

УДК 621.9.072

**М. Н. Каракулов**, доктор технических наук, доцент, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова

**Д. В. Старшев**, кандидат технических наук, доцент, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова

**А. С. Мельников**, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова

## МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ТОЧНОСТЬЮ ОБРАБОТКИ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЦЕПЛЕНИЯ ПЛУНЖЕРНОЙ ПЕРЕДАЧИ

*Проведен анализ вероятности изготовления элементов плунжерного зацепления без брака в зависимости от конструкции приспособления. Даны рекомендации к изменению конструкций приспособлений для обработки плунжеров.*

**Ключевые слова:** плунжерное зацепление, способ изготовления.

**В** машиностроительном производстве важное место занимает управление точностью изготавливаемых деталей. Это связано с тем, что в настоящее время в условиях рыночных отношений создание конкурентоспособного изделия возможно только при достижении им заявленного, прогнозируемого с высокой степенью точности качества. Управление точностью, следовательно, и качеством изготавливаемых деталей двигателя позволяет создавать приводы для широкого спектра применения: от силовых приводов, в которых не требуется кинематическая точность исполнения команд, до приводов регулирования, в которых эта точность является основным критерием работоспособности.

Одним из методов увеличения надежности изготовления профиля плунжеров без брака является изменение количества пазов приспособления для его обработки, конструкция которого описана в [1].

Особенностью данного метода является то, что целочисленная кратность размещения плунжеров в приспособлении  $K_T$ , которую далее будем называть «технологическая кратность», отнесенная к конструкционной кратности  $K$ , должна давать в результате только целое число, т. е. должно выполняться условие

$$\frac{Z_{П(T)}}{Z_{П}} = \frac{K}{K_T}, \quad (1)$$

где  $Z_{П(T)}$  – количество плунжеров в приспособлении, которое может принимать только целое значение.

Это объясняется тем, что при размещении плунжеров в приспособлении, т. е. при выборе технологической кратности, в целях сохранения геометрии профиля плунжера и параметров обрабатывающего инструмента угловой шаг между заготовками, отнесенный к  $K_T$ , должен быть равен угловому шагу эквивалентного колеса.

Например, если кратность передачи  $K = 2$ , передаточное отношение  $i_{3К}^C = 28$ , то  $Z_K = 56$ , а  $Z_{П}K = 54$ . В этом случае согласно условию (1)

технологическая кратность может принимать значение  $K_T(Z_{П(T)}) = \frac{Z_{П}K}{Z_{П(T)}}$ . Для рассматриваемого при-

мера (рис. 1):  $K_T(1) = 54$ ,  $K_T(2) = 27$ ,  $K_T(3) = 18$ ,  $K_T(6) = 9$ ,  $K_T(9) = 6$ ,  $K_T(18) = 3$ ,  $K_T(27) = 2$ ,  $K_T(54) = 1$ .

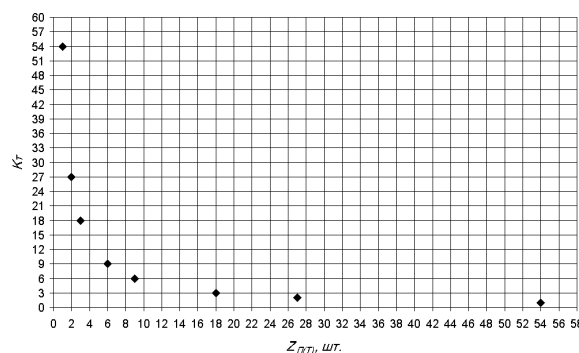


Рис. 1. Возможные сочетания  $Z_{П(T)}$  и  $K_T$  при  $K = 2$  и  $Z_{П} = 27$

При этом погрешность установки плунжера в приспособлении в тангенциальном направлении, определенная согласно существующим методам, изложенным в [2], для опытного образца изделия ПГД-1 при  $K_T(Z_{П(T)} = 9) = 3$  принимает значение  $\varepsilon_{yT(max)} = 0,4877$  мм. Уменьшение погрешности установки в данном случае обусловлено главным образом уменьшением накопленной угловой погрешности изготовления пазов приспособления при его обработке.

Распределение вероятности обработки профиля плунжеров с браком в зависимости от номера позиции паза  $i$  для рассматриваемого случая показано на рис. 2.

Как показывает анализ полученных результатов (рис. 2), при увеличении технологической кратности с 2 до 3 при изготовлении профиля плунжеров ПГД-1 вероятность изготовления плунжеров с браком уменьшается в 1,45 раза при прочих равных ус-

ловиях, но в то же время практически в 3 раза увеличивается основное время обработки профиля (так как при  $Z_{П} = 27$  и  $K_T = 6$  для изготовления комплекта необходимо выполнение не одной, а уже трех одинаковых операций).

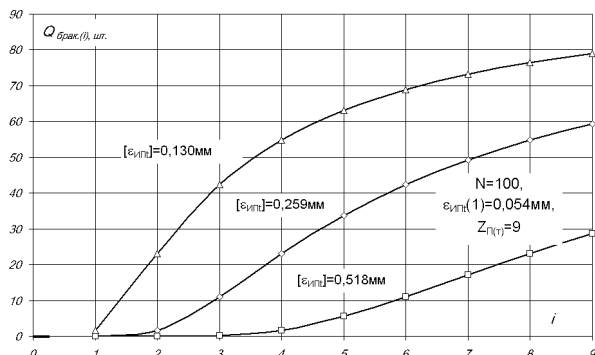


Рис. 2. Распределение вероятности обработки профиля плунжеров с браком для опытного образца ПГД-1

В связи с тем, что увеличение технологической кратности передачи вызывает увеличение времени, необходимого для изготовления комплекта плунжеров, необходимо производить дополнительные расчеты при заданных условиях производства и стоимости материалов, целью которых является сравнение себестоимости плунжеров при различном значении  $K_T$ . Поэтому можно признать, что задача выбора  $K_T$  многокритериальна и поэтому требует проведения дополнительных исследований.

Второй метод управления качеством профиля плунжера – это модернизация конструкции приспособления, целью которой является введение в конструкцию элементов, обеспечивающих базирование плунжеров по одноименным боковым поверхностям, что исключает погрешность, связанную с зазором между плунжером и пазом сепаратора приспособления. В этом случае погрешность базирования будет зависеть от допуска на толщину плунжера, значение которого меньше, чем величина зазора.

Данная методика легко реализуется установкой в пазы пластинчатых пружин, прижимающих плунжер при базировании к одноименным боковым поверхностям пазов приспособления (рис. 3).

В этом случае тангенциальная погрешность установки плунжера в приспособление с пластинчатыми пружинами принимает значение  $\varepsilon_{y(\max)} = 0,9640$  мм, а распределение вероятности появления брака профиля плунжера ПГД-1 показано на рис. 4.

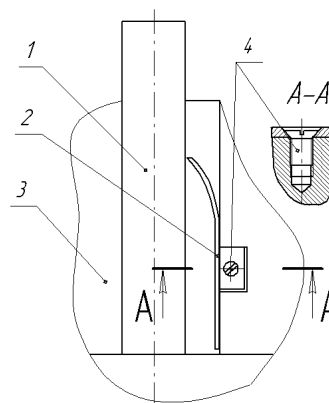


Рис. 3. Конструкция приспособления с пластинчатыми пружинами

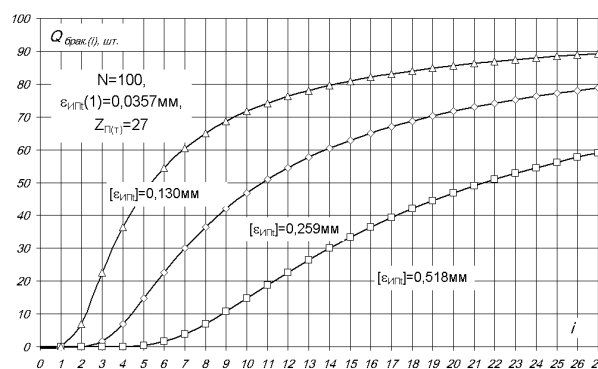


Рис. 4. Вероятность появления брака профиля плунжеров ПГД-1 в зависимости от позиции приспособления при применении пластинчатых пружин

Анализ рис. 4 показывает, что при применении пружин в конструкции приспособления количество брака уменьшается лишь в 1,089 раза на каждой позиции, но в то же время незначительно увеличивается время, необходимое для изготовления комплекта плунжеров для привода.

Таким образом, выбор метода зависит от конкретных требований к точности и себестоимости изготовления привода в реальных условиях.

#### Библиографические ссылки

1. Пат. RU 2334601. Способ профилирования элементов плунжерного эвольвентного зацепления / М. Н. Каракулов, И. Ф. Попков, Е. В. Каракулова, К. С. Поносова.
2. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие для вузов / Э. Л. Жуков, И. И. Козарь [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. – М. : Высш. шк., 2003. – 278 с.

M. N. Karakulov, DSc in Engineering, Associate Professor, Votkinsk Branch of Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
D. V. Starshev, PhD in Engineering, Associate Professor, Votkinsk Branch of Kalashnikov Izhevsk State Technical University  
A. S. Melnikov, Votkinsk Branch of Kalashnikov Izhevsk State Technical University

#### Methods of Controlling the Precision of Processing the Engaging Elements of Plunger Transmission

The analysis of probability of producing the plunger engaging elements without defective products depending on the design of devices are held. Recommendations for changing the design of devices for plunger machining are given.

**Key words:** plunger engagement, manufacturing method.