

и к образованию завихрений потока.

Для окружных составляющих скорости струек в дросселе имеем зависимость

$$W_{02}/W_2 = (W_1/W_2)^{0.5} \cdot W_{01}/W_1,$$

где  $W_1$  и  $W_2$  - осевые составляющие скорости в 1 и во 2 сечениях дросселя;

$W_{01}$  и  $W_{02}$  - окружные составляющие скорости в 1 и во 2 сечениях дросселя.

Видно, что если поток воздуха ускоряется в конфузальной части дросселя, т.е.  $W_1/W_2$  уменьшается, то и  $W_{02}/W_2$  -

уменьшается, следовательно на подходе к узкому сечению поле скоростей в потоке приближается к осевому. И наоборот, при выходе из узкой части дросселя неравномерность потока (по направлению течения) увеличивается.

Приведённые зависимости позволяют более осмысленно проводить работы по доводке пневматических (струйных) агрегатов.

УДК 621. 923

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ НА ЖЁСТКИХ ОПОРАХ

©2016 Н.В. Носов, О.В. Родионова, В.А. Родионов

Самарский государственный технический университет

### OPTIMIZATION OF BEARING RINGS GRINDING PROCESS FOR STIFF SUPPORT

Nosov N.V., Rodionova O.V., Rodionov V.A. (Samara State Technical University, Samara, Russian Federation)

*The work presents development of the profile grinding model for fixed bearings on raceways of instrument bearings. Has been determined the optimal processing modes of grinding with water and oil-with liquid cooling. Productivity of the grinding process using water cooling has been increased more than 2 times.*

Подшипники в качестве элементов, передающих движение, имеют широкое применение в современном двигателестроении. Основными требованиями, предъявляемыми к подшипниковому узлу, являются долговечность и надёжность.

Профильное шлифование дорожки качения внутренних колец приборных подшипников на жёстких опорах является одной из основных технологических операций, формирующих служебные свойства всей детали. Поэтому выбор режимных параметров необходимо осуществлять в строгой зависимости от требуемого качества поверхности и точности заготовки.

Предложена модель оптимизации режимов шлифования дорожки качения внутреннего кольца приборного подшипника с применением масляных и водных смазывающе-охлаждающих жидкостей (СОЖ).

Технология производства колец подшипников предусматривает на заключительных операциях технологического процесса применение операций шлифования с постоянной подачей СОЖ. Окончательную обработку наружной поверхности дорожки качения внутреннего кольца осуществляют

на станках Brgant 1-М, со следующими режимами: скорость круга 54 м/с, частота вращения шпинделя  $n_k = 1750...1850$  об/мин; коэффициент полезного действия  $\eta = 0,8$ .

На операции используется абразивный круг для черновой обработки 24АМ40СТ1К с размерами:  $D_k = 350$  мм,  $B_k = 16$  мм.

Модель процесса шлифования включает три технических ограничения.

Ограничение 1.

Связано с предельно допустимой шероховатостью обрабатываемой поверхности дорожки качения подшипника

$$V_1^{y_a} S_2^{z_a} \leq \frac{R_a \cdot V_k^{x_a} \cdot d^\mu}{Ca \cdot B_k^{U_a} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4},$$

где  $R_a = 0,08$  мкм;  $V_k = 54$  м/с;  $d = 4,2$ ;  $\mu = 0,2$ ;  $Ca = 0,1$ ;  $B_k = 1$  мм;  $x_a = 0,9$ ;  $y_a = 0,7$ ;  $z_a = 0,45$ ;  $K_2 = 1,8$ ;  $K_3 = 1,4$ ;  $K_4 = 1$ ,  $K_1 = 1,4$  при шлифовании на масляной СОЖ (при шлифовании на водной СОЖ  $K_1 = 1,0$ ).

Ограничение 2.

Связано с деформацией технологической системы, её влиянием на фактический съём металла и погрешность обработки.

$$V_1^r S_2^y \leq \frac{\mu_u \cdot E \cdot I \cdot [f_{max}] \cdot V_K}{1020 C_N \cdot l_3^3 B_3 \cdot d_3^q \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7},$$

где  $\mu_u = 0,6$ ;  $E = 200000000$  МПа;  $I = 12,8$  мм<sup>4</sup>;  $[f_{max}] = 0,0015$  мм;  $V_K = 42$  м/с;  $C_N = 0,14$ ;  $l_3 = 1,2$  мм;  $B_3 = 1,2$  мм;  $d_3 = 3,61$  мм;  $K_{ш} = 4,5$ ;  $K_5 = 1$ ;  $K_6 = 0,8$ ;  $r = 0,8$ ;  $y = 0,7$ ;  $q = 0,2$ ;  $K_7 = 1,1$  при шлифовании на водной СОЖ, при шлифовании на масляной СОЖ  $K_7 = 0,88$ .

Ограничение 3.

Связано с допустимым уровнем температуры шлифования  $\Theta_{max}$ , влияющим на структурные и фазовые изменения в обрабатываемом материале, а в ряде случаев приводящем к возникновению прижогов и микротрещин

$$V_1^{(r-0,5)} S_2^{(x-0,25)} \leq \frac{\Theta_{кр} \cdot \lambda_M \cdot d_3^{(0,25-q)} (d_3 + D_K)^{0,25}}{943 a_M^{0,5} \cdot D_K^{0,25} \cdot K_5 K_6 K_7 \cdot B_3^z},$$

где  $\Theta_{кр} = 750^\circ\text{C}$ ;  $\lambda_M = 0,14$ ;  $d_3 = 3,61$ ;  $q = 0,2$ ;  $d_3 = 4$ ;  $D_K = 350$  мм;  $a_M = 0,065$ ;  $K_6 = 0,8$ ;  $K_7 = 1,1$ ;  $B_3 = 1$ ;  $z = 1,2$ ;  $r = 0,8$  (1.4);  $x = 0,55$ ,  $K_5 = 1.3$  при шлифовании на водных СОЖ, при шлифовании на масляной СОЖ  $K_5 = 1$ .

В процессе исследования сравнивались режимы шлифования дорожки качения приборных подшипников с применением водных и масляных СОЖ. Исследования показали, что при шлифовании с водной СОЖ (рис. 1) скорость вращения детали несколько ниже (на 10...15 %), в тоже время врезная подача увеличилась в 2.4...2.6 раза. Таки образом производительность процесса шлифования увеличилась в диапазоне исследуемой шероховатости поверхности в более, чем в два раза (рис. 2). В табл. 1

приведены оптимальные режимы шлифования.

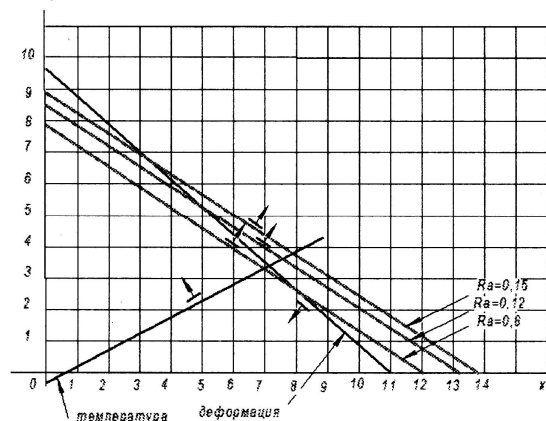


Рис. 1. Модель оптимизации режимов шлифования для водных СОЖ

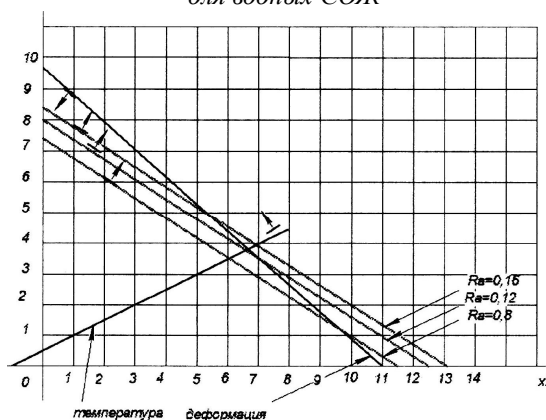


Рис. 2. Модель оптимизации режимов шлифования для масляных СОЖ

Таблица 1 – Оптимальные режимы шлифования

Вид СОЖ	Оптимальные режимы	$R_a$ , мкм		
		0,08	0,12	0,18
Масляная	$V_{1opt}$ , м/мин	33	40	49
	$S_{2opt}$ , мм/мин	0,4	0,66	1,1
Водная	$V_{1opt}$ , м/мин	27	36	44
	$S_{2opt}$ , мм/мин	1,09	1,8	2,6

УДК 669.245:621.762

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ МГТД ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

©2016 А.В. Сотов, Р.Р. Кяримов, А.В. Агаповичев

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

### NUMERICAL SIMULATION OF PART BLANKS FOR ADDITIVE PRODUCTION TECHNOLOGY

Sotov A.V., Kyarimov R. R., Agapovichev A.V. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

This paper presents computer operation for manufacturing a torch of the GTE combustion chamber (CC) by method of selection laser melting using metal powder VKNA-IVR. The combustor of the aircraft gas-turbine engine (GTE) is a complex and responsible assembly where rely the level of perfection of all engine.