

К.В. Марков
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТА ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ГИДРОАККУМУЛЯТОРА

Модель гидроаккумулятора, массоэнергетический процесс, аппарат теории графов

В статье приводится пример использования аппарата теории графов для построения модели массоэнергетического процесса в гидроаккумуляторе. Аппарат теории графов используется для построения модели с открытой архитектурой.

Во многих судовых системах происходят процессы, связанные с накоплением и отдачей гидравлической потенциальной энергии в гидроаккумуляторе: изменение высоты уровня жидкости, изменение давления газа. Массоэнергетический процесс зависит от количества точек взаимодействия гидроаккумулятора с окружающей средой. Сложность моделирования накопления и отдачи энергии и массы в гидроаккумуляторе, заключается в необходимости построения математической модели с открытой архитектурой, т.к. количество точек взаимодействия гидроаккумулятора с окружающей средой может изменяться при редактировании структурной модели гидравлической системы.

Для построения имитационных моделей с открытой архитектурой используют математические аппараты, позволяющие формализовать процесс преобразования структурной модели в математическую модель. Одним из таких аппаратов является аппарат теории графов. В статье рассматривается пример применения аппарата теории графов для построения имитационной модели простейшего варианта гидроаккумулятора (рисунок 1).

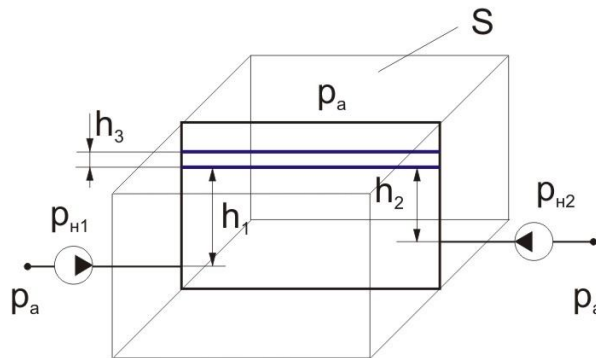


Рис. 1. Гидравлическая система с гидроаккумулятором

В гидроаккумулятор с площадью поперечного сечения S два насоса подают жидкость плотностью ρ под давлением p_{n1} и p_{n2} . В начальный момент времени τ высота уровня жидкости над входными отверстиями составляет соответственно h_1 и h_2 . В конечный момент времени $(\tau+dt)$ уровень жидкости увеличится на высоту h_3 . Для упрощения модели примем давление газов в гидроаккумуляторе постоянным и равным атмосферному p_a .

Граф гидравлической системы представлен на рисунке 2. Топологическая модель представлена восемью элементарными двухполюсниками, каждый из которых выполняет один элементарный энергетический процесс. Двухполюсники 1, 3, 6, 8 являются источниками давления (продольная топологическая переменная), двухполюсники 2, 5

рассеивают энергию в окружающую среду, двухполосник 7 накапливает потенциальную гидравлическую энергию (изменение уровня жидкости).

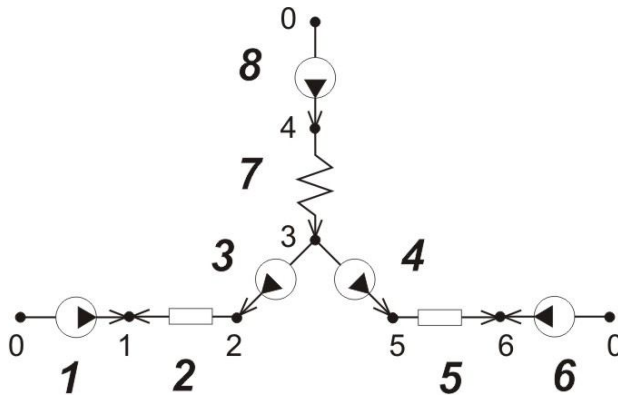


Рис. 2. Граф гидравлической системы

Математически граф представляет собой систему уравнений, количество которых равно количеству двухполосников. Состояние каждого двухполосника определяется:

- поперечной переменной Q – расход жидкости через двухполосник;
- продольную переменную H – изменение напора жидкости на полюсах двухполосника.

В нашем случае мы имеем восемь топологических уравнений, построенных на главных сечениях и контурах графа:

$$\begin{cases} H_1 - H_2 - H_3 - H_7 - H_8 = 0 \\ H_6 - H_5 - H_4 - H_7 - H_8 = 0 \\ Q_8 - Q_7 = 0 \\ Q_7 - Q_3 - Q_4 = 0 \\ Q_1 - Q_2 = 0 \\ Q_2 - Q_3 = 0 \\ Q_6 - Q_5 = 0 \\ Q_5 - Q_4 = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Для решения системы уравнений (1) необходимо сформировать компонентные уравнения.

Двухполосники 1, 6:

$$H_1 = \frac{P_a + P_{к1}}{\rho \cdot g}, \quad H_6 = \frac{P_a + P_{к2}}{\rho \cdot g} \quad (2)$$

Двухполосники 2, 5:

$$H_2 = \alpha_2 \cdot Q_2, \quad H_5 = \alpha_5 \cdot Q_5 \quad (3)$$

Двухполосники 3, 4:

$$H_3 = h_1, \quad H_4 = h_2 \quad (4)$$

Двухполосник 8:

$$H_8 = \frac{P_1}{\rho \cdot g} \quad (5)$$

Двухполосник 7:

$$Q_1 - S \cdot \frac{dh_3}{dt} \quad (6)$$

Подставляя компонентные уравнения в систему топологических уравнений мы получаем математическую модель массоэнергетического процесса в гидроаккумуляторе:

$$\begin{cases} a_2 \cdot Q_2 + h_3 = \frac{P_a + P_{н1}}{\rho \cdot g} - \frac{P_a}{\rho \cdot g} - h_1 \\ a_5 \cdot Q_5 + h_3 = \frac{P_a + P_{н2}}{\rho \cdot g} - \frac{P_a}{\rho \cdot g} - h_2 \\ S \cdot \frac{dh_3}{dt} - Q_2 - Q_5 = 0 \end{cases} \quad (7)$$

В системе уравнений (7) первые два уравнения описывают процессы двух точек взаимодействия гидроаккумулятора с окружающей средой, а третье уравнение – процесс накопления и отдачи энергии и массы в гидроаккумуляторе.

Система уравнений (7) может быть легко преобразована для иного количества точек взаимодействия гидроаккумулятора с окружающей средой. Изменение точек взаимодействия приведет к изменению количества уравнений в верхней части системы уравнений (7) и изменению количества вычитаемых поперечных переменных из последнего уравнения системы уравнений (7).

Список литературы:

- [1] Бердников В.В. Прикладная теория гидравлических цепей. – М: Машиностроение, 1977. – 192 с.
 [2] Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. – 2-е изд. – Харьков: Техніка, 1977. – 768 с.

Е.Н. Песков, А.М. Пыркков, Н.А. Лаптев
 ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОПЛИВОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Ключевые слова: топливо, магнитная обработка, ультразвуковая обработка, асфальто-смолистые вещества, сгорание топлива, расход топлива, экология.

В данной статье рассматривается вопрос о повышении эффективности топливоиспользования в судовых энергетических установках. Предложено использование магнитной обработки и ультразвуковой обработки топлива с целью повышения его качества. Рассмотрены процессы происходящие в топливе при воздействии на него магнитным силовым полем и ультразвуком.

Вопрос снижения энергетических затрат сегодня – это проблема номер один в любом цивилизованном обществе. Расходы на топливо и ремонт двигателя внутреннего сгорания составляют значительную часть бюджета.

Люди вынуждены сейчас применять углеводородное сырье в качестве топлива для теплоэнергетических агрегатов. Но так как такое топливо на основе нефтепродуктов не сгорает полностью, то это порождает ряд серьезных проблем, таких как – за-