



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1209420 A

(5D) 4 В 24 В 39/04// В 24 В 11/02

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3720465/25-08

(22) 27.01.84

(46) 07.02.86. Бюл. № 5

(71) Белорусский ордена Трудового  
Красного Знамени политехнический  
институт

(72) И.П.Филонов, Л.А.Олендер,  
В.В.Радкевич, А.Х.Букенгольц  
и В.Ю.Вайткус

(53) 621.923.5 (088.8)

(56) Пятосин Е.И. и др. Эффектив-  
ность обработки деталей методом  
накатывания. Минск, БелНИИТИ, 1982,  
с.25-30.

(54)(57) СПОСОБ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИ-  
ЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ, при котором сов-  
мещают механическое воздействие на  
обрабатываемую поверхность детали  
с ее нагревом и охлаждением, от -

л и ч а ю щ и й с я тем, что, с  
целью повышения геометрической точ-  
ности и качества поверхности шарик-  
ков, нагрев осуществляют до 550-  
600 °С, а охлаждение - до 400 -  
450 °С, при этом нагрев и охлаждение  
шариков производят многократно, опре-  
деляя количество циклов из ус-  
ловия

$$h = \frac{H_T}{\sqrt[3]{H_1 - H_H}}$$

где  $H_T$  - требуемая окончательная  
твердость поверхности шара;

$H_1$  - твердость поверхности ша-  
ра, полученная после пер-  
вого цикла поверхностно-  
пластической деформации;

$H_H$  - значение твердости поверх-  
ности шара до обработки.

(19) SU (11) 1209420 A

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано при обработке шариков в подшипниковой промышленности.

Цель изобретения - повышение геометрической точности и качества поверхности шариков за счет ограничения роста зерна аустенита при одновременном увеличении твердости поверхностного слоя.

На фиг.1 схематически представлено устройство для реализации предложенного способа; на фиг.2 - разрез А-А на фиг.1; на фиг.3 - разрез Б-Б на фиг.1; на фиг.4 - разрез В-В на фиг.3.

Устройство для осуществления предложенного способа содержит несколько пар рабочих инструментов 1 и 2, во внутренних торообразных полостях которых установлена труба 3, в которой выполнены тангенциальные сопловые отверстия 4 для подачи газобразной среды под давлением. Выходы предыдущих инструментов связаны с входами последующих посредством переходных патрубков 5. Загрузка обрабатываемых шариков 6 осуществляется через загрузочное устройство 7, а выгрузка из последнего инструмента осуществляется в лоток 8. Снаружи одного из инструментов пары установлен нагреватель 9 (например, индуктор), снаружи другого - охладитель 10.

Способ осуществляют следующим образом.

Из разгрузочного устройства 7 шарики попадают во внутреннюю полость инструмента 1, где они под действием газобразного потока, поступающего через сопловые отверстия 4, обкатываются по внутренней торообразной поверхности, подвергаясь пластической деформации. Одновременно с обкаткой шарики нагреваются до 550-600°C.

За счет наклона тангенциальных сопловых отверстий шарики, обкатываясь, одновременно перемещаются вдоль внутренней торообразной поверхности к патрубку 5. Пройдя через патрубок 5, шарики попадают в инструмент 2, где они охлаждаются до 400-450°C и одновременно обкатываются. Затем цикл деформации с нагревом и охлаждением повторяется и при выходе из последнего инструмента шарики попадают на лоток.

Число циклов выбирается из условия

$$n = \frac{H_T}{\sqrt{H_1 - H_H}}$$

где  $H_T$  - требуемая окончательная твердость поверхности шара;

$H_1$  - твердость поверхности шара, полученная после первого цикла поверхностно-пластической деформации, величина которой зависит от диаметра обрабатываемых шариков, размеров инструментов и давления рабочей среды;

$H_H$  - значение твердости поверхности шара до обработки.

Выбор температурных режимов обработки определяется необходимостью повышения не только твердости, но также увеличения пластичности, величина которой определяется величиной зерна в стали. При этом с уменьшением зерна стали ее пластичность увеличивается. А так как при нагреве стали в процессе закалки бурный рост зерна аустенита начинается с температуры выше 700°C, в предложенном способе температура нагрева ограничена 550-600°C. Температура охлаждения шариков в среднем на 150°C обеспечивает формирование мелкозернистого перлита в стали, который и обеспечивает повышение механической прочности шариков. Оптимальной скоростью нагрева и охлаждения шариков является 50-100°C/мин. Угол наклона тангенциальных сопловых отверстий к поперечному сечению инструмента  $\alpha = 2-3^\circ$  выбран исходя из условия обеспечения нагрева и охлаждения обрабатываемых шариков до требуемых указанных температур со скоростью 50-100°C/мин при прохождении ими рабочей зоны инструмента торообразной формы.

Так, например, при обработке шариков диаметром 25,4 мм в рабочей камере торообразного инструмента диаметром  $D = 1$  м (наиболее часто используемый диаметр в станках для обработки шариков) с углом выреза 1 рад оптимальным расстоянием между центрами шариков является  $H = 50$  мм (фиг.2).

Тогда длина рабочей камеры инструмента  $l$  определяется из выражения

$$l = \frac{D}{2} \cdot (2\pi - 1) = 2640 \text{ мм.}$$

Так как оптимальная скорость охлаждения и нагревания составляет  $V_T = 100^\circ\text{C}/\text{мин}$ , а амплитуда колебаний температуры в процессе термомеханической обработки достигает  $150^\circ\text{C}$ , то цикл охлаждения (нагревания) должен осуществляться при прохождении шариками рабочей зоны инструмента за 1,5 мин. Следовательно, скорость движения центра шарика вдоль оси инструмента составляет

$$V = \frac{l}{t} = \frac{2640}{1,5} = 1760 \text{ мм/мин.}$$

Так как угловая скорость вращения шарика (по аналогии с процессом пневмоцентробежной обработки) составляет  $\omega = 2000 \text{ рад/мин}$ , то скорость вращения  $V_0$  будет равна

$$V_0 = \omega \cdot \frac{D}{2} = 50000 \text{ мм/мин.}$$

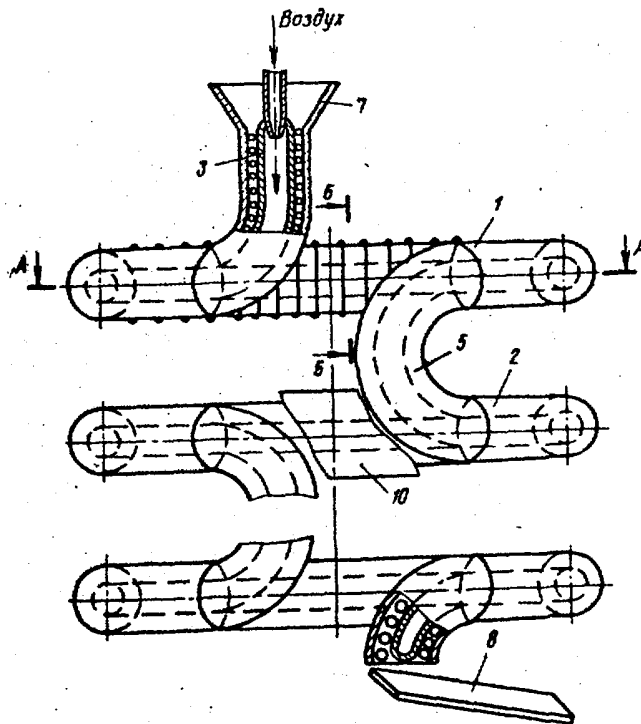
Скорость движения центра шарика вдоль оси инструмента может быть определена следующим образом:

$$V = V_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha,$$

где  $\alpha$  — угол наклона отверстия подачи среды под давлением к поперечному сечению инструмента.

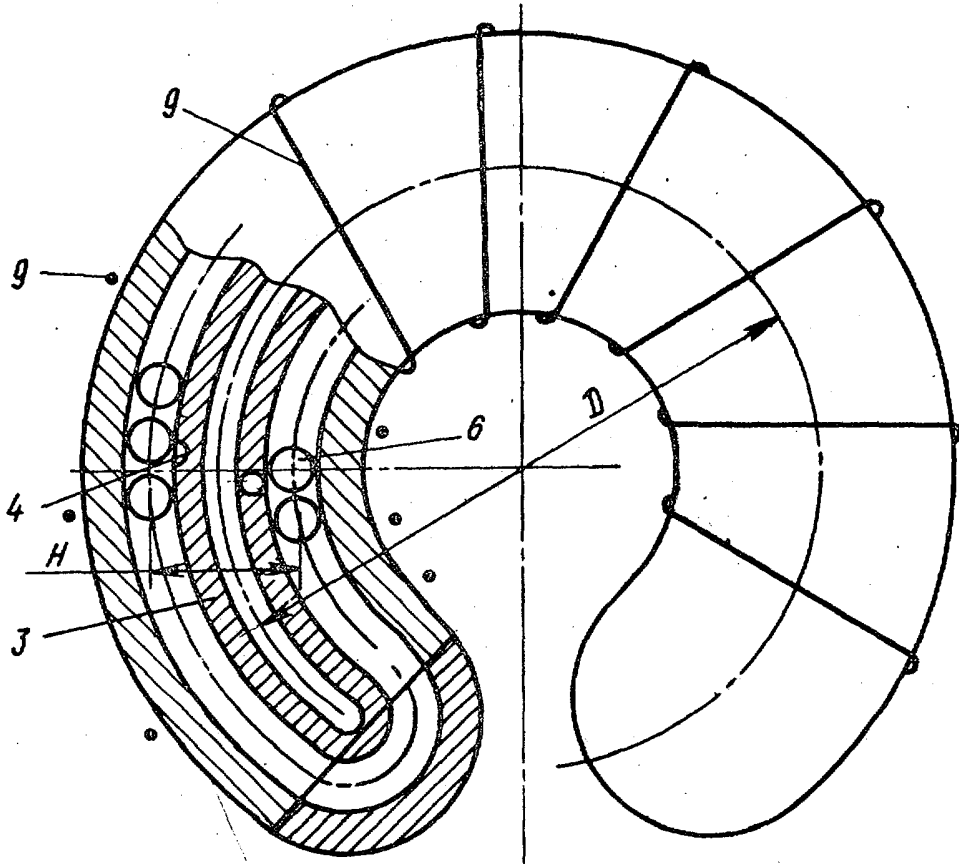
Отсюда  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{V}{V_0} = 0,0352$ , следовательно,  $\alpha = \operatorname{arctg} \frac{V}{V_0} = \operatorname{arctg} 0,0352 \approx 2^\circ$ .

Таким образом, оптимальным углом, обеспечивающим нагрев шариков до  $550 - 600^\circ$  и охлаждение до  $400 - 450^\circ\text{C}$  со скоростью  $100^\circ\text{C}/\text{мин}$  при прохождении шариками рабочей зоны инструмента, является угол в  $2 - 3^\circ$ .

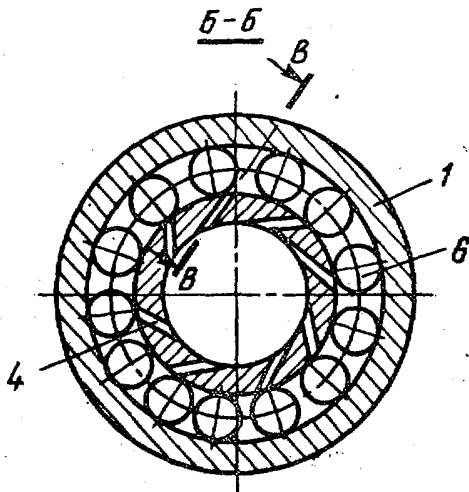


Фиг. 1

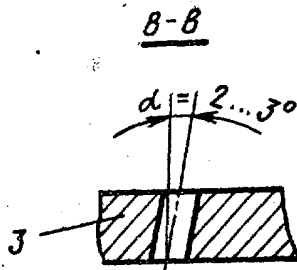
A - A



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Редактор А. Шандор      Составитель А. Козлова  
 Техред А. Бойко      Корректор Е. Сирохман

Заказ 368/19      Тираж 739      Подписное  
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
 по делам изобретений и открытий  
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4