

7. TESRO sportwaffen [Электронный ресурс] // Matchluftpistole PA10-2 Classic. – URL: <http://www.tesro.de/?MSID=212&TSID=ra2oavepgi228hikm739tin9h4> (дата обращения: 23.07.2013).

8. Ижевский механический завод [Электронный ресурс] // Стандартный пневматический пистолет МР-46М. – URL: <http://baikalinc.ru/ru/company/55.html> (дата обращения: 23.07.2013).

M. E. Dragunov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

M. M. Chernykh, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

G. R. Sadykova, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Sport Air Pistols Competitive Analysis

The analysis of sport air pistols manufactured by leading foreign companies and home-produced МР-46М is done in this paper. The need of home-produced sample equipping with anatomical grip adapted to athletes palm is shown.

Key words: sport air pistol, anatomical grip, МР-46М.

УДК 621.77

А. И. Абрамов, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

И. В. Абрамов, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

П. В. Лекомцев, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ КОНИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ В РЕЖИМЕ ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ

Представлен анализ точности геометрии конусного отверстия, получаемого методом упругопластического деформирования (калибровки) заготовки с черновым отверстием, предварительно смазанным жестким пуансоном. Анализ проведен с помощью кривых распределения применительно к базорасстояниям конических отверстий, распределение которых предположительно подчиняется нормальному закону.

Ключевые слова: конические отверстия, точность, калибровка, нормальное распределение, критерий Пирсона.

Традиционно конические отверстия получают методами растачивания, развертывания и электрохимической обработки. Для материалов, обладающих способностью пластического деформирования, был предложен метод упругопластического деформирования (калибровки) заготовки с черновым отверстием, предварительно смазанным жестким пуансоном [1]. В основе этого метода лежит гидродинамический эффект, возникающий в слое смазки, сдавливаемой параллельно сближающимися поверхностями. В результате этого эффекта в слое смазки возникает давление, вызывающее упругопластические деформации материала заготовки. Другим положительным свойством данного метода для упрочняющихся материалов является эффект автофреттирования, характеризующийся созданием благоприятных остаточных напряжений, что, в свою очередь, позволяет повысить несущую способность таких изделий в 1,6...2,0 раза [1, 2].

В таблице представлены две выборки с результатами измерений базорасстояний конических отверстий шестерен (рис. 1), используемых в зубчатых приводах сушильных цилиндров бумагоделательной машины Б-15, до и после калибровки. Заготовка

шестерни представляла собой поковку из стали 40Х ГОСТ 4543–71, предварительное отверстие в которой получено операциями сверления и растачивания. Шероховатость стенок отверстия после черновой обработки колебалась в пределах $Rz = 15...30$ мкм.

После статистической обработки первого массива экспериментальных данных построен полигон наблюдаемых частот и гипотетическая кривая теоретического распределения базорасстояний конусов до калибровки (рис. 2).

Распределение значений базорасстояний до калибровки находилось в пределах 7...13,5 мм. В этом диапазоне выбрано 8 интервалов с шагом 0,8125 мм, для каждого из которых подсчитывались эмпирические частоты – количество заготовок с базорасстоянием из соответствующего интервала. Среднеарифметическая величина интервального ряда распределения $\bar{X}_{a1} = 10,25$ мм, среднеквадратическое отклонение размеров $\sigma_1 = 1,93$ мм.

Для нормального закона использовались среднее арифметическое и среднеквадратическое отклонения эмпирического ряда распределения [3]. Проверка по критерию Пирсона (χ^2) показала, что эмпирическое

распределение базорасстояний конусов после черновой обработки (до калибровки) не соответствует нормальному закону. Причиной этого может быть как недостаточный объем выборки для построения

ряда распределения измеряемого параметра при данном виде обработки, так и колебания припусков обработки при растачивании конического отверстия из цилиндрического.

Результаты измерений базорасстояний конусов [1]

| № заготовки | Размер после черновой обработки, мм | Размер после калибровки, мм | № заготовки | Размер после черновой обработки, мм | Размер после калибровки, мм |
|-------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 10,0 | -0,3 | 27 | 7,5 | 0,1 |
| 2 | 11,5 | -0,2 | 28 | 8,7 | 0,8 |
| 3 | 7,2 | -0,4 | 29 | 9,2 | 0,3 |
| 4 | 8,1 | -0,9 | 30 | 13,0 | 0,6 |
| 5 | 9,3 | -0,1 | 31 | 11,3 | 0,1 |
| 6 | 12,3 | -0,2 | 32 | 10,5 | 0,7 |
| 7 | 13,5 | 0,3 | 33 | 7,0 | 0,4 |
| 8 | 7,9 | 0,5 | 34 | 12,3 | 0,8 |
| 9 | 9,6 | 0,0 | 35 | 10,8 | 0,4 |
| 10 | 12,3 | -0,3 | 36 | 8,3 | 1,0 |
| 11 | 8,8 | 0,1 | 37 | 9,1 | 0,5 |
| 12 | 9,5 | -0,4 | 38 | 8,7 | 0,3 |
| 13 | 11,5 | 0,6 | 39 | 11,8 | 0,2 |
| 14 | 7,7 | -0,2 | 40 | 9,2 | -0,9 |
| 15 | 8,3 | -0,8 | 41 | 11,5 | 1,2 |
| 16 | 12,8 | 1,0 | 42 | 10,2 | -1,3 |
| 17 | 13,0 | -0,8 | 43 | 13,3 | 1,4 |
| 18 | 7,1 | 1,2 | 44 | 8,2 | -0,6 |
| 19 | 9,7 | -0,2 | 45 | 9,3 | -0,2 |
| 20 | 13,1 | -1,0 | 46 | 11,2 | -0,9 |
| 21 | 12,0 | -0,8 | 47 | 11,8 | -1,5 |
| 22 | 13,4 | -0,9 | 48 | 7,0 | -0,8 |
| 23 | 7,0 | 0,3 | 49 | 12,0 | -0,2 |
| 24 | 10,1 | 0,4 | 50 | 9,3 | -0,9 |
| 25 | 12,3 | 0,1 | 51 | 8,7 | -1,4 |
| 26 | 7,5 | 0,6 | 52 | 10,1 | 1,2 |

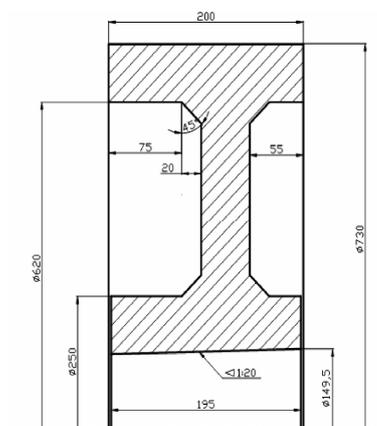


Рис. 1. Эскиз шестерни (без зубьев)

На рис. 3 представлены полигон частот и кривая теоретического распределения базорасстояний конусов после калибровки, полученные аналогичным образом. Распределение значений базорасстояний после калибровки лежит в пределах $-1,5 \dots 1,4$ мм, шаг интервального ряда $0,3625$ мм. Среднеарифметическая величина интервального ряда $\bar{X}_{a2} = -0,05$ мм, среднеквадратическое отклонение размеров $\sigma_2 = 0,72$ мм.

По критерию Пирсона (χ^2) эмпирическое распределение базорасстояний конусов после калибров-

ки соответствует нормальному закону. Величина поля рассеяния, которая характеризует точность операции калибровки, равна $4,32$ мм, что соответствует 7-й степени точности допусков углов конусов по ГОСТ 8908-81.

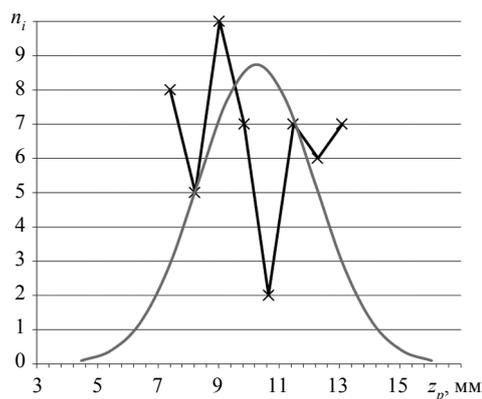


Рис. 2. Полигон частот (отмечены крестиками) и гипотетическая кривая теоретического распределения базорасстояний конусов до калибровки

Для наглядности на рис. 4 представлены оценки плотности нормального распределения базорасстояний конусов после калибровки (слева) и гипотетической (при условии принятия ряда мер по повышению

качества черновой обработки конических отверстий) кривой распределения базорасстояний конусов после черновой обработки.

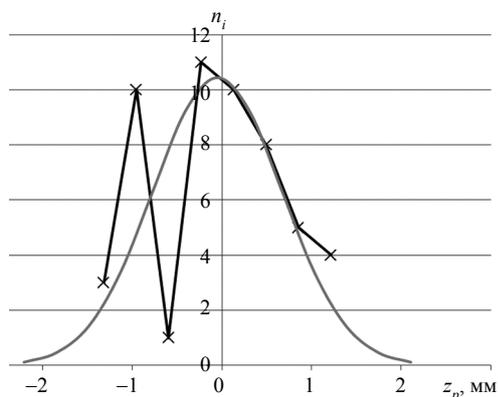


Рис. 3. Полигон частот и кривая теоретического распределения базорасстояний конусов после калибровки

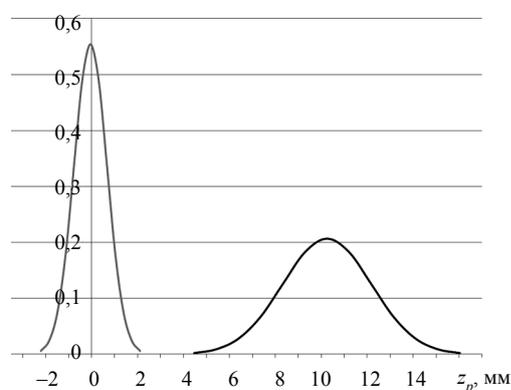


Рис. 4. Плотности нормального распределения базорасстояний конусов

Из представленных графиков видно, что распределение значений базорасстояний конусов после калибровки с достаточной точностью центрировано около нуля, имеет в 2,68 раз меньшую величину поля рассеяния по сравнению с черновой обработкой. Это

означает, что процесс правильно центрирован, стабилен и статистически управляем [4]. Тем самым создаются благоприятные условия для его автоматизации, суть которой сводится к автоматическому управлению режимом жидкостного трения и программному управлению величиной натяга при калибровке для каждой конкретной заготовки с целью повышения точности получаемых конических отверстий.

Выводы

Обработка экспериментальных данных с результатами измерений базорасстояний конических отверстий шестерен показала, что по критерию среднеквадратического отклонения точность конического отверстия после калибровки повышается более чем в два раза, что свидетельствует об эффективности предлагаемого метода получения окончательных конических отверстий.

Дополнительным положительным свойством калиброванного данным способом отверстия является эффект автофретирования, позволяющего повысить несущую способность конического соединения более чем в два раза.

Метод калибровки обладает не только достаточной точностью получения отверстий, но и простотой реализации в производственных условиях, что создает благоприятную перспективу для его автоматизации.

Библиографические ссылки

1. Высоконапряженные соединения с гарантированным натягом / И. В. Абрамов [и др.]. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2002. – 300 с. : ил.
2. Абрамов И. В., Клековкин В. С., Фаттиев Ф. Ф. Оценка эффективности способов автофретирования охватываемых деталей соединений с натягом // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1984. – № 4. – С. 15–17.
3. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие для вузов. – 9-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2003. – 479 с. : ил.
4. Шиндовский Э., Шюц О. Статистические методы управления качеством : Контрольные карты и планы контроля : пер. с нем. – М. : Мир, 1976.

A. I. Abramov, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

I. V. Abramov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

P. V. Lekomtsev, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Analyzing the Accuracy of Conical Holes, Obtained by Method of Elastic-Plastic Deformation in Fluid Friction Mode

The paper presents the accuracy analysis of the conical holes geometry produced by the elastic-plastic deformation (calibration) of the billet with a rough hole using pre-oiled hard punch. The analysis was performed with the help of the distribution curves with respect to bases distance of conical holes, the distribution of which is presumably subject to the normal law.

Key words: conical holes, accuracy, calibration, normal distribution, Pearson's criteria.