

СВЯЗЬ ОСНОВНЫХ КОНСТАНТ ПРОЧНОСТИ И ПЛАСТИЧНОСТИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ С ИСПЫТАНИЯМИ НА ТВЕРДОСТЬ

Улитин В.С.

Научный руководитель – к.т.н., профессор Уваров В.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева

Между параметрами пластичности и прочности металлов и сплавов, выявляемых при испытаниях на растяжение и при выдавливании шарового индентора (при оценке твердости по Бринеллю) существует глубокая внутренняя связь, а как в обоих случаях эти параметры отображают присущие металлам индивидуальные свойства. Использую средства размерного анализа, и, в частности, π -теорему, функциональная связь между пятью размерными параметрами прочности и пластичности при растяжении и при вдавливании шарового индентора выражается через три безразмерных критерия:

$$\Pi_1 = \frac{P}{\sigma_b D^2}; \quad \Pi_2 = \frac{d}{D}; \quad \Pi_3 = \delta_p.$$

Где σ_b – временное сопротивление разрыву;

δ_p – величина равномерного удлинения;

d – диаметр отпечатка при замере твердости;

D – диаметр шарового индентора;

P – нагрузка при вдавливании шарового индентора.

Анализ экспериментальных данных для ряда материалов показал, что функциональная связь $\Pi_1 = \Phi(\Pi_2, \Pi_3)$ можно представить в виде:

$$\frac{P}{2,7\sigma_b D^2} = \left(\frac{d}{D}\right)^n \quad \text{или} \quad \frac{P}{D^2} = a_0 \left(\frac{d}{D}\right)^n \quad (1)$$

где $a = 2,7\sigma_b$, $n = 2 + 1,13\delta_p$

Таким образом значения σ_b и δ_p могут быть определены из двух опытов на вдавливание (например, при одинаковых шариках $D_1 = D_2$, но различных нагрузках P_1 и P_2) без трудоемких испытаний на растяжение. Однако подобные экспериментальные зависимости были установлены для небольшой номенклатуры углеродистых сталей обыкновенного качества типа Ст1, Ст2, Ст3, Ст5. Современные металлы и сплавы и, частности, легированные, улучшаемые и углеродистые инструментальные стали экспериментальной проверке верности таких связей практически не подвергались.

В работе установлено, что для указанных выше сталей (типа сталь 45, У7, 9Х2) взаимосвязь параметров вдавливания и основных свойств при растяжении не отличается от установленной ранее в работах Г.П. Зайцева. Метод вдавливания шарика позволяет определить прочность σ_b и пластичность δ_p и δ исследованных сталей вместо проведения испытаний на растяжение с точностью по σ_b в среднем 8–9%, $\delta_p \sim 12-13\%$, $\delta \sim 8-10\%$. Предлагаемый метод позволяет достаточно просто разделять партии металлов по их прочности и пластичности на приборе Бринелля и дифференцированно использовать металл в различных операциях пластического формоизменения.