

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ КУЛАЧКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ МЕТОДОМ ЦИФРОВОЙ ФОТОСЪЁМКИ И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Якушина Е.Ю.

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Кафедра «Технология обработки материалов»

Научный руководитель: д.т.н., проф. Головин А.А.

Целью данной работы являлось определение размеров кулачков и функции положения шести кулачковых механизмов гибочного пресс-автомата.

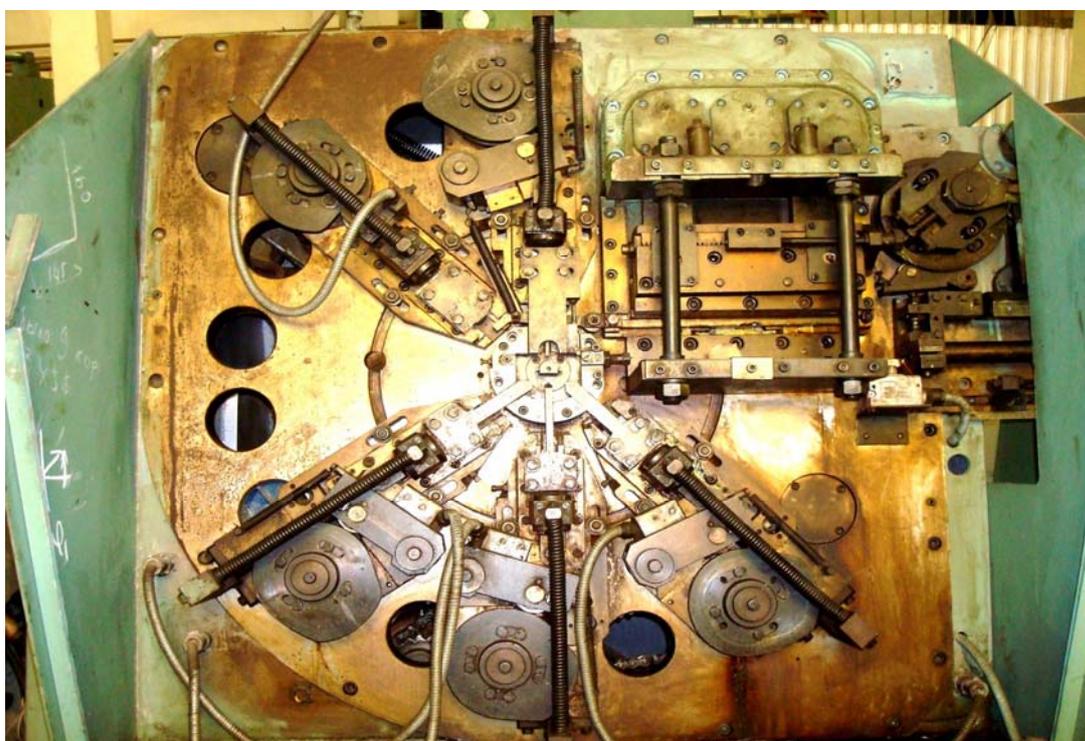


Рис.1. Фас гибочного пресс-автомата

На рис.1 видны пять кулачковых механизмов пресса, выполняющих 5 технологических операций. Шестой механизм находится в зоне привода и служит для выталкивания готового изделия из рабочей зоны.

Экспериментальное определение размеров осуществлялось методом цифровой фотосъёмки. Схема метода и принцип оценки погрешностей метода приведены на рис.2.

Погрешности метода возникают вследствие следующих причин:

- Непараллельности фокальной плоскости и торцевой плоскости механизма, характеризующейся углом α ;
- Несоосность оси кулака и оптической оси фотоаппарата, характеризующейся размером e .

итак,

$$BK + KO + OD = (B''O \times \sin(\alpha)) \times \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + B''O \times \cos(\alpha) + (b - DP \div \cos(\alpha)) \times \cos(\alpha) = \\ = a \times \sin(\alpha) \times \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + a \times \cos(\alpha) + (b - \operatorname{tg}(\gamma - \alpha) \times b \times \operatorname{tg}(\alpha)) \times \cos(\alpha);$$

В свою очередь, $B''O + OD'' = a + b$

Тогда, $a + b = a \times (\sin(\alpha) \times \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \cos(\alpha)) + b \times (1 - \operatorname{tg}(\gamma - \alpha) \times \operatorname{tg}(\alpha)) \times \cos(\alpha)$, т.е.

$$K = \sin(\alpha) \times \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + \cos(\alpha) \quad ,$$

$$K_1 = (1 - \operatorname{tg}(\gamma - \alpha) \times \operatorname{tg}(\alpha)) \times \cos(\alpha),$$

Будем считать, что угол наклона очень мал и $a \rightarrow 0$ (2)

$$\text{Тогда} \quad \sin(\alpha) \approx 0, \quad \cos(\alpha) \approx 1 \quad \longrightarrow \sin(\alpha) \times \operatorname{tg}(\alpha + \beta) = 0$$

Итак, искомый коэффициент, учитывающий размер ошибки: $K \sim 1$

Это говорит о том, что при выполнении условия (2), ошибку метода можно принять равной нулю.

Так же на точность полученных данных влияют свойства фотосъёмочного процесса:

размер матрицы составляет 1/2.5",

разрешение - 7 000 000 пикселей.

Ошибка, вносимая указанными несовершенствами, составляет не более 10^{-6} . Таким образом, размер ошибки не оказывает принципиального влияния на точность измерений.

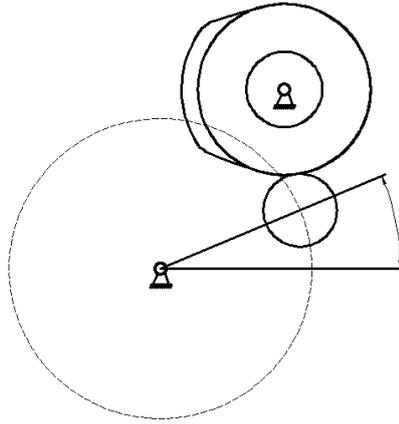
Восстановление истинного размера производилось с помощью масштабного коэффициента и далее обвода контура кулачка (рис.3). В качестве программного обеспечения использовался AutoCAD 2007, который позволяет обеспечить точность замеров 10^{-5} .



а)



б)



в)

Рис.3. Этапы обработки фотографии
 а)масштабирование
 б)обводка
 в)полученный контур

Определение положения толкателя (функции положения) осуществлялось методом обращенного движения с шагом поворота кулака 5^0 . Общее число замеров составило $n=72$. Число замеров в каждой точке составило $m=5$. Статистическая обработка данных проведена с помощью пакета Microsoft Office Excel 2003. Однородность дисперсии измерений проверялась по критерию Кохрена $G_\alpha(n, m - 1)$, для которого критическое значение уровня значимости α . Это табличное число (в данной работе $n = 72, m = 5$) сравнивается с расчётным значением,

где $S_i^2 = S_{u=1}^m (y_{iu} - y_i)^2$ - дисперсия отклика в i -ом оригинальном опыте.

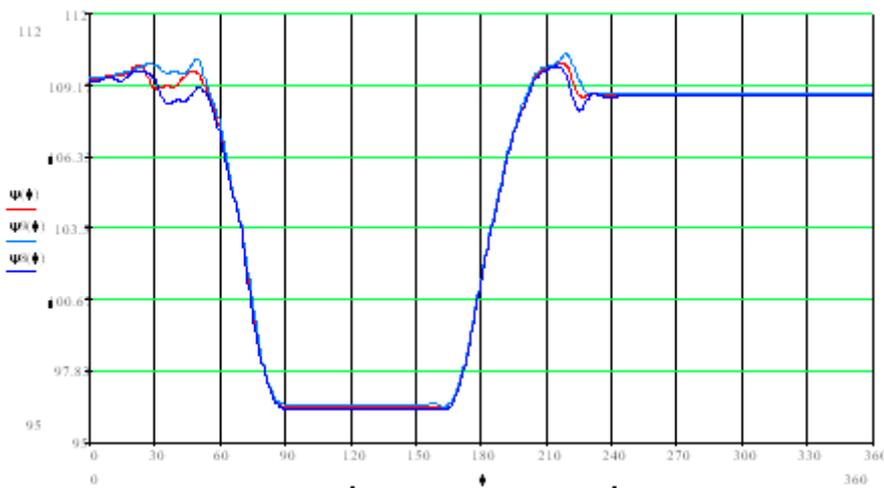
Полуширина доверительного интервала вычислялась по критерию Стьюдента $\Delta = t_p [n \times (m - 1)] \times S_b$

где t_p ($n \times (m - 1)$)-табличное значение критерия Стьюдента;

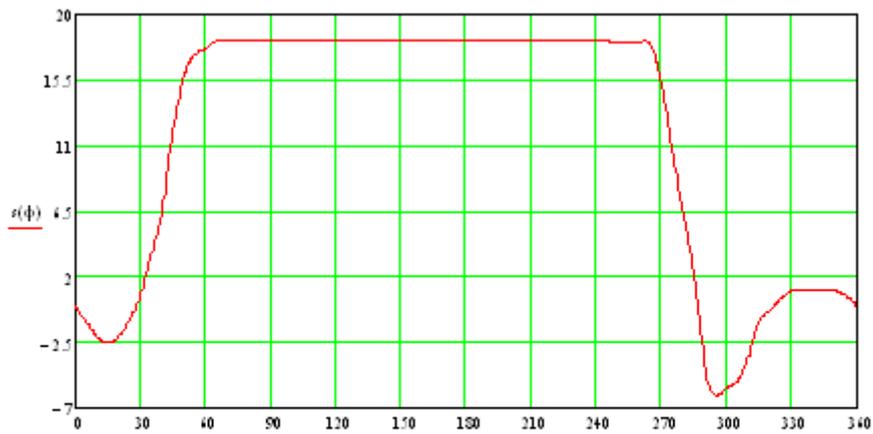
S_b - среднее квадратичное отклонение дисперсии воспроизводимости;

Уровень значимости α был принят равным 0,01 и 0,05. Расчеты по этим уровням показали, что расхождение в результатах статистической обработки практически совпадали. Это значит можно выполнять данную статистическую обработку при меньшем уровне значимости $\alpha = 0.05$.

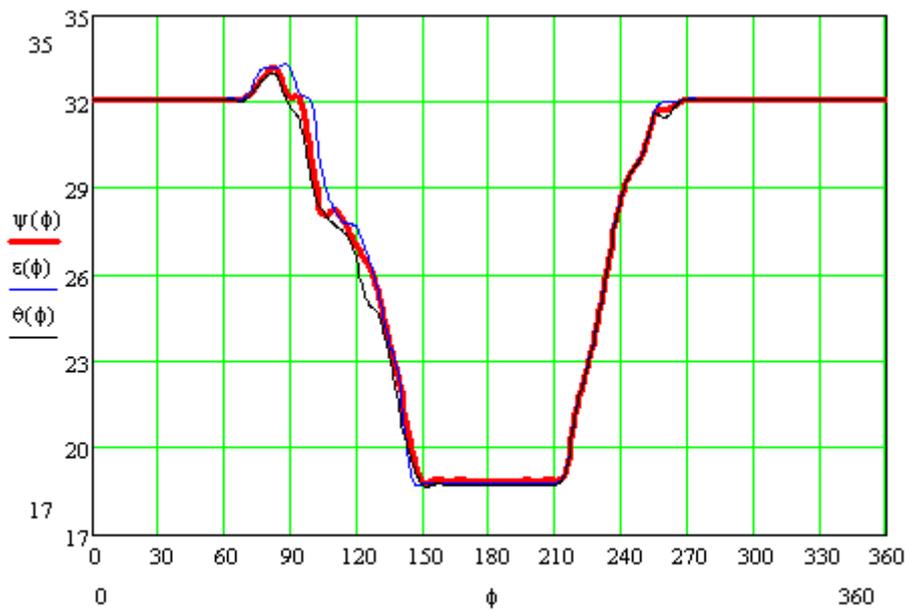
На графиках (рис.4) показаны функции положения кулачковых механизмов, на которых показано математическое ожидание функции положения и полуширина доверительного интервала.



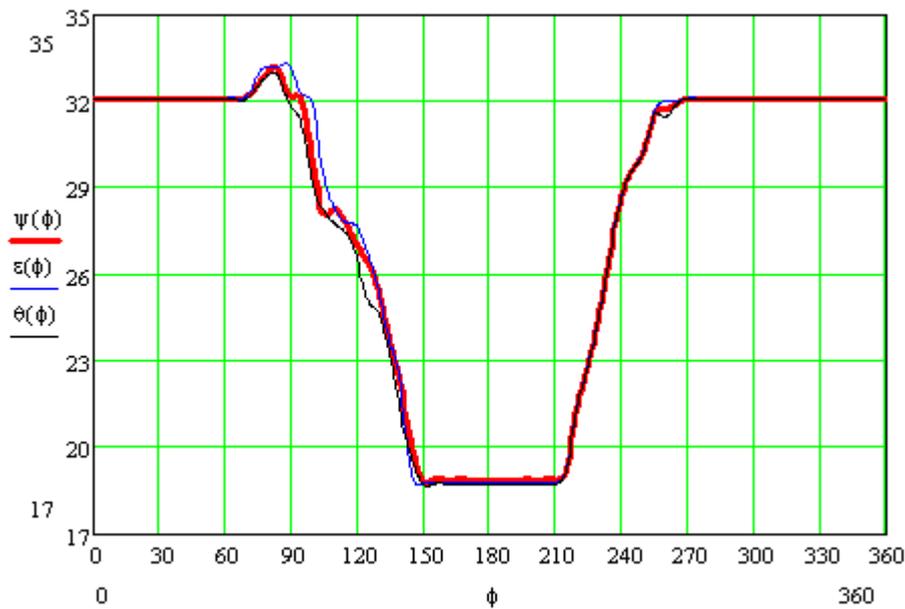
а)Обрезка
заготовки



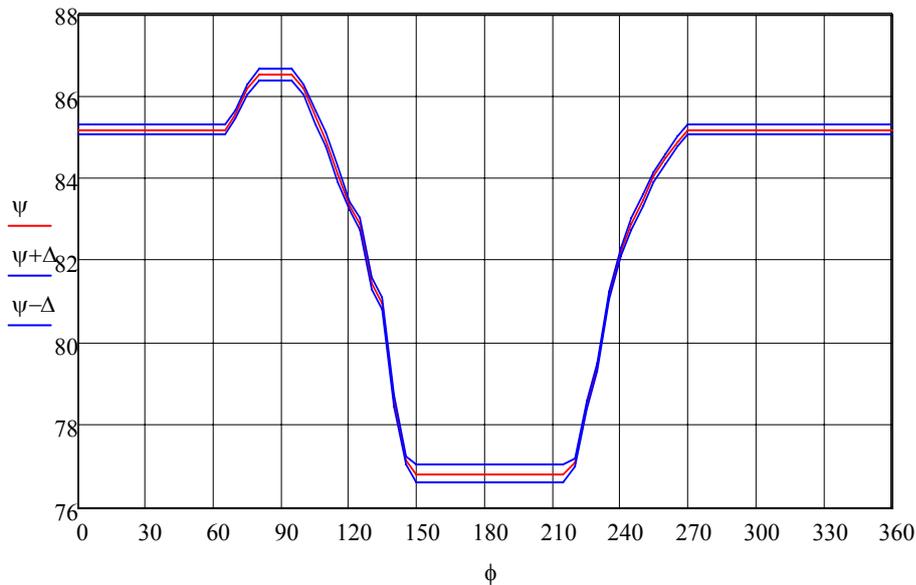
б) Прижим заготовки



в) Гибка заготовки



г) Поджим и калибровка заготовки



д) Гибка заготовки

Рис.4. Функции положения кулачковых механизмов

Выводы.

- ✓ Разработана методика определения размеров кулачкового механизма и его функции положения с помощью цифровой фотосъёмки и обработки на ЭВМ.
- ✓ На основе обработки результатов эксперимента методами математической статистики определены функции положения шести кулачковых механизмов гибочного прессы-автомата.
- ✓ Полученные данные использованы для анализа работы кулачковых механизмов гибочного прессы-автомата.

Литература

А.А.Головин. Исследование механического КПД редуктора методами активного планирования эксперимента.— М.: МВТУ им.Н.Э.Баумана,1984