

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ОСНАСТКИ НА ПРОЦЕСС ШЛИФОВАНИЯ

Богуцкий В.Б.

Севастопольский государственный университет, г.Севастополь

Ключевые слова: технологическая система, шлифовальный станок, состояние оборудования и оснастки, источник вибраций, амплитуда вибраций, качество обработки.

Аннотация. В статье отмечено, что техническое состояние оборудования и оснастки оказывает значительное влияние на качество поверхности деталей. Приведены результаты проверки уровня вибраций узлов шлифовальных автоматов и их анализ. Показано, что для обеспечения заданных характеристик качества деталей необходимо, чтобы исходный суммарный уровень вибраций технологической системы, не превышал допустимый уровень, а техническое состояние и точностной уровень оборудования и оснастки были хорошими.

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE TECHNICAL CONDITION OF EQUIPMENT AND FIXTURES ON THE GRINDING PROCESS

Bogutskiy V.B

Sevastopol State University, Sevastopol

Keywords: technological system, grinding machine, condition of equipment and fixtures, vibration source, vibration amplitude, processing quality.

Abstract. The article notes that the technical condition of equipment and tooling has a significant impact on the surface quality of parts. The results of checking the vibration level of grinding machine units and their analysis are presented. It is shown that to ensure the specified quality characteristics of the parts, it is necessary that the initial total level of vibrations of the technological system does not exceed the permissible level, and the technical condition and accuracy level of equipment and tooling are good.

Технологическая система и, в частности, техническое состояние оборудования и оснастки оказывает значительное влияние на качество поверхности деталей. В основном это воздействие имеет место за счет возникновения вибраций технологической системы и наложения их через режущий инструмент на обрабатываемую деталь [1, 2 и др.].

Для оценки источников вибрации технологической системы были проведена проверка уровня вибрации узлов внутришлифовальных автоматов при шлифовании колец из стали. Результаты проверки приведены в табл. 1. При этом после шлифования колец на станке № 1 было получено среднее отклонение неровностей 0,35 мкм, а на станке №2 0,6 мкм, обобщенный показатель качества C_s соответственно 0,81 и 1,03 мкм. Как показывает практика, начальный уровень вибраций шлифовальных станков превышает нормативный. Так, проверка на предприятиях 12 станков показала разброс уровня вибрации по амплитуде в пределах 5...10 мкм. Исследования показали, что наиболее доминирующими источниками вибраций в шлифовальных станках являются шпиндель заготовки (амплитуда $A \approx 2,5$ мкм с частотой $f=90...109$ Гц), насос гидробака ($A \approx 2,1$ мкм,

$f=290\dots300$ Гц) и шпиндель шлифовального круга ($A\approx 1,8$ мкм, $f=185\dots190$ Гц), а общий колебательный процесс может происходить с частотой $f=8\dots1470$ Гц.

Табл. 1. Уровень вибраций узлов шлифовальных автоматов

Источник вибраций	Амплитуда, мкм		Источник вибраций	Амплитуда, мкм	
	Станок 1	Станок 2		Станок 1	Станок 2
Шпиндель шлифовального круга	1,9	2,0	Шкив электродвигателя шлифовального круга	0,05	0,18
Бабка детали	1,2	2,9	Шкив шпинделя детали	0,2	0,1
Шпиндель детали	4	2,8	Насос гидробака	5	3,7

Исследование оценки влияния вибрации технологической системы на неровность поверхностей обрабатываемых заготовок позволило определить предельно допустимую амплитуду вибраций для шпинделя шлифовального круга $A\leq 1$ мкм, для шпинделя заготовки $A\leq 3\dots 5$ мкм.

На качество поверхностного слоя деталей оказывают воздействие амплитуда и частота вибраций шпинделей детали и круга, причём их влияние может проявляться и в поперечном, и в продольном направлениях. Природа влияния вибраций при шлифовании на качество поверхностного слоя деталей состоит в следующем. В случае отсутствия вибраций шпинделей станка (или если они не выходят за указанные выше пределы), шлифовальный круг с заданными величинами поперечной и продольной подач (как правило, назначаются таким образом, чтобы шлифовальный круг работал в условиях близких к самозатачиванию) врезается в материал заготовки и выполняет непрерывный съём металла с ее поверхности деталь [3 и др.].

В случае если амплитуда вибраций выходит за указанные выше пределы съём металла шлифовальным кругом с поверхности заготовки становится неравномерным, так как абразивные зерна инструмента неравномерно углубляются в металл в поперечном и продольном направлениях (переменная глубина резания). При малой глубине резания на поверхности детали формируется уступ с меньшей величиной микронеровностей Ra и нормальной структурой приповерхностного слоя. При увеличенной глубине резания возможны два случая.

В первом случае, когда величина заглубления круга H_p будет не больше высоты обнаженной или выступающей части абразивных зерен на режущей поверхности круга H_g происходит резание металла в тяжелых условиях с частичным засаливанием поверхности круга металлом детали. При этом происходит некоторое увеличение шероховатости обрабатываемой поверхности, в зоне контакта абразивного круга с поверхностью детали возникают повышенные температуры, в приповерхностном слое обрабатываемой детали происходит изменение структуры, возможно появление прижогов и микротрещин. На поверхности детали образуется впадина.

Во втором случае, при $H_p > H_g$, шлифовальный круг не может углубиться на полную глубину, происходит отжим или в худшем случае разрыв круга. При этом резание частично осуществляется шлифовальным кругом с засаленной поверхностью, шероховатость обработанной поверхности резко увеличивается, поверхность образуется с вырывами, резко возрастает температура шлифования, появляются пятнистые и циклические прижоги. Такие прижоги являются концентраторами напряжений и почти всегда сопровождаются микротрещинами.

Поверхность обработанной детали будет состоять из периодически повторяющихся выступов и впадин с различной шероховатостью и различной структурой поверхностного слоя. Их периодичность будет зависеть от соотношения частот вращения детали и шлифовального круга с частотой вибраций всей технологической системы. Технологическая оснастка для установки детали и оснастка для правки шлифовального круга на внутри- и круглошлифовальных станках в нормальном состоянии как правило оказывают влияние непосредственно на сам процесс формообразования поверхности [4 и др.]. В тоже время, износ отдельных деталей оснастки для установки детали приводит к провороту деталей в процессе обработки и, как результат, снижению характеристик качества поверхности, возникновению прижогов и микротрещин. Износ отдельных деталей оснастки для правки круга приводит к неравномерной правке поверхности шлифовального круга, что также вызывает рост величины микронеровностей Ra , а иногда и образование прижогов.

Для обеспечения заданных характеристик качества деталей необходимо, чтобы исходный суммарный уровень вибраций технологической системы, особенно с учетом таких узлов как бабка с технологической оснасткой для крепления детали и шпиндель инструмента, не превышал допустимый уровень (например, для автомата предельно допустимый уровень вибраций шпинделя инструмента ≈ 1 мкм, шпинделя детали $\approx 3...5$ мкм, общий уровень вибраций станка ≈ 2 мкм), техническое состояние и точностной уровень оборудования и оснастки были хорошими.

Список литературы

1. Stephen Malkin, Changsheng Guo. Grinding technology. Theory and Applications of Machining with Abrasives. – Industrial Press Publ., 2008. – 369p.
2. Новоселов Ю.К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2012. – 304 с.
3. Bogutsky V., Shron L., Yagyayev E.E. Evaluation of the effect of changing the geometry of the abrasive grains of the grinding wheel on the characteristics of the roughness of the grinded surface // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020. Vol.709. Iss. 3. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/709/4/044117>.
4. Богуцкий Б.В., Братан С.М., Богуцкий В.Б. Анализ способов правки алмазных кругов на металлических связках // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – Симферополь: РИО КИПУ, 2019. – № 1 (63). – С. 232-239.

Сведения об авторе:

Богуцкий Владимир Борисович – к.т.н., СевГУ, г. Севастополь.