

# ЛОКАЛИЗАЦИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ НАГРУЖЕНИЯ

*Ершов А. А.*

*Руководитель - докт. техн. наук, профессор Логинов Ю. Н.*  
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина» г. Екатеринбург  
ssmerchh@mail.ru

Современные процессы формоизменения металлов и сплавов чаще всего основаны на реализации больших скоростей деформации. Примерами являются процессы прокатки и волочения. Но даже медленный, на первый взгляд, процесс прессования, при пересчете скоростей перемещения на скорости деформации, оказывается высокоскоростным. Исключение составляют процессы деформации алюминиевых сплавов – в этой области стараются добиться малых скоростей деформации для реализации эффекта деформационного упрочнения в теплом состоянии.

До недавнего времени исследователи мало обращали внимания на связи между характером скоростного упрочнения металлов и достигаемым в процессах обработки давлением распределением деформаций и, соответственно, структурой и свойствами материалов. Больше внимания уделялось интегральным характеристикам процессов, описывающих объект в целом: усилиям, моментам, мощностям. Но с развитием параллельно двух областей исследования: материаловедения и дискретных методов расчета напряжений и деформаций произошло смещение усилий исследователей в область более тонкого изучения процессов обработки металлов и сплавов.

В данной работе сделана попытка оценить вклад скорости деформации в формирование неоднородности деформации.

Проверяемая гипотеза: наиболее однородное распределение деформаций окажется для среды с упрочнением: работает закон наименьшего сопротивления, в слишком упрочненных зонах сопротивление деформации сильно вырастет, и деформации перераспределятся в неупрочненные зоны. В целом картина деформации станет однороднее. Для неупрочняемой среды значимым станет влияние напряжений трения, которое приведет, например, при осадке, к бочкообразованию. Для разупрочняемой среды должны появиться зоны очень интенсивных сдвигов: при развитии деформации металл размягчается и устремляется в том же направлении, формируя области больших градиентов деформаций. Варианты решений задач по определению напряженно-деформированного состояния при таком подходе представлены в работах [1,2].

Для проверки значимости гипотезы сделано сравнение кривых упрочнения различных материалов в различных температурно-скоростных условиях деформации. Для примера на рис.1 приведены кривые упрочнения титанового сплава ОТ4, заимствованные из справочника [3].

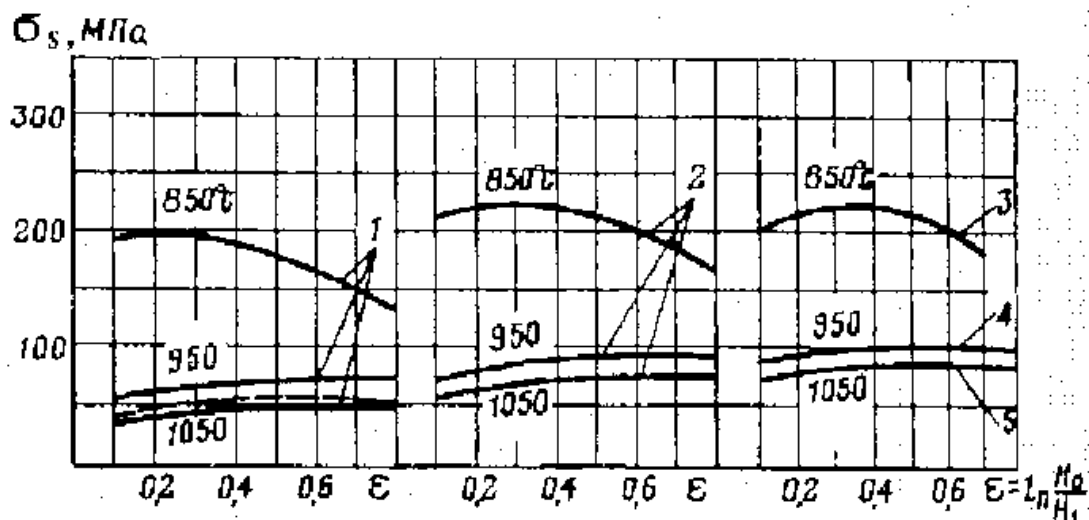


Рис.1. Кривые деформационного упрочнения титанового сплава ОТ4 по данным статьи при скорости деформации  $\xi, \text{с}^{-1}$ : 4(1); 23(2); 51(3) 51(4) и 47(5) [3]

Из представленных данных видно, что при увеличении скоростей деформации вид зависимостей (без учета их расположения по оси ординат) меняется мало. Больше влияние, чем скорость, оказывает температура: при малых температурах можно говорить о деформации разупрочняемого материала, для которого неоднородность деформации оказывается высокой, при высоких температурах металл становится упрочняемым и неоднородность деформации должна снизиться.

Вместе с тем, если обратить внимание на другие материалы, то окажется, что влияние скорости деформации на ход кривых упрочнения, оказывается значимым. Для примера на рис.2 приведены кривые сжатия образцов стали 15 при различных температурах и скоростях деформации.

Из хода графиков, в частности, видно, что при температуре 1000°C (график слева) вид кривой упрочнения может измениться от экстремального типа при скорости деформации 1,5 1/с до возрастающей зависимости при скорости деформации 100 1/с. Эти данные подтверждены ходом зависимостей при температуре 1100°C (справа).

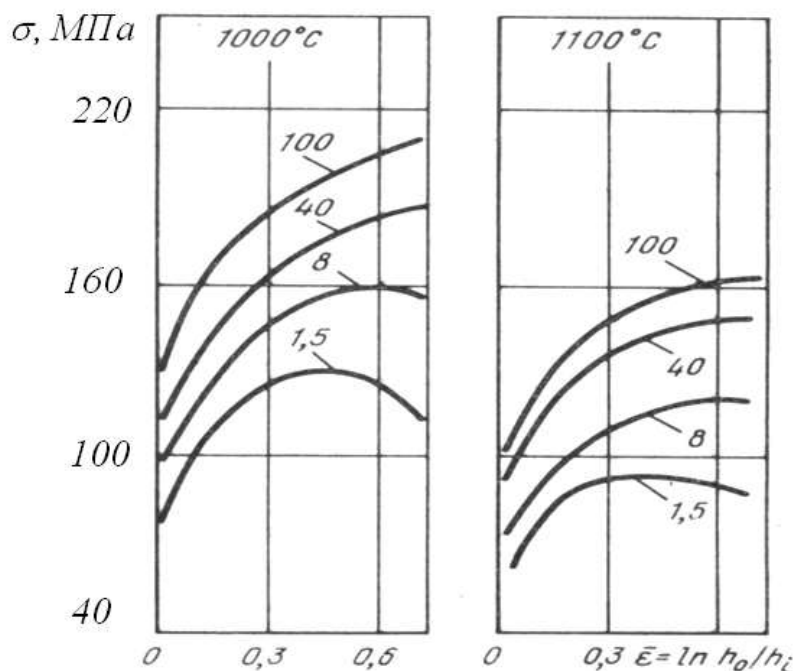


Рис.2. Кривые сжатия образцов стали 15 при различных температурах и скоростях деформации (1/с, числа при линиях графика) [3]

После анализа графиков следует практический вывод: для достижения более равномерной деформации заготовки из стали 15 следует деформировать при больших скоростях деформации. Например, вместо прессовойковки применить молотовуюковку, а в иных процессах обработкиувеличить скорости перемещения инструмента.

В настоящее время выявлен и более сложный, чем здесь показано, вид зависимостей напряжений пластического течения от деформаций, например, пилообразной формы. Для таких случаев становится трудно делать прогноз о степени равномерности деформации без решения конкретной краевой задачи.

#### Литература

1. Логинов Ю.Н., Ершов А.А. Влияние вида кривой упрочнения на локализацию деформации при осадке титановых заготовок. Титан. 2012. №1. С.22-28.
2. Логинов Ю. Н., Зуев А. Ю., Инатович Ю. В. Анализ сортовой прокатки кислородосодержащей меди с учетом немонотонности характеристик упрочнения. Цветные металлы, 2012. №7. 73-77.
3. Полухин П.И., Гун Г.Я., Галкин А.М. Сопротивление пластической деформации металлов и сплавов. М.: Металлургия, 1976. 488 с.