

УДК 621.9

Ю.А. Сизый, д-р техн. наук, Д.В. Сталинский, д-р техн. наук,
П.В. Романченко, С.Е. Слипченко, Харьков, Украина

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ ДЛЯ РУЧНЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ МАШИН

У статті розглядаються пропозиції щодо удосконалювання прес-форми для пресування абразивних кругів, які застосовуються у ручних шліфувальних машинах, а також технології її виготовлення з метою зниження рівня вібрації цього технологічного обладнання.

В статье рассматриваются предложения по совершенствованию пресс-формы для прессования абразивных кругов, применяемых в ручных шлифовальных машинах и технологии ее изготовления с целью снижения уровня вибрации этого технологического оборудования.

The offers of perfection the construction of moulds for compaction of abrasive wheels and its production process for manual grinding machines with aim of decreasing vibration this machines are described in this article.

Круги прямого профиля (ПП) для ручных шлифовальных машин (РШМ) изготавливаются с наружным диаметром 150, 125, 100, 80 и 63 мм. Круги диаметром 150 и 125 мм имеют отверстие для установки на шпиндель РШМ диаметром 32 мм, а круги диаметром 100, 80 и 63 мм с отверстием 20 мм.

Круги изготавливаются прессованием абразивной смеси в пресс-форме с последующей термообработкой.

Анализ прессовой оснастки, используемой на основных предприятиях-изготовителях абразивного инструмента в странах СНГ, показывает, что конструкция и степень точности пресс-формы для изготовления абразивно-обдирочных кругов ПП диаметром 63...150 мм везде практически одинакова.

Схема и геометрические параметры пресс-формы для изготовления абразивно-обдирочных кругов формы ПП приведены на рис. 1, а в табл. 1 ее геометрические параметры для круга диаметром 150 мм.

Согласно рис. 1 керн крепится к основанию через отверстие в его оси болтом. После установки керна на основание устанавливается кольцо и крепится к основанию шестью болтами. При сборке, перед окончательной затяжкой болтов, сборщик добивается свободного (без заклинивания) опускания верхней и нижней плит в зазоре между керном и кольцом, перемещением кольца на незатянутых болтах.

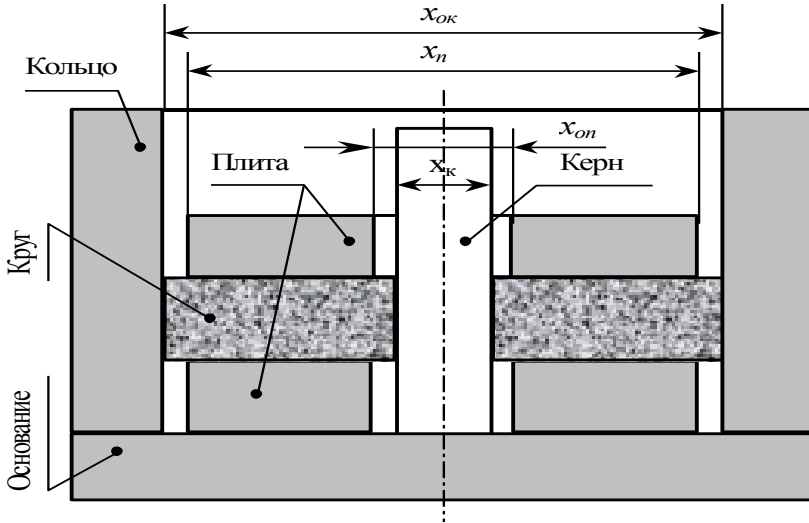


Рисунок 1 – Схема пресс-формы для изготовления абразивных кругов типа ПП

Таблица 1 – Геометрические параметры пресс-формы для абразивного круга ПП150×32×25

Параметр	Значение			
	x_{on}	x_k	$x_{ок}$	x_n
Номинальный размер, мм	32,6	32,6	149	149
Допуск, мм	0,062	0,062	0,1	0,1
Верхнее отклонение, мм	0,062	-0,025	0,1	-0,043
Нижнее отклонение, мм	0	-0,087	0	-0,143

Таким образом, несоосность (эксцентричность) наружной поверхности круга, формируемая отверстием в кольце, и отверстием в круге, формируемая керном, определяется зазорами в парах “плита – кольцо” и “керн – плита”.

В табл.1 обращает на себя внимание номинальные размеры наружного диаметра керна $x_k=32,6\mu\text{m}$ и отверстия в кольце $x_{ок}=144\text{H}\mu\text{m}$. Эти размеры отличаются от номинальных размеров прессуемого круга: отверстия – $\varnothing 32$ мм, наружный диаметр 150 мм. Такое отличие продиктовано необходимостью достижения приемлемого срока службы пресс-формы в

связи с износом керн и кольца при прессовании и выпрессовывании круга из пресс-формы через отверстия в основании.

Таким образом, сразу, в изготовленный круг закладывается размер отверстия, превышающий номинальный диаметр посадочной поверхности крепежных фланцев на шпинделе РШМ на 0,6 мм. Поэтому, изготовленный круг устанавливается на шпиндель РШМ с большой эксцентricностью, которая с учетом зазора в паре “крепежный фланец – шпиндель РШМ”, достигает значения $\approx 0,4$ мм. Это приводит к большому дисбалансу круга, большой центробежной силе действующей на круг, и к большому уровню вибраций, что является одним из основных недостатков шлифования РШМ.

Для устранения износа керн и, следовательно, для устранения необходимости назначения его диаметра больше номинального отверстия в круге, необходимо исключить контакт абразивной поверхности отверстия в круге с керном. Для этого предложена конструкция пресс-формы [1], позволяющая прессовать круг вместе со стальной втулкой, формирующей отверстие в круге. Конструкция такой пресс-формы приведена на рис. 2.

В предлагаемой конструкции пресс-формы соосность керн с отверстием в кольце обеспечивается окончательной расточкой отверстия в кольце в сборочной единице, показанной на рис. 3 при базировании в центрах керн.

В сборной детали “основание – керн – кольцо” основание и керн окончательно обработаны. При этом, в основании, отверстие под керн $\varnothing 20H9$ и поверхность $\varnothing 157h9$, под посадку $H9/h9$ для установки кольца, обрабатываются с одной установки на токарном станке с точением торца A (см. рис. 3), на который опирается нижняя плита (см. рис.2). Такая технология обработки основания обеспечивает соосность посадочных поверхностей под кольцо и керн, а также перпендикулярность отверстия под керн к торцу A .

Керн, окончательно обработанный, закаленный, прошлифованный по наружным цилиндрическим поверхностям, собирается с основанием и крепится при помощи гайки 9 (см. рис. 2).

В кольце перед сборкой его с основанием обрабатываются окончательно все поверхности, кроме поверхности $\varnothing 149H9^{(+0,1)}$. Эта поверхность растачивается предварительно за два прохода. Причем эта расточка выполняется с одной установки на токарном станке с окончательной расточкой поверхности $\varnothing 157H9$, которой кольцо центрируется на основании.

После окончательной обработки кольца, производится объемная закалка кольца с предохранением от нее поверхности $\varnothing 157H9$.

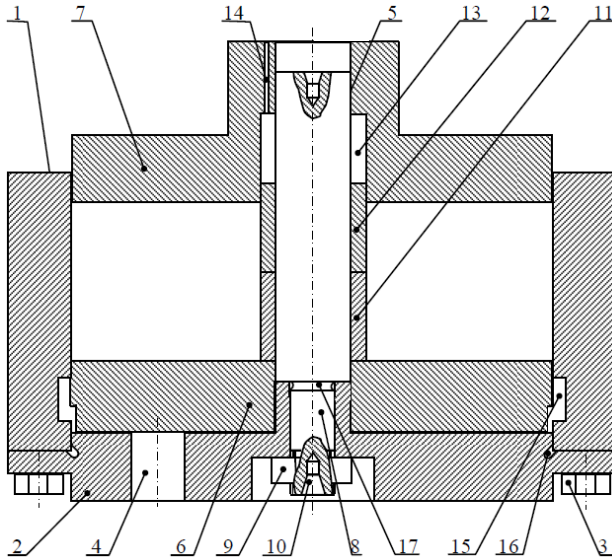


Рисунок 2 – Пресс-форма для прессования шлифовального круга со втулкой:

- 1 – кольцо; 2 – основание; 3 – болт;
- 4 – отверстие для выпрессовки заготовки круга (3 шт.); 5 – kern; 6 – нижняя плита;
- 7 – верхняя плита; 8 – шейка керна; 9 – гайка; 10 – центровые отверстия;
- 11 – втулка; 12 – компенсационная втулка; 13 – выточка под компенсационную втулку; 14 – отверстие для выпрессовки компенсационной втулки;
- 15, 16, 17 – технологические канавки

Окончательная обработка отверстия в кольце $\varnothing 149H9$ выполняется на токарном станке с базированием сборочной единицы в центрах керна. Этим и достигается соосность наружной поверхности керна и отверстия в кольце. Расточку закаленной поверхности отверстия в кольце необходимо производить резцом из кубического нитрида бора (КНБ).

Такая технология изготовления пресс-формы защищена патентом на способ изготовления пресс-формы для изготовления шлифовальных кругов [2].

Необходимо отметить еще одно важное достоинство предлагаемой технологии прессования кругов. Оно вытекает из необходимости замены кольца в пресс-форме после износа его выше допустимого за счет трения об абразивную массу при прессовании и выпрессовке ее. Так как kern практически не изнашивается в предлагаемой пресс-форме, то новое кольцо устанавливается на место изношенного и окончательно растачивается с базированием на центрах неизношенного керна.

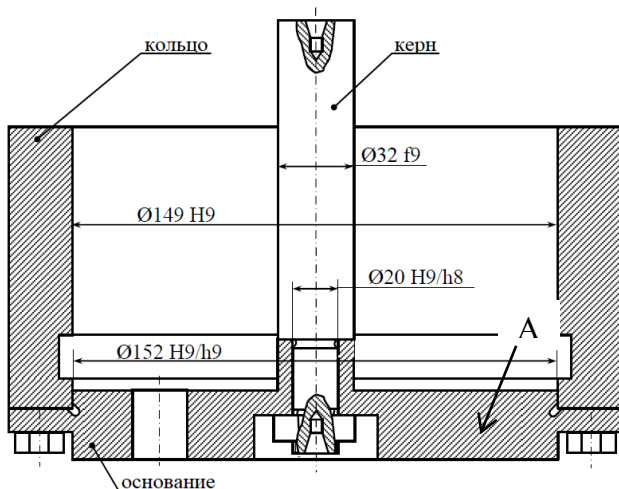


Рисунок 3 – Сборная деталь пресс-формы «основание – kern – кольцо»

Таким образом, маршрут механической обработки отверстия в кольце состоит из двух операций: предварительной и окончательной расточки.

Такая технология изготовления кольца: сначала как отдельной детали, а затем в сборе с основанием и керном, вносит особенности в такой элемент проектирования технологии обработки $\varnothing 149H9$ как расчет припуска.

При расчете минимального припуска $Z_{i\min}$, согласно формулы [3]:

$$2Z_{i\min} = 2[(Rz_{i-1} + h_{i-1}) + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}] ,$$

необходимо на операцию окончательной расточки учесть в пространственных отклонениях Δ_{i-1} на предыдущей операции погрешность, вносимую закалкой кольца и сборкой кольца с основанием и керном.

Расчет припусков для обработки отверстия в кольце сведем в таблицу 2. Все параметры, необходимые для расчета взяты из [3].

Анализ припусков по операциям предлагаемого маршрута обработки $\varnothing 149H9$ показывает, что на окончательную обработку этой поверхности необходим минимальный припуск 0,535 мм. Этот припуск больше чем на предварительную расточку этой поверхности. Такое, казалось бы, необычное увеличение припуска на чистовую обработку в сравнении с черновой, объясняется именно тем, что окончательной обработке предшествует сборка со сменой баз. И именно сборка ведет к значительной величине Δ_{i-1} , а значит и к большому значению припуска.

Таблица 2 – Исходные данные и результаты расчета припусков и операционных размеров поверхности $\phi 149H9$

N п\п	Маршрут обработки	Точность IT	Допуск T, мкм	Элементы припуска, мкм			
				Rz	h	Δ	ϵ
1	Прокат		+1900 -1900	300	400	44	
2	Растачивание черновое	12	400	40	50	2,7	800
3	Растачивание получистовое	10	160	20	25	222	0
4	Растачивание чистовое	9	100	20	20	8,9	0

Окончание табл. 2

N п\п	Маршрут обработки	Припуски, мкм			Размеры, мм	
		$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$	$2Z_{\text{ном}}$	d_{\min}	d_{\max}
1	Прокат	-	-	-	140,8	144,6
2	Растачивание черновое	3002	7202	6802	147,6	148
3	Растачивание получистовое	283	843	683	148,3	148,46
4	Растачивание чистовое	535	1035	695	149	149,1

Припуск на операцию окончательной расточки закаленной до $HRC_3=50$ поверхности кольца из стали 45 резцом из КНБ потребует двух или четырех проходов, т.к. рекомендуемая глубина резания такими резцами закаленных сталей не должна превышать $0,1 \dots 0,15$ мм.

Таким образом, для достижения соосности наружной и внутренней поверхностей прессуемого шлифовального круга, разработаны предложения по совершенствованию конструкции пресс-формы и технологии ее изготовления с решением частной задачи расчета припуска и числа переходов на окончательную операцию расточки $\phi 149H9$.

Список использованных источников: 1. Решение о выдаче патента Российской Федерации по заявке №2013157178/02 от 15.12.2014г. 2. Решение о выдаче патента Российской Федерации по заявке №2013157176/02 от 15.12.2014г 3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985.-656с.

Bibliography (transliterated): 1. Reshenie o vyidache patenta Rossiyskoy federatsii po zayavke №2013157178/02 ot 15.12.2014g. 2. Reshenie o vyidache patenta Rossiyskoy federatsii po zayavke №2013157176/02 ot 15.12.2014g 3. Spravochnik tehnologa-mashinostroitel'ya. V 2-h t. T.1 / Pod red. A.G. Kosilovoy i R.K. Mescheryakova. - 4-e izd., pererab. i dop. - M.: Mashinostroenie, 1985.-656s.

Поступила в редколлегию 17.12.2014.