

полученных при нагружении и разгрузке неоднородно напряжённых пластич. тел.

Для металлов наиболее применимы П. у. Треска (Н. Tresca, 1864) и Мизеса (R. Mises, 1913). Согласно П. у. Треска, пластич. деформация в точке тела возникает, когда макс. касательное напряжение τ_{\max} достигает нек-рого предельного значения $\tau_{\max} = k = \text{const}$. Поскольку τ_{\max} равно одной из полуразностей гл. напряжений $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, то П. у. Треска записывается в виде

$$|\sigma_1 - \sigma_2| \leq 2k, \quad |\sigma_2 - \sigma_3| \leq 2k, \quad |\sigma_3 - \sigma_1| \leq 2k. \quad (*)$$

Если за оси координат выбрать $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, то каждая точка этого пространства отвечает определённому напряжённому состоянию точек тела. Все напряжённые состояния точек тела, удовлетворяющие неравенствам (*), находятся в пространстве гл. напряжений $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ внутри нек-рой шестигранной призмы, т. н. призмы Треска (рис. 2). Геом. П. у. Треска утверждает, что пластич. деформации в точке тела возникнут в случае, если напряжённое состояние этой точки будет лежать в пространстве гл. напряжений на призме Треска.

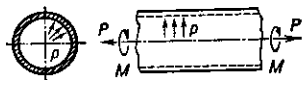


Рис. 1. Схема деформирования тонкостенной трубы.

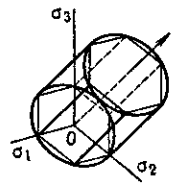


Рис. 2. Призма Треска и цилиндр Мизеса.

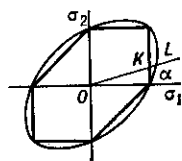
Согласно П. у. Мизеса, пластич. деформации возникают, когда интенсивность касат. напряжений τ_i достигает нек-рой пост. величины $\tau_i = k = \text{const}$. П. у. Мизеса записывается через главные напряжения в виде

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 6k^2$$

и изображается в пространстве гл. напряжений цилиндром Мизеса, описанным около призмы Треска.

Оба П. у. — Треска и Мизеса — дают мало отличающиеся результаты, т. к. их отношение заключено в близких пределах $0,816 \leq \tau_i/\tau_{\max} \leq 0,941$. В конкретных случаях обычно пользуются тем из них, к-рое упрощает матем. решение задачи. Различие между П. у. Треска и Мизеса может быть наглядно проиллюстрировано на примере плоского напряжённого состояния (одно из гл. напряжений равно нулю), когда П. у. Треска и Мизеса изображаются соответственно шестиугольником и эллипсом (рис. 3).

Рис. 3. Шестиугольник Треска и эллипс Мизеса для плоской задачи. При пропорциональном нагружении $\sigma_2/\sigma_1 = \lambda$, $\lambda = \text{tga}$; напряжённое состояние изображается точками прямой OL ; разница в условиях пластичности Треска и Мизеса изображается отрезком KL .



П. у. может быть рассмотрено в качестве пластич. потенциала. В этом случае П. у. определяет, согласно ассоцииров. закону пластич. течения (см. Пластичности теория), связь между компонентами приращений деформации и напряжениями.

Лит.: Соколовский В. В., Теория пластичности, 3 изд., М., 1969; Ильюшин А. А., Пластичность, ч. 1, М. — Л., 1948; Работнов Ю. Н., Механика деформируемого твердого тела, 2 изд., М., 1988. Д. Д. Иолес.

ПЛАСТИЧНОСТЬ — свойство твёрдых тел необратимо деформироваться под действием механич. нагрузок. Отсутствие или незначит. П. наз. хрупкостью. Пластич. деформации испытывают детали конструкций и сооружений, заготовки при обработке давлением (прокатке, штамповке и т. п.), пласты земной коры и др. объекты. Учёт П. позволяет определять запасы прочности, деформируемости и устойчивости, расширять возможности создания конструкций мн.

веса. В ряде совр. конструкций П. обеспечивает их наиб. рациональное функционирование, надёжность и безопасность, снижает концентрацию напряжений и поэтому повышает сопротивляемость тел ударным и усталостным нагрузкам.

При растяжении цилиндрич. образца (одноосное напряжённое состояние) обнаруживают предел упругости σ_y ; при напряжениях $\sigma \leq \sigma_y$ деформация е обратима (упругая) и связана с σ законом Гука $\sigma_y = E\epsilon$ (E — модуль Юнга). При дальнейшем увеличении растягивающей силы связь между σ и ϵ становится великой и необратимой (рис.). Возрастание σ с увеличением ϵ наз. деформация.

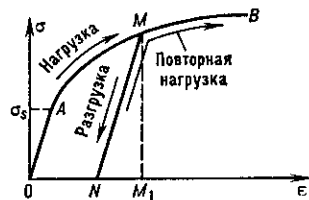


График зависимости напряжение — деформация.

у прочением. При разгрузке от напряжения $\sigma > \sigma_y$ (точка M) зависимость σ от ϵ изображается прибл. прямолинейным отрезком MN , параллельным нач. участку упругости OA . Часть деформации $\epsilon^e = NM_1 = \sigma/E$ — упругая (обратимая). Отрезок $\epsilon^p = ON$ — остаточная, или пластич. деформация, к-рая неизменна при разгрузке и возрастает при непрерывном нагружении OAB и при повторной нагрузке после достижения напряжения σ , с к-рого была произведена разгрузка.

При одноосном растяжении П. материала оценивается величиной удлинения, измеренной в момент разрушения. При растяжении пластичных материалов разрушению цилиндрич. образца предшествует потеря устойчивости — равномерные удлинения и уменьшение поперечного сечения сменяются образованием т. н. шейки, к-рая представляет собой деформацию относительно небольшого участка образца. Такая локальная деформация оценивается величиной относит. уменьшения сечения $\psi = (\psi_0 - \psi_R)/\psi_0$ (ψ_0 — нач. сечение образца, ψ_R — сечение образца в шейке в момент разрушения). Наступление потери устойчивости материала зависит от чувствительности напряжения пластич. течения материала к скорости деформирования.

При сложном напряжённом состоянии пластич. деформация появляется впервые, когда становится $\sigma_i \geq \sigma_y$ (где σ_i — интенсивность напряжений), т. н. условие Генки — Мизеса, или когда наибольшее касат. напряжение $\tau_{\max} \geq \tau_y$ (где τ_y — предел упругости при сдвиге) — условии Треска — Сен-Венана. При этом тензор деформации $\epsilon_{ij} = \epsilon_{ij}^e + \epsilon_{ij}^p$, где тензор упругой деформации ϵ_{ij}^e связан с напряжениями обобщённым законом Гука, а тензор пластич. деформации ϵ_{ij}^p характеризует деформацию, к-рая сохраняется в окрестности рассматриваемой точки, когда все компоненты тензора напряжений σ_{ij} при разгрузке обращаются в нуль.

Типичной является неоднозначность зависимости между напряжениями и упругопластич. деформациями: значения напряжений зависят не от текущих (мгновенных) значений деформации, а от того, в какой последовательности шло их изменение до достижения текущих значений, т. е. от процесса деформации.

П. зависит от свойств материала — от характера межатомных связей, хим. и фазового состава, кристаллич. структуры и микроструктуры, а также условий деформирования — темп-ры, величины и схемы приложенных сил (напряжённого состояния), скорости их приложения. П. не является физ. или механич. константой материала, а отражает его состояние.

Для оценки П. материалов в конкретных условиях обработки давлением (прокатка,ковка,штамповка, прессование и др.) пользуются различными технол. пробами (число оборотов до разрушения при скручивании; угол загиба и кол-во перегибов; глубина погружения стандартного шарика в листовую материал —