

МИНИМИЗАЦИЯ РАСХОДА МЕТАЛЛА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ В ЗАКРЫТЫХ КАЛИБРАХ ИНСТРУМЕНТА

М.И. Поксеваткин, Е.М. Басова, С.В. Герман

Описано проектирование модели минимизации расхода металла при формировании изделий в закрытых калибрах.

Ключевые слова: модель, минимизация, расход металла, изделие, закрытый калибр.

В процессе формообразования изделий в закрытых калибрах инструмента (штампа, валков, роликов и т.д.) в зазоры между контактными поверхностями инструмента неизбежно вытекает избыточный металл, образуя заусенцы («усы») и другие дефекты. Это обстоятельство вызывает повышенные расход металла и износ инструмента, ухудшение качества продукции [1].

Для предотвращения дефектов, например, при закрытой штамповке (рисунок 1) устраивают компенсационные полости *a* посредством протачивания поясков на боковой поверхности пуансона 1 или выталкивателя 4, примыкающей к торцу [2], а при закрытой прокатке и волочении в роликах предчистовые калибры недозаполняют. Иногда полученный полуфабрикат подвергают очистке от заусенцев.

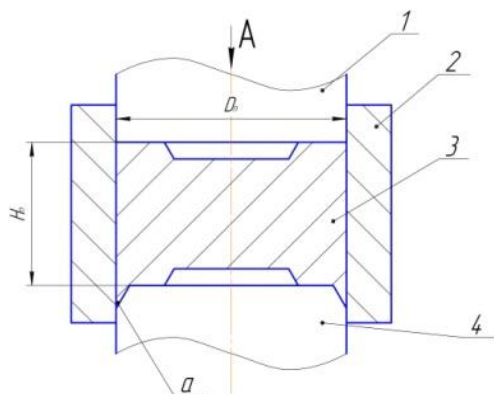


Рисунок 1 – Схема закрытого штампа:
1 – пуансон; 2 – матрица; 3 – поковка;
4 – выталкиватель; а – компенсационная полость

В качестве примера рассмотрим минимизацию расхода металла с использованием компенсационной полости магазинного типа [3] (рисунок 2).

Объем компенсационной полости можно определить из соотношения:

$$V_{\text{кп}} = V_{\text{изб}} / \xi, \quad (1)$$

где $V_{\text{кп}}$ и $V_{\text{изб}}$ – соответственно объемы компенсационной полости и избытка металла, мм³;
 $\xi = (0,6-0,8)$ – коэффициент заполнения компенсационной полости.

При формировании изделий в закрытой полости инструмента рекомендуемый объем избытка (V_p) металла составляет $V_p = (0,01-0,05)V$; здесь V – объем заготовки, мм³.

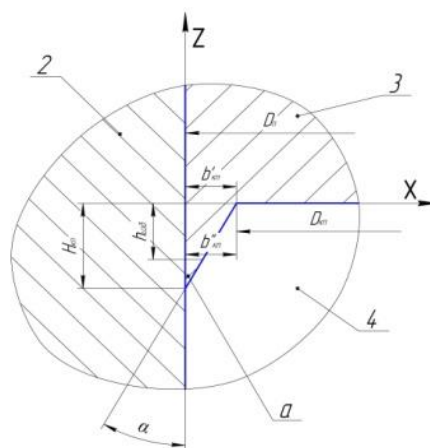


Рисунок 2 – Расчетная схема к определению геометрических и силовых параметров компенсационной полости *a* (обозначения позиций – см. рисунок 1).

Поэтому для минимизации расхода металла с использованием компенсационной полости необходимо выполнить условие:

$$\Delta V_{\text{max}} < V_{\text{изб}} \leq V_p, \quad (2)$$

где ΔV_{max} – максимальное положительное отклонение объема исходной заготовки, мм³:

$$\Delta V_{\text{max}} = \frac{\pi}{4} [(D + \Delta D)^2 \cdot (H + \Delta H) - D^2 \cdot H], \quad (3)$$

где D и H – соответственно исходные размеры диаметра и высоты заготовки;

ΔD и ΔH – максимальные положительные отклонения размеров заготовки, мм. Выполнение условия (2) добиваются рационализацией формы и размеров компенсационной полости и выбором проката соответствующего вида и точности (p_{ij} , $i=1$, n -виды проката (горячекатаный, калиброванный и т.д.); n – количество видов проката; $j=1$, k –номера проката конкретного вида, k –количество номеров проката).

В общем случае силовые условия формообразования изделия (поковки) в закрытой полости инструмента можно описать соотношениями:

а) в первой стадии процесса: $\sigma_{пш} < \sigma_{кп}$;

б) во второй стадии процесса: $\sigma_{пш} > \sigma_{кп}$,

где $\sigma_{пш}$ и $\sigma_{кп}$ – соответственно сопротивление деформации металла в полости штампа и в компенсационной полости, МПа.

Для определения сопротивления деформации в полости штампа ($\sigma_{пш}$) при сдавливании изделий со стержневым элементом малой конусности можно использовать выражение [3]:

$$\sigma_{пш} = \sigma_{bt} \left[\left(1 + \frac{1}{2\alpha} \right) \ln \frac{D_n^2}{d_{np}^2} + \frac{2H_n}{D_n} \right], \quad (4)$$

где σ_{bt} – сопротивление деформации металла при линейном нагружении при температуре окончания штамповки, МПа;

α° – угол конусности компенсационной полости (рисунок 2);

D_n и H_n – соответственно диаметр и высота изделия (поковки), мм;

d_{np} – приведенный диаметр кольцевого выступа конической формы, соответствующего объему избытка металла;

$$d_{np} = \sqrt{4V_{изб} / \pi h_{изб}}.$$

Сопротивление деформации $\sigma_{кп}$ находят с учетом дополнительного деформационного упрочнения металла в компенсационной полости по эмпирической формуле; для конструктивных сталей [4]:

$$\sigma_{кп} = \sigma_{пш} + 1,6 \cdot \varepsilon_z^{0,76}, \quad (5)$$

где ε_z – степень деформации металла в компенсационной полости, которую рассчитывают по выражению (см. рисунок 2):

$$\varepsilon_z = \frac{b_{кп}^I - b_{кп}^{II}}{b_{кп}^I} = \frac{h_{изб} \cdot \tan \alpha}{b_{кп}^I}. \quad (6)$$

Таким образом, варьируя объем избытка металла в заданных условием (2) пределах,

добиваются минимизации избытка металла при конкретном выборе вида и точности проката (p_{ij}). Если после этой процедуры силовые условия (3) не соблюдаются, то необходимо изменить геометрические параметры компенсационной полости и добиться выполнения условий (2) и (3).

ВЫВОД

Разработана модель минимизации расхода металла при формировании изделий в закрытых калибрах инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Славин, В. С. Комбинированная технологическая схема производства калиброванного шестигранного проката / В. С. Славин, С. М. Вершигора, В. С. Пантелеев // Сталь. – 2007. – № 2. – С. 91–93.

2. Ковка и штамповка. Справочник. / А. П. Атрошенко, Н. С. Зиновьев, М. А. Крючков и др. Под ред. Е. И. Семенова. – М.: Машиностроение, 1986. – 592 с.

3. Поксеваткин, М. И. Классификация и выбор компенсационных устройств в штампах объемной штамповки / М. И. Поксеваткин, Г. П. Тетерин, Д. М. Поксеваткин // ОМД КШП. – 1994. – № 6. – С. 17–19.

4. Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением / А. В. Третьяков, В. И. Зюзин, – 2-е изд. – М.: Металлургия, 1973. – 223 с.

Поксеваткин Михаил Иванович – к.т.н., доцент кафедры МТнО, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова.

Басова Елена Михайловна – аспирант кафедры МТнО Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова.

Герман Светлана Викторовна – аспирант кафедры МТнО Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова.

Тел. 8-983-393-07-87,

E-mail: 9133604663@mail.ru; lana86@list.ru.