

2

1

0

1

1

9

7

8

0

3

6

0



ЛЕНИНГРАДСКИЙ
ОПЫТНЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ
ЗАВОД





ПРОТИВ ЗАХВАТА МАТЕРИАЛОВ

Диасфильм в 3 частях

*Издано Фабрикой экранных учебно-наглядных пособий
Всесоюзного треста по производству учебно-наглядных пособий
Государственного комитета Совета Министров СССР по профтехобразованию*

ЛЕНИНГРАД

-1967-

СОПРОТИВЛЕНИЕ
МАТЕРИАЛОВ—наука
о прочности и жесткости
элементов конструкций
и деталей машин.

Часть первая:

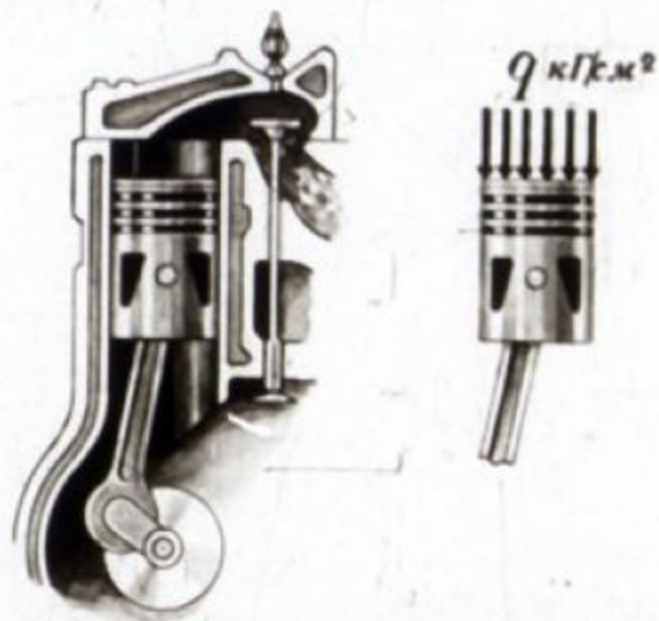
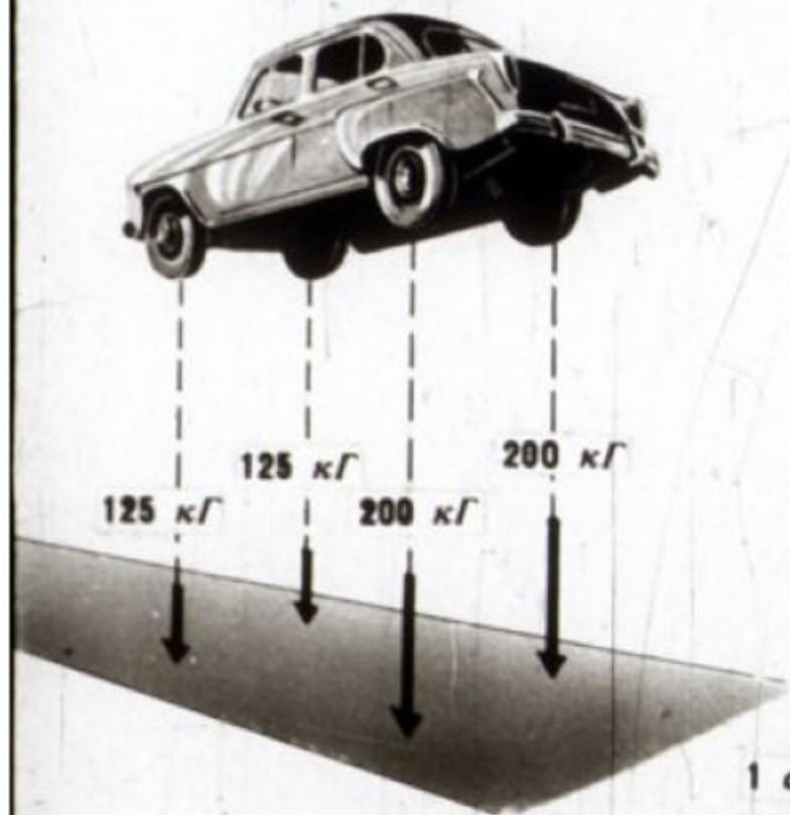
Основные понятия

Растяжение и сжатие стержня

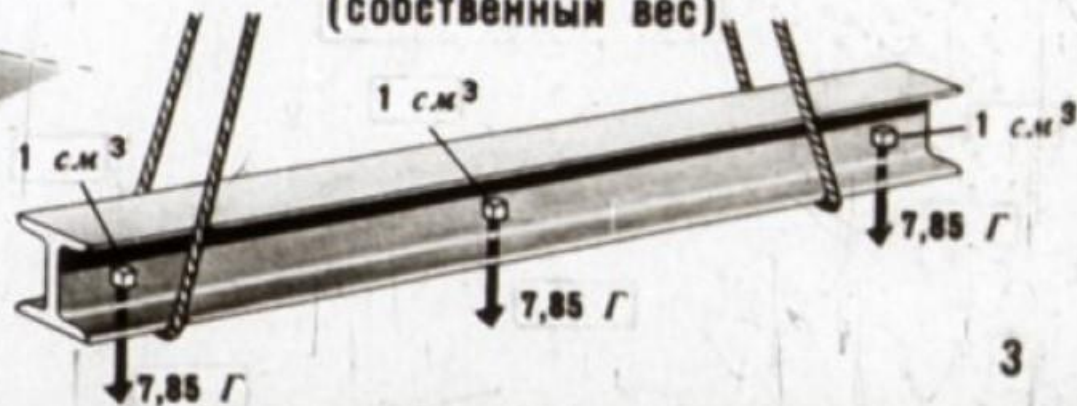
Основные типы нагрузок

Разномерно распределенная по площади

Сосредоточенная
(условно)



Равномерно распределенная по объему
(собственный вес)



Способы приложения нагрузки



Статической

Прикладывается спокойнo по частям.



Внезапной

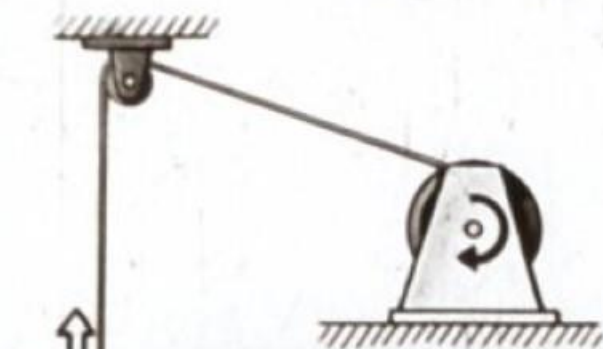
Прикладывается сразу в полном размере, но без удара.



Ударной

Груз падает с некоторой высоты.

Все „инерционные“ нагрузки — динамические.

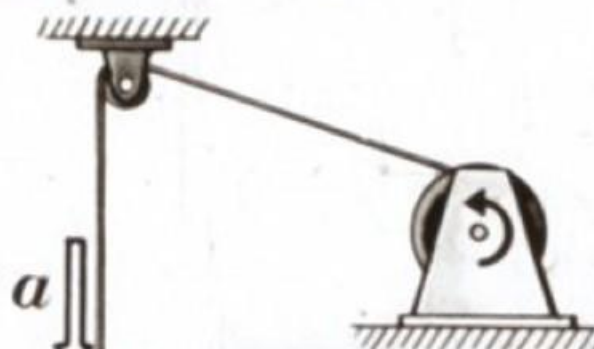


Если трос поднимает груз P с ускорением a , то на него, кроме груза, действует и сила инерции массы m :

$$ma = \frac{P}{g} a .$$



$$P + \frac{P}{g} a$$

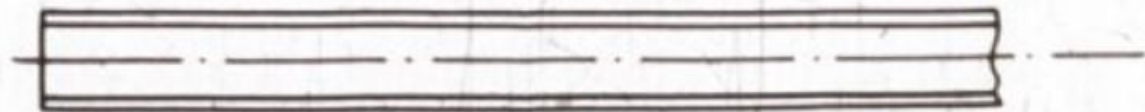


Если трос опускает груз P с ускорением a , то сила инерции ma действует в направлении, противоположном ускорению груза.



$$P - \frac{P}{g} a$$

Стержни — основные элементы конструкций и деталей машин



Элементы моста — стержни с прямолинейной осью.

**Крюк — стержень
с криволинейной
осью.**



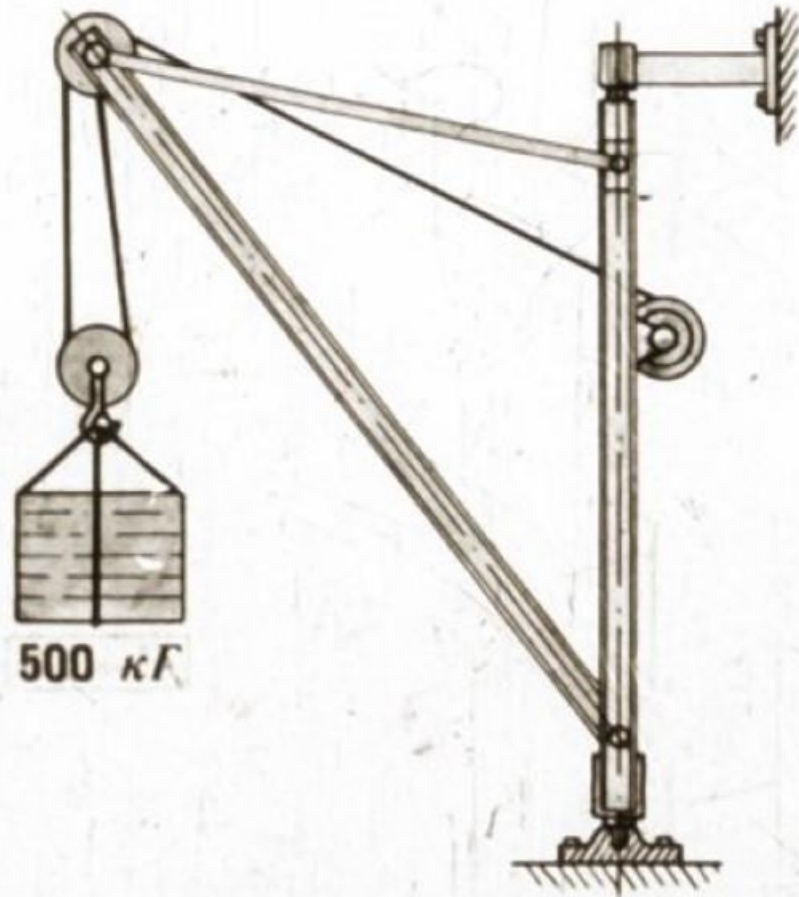
Валик — ступенчатый стержень.



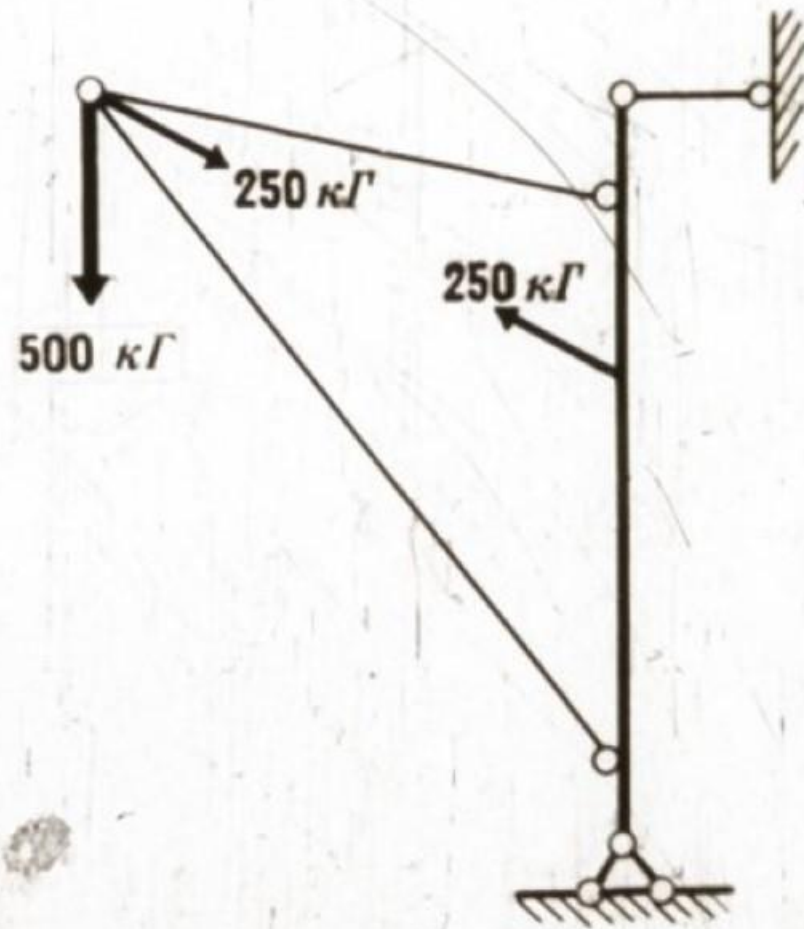
Звенья цепи — стержни с криволинейной замкнутой осью.

Расчетная схема конструкции

Конструкция

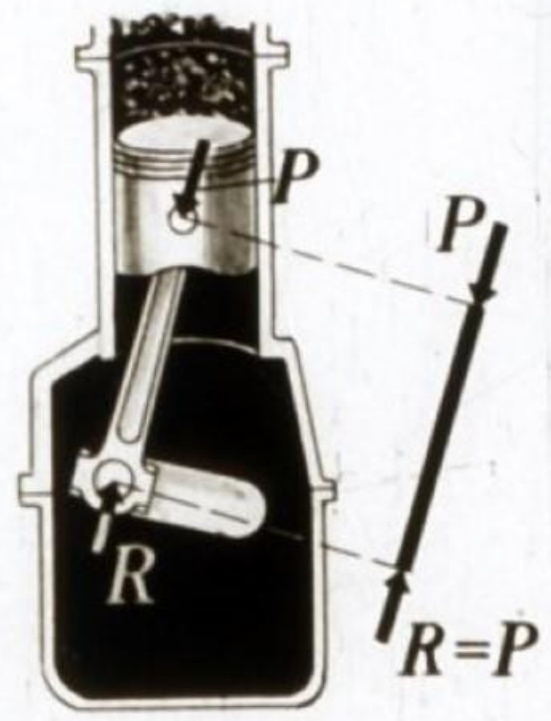


Расчетная схема

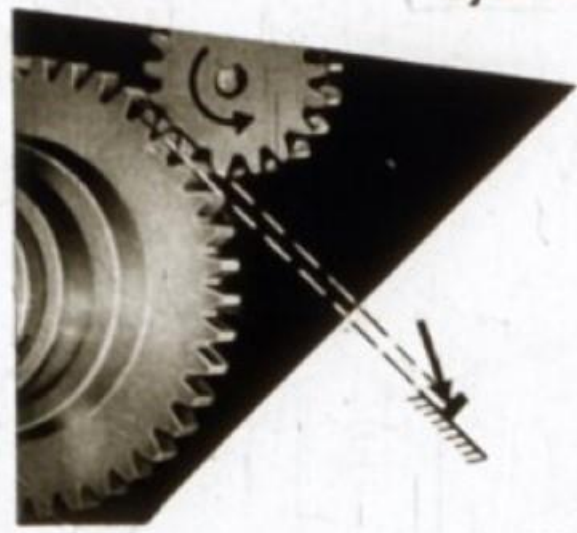


Примеры расчетных схем

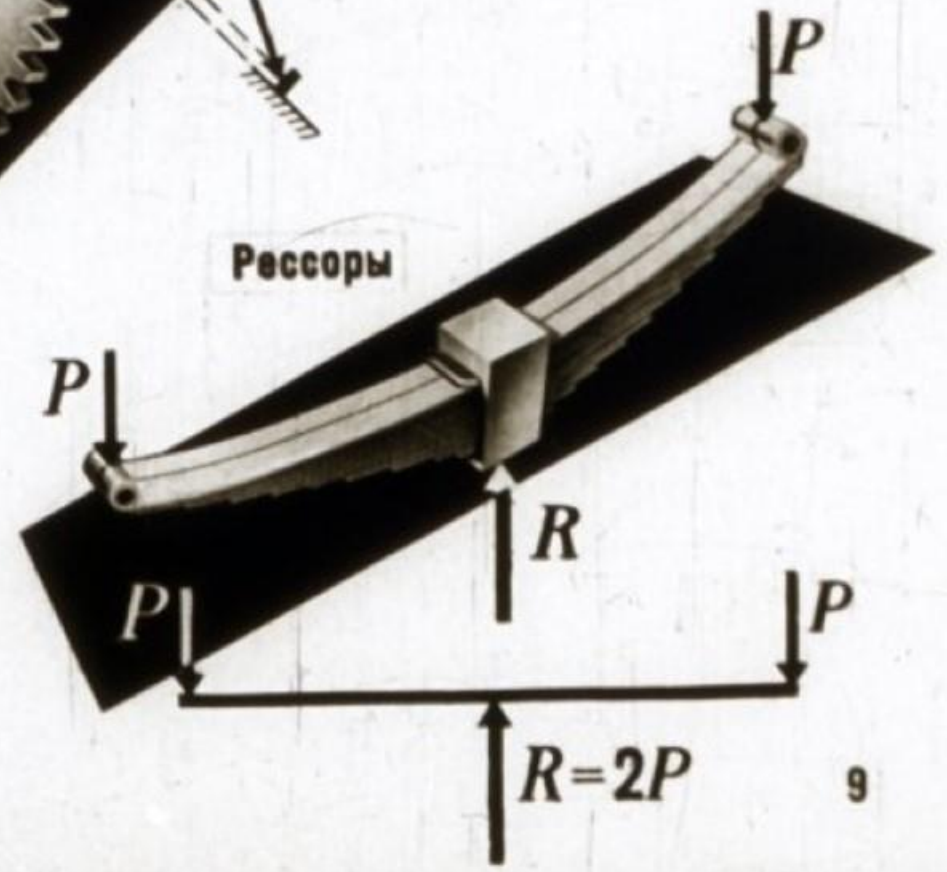
Штока поршня



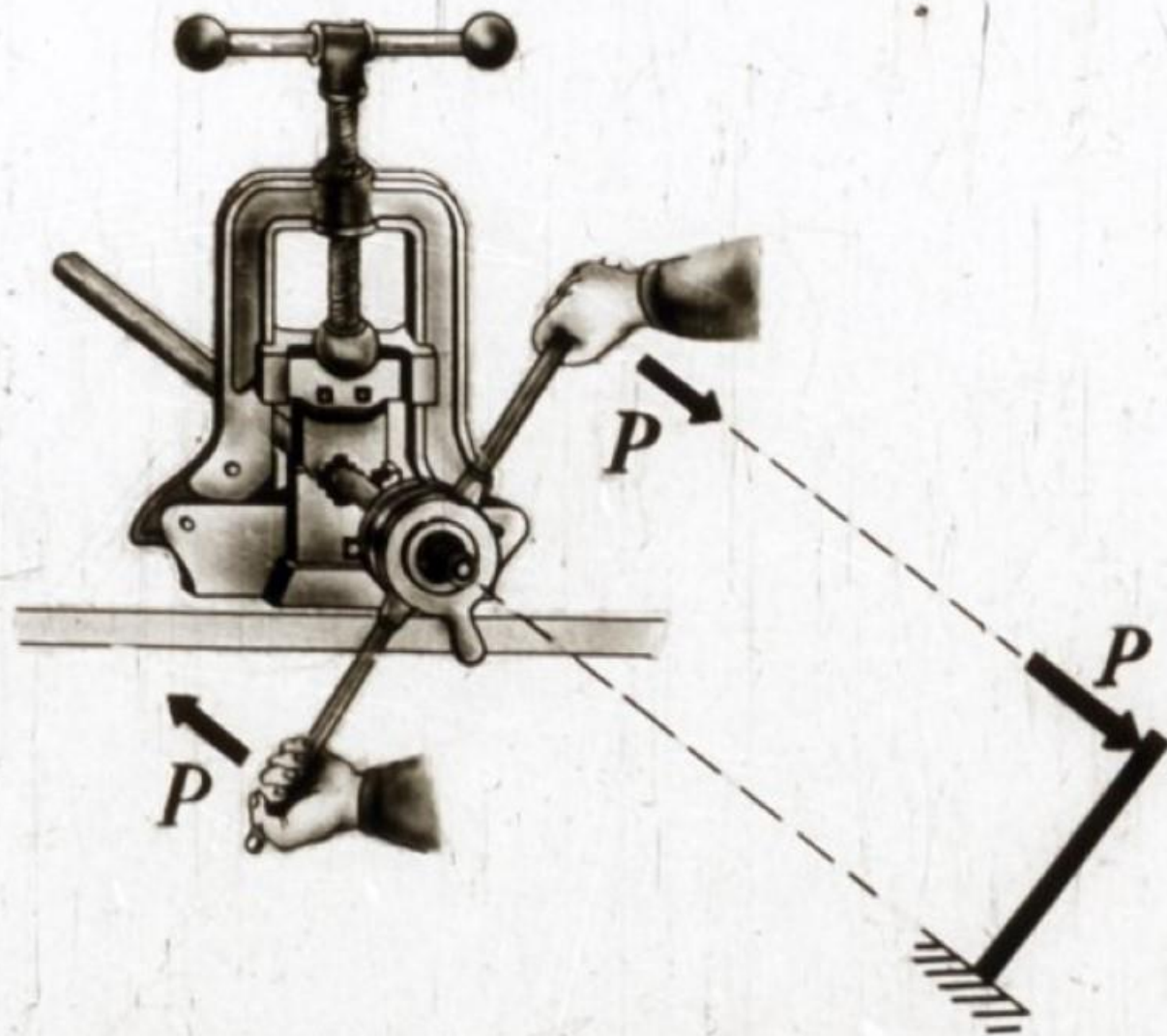
Зуба шестерни



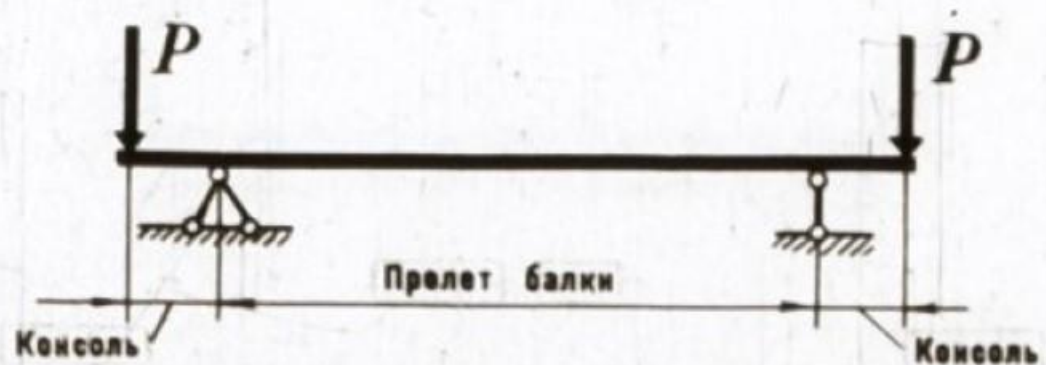
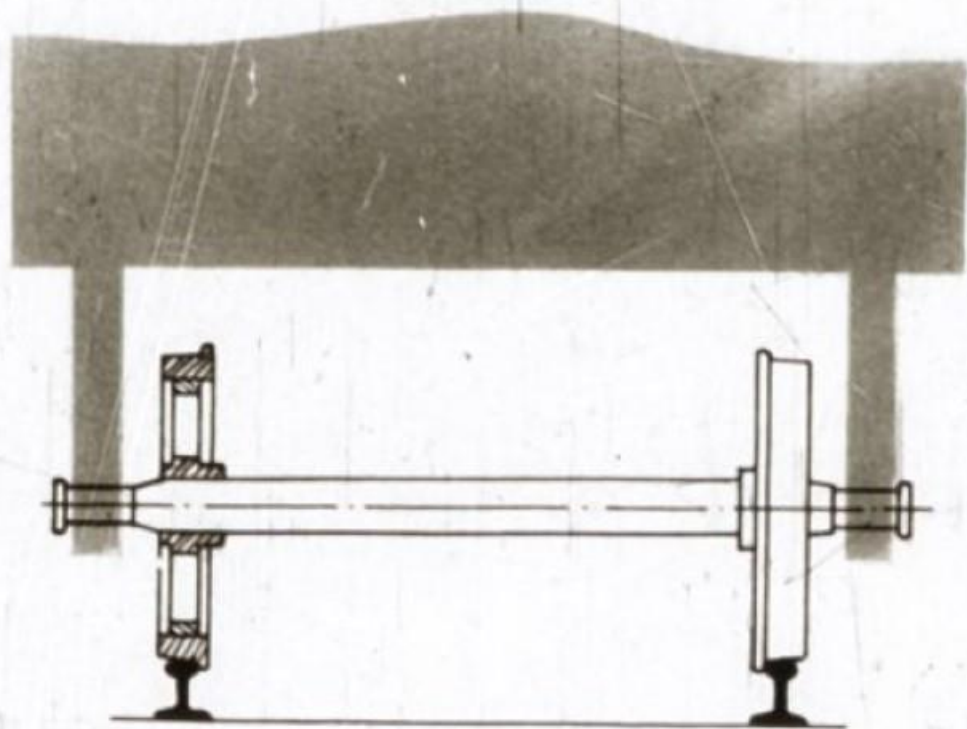
Рессоры



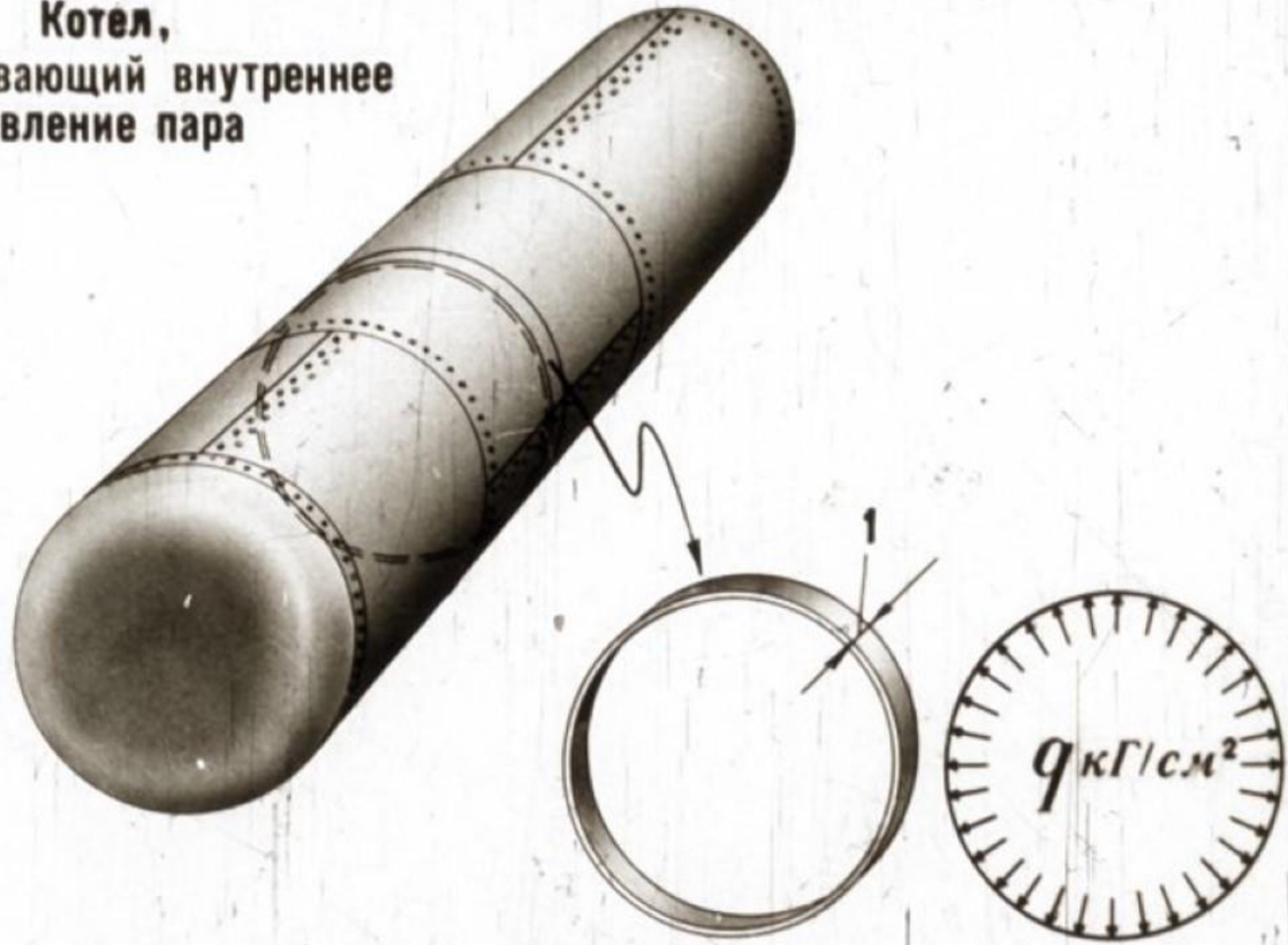
Расчетная схема рукоятки клуппа



Ось железнодорожного вагона



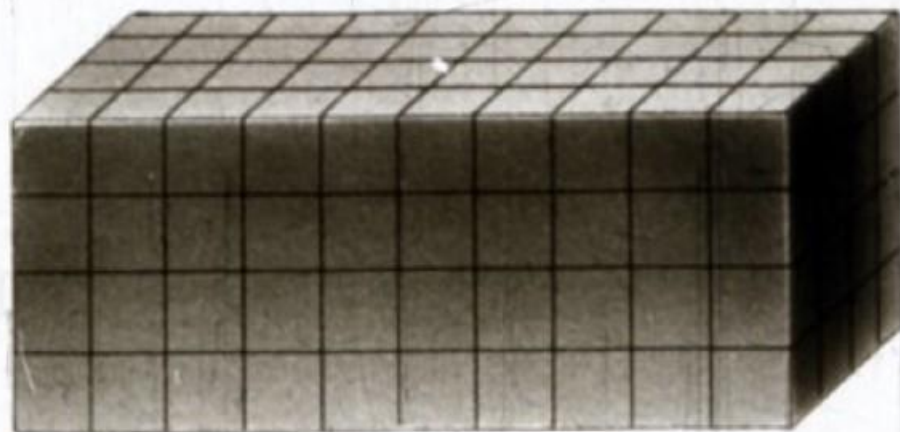
**Котел,
испытывающий внутреннее
давление пара**



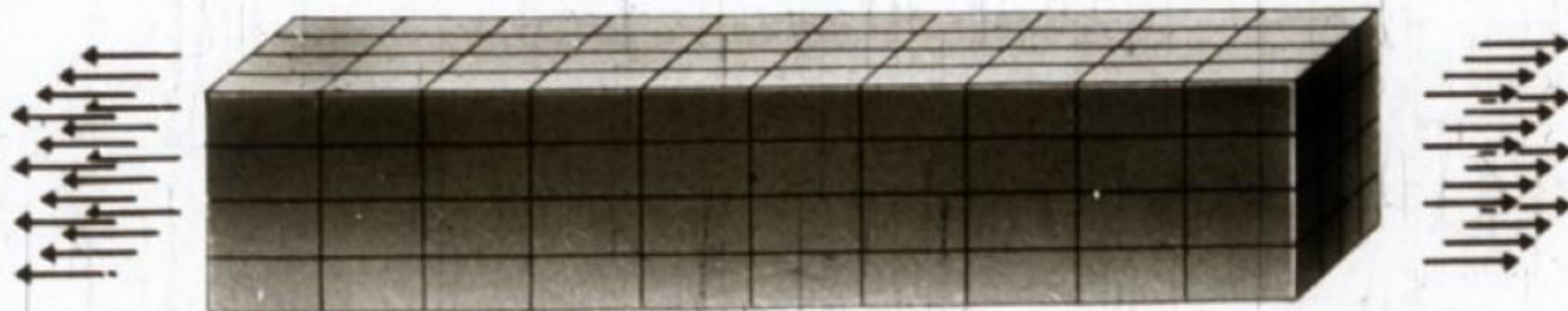
Характер деформации стержня при осевом растяжении

Резиновый стержень

До растяжения

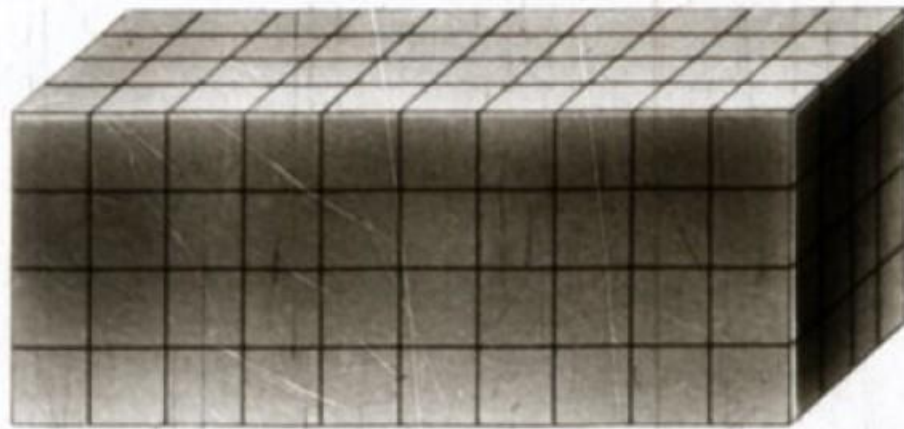


При растяжении

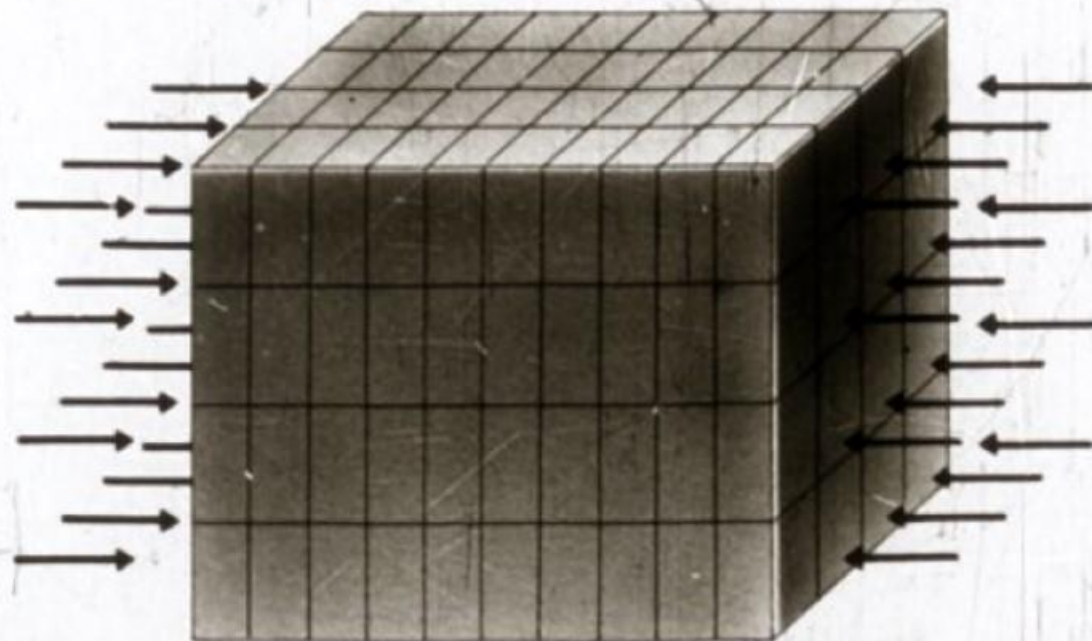


Характер деформации стержня при осевом сжатии

Резиновый стержень

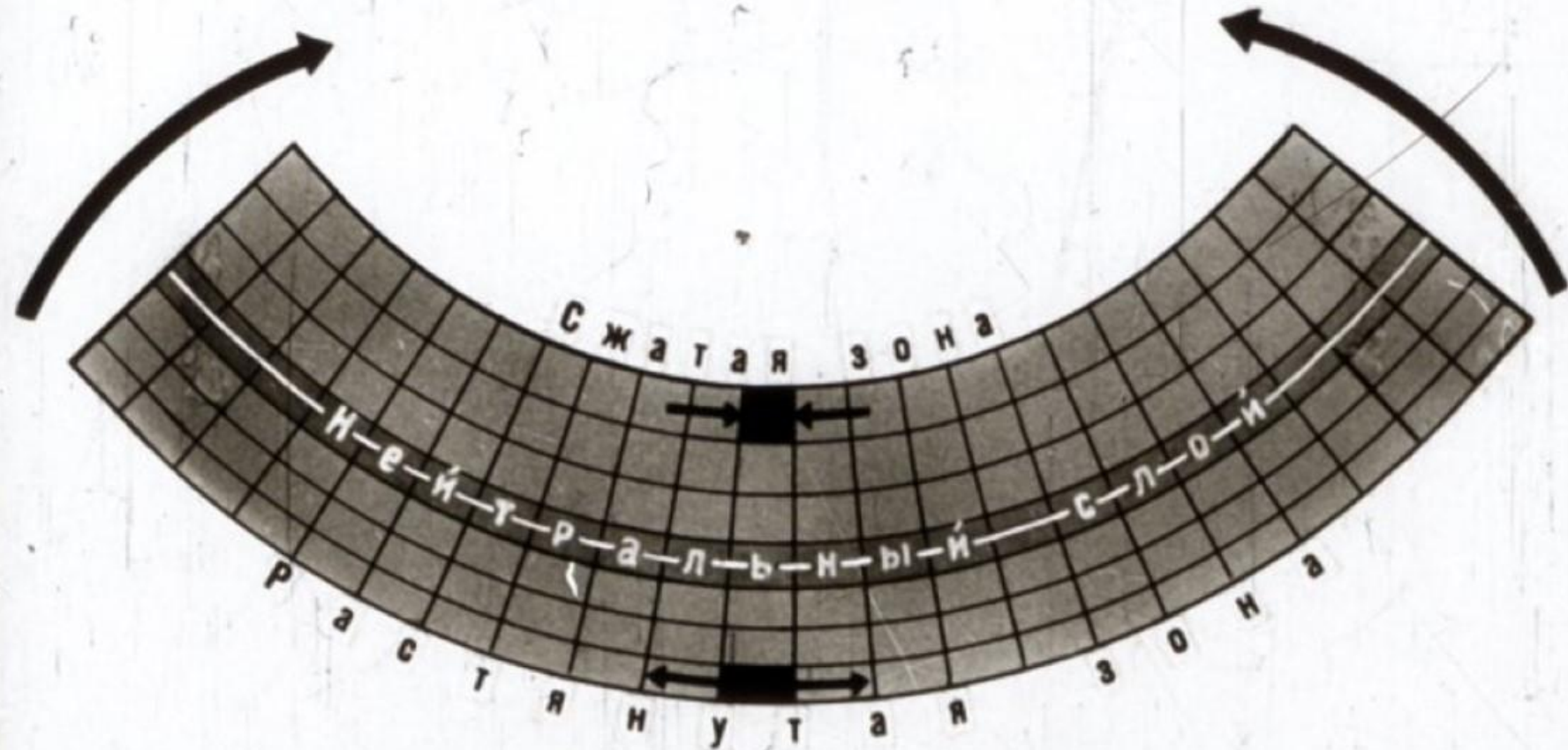


До сжатия

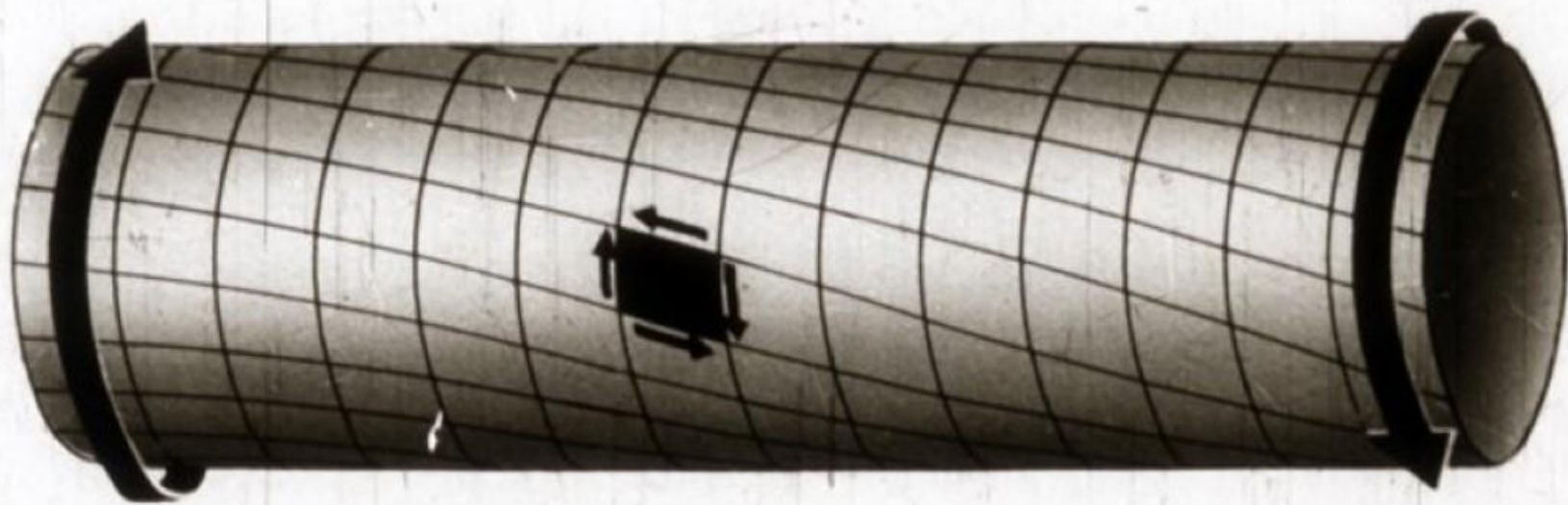


При сжатии

Деформация резинового стержня при плоском изгибе

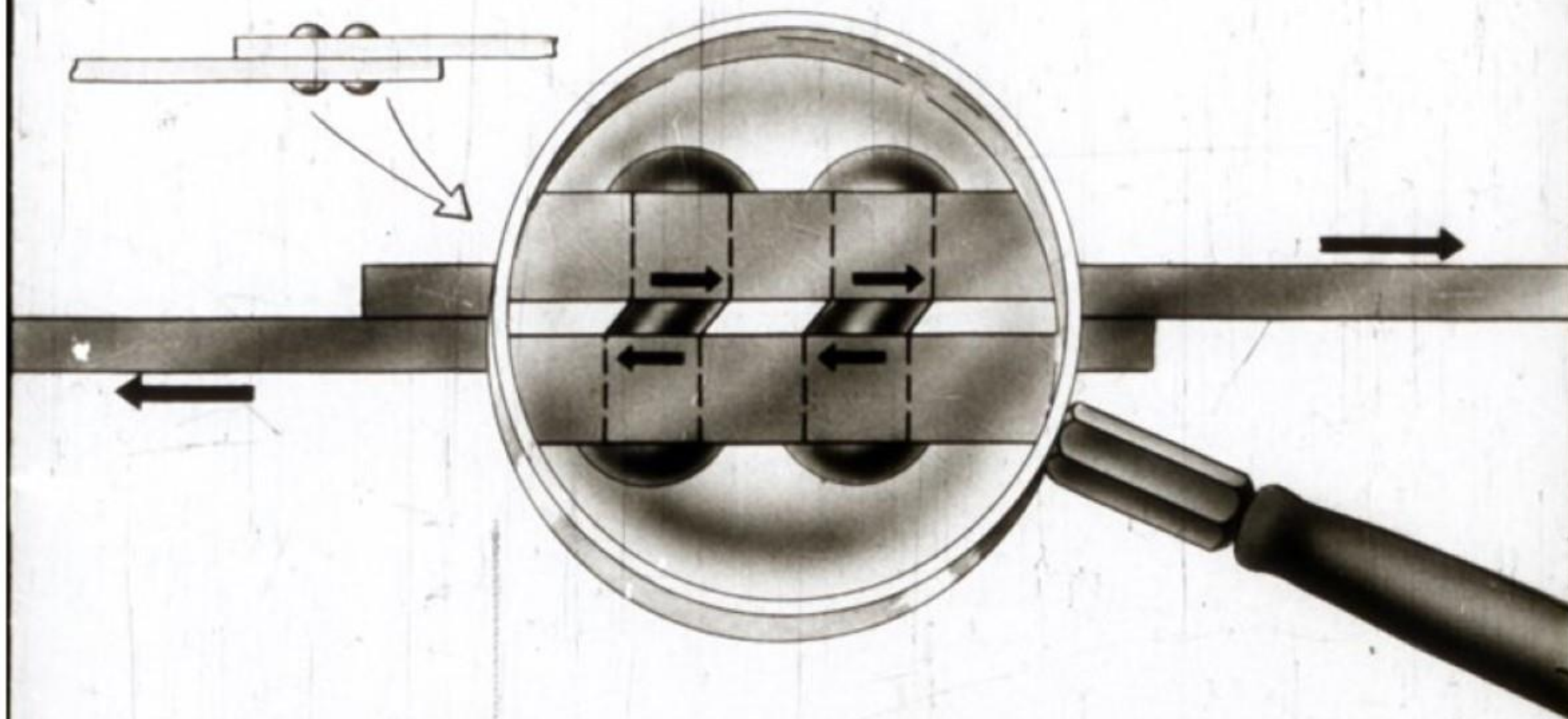


Деформация резинового стержня при кручении



Материал испытывает сдвиги (перекосы).

Характер деформации сдвига в заклепочном соединении



Материал заклепок испытывает сдвиги (перекосы) в зазорах между склепанными деталями.

Упругая и пластическая деформации

Медная пружина до сжатия



Деформация (укорочение)



Пластическая (остаточная) деформация



Упругая (исчезающая) деформация



Пластическая деформация вредна в конструкциях и деталях машин.



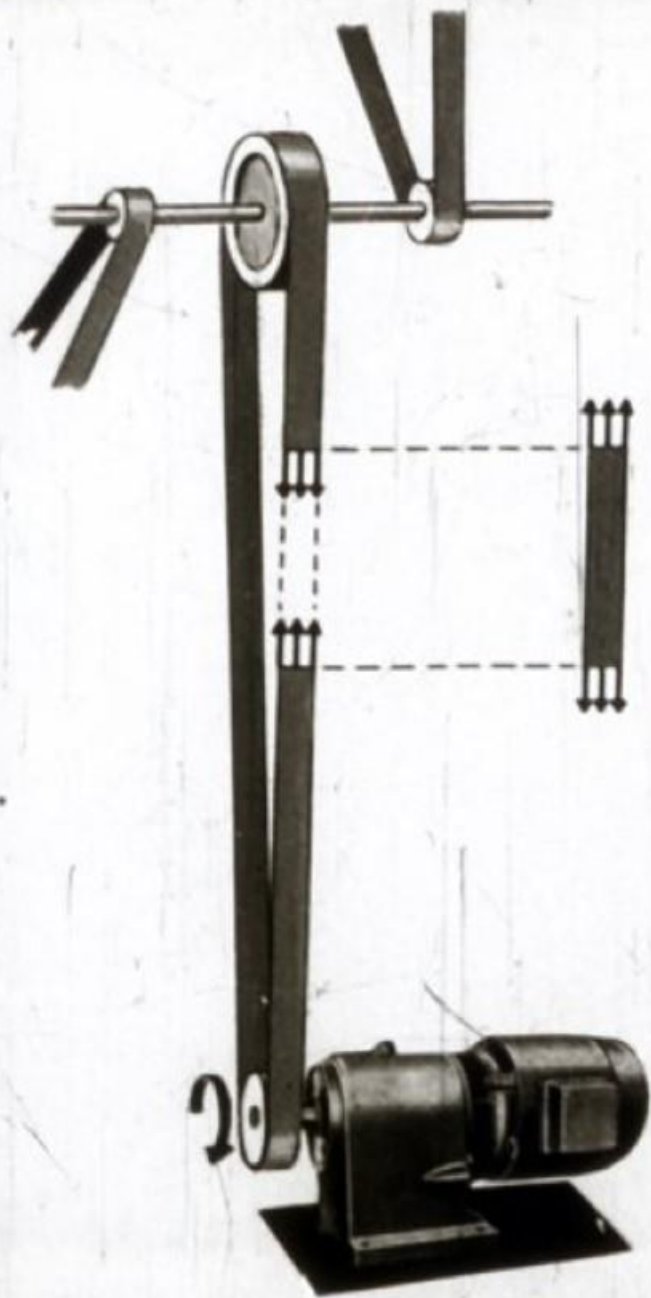
Если бы передняя ось автомобиля получила пластическую деформацию...

Если бы стрела подъемного крана
получила пластическую деформацию...



Конструкции и машины
должны быть жесткими.
В них допускаются только
небольшие упругие дефор-
мации.

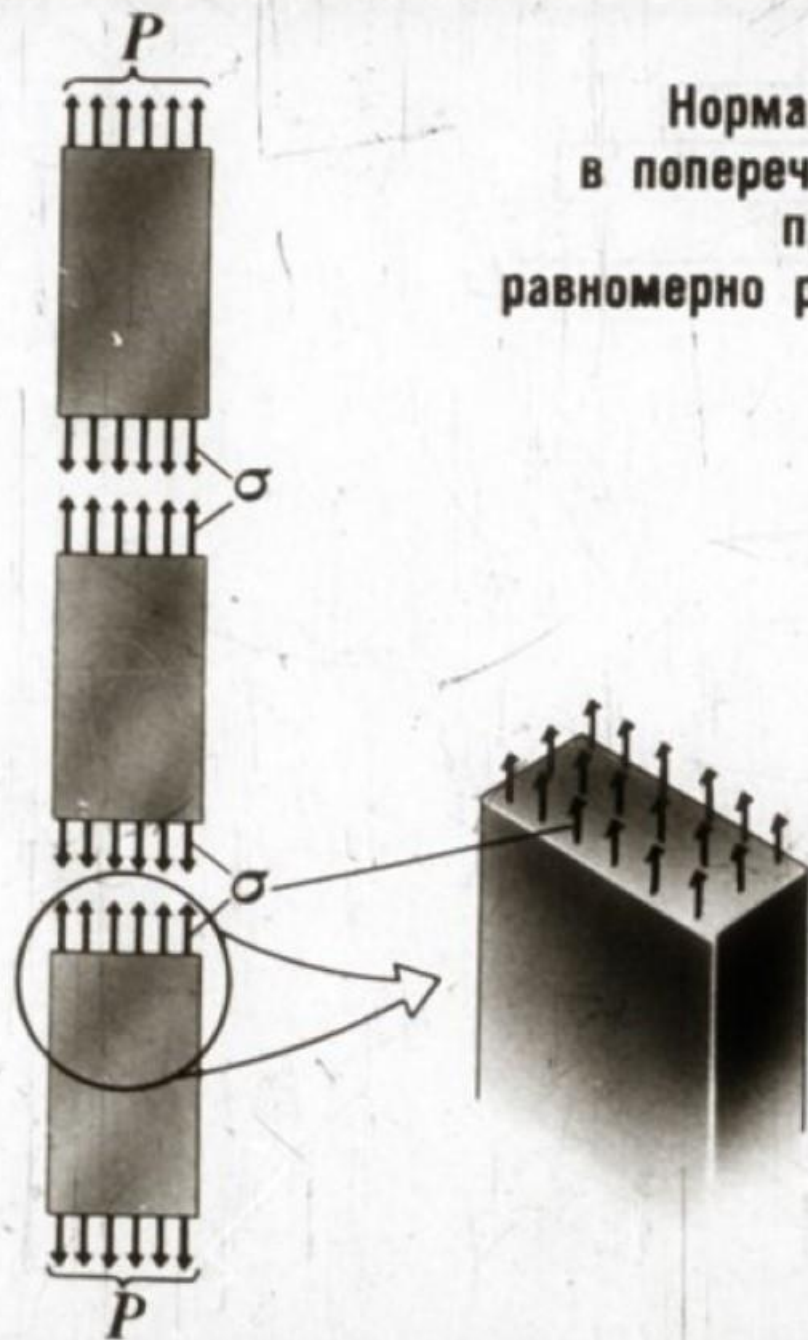
Внутренние силы сопротивления материала



Стержень (ремень) оказывает сопротивление деформации.

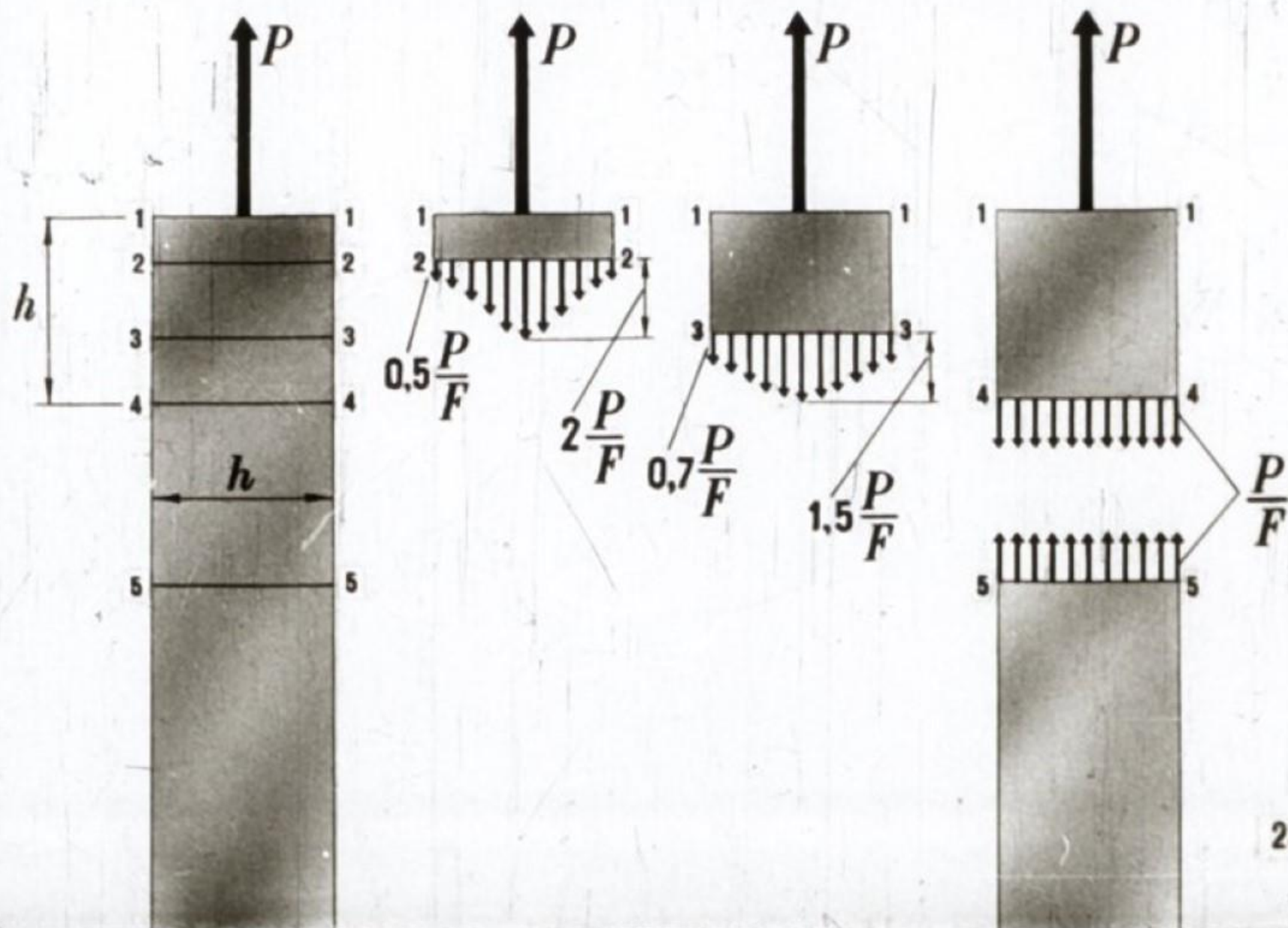
Внутренние силы сопротивления можно представить, применяя „метод сечений“.

Нормальные напряжения
в поперечных сечениях стержня
при растяжении
равномерно распределенной нагрузкой

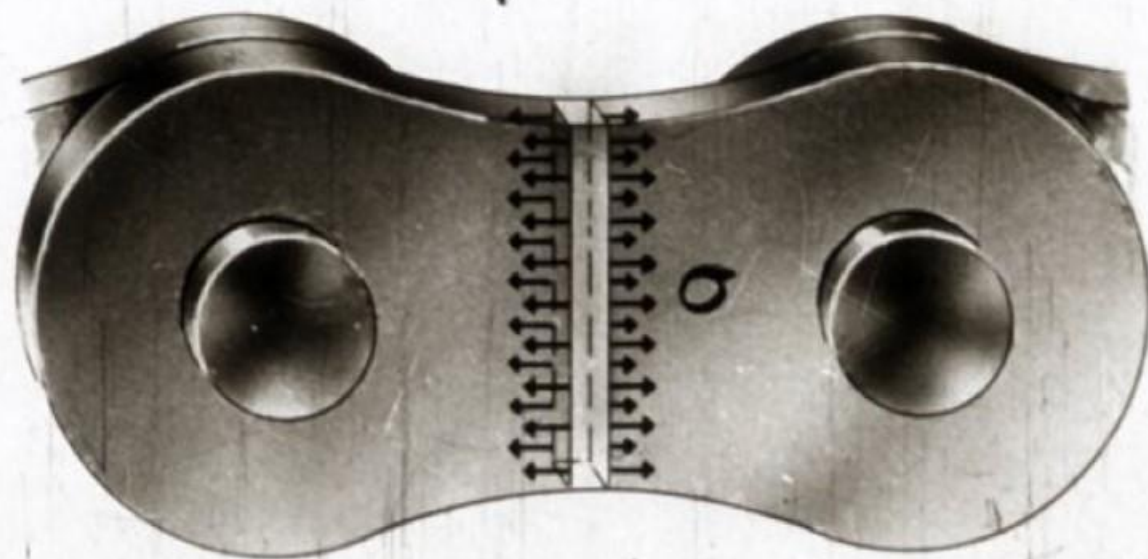


$$\sigma = \frac{P}{F} \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

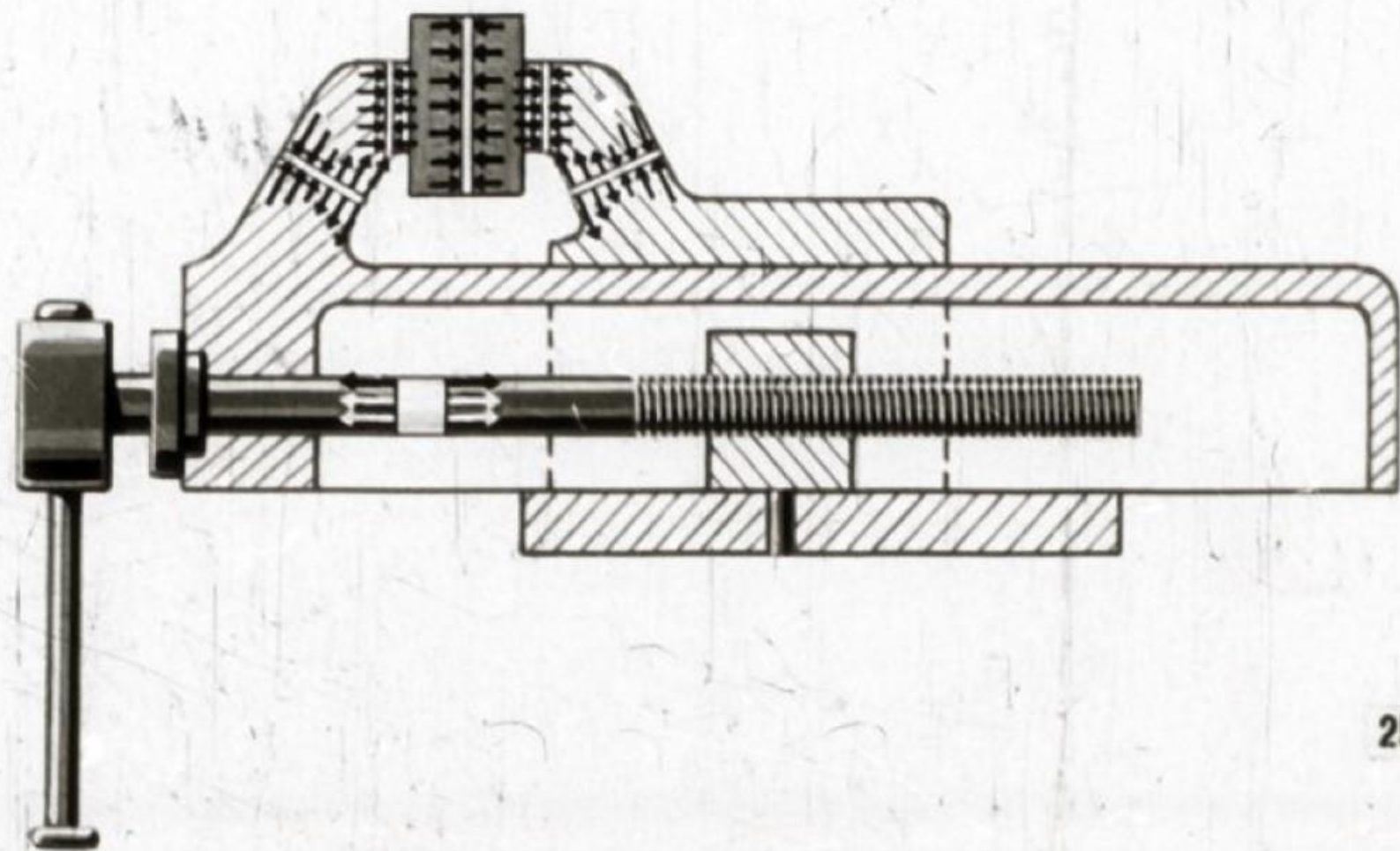
Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня при растяжении сосредоточенной силой



Нормальные напряжения в звене цепи



Нормальные напряжения в тисках и в зажатой детали



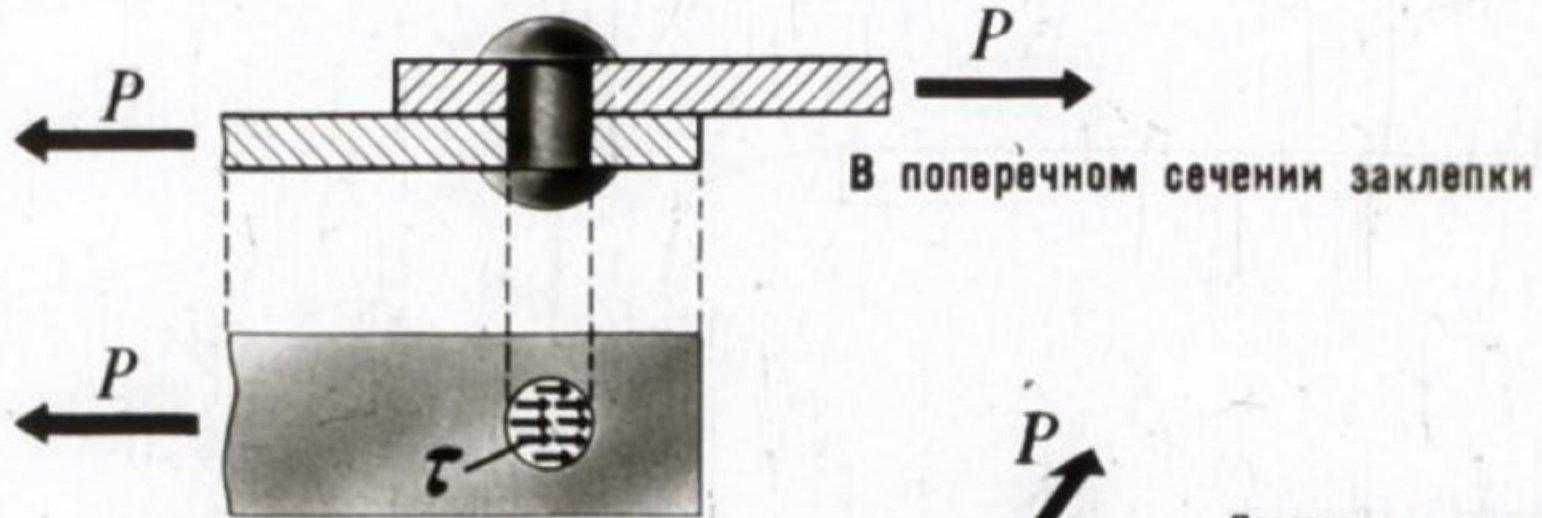
Касательные напряжения



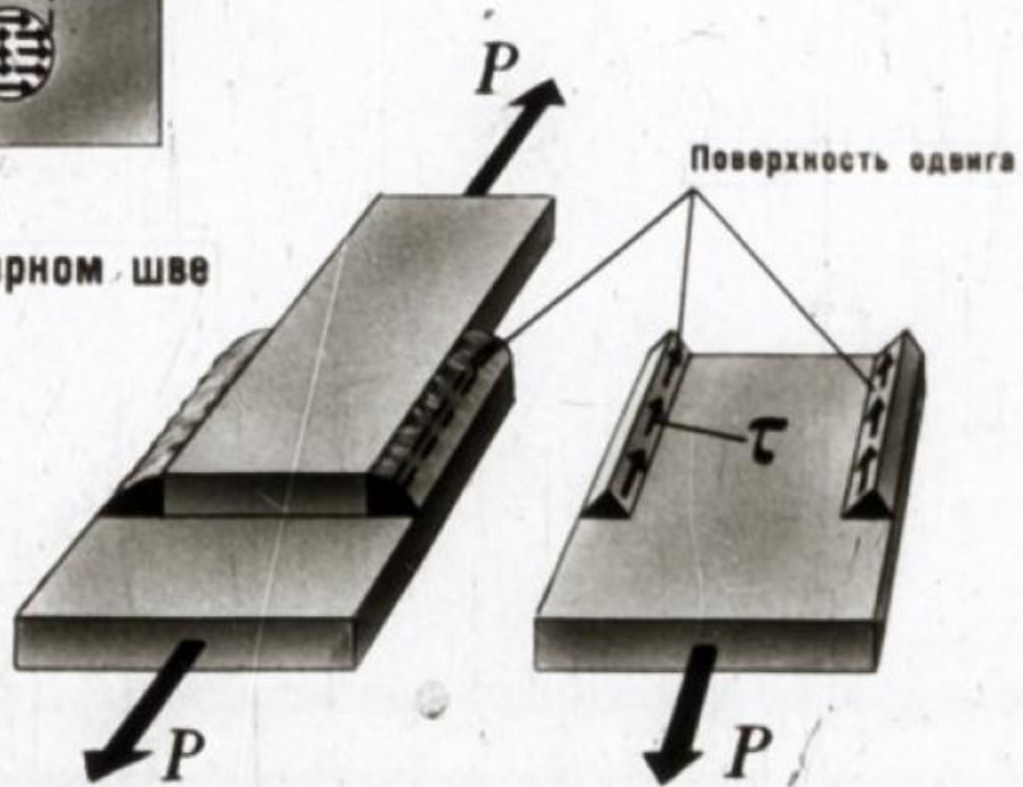
Скручиваемый стержень

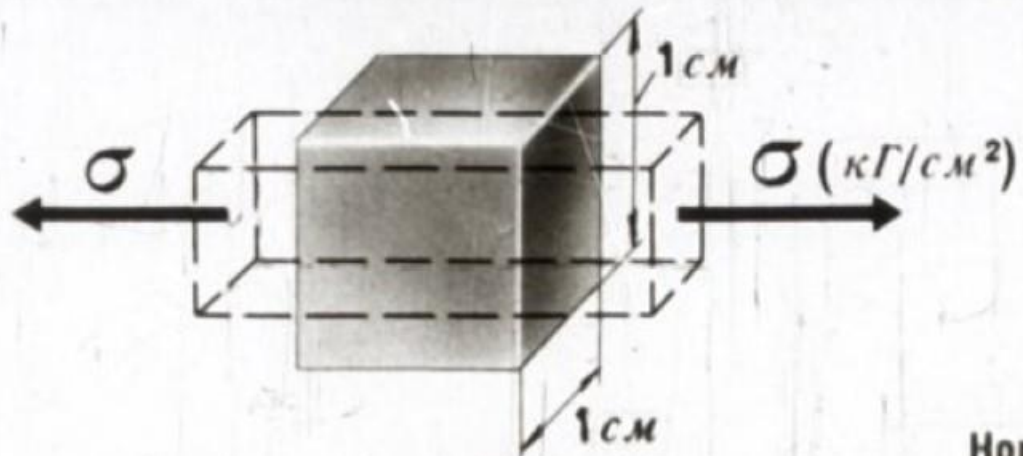
τ

Касательные напряжения

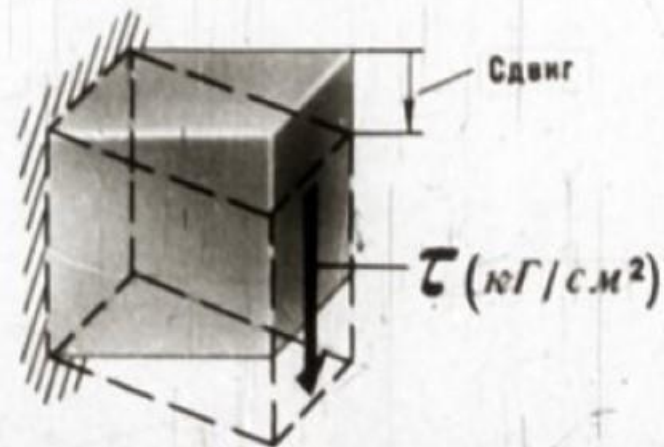
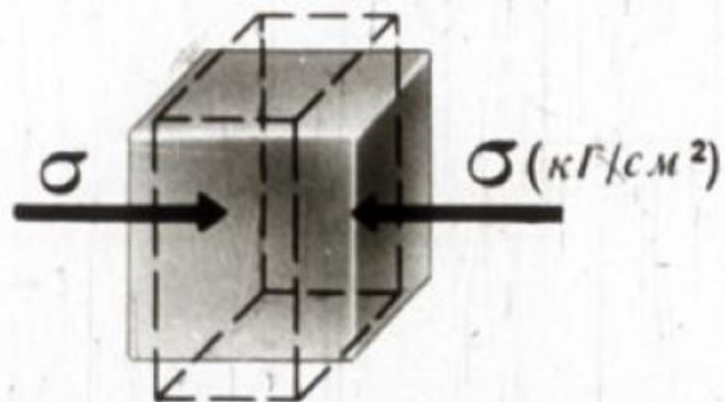


В сварном шве





Нормальное напряжение связано с деформациями удлинения и укорочения материала.



Касательное напряжение связано со сдвигом.

Диаграмма растяжения мягкой стали и предельные напряжения

Предел пропорциональности:

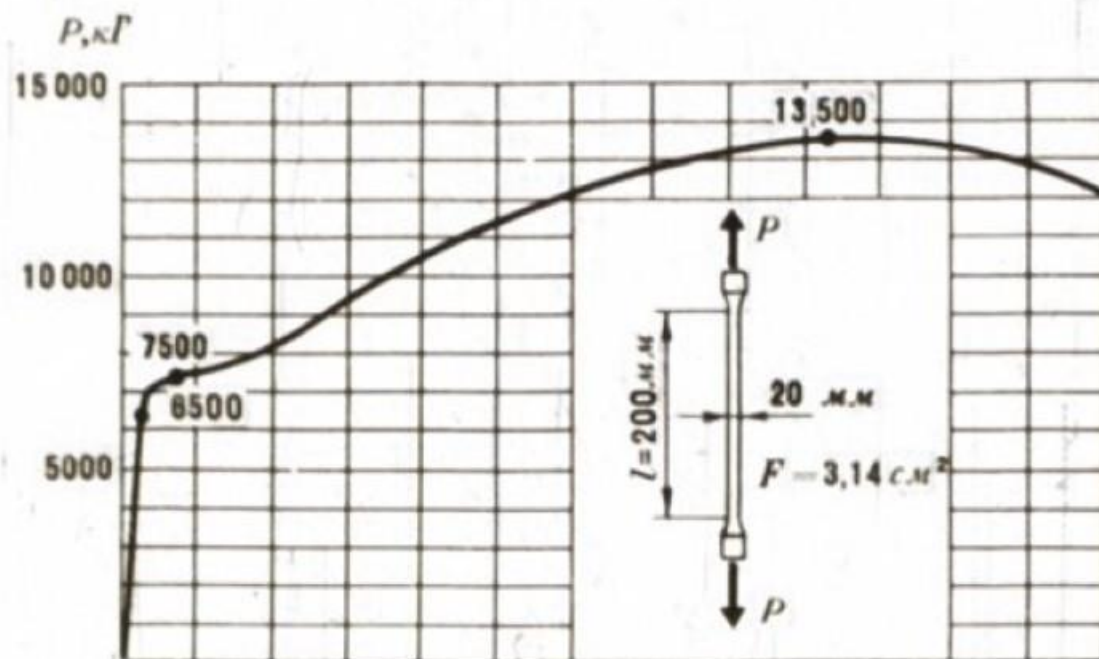
$$\sigma_{пц} = \frac{6500}{3,14} = 2070 \text{ кг/см}^2.$$

Предел текучести:

$$\sigma_{т} = \frac{7500}{3,14} = 2390 \text{ кг/см}^2.$$

Предел прочности:

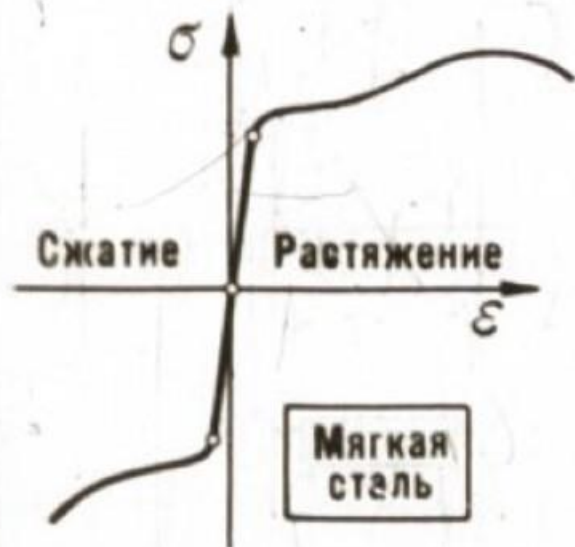
$$\sigma_{пч} = \frac{13500}{3,14} = 4300 \text{ кг/см}^2.$$



Абсолютное удлинение, Δl

Диаграмма напряжений — основная характеристика механических свойств материала.

Пластичные материалы



Хрупкие материалы

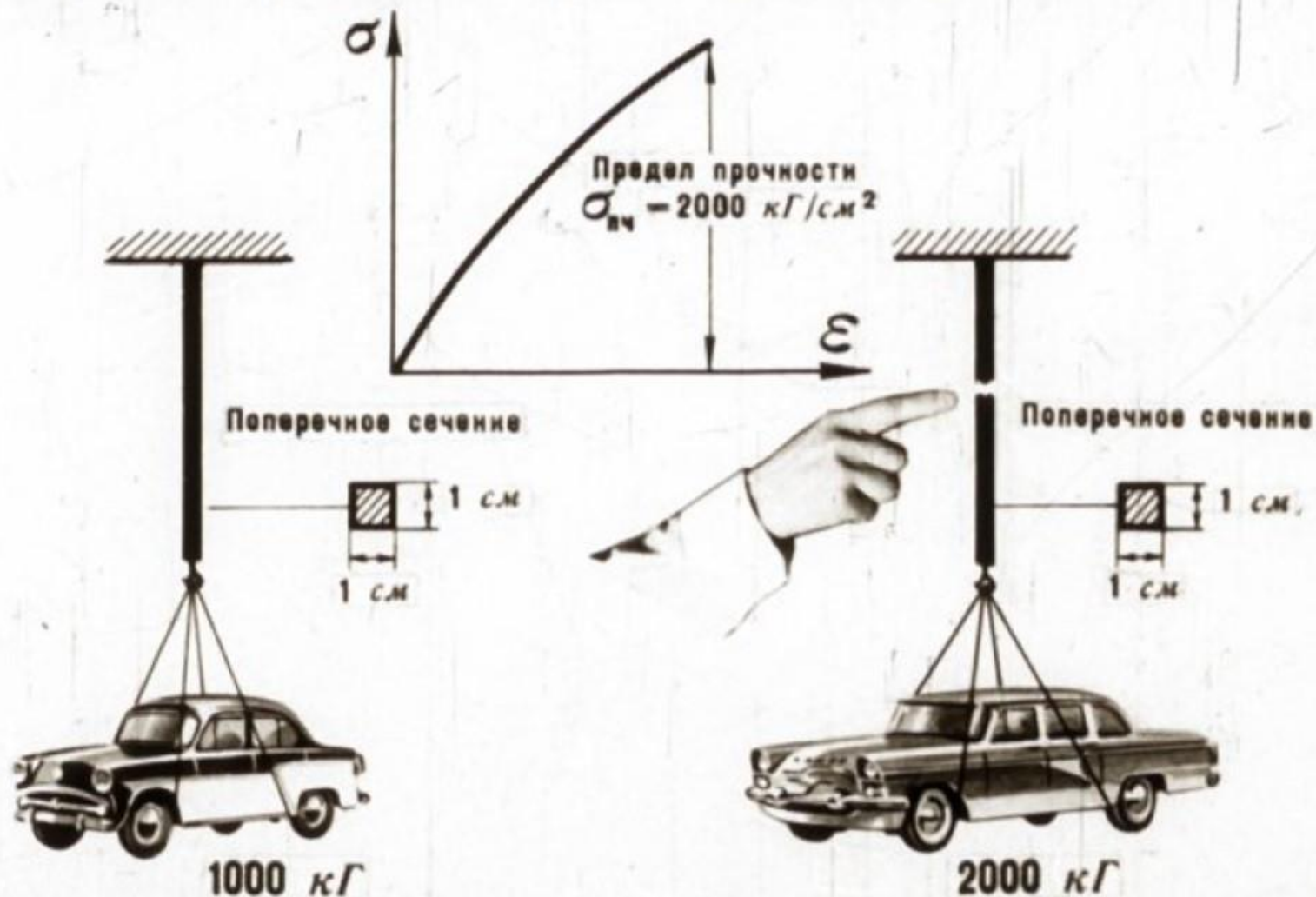


Основное различие между пластичными и хрупкими материалами

Чем пластичнее материал стержня, тем больше удлинение при его разрыве.



Условие разрушения стержня из хрупкого материала



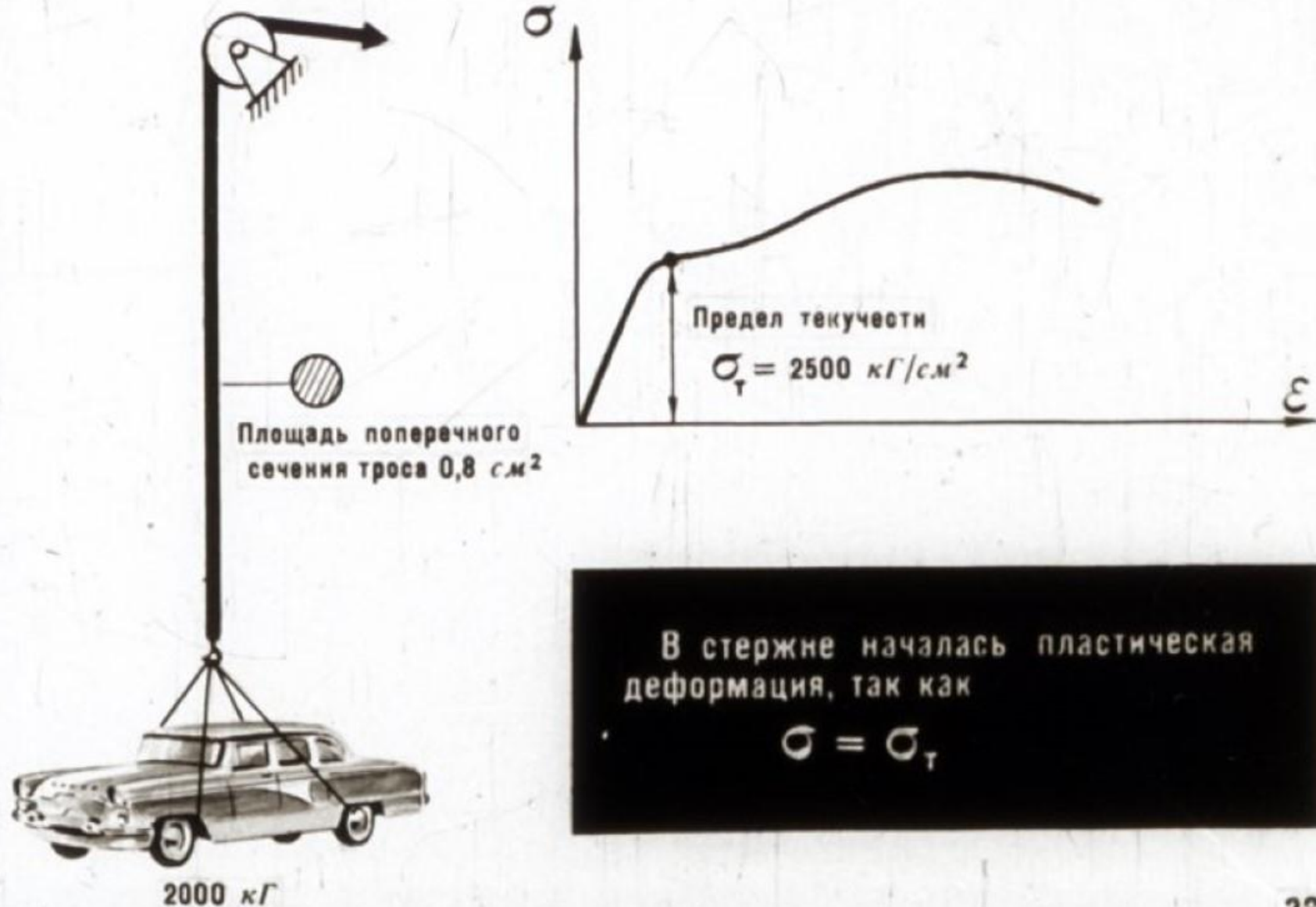
Стержень сохраняет несущую способность, так как

$$\sigma < \sigma_{пч}$$

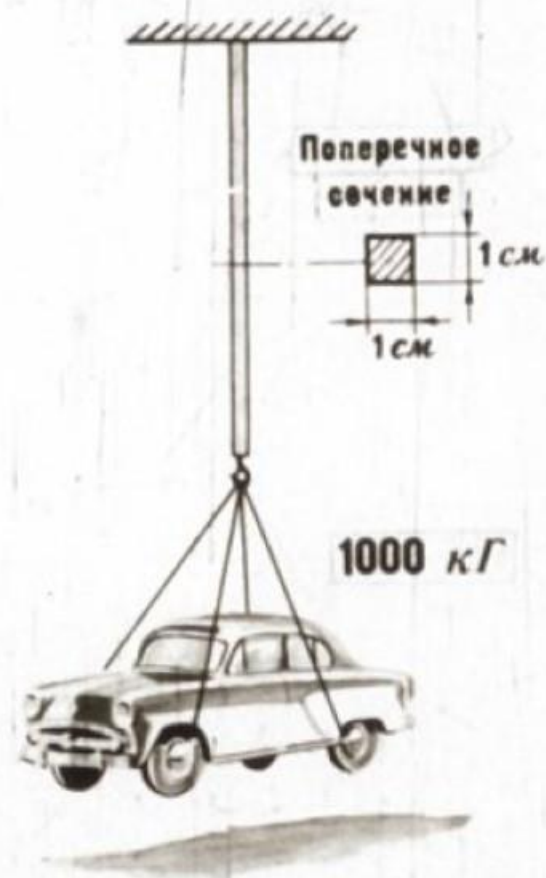
Стержень разорвался, так как

$$\sigma = \sigma_{пч}$$

Условие появления пластической деформации



Коэффициент запаса прочности (K)



$$\sigma = \frac{P}{F} = 1000 \text{ кг/см}^2$$

Для стержня из материала

Хрупкого:

Пластичного:

$$K = \frac{\sigma_{пч}}{\sigma}$$

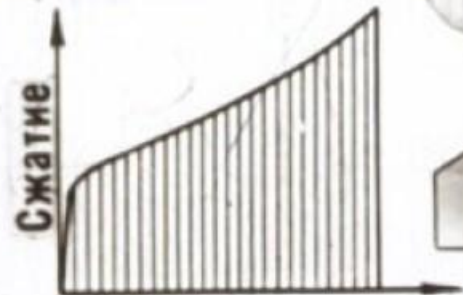
$$K = \frac{\sigma_T}{\sigma}$$

$$K = \frac{2000}{1000} = 2$$

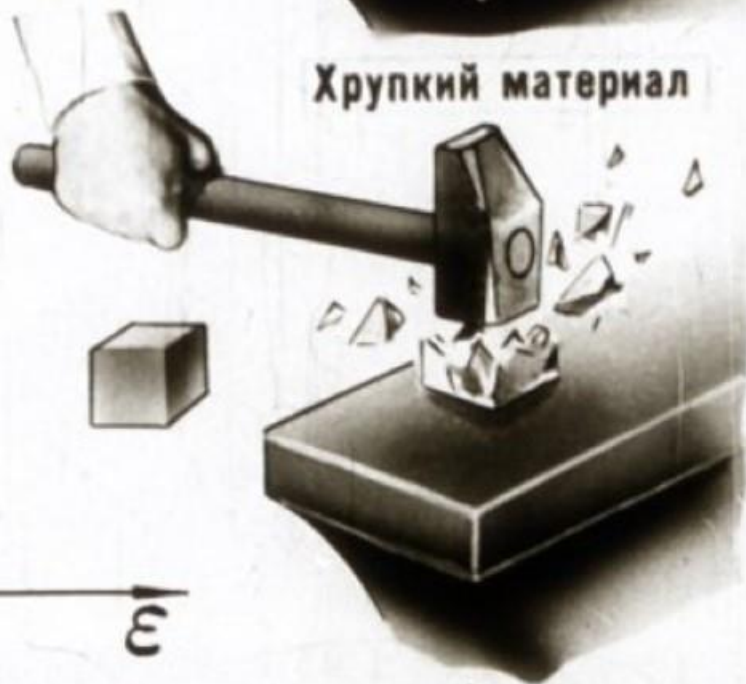
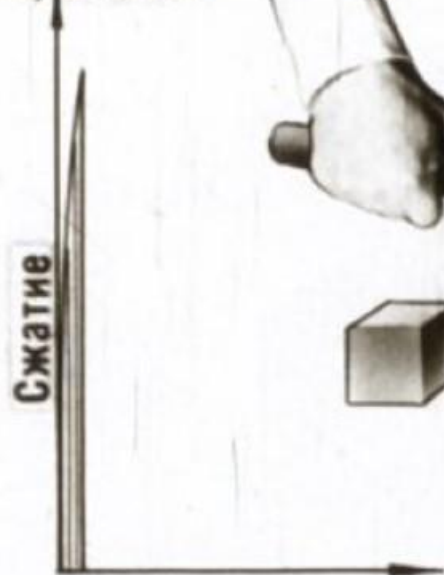
$$K = \frac{2500}{1000} = 2,5$$

Прочность материала при ударной нагрузке

$\sigma, \text{кг/см}^2$

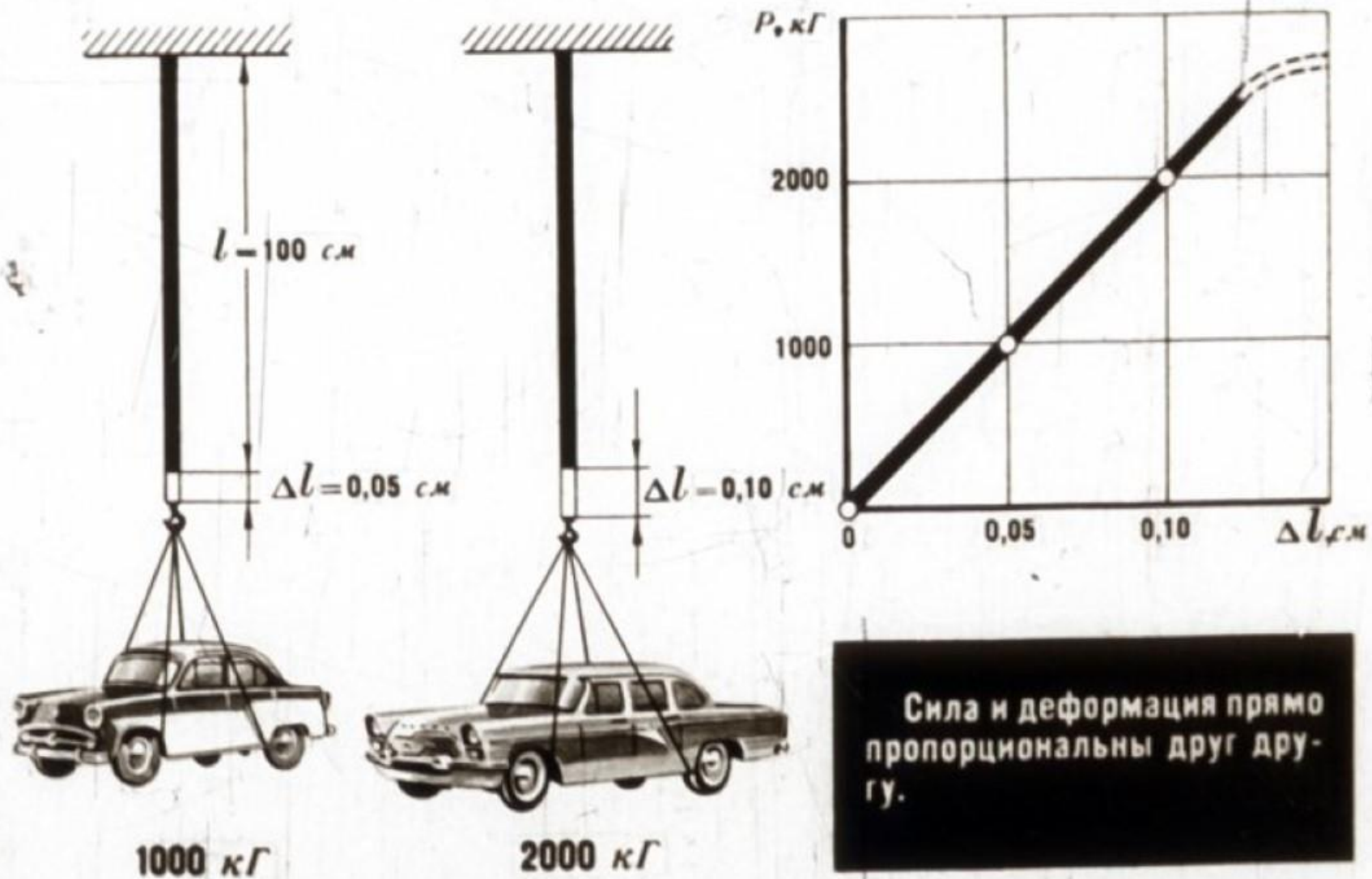


$\sigma, \text{кг/см}^2$



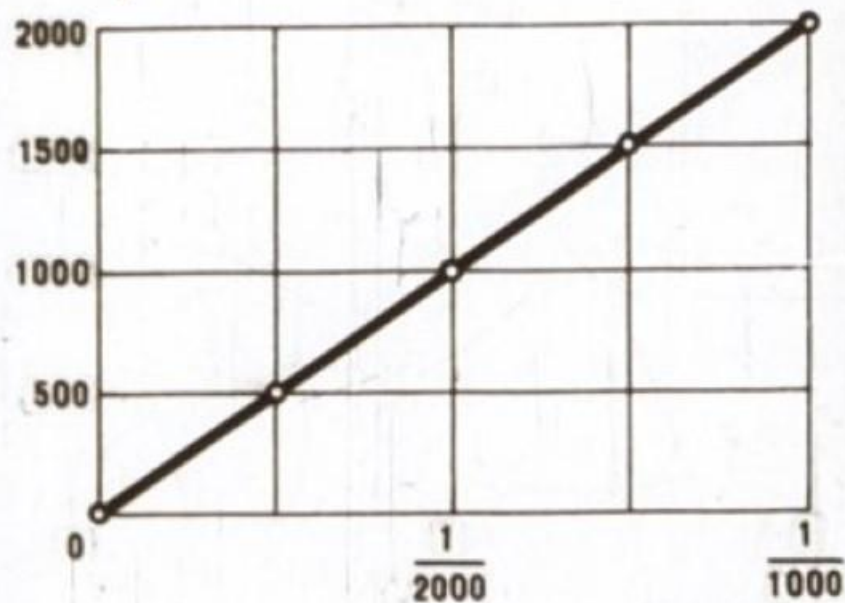
Прочность материала при ударе тем больше, чем больше площадь диаграммы напряжений „ σ - ϵ “. Эта площадь выражает работу деформации 1 см³ материала.

Закон Гука



Математические формы выражения закона Гука

$$\sigma = \frac{P}{F}$$



$$\sigma = E \epsilon$$

$$\Delta l = \frac{Pl}{EF}$$

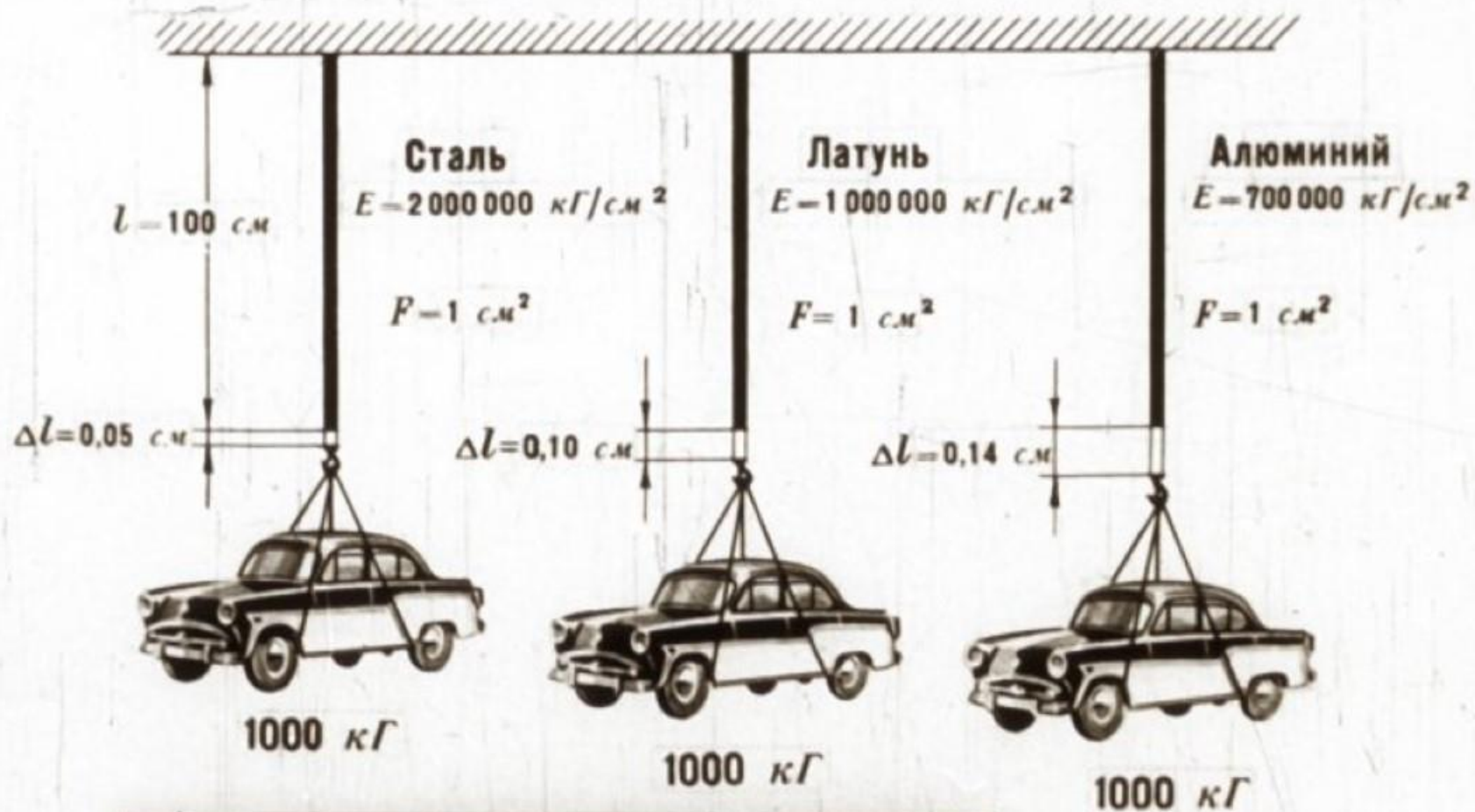
Модуль упругости

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

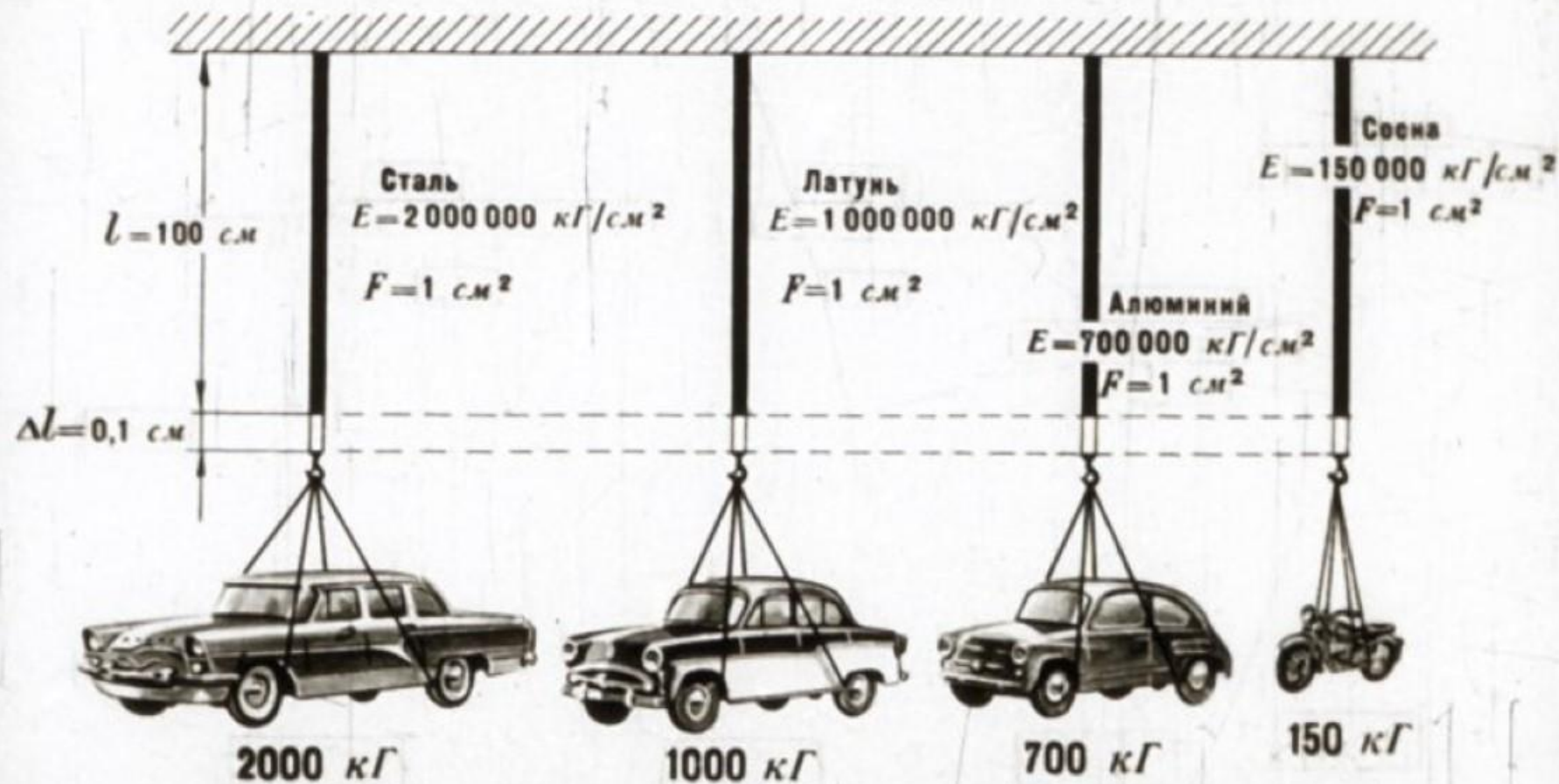
Пример: $E = \frac{2000}{\frac{1}{1000}} = 2\,000\,000 \text{ кг/см}^2.$

Сопротивление стержней упругой деформации



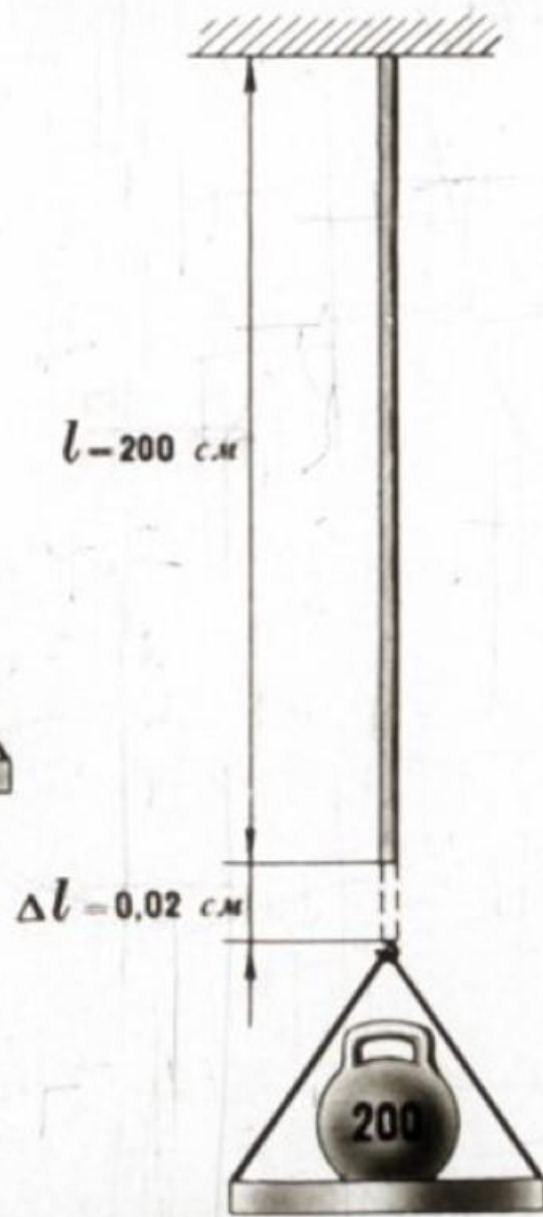
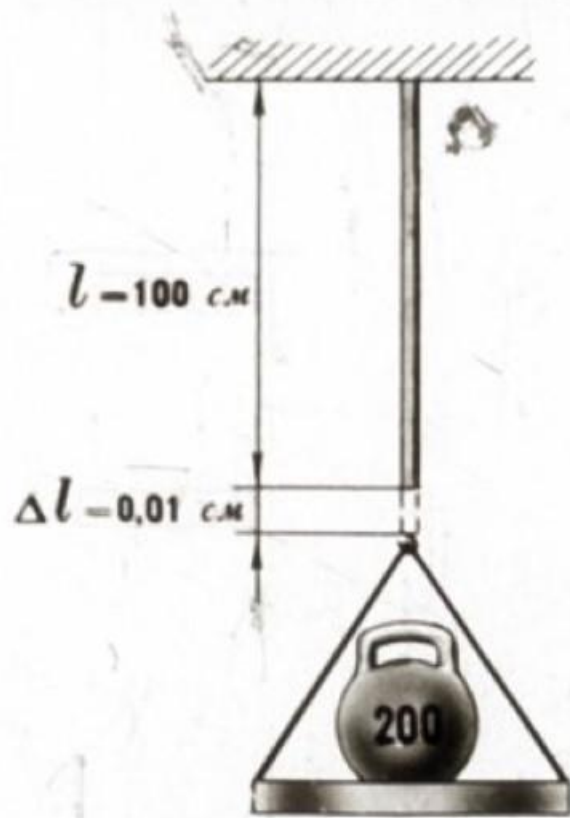
Чем больше модуль упругости материала,
тем меньше деформация Δl .

Сопrotивление стержней упругой деформации

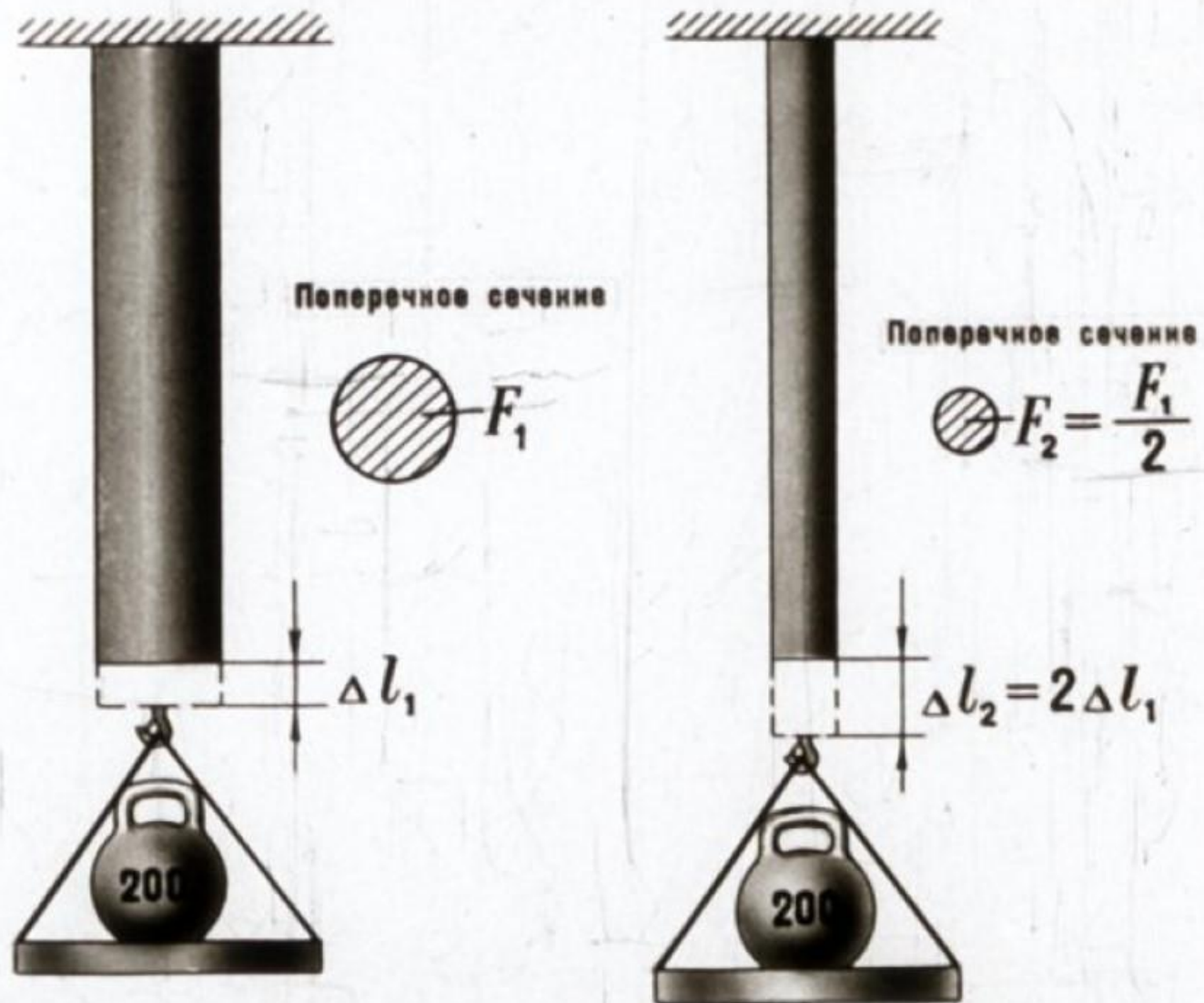


Чем больше модуль упругости, тем большей величины нужен груз, чтобы создать одинаковую деформацию.

Зависимость удлинения стержня от его длины

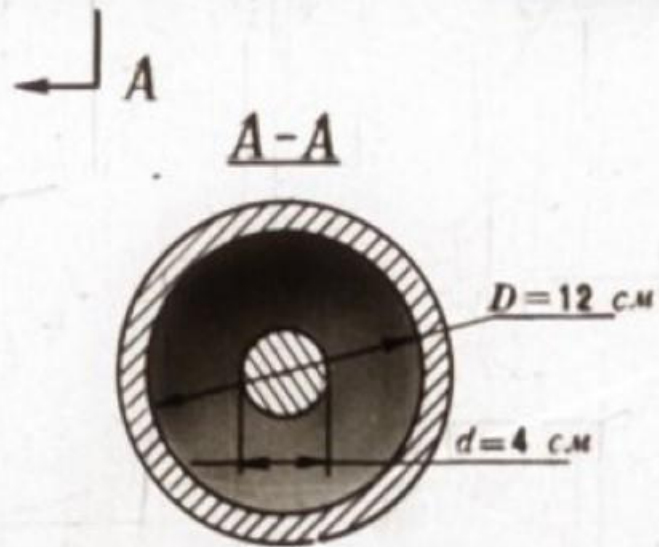
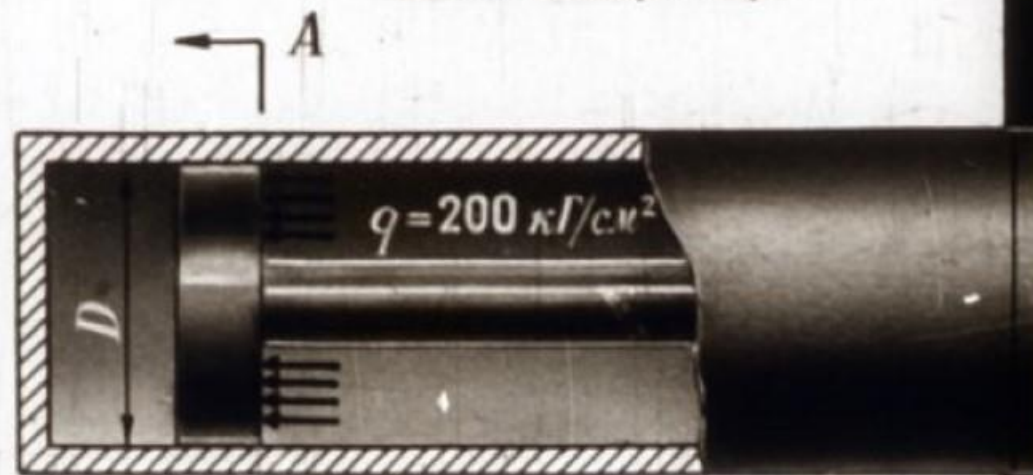


Зависимость удлинения стержня от площади его поперечного сечения

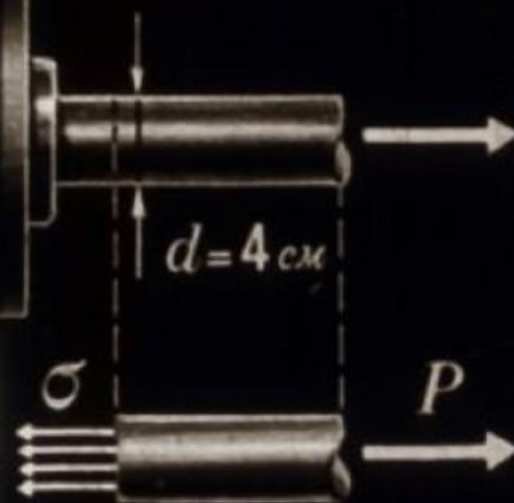


Пример расчета напряжения в растягиваемом стержне

Шток компрессора

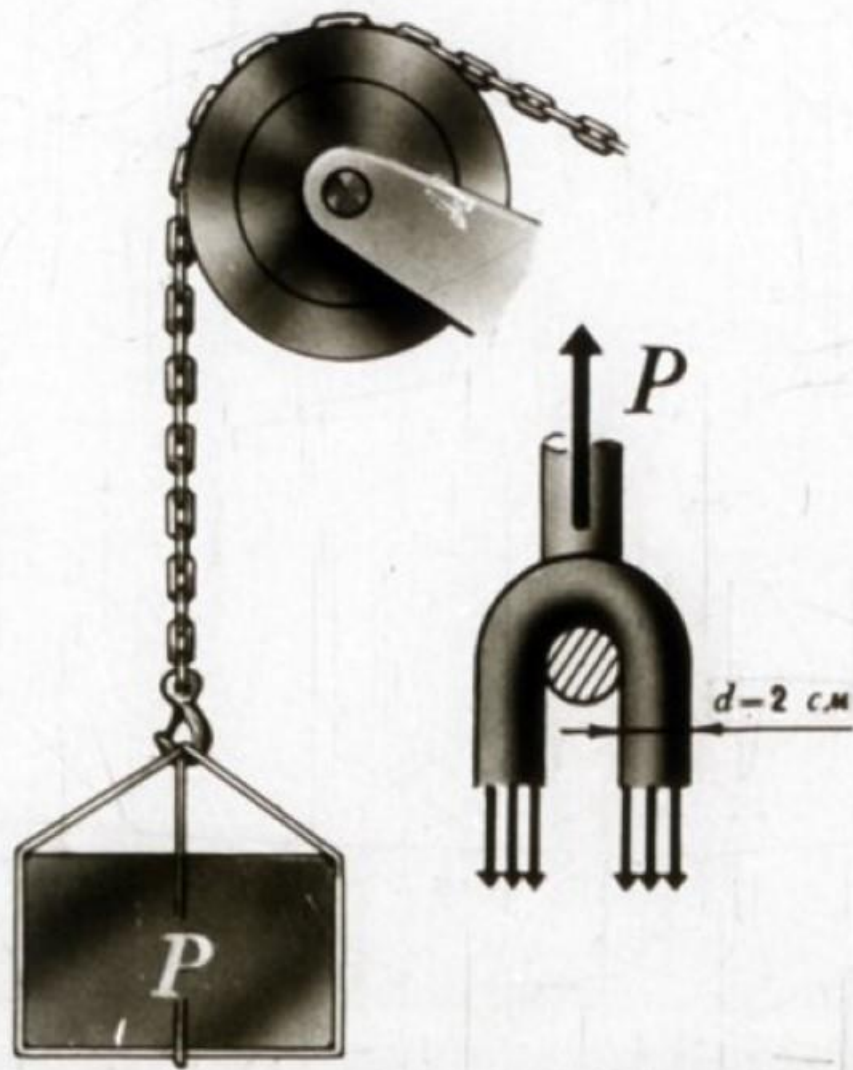


$$P = q \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 20000 \text{ кг}$$



$$\sigma = \frac{P}{\frac{\pi d^2}{4}} = 1625 \text{ кг/см}^2$$

Пример расчета допускаемой нагрузки
по заданному допускаемому напряжению



Допускаемое напряжение

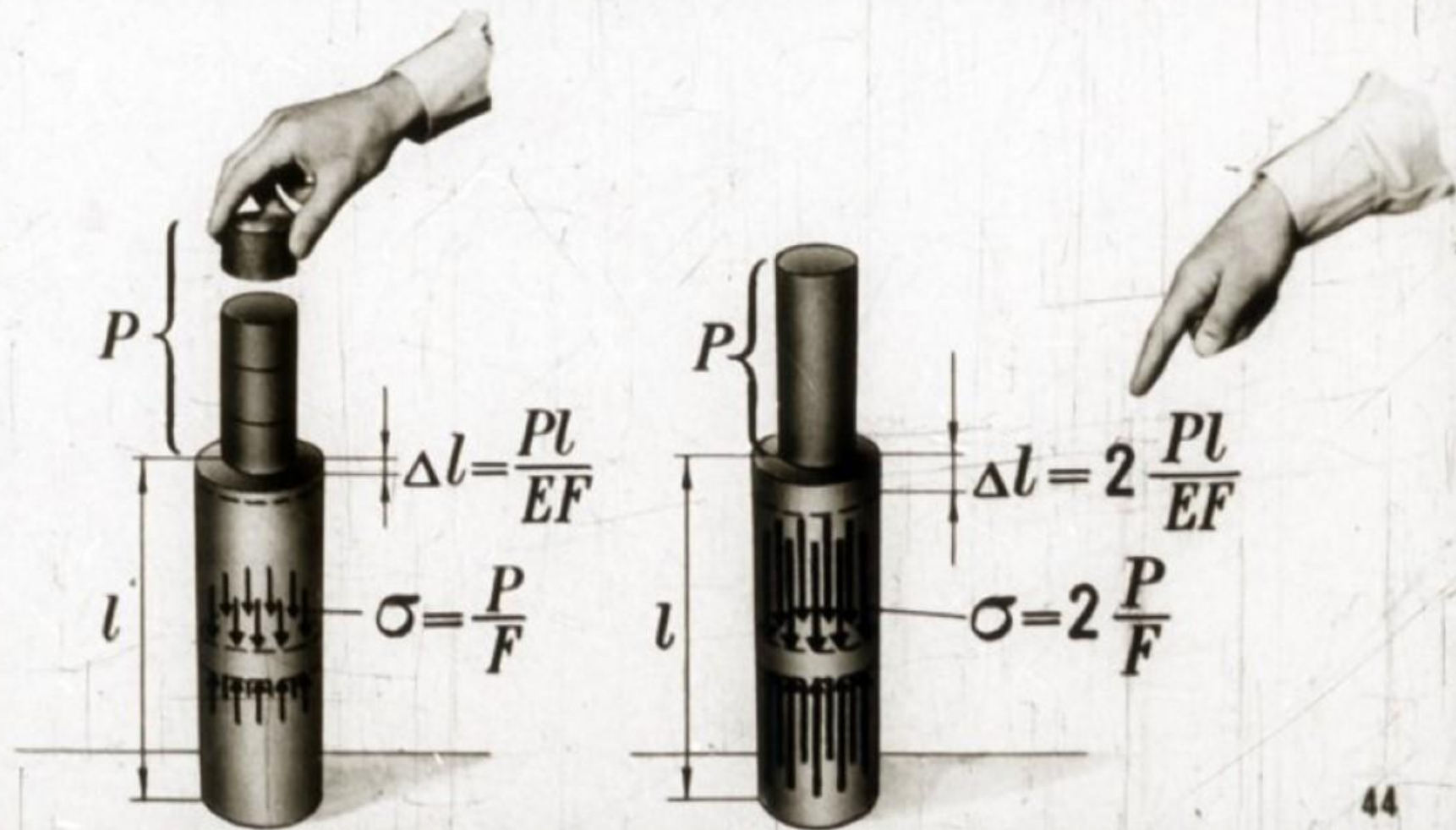
$$[\sigma] = 1000 \text{ кг/см}^2.$$

$$F = 2 \frac{\pi d^2}{4} = 6,28 \text{ см}^2.$$

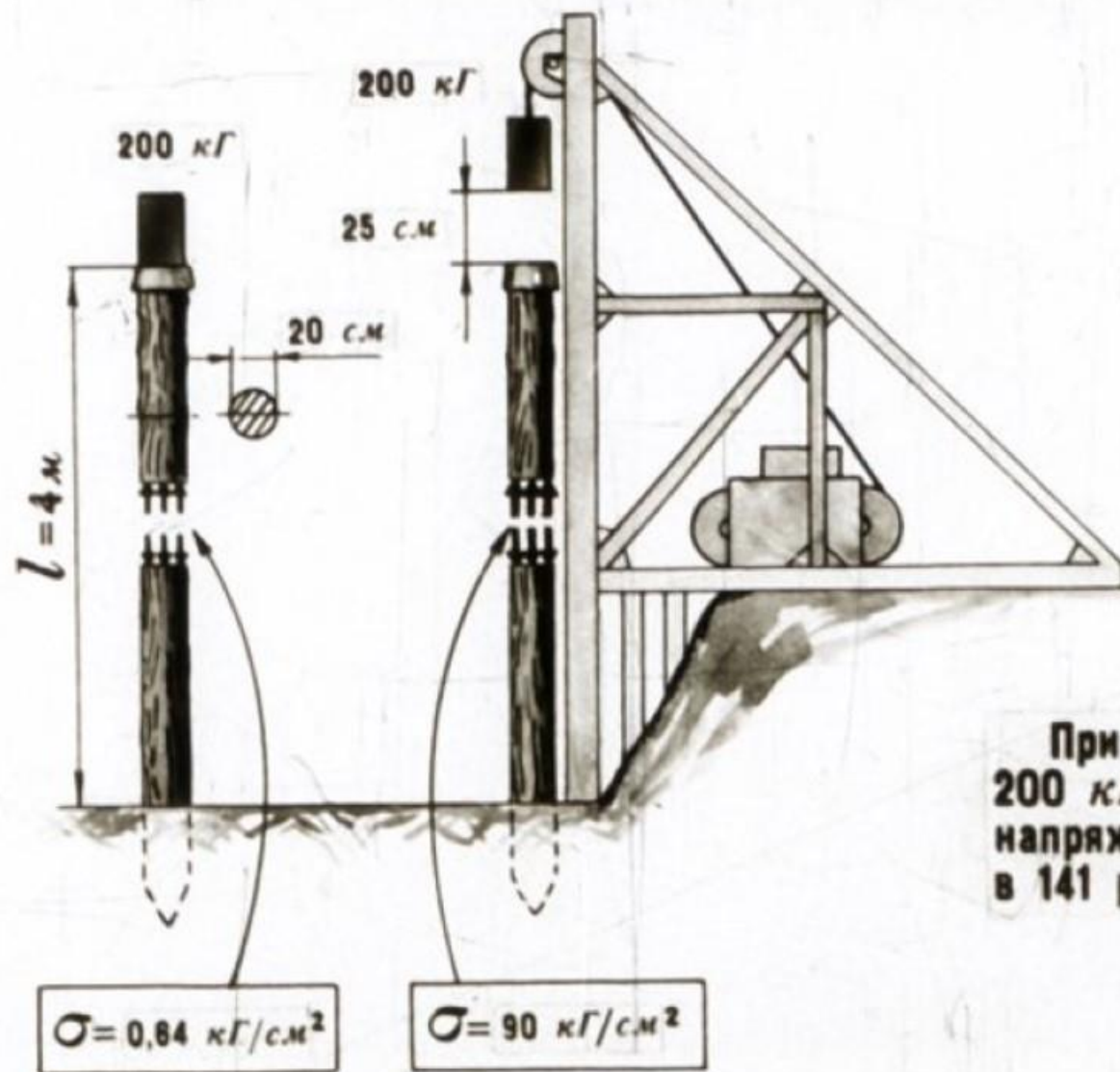
$$P = [\sigma] \cdot F = 6280 \text{ кг}.$$

Деформации и напряжения в стержне

При внезапной загрузке стержня деформации и напряжения в нем вдвое больше, чем при статической загрузке.

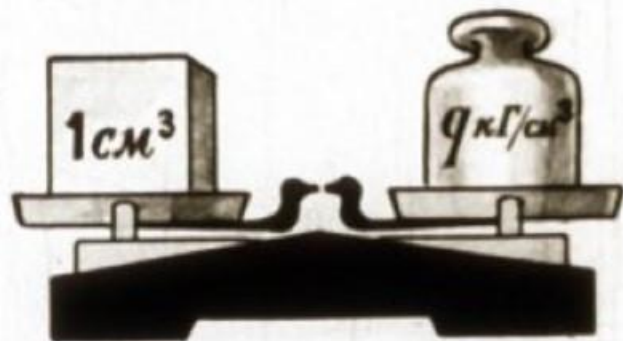
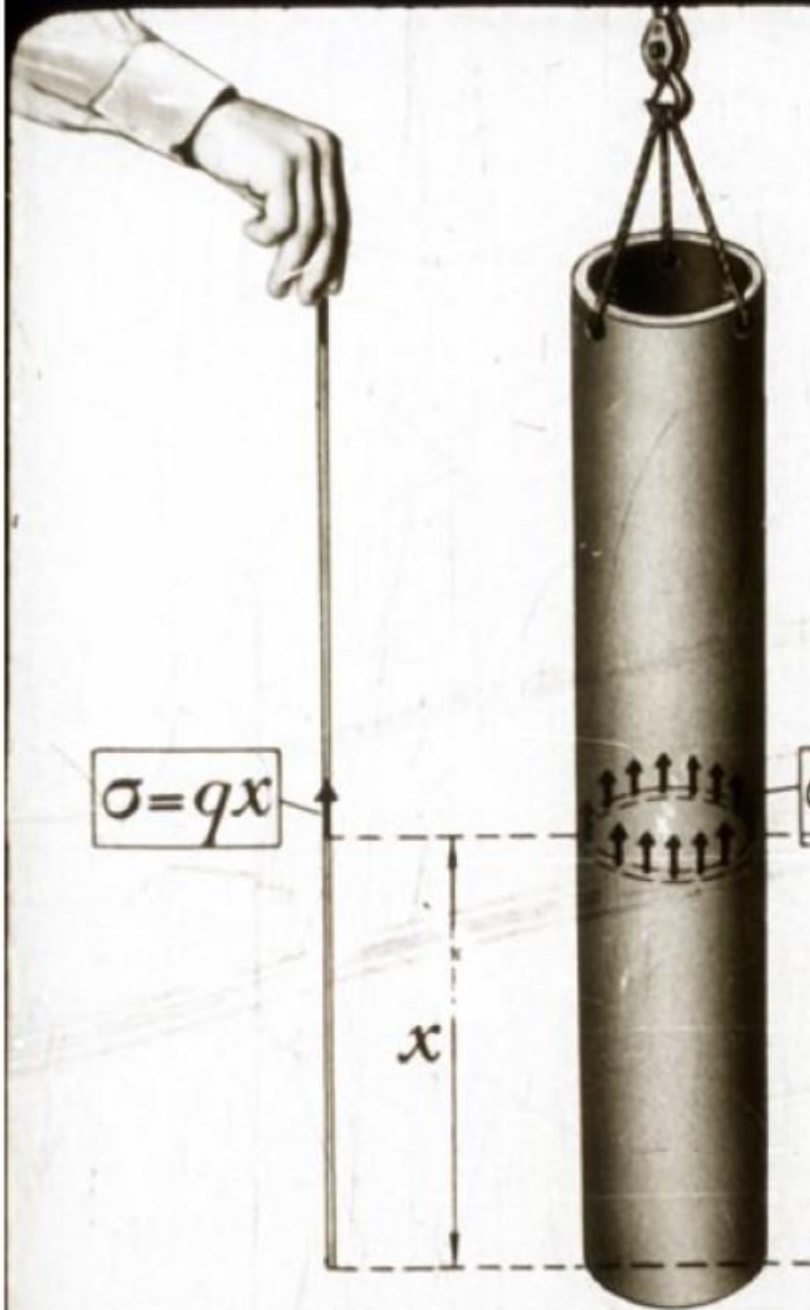


Пример увеличения напряжения при ударе



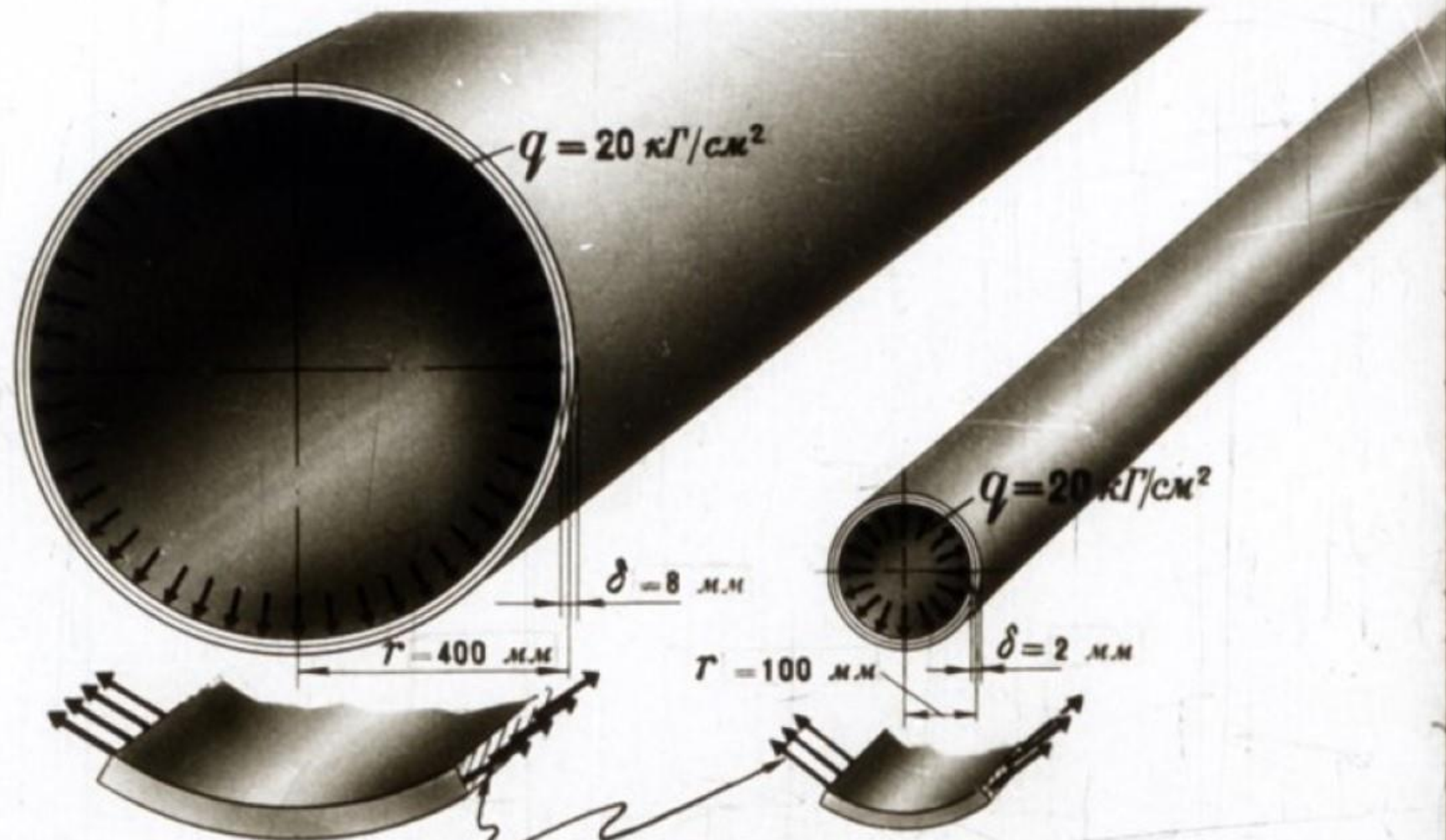
При падении груза 200 кг с высоты 25 см напряжение увеличилось в 141 раз.

Особенность напряжений,
вызываемых собственным весом



В тонкой проволоке и толстой
трубе из одного материала на
одинаковом уровне x напряжения
от собственного веса одинаковы.

Напряжение в трубе от внутреннего давления



$$\sigma = q \frac{r}{\delta} = 20 \cdot 50 = 1000 \text{ кг/см}^2$$