

В. А. Зотов (Москва, МАТИ). **Истечение жидкости из резервуара в классе регулируемых отверстий.**

Рассмотрена математическую модель истечения жидкости из резервуара высоты H , переменного сечения $S(h)$ через регулируемое отверстие площади $\sigma(t)$ со скоростью $V(h)$, где $h(t)$ — это уровень жидкости в момент времени t .

Определение закона изменения уровня жидкости в таком резервуаре сводится к решению задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения

$$S(h) \frac{dh}{dt} = -\sigma(t)V(h).$$

Наличие регулируемых отверстий у резервуаров существенно усложняет процесс исследования соответствующих явлений и в общем виде делает задачу аналитически неразрешимой.

Однако в отдельных случаях для резервуаров заданной формы с известным законом истечения жидкости возможно определение априорных оценок исследуемого процесса. В частности, если жидкость вытекает по закону Торричелли $V(h) = \mu\sqrt{2gh}$ из вертикально расположенного цилиндрического резервуара с радиусом основания R через круглое отверстие постоянного радиуса r_0 на дне, то для гидродинамических характеристик процесса справедливы следующие утверждения.

Лемма 1. *Процесс истечения жидкости через круглое отверстие постоянного радиуса r_0 является равнозамедленным с ускорением $a = g(\mu r_0/R)^2$ и временем истечения*

$$T = \frac{1}{\mu} \left(\frac{R}{r_0} \right)^2 \sqrt{\frac{2H}{g}},$$

где μ — коэффициент расхода жидкости (для воды $\mu = 0,62$).

Лемма 2. *Если радиус отверстия изменяется по гармоническому закону $r(t) = r_0 \sin(\pi t/T)$, $0 < t < T$, то время истечения жидкости равно $T = 2T_0$.*

Лемма 3. *Для степенного закона изменения радиуса отверстия $r(t) = r_0(t/T)^n$, $0 < t < T$, время истечения жидкости равно $T = (2n+1)T_0$.*

Лемма 4. *Если радиус отверстия линейно изменяется от значения r_1 до значения r_2*

$$r(t) = r_1 + \frac{r_2 - r_1}{T}t, \quad 0 < t < T,$$

то время истечения жидкости определяется из условия

$$\frac{3}{T} = \frac{1}{T_1} + \frac{1}{\sqrt{T_1 T_2}} + \frac{1}{T_2},$$

где T_1 и T_2 — время истечения всего объема жидкости через отверстия радиусов r_1 и r_2 .

Доказанные леммы устанавливают функциональную связь интегральных параметров процесса истечения жидкости из цилиндрических резервуаров через регулируемые отверстия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нигматулин Р.И., Соловьев А.А. Физическая гидромеханика. М.: Геотар, 2005, 512 с.
2. Зотов В.А. Исследование операций в прикладной гидродинамике. — В кн.: Труды V Московской международной конференции по исследованию операций. М.: МАКС Пресс, 2007, с. 122–123.
3. Зотов В.А. Нелинейная декомпозиция процесса истечения жидкости из резервуара. — Обзорение прикл. и промышл. матем., 2007, т. 14, в. 3, с. 533–534.