

УДАРНЫЕ ВОЛНЫ И АВТОВОЛНЫ.
ВЯЗКОСТЬ. УРАВНЕНИЕ НЬЮТОНА.
НЬЮТОНОВСКИЕ И НЕНЬЮТОНОВСКИЕ
ЖИДКОСТИ. ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОЙ
ЖИДКОСТИ И ГАЗА ПО ТРУБАМ.
ФОРМУЛА ПУАЗЕЙЛЯ.

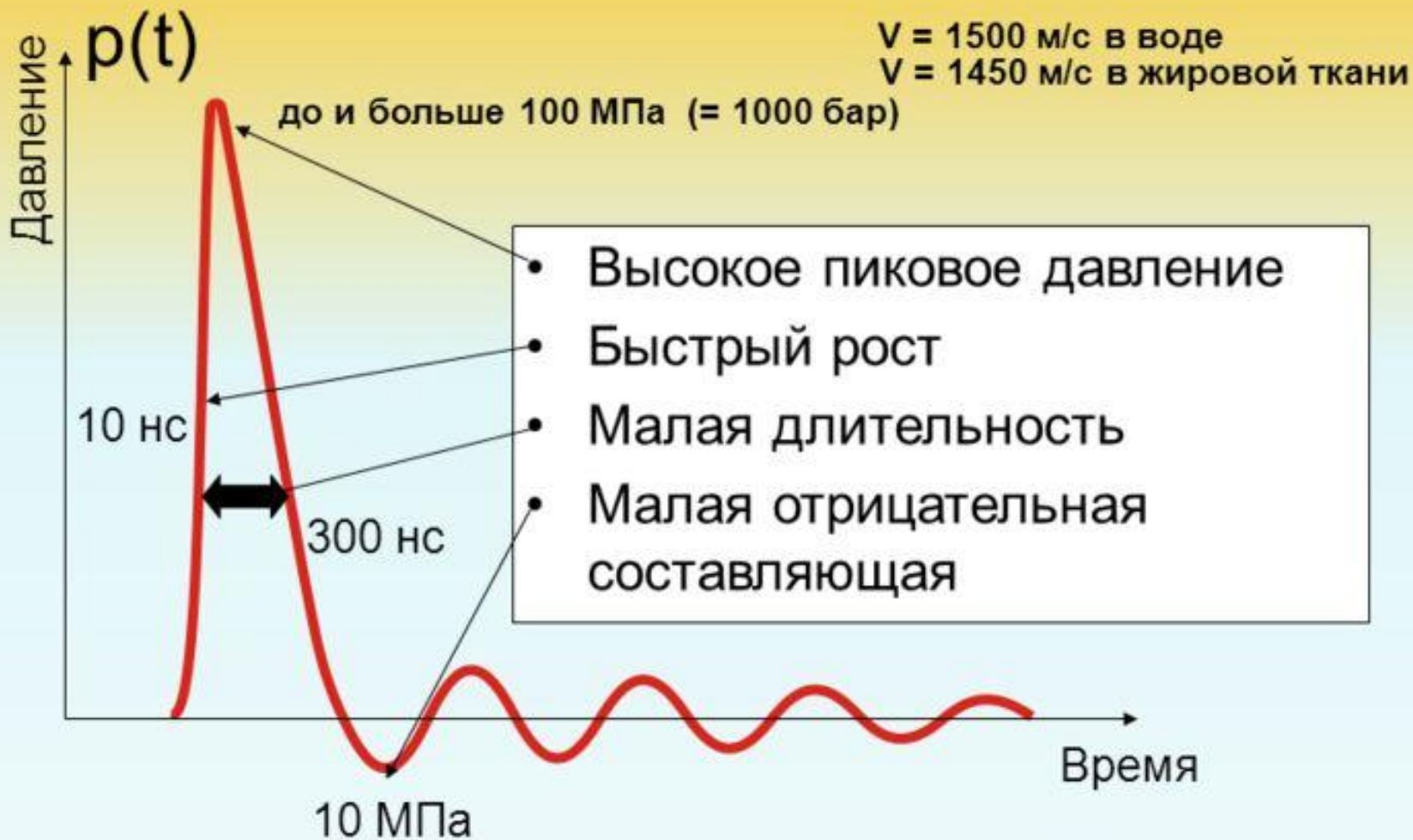
Выполнили: студенты гр. МП-21
Мамонтов В.В., Исназаров Р. К.

Проверила:
Степанович Екатерина Юрьевна



Характеристики ударной волны

Ударные волны – это акустические волны, характеризующиеся высокими амплитудами давления. Они имеют способность временной передачи энергии от точки генерации отдаленным участкам.



Общие макроскопические свойства ударных волн



Термодинамика ударных

волн

С макроскопической точки зрения ударная волна представляет собой воображаемую поверхность, на которой термодинамические величины среды (которые, как правило, изменяются в пространстве непрерывно) испытывают устранимые особенности: конечные скачки.

При переходе через фронт ударной волны меняются давление, температура, плотность вещества среды, а также скорость её движения относительно фронта ударной волны. Все эти величины изменяются не независимо, а связаны с одной-единственной характеристикой ударной волны, числом Маха. Математическое уравнение, связывающее термодинамические величины до и после прохождения ударной волны, называется ударной адиабатой, или *адиабатой Гюгонио*.

Ударные волны не обладают свойством аддитивности в том смысле, что термодинамическое состояние среды, возникающее после прохождения одной ударной волной нельзя получить последовательным пропусканием двух ударных волн меньшей интенсивности.



В ОЖИДАНИИ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

Происхождение ударных волн

- Звук представляет собой колебания плотности, скорости и давления среды, распространяющиеся в пространстве. Уравнение состояния обычных сред таково, что в области повышенного давления скорость распространения возмущений малой амплитуды возрастает. Это неизбежно приводит к явлению "опрокидывания" возмущений конечной амплитуды, которые и порождают ударные волны.
- В силу этого механизма, ударная волна в обычной среде — это всегда волна сжатия.
- Описанный механизм предсказывает неизбежное превращение любой звуковой волны в слабую ударную волну. Однако в повседневных условиях для этого требуется слишком большое время, так что звуковая волна успевает затухнуть раньше, чем нелинейности становятся заметны. Для быстрого превращения колебания плотности в ударную волну требуются сильные начальные отклонения от равновесия. Этого можно добиться либо созданием звуковой волны очень большой громкости, либо механически, путём околозвукового движения объектов в среде. Именно поэтому ударные волны легко возникают при взрывах, при около- и сверхзвуковых движениях тел, при мощных электрических разрядах и т. д.

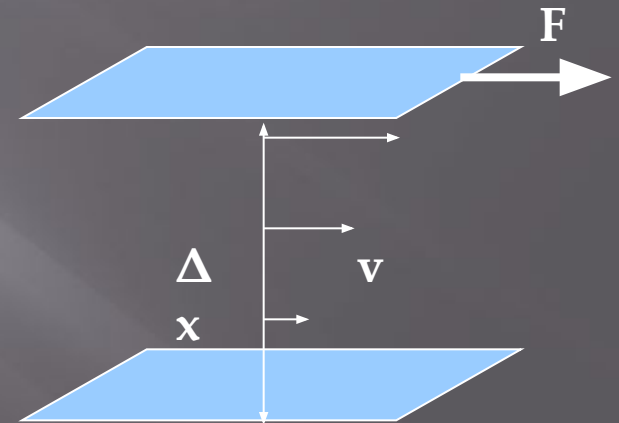
Вязкость

Вязкость (внутреннее трение) — одно из явлений переноса, свойство текучих тел (жидкостей и газов) оказывать сопротивление перемещению одной их части относительно другой. В результате работа, затрачиваемая на это перемещение, рассеивается в виде тепла.



Вязкость

- При течении жидкостей и газов возникают силы трения между смежными слоями среды, движущимися с разной скоростью. Эти силы возникают вследствие переноса импульса молекул от слоёв, имеющих большую скорость, к более медленным слоям



Вязкость

- Явление внутреннего трения описывается формулой Ньютона:
$$f = \eta \frac{dv}{dx}$$

где η - коэффициент динамической вязкости [Па · с]

- При увеличении температуры вязкость у жидкостей уменьшается, а у газов увеличивается

НЬЮТОНОВСКИЕ ЖИДКОСТИ

Ньютоновскими называют жидкости, для которых вязкость не зависит от скорости деформации.

- вязкая жидкость, подчиняющаяся в своём течении закону вязкого трения Ньютона, то есть касательное напряжение и градиент скорости в такой жидкости линейно



*Типичная ньютоновская
жидкость – вода.*

НЬЮТОНОВСКИЕ ЖИДКОСТИ

- Динамическая вязкость - коэффициент пропорциональности между напряжением сдвига и скоростью сдвига

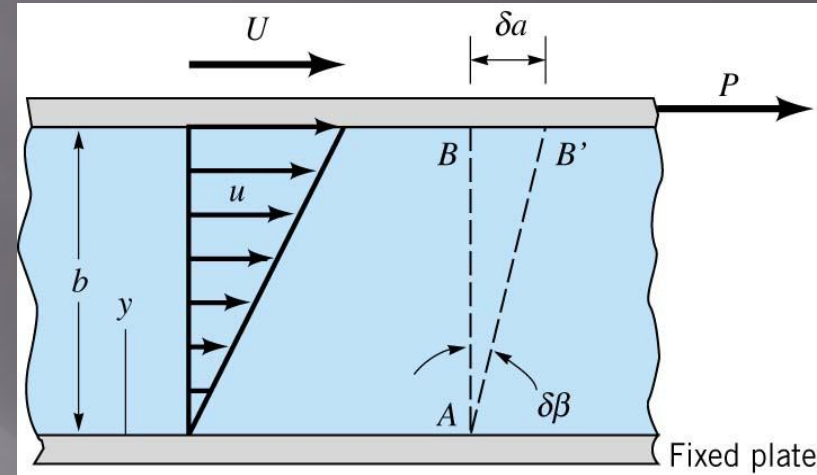
$$\frac{F}{S} = \eta \frac{dV}{dL}$$

$$\tau = \eta \dot{\gamma}$$

$\dot{\gamma}$ - градиент скорости

S - площадь поверхности, к которой приложена сила

τ - касательное напряжение, вызываемое жидкостью



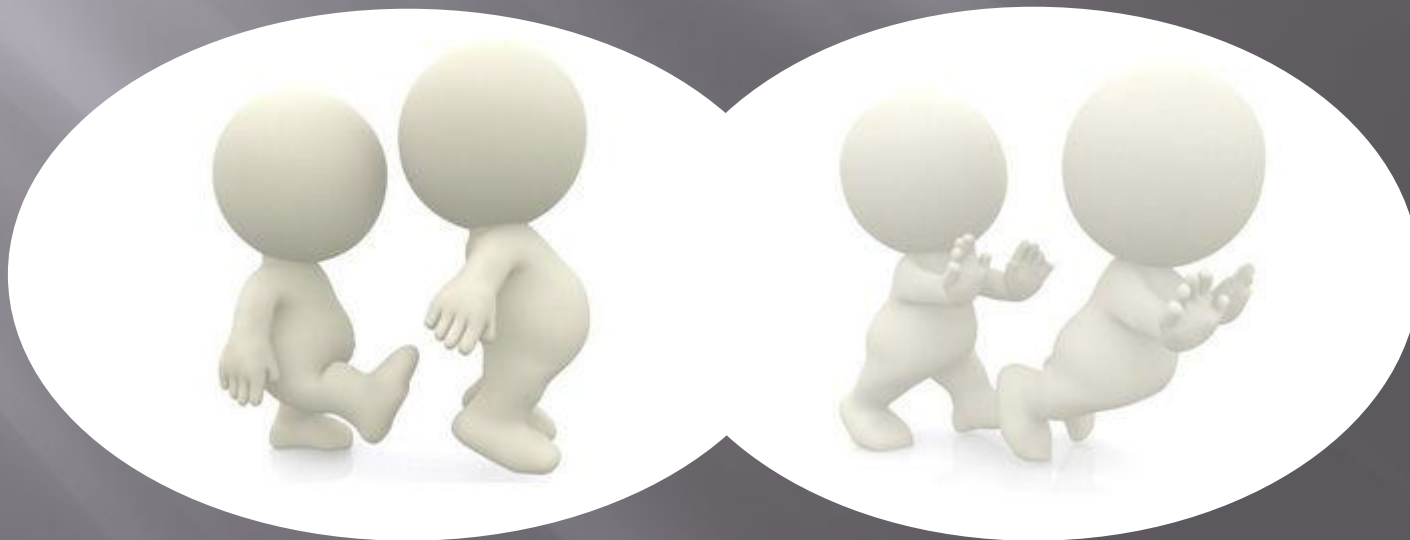
В ньютоновских жидкостях при $T = \text{const}$ η - постоянная величина

E_a - энергия активации

вязкого течения

Неньютоновская

Неньютоновской жидкостью называют жидкость, при течении которой её вязкость зависит от градиента скорости. Обычно такие жидкости сильно неоднородны и состоят из крупных молекул, образующих сложные пространственные структуры. Неньютоновскую жидкость так же называют вязкопластичной жидкостью.





Если к вязкопластичной жидкости прикладывать напряжение сдвига, меньшим по величине, чем пороговое значение, то такая жидкость будет оставаться в покое. Как только напряжение сдвига превысит, вязкопластик начнет течь, как обычная ньютоновская жидкость. Иначе говоря, привести в движение вязкопластичную жидкость можно, лишь преодолев её пороговое напряжение.

Примеры неньютоновской жидкости в повседневной жизни:

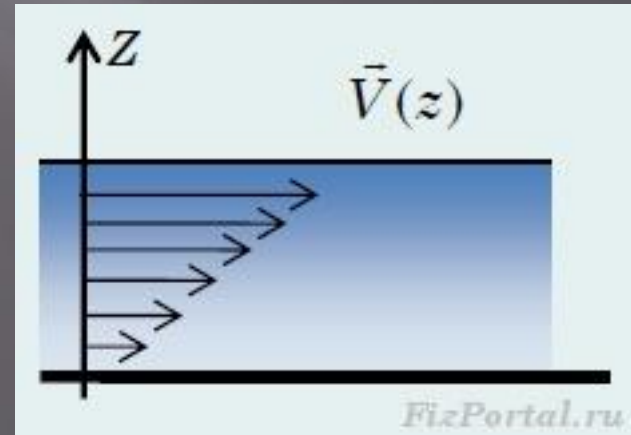
- Масляные краски
- Зубная паста
- Кровь
- Болото
- Зыбучие пески
- и т.д.



Движение вязкой жидкости по горизонтальной трубе.

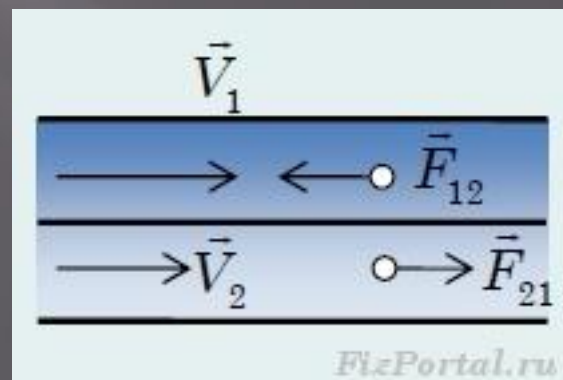
- Если по горизонтальной трубе постоянного сечения будет протекать жидкость реальная жидкость, для которой нельзя пренебречь силами вязкого трения, то давление в трубе не будет постоянным, произойдет перераспределение давления, которое будет существенно зависеть от свойств жидкости. Рассматривая проблемы возникновения сил вязкого трения, мы упоминали о такой характеристике жидкости как вязкость. Сейчас мы уточним это понятие.

Рассмотрим плоский поток жидкости, в пределах которого скорость $v(z)$ различных слоев которого изменяется, оставаясь параллельной основанию потока



Движение вязкой жидкости по горизонтальной трубе.

- В реальной жидкости различные слои жидкости, имеющие разные скорости будут взаимодействовать между собой, то есть между слоями жидкости благодаря межмолекулярным взаимодействиям будут возникать силы вязкого трения – более медленный слой будет тормозить более быстрый. Важно отметить, что эти силы направлены параллельно слоям жидкости, то есть тангенциально к границе раздела. Величина этих сил также зависит от распределения скорости $v(z)$, где z – координата, ось которой направлена перпендикулярно скорости течения.



Формула Пуазейля.

- Закон Пуазейля (иногда закон Гагена — Пуазейля) — это физический закон так называемого течения Пуазейля, то есть установившегося течения вязкой несжимаемой жидкости в тонкой цилиндрической трубке

$$Q = \frac{\pi R^4}{8\eta l} (p_1 - p_2) = \frac{\pi d^4}{128\eta l} \Delta p,$$

где

- $p_1 - p_2 = \Delta p$ — перепад давления на концах капилляра, Па;
- Q — объёмный расход жидкости, м³/с;
- R — радиус капилляра, м;
- d — диаметр капилляра, м;
- η — коэффициент динамической вязкости, Па·с;
- l — длина капилляра, м.

Формула используется для определения вязкости жидкостей.



Отвечили презентацию



У ЭТИХ НЕТ ВОПРОСОВ



И У ЭТИХ



**Ну и спасибо за внимание
тогда!**