

В. А. Зотов (Москва, МАТИ). **Нелинейная декомпозиция процесса истечения жидкости из резервуара.**

Рассмотрена математическая модель процесса истечения жидкости из резервуара высоты H через систему отверстий площади σ_i на дне и ω_j на боковой поверхности, находящихся на высоте H_j .

Определение закона изменения уровня жидкости $h(t)$ в таком резервуаре основано на декомпозиции процесса истечения жидкости интервалами времени t_j прохождения боковых отверстий. В результате задача сводится к решению системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений вида

$$S(x) \frac{dx}{d\tau} = 2 \left(\sum_{i=1}^n A_i \sqrt{x} + \sum_{j=k}^m B_j \sqrt{x - x_i} \right), \quad (1)$$

$$x(0) = x_{k-1}, \quad 0 < \tau < \tau_k, \quad k = 1, 2, \dots, m+1,$$

где x , τ , S — величины, пропорциональные уровню жидкости в цилиндре, времени и площади поперечного сечения резервуара; n и m — количество отверстий на дне и на стенке; A_i , B_j , x_j — безразмерные параметры отверстий.

Система уравнений (1) в общем виде не интегрируема в квадратурах. Однако в отдельных случаях система уравнений (1) допускает точные аналитические решения, позволяющие делать качественные выводы о характере истечения жидкости из резервуаров с отверстиями.

Лемма 1. *Время T истечения жидкости из цилиндра через систему n круглых отверстий на дне удовлетворяет условию $T^{-1} = \sum_{i=1}^n T_i^{-1}$, где T — время истечения всего объема жидкости через одно отверстие.*

Лемма 2. *Время истечения одинакового объема жидкости из полностью наполненных шара и цилиндра через равные по площади отверстия на дне относятся как $T_1 : T_2 \approx 2 : 5$.*

Лемма 3. *Время истечения жидкости из верхней и нижней половин шара соотносятся пропорцией $t_1 : t_2 \approx 3 : 5$.*

Лемма 4. *Время истечения жидкости из цилиндра высоты H_1 через два одинаковых круглых отверстия, расположенных по одному на дне и боковой поверхности на высоте H_2 , в первом приближении равно $T = T_1/2 + 2T_2/3$, где T_1 и T_2 — время истечения жидкости из цилиндров высоты H_1 и H_2 через такое же круглое отверстие на дне.*

Указанные и другие особенности процесса истечения жидкости из резервуаров с отверстиями позволяют эффективно управлять данными гидродинамическими процессами и проектировать технологические элементы конструкций с заданными свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочин Н. Е., Кибель И. А., Розе Н. В. Теоретическая гидромеханика. Ч. 1, 2. М.: Гостехиздат, 1948.
2. Нигматуллин Р. И., Соловьев А. А. Физическая гидромеханика. М.: ГЭОТАР, 2005.
3. Зотов В. А. Исследование операций в прикладной гидродинамике. — В кн.: Труды по исследованию операций. М.: МАКС Пресс, 2007, с. 122–123.