

ИЗМЕНЕНИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ В НАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ВРЕМЕНИ ПОСЛЕ ПРАВКИ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

Богуцкий В.Б.

Севастопольский государственный университет, г.Севастополь

Ключевые слова: шлифование, правка шлифовального круга, радиальная составляющая силы резания.

Аннотация. В статье приведены результаты исследований изменения силы резания при шлифовании в начальный период времени после правки шлифовального круга. Показано изменение радиальной составляющей силы резания в начальный период обработки и его связь с правкой круга. Предлагается использовать это явление для диагностирования качества правки круга и отмечается необходимость учитывать изменения силы резания при управлении точностью обработки на круглошлифовальных станках.

CHANGE IN THE CUTTING FORCE IN THE INITIAL PERIOD OF TIME AFTER THE GRINDING WHEEL CORRECTION

Bogutskiy V.B.

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: grinding, grinding wheel correction, radial component of the cutting force.

Abstract. The article presents the results of studies of the change in the cutting force during grinding in the initial period of time after correcting the grinding wheel. It is shown the change in the radial component of the cutting force in the initial period of processing and its relationship with the correcting of the wheel. It is proposed to use this phenomenon to diagnose the quality of circle edits and it is noted that it is necessary to take into account changes in the cutting force when controlling the accuracy of processing on circular grinding machines.

В настоящее время проблема обеспечения надежности технологических процессов становится одной из первоочередных задач при создании гибких производственных систем. Решение этой задачи путем априорной оптимизации параметров обработки, адаптивного управления, активной диагностики требует построения математических моделей, адекватных процессам резания.

В работе [1] предложено использование обобщенных факторов для математической формализации взаимосвязи различных технологических условий обработки. Одним из таких факторов для процесса круглого наружного шлифования является радиальная составляющая сил резания P_y , которая играет определяющую роль в управлении точностью и производительностью обработки.

Известно [1-4], что характер износа шлифовального круга во времени после правки круга подчиняется общей зависимости износа режущего

инструмента. В частности, первым периодом износа является приработка круга, т.е. сравнительно быстрый износ, после чего наступает стабильный этап нормального износа. В начале шлифования на поверхности круга имеются непрочно закреплённые, из-за разрушения круга правкой, зерна. При износе приработкой эти режущие кромки выкрашиваются. Оставшиеся зерна постепенно притупляются, на их вершинах растут площадки износа.

Эти явления, подтверждённые экспериментальными исследованиями в работах [3, 4], где приведены характеристики поверхностей кругов непосредственно после правки и через 0,2...0,3 мин. процесса шлифования.

Изменение количества режущих кромок и притупления зерен неизбежно должно сказаться на производительности обработки и величине упругих перемещений в технологической системе, что проявляется в изменении обобщенного фактора P_y .

Исследование составляющей сил резания проводилось на круглошлифовальном станке мод. 3М131, при врезном шлифовании образцов с постоянной поперечной подачей. Эксперименты проводились на кругах 24А различной твердости (К...Р). Шлифовались образцы из стали 45 (HRC 44...48), Ø40...80 мм, шириной 10 мм, диаметр круга 600 мм, частота вращения круга 1590 об/мин, детали 200 об/мин.

На рисунке 1 приведены полученные кривые для двух случаев обработки стали 45 кругом твердости К при подаче 1,85 мм/мин. Кривая 1 соответствует шлифованию с постоянной подачей сразу после правки круга. Через 20...30 с работы подача выключалась, а затем включалась вновь, без правки круга, изменение силы P_y при повторном включении подачи соответствует кривой 2. Из графиков видно, что в первый период времени после правки круга имеется значительный «выброс» силы, который нельзя объяснить только переходным процессом в технологической системе, обусловленным упругим отжатием, так как без правки подобного пика сил не наблюдается.

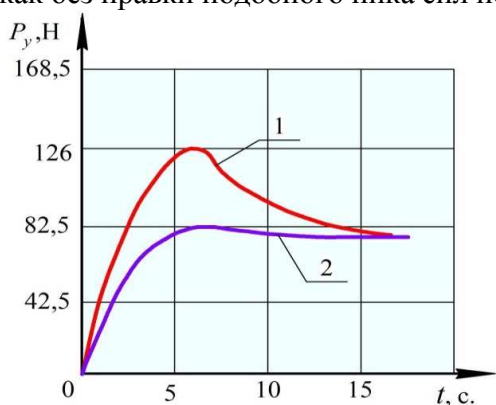


Рис. 1. Графики изменения составляющей силы резания во времени: 1 – сразу после правки круга, 2 – при включении подачи без правки

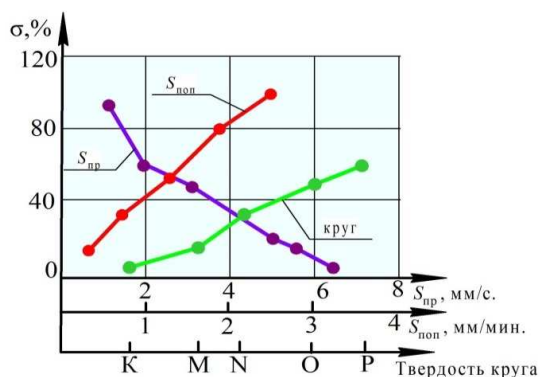


Рис. 2. Графики, иллюстрирующие влияние различных факторов на величину перерегулирования

Количественно пик сил можно описать величиной перерегулирования

$$\sigma = \frac{P_{y-max} - P_{y-st}}{P_{y-st}},$$

где P_{y-max} – максимальное значение силы P_y ; P_{y-st} – установившееся значение силы P_y при времени $t \rightarrow \infty$.

Зависимость величины перерегулирования от твердости кругов, продольных подач правки круга $S_{пр}$, поперечных подач шлифовальной бабки $S_{поп}$ и различных марок сталей приведена на рисунке 2. Время переходного процесса (время, отсчитываемое от начала врезания до достижения силой значения) изменялось при различных условиях от 5 до 30 с.

Анализируя результаты экспериментов, можно сделать следующие **выводы**.

Большой интервал времени, в течение которого P_y непрерывно изменялась, превышает установившееся значение радиальной силы, рассчитываемое по формулам [1, 4] иногда в 1,2...1,45 и более раза, не позволяет пренебречь пиком силы. Необходимо учитывать эту особенность динамики шлифования при расчете оптимальных циклов обработки на круглошлифовальных автоматах станках с ЧПУ.

Можно предположить, что в первый момент времени после правки круга одновременно работает большое количество зерен, проникающих на значительную глубину в обрабатываемый материал. При достижении некоторой силы P_{y-max} удельное давление на зерно достигает своего критического значения и происходит осыпание нарушенных правкой зерен. Количество режущих кромок резко уменьшается, P_y падает. Чем больше поперечная подача S_{non} , тем больше глубина проникновения зерен в материал, и большее количество режущих кромок в первый момент времени участвует в резании, а, следовательно, более четко проявляется перерегулирование P_y .

С увеличением продольной скорости правки круга количество режущих кромок уменьшается. При использовании более мягкого круга наблюдается тот же эффект, что и при увеличении скорости правки. Это связано с тем, что зерна хуже удерживаются связкой и легче вырываются при правке из мягкого круга.

Проведенное экспериментальное исследование показало стабильность наблюдаемого явления в поведении радиальной составляющей силы после правки. Представляется возможным использование этого явления для диагностирования качества правки в условиях автоматизированного производства. Особенность изменения силы необходимо учитывать при управлении точностью обработки на круглошлифовальных станках.

Список литературы

1. Корчак С.Н. Производительность процесса шлифования стальных деталей. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.
2. Филимонов Л.Н. Стойкость шлифовальных кругов. – Л.: Машиностроение, 1973. – 136 с.

3. Новоселов Ю.К., Богуцкий В.Б. Анализ влияния изменений параметров состояния технологических систем на выходные переменные операций шлифования // Вестник современных технологий. 2019. № 3 (15). С. 47-53.
4. Marinescu I.D., Rowe W.B., Dimitrov B., Inasaki I. Tribology of abrasive machining processes. – Cover Art Publ., 2012. – 600 p.
5. Malkin S., Guo C. Grinding technology. Theory and applications of machining with abrasives. –Industrial press Publ., 2008. – 372 p.

References

1. Korchak S.N. The productivity of the grinding process of steel details. – М.: Mashinostroyeniye, 1974. – 200 p.
2. Filimonov L. N. Durability of grinding wheels. – L.: Mashinostroyeniye, 1973. – 136 p.
3. Novoselov Yu.K., Bogutskiy V.B. Analysis of the influence of changes in the state parameters of technological systems on the output variables of grinding operations // Bulletin of modern technologies. 2019. №3. P. 47-53.
4. Marinescu I.D., Rowe W.B., Dimitrov B., Inasaki I. Tribology of abrasive machining processes. – Cover Art Publ., 2012. – 600 p.
5. Malkin S., Guo C. Grinding technology. Theory and applications of machining with abrasives. –Industrial press Publ., 2008. – 372 p.

Сведения об авторах:

Information about authors:

<p>Богуцкий Владимир Борисович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии машиностроения, Севастопольский государственный университет, г.Севастополь, Россия, bogutskivb@yandex.ru</p>	<p>Bogutskiy Vladimir Borisovich – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the Department of Mechanical engineering technology, Sevastopol state university, Sevastopol, Russia, bogutskivb@yandex.ru</p>
---	---

Получена 28.03.2021