

Исследования остаточных напряжений 1 рода при прокатке

Студенты гр. 104419 Григорович С.А., Брецкий А.С., Ловцов И.В.
 Научный руководитель – Овчинников П.С.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

При пластическом деформировании силы трения между инструментом и металлом затрудняют течение поверхностных слоев изделия в сравнении с внутренними, с связи с чем в очаге деформации возникают дополнительные напряжения. После разгрузки упругая часть рабочих напряжений остается в металле изделия. Это остаточные напряжения. Если они относятся к слоям металла, это напряжения 1-го рода.

При прокатке в зоне опережения очага деформации силы трения между валками и прокатываемым металлом сдерживают деформацию поверхностных слоев, внутренние слои деформируются, интенсивнее. В результате в прокатанной полосе внешние слои будут испытывать воздействие растягивающих напряжений остаточных, внутренние – сжимающих.

В данной работе исследовали остаточные напряжения 1-го рода в изделиях, полученных прокаткой. Прокатывали сдвоенную полосу с исходной толщиной 2 мм из стали 50. Прокатывали заготовки с абсолютным обжатием 1,1; 1,5; 1,8 мм полосы исходной толщины 4 мм, чему соответствовали степень деформации по толщине 27,5; 37,5; и 45 %. После выхода полосы из валков заготовка раздваивалась, образуя две дуги окружности с центрами, находящимися с внешней стороны.

Такой изгиб половин полосы объясняется следующим. При прокатке в зоне опережения силы трения между валками и металлом тормозят поверхностные слои заготовки, в результате чего в поверхностной части изделия, создаются дополнительные напряжения сжатия, а во внутренней – растяжения. После разгрузки в каждой половине полосы остаточные напряжения вызовут изгиб полосы. Если полагать, что при изгибе нейтральный слой будет расположен по середине полосы, можно рассчитать относительные деформации поверхностных слоев вдоль оси прокатки после изгиба по выражению:

$$\varepsilon = \pm \frac{0,5S}{R_{в} + 0,5S},$$

где S – толщина полосы после прокатки; $R_{в}$ – внутренний радиус кривизны.

Для приведенных выше обжатий значения S составили 1,45; 1,25; 1,1 мм, а радиусы $R_{в}$ – 280; 263; 257 мм. Степень деформации ε получила значения 0,00214; 0,00237; 0,00258.

Можно рассчитать соответствующие им напряжения по выражению:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon;$$

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа.}$$

Эти напряжения составляют 428; 464 и 516 МПа.

Это напряжения, которые снялись после изгиба. Можно отметить, что они соответствуют пределу упругости с учетом наклепа.

Если бы остаточные напряжения были пропорциональны расстоянию от поверхности, эпюра распределения остаточных напряжений, а она должна быть уравновешенной, выглядела бы, как показано на рисунке 1.

Чтобы проверить эпюру распределения остаточных напряжений по толщине полосы, прокатывали заготовку, состоящую из 4-х слоев толщиной каждого 2 мм. Величину обжатия приняли 2,2 мм.

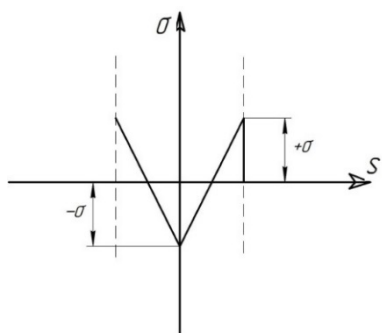


Рисунок 1

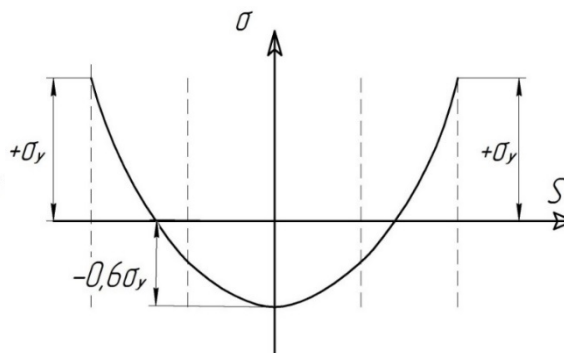


Рисунок 2

Если бы остаточные напряжения распределялись в соответствии с рисунком 1, радиусы изгиба обеих полос после разгрузки были бы одинаковые. Получено же для наружной полосы $R_b = 287$ мм, что соответствует напряжению на внутренней поверхности внутренней полосы $\sigma = -258$ МПа $\approx -0,6\sigma_y$. Для нашего случая получается эпюра, приведенная на рисунке 2, что соответствует параболе.

УДК 621.983.321/324

Комбинированная вытяжка полых двухслойных изделий с повышенной прочностью соединения слоев

Студенты гр. 104419 Зубрицкий А.А., Каражан Е.С., Лозовенко Р.Ю.
 Научный руководитель – Любимов В.И.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

В современной технике все более широкое применение получают различные композиционные материалы, к числу которых относятся и биметаллы. Их применение, с одной стороны, позволяет получать изделия с таким сочетанием свойств, которое не может быть достигнуто при использовании традиционных однокомпонентных материалов. С другой стороны, использование многослойных материалов позволяет сократить расход дорогостоящих и дефицитных металлов и сплавов. В биметаллах основной слой обеспечивает прочность и жесткость системы, а плакирующий слой, толщина которого составляет от 5 до 50 % общей толщины, – стойкость против различного рода воздействий. В номенклатуре продукции, которую целесообразно изготавливать из слоистых металлов, значительную долю составляют изделия типа тонкостенных оболочек, подшипники, теплообменники, изолирующие экраны, сосуды, гильзы и т.п., которые находят применение в электронике, электротехнике, приборостроении, двигателестроении и других отраслях промышленности.

В качестве исходного материала для изготовления полых слоистых изделий применяют биметаллический прокат (листы, трубы). Однако использование биметаллов ограничивается недостаточной номенклатурой их выпуска, а также высокой стоимостью, которая обусловлена сложностью технологии создания металлической связи между слоями. Во многих случаях, особенно в условиях серийного и мелкосерийного производства, это делает применение биметаллов нерентабельным. Кроме того, биметаллический прокат имеет, как правило, пониженную пластичность, обусловленную невозможностью проведения его