

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НЕРАЗВЕТВЛЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С УЧЕТОМ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ

В.Е. Кириченко к.т.н., А.В. Романюков, А.А. Татуревич

(Национальный горный университет, г. Днепрпетровск, Украина)

На сегодняшний день одним из приоритетных направлений развития отечественной горной промышленности является разработка глубоководных месторождений полезных ископаемых.

Специалисты выделяют конкурирующие на сегодняшний день эрлифтный и насосный варианты гидроподъема полезных ископаемых на базовое плавсредство. Опыт их эксплуатации в шахтных условиях показывает, что в различных нештатных (аварийных) ситуациях, а также переходных режимах, работа установок часто сопровождается быстрыми нестационарными процессами, среди которых наиболее опасным в плане целостности и работоспособности оборудования является гидроудар.

Для задач исследования нестационарных процессов, протекающих в трубопроводных системах, сопровождающихся гидроударами, характерны проблемы точности и устойчивости численных методов решения, проблемы повышения точности и адекватности математического моделирования сложных процессов и др. Наибольшую сложность представляет установление гидродинамических параметров (максимальные гидроударные давления, скорость и характер течения).

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что в настоящее время является актуальной и практически востребованной разработка математической модели и методики математического моделирования, а также удобного инструмента, ориентированных на численное исследование неустановившегося течения жидкости с учетом широкого спектра факторов и условий, оказывающих существенное влияние на гидродинамические параметры.

Дифференциальные уравнения движения реальной жидкости

$$\begin{cases} \frac{\partial h}{\partial t} + V \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{c^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} = 0; \\ \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{(I + z_i)V|V|}{2gd} + g \sin a = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где h – потенциальный напор; V – скорость жидкости, м/с; x – координата вдоль трубопровода, м; t – время, с; c – скорость распространения волны возмущения, м/с; I – безразмерный коэффициент трения; z_i – безразмерный коэффициент местных сопротивлений; g – ускорение силы тяжести, м/с²; d – диаметр трубопровода круглого сечения, м; a – угол наклона.

Применение численного метода характеристик для решения поставленной задачи. В работе [3] показано, что решение системы уравнений (1) эквивалентно интегрированию следующих обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\frac{g}{c} \frac{dh}{dt} + \frac{dV}{dt} + \frac{(I + z_i)V|V|}{2d} = 0 \quad (2)$$

$$-\frac{g}{c} \frac{dh}{dt} + \frac{dV}{dt} + \frac{I + z_i}{2} \frac{V|V|}{d} = 0 \quad (3)$$

вдоль соответствующих семейств характеристик:

$$dx = (V + c)dt \quad (4)$$

$$dx = (V - c)dt \quad (5)$$

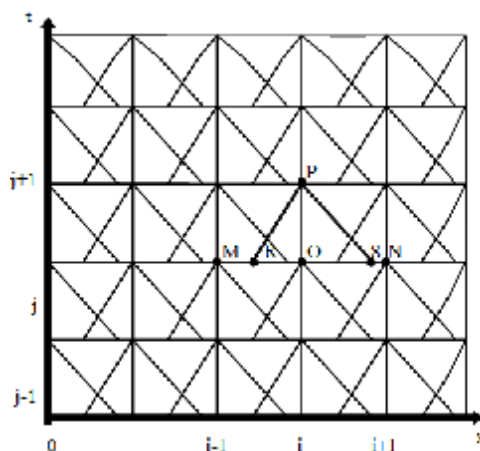


Рисунок 1 - Схема расчетной сетки

Для численного интегрирования системы (2)-(5) используется прямоугольная сетка в пространстве (x, t) , густота разбиения которой определяется шагом интегрирования по времени (рис. 1).

Идея работы: состоит в разработке инструмента для расчета нестационарных процессов течения жидкости в трубопроводе используя графический интерфейс SolidWorks. Используя разработанное приложения найти оптимальные параметры конфигурации трубопровода и размещения запорной арматуры.

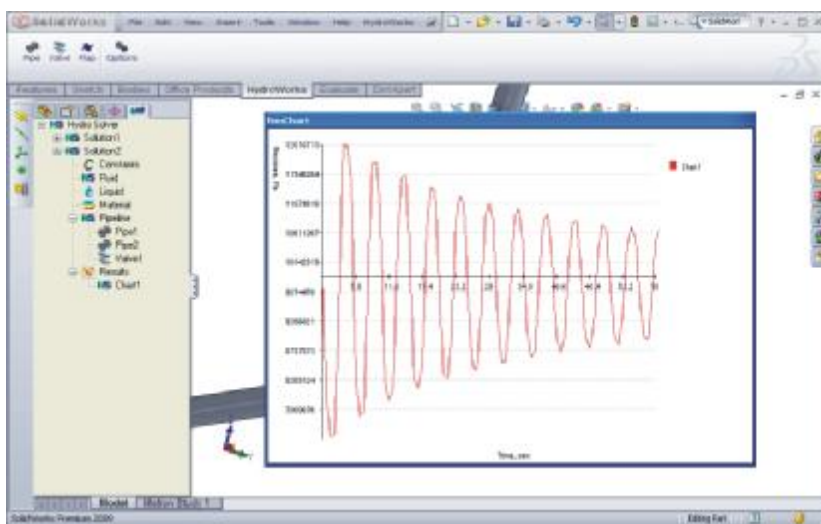


Рисунок 2 - Интерфейс разработанного программного обеспечения

Перечень ссылок

1. Кириченко Е.А. Численное моделирование переходных процессов в глубоководном эрлифте // Гірничя електромеханіка та автоматика: Наук.-техн. зб. – 1998. – Вип. 1. – С. 116-124.
2. Чарный И. А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. – М.: ГИТТЛ, 1951.
3. Картвелишвили Н.А. Динамика напорных трубопроводов. – М: Энергия, 1979. – 224 с.