

Технологические аспекты процесса винтовой экструзии

Студенты группы 10402221: Евстратовский А.В., Кашмель А.В.

Научный руководитель – Томило В.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время большой интерес в мире проявляется к материалам с наноструктурой (НС) и ультрамелкозернистой (УМЗ) структурой (размеры зерна 10–100 нм и 100–1000 нм соответственно). Такие материалы обладают уникальными физико-механическими характеристиками [1].

Одним из наиболее эффективных методов получения объёмных заготовок с НС и УМЗ структурой является интенсивная пластическая деформация (ИПД), основная цель которой – накопление деформации в заготовках без изменения их формы [2]. К процессам ИПД относятся: равноканальное угловое (РКУ) прессование, всесторонняя ковка и др. [3].

Особенностью процессов ИПД является то, что форма заготовки после полного цикла деформации практически совпадает с исходной, что позволяет обрабатывать её многократно. В результате больших пластических деформаций металлов (эквивалентная деформация составляет обычно $e_i = 5-10$ [2]) размеры их структурных элементов уменьшаются и достигают значений, характерных для НС и УМЗ материалов. Вследствие этого металлы после ИПД приобретают уникальные свойства, многие из которых представляют практический интерес. В частности, они обладают весьма высокой пластичностью в сочетании с высокой прочностью.

В настоящей работе представлена информация о разрабатываемом авторами новом методе ИПД – винтовой экструзии (ВЭ) [2].

Основная идея винтовой экструзии



Рисунок 1 – Схема, поясняющая суть винтовой экструзии:
а – схема прохождения заготовки через винтовую матрицу;
б – схема канала винтовой матрицы

ВЭ состоит в том, что призматическую заготовку пропускают через винтовую матрицу (рисунок 1, а). Канал винтовой матрицы схематично показан на рисунке 1, б. Он состоит из трех участков: заходного 1, винтового 2 и калибрующего 3. Поперечные сечения всех участков одинаковы. Характеристикой винтового участка 2 является угол β наклона винтовой линии, наиболее удаленной от оси матрицы, к оси экструзии (смотреть рисунок 1, б).

Указанные особенности геометрии канала приводят к тому, что при выдавливании через него форма заготовки не изменяется, это позволяет осуществлять ее многократную экструзию с целью накопления интенсивных деформаций. При этом происходит изменение структуры и свойств заготовки при сохранении идентичности начальной и конечной ее формы.

Деформация металла в процессе винтовой экструзии



Рисунок 2 – Фрагмент винтовой матрицы с заготовкой

В работе методами физического и математического моделирования исследовано напряженно деформированное состояние металла при ВЭ. Краткие выводы из этой работы состоят в следующем:

- на границе заходного и винтового участков матрицы происходит закручивание потока металла, а на границе винтового и калибрующего участков поток выпрямляется (рисунок 2);
- в первом приближении, в процессе ВЭ каждое материальное сечение заготовки, ортогональное ее оси, деформируется по схеме простого сдвига;
- наибольшую часть деформации за проход заготовка получает в узких зонах входа и выхода из винтового участка канала матрицы;
- минимальной деформации подвергается волокно, расположенное по оси образца, максимальной – наиболее удаленные от нее волокна;
- для заготовок прямоугольного поперечного сечения максимальное ϵ_{max} и минимальное ϵ_{min} значения эквивалентной деформации после одного прохода ВЭ.

Эксперименты показывают (смотреть на примере. [2]), что простой сдвиг в узких слоях наиболее эффективен, по сравнению с другими видами деформации, в плане образования УМЗ структур, а циклическая деформация характеризуется более высокой пластичностью металла по сравнению с монотонной. В совокупности со сказанным выше это указывает на возможную перспективность винтовой экструзии для получения материалов с нано- и УМЗ структурой.

Список использованных источников

- 1 Винтовая экструзия – процесс накопления деформаций / Я. Е. Бейгельзимер [и др.]. – Донецк: ТЕАН, 2003. – 85 с.
- 2 Интенсивные пластические деформации материалов при гидропрессовании с кручением / Я. Е. Бейгельзимер [и др.]. – Физика и техника высоких давлений. – Т. 10. – №1. – 2000. – С. 24–27.
- 3 Винтовая экструзия / Я. Е. Бейгельзимер [и др.]. – Кузнечно-штамповочное производство, 2004. – №6. – С. 15–22.