максимальное значение скорости бруска V_m. За промежуток времени 2τ его скорость изменяется от $-V_m$ до $+V_m$, при этом он движется равноускоренно, поэтому

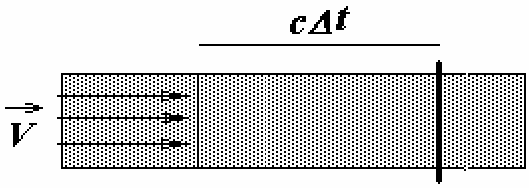
$$V_m = -V_m + \mu g \cdot 2\tau .$$

Откуда следует $V_m = \mu g\tau \approx 1{,}0 м/с$, что в десять раз больше максимальной скорости ленты, поэтому предположение о том, что в моменты времени, когда скорости бруска и ленты равны, ускорение ленты превышает по модулю μg полностью оправдано. Максимальное смещение бруска при таком движении, амплитуда его колебаний, определяется формулой

$$X_m = V_m\tau = \mu g\tau^2 \approx 0{,}98 м$$

Заметим, что закон движения бруска не зависит от закона движения ленты, если только последняя движется по периодическому закону с достаточно большой амплитудой. В частности, наше решение остается справедливым, если ускорение ленты изменяется в тех же пределах, но по гармоническому закону. Так же отметим, что утверждение о равенстве периодов вынужденных колебаний и вынуждающей силы справедливо для любых типов колебаний.

11.5 Гидродинамический удар в трубах возникает при резкой остановке течения воды, в следствие возникновения сил препятсвующих этому движению. После перекрывания трубы в жидкости возникает волна сжатия которая движется со скоростью звука в воде c. Следовательно за малый промежуток времени Δt останавливается столб воды



длиной $l = c\Delta t$. Сила F, которая приводит к остановке, с одной стороны равна PS, (где P- избыточное давление в трубе, S - площадь поперечного сечения трубы), а с другой определяется вторым законом Ньютона $F\Delta t = m\Delta V$. Приравнивая эти выражения, получим

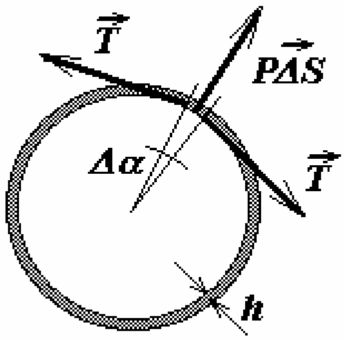
$$c\Delta tS\rho V = PS\Delta t .$$

Откуда находим избыточное давление

$$P = \rho cV .$$

Интересно отметить, что в данном случае численное значение $P \approx 1{,}5 \cdot 10^6 Па \approx 15 атм$.

Найдем теперь толщину стенок трубы, которые могут выдержать пятикратное превышение этого давления. Выделим на стенке трубы небольшой участок длиной l и видимый из центра под малым углом $\Delta\alpha$. Сила давления $P\Delta S = Pr\,\Delta\alpha l$ должна быть уравновешена силами упругости, возникающими в стенках трубы T, модуль суммы которых равен



$$T\Delta\alpha = \sigma hl\Delta\alpha,$$

где σ - механическое напряжение в стенках трубы, которое не превышает $\sigma_{пр.}$ Учитывая, что давление должно в $n = 5$ раз превышать давление гидродинамического удара, получим из условия равновесия

$$ncV\rho r\Delta\alpha l = \sigma_{пр.} lh\Delta\alpha .$$

Из этой формулы следует

$$h = \frac{nc\rho Vr}{\sigma_{пр.}} \approx 1{,}1 \cdot 10^{-3}\ м$$