

Автофретирование

Допустим, у нас есть металлическая полоска, выполненная из идеального упруго-пластического материала (рис.1.). Попробуем кинематически её растянуть и отпустить. Что мы будем наблюдать?

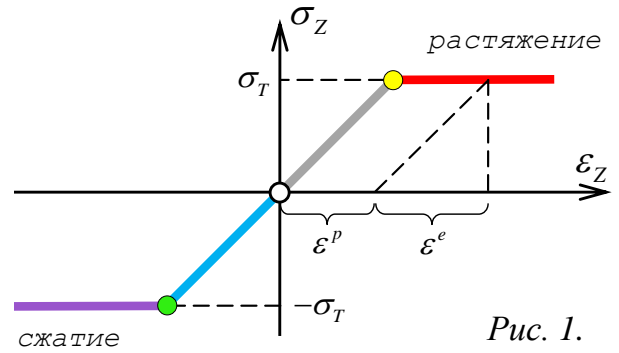


Рис. 1.

Сначала стержень будет деформироваться упруго (рис. 2а.). Если сейчас его отпустить, он вернётся в исходное положение (рис. 2б.). Если продолжать растягивать, материал полоски «потечёт» - напряжения достигнут предела текучести σ_T (рис. 2в.) и превысить его не смогут, далее расти будут только деформации (рис. 2г.). Если после этого полоску разгрузить, снимутся только упругие деформации ϵ^e , пластические деформации ϵ^p останутся и в свои прежние размеры полоска не вернётся, отныне она стала длиннее (рис. 2д.).

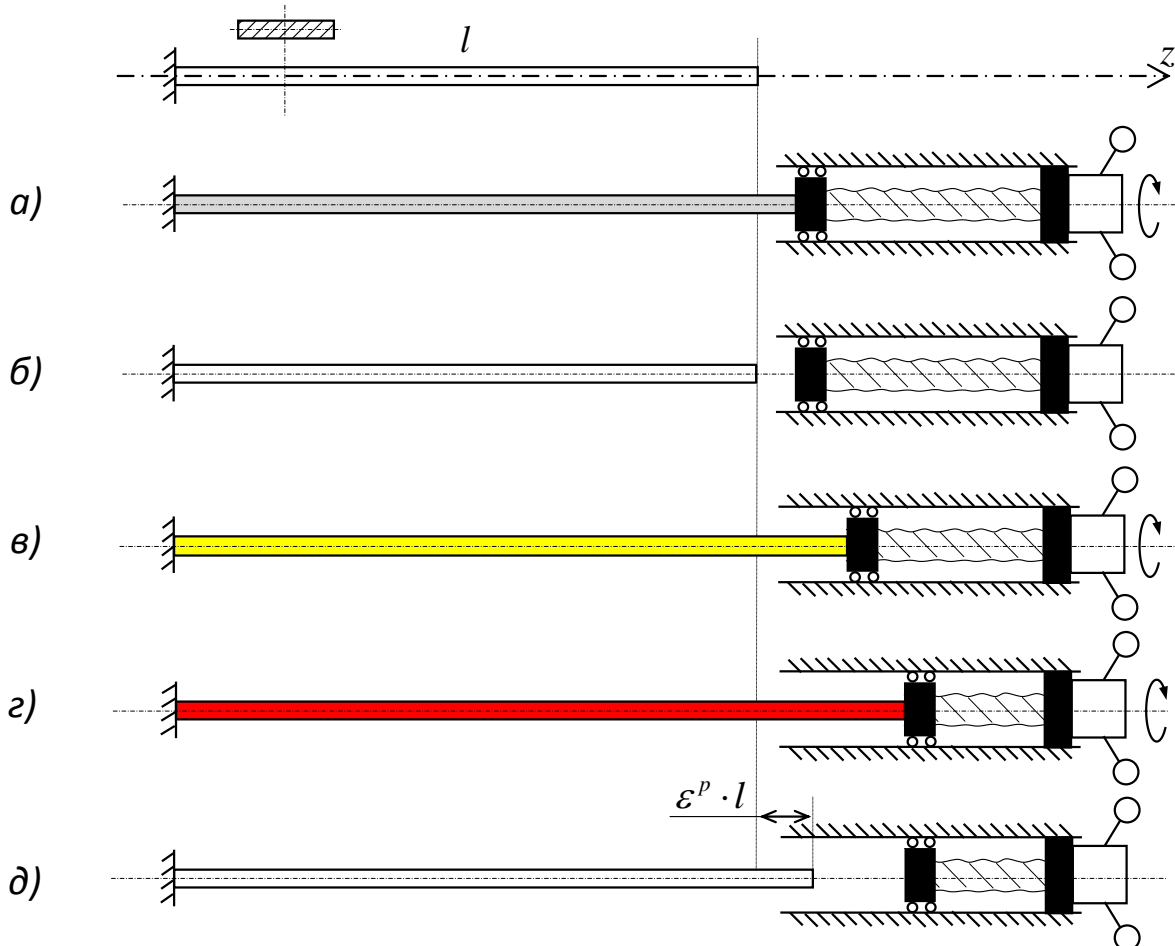


Рис. 2. Цветом указана деформация.

Если помимо растяжения на полоску будет действовать ещё и поперечное давление σ_r , то качественно ничего не изменится. Просто поведение материала (рис. 1.) будет зависеть не от осевого напряжения σ_z , а от напряжения эквивалентного: $\sigma_{\text{экр}} = \sigma_z + |\sigma_r|$.

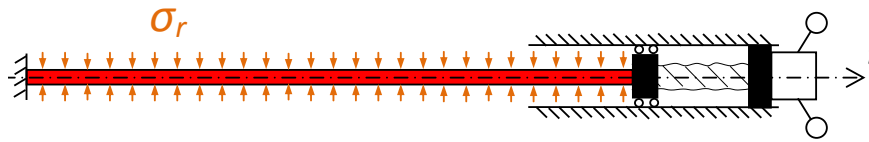


Рис. 3.

Теперь представьте, что такие полосы, свёрнутые в кольца, это слои толстостенной трубы (рис. 4а.).

Нагрузим трубу опрессовочным давлением p_0 - давлением, превышающим то, которое труба способна выдержать, оставаясь целиком упругой. Напряжения в слоях трубы распределяются неравномерно: внутренние слои потекут, наружные останутся упругими (рис. 4б.). После разгрузки потёкшие внутренние слои так и не восстановят свой первоначальный радиус: остаточные деформации ϵ^p помешают. Они станут шире. А наружные слои, оставшиеся упругими, будут стремиться восстановить свои первоначальные размеры, сжимая при этом расширившиеся слои внутренние (рис. 4в.). Получится тот же эффект, что и при надевании друг на друга труб с натягом.

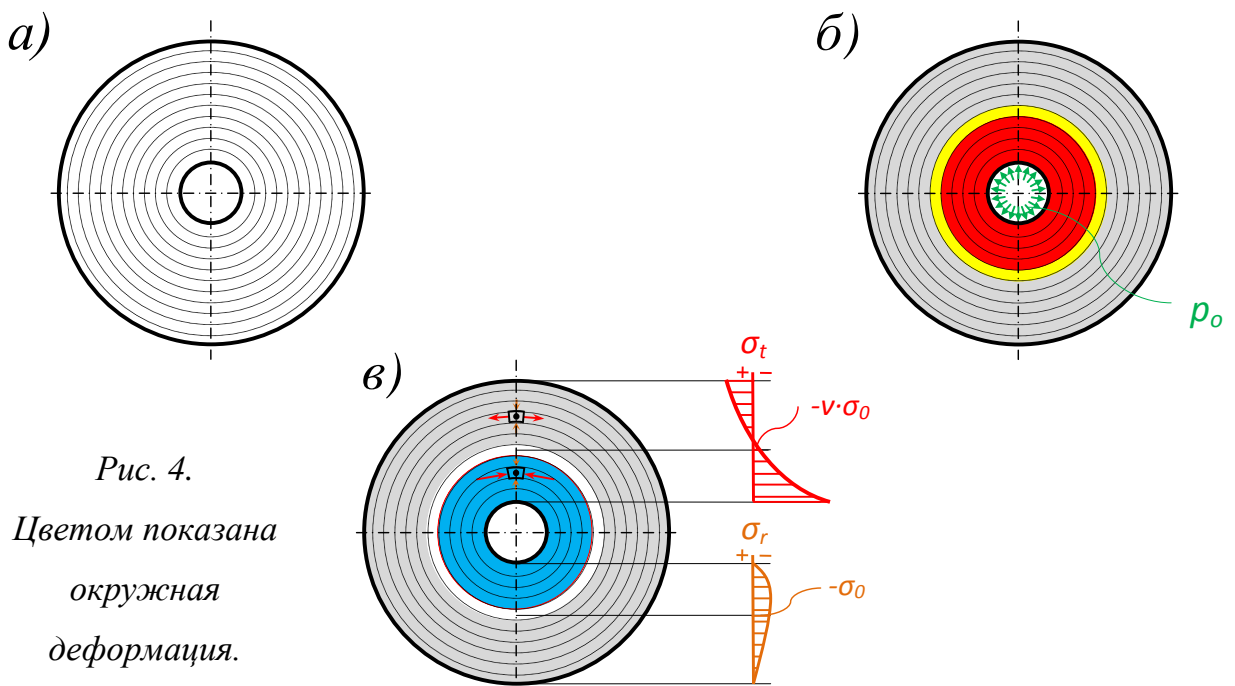


Рис. 4.
Цветом показана
окружная
деформация.

Получившаяся труба может работать без образования пластических деформаций (а, значит, долго) с внутренними давлениями, не превышающими давление опрессовки.