

Список литературы

1. Александровский Н. М. Элементы теории оптимальных систем автоматического управления [Текст] / Александровский Н. М. – М.: Энергия, 1969. – 128 с.
2. Ли Э. Б. Основы теории оптимального управления [Текст] / Ли Э. Б., Маркус Л. – М.: Наука, 1972. – 578 с.

Vladimir Smirnov, Assos. Prof., PhD tech. sci., Nataliya Smirnova, Assos. Prof., PhD tech. sci.

Kirovohrad National Technical University, Kirovohrad, Ukraine

The time-optimal control object at small error deviation

The description the optimal time management control law implementation problem solving. For small deviations of the control system switches to the stabilization and switches the control law with optimal time in the PID or PI.

The system ceases to be the optimal time. The task of implementing one-optimal control law for all values of the error deviation is solved by maintaining the statistical unit and controlled attenuator control system structure, which allowed to change the value of control in the stabilization mode proportional to the error deviation.

This decision allowed the control disturbances use without changing the control law system under the influence.

control system, the control law, the time-optimal control

Получено 16.11.15

УДК 669-179

О.В. Толстенко, доц., канд. техн. наук, А.С. Бедін, ст. викл.

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м.Дніпропетровськ, Україна, agrophisimat@rambler.ru

Особенности механической обработки пористых материалов

У статті описано вплив факторів механічної обробки на шорсткість поверхні пористих матеріалів. Представлені математичні моделі впливу даних факторів при обробці різанням і фрезеруванні.

шорсткість Ra, фрезерування, обробка різанням, пористі матеріали

А.В. Толстенко, доц., канд. техн. наук, А.С. Бедин, ст. препод.

Днепропетровский государственный аграрно-экономический университет, г.Днепропетровск, Украина

Особенности механической обработки пористых материалов

В статье описано влияние факторов механической обработки на шероховатость поверхности пористых материалов. Получены математические модели влияния данных факторов при токарной и фрезерной обработках.

шероховатость Ra, фрезерование, обработка резанием, пористые материалы

Постановка проблеми. Застосування литих пористих матеріалів в сучасному машинобудуванні детально описано в [1].

Використання таких матеріалів у фільтрах підвищує продуктивність за рахунок збільшення тиску рідини чи газу. Фільтри піддаються регенерації, мають менший гідравлічний опір, більший ресурс.

© О.В. Толстенко, А.С. Бедін, 2015

Підшипники з литих пористих матеріалів, за рахунок високої міцності, застосовуються при великих навантаженнях і швидкостях експлуатації.

Електрохімічні джерела енергії працюють при підвищених механічних навантаженнях і вібрації.

Фрикційні матеріали перспективні через високу міцність і задану орієнтацію пор відносно площини тертя.

Литі пористі матеріали, при закритих порах, можна застосовувати для виготовлення високотемпературних ущільнювачів і термоізоляційних прокладок.

Використання їх в якості легких конструкційних матеріалів забезпечує міцність і демпфуючі властивості виробів в автомобільній промисловості, авіаційній і космічній техніці.

Міцність і низький опір течії рідини і газів матеріалів з циліндричними порами дозволяє використовувати їх в роздільниках газу і рідини, капілярних насосах, носіях каталізаторів, теплових елементах, полум'ягасниках, композиційних матеріалах, поглиначів випромінювання, конденсаторах рідин з пари, випарних охолоджувачах та ін.

У багатьох наведених випадках велике значення має якість механічної обробки поверхні. Для забезпечення точності розмірів зразків і високої якості оброблюваної поверхні найбільш широко застосовується обробка різанням і фрезеруванням.

Постановка завдання. Метою проведеного дослідження – порівняльний аналіз шорсткості поверхні зразків від наступних факторів:

- механічна обробка різанням: швидкість різання, поперечна подача, використовувана мастильно-охолоджуюча рідина [2];
- фрезерування: число обертів фрези, фактична хвилинна подача столу, використовувана мастильно-охолоджуюча рідина [3].

Виклад основного матеріалу. Відповідно, механічна обробка здійснювалася відрізним різцем з швидкорізальної сталі Р6М5К5 і відрізною дисковою фрезою з середнім зубом (Ø125x1,6; Р6М5) на горизонтально-фрезерному верстаті (модель 6Р81Г).

Шорсткість поверхні зразків вимірювалася профілометром (модель 296). Випробування проводилися на зразках заввишки 5 мм і діаметром 20 мм з аксіальним порами середнього діаметра - 20 - 40 мкм.

Вимірювання середнього арифметичного відхилення профілю обробленої поверхні (R_a) проводилось при подачах X_2 0,05-0,1 мм / об, швидкостях різання X_1 78,5-31,4 м/хв і при використанні мастильно-охолоджуючих рідин X_3 (водний розчин мила, індустріальне мастило).

Для оцінки впливу вказаних факторів і математичної обробки результатів використовували модель першого порядку. Досліди повторювали три рази. Для одержання коефіцієнтів регресії використовували повний факторний експеримент 2^3 . Значення рівней змінних факторів і середні результати вимірювань показано в табл. 1 і табл.2.

Таблиця 1 – Рівні змінних факторів для обробки різанням

Фактори	Швидкість різання, м/хв	Поперечна подача, мм/об	Мастильно-охолоджуюча рідина
Верхній рівень	78,5	0,1	Індустріальне мастило (И20)
Нижній рівень	31,4	0,05	Водний розчин мила

Таблиця 2 – Матриця плану 2^3 дослідження для обробки різанням

№ досліду	X_0	X_1	X_2	X_3	Середня шорсткість поверхні R_a , мкм
1	+	-	-	-	2,97
2	+	+	-	-	2,30
3	+	-	+	-	4,23
4	+	+	+	-	2,27
5	+	-	-	+	2,11
6	+	+	-	+	0,89
7	+	-	+	+	5,87
8	+	+	+	+	1,90

Для фрезерної обробки вимірювання середнього арифметичного відхилення профілю обробленої поверхні (R_a) проводилось при фактичних хвилинних подачах столу X_2 35-65 мм/хв, числі обертів обертання фрези X_1 100-800 хв^{-1} і при використанні мастильно-охолоджуючих рідин X_3 (водний розчин мила, індустріальне мастило).

Для оцінки впливу вказаних факторів і математичної обробки результатів використовували модель першого порядку. Досліди повторювали три рази. Для одержання коефіцієнтів регресії використовували повний факторний експеримент 2^3 . Значення вибраних змінних факторів і середні результати вимірювань показано в табл. 3 і табл.4.

Таблиця 3 – Рівні змінних факторів для фрезерної обробки

Фактори	Числі обертів фрези, хв^{-1}	Фактична хвилинна подача столу, мм/хв	Мастильно-охолоджуюча рідина
Верхній рівень	800	65	Індустріальне мастило (И20)
Нижній рівень	100	35	Водний розчин мила

Таблиця 4 – Матриця плану 2^3 дослідження для фрезерної обробки

№ досліду	X_0	X_1	X_2	X_3	Середня шорсткість поверхні R_a , мкм
1	+	+	+	+	0,958
2	+	-	+	+	0,305
3	+	+	-	+	0,568
4	+	-	-	+	0,321
5	+	+	+	-	0,915
6	+	-	+	-	0,355
7	+	+	-	-	0,761
8	+	-	-	-	0,567

Результати дослідження. Рівняння регресії, після розрахунку коефіцієнтів, для обробки різанням:

$$R_a = 2,82 + 0,98X_1 - 0,75X_2 + 0,13X_3 - 0,51X_1X_2 - 0,32X_1X_3 + 0,44X_2X_3 \quad (1)$$

Для фрезерної обробки, рівняння регресії виглядає наступним чином:

$$R_a = 0,59 + 0,21X_1 + 0,04X_2 - 0,06X_3 + 0,10X_1X_2 + 0,02X_1X_3 + 0,06X_2X_3. \quad (2)$$

Висновки. За отриманими результатами, в першому наближенні, можна зробити наступні висновки:

1. Найбільший вплив на шорсткість поверхні литих пористих матеріалів при обробці є число обертів шпинделя або фрези;

2. При токарній обробці найменший вплив на шорсткість оброблюваної поверхні дає мастильно-охолоджуюча рідина. При фрезерній обробці – фактична хвилинна подача столу;

3. При токарній обробці поверхні литих пористих матеріалів кількість відкритих пор більше, ніж при фрезерній обробки (відповідно, шорсткість поверхні буде вище при токарній обробці).

Список літератури

1. Шаповалов В.И. Легирование водородом [Текст] / В.И.Шаповалов. – Днепропетровск: Журфонд, 2013. – 385 с.
2. Карпов В.Ю. Шероховатость литых пористых материалов (газаров) при обработке резанием [Текст] / В.Ю. Карпов, А.В. Толстенко, А.С. Бедин // Новые материалы и технологии в машиностроении. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. – Брянск: БГИТА, 2012. – Вып. 15. – С.64-65.
3. Карпов В.Ю. Шероховатость литых пористых материалов (газаров) при фрезерной обработке [Текст] / В.Ю.Карпов, А.В.Толстенко, А.С.Бедин и др. // Новые материалы и технологии в машиностроении. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. – Брянск: БГИТА, 2013. – Вып. 17. – С.44-45.

Oleksandr Tolstenko, Assos. Prof., PhD tech. sci., Andriy Bedin, Assis. Prof.

Dniepropetrovsk state agrarian economics university, Dniepropetrovsk, Ukraine

The machining of porous materials

The article describes the influence of factors of the machining on the surface roughness of porous materials.

The equations of regression is presented for the turning and milling of porous materials.

The speed of spindle (cutter) have greatest influence on the surface roughness (R_a) of the porous materials.

surface roughness R_a , milling, cutting process, porous materials

Одержано 06.10.15