

УДК 621.7

Я.Е. Бейгельзимер, В.Н. Варюхин, С.Г. Сынков, А.Н. Сапронов, В.Г. Сынков

НОВЫЕ СХЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ БОЛЬШИХ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЭКСТРУЗИИ

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина НАН Украины
340114, г. Донецк, ул. Р. Люксембург, 72

Статья поступила в редакцию 22 июня 1999 года

Предложены две принципиально новые схемы накопления больших пластических деформаций в массивных образцах, основанные на гидроэкструзии заготовок. Приведено описание этих схем, даны оценки величины деформации и давления гидроэкструзии.

В последнее время пристальное внимание исследователей в области физического материаловедения привлекают большие пластические деформации, позволяющие получать наноструктурные состояния (НСС) различных материалов. С этой целью используют в основном такие схемы деформирования, как кручение дисковых заготовок на наковальнях Бриджмена и равноугловое прессование цилиндрических и призматических заготовок.

Нами предложены и реализованы две принципиально новые схемы накопления больших пластических деформаций в массивных образцах, основанные на гидроэкструзии заготовок. В настоящей краткой работе приводится описание этих схем, даются оценки величины деформации и давления гидроэкструзии. Анализ микроструктуры образцов, продеформированных по предлагаемым схемам, будет дан в последующих публикациях.

Согласно первой схеме сдвиговые деформации предлагается получать путем прессования призматической заготовки через матрицу с винтовым каналом, сечение которого, ортогональное оси прессования, постоянно вдоль этой оси. Угол наклона винтовой линии к оси прессования изменяется по высоте матрицы, причем на ее начальном и конечном участках он равен нулю. Указанные особенности геометрии канала приводят к тому, что при выдавливании через него форма заготовки не изменяется. Это позволяет осуществлять ее многократное прессование с целью накопления больших деформаций (рис. 1).

Вторая схема накопления деформаций основана на пакетном принципе гидроэкструзии проволочных элементов (с разделением их для предотвращения холодной сварки) до достижения критических размеров элементов субструктуры с последующей консолидацией пучка в механически связанный композит. При этом разделяющий слой генерирует атомы внедрения (N, C, B), стабилизирующие НСС и упрочняющие материал (рис. 2).

Предварительные теоретические оценки, выполненные на основе кинематически-возможных полей скоростей, позволили получить следующие простые соотношения для расчета степени деформации ϵ_i (параметра Одквиста) за один проход и величины давления гидроэкструзии p :



Рис.1. Фотография матрицы с винтовым каналом

Рис.2. Сечение пакетной заготовки

– по первой схеме

$$\varepsilon_i = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{r}{R} \operatorname{tg} \gamma_{\max}, \quad (1)$$

$$p = \frac{4\sigma_s}{3\sqrt{3}} \operatorname{tg} \gamma_{\max} + \frac{2\sigma_s}{\sqrt{3}} \frac{\mu}{\cos \gamma_{\max}} \frac{h}{R}, \quad (2)$$

– по второй схеме

$$\varepsilon_j = \ln \lambda, \quad (3)$$

$$p = \sigma_s(1 + \mu \operatorname{ctg} \alpha) \ln \lambda + 1,56 \sigma_s \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (4)$$

где r – расстояние точки от оси прессования; R – расстояние от оси прессования до контура сечения канала по лучу, проходящему через рассматриваемую точку; γ_{\max} – максимальное значение угла наклона винтовой линии к оси прессования; λ – удлинение образца при прессовании; μ – коэффициент пластического трения; σ_s – среднее значение сопротивления деформации материала по очагу деформации; α – угол конуса матрицы.

В качестве примера практической реализации предлагаемых схем деформации приведем результаты выполненных нами экспериментов.

По первой схеме осуществляли гидроэкструзию алюминиевой заготовки квадратного сечения (сторона квадрата 15 мм). Матрица имела винтовой канал с параметрами: $\gamma_{\max} = 60^\circ$, $h = 50$ мм. Максимальное значение параметра Одквиста за один переход согласно (1) равнялось 2. По этой схеме было выполнено 6 циклов прессования и накоплена суммарная степень деформации 12. Давление гидроэкструзии на последних переходах составляло 700 МПа.

По второй схеме осуществляли гидроэкструзию пакетной заготовки Al–Cu с параметром Одквиста за один переход 2.5; суммарная степень деформации – 15. Давление гидроэкструзии на последних переходах составляло 500 МПа.

Ya.E. Beygelzimer, V.N. Varyukhin, S.G. Synkov, A.N. Sapronov, V.G. Synkov

NEW SCHEMES OF ACCUMULATION OF LARGE PLASTIC DEFORMATION WITH THE USE OF HYDROEXTRUSION

Two substantially novel schemes of accumulation of large plastic deformation in massive samples, based on hydroextrusion of blanks, is proposed. The schemes are described and the bounds on the amount of deformation and hydroextrusion pressure are analyzed.

Fig. 1. Screw channel die

Fig. 2. Cross-section of a packet billet