

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ШТАМПОВКИ СТЕРЖНЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДЛИННОМЕРНЫХ ЗАГОТОВОК

М. И. Поксеваткин, К. Ю. Дунаев, А. С. Логинов

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Изготовление изделий из длинномерных заготовок с относительной длиной высаживаемой части заготовок, превышающей допустимую по условию продольной устойчивости, посредством последовательного включения в пластическую деформацию объемов металла при условии полной соосности деформирующего пуансона 1, заготовки 2 и разъемной матрицы 3 (рисунок 1) [1] обеспечивает и высокую производительность и повышает качество поковки за счет получения симметричного волокнистого строения металла в процессе его набора в утолщение.

Однако, симметричность волокнистого строения металла возможна только при условии обеспечения монотонности процесса заполнения полости матрицы, когда главные оси деформаций совпадают по направлению

с главными осями напряжений [2]:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = \frac{2}{3} E' (\varepsilon_1 - \varepsilon_2), \quad (1)$$

где σ_1, σ_2 и $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – соответственно компоненты напряжений и деформаций в направлении главных осей деформаций;

E' – модуль деформации первого рода.

Условие (1) может быть обеспечено, если коэффициент упрочнения (n_i) кривой $\sigma_{si} = f(\varepsilon_i)$ будет постоянным в очаге деформации во всех (i) стадиях набора металла при данной скорости деформации. В противном случае монотонность процесса может быть нарушена, что приведет к ухудшению качества изделий и возможно, к появлению дефектов в виде зажимов (рисунок 2).

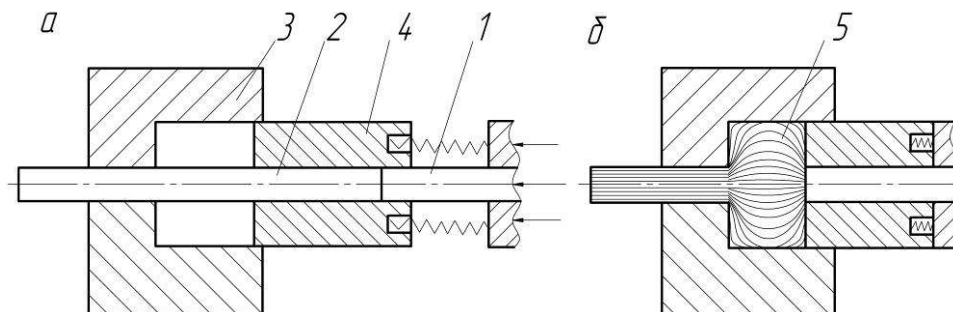


Рисунок 1 – Схема однопереходной штамповки стержневых поковок из длинномерных заготовок: исходное (а) и конечное (б) положения объектов штампа

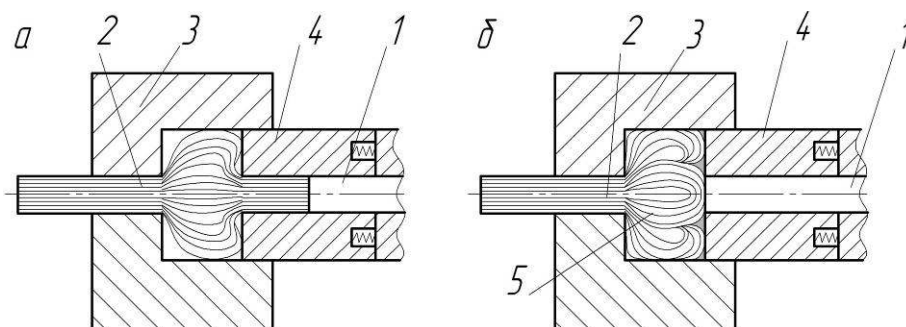


Рисунок 2 – Схемы штамповки стержневых поковок при нарушении симметричности волокнистого строения с образованием зажимов (а) в торце утолщения: а – процесс заполнения полости матрицы; б – формирования поковки

При оценке устойчивости процесса высадки используют выражение (2) [3]:

$$\Psi_0 = k(4,84\sqrt{n_i} - 5,7\operatorname{tg} \gamma) \leq 2,7, \quad (2)$$

где Ψ_0 – допустимое значение относительной длины;

$k=1$ – при диаметре заготовки $D \geq 50$ мм,

$k = (0,85 + 3 \cdot 10^{-3} D)$ – при $D > 50$ мм;

$n_i = E_k \cdot \varepsilon_i / \sigma_i$ – коэффициент упрочнения, определяемый по кривой упрочнения для конкретной стали при реальных температурно-скоростных условиях деформации;

$E_k = d\sigma_i / d\varepsilon_i$ – касательный модуль;

γ – угол скоса торца заготовки;

ε_i и σ_i – соответственно степень деформации и соответствующее ей напряжение деформации;

$d\varepsilon_i$ и $d\sigma_{ei}$ – приращение деформации и

соответствующее ему приращение направления по кривой упрочнения в окрестностях точек с координатами ε_i .

Поскольку в очаг деформации поступает недеформированная часть заготовки, то сопротивление деформации σ_i (при горячей штамповке – σ_{ei}) для конкретной стали является функцией температуры металла, последовательно поступающего в очаг деформации.

Таким образом, монотонность процесса заполнения полости матрицы (симметричность волокнистого строения металла) обеспечивается при постоянстве коэффициента упрочнения n_i или при условии равенства сопротивления деформации металла (σ_{ei}) в очаге деформации и в торцевом объеме заготовки, последовательно поступающим в очаг деформации в i -е моменты времени.

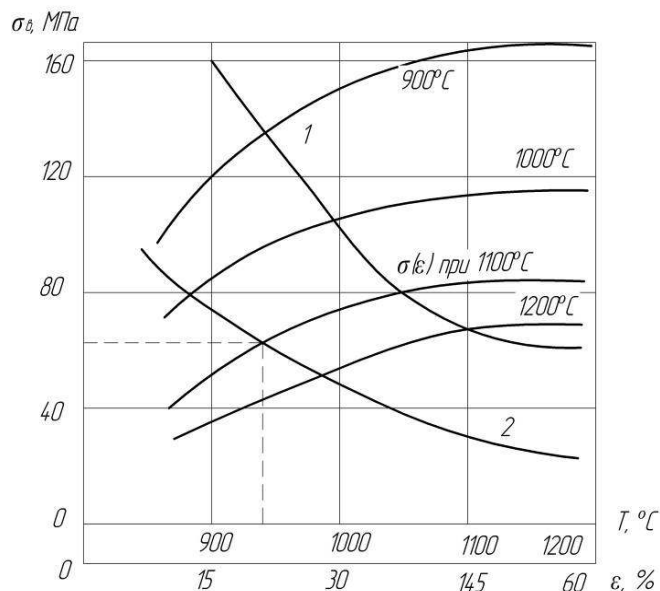


Рисунок 3 – Кривые упрочнения стали 45 при $\xi = \text{с}^{-1}$: 1 – σ_{ε} при 30 %, 2 – при 5 % [4]

В качестве примера на рисунке 3 приведены кривые упрочнения стали 45 [4]. Установлено: температура деформации в очаге $T_d = 1100^\circ\text{C}$, $\varepsilon = 25\%$. Температуру в объеме торца заготовки равна 950°C . Тогда равенство напряжений обеспечивается при $\sigma_{\varepsilon} = 65$ МПа на пересечении кривых 2 и $\sigma(\varepsilon)$ при $T_d = 1100^\circ\text{C}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент 2365459 РФ, МПК В 21j5/08;13/02. Способ изготовления изделий из длинномерных

заготовок (авторы: М. И. Поксеваткин, Г. А. Овчаров, Д. М. Поксеваткин, К. Ю. Дунаев.

2. Теория обработки металлов давлением. Сторожев М. В. и Попов Е. А. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение. 1971. – 424 с.

3. Ковка и штамповка. Справочник 2-ой том «Горячая объемная штамповка» /А. П. Атрошенко, Н. С. Зиновьев, М. А. Крючков и др. под ред. Е. И. Семенова. – М: Машиностроение, 1986. – 592 с.

4. И. Я. Тарновский, А. А. Поздеев, Л. В. Меандров, Г. А. Хасин. Механические свойства стали при горячей обработке давлением. Свердловск. Металлургиздат. 1960. – 264 с.