

УСЛОВИЯ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ОБРАБОТКИ ШЛИФОВАНИЕМ

Азарова Н.В., доцент кафедры высшей математики Донецкого национального технического университета.

Основой выпуска конкурентоспособной продукции в условиях рыночной экономики является повышение качества обрабатываемых изделий при высокой производительности обработки и низкой ее себестоимости. Повышение производительности и снижение себестоимости обработки являются основными задачами машиностроительного производства. При изготовлении изделий из труднообрабатываемых материалов в настоящее время в качестве отделочной операции рекомендуется алмазное шлифование кругами на металлических связках с электроэрозионным воздействием на рабочую поверхность круга (РПК) как на стадии правки, так и в процессе шлифования. Шлифовальный круг закрепляется на шпинделе станка при помощи переходных фланцев. Величины полей допусков на размеры посадочных поверхностей шлифовальных кругов и неподвижных фланцев, регламентированные в ГОСТах [1, 2], определяют величину радиального биения, которое возникает вследствие посадки круга на фланец с гарантированным зазором. Радиальное биение рабочей поверхности круга устраняется во время правки удалением определенного объема алмазоносного слоя, что сопряжено с увеличением вспомогательного времени и приводит к непроизводительным потерям алмазов. В результате увеличивается стоимость станко-часа шлифования, и, как следствие, себестоимость обработки.

Вопросам определения себестоимости шлифования и поиску путей ее снижения посвящено достаточное количество работ [3, 4, 5]. Вместе с тем в литературе отсутствуют исследования возможных непроизводительных потерь алмазов и неуравновешенности круга, которые возникают вследствие установки круга на фланцы.

Целью работы является исследование влияния погрешности закрепления шлифовального круга на шпинделе станка на непроизводительные потери алмазов, удаляемых с РПК в процессе правки, и разработка способов их уменьшения, что является одним из условий снижения себестоимости обработки.

Определим объем V_{ac} алмазоносного слоя, который удаляется во время правки, при условии обеспечения полного устранения радиального биения (рис. 1).

$$V_{ac} = \pi \cdot D_{кр} \cdot B_{кр} \cdot \delta R / 2, \quad (1)$$

где $D_{кр}$ – диаметр шлифовального круга, мм;

$B_{кр}$ – высота шлифовального круга, мм;

δR – величина радиального зазора между посадочными поверхностями, мм.

Вследствие того, что статистическое распределение размеров при изготовлении цилиндрических поверхностей подчиняется нормальному закону [6], при расчете величины радиального зазора будем использовать середину полей допусков на посадочные размеры круга и фланца

$$\delta R = |EC| + |ec|, \quad (2)$$

где EC , ec – середины полей допусков на размеры посадочного отверстия шлифовального круга и посадочной поверхности фланца соответственно, мм.

$$|EC| = \frac{|ES| + |EI|}{2}; \quad |ec| = \frac{|es| + |ei|}{2}. \quad (3)$$

Здесь ES, es – верхние отклонения размеров посадочного отверстия круга и посадочной поверхности фланца соответственно, мм;
 EI, ei – нижние отклонения размеров посадочного отверстия круга и посадочной поверхности фланца соответственно, мм.

Тогда

$$\delta R = \frac{|ES| + |EI| + |es| + |ei|}{2}, \quad (4)$$

После подстановки (4) в (1) получим

$$V_{ac} = \pi \cdot D_{кр} \cdot B_{кр} \cdot \frac{|ES| + |EI| + |es| + |ei|}{4}. \quad (5)$$

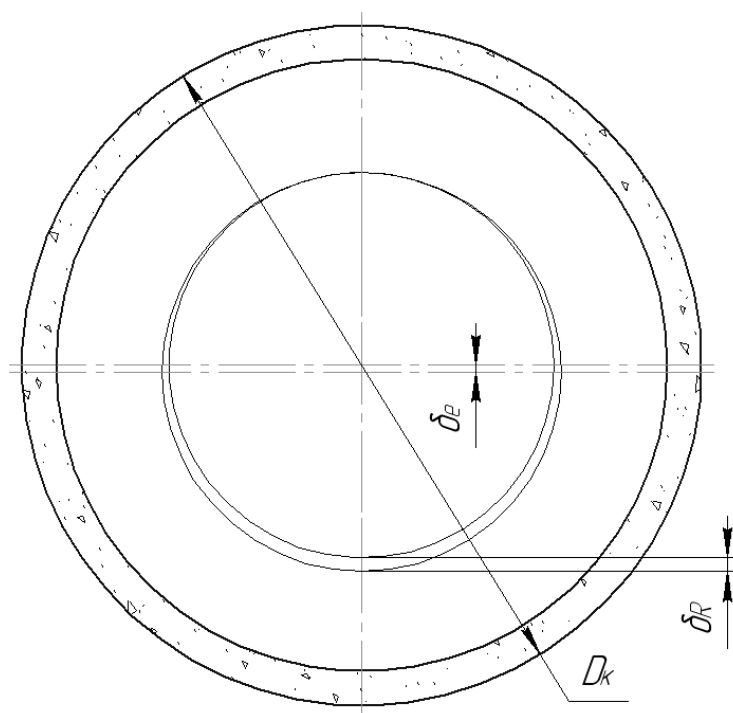


Рис. 1. Расчетная схема к определению радиального биения при установке круга на фланцы

По величине объема алмазного слоя, подлежащего удалению во время правки, определим массу M_a алмазов, содержащихся в этом объеме,

$$M_a = \frac{V_{ac} \cdot 0,878 \cdot 10^{-3}}{0,2 \cdot \alpha}, \quad (6)$$

где $0,878 \cdot 10^{-3}$ – масса алмазов в 1 мм^3 алмазного слоя, г;

$0,2$ – масса одного карата алмазов, г;

α – коэффициент, учитывающий относительную концентрацию алмазов (при 100% $\alpha = 1$).

Тогда, с учетом стоимости одного карата алмазов, стоимость C удаленных во время правки алмазов составит

$$C = M_a \cdot Ц, \quad (7)$$

где $Ц$ – стоимость одного карата алмазов, грн.

Результаты расчета потерь алмазов на операции правки для алмазных кругов различных характеристик приведены в табл. 1.

Таблица 1. Влияние погрешности установки шлифовального круга на фланцы на объем алмазоносного слоя, удаляемого во время правки, и стоимость непроизводительных потерь алмазов марки АС6

Шлифовальный круг 1А1	Предельные отклонения посадочного отверстия круга, мкм		Предельные отклонения посадочного диаметра фланца, мкм		Средняя величина радиального биения, мм	Объем удаляемого алмазоносного слоя, мм ³	Масса удаляемых алмазов, карат	Зернистость шлифовального круга, мкм	Стоимость одного карата алмазов*, грн	Стоимость непроизводительных потерь алмазов, грн
	<i>ES</i>	<i>EI</i>	<i>es</i>	<i>ei</i>						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
250×76×15×5	30	0	- 30	- 60	0,060	353,4	1,55	100/80	0,72	1,12
								160/125	0,82	1,27
								250/200	0,91	1,41
250×76×60×5						1413,7	6,206	100/80	0,72	4,47
								160/125	0,82	5,09
								250/200	0,91	5,65
300×127×15×5	40	0	- 43	- 83	0,083	586,7	2,576	100/80	0,72	1,85
								160/125	0,82	2,11
								250/200	0,91	2,34
300×127×60×5						2345,6	10,297	100/80	0,72	7,41
								160/125	0,82	8,44
								250/200	0,91	9,37

*Примечание. Стоимость одного карата алмазов с НДС по данным 2009 года Института сверхтвердых материалов имени В.М. Бакуля

Как видно из приведенных данных (см. табл.1), непроизводительные потери алмазов на операции правки зависят от зернистости алмазов и геометрических размеров шлифовального круга. Для исследованных нами кругов стоимость непроизводительных потерь алмазов находится в пределах 1,12 – 9,37 грн на одну операцию правки.

К непроизводительным потерям алмазов, удаляемых с РПК в процессе правки, приводит устранение погрешности установки круга, что сопряжено также с увеличением вспомогательного времени. С целью уменьшения погрешности установки шлифовального круга на шпинделе станка, нами предложено устройство [7], позволяющее установить РПК с минимальной величиной радиального биения независимо от величины зазора между посадочными поверхностями круга и фланцев.

Определим, насколько уменьшатся в этом случае непроизводительные потери алмазов, которые возникают во время правки при устранении радиального биения РПК, если оно равно 0,015 мм. Результаты расчетов, выполненных для исследуемых кругов, приведены в таблице 2.

Таблица 2. Объем алмазоносного слоя, удаляемого во время правки, и стоимость непроизводительных потерь алмазов марки АС6 после установки шлифовального круга на фланцы с величиной радиального биения РПК 0,015 мкм при помощи устройства

Шлифовальный круг 1А1	Величина радиального биения, мм	Объем удаляемого алмазоносного слоя, мм ³	Масса удаляемых алмазов, карат	Зернистость, мкм	Стоимость одного карата алмазов, грн	Стоимость непроизводительных потерь алмазов, грн
	δR	V_{ac}	M_a		C	C
1	2	3	4	5	6	7
250×76×15×5	0,015	88,4	0,388	100/80	0,72	0,28
				160/125	0,82	0,32
				250/200	0,91	0,35
250×76×60×5		353,4	1,552	100/80	0,72	1,12
				160/125	0,82	1,27
				250/200	0,91	1,41
300×127×15×5		106,0	0,465	100/80	0,72	0,33
				160/125	0,82	0,38
				250/200	0,91	0,42
300×127×60×5	424,1	1,862	100/80	0,72	1,34	
			160/125	0,82	1,52	
			250/200	0,91	1,69	

Сравнивая данные столбца 7 таблицы 2 с данными, которые приведены в столбце 11 таблицы 1, можно увидеть, что закрепление шлифовального круга на фланцах при помощи предложенного устройства обеспечивает уменьшение непроизводительных потерь алмазов в 4 – 5,6 раза, а для кругов 1А1 250×76×15×5 различной зернистости практически полностью исключает их. Кроме того значительно сокращается время на правку круга.

Таким образом, установка шлифовального круга на стандартные фланцы без дополнительного регулирования положения РПК в радиальном направлении приводит к непроизводительным потерям алмазов, которые удаляются во время правки при устранении погрешности установки круга, что сопряжено с увеличением вспомогательного времени, и влечет за собой увеличение себестоимости обработки. Использование предложенного устройства для регулирования положения РПК в радиальном направлении обеспечивает уменьшение непроизводительных потерь алмазов в 4 – 5,6 раза и позволяет сократить время на правку круга на 20 %, что является одним из условий снижения себестоимости обработки.

РЕЗЮМЕ

Досліджено вплив похибки установки шліфувального круга на стандартні фланці на виникнення непродуктивних витрат алмазів. Запропоновано пристрій для закріплення шліфувального круга на шпинделі верстата з високою точністю, який забезпечує зменшення непродуктивних витрат алмазів і дозволяє скоротити час правки круга, що є умовами зменшення собівартості обробки.

Ключові слова: шліфувальний круг, витрати алмазів, собівартість обробки.

РЕЗЮМЕ

Исследовано влияние погрешности установки шлифовального круга на стандартные фланцы на возникновение непроизводительных потерь алмазов. Предложено устройство для закрепления шлифовального круга на шпинделе станка с высокой точностью, которое обеспечивает уменьшение непроизводительных потерь алмазов и позволяет сократить время правки, что является условиями снижения себестоимости обработки.

Ключевые слова: шлифовальный круг, потери алмазов, себестоимость обработки.

SUMMARY

Influence of an error of installation of a grinding wheel on standard flanges on occurrence of unproductive losses of diamonds is researched. It is produced the device for attaching of a grinding wheel on the work spindle with hair accuracy providing reduction of unproductive losses of diamonds and time for dress on demand, which are conditions of lowering of manufacturing cost.

Keywords: grinding wheel, losses of diamonds, manufacturing cost.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ:

1. Инструмент абразивный. Основные размеры элементов крепления: ГОСТ 2270-78. – [Введен с 1979-01-07]– М.: Изд-во стандартов, 1986. – 16 с.
2. Круги алмазные шлифовальные. Технические условия: ГОСТ 16181-82. – [Введен с 1983-01-07] – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999.– 17 с.
3. Гамрат-Курек Л.И. Экономика инженерных решений в машиностроении / Л.И. Гамрат-Курек. – М.: Машиностроение, 1986. – 256 с.
4. Полтавец В.В. Себестоимость шлифования с управляющими воздействиями на РПК / В.В. Полтавец // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: междунар. сб. научн. трудов. – Донецк: ДонГТУ. – 2000. – Вып. 10. – С. 202-207.
5. Азарова Н.В. Удельная себестоимость процесса плоского шлифования ванадиевой быстрорежущей стали кругами из сверхтвердых материалов / Н.В. Азарова, П.Г. Матюха, В.В. Полтавец // Сверхтвердые материалы. – 2008. – №2. – С. 65-71.
6. Якушев Л.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебник / Л.И. Якушев – 6-е изд. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.
7. Пат. 61436 А Україна, МПК 7 B24B45/00. Пристрій для закріплення алмазного круга / П.Г. Матюха, Н.В. Азарова, В.В. Полтавець; заявник і патентовласник Донецький національний технічний університет. – № 2003021007; заявл. 05.02.2003; опубл. 17.11.2003, Бюл. № 11.

УМОВИ ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ОБРОБКИ ШЛІФУВАННЯМ
Азарова Н.В.

УСЛОВИЯ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ОБРАБОТКИ ШЛИФОВАНИЕМ
Азарова Н.В.

CONDITIONS OF LOWERING OF MANUFACTURING COST OF GRINDING
Azarova N.V.