



Рис.3

выраженный минимум i_{yc} , соответствующий оптимальному числу U_0 деталей, которое должно быть проточено между правками шлифовального круга. Вблизи U_0 значения i_{yc} изменяются незначительно.

Имитационным моделированием установлено, что в широком диапазоне изменения показателей процесса затупления значения i_{yc} изменяются незначительно. Максимальное отклонение i_{yc} от среднего составляет не более 7,4%. Некоторое влияние на U_0 оказывают показатели i_{10} и $k_{пр}$, увеличение которых ведет к монотонному увеличению U_0 .

Литература:

1. Ящерицын П.И., Махаринский Е.И., Махаринский Ю.Е. Влияние затупления на изменение параметров ограничений производительности плоского врезного шлифования. Весці акадэміі наук Беларусі. (Серыя фізіка-тэхнічных наук), № 3, 1997 г.

УДК 621.924.1

ЭКОНОМИЯ РЕСУРСОВ ПРИ ПЛОСКОМ ВРЕЗНОМ ШЛИФОВАНИИ

Ю.Е. Махаринский, Е.И. Махаринский
(ВГТУ, г. Витебск)

Путем повышения производительности рабочего цикла плоского врезного шлифования экономятся временные и энергетические ресурсы,

особенно если повышение производительности удастся добиться без дополнительных затрат, а просто за счет более эффективного использования рабочих свойств абразивного инструмента и вообще всех показателей технологической системы. Одним из способов повышения эффективности плоского шлифования является оптимизация процесса управления его рабочим циклом.

За последние годы выполнен огромный объем исследований и разработок, посвященных различным вопросам проблемы управления процессом шлифования. Но реальное влияние этих работ на эффективность процессов шлифования в производственных условиях явно недостаточно. Экспериментальные и теоретические знания пока не упорядочены и не обобщены прагматической инженерной теорией, которая бы позволила обосновано выбирать наиболее эффективную систему управления процессом шлифования, алгоритм управления и его параметры в каждом конкретном условиях. Особенно это относится к ступенчатому алгоритму управления процессом плоского врезного шлифования.

Оптимальным будем считать ступенчатый алгоритм управления, который обеспечивает удаление заданного припуска за минимальное число проходов без нарушения силовых и тепловых ограничений производительности. В работе рассматривалась оптимизация рабочих циклов, состоящих из: этапа предварительного шлифования с ускоренным врезанием или без него, этапа чистового шлифования с нулевой или ненулевой подачей и этапа отделочного шлифования с микроподачей. То есть необходимо определить значения параметров управления $s_u, i_1, s_1, i_2, s_2, i_3, s_3$, обеспечивающих $\min\{i_s = i_1 + i_2 + i_3\}$; где s_u и i_u - безразмерная подача и число проходов u -го этапа (1 - предварительного, 2 - чистового и 3 - отделочного), s_u - безразмерная подача на проходе ускоренного врезания.

Для сокращения числа переменных и повышения общности выводов ограничения производительности также заданы в безразмерной (критериальной) форме [1]. Известными считаются параметры C_0 , C_1 , C_2 , Y , p_0 , a_m , a_r и b , где: $C_0 = (0,25 + 0,75 a_k)$, $C_1 = (a_k - 0,13) b$ и $C_2 = (0,2 + 0,12 a_k) b^2$ являются параметрами теплового ограничения $a_i \leq C_0 + C_1 p_i + C_2 p_i^2$; a_i и p_i - безразмерные глубина шлифования на i -ом проходе и припуск и оставшийся после выполнения i проходов; a_k - бесприжоговая глубина шлифования (безразмерная); Y - относительная упругая деформация технологической системы (отношение упругой деформации к глубине шлифования); p_0 - безразмерный полный припуск; a_m - параметр силового ограничения; a_r - параметр ограничения по шероховатости шлифованной поверхности и b - безразмерный комплекс, который назван коэффициентом тепловой активности. Допустимыми будут решения, при которых не нарушаются ограничения. Они могут быть найдены путем решения системы из 10-и уравнений с 12-ю переменными. Уравнения разбиты на три группы в соответствии с этапами рабочего цикла со ступенчатым управлением. Чтобы разрешить эти системы уравнений следует задать из любых соображений значения двух параметров. Удобнее всего задаваться значениями i_1 и i_2 , потому что из-за целочисленности этих параметров резко снижается мощность множества допустимых решений и, следовательно, объем итераций поиска оптимального решения.

Разработан алгоритм и программное обеспечение для определения параметров допустимого и оптимального ступенчатого алгоритма управления рабочим циклом плоского врезного шлифования. Параметры последнего можно определить только методом перебора сочетаний задаваемых значений параметров i_1 и i_2 с последовательным сравнением полученных результатов. Рассмотрены случаи когда система управления обеспе-

чивает реализацию только прямых рабочих подач ($s \geq 0$) и когда тепловое ограничение перестает играть свою роль.

Имитационное моделирование при $s_c > 0$ и с учетом ограниченных возможностей системы управления подачами позволило установить влияние показателей, которые характеризуют условия шлифования, на производительность оптимального ступенчатого рабочего цикла.

Установлено, что наибольшее влияние на производительность оказывают показатели p_0 и a_m . Остальные факторы (Y , b и a_r) незначительно влияют на производительность. Оказалось, что во многих случаях для одинаковых условий шлифования существует не один, а множество (от 2 до 18) оптимальных алгоритмов управления, которые отличаются распределением припуска и числа проходов между этапами рабочего цикла. Никакой закономерности в распределении не наблюдается. Поэтому давать общие рекомендации по распределению припуска между этапами рабочего цикла, как это делается в некоторых литературных источниках, не рационально, так как в таких случаях алгоритм управления не будет оптимальным. Аналогично, нельзя давать общие рекомендации по распределению значений подач между этапами рабочего цикла, так как между ними наблюдается значительный разброс без явной закономерности.

Литература

1. Ящерицын П.И., Махаринский Е.И., Махаринский Ю.Е. Ограничения производительности при плоском шлифовании. *Весті акадэміі навук Беларусі. (Серія фізіка-тэхнічных навук)*, №1, 1998 г.