

УДК 621. 992. 7

И. Е. Таиров, зам. главного технолога НФ ОАО «НПО Прибор»,
г. Москва

e-mail: il.tairov@gmail.com

Конструкторско-технологические методы достижения точности соединения прессового инструмента таблетпрессов

Рассмотрены конструкторско-технологические методы достижения требуемой точности зазора в соединении прессового инструмента (матрицы и пуансона) при их изготовлении по экономичным технологиям с расширенными допусками на диаметральные размеры.

***Ключевые слова:** прессовый инструмент, матрица, пуансон, предельные отклонения, сортировка, групповая взаимозаменяемость.*

E.I. Tairov

Design and Technological Methods to Achieve Accurate Connection Pressing Tool Tabletpresse

Considered design and technological methods to achieve the required accuracy of the gap in conjunction pressing tool (die and punch) at their manufacturing cost for technology with enhanced tolerance to the diametrical size.

***Keywords:** pressing tools, matrix, punch, tolerances, sorting, group interchangeability.*

Зазор S между рабочими поверхностями матрицы и пуансона определяется как замыкающее звено конструкторской размерной цепи (см. рис. 1) $B_{\Delta} = S$, составляющими звеньями которой являются [1]:

диаметр матрицы $D_m = B_1$ и диаметр пуансона $D_n = B_2$

$$B_{\Delta} = S, \quad B_{\Delta} = \bar{B}_1 - \bar{B}_2,$$

где \bar{B}_1 - диаметр матрицы, выполняющей роль увеличивающего звена;

\bar{B}_2 - диаметр пуансона, выполняющего роль уменьшающего звена.

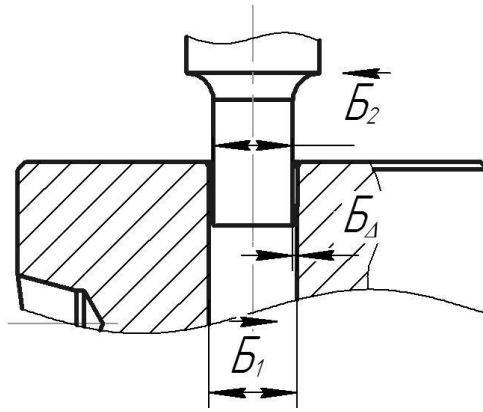


Рис. 1. Схема размерной цепи B_{Δ} , определяющей зазор в соединении матрица – пуансон

В соответствии с этим предельные отклонения $\Delta_{\Delta}^B, \Delta_{\Delta}^H$ на замыкающем звене B_{Δ} , определяющие соответственно верхнее $S_{нб}$ и нижнее $S_{нм}$ предельные отклонения зазора при методе полной взаимозаменяемости можно представить матричным выражением [2]:

$$\begin{vmatrix} S_{нб} \\ S_{нм} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \Delta_{\Delta}^B \\ \Delta_{\Delta}^H \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \bar{\Delta}_1^B - \bar{\Delta}_2^H \\ \bar{\Delta}_1^H - \bar{\Delta}_2^B \end{vmatrix}, \quad (1)$$

где $\bar{\Delta}_1^B, \bar{\Delta}_1^H$ и $\bar{\Delta}_2^B, \bar{\Delta}_2^H$ - соответственно верхние и нижние предельные отклонения отверстия матрицы и диаметра пуансона.

В свою очередь, допуски на составляющие звенья размерной цепи составляют:

$$\begin{vmatrix} T_1 \\ T_2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \Delta_1^B - \Delta_1^H \\ \Delta_2^B - \Delta_2^H \end{vmatrix},$$

Численные значения этих параметров, полученные согласно рис. 1 приведены в таблице 1.

Таким образом, получаемые согласно (1) предельные значения зазора в соединении составят:

$$S_{нб} = \Delta_{\Delta}^B = 0,012 - (-0,008) = 0,02$$

$$S_{нм} = \Delta_{\Delta}^H = 0 - (-0,002) = 0,002,$$

и соответственно допуск на зазор $T_S = S_{нб} - S_{нм}$:

$$T_S = T_{\Delta} = \Delta_{\Delta}^B - \Delta_{\Delta}^H = 0,02 - 0,002 = 0,018 \text{ мм}. \quad (2)$$

Координата середины поля допуска составляет:

$$\Delta_{0\Delta} = \frac{\Delta_{\Delta}^B + \Delta_{\Delta}^H}{2} = \frac{0,02 + 0,002}{2} = 0,011 \text{ мм} \quad (3)$$

Таблица 1

Предельные отклонения и допуски на звенья цепи B_{Δ}

	Предельные отклонения звеньев размерной цепи B_{Δ} (мм)		Допуски на звенья T
	Верхние Δ^B	Нижние Δ^H	
Предельные отклонения отверстия матрицы B_1	Верхнее $\Delta_1^B = 0,012$	Нижнее $\Delta_1^H = 0,0$	0,012
Предельные отклонения диаметра пуансона B_2	Верхнее $\Delta_2^B = -0,002$	Нижнее $\Delta_2^H = -0,008$	0,006
Предельные отклонения зазора B_{Δ}	Верхнее $\Delta_{\Delta}^B = 0,02$	Нижнее $\Delta_{\Delta}^H = 0,002$	0,018

Таким образом, получаемые согласно (1) предельные значения зазора в соединении составят:

$$S_{нб} = \Delta_{\Delta}^B = 0,012 - (-0,008) = 0,02$$

$$S_{нм} = \Delta_{\Delta}^H = 0 - (-0,002) = 0,002,$$

и соответственно допуск на зазор $T_S = S_{нб} - S_{нм}$:

$$T_S = T_{\Delta} = \Delta_{\Delta}^B - \Delta_{\Delta}^H = 0,02 - 0,002 = 0,018 \text{ мм.} \quad (2)$$

Координата середины поля допуска составляет:

$$\Delta_{0\Delta} = \frac{\Delta_{\Delta}^B + \Delta_{\Delta}^H}{2} = \frac{0,02 + 0,002}{2} = 0,011 \text{ мм} \quad (3)$$

Рассмотрим задачу обеспечения требуемой точности зазора в соединении пуансон – матрица методом групповой взаимозаменяемости с использованием более широких, экономически целесообразных допусков на диаметр отверстия в матрице и на диаметр пуансона [3].

Реализация метода групповой взаимозаменяемости обуславливает необходимость выполнения двух расчетных условий:

Условие 1 - сумма допусков увеличивающих звеньев должна равняться сумме допусков уменьшающих звеньев

$$\sum_{i=1}^{i=k} \bar{T}_1 = \sum_{k=1}^{m-1} \bar{T}_2 \quad (4)$$

Условие 2 - координата середины поля допуска, получаемая на замыкающем звене при расширенных допусках $\Delta'_{0\Delta}$, должна быть равна требуемой координате $\Delta_{0\Delta}$ середины поля допуска:

$$\Delta'_{0\Delta} = \bar{\Delta}'_{01} - \bar{\Delta}'_{02} = \Delta_{0\Delta}. \quad (5)$$

Задача обеспечения требуемой точности зазора в соединении при расширенных допусках диаметральных размеров матрицы и пуансона достигается путем расширения допусков T_1, T_2 охватывающей $T_1^* > T_1$ и охватываемой детали $T_2^* > T_2$ и последующего их разбиения на k групп.

Расширения допусков на диаметр отверстия матрицы и на диаметр пуансона позволяет упростить их изготовление, исключить необходимость выполнения пригоночных операций, а следовательно и снизить себестоимость их изготовления [4].

Расширим допуски на составляющие звенья T_1 и T_2 в три раза. Это означает, что принимается количество групп сортировки $k = 3$.

При этом согласно первому расчетному условию (4) необходимо обеспечить равенство допусков T_1^* и T_2^* . С этой целью вводим коррекцию и назначаем на звенья новые, широкие допуски, численное значение которых должно быть кратно числу групп сортировки:

$$T_1^* = T_2^* = 0,024\text{мм}, \text{ что означает } 0,024 = 0,008 \cdot 3. \quad (6)$$

Назначим при расширенном допуске $T_1^* = 0,024\text{мм}$ предельные отклонения для отверстия матрицы: $\Delta_1^B = 0,024$ и $\Delta_1^H = 0,00$. В соответствии с этим координата середины поля допуска звена B_1 составит:

$$\Delta_{01}^* = \frac{\Delta_1^B + \Delta_1^H}{2} = \frac{0,024 + 0,00}{2} = 0,012\text{мм}. \quad (7)$$

Определив $\Delta_{01}^* = 0,012\text{мм}$ и зная координату середины поля допуска замыкающего звена $\Delta_{0\Delta} = 0,011\text{мм}$, из выражения (4), определяющего второе расчетное условие, находим координату середины поля допуска звена B_2 :

$$\Delta_{0\Delta}^* = 0,012 - \bar{\Delta}_{02}^* = 0,011\text{мм} \Rightarrow \bar{\Delta}_{02}^* = 0,001\text{мм}. \quad (8)$$

На основе выполненных расчетов представляется возможным составить следующую таблицу допусков и предельных отклонений на звенья размерной цепи B_{Δ} , решаемой методом групповой взаимозаменяемости (см. таблицу 2).

Таблица 2

Допуски и предельные отклонения на звеньях

Допуски и предельные отклонения	Звенья размерной цепи		
	T_i^*	0,024 (0,008·3)	0,024 (0,008·3)
Δ_i^{B*}	0,024	0,013	0,035
Δ_i^{H*}	0,00	-0,011	-0,013
Δ_{oi}^*	0,012	0,001	0,011

На основе численных допусков и предельных отклонений, приведенных в табл. 2, составим таблицу сортировки матриц и пуансонов (соответственно по диаметру отверстия и диаметру пуансона) на три размерные группы. (см. таблицу 3)

Таблица 3

Таблица сортировки

Звенья цепи	группа I		группа II		группа III	
	Δ_1^H	Δ_1^B	Δ_2^H	Δ_2^B	Δ_3^H	Δ_3^B
B_1	$\Delta^H = 0$	$\Delta^B = 0,008$	$\Delta^H = 0,008$	$\Delta^B = 0,016$	$\Delta^H = 0,016$	$\Delta^B = 0,024$
B_2	$\Delta^H = -0,011$	$\Delta^B = -0,003$	$\Delta^H = -0,003$	$\Delta^B = 0,005$	$\Delta^H = -0,005$	$\Delta^B = 0,013$
B_Δ	$\Delta_\Delta^H = 0,003$	$\Delta_\Delta^B = 0,0019$	$\Delta_\Delta^H = 0,003$	$\Delta_\Delta^B = 0,019$	$\Delta_\Delta^H = 0,003$	$\Delta_\Delta^B = 0,019$

Проверку точности зазора, получаемого с использованием трех групп сортировки пуансонов и матриц, выполняем по формулам предельных отклонений (1):

$$S_{нб} = \Delta_\Delta^B = \Delta_1^B - \Delta_2^H \quad ; \quad S_{нм} = \Delta_\Delta^H = \Delta_1^H - \Delta_2^B,$$

которые должны показать достижение одинакового зазора в каждой из трех групп сортировки:

для деталей первой группы

$$S_{нб} = \Delta_\Delta^B = 0,008 - (-0,011) = 0,019 \quad S_{нм} = \Delta_\Delta^H = 0 - (-0,003) = 0,003,$$

для деталей второй группы

$$S_{нб} = \Delta_\Delta^B = 0,016 - (-0,003) = 0,019 \quad S_{нм} = \Delta_\Delta^H = 0,008 - 0,005 = 0,003,$$

для деталей третьей группы

$$S_{нб} = \Delta_\Delta^B = 0,024 - 0,005 = 0,019 \quad S_{нм} = \Delta_\Delta^H = 0,016 - 0,013 = 0,003.$$

Таким образом, проверка показала, что предложенный метод достижения точности зазора в соединении, в основу которого положен

метод групповой взаимозаменяемости, позволяет при расширенных допусках на диаметральные размеры пуансона и матрицы (у пуансона $\varnothing 6_{-0,011}^{+0,013}$ в место $\varnothing 6_{-0,008}^{-0,002}$, а у матрицы $\varnothing 6^{+0,024}$ вместо $\varnothing 6^{+0,012}$) обеспечить достижение более высокой точности функционально важного зазора между пуансоном и матрицей:

наибольший зазор $S_{нб} = \Delta_{\Delta}^B = 0,019$ в место 0,02мм и
наименьший зазор $S_{нм} = \Delta_{\Delta}^H = 0,003$ в место 0,002мм.

Выводы:

1. Для гарантированного достижения требуемой точности функционально важного зазора в соединении пуансон – матрица при расширенных допусках на диаметральные размеры пуансона и матрицы предложено использовать метод групповой взаимозаменяемости.

2. Использование метода групповой взаимозаменяемости позволило расширить допуск на диаметр пуансона в четыре раза с $T = 0,006$ мм до $T = 0,024$ мм, а на диаметр отверстия матрицы в два раза с $T = 0,012$ мм до $T = 0,024$ мм, что существенно упростило технологические процессы изготовления матрицы и пуансона.

3. Применение метод групповой взаимозаменяемости для комплектного изготовления прессового инструмента позволило снизить себестоимость изготовления деталей прессового инструмента, обеспечив при этом получение требуемого радиального зазора в пределах $S = 0,002 \dots 0,019$ мм.

Список литературы

1. Мнацакян В.У., Морозов В.В., Схиртладзе А.Г., Тимирязев В.А., Технология машиностроения //Учебник для вузов. Под ред. Тимирязева В.А., Изд. ВГТУ, Владимир, 2013, 523 с.

2. Таиров И.Е. Оптимизация технологии изготовления деталей с фасонными поверхностями с применением станков с ЧПУ. Таиров И.Е., Лескин С.А. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск).- 2014-№11-8с.

3. Мнацакян В.У., Набатников Ю.Ф., Тимирязев В.А. Обеспечение точности зазора с использованием групповой взаимозаменяемости. Статья в сборнике научных трудов семинара «Современные технологии в горном машиностроении» МГГУ, 2013 с.245-251.

4. Тимирязев В.А., Схиртладзе А.Г., Солнушкин Н.П. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств. Тимирязев В.А., Схиртладзе А.Г., Солнушкин Н.П., Дмитриев С.И., Евгеньева Е.А. //Учебник для вузов. Изд. Лань, Санкт-Петербург, 2014, 378 с.