

restart;

V. Стационарное течение несжимаемой жидкости с постоянной вязкостью по трубе кругового сечения

Беляева, Н.А. (2011). Основы гидродинамики в моделях: Учебное пособие (стр. 44-46).

Раздел 4. Модели течений жидкости с постоянной вязкостью

4.3 Стационарное течение жидкости по трубе произвольного сечения
(постоянного вдоль длины трубы)

⇒ **Определить**

- скорость течения жидкости
- компоненты силы, действующей со стороны жидкости на соприкасающуюся поверхность
- расход жидкости

⇒ **Изобразить**

- эпюру скоростей
- действующую силу

112-МКо ★ Старцева Марина ★ Вариант 11

$b := -11$: градиент давления равен константе

$R := 13$: радиус трубы, скорее всего, в сантиметрах

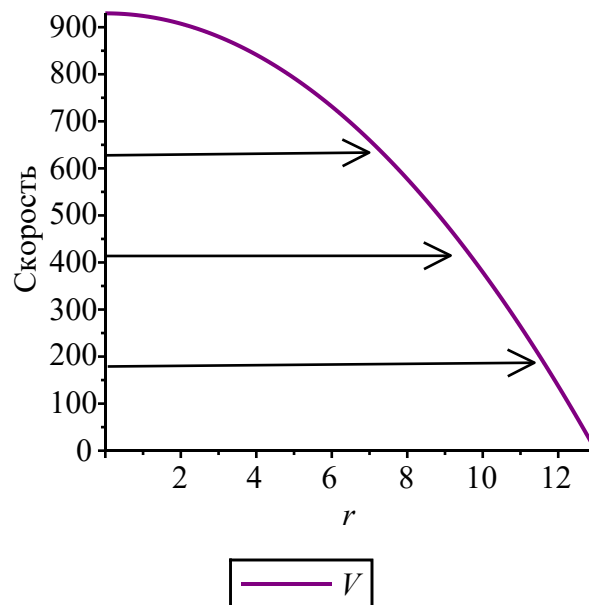
$\eta := 12$: η , коэффициент вязкости, т.е. как трудно жидкости течь, 12 = невязкая, хорошо течет

⇒ **Определим скорость**

$V := r \rightarrow \frac{b}{2} (r^2 - R^2)$: скорость изменяется по параболическому закону

⇒ **Изобразим эпюру скоростей**

`plot([V(r)], r=0..R, color=[purple, coral], linestyle=[solid, longdash], size=[300, 300], labels=[r, "Скорость"], labeldirections=["horizontal", "vertical"], legend=[V]);`



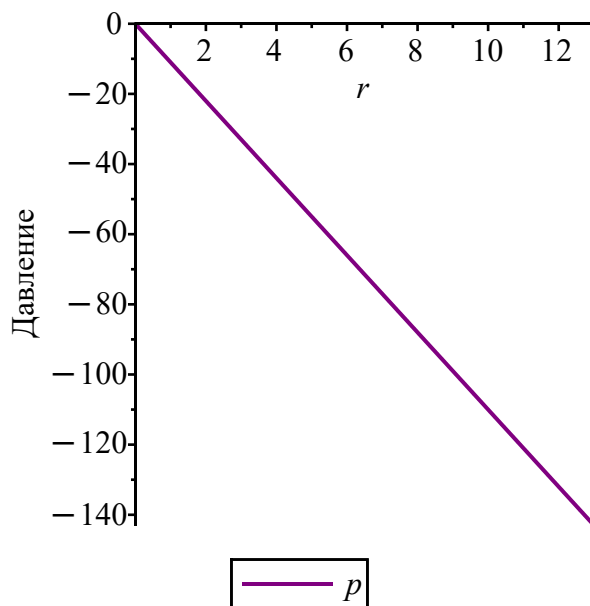
Давление

$$\frac{dp}{dx} = b$$

$p := r \rightarrow b \cdot r$: давление изменяется по линейному закону

Построим график

`plot([p], 0..R, color = [purple, coral], linestyle = [solid, longdash], labels = [r, "Давление"],
labeldirections = ["horizontal", "vertical"], legend = [p], size = [300, 300]);`



Компоненты силы

⇒ Определим компоненты силы

$$\sigma_{rr} := r \rightarrow -p(r) + 2 \cdot \eta \cdot b \cdot r :$$

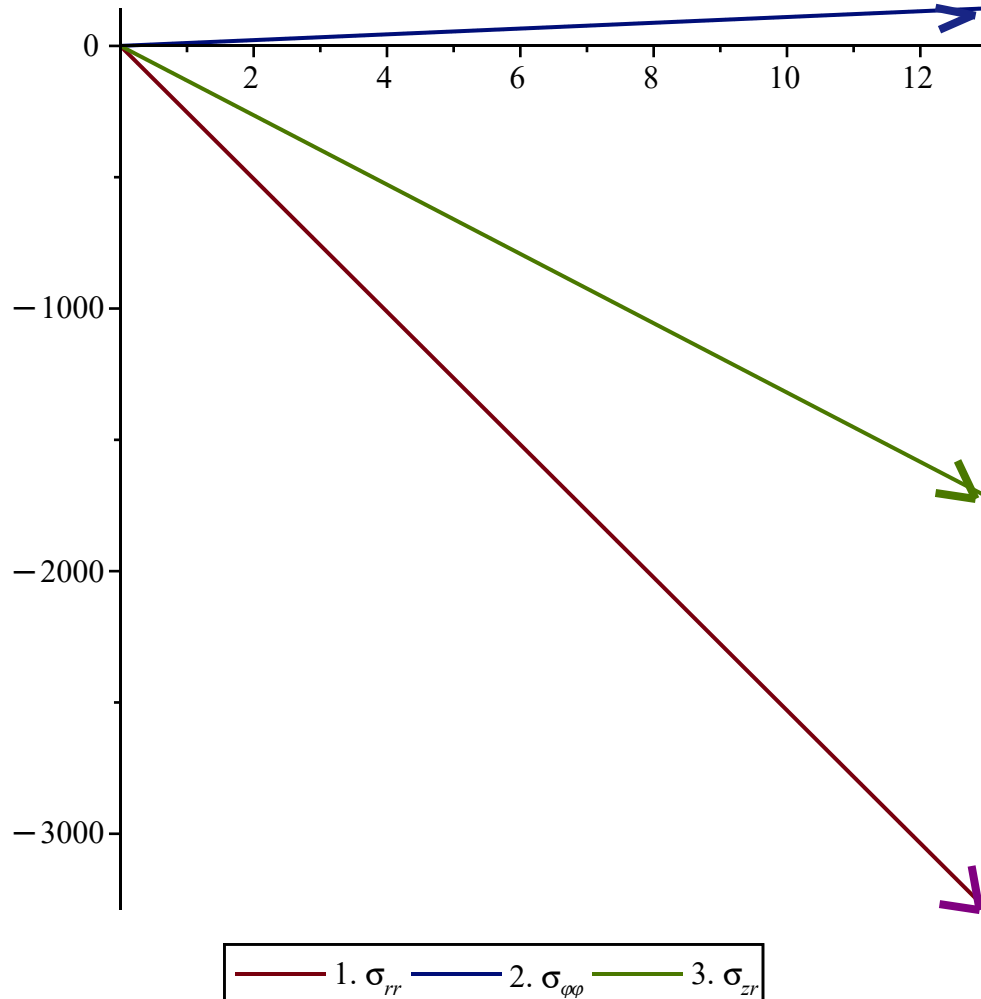
$$\sigma_{\varphi\varphi} := r \rightarrow -p(r) :$$

$$\sigma_{zr} := r \rightarrow \eta \cdot b \cdot r :$$

Воздействие со стороны жидкости на соприкасающуюся поверхность

⇒ Изобразим их

$plot(\left[\sigma_{rr}, \sigma_{\varphi\varphi}, \sigma_{zr} \right], 0..R, legend = \left[1. \sigma_{rr}, 2. \sigma_{\varphi\varphi}, 3. \sigma_{zr} \right])$;



Расход жидкости

⇒ Определим расход жидкости

$$Q := \rho \rightarrow -\frac{\pi \cdot \rho \cdot b \cdot R^4}{4} : , \text{ где } \rho - \text{ это плотность жидкости}$$

Зная, что вязкость равно 12, нужно подобрать невязкую, но более вязкую, чем вода, жидкость:

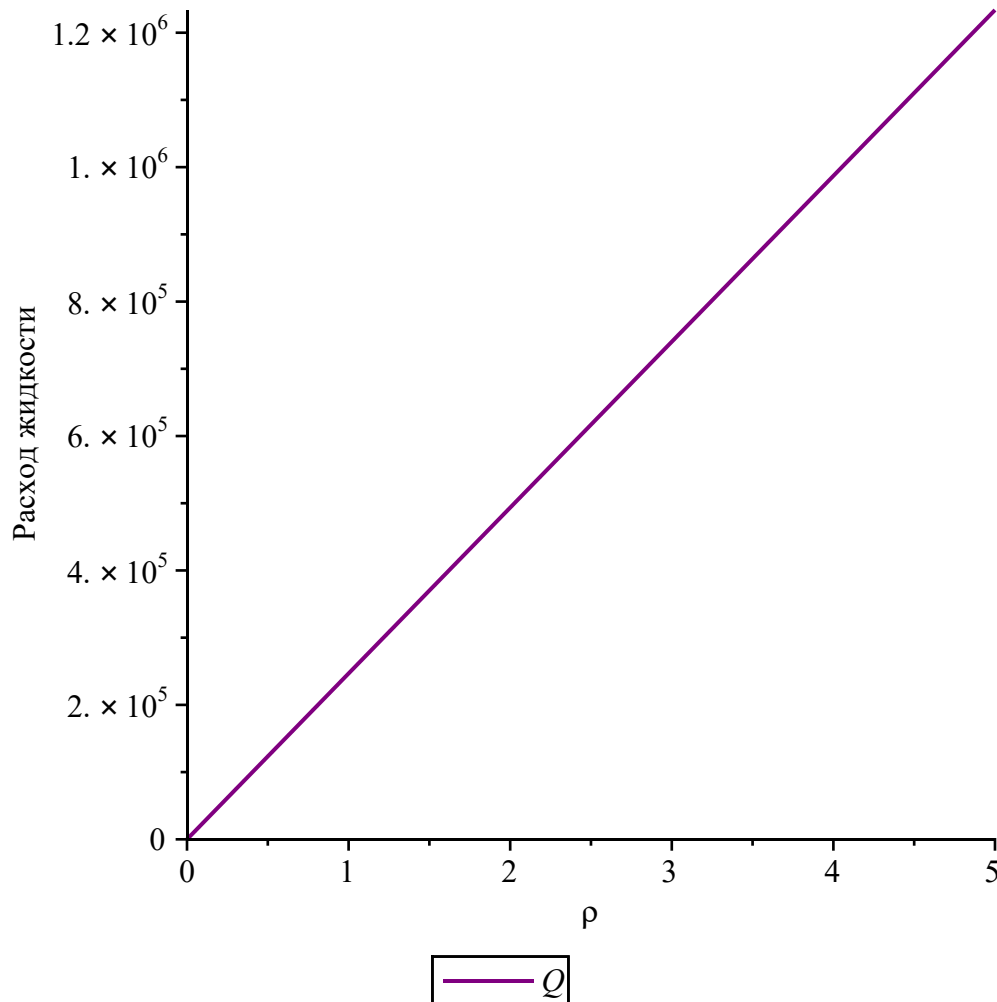
- При 20°C плотность воды составляет примерно 0,9982 г/см³, но вязкость ниже, чем 12
- Силиконовое масло Полидиметилсилоксан (ПДМС) : 1 г/см³
- Оливковое масло: 0.9 г/см³

$$Q_{\text{ПДМС}} = \text{evalf}(Q(1)) ;$$

$$Q_{\text{ПДМС}} = 2.47 \times 10^5$$

(1)

`plot([Q], 0..5, legend=[Q], color=[purple], labels=[ρ, "Расход жидкости"], labeldirections=["horizontal", "vertical"]);`



Расход пропорционален плотности: чем выше плотность, тем больше расход

Выполнено в Maple 2024 в режиме Документа