

©Мелконов Г.Л., Мелконов Л.Д., Плахотник В.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КИНЕМАТИКИ 4-Х ШПИНДЕЛЬНОЙ ШЛИФО-ПОЛИРОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

Для подтверждения полученной математической модели проводим предварительный эксперимент. Режимы резания для проведения предварительных экспериментов выбираем из литературных источников. Частота вращения шпинделя с заготовкой устанавливается $N_{min}=100-1400$ об/мин, частота вращения всей установки $N_{yc}=50$ об/мин.

Увеличение частот вращения каждого из 4-х шпинделей установки от 100 до 700 об/мин в начальный момент приводит к резкому уменьшению величины шероховатости обработанной поверхности от $Ra=1,5$ мкм до $Ra=0,55$ мкм (рис. 1). Дальнейшее увеличение частоты вращения шпинделя от $n_{unn}=700$ об/мин до 900 об/мин приводит к незначительному снижению шероховатости обработанной поверхности ($Ra=0,55$ мкм до $Ra=0,5$ мкм).

Это объясняется тем, что увеличение частоты вращения 4-х шпинделей в начальный период от 100 об/мин до 600 об/мин приводит к резкому уменьшению шероховатости обработанной поверхности за счет увеличения относительной скорости скольжения. В пределах частот вращения $N_{min}=600-900$ об/мин скорость скольжения, между вектором относительной скорости скольжения и направлением следов резания стремятся к своим оптимальным значениям, то есть в этом случае участке наименьшая высота шероховатости, то есть в этом случае оптимальные условия резания. С увеличением частоты вращения $N_{min}=1300$ об/мин наблюдается незначительное увеличение скорости скольжения, резкое возрастание скорости перекачивания и угла между вектором относительной скорости и следов резания в два раза, вследствие этого

высота шероховатости увеличивается до $Ra=0,8$ мкм. Для объективной оценки расхождения теоретических и экспериментальных данных результаты проверочных наблюдений обрабатываем в существующей методике. Серии экспериментов состоят из опытов для каждой.

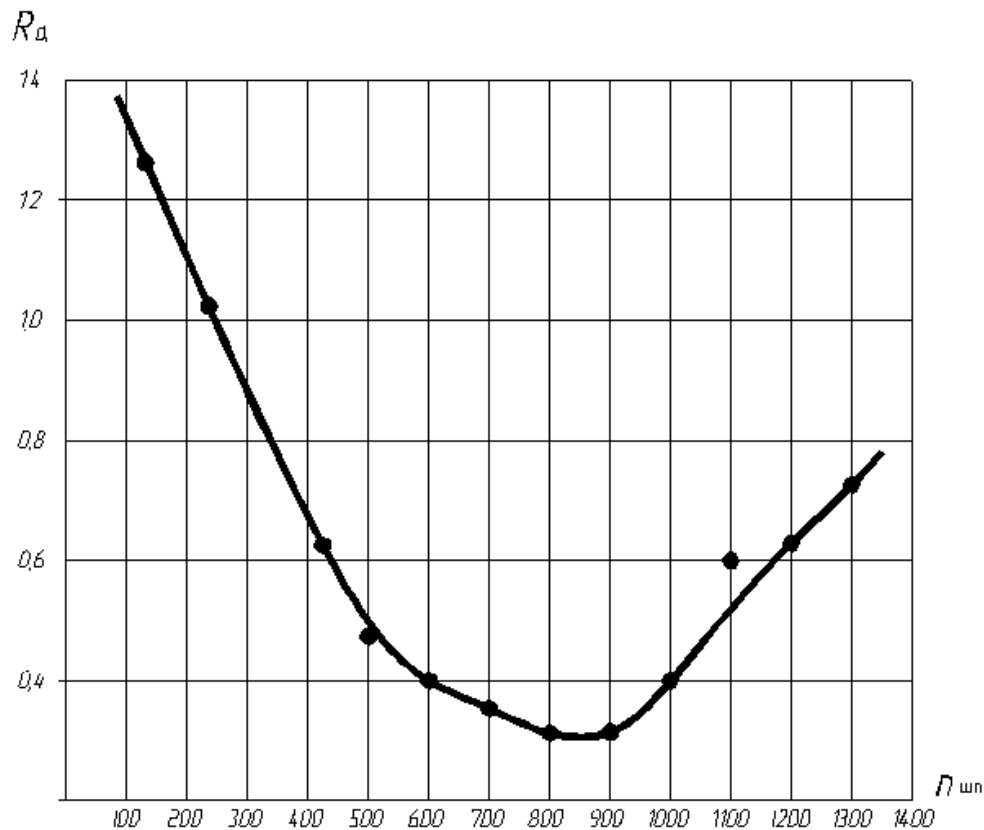


Рис. 1 – Зависимость высоты микронеровностей Ra от частоты вращения шпинделя $n_{шп}$

Обработку результатов измерений проводим в следующем порядке:

1. Определяем среднее значение частоты вращения из n измерений

$$\bar{n} = \frac{1}{n} \cdot \sum_1^n n_{шп} c_i$$

2. Находим погрешность отдельных измерений

$$\Delta n_{шп} = \bar{n}_{шп} - n_{шп}$$

3. Определяем среднюю квадратичную погрешность, результат серии измерений

$$\Delta S n_{un} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (n_{un} i)^2}}{n-1}$$

4. Оценка относительных расхождений экспериментальных и теоретических данных производим по формуле

$$\Delta = \frac{\bar{n}_{un} - n_{un}}{\bar{n}_{un}} \cdot 100\%$$

Проведя обработку полученных результатов по описанной выше методике, устанавливаем, что расхождение теоретических и экспериментальных данных не превышает 2 %.

Таким образом, предложенные теоретические положения для определения кинематических показателей вполне приемлемы для проведения дальнейших экспериментальных исследований.

Выводы:

1. В результате проведенных математических разработок определена математическая модель кинематического движения шпиндельной установки.
2. Выведены выражения кинематических показателей, оказывающих основное влияние на оптимизацию частоты вращения.
3. Установлено влияние частоты вращения на численные значения скорости скольжения. С увеличением частоты вращения $n_{un}=100-700$ об/мин скорость скольжения увеличивается примерно в два раза. При дальнейшем увеличении частоты вращения скорость скольжения остается практически неизменной. Изменение частоты вращения обрабатываемых заготовок от min к max приводит к увеличению скорости скольжения, что, в свою очередь, благоприятно сказывается на качестве обрабатываемой поверхности и точности изделия.
4. Исследование скорости перекатывания показывает, что при минимальных значениях частот вращения она минимальна, с увеличением скорости увеличивается примерно в 2-3 раза. С увеличением диаметра изделия

скорость перекачивания уменьшается, что, в свою очередь, благоприятно сказывается на процессе обработки.

5. В результате проведения предварительного эксперимента наименьшая высота микронеровностей $Ra=0,55$ мкм будет при частоте вращения шпинделей, равном $n_{min}=600-900$ об/мин.

Список использованных источников:

1. Каплан Н. А. Высшая математика / Н. А. Каплан. – М., 1969. – 754 с.
2. Литвин Ф. Л. Теория зубчатых зацеплений / Ф. Л. Литвин. – М., 1968. – 526 с.
3. Бурштейн И. С. Об'ємна вібраційна обробка / И. С. Бурштейн, О. П. Бабічев, Б. Б. Ходош. – М., 1970. – 215 с.
4. А. с. 38253 Україна, МПК В24 В 31 /031. – Опубл. в 2001 р.
5. Бернік П. С. Вібраційні тухнологічні машини з просторовим коливанням робочих органів / П. С. Бернік, Л. В. Ярошенко. – Вінниця 1988. – 116 с.

Мелконов Г.Л., Мелконов Л.Д., Плахотник В.А. «Экспериментальная проверка математической модели кинематики 4-х шпиндельной шлифо-полировальной машины».

В статье представлена модель кинематического движения шпиндельной установки. Отображены выражения кинематических показателей, оказывающих основное влияние на оптимизацию частот вращения. Отображено влияние частот вращения на численные значения скорости скольжения.

Ключевые слова: шпиндельная установка, шлифо-полировальная установка, микронеровность, скольжение.

Мелконов Г.Л., Мелконов Л.Д., Плахотник В.А. «Експериментальна перевірка математичної моделі кінематики 4-х шпиндельної шліфо-полірувальної машини».

В статті представлена модель кінематичного руху шпindelної установки. Відображені вирази кінематичних показників, які чинять основний вплив на оптимізацію частот обертання. Відображено вплив частот обертання на числові значення швидкості ковзання.

Ключові слова: шпindelна установка, шліфо-полірувальна установка, мікронерівність, ковзання.

Melkonov G.L., Melkonov L.D., Plakhotnik V.A. “Experimental check of the mathematical model of kinematics of four-spindle polishing machine”.

In the article the model kinematic motion of spindle installation is suggested. The expressions of kinematic factors that influence to the optimization of rotation frequencies are presented. Influence of rotation frequencies to the numerical values of rubbing speed.

Key words: spindle installation, polishing installation, microasperity, rubbing.

Стаття надійшла до редакції 30 листопада 2011 р.