

УДК 539.4

## Вплив температури на деформаційну анізотропію металевих матеріалів

Маковецкий И.В.

Институт проблем міцності імені Г. С. Писаренко НАН України, м.Київ

***Анотація** На основе экспериментальных данных показана зависимость анизотропии механических свойств от температуры и степени предварительной пластической деформации. По единой методике получен комплекс данных о влиянии температуры (в диапазоне от -196 до 6000 С) на анизотропию механических свойств конструкционных сталей различных классов с учетом температуры условий, в которых деформационная анизотропия была приобретена. Предложено уравнение, позволяющее по ограниченной информации рассчитывать характеристики сталей по произвольному направлению в плоскости деформирования.*

***Ключові слова:** анізотропія, деформація, межа плинності, механічні властивості, конструкційні металеві матеріали.*

Повышение достоверности расчетов ответственных элементов конструкций на прочность и совершенствование прогрессивных технологических операций требует всестороннего изучения механических свойств конструкционных материалов.

В современном машиностроении используется широкая номенклатура металлических материалов, различных по своей природе и структурному состоянию. Их свойства можно варьировать в широких пределах за счет различных механико-термических воздействий, которые получили широкое распространение как средства упрочнения. В результате этих воздействий, а также в силу определенной исходной и приобретенной структуры, большинство материалов обладает анизотропией механических свойств.

В данном докладе представлены экспериментальные результаты о влиянии температуры на деформационную анизотропию механических свойств двух материалов различного класса – стали 45 и стали 1Х18Н10Т.

Анизотропию механических свойств первоначально изотропных материалов создавали путем деформирования одноосным растяжением плоских образцов до различных степеней (2, 4 и 6%) остаточной деформации при температурах 200, 20 и -100<sup>0</sup>С. Из деформированных плоских образцов под различными углами к главной оси образцов вырезали цилиндрические образцы, которые испытывали на растяжение.

Исходной информацией для анализа были кривые деформирования при испытании вторичных образцов из металла, предварительно деформированного до различных уровней остаточной пластической деформации, и испытанных при температурах: 400, 200, 20, -100 и -196<sup>0</sup>С. По кривым деформирования вторичных образцов определяли условный предел текучести с допуском 0,2% на остаточную деформацию.

Обработка полученных результатов в полярных координатах позволила установить соотношение

$$\sigma_{\phi} = A + B \cos 2\phi + C \cos 4\phi,$$

хорошо аппроксимирующее экспериментальные данные, что применительно к пределу текучести иллюстрируется рис.1.

Анизотропию предела текучести оценивали как отношение  $\sigma_{02}^{\min} / \sigma_{02}^{\max}$ . Показано, что температура испытаний оказывает влияние на анизотропию механических свойств

стали 45, при этом максимальный разброс свойств наблюдается при температуре испытаний 200° С (рис.2).

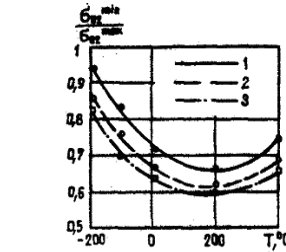
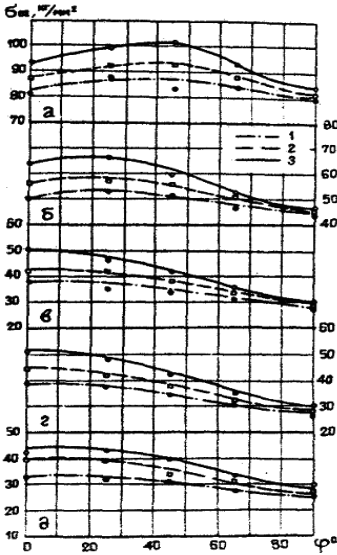


Рис.2. Влияние температуры испытаний на анизотропию предела текучести предварительно деформированной стали 45 до различных степеней остаточной деформации, 1-  $\epsilon_Z^p=2\%$ , 2-  $\epsilon_Z^p=4\%$ , 3-  $\epsilon_Z^p=6\%$

Рис.1. Зависимость величины предела текучести цилиндрических образцов, испытанных на растяжение при различных температурах. Цилиндрические образцы точили из заготовок, вырезанных под различными углами из предварительно деформированных на растяжение до различных степеней остаточной деформации плоских образцов из листовой стали 45, обозначения – а,б,в,г,д –  $T_{исп}$  цилиндрических образцов при -196°С, -100°С, 20°С, 200°С и 400°С соответственно, 1,2,3 – степень предварительной остаточной деформации 2%, 4% и 6% соответственно.

Анизотропия механических характеристик стали 1Х18Н10Т в зависимости от температуры предварительного деформирования и последующих испытаний носит более сложный характер в связи с фазовыми превращениями при деформировании материала, что иллюстрируется на рис.3.

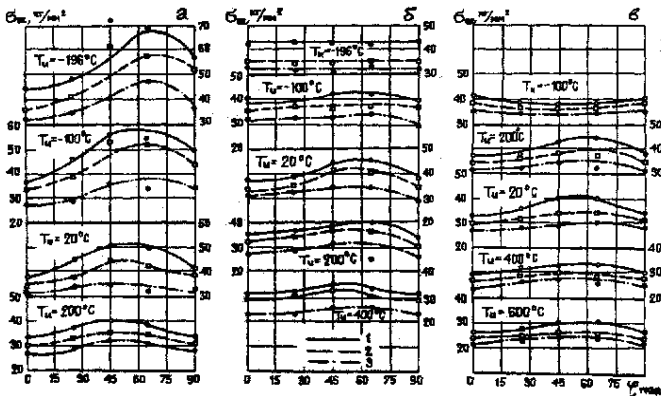


Рис.3. Зависимость величины предела текучести цилиндрических образцов, испытанных на растяжение при различных температурах (а, б, в – температура предварительного деформирования – 1000С, 200С и 2000С; 1, 2, 3 – предварительная остаточная деформация – 2%, 4% и 6%)

Образцы точили из заготовок, вырезанных под различными углами из плоских образцов из структурно нестабильной стали 1X18H10T, предварительно деформированных при температурах  $-100^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$  и  $200^{\circ}\text{C}$  до остаточной деформации 2%, 4% и 6%.

### **Влияние температуры на деформационную анизотропию металлических материалов**

**Маковецкий И.В.**

*Анотація* На основі експериментальних даних показана залежність анізотронії механічних властивостей від температури і ступеня попередньої пластичної деформації. За єдиною методикою отримано комплекс даних про вплив температури (в діапазоні від  $-196$  до  $600^{\circ}\text{C}$ ) на анізотронію механічних властивостей конструкційних сталей різних класів з урахуванням температури умов, в яких деформационная анізотронія була придбана. Запропоновано рівняння, що дозволяє по обмеженою інформації розраховувати характеристики сталей за довільним напрямку в площині деформування.

*Ключевые слова:* анизотропия, деформация, предел текучести, механические свойства, конструкционные металлические материалы.

### **Effect of temperature on deformation anisotropy of metal materials**

**Makovetskiy I.V.**

*Abstract.* Based on the experimental data, the dependence of the anisotropy of mechanical properties on temperature and the degree of preliminary plastic deformation is shown. Using a unified methodology, a complex of data on the effect of temperature (in the range from  $-196$  to  $6000\text{C}$ ) on the anisotropy of the mechanical properties of structural steels of various classes taking into account the temperature conditions in which the deformation anisotropy was acquired was obtained. An equation is proposed that allows calculating the characteristics of steels from an arbitrary direction in the plane of deformation using limited information.

*Keywords:* anisotropy, deformation, yield strength, mechanical properties, structural metallic materials.