

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ МЕТАЛЛА В ПРОЦЕССЕ ПРЕССОВАНИЯ

Плеснецов Ю.А., Чуб Н.А.

*Национальный технический университет «Харьковский
политехнический институт», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна*

Исследования, направленные на моделирование процессов разрушения металла при больших пластических деформациях актуальны для обоснования рациональных способов и режимов пластического формоизменения, обеспечивающих приемлемую поврежденность металла и, как следствие, высоких механических свойства металла и эксплуатационных характеристик изделий.

Предельные деформации в процессах пластического формоизменения сопровождаются вязким разрушением металла (увеличением количества микропор и микротрещин, что характеризует поврежденность металла). В практике расчетов распространение получили методики оценки поврежденности металла В.Л. Колмогорова [1], В.А. Огородникова [2], А.А. Богатова [4]. Поврежденность металла не должна превышать критического значения, так как далее происходит потеря прочностных характеристик изделия. При достижении значения поврежденности, равного единице, появляется макроскопическая трещина. Метод конечных элементов (МКЭ) позволяет моделировать разрушение металла, с учетом изменяющегося напряженного состояния материальных точек заготовки.

Цель работы – анализ применимости методики поврежденности металла, для определения оптимальных термических и механических условий деформации металла при получении длинномерных ультрамелкозернистых заготовок в процессе прессования.

Материал и методики исследования

Объект исследований – заготовка прямоугольного сечения $11,2 \times 10,7$ мм, длиной 80 мм, материал – сплав ВТ-6.

Компьютерное моделирование прессования заготовки выполнено с использованием программного комплекса QFORM 3D.

Условия и допущения компьютерного моделирования: заготовка – пластичное тело; инструмент (см. рис. 1) – абсолютно жесткое тело (3D-модели скорость прессования – 28 мм/с; угловая скорость вращения ротора – 0,177 рад/с; задача изотермическая; температура заготовки и инструмента постоянная (200°C); коэффициент трения $f=0,5$; количество конечных элементов 75000; количество шагов моделирования 4500.

Результаты моделирования и расчета поврежденности металла.

Поврежденность рассчитывали по формуле:

$$\omega = \sum_{k=1}^r \left\{ \frac{\Delta c_k}{\left[\left(\frac{\sigma_1}{\sigma_i} \right)_{cp} \varepsilon_{i,p} \right]_k} \right\}.$$

Приращение показателя поврежденности Δc_k на k этапе деформирования материальной точки заготовки, определяли по формуле:

$$\Delta c_k = \int_{\varepsilon_{i,k}}^{\varepsilon_{i,k+1}} \frac{\sigma_1}{\sigma_i} d\varepsilon_i.$$

Показатель поврежденности C не изменяется, когда точка находится в сужающемся выходном канале матрицы (рис. 1) – в зоне растяжения очага деформации, интенсивно увеличивается на 1 и 4 проходах прессования, когда точка находится в зоне сдвига очага деформации (рис. 2).

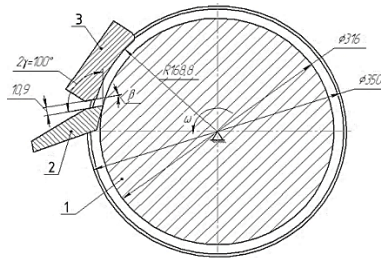


Рисунок 1 – Схема инструмента для прессования заготовок прямоугольного сечения: 1 – ротор; 2 – упор; 3 – прижим

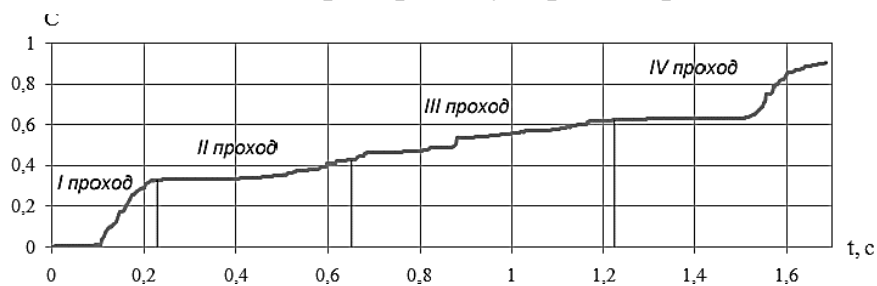


Рисунок 2 – Графическая зависимость показателя поврежденности C

Выводы

1. Разработанная методика прогнозирования оценки повреждаемости металла позволяет выбрать рациональные режимы обработки, т.е. благоприятную температуру обработки, угол пересечения каналов, угол сужения выходного канала и др.

2. Результаты компьютерного моделирования повреждаемости металла согласуются с расчетно-экспериментальными данными, что подтверждает возможность применения разработанной методики в промышленных технологиях.

Список литературы

1. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением / В.Л. Колмогоров – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001. – 836 с.
2. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / В.А. Огородников – Киев: Вища школа, 1983. – 175 с.
3. Богатов А.А. Механические свойства и модели разрушения металлов: учеб. пособие / А.А. Богатов – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002. – 329 с.