

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА ПЛАСТИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКИ

Кожевникова Г.В., Щукин В.Я., Дубенец С.С.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Одним из практических использований теории разрушения металла [1] является разработка второго поколения оборудования для поперечно-клиновой прокатки, позволяющего улучшить главные характеристики оборудования – повысить ресурс пластичности прокатываемых деталей [2]. Основным недостатком традиционного способа поперечно-клиновой прокатки является вероятность разрушения материала в осевой области заготовки при прокатке в виде осевой полости. Механизм этого явления заключается в том, что согласно деформационной феноменологической теории разрушения металлов и сплавов при пластическом течении на оси заготовки при прокатке реализуется максимальные растягивающие напряжения, и при достижении накопленными деформациями предельных значений, увеличивающиеся в своих размерах при прокатке микротрещины объединяются в макротрещину, которая трансформируется в осевую полость.

Предложен способ [2], который позволяет увеличить ресурс пластичности за счет создания при поперечно-клиновой прокатке в торцевых частях заготовки сжимающего напряжения меньше предела текучести материала. Эти упругие сжимающие напряжения воздействуют на очаг деформации и уменьшают в нем растягивающее среднее напряжение, что увеличивает ресурс пластичности материала по всему очагу.

С этой целью заготовку со стороны обоих торцов сжимают осевым усилием, которым создают в торцевых частях заготовки сжимающее напряжение меньше предела текучести материала и в прокатанной части заготовки уменьшают растягивающее, а вращение заготовки при прокатке принудительно тормозят моментом сил, меньшим момента сил вращения заготовки.

На рисунке показаны значения среднего напряжения σ/K на оси заготовки во время прохождения материалом очага деформации в традиционном (кривая 1) и в предложенном (кривая 2, $\sigma = 0,0724K$, где K – пластическая постоянная материала) способах. Данные получены компьютерным расчетом процесса поперечно-клиновой прокатки (методом конечных элементов) по двум указанным вариантам с параметрами процесса: материал сталь 45 ГОСТ 1050–88; исходный диаметр 28 мм; степень обжатия 1,60; скорость прокатки 0,3 м/с; температура нагрева заготовки 1100 °С; угол наклона боковой грани α клинового инструмента 30°; угол заострения β клинового инструмента 9°. Усредненное значение

среднего напряжения σ/K на оси заготовки за время прокатки от 0 до 1,1565 с для традиционного способа поперечно-клиновой прокатки составило 0,2236, для предложенного – 0,0724. то есть в 3,09 раза меньше.

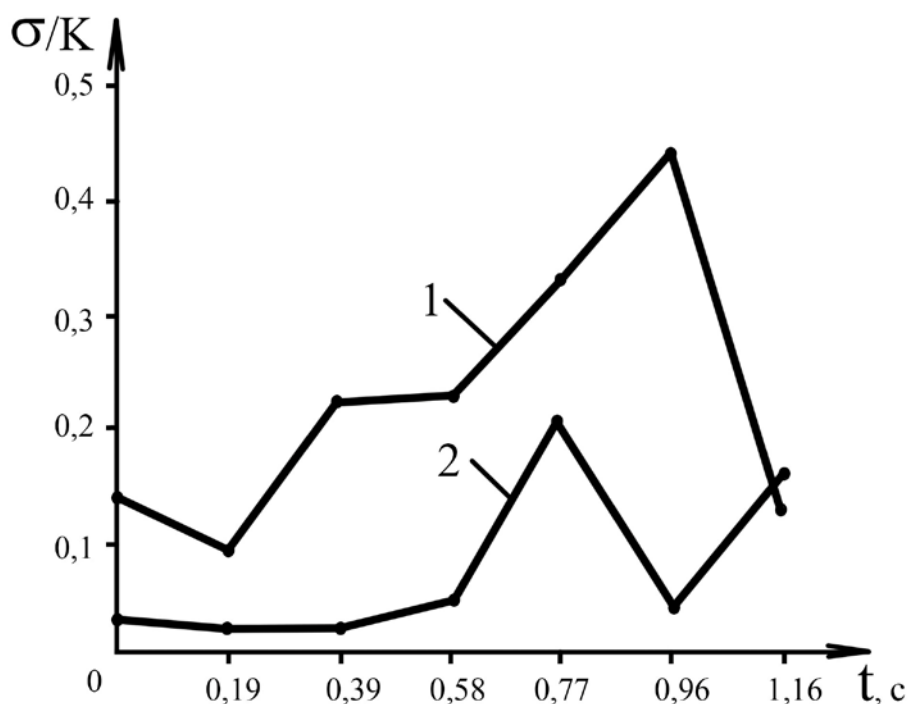


Рисунок – Значения среднего напряжения σ/K на оси заготовки во время прохождения материалом очага деформации в традиционном (кривая 1) и в предложенном (кривая 2) способах

Накопленные деформации для традиционного способа составили 6,44, для предложенного 6,50; предельная степень деформации сдвига стали 45 при температуре 1100 °С для традиционного способа составляет [1] 13,4, для предложенного 18,5. Рассчитанный ресурс пластичности для традиционного способа составил 0,519, для предложенного при создании в торцевой области сжимающего напряжения равного 0,5К составил 0,643. В итоге для перечисленных параметров прокатки предложенный способ обеспечивает увеличение ресурса пластичности на $(0,643 - 0,519) / 0,519 \cdot 100 \% = 24 \%$.

1. Кожевникова, Г.В. Пластические свойства металлов и сплавов: феноменологическая деформационная теория разрушения при пластическом течении / Г.В. Кожевникова, В.Я. Щукин. – Минск: Беларуская навука, 2021. – 277 с.

2. Способ поперечно-клиновой прокатки металлов и сплавов: заявка № а 20200301 Респ. Беларусь, МПК В21 Н 1/18 / Щукин В.Я., Кожевникова Г.В., Кожевников Д.А., Шу Сюэдао, Ван Ин, Юй Тао; заявители Щукин В.Я., Кожевникова Г.В., Кожевников Д.А., Шу Сюэдао, Ван Ин, Юй Тао. – заявл. 30.11.2020.