

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3
Моделирование различных форм резервуаров с
жидкостью

Вариант 11
Машуров Владимир БПМ-19-3

8 декабря 2021 г.

Содержание

1	Простой цилиндрический резервуар с жидкостью	1
2	Вывод	2

1 Простой цилиндрический резервуар с жидкостью

Обратим внимание на рисунок 2, там приведёт пример рассматриваемого резервуара с жидкостью или пульпой.

V – объём жидкости;

S – площадь поверхности жидкости;

Q_1, Q_2 – объёмные расходы жидкости;

F – площадь проходного отверстия сливной трубы. Расход Q_2 принимается в качестве управляющего воздействия.

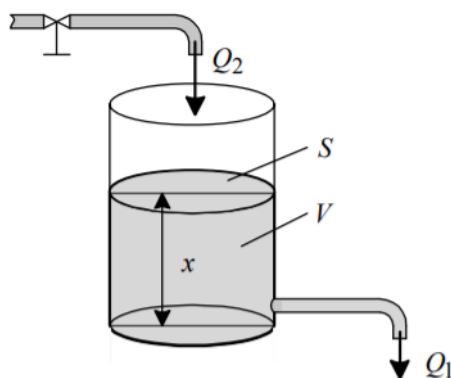


Рис. 1: Простой цилиндрический резервуар с жидкостью

Запишем уравнение материального баланса жидкости для данного резервуара:

$$\Delta V + Q_1 * \Delta t = Q_2 \Delta t$$

Предположим, что $\Delta t \rightarrow 0$ и $\Delta V \rightarrow 0$, тогда разделим на Δt и получим:

$$\dot{V} + Q_1 = Q_2;$$

Объём жидкости V выражается через её уровень x : $V = S \cdot x$. Найдём изменение объёма жидкости: $\dot{V} = S \cdot \dot{x}$. Далее, зависимость между объёмным расходом Q_1 и уровнем x вытекает из уравнения Д. Бернулли (Bernoulli), получим:

$$\frac{\rho \cdot v_0^2}{2} + \rho \cdot g \cdot x + P_1 = \frac{\rho \cdot v^2}{2} + \rho \cdot g \cdot x_0 + p_2$$

где v – скорость истечения жидкости из сливного отверстия; v_0 – скорость изменения уровня жидкости в резервуаре; $x_0 - x$ – перепад высот жидкости в резервуаре; p_1, p_2 – статические давления над жидкостью в резервуаре и за сливным отверстием; ρ – плотность жидкости; g – ускорение свободного падения. Величина $\frac{\rho v^2}{2}$ называется динамическим или скоростным давлением. Это уравнение можно переписать в виде

$$\frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot g} = \frac{p_1 - p_2}{\gamma} + (x - x_0)$$

где $\gamma = \rho g$ – удельный вес.

В предположении, что $v_0 \gg v$, $x_0 - x$, $p_1 = p_2$, скорость истечения жидкости будет определяться выражением $v = \sqrt{2gx}$. При умножении левой и правой частей этого выражения на площадь проходного сечения F , получается:

$$Fv = Q_1 = F\sqrt{2gx}$$

С помощью поправочного коэффициента μ , чаще всего определяемого экспериментально, может быть учтена форма и состояние поверхности сливного отверстия. Например, для отсадочной машины рекомендуется значение $\mu = 0.6$.

$$Q_1 = \mu F\sqrt{2gx}$$

Найденное выражение подставляется в ДУ изменения объёма жидкости:

$$S \frac{\partial x}{\partial t} + \mu F\sqrt{2gx} = Q_2$$

При $\frac{\partial x}{\partial t} = 0$ можно записать уравнение статического (стационарного) режима резервуара:

$$\mu F\sqrt{2gx} = Q_2$$

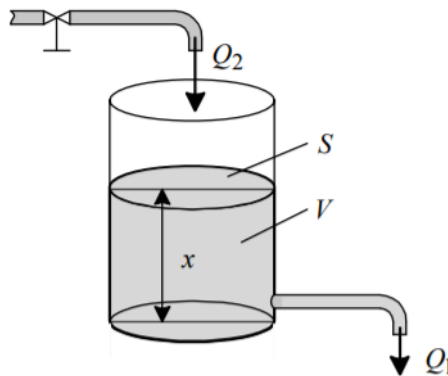


Рис. 2: Структурная схема моделирования простого цилиндрического резервуара с жидкостью

2 Вывод