

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА ПЛАСТИЧНОСТЬ МЕТАЛЛОВ

Л. К. СПИРИДОНОВ В. А. ОГОРОДНИКОВ

(Представлена научным семинаром кафедры сопротивления материалов)

Пластичность металлов зависит от вида напряженного состояния, истории нагружения, геометрии поперечного сечения образца, градиента напряжений, температуры, скорости деформирования, масштабного фактора и т. д.

Зависимость пластичности от вида напряженного состояния рассмотрена в ряде работ [1, 3].

В настоящей работе исследовано влияние на пластичность металлов геометрии поперечного сечения образца, история нагружения и градиента напряжений.

Для исследования влияния геометрии поперечного сечения образца на пластичность и устойчивость были изготовлены образцы с одинаковым поперечным сечением в форме прямоугольника с различным соотношением сторон, равностороннего треугольника, круга и кольца. Для исключения влияния различия в исходных механических свойствах все образцы изготовлены из одного прутка стали.

Образцы нагружали осевой растягивающей силой до разрушения. Вычислена интенсивность деформации при разрушении

$$e_{i_p} = \ln \frac{F_0}{F_{ш}}$$

и потере устойчивости

$$e_{i_y} = \ln \frac{F_0}{F_p},$$

где

F_0 , $F_{ш}$, F_p — площадь поперечного сечения образца соответственно до испытания, при разрушении и в зоне равномерной деформации.

У образцов с прямоугольным поперечным сечением, при исследованном соотношении сторон, деформация потери устойчивости и разрушения практически не зависит от изменения этого соотношения (рис. 1). Такие же значения этих деформаций имеет и образец с поперечным сечением в форме треугольника ($e_{i_y} = 0,22$; $e_{i_p} = 0,74$). Наибольшая пластичность наблюдалась у сплошных цилиндрических образцов $e_{i_p} = 0,97$, наименьшая — у трубчатого образца $e_{i_p} = 0,58$. Потеря устойчивости трубчатого образца наступала примерно при такой же степени деформации, как у образцов другого поперечного сечения $e_{i_y} = 0,24$.

Влияние истории нагружения исследовали на образцах, изготовленных в форме куба из латуни ЛС-59-1 и дюралюмина Д-16. Образцы осаживали до заданной степени деформации в условиях линейного напряженного состояния со смазкой торцов. Затем образцу вновь придавали форму куба строганием на малых режимах резания и осаживали до той же степени деформации, но уже в направлении, перпендикулярном первоначальному. Последовательность операций сохраняли до разрушения. На рис. 2 приведена зависимость суммарной деформации от степени деформации за одну ступень. Полученные

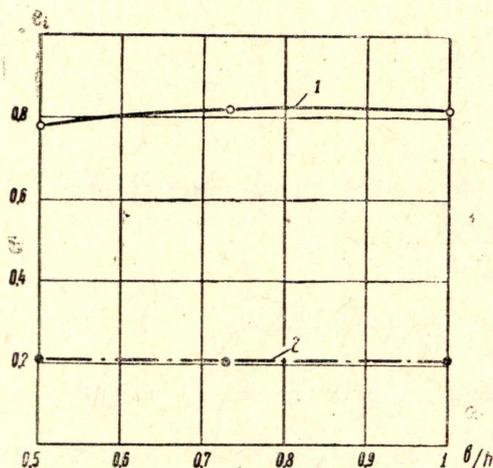


Рис. 1. Зависимость пластичности (1) и устойчивости (2) от соотношения сторон у образцов из стали Ст. 3 с прямоугольным сечением

результаты позволили сделать следующие выводы: 1) суммарная степень деформации зависит от величины деформации на ступени, т. е. чем чаще меняем направление приложения нагрузки, тем выше пластичность

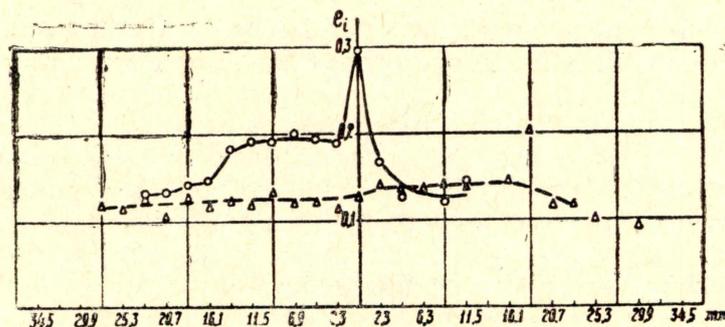


Рис. 2. Зависимость пластичности от величины деформации за ступень ● — Д16; х — ЛС-59-1

материала, 2) суммарная деформация зависит от исходных свойств материала.

На величину пластичности влияет градиент напряжений и деформаций. В работе [2] отмечают, что материал трубы при раздаче конусным пуансоном на верхнем торце подвергается линейному растяжению, при этом степень деформации в момент образования местного утоньшения больше, чем деформация при испытании этого материала на линейное растяжение. Авторы объясняют этот факт влиянием градиента деформаций. В работе [4] указывают, что предел прочности поверхностных слоев при изгибе образцов из хрупких материалов выше, чем при испытании на растяжение этого же материала. По-видимому, этот факт тоже объясняется наличием градиента напряжений.

В настоящей работе влияние градиента напряжений и деформаций исследовали на образцах, подвергаемых растяжению и чистому изгибу. Для этой цели была выбрана малопластичная сталь Р18, у которой при испытании на растяжение практически отсутствует шейка и которую можно довести до разрушения при чистом изгибе.

Для вычисления деформаций на образцах наносили отпечатки алмазной пирамидой с шагом в 2 мм. Расстояния между отпечатками измеряли на инструментальном микроскопе до и после деформирования. На рис. 3 показано распределение деформаций по обе стороны излома.

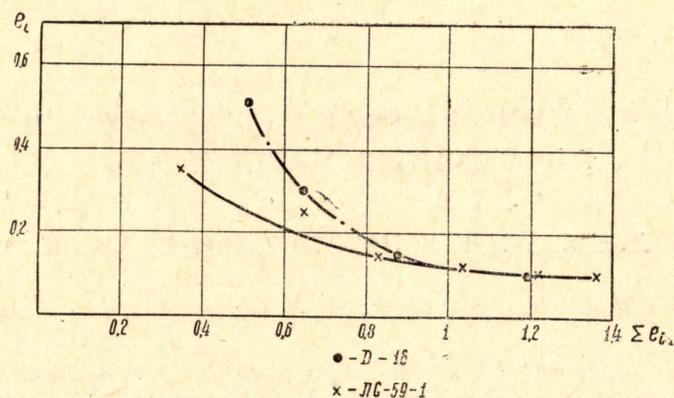


Рис. 3. Распределение деформаций по длине образца по обе стороны излома: \circ — растяжение, Δ — чистый изгиб

При растяжении деформация локализуется у места разрушения, при чистом изгибе деформации распределены равномерно по длине образца.

Деформация при изгибе оказалась меньше деформации, полученной при растяжении. Этот факт требует дальнейшего исследования.

Выводы

1. Установлено, что для образцов из стали ст. 3 с сечением в форме прямоугольника пластичность практически не зависит от соотношения сторон.
2. Получены результаты, показывающие, что пластичность металла возрастает с увеличением немонотонности процесса.
3. Исследовано влияние градиента деформаций и напряжений на пластичность металлов. Установлено, что деформации при изгибе меньше, чем при растяжении.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Л. Колмогоров. Напряжения, деформации, разрушение. Metallurgizdat, М., 1970.
2. Е. А. Попов, А. А. Шевченко. Кузнечно-штамповочное производство. М., «Машиностроение», 1970, № 3.
3. Г. Д. Дель, Л. К. Спиридонов. Влияние вида напряженного состояния на пластичность металлов. VI научно-техническая конференция. Секция ОМД, тезисы докладов, Тула, 1970.
4. Л. С. Бурштейн. Статические и динамические испытания горных пород. Л., «Недра», 1970.