

УДК 621.73

Каргин С.Б.*(Приазовский государственный технический университет)***Каргин Б.С.***Приазовский государственный технический университет***Кухарь В.В.***Приазовский государственный технический университет /
Национальная металлургическая академия Украины***Марков О.Е.***Донбасская государственная машиностроительная академия*

РАСЧЁТ КОНФИГУРАЦИИ БОЙКОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОТЯЖКИ КРУГЛЫХ ПОКОВОК

Представлена методика розрахунку конфігурації вирізних і комбінованих бійників для раціонального ковальського протягування заданого діапазону діаметрів поковок. Показано, що для кування основної номенклатури поковок, які виготовляють на стандартних гідравлічних ковальських пресах, доцільно використовувати бійники із кутом вирізу 120° .

The method of calculation of configuration for carved and combined forging punches is presented for rational forging reaching of the set range of diameters of produced-parts. It is shown that for forging of basic nomenclature of produced-parts which make on the standard hydraulic forging presses is expedient to use forging punches with the angles of cut 120° .

Введение

В тяжёлом и энергетическом машиностроении поковки валов круглого сечения широко применяются и вопросы повышения производительности и качества при их изготовлении являются весьма актуальными.

Основная часть

Автоматические ковочные комплексы, оснащённые современной компьютерной техникой, имеют большие возможности в исполнении технологических параметровковки, что позволяет при заданных оптимальных параметрах вырезных и комбинированных бойков увеличить производительность и качество поковок.

В литературе имеется достаточно исследований [1-5] процесса протяжки вырезными и комбинированными бойками. Однако, вопросы расчёта требуемого угла выреза бойков для протяжки заданного диапазона диаметров слитков (блоков) и поковок отсутствуют.

Целью работы явились исследования по установлению требуемой конфигурации бойков для рациональной протяжки заданного диапазона диаметров слитков (блоков) и поковок, которые позволят свести к минимуму необходимое количество бойков.

Анализ производственных данных и собственных экспериментов позволил авторам предложить методику расчёта конфигурации бойков для рациональной протяжки заданного диапазона диаметров поковок, которые планируется ковать на гидравлических прессах, установленных на отечественных предприятиях.

Минимальный диаметр поковки, который можно получить в одной паре вырезных бойков, и максимальный диаметр слитка (блока), который можно обжать на тех же бойках, согласно рис.1 определяются из выражений:

$$d_{1 \min} = B_1 \cdot \cos(\varphi/2), \quad (1)$$

$$D_{\max} = k \cdot B_1, \quad (2)$$

где B_1 и φ – есть, соответственно, ширина створа и угол выреза бойков;
 k – коэффициент, зависящий от величины начальных обжатий.

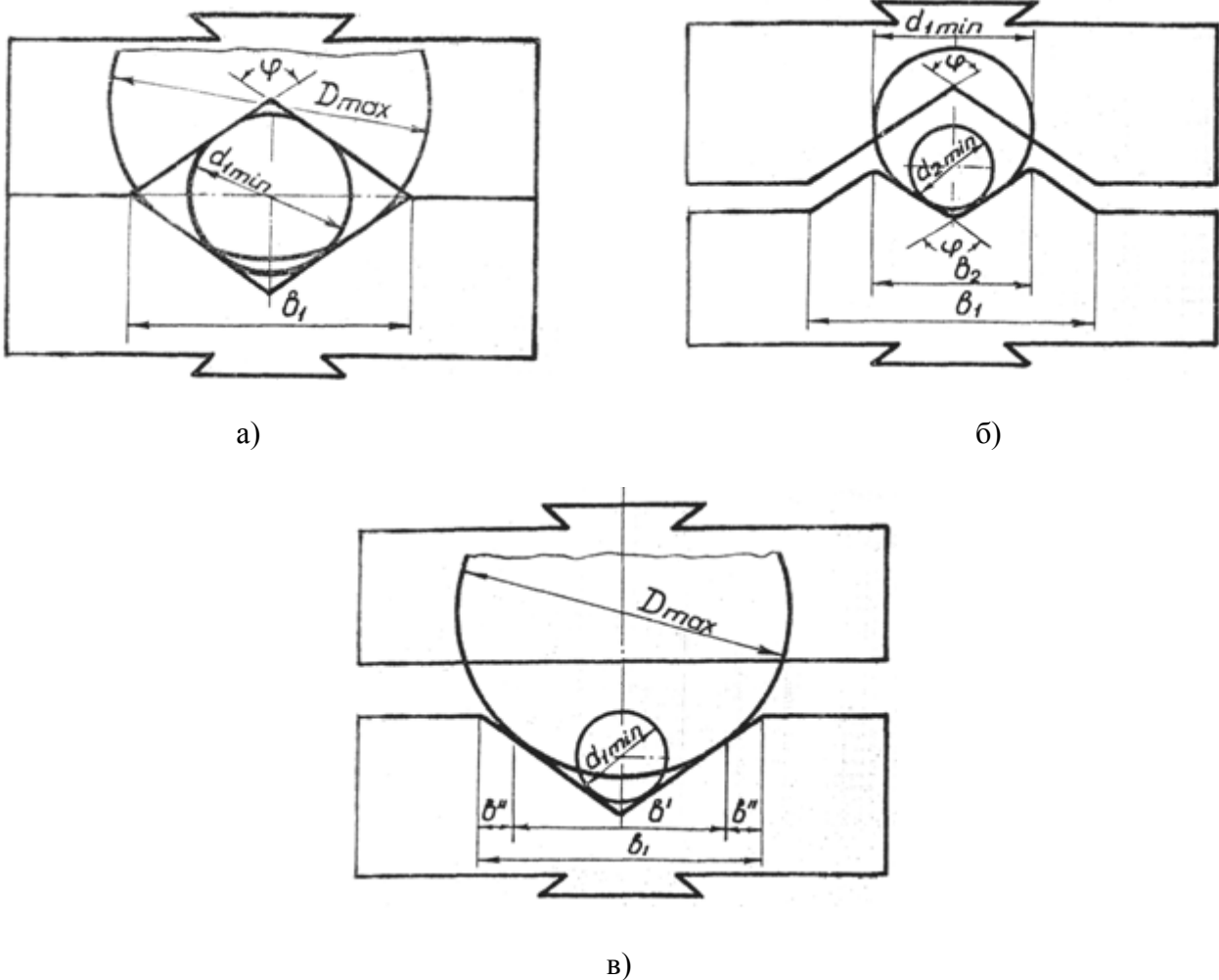
При наиболее частых в практике начальных степенях обжатия $\varepsilon_1 = \Delta h/d_0$, $\varepsilon_1 = 0,05 \div 0,07$, где Δh – рабочий ход пресса; d_0 – диаметр заготовки или слитка (блока) – $k = 1,43$.

Подставив выражение (2) в (1), получим:

$$d_{1 \min} = (D_{\max} \cdot \cos(\varphi/2)) / k, \quad (3)$$

при $k = 1,43$:

$$d_{1 \min} = 0,7 D_{\max} \cdot \cos(\varphi/2), \quad (4)$$



а, б – бойки вырезные; в – бойки комбинированные

Рис.1. - Схема к расчёту требуемой величины угла выреза бойков

При наиболее частых в практике начальных степенях обжатия $\varepsilon_1 = \Delta h/d_0$, $\varepsilon_1 = 0,05 \div 0,07$, где Δh – рабочий ход пресса; d_0 – диаметр заготовки или слитка (блока) – $k = 1,43$.

Подставив выражение (2) в (1), получим:

$$d_{1 \min} = (D_{\max} \cdot \cos(\varphi/2)) / k, \quad (3)$$

при $k = 1,43$:

$$d_{1 \min} = 0,7 D_{\max} \cdot \cos(\varphi/2), \quad (4)$$

Имея в виду, что на том или ином прессе обычно куют поковки из слитков, отличающихся по диаметру до 2,5 раз с уковом 3 и с диаметром уступов до двух раз меньше диаметра остальной части поковки, определим величину минимального диаметра поковки, отковываемой на данном прессе:

$$d_{min} = \frac{D_{max}}{2,5\sqrt{3} \cdot 2} = 0,116D_{max} \quad (5)$$

Приравняв выражение (5) и (4): $0,116D_{max} = 0,7D_{max} \cdot \cos(\varphi/2)$, получим $\cos(\varphi/2) = 0,1657$, что соответствует $\varphi = 160^\circ$.

Таким образом, всю номенклатуру поковок и слитков, прикреплённых к тому или иному прессу, можно отковать в одной паре вырезных бойков с углом выреза равным 160° .

Однако, как показали наши исследования, бойки с углом выреза 160° обладают сравнительно малой вытяжной способностью. Поэтому предлагается применить три бойка с меньшим углом выреза: один верхний и два нижних сменных. Второй нижний боёк изготавливается с выступом, входящим в створ верхнего бойка (рис. 1, б). Благодаря выступающей части этот боёк в паре с верхним даёт возможность производить ковку в большем диапазоне диаметров, чем при отсутствии выступа. Ширина створа этого бойка при $k = 1,43$ определяется из выражения:

$$B_2 = d_{1 min} / 1,43 = 0,7d_{1 min} \quad (6)$$

Минимальный диаметр поковки, который можно получить в паре бойков: верхний и второй нижний:

$$d_{2 min} = B_2 \cdot \cos(\varphi/2) = 0,7d_{1 min} \cdot \cos(\varphi/2) \quad (7)$$

подставив вместо $d_{1 min}$ его значение из выражения (4), получим:

$$d_{2 min} = 0,49\cos^2(\varphi/2) \cdot D_{max} \quad (8)$$

Приравняв выражения (8) и (5), определим величину угла выреза бойков:

$$0,116D_{max} = 0,49\cos^2(\varphi/2) \cdot D_{max}, \quad (9)$$

откуда $\cos(\varphi/2) = 0,4858$ и $\varphi = 120^\circ$.

Применим данную методику расчёта величины угла выреза к комбинированным бойкам.

Согласно (рис. 1, в), ширина створа нижнего вырезного бойка:

$$B_1 = B' + 2B'' = (d_{1 min} / \cos(\varphi/2)) + (d_{1 min} \cdot \operatorname{tg}(\varphi/2)). \quad (10)$$

Отсюда:

$$d_{1 min} = (B_1 \cdot \cos(\varphi/2)) / (1 + \sin(\varphi/2)), \quad (11)$$

так как в вырезных бойках

$$D_{max} = 1,43B_1 \quad (12)$$

Подставив в выражение (11) вместо B_1 его значение из (12), получим:

$$d_{1 min} = (0,7D_{max} \cdot \cos(\varphi/2)) / (1 + \sin(\varphi/2)), \quad (13)$$

Приравняв выражения (13) и (5) можно записать:

$$0,116D_{max} = (0,7D_{max} \cdot \cos(\varphi/2)) / (1 + \sin(\varphi/2)).$$

После соответствующих алгебраических преобразований и решения квадратного уравнения, получим $\sin(\varphi/2) = 0,9462$ и $\varphi \approx 142^\circ$.

При применении второго нижнего вырезного бойка с шириной створа $B_2 = 0,7d_{1\min}$.

Минимальный диаметр поковки определится из выражения:

$$d_{2\min} = (B_2 \cdot \cos(\varphi/2)) / (1 + \sin(\varphi/2))$$

или, подставив вместо B_2 его значение, получим:

$$d_{2\min} = (0,49 \cos^2(\varphi/2) \cdot D_{\max}) / (1 + \sin(\varphi/2)) \quad (14)$$

Приравняв выражения (14) и (5), после соответствующих математических преобразований, получим $\varphi = 100^\circ$.

Таким образом, если следовать приведенному расчёту, весь диапазон диаметров поволоков (номенклатура одного из прессы), можно отковать в двух парах вырезных бойков с углом 120° . При этом верхний боёк остаётся постоянным, а пару с ним составляют два нижних бойка, которые являются быстросменными. Этот же диапазон диаметров поволоков можно отковать в комбинированных бойках с углом выреза 100° .

Выводы

1. Представлена методика расчёта конфигурации вырезных и комбинированных бойков для протяжки заданного диапазона диаметров слитков (блоков) и поволоков.
2. Установлено, что всю номенклатуру поволоков (например, гидравлического прессы усилием 100 МН) можно ковать тремя вырезными бойками с углом 120° (см. рис. 1).
3. Перспективы исследований в данном направлении заключаются в изучении влияния конфигурации инструмента на производительность процессов ковки и качество получаемых поволоков, в том числе на заковку дефектов слитков. Становится целесообразным сравнение вариантов ковки вырезными и профилированными бойками с промежуточным формированием трех-четырех лепестковых кованных заготовок при производстве поволоков валов.

Литература

1. Соколов Л.Н. Теория и технология ковки / Л.Н. Соколов, Н.К. Голубятников, В.Н. Ефимов, И.П. Шелаев. – К.: Вища школа, 1989. – 317 с.
2. *Proceedings of 14 International Forgemasters Meeting. VDEh. Germany. 2000.* – 449-453 p.
3. Тюрин В.А. Мировая вузовская наука - инновационным технологиям ковки / В.А. Тюрин, В.В. Овечкин // *Известия вузов. Черная металлургия.* – 2002. - № 3. – С. 45-48.
4. Тюрин В.А. Инновационные технологии ковки с применением макросдвигов / В.А. Тюрин // *Кузнечно-штамповочное производство.* – 2007. - № 11. – С. 15-20.
5. Тюрин В.А. Технологии ковки слитков в условиях рынка поволоков / В.А. Тюрин, А.М. Володин, А.Д. Поляков // *Кузнечно-штамповочное производство.* – 1995. - № 9. – С. 11-13.