

УДК 621

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГИДРОДИНАМИКИ

В. Б. ПОПОВ

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Разработка и исследование гидравлических систем зачастую приводит к необходимости решения уравнения Бернулли в следующем виде:

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = A_1 \left(\frac{dz}{dt} \right)^2 - A_2 \frac{dz}{dt} - A_3 z.$$

При этом $A_1 = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $A_2 = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$, $A_3 = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ представляют собой зависимости от геометрических параметров элементов, входящих в состав гидравлической системы (диаметры трубопроводов, их длины, шероховатость стенок, перепады диаметров и т. д.). Количество таких параметров даже для простых систем может достигать десяти и более.

При таких исходных данных аналитическое решение приведенного уравнения, с целью определения зависимости положения уровня жидкости от значений технических параметров элементов системы, представляет значительную сложность, а иногда и вообще отсутствует.

Для решения подобного рода задач возможно применение следующей методики.

Этап 1. Исходя из количества технологических параметров системы составляется классическая матрица планирования эксперимента. Удовлетворительные результаты дает трехуровневый план второго порядка.

Этап 2. Исходя из матрицы производится численное решение рассматриваемого уравнения методом Рунге – Кутты четвертого порядка.

Этап 3. Полученные на этапе 2 данные обрабатываются с применением метода регрессионного анализа.

В результате проведенных действий решение первоначального уравнения представляется в общем виде как регрессионная зависимость:

$$z = f(x_1, x_2, \dots, x_n, x_m, x_k).$$

Данный вид решения позволяет оценить влияние и вклад отдельных параметров системы на конечное значение, а также исключить из дальнейшего рассмотрения малозначимые факторы.

Таким образом, представленная методика позволяет получать решение в виде регрессионных зависимостей, которые в дальнейшем позволяют переходить к оптимизации технического решения.