

© *Е.А. Батуева, Ю.Н. Логинов, Л.А. Мальцева, 2012 г.*
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
г. Екатеринбург
A-Lizzi@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ НА МАРТЕНСИТНОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ В АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЯХ

Известно, что на процесс мартенситного превращения в аустенитных сталях влияет температура, уровень деформаций и напряжений. При этом выделяют мартенситное превращение, индуцированное пластической деформацией (strain-induced martensite). Объемная доля индуцированного мартенсита зависит от величины пластической деформации, а скорость превращения – от схемы напряженного состояния. В технической литературе до сих пор идет дискуссия, в каком порядке расставить схемы напряженного состояния по их влиянию на темп превращения и какими показателями оценивать напряженное состояние. Один из возможных параметров – это показатель напряженного состояния k , учитывающий влияние первого инварианта тензора напряжений: $k = \sigma/T$, где σ – среднее (гидростатическое напряжение), а T – интенсивность касательных напряжений.

В обработке металлов давлением одним из наиболее тоннажных производств, в котором может индуцироваться мартенсит деформации, является волочение, как процесс холодной деформации. чаще всего. проволочной заготовки. С позиции оценок интегральных характеристик деформированного состояния процессы растяжения проволочной заготовки и ее волочения равнозначны. Мало того, часто эффект воздействия на металл и в том, и в другом случае описывают одинаково, например, коэффициентом вытяжки $\lambda = D_0^2/D_1^2$, где D_0 и D_1 – диаметры заготовки до и после деформации. На основе этого расчета получают величину относительного обжатия $\varepsilon = 100 \times (\lambda - 1)/\lambda$. Этот расчет получается довольно приблизительным, поскольку в нем не учтена доля дополнительных сдвигов при волочении, этих сдвигов нет при растяжении, и в этом оказывается разница в оценках деформированного состояния.

Для оценки дополнительной деформации сдвига при волочении следует использовать формулу расчета средней по поперечному сечению степени деформации

$$\varepsilon_{cp} = \phi \varepsilon_0,$$

где ϕ – фактор дополнительной работы деформации, значения которого оказываются зависимыми от вида материала. В том числе именно для класса нержавеющей сталей фактор равен

$$\phi = 0,87 + 0,15\Delta,$$

где параметр Δ интерпретируется как отношение диаметра волокна к длине контактной поверхности очага деформации и рассчитывается по формуле, учитывающей угол наклона образующей волокна α :

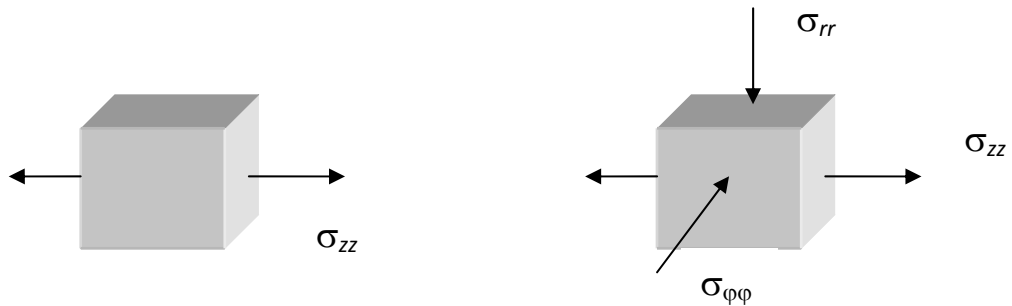
$$\Delta = \frac{1 + \sqrt{1 - \varepsilon / 100}}{1 - \sqrt{1 - \varepsilon / 100}} \sin \alpha.$$

При многократном волочении накопленную степень деформации в текущем проходе n определяют по формуле

$$\varepsilon_{\Sigma ncp} = \sum_1^n \varepsilon_{icp},$$

где ε_{icp} – частная средняя степень деформации в проходе с учетом дополнительных сдвигов. Последняя формула, в частности показывает, что если не учитывать дополнительные сдвиги, то эффект ошибки расчета накапливается по проходам и может составить значительную величину.

При волочении и растяжении напряженные состояния отличаются (рис. 1). На фоне действия растягивающих напряжений σ_{zz} дополнительные сжимающие напряжения σ_{rr} и $\sigma_{\varphi\varphi}$ создаются стенками волокна. Это приводит к смягчению показателя напряженного состояния k .



аб

Рис. 1. Отображение линейного напряженного состояния при растяжении (а) и при волочении (б)

Для интенсификации мартенситного превращения необходимо создать высокий уровень растягивающих напряжений, при этом по возможности не допуская появления сжимающих напряжений (по ортогональным осям). Поэтому способ растяжения для процесса накопления мартенсита деформации оказывается более подходящим, чем процесс волочения.