурних режимів кузовного ремонту на еволюцію міцності деформаційно зміцнених деталей із двофазної сталі DP980. Знайдені коефіцієнти емпіричної еволюційної залежності параметрів зміцнення від технологічних режимів ремонту. Показано, що для двофазної сталі спостерігається значне зменшення міцності та зменшення роботи зміцнення в зв'язку з нагрівом.

Ключові слова: двофазна сталь, кузовний ремонт, деформаційне зміцнення, технологічний нагрів.

Influence of car body repair temperature to the strength of preliminary deformed parts produced from dual phase steel DP980 was experimentally investigated. Coefficients of empirical evolutionary function of strength on the technological regimes of repair were found. It is shown that for the dual phase steel there is a tendency of strength and hardening work decreasing due to the technological heating.

Key words: dual phase steel, car body repair, strength, deformational hardening, technological tempering, technological heating.

Двухфазные стали получили широкое распространение при изготовлении несущих деталей автомобильных кузовов, отвечающих за пассивную безопасность и поглощение энергии во время столкновения. Механические свойства подобных сталей зависят от термической обработки и от накопленной пластической деформации. В состоянии поставки сталь имеет низкий предел текучести, что позволяет изготавливать детали традиционными методами холодной штамповки, но при пластическом деформировании они значительно упрочняются.

Двухфазные стали получают путем неполной закалки малоуглеродистых сталей в области критических температур фазовых переходов, что формирует ферритно-мартенситную структуру. За счет распределения зерен мартенсита в ферритной матрице двухфазные стали имеют высокую степень упрочнения при деформации, позволяющую поглощать большее количество энергии при столкновении по сравнению с обычными сталями.

Учитывая деформационную и температурную технологическую наследственность двухфазных сталей, при определении их механических свойств необходимо учитывать направления и величины приобретенной пластической деформации, предшествующие температуре и длительности нагрева.

Исследованию эволюции механических свойств двухфазных сталей в зависимости от накопленных пластических деформаций посвящены работы [1; 2]. В работах [2; 3] исследуется влияние температур закалки и отпуска на прочность и пластичность двухфазных сталей. Авторами отмечается существенное изменение величины упрочнения, которое связано с объемом мартенситной фазы в микроструктуре полученной стали. В работах [3, 4]