

ствующим оборудованием [2]. Взрывающаяся плоская кольцевая фольга из алюминия 1, расположена в электродной системе 2 на торце диэлектрического цилиндра 3. В качестве регистратора поля давления электрического взрыва фольги применялся пластинчатый датчик в виде круглой тонкой пластины 4, которая подвергается пластической деформации. Размеры взрывающейся фольги: наружный диаметр  $d_1 = 25 \cdot 10^{-3}$  м, внутренний диаметр  $d_2 = 25 \cdot 10^{-3}$  м, толщина  $l = 10$  мкм. Взрывная камера 5 наполнена дистиллированной водой.

При осуществлении электрического взрыва фольги возникшая ударно-акустическая волна кольцевой геометрии, воздействует на круглую пластину (в нашем случае Al2), пластически деформируя ее (рис. 2). Величина и геометрия деформации является источником информации о параметрах ударно-акустической волны, в частности, о распределении поля давления. Диаметр активной зоны пластины  $D = 100 \cdot 10^{-3}$  м, толщина стенки  $h = 68$  мкм. Геометрические размеры взрывающейся плоской кольцевой фольги выбились из условия протекания электрического взрыва близким к согласованному режиму [3], в частности, реализация энергии конденсаторного накопителя в первой половине периода разряда. Ударно-акустическая волна имеет расходящийся волновой фронт кольцевой геометрии. В некоторой точке  $C$  в центральной области произойдет взаимодействие участков ударных волн, распространяющихся с противоположных сторон взрывающейся фольги. Визуально наблюдается (показано белой стрелкой) наличие ярко выраженной симметричной деформации в центре пластины по отношению к другим ее участкам. Величины деформации составляла порядка  $l = 20$  мм. Кроме того, на поверхности пластины имеется своеобразное кольцевое ребро (показано черной стрелкой и пунктирной линией) диаметром,  $l = 71$  мм расположенное также симметрично относительно центра пластины. Данное взаимодействие является нелинейным [4, 5], вследствие чего, результирующая амплитуда давления увеличена более чем в два раза по отношению к исходной амплитуды падающей волны. Наличие кольцевого ребра на поверхности круглой пластины можно рассматривать как боковую границу между расходящейся ударно-акустической волной и просто акустической (звуковой) волной. Угол расхождения составил  $\alpha$  (26...28)°.

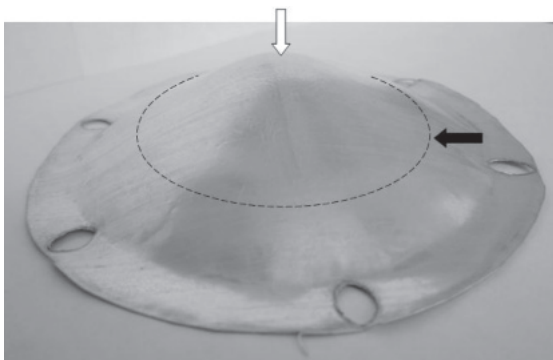
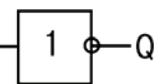
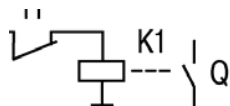


Рис. 2. Пластинчатый датчик после деформирования



1	0
0	1

#### Список литературы

1. Суркаев А.Л., Суркаев В.А., Кумыш М.М. Электрогидроимпульсный способ запрессовки труб в труднодоступных местах. – Патент РФ Пат. 2378075 РФ, МПК В 21 D 26/10 – 2010.
2. Суркаев А.Л., Муха Ю.П., Кумыш М.М., Усачев В.И. // Известия ВолгГТУ. Серия «Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь». Вып. 6: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2012. – № 6. – С. 69–74.
3. Суркаев А.Л., Кумыш М.М., Усачев В.И. // Письма в ЖТФ. – 2011. – т. 36. – Вып. 23. – С. 97–104.
4. Исакович М.А. Общая акустика. – М.: Наука, 1973. – 496 с.
5. Суркаев А.Л., Муха Ю.П. // Письма в ЖТФ. – 2002. – т. 28. – Вып. № 15. – С. 43–45.

#### ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ПРОГРАММИРОВАНИИ КОНТРОЛЛЕРОВ

Корнеев Д.С., Светличная В.Б.

Волжский политехнический институт,  
филиал Волгоградского государственного технического  
университета, Волжский, www.volpi.ru,  
e-mail: korneev-den@mail.ru

В данной работе мной было изучено, применение математических методов в программировании контроллеров. Для примера была взята наиболее простая форма контакторов, а именно программируемое реле ПР-110.

В основе программирования этого прибора лежат законы алгебры логики.

Прибор имеет 8 входов, не считая клеммы для питания, и 4 выхода. В основе работы программы лежит двоичный код:

1 – наличие логического сигнала (включено)

0 – отсутствие логического сигнала (отключено)

#### Управляющая программа.

Работа программируемого реле представляет собой последовательное выполнение программой шагов.

Шаг 1 – состояние входов логически записывается в ячейки памяти входов.

Шаг 2 – управляющая программа, записанная в виде последовательности программных цепей, считывает значения из ячеек памяти входов и выполняет над ними логические операции.

Шаг 3 – повторяются действия, указанные в шаге 2, но для второй цепи, и так до завершения обработки всех программных цепей.

Шаг 4 – после обработки всех программных цепей производится запись результатов на выходы.

Шаг N – переход на Шаг 1, т. е. цикл повторяется заново.

#### Логические операции.

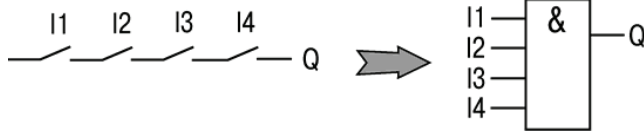
В программе используются 6 логических операций: НЕ – соответствует математическому отрицанию, ИЛИ – соответствует математической дизъюнкции, И – соответствует математической конъюнкции; а так же производные логические операции: Исключающее ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ.

Рассмотрим каждую из этих логических операций подробнее.

#### Функция «НЕ»

Данная функция используется для преобразования замыкающего контакта (на входе) в размыкающий контакт (на выходе). Т. е. в соответствии с правилом отрицания если на входе будет присутствовать логический 0, то на выходе логический 1, и наоборот.

**Функция «И»**

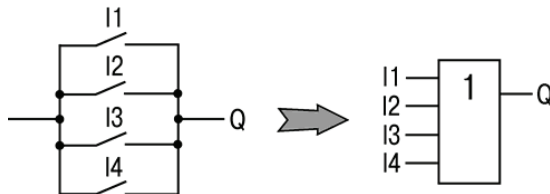


I1	I2	I3	I4	Q
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
1	1	1	0	0
...	...	...	...	...
1	1	1	1	1

На выходе мы получаем логический сигнал 1, только если все входы включены. Достигается это пу-

тем последовательного соединения нормально-разомкнутых контактов.

**Функция «ИЛИ»**



I1	I2	I3	I4	Q
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
0	1	1	0	1
1	1	1	0	1
...	...	...	...	...
1	1	1	1	1

На выходе получаем сигнал если хотя-бы один вход включен. Такой результат дает параллельное соединение нормально-разомкнутых контактов.

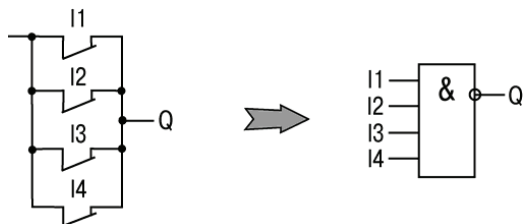
Остальные операции являются производными от описанных выше.

**Исключающее ИЛИ**



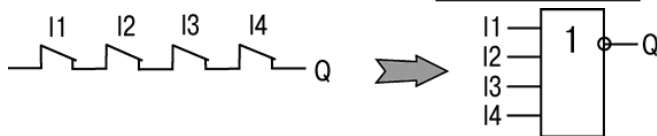
I1	I2	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

**И-НЕ**



I1	I2	I3	I4	Q
0	0	0	0	1
1	0	0	0	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
...	...	...	...	...
1	1	1	1	0

**ИЛИ-НЕ**



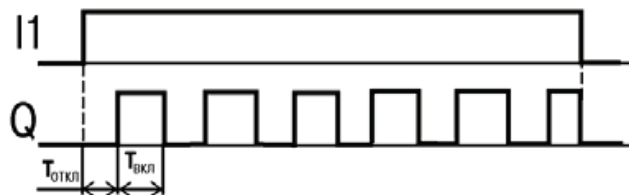
I1	I2	I3	I4	Q
0	0	0	0	1
1	0	0	1	0
0	0	0	1	0
0	1	1	1	0
...	...	...	...	...
1	1	1	1	0

**Функциональные блоки программы.**

*Генератор прямоугольных импульсов.*

Блок используется для формирования пульсации. На выходе генератора формируются импульсы

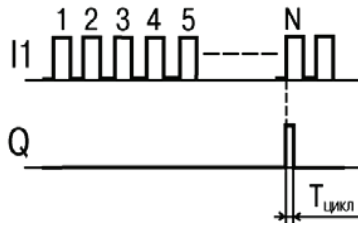
с заданными параметрами длительности включенного и отключенного состояния на время действия входного управляющего сигнала.



**Инкрементный счетчик с автосбросом.**

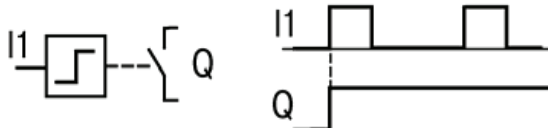
Данный блок используется для подсчета заданного числа импульсов. На выходе появляется им-

пульс с заданной длительностью, если число приходящих на вход импульсов достигнет установленного значения.



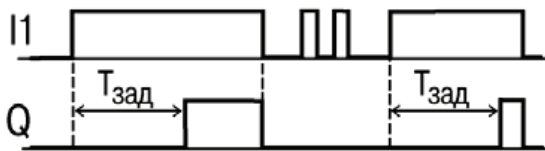
#### Кнопка с фиксацией включения.

Блок используется для фиксации включенного состояния входа. Выходной контакт включен, если включен входной контакт. Состояние входа сохраняется и после отключения входного сигнала.



#### Кнопка с задержкой включения.

Данный блок используется для задержки передачи сигнала, т.е. на выходе появится сигнал с задержкой относительно фронта входного сигнала. Отключается же выходной сигнал по спаду входного.



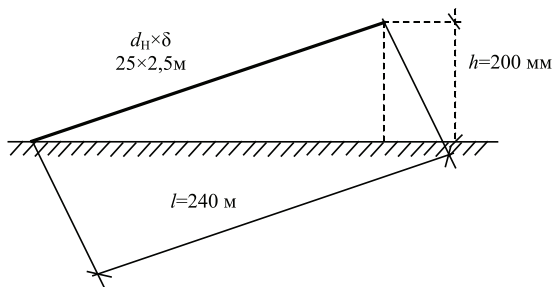
#### АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА МАССОВОГО РАСХОДА НИТРОБЕНЗОЛА

Коротеева Е.А., Мокрецова И.С.,  
Ребро И.В., Мустафина Д.А.

Волжский политехнический институт,  
филиал Волгоградского государственного технического  
университета, Волжский, www.volpi.ru,  
e-mail: katkoro@mail.ru

По трубопроводу диаметром  $25 \times 2,5$  самотекотом стекает нитробензол с температурой  $20^\circ\text{C}$ . Начальная точка трубопровода выше конечной точки на 200 мм. Длина горизонтальной части трубопровода 240 м. Определить массовый расход нитробензола.

Имеем исходные данные: диаметр трубопровода:  $d_n \times \delta = 25 \times 2,5$  мм (диаметр наружный толщину стен); длина трубопровода:  $l = 240$  м; жидкость: нитробензол  $t = 20^\circ\text{C}$ ; разность между начальной и конечной точками трубопровода  $h = 200$  мм. Необходимо определить массовый расход нитробензола  $G$  [кг/с].



Расчетная схема трубопровода

Массовый расход жидкости определяется из формулы:

$$G = \omega \cdot F_{\text{сеч}} \cdot \rho \text{ [кг/с]},$$

где  $\omega$  [м/с] – скорость нитробензола, неизвестна,  $F$  [м<sup>2</sup>] – площадь живого сечения потока, можно вычислить по формуле:  $F = \frac{\pi d_B^2}{4}$ ,  $\rho$  [кг/м<sup>3</sup>] – плотность

нитробензола, принимается из справочной литературы. Неизвестную величину, скорость нитробензола можно определить из формулы вычисления числа Рейнольдса:

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d_B \cdot \rho}{\mu} \Rightarrow \omega = \frac{\text{Re} \cdot \mu}{d_B \cdot \rho} \text{ [м/с]}, \quad (1)$$

где  $\mu$  [Па·с] – коэффициент динамической вязкости нитробензола при  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Однако точное значение числа Рейнольдса нам неизвестно. Предположим, что режим движения жидкости в случае безнапорного течения – ламинарный. Полный же напор жидкости обусловлен только линейными потерями и создается разностью высот конечных точек трубопровода  $h = 200$  мм. Полный напор определяем из уравнения Дарси–Вейсбаха:

$$h = \lambda \cdot \frac{\ell}{d_B} \cdot \frac{\omega^2}{2g} \text{ [м]},$$

где  $h = 200$  мм = 200 [м].

Коэффициент сопротивления трения  $\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$  – для жидкости, движущейся в прямой круглой трубке при ламинарном режиме движения.

Таким образом:

$$\lambda \cdot \frac{\ell}{d_B} \cdot \frac{\omega^2}{2g} = 200 \cdot 10^{-3}$$

или

$$\frac{64}{\text{Re}} \cdot \frac{\ell}{d_B} \cdot \frac{\omega^2}{2g} = 0,2. \quad (2)$$

Подставляем в уравнение (2) уравнение (1), получаем

$$\frac{64}{\text{Re}} \cdot \frac{\ell}{d_B} \cdot \frac{\left(\frac{\text{Re} \cdot \mu}{d_B \cdot \rho}\right)^2}{2g} = 0,2.$$

Раскрываем скобки:

$$\frac{64}{\text{Re}} \cdot \frac{\ell}{d_B} \cdot \frac{\text{Re}^2 \cdot \mu^2}{d_B \cdot \rho^2 \cdot 2g} = 0,2 \Rightarrow \frac{64 \cdot \ell \cdot \text{Re} \cdot \mu^2}{d_B^3 \cdot \rho^2 \cdot 2g} = 0,2.$$

Подставляем

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d_B \cdot \rho}{\mu}.$$

Получаем

$$\frac{64 \cdot \ell \cdot \omega \cdot d_B \cdot \rho \cdot \mu^2}{d_B^3 \cdot \rho^2 \cdot 2g \cdot \mu} = 0,2$$

или

$$\frac{64 \cdot \ell \cdot \omega \cdot \mu}{d_B^2 \cdot \rho \cdot 2g} = 0,2.$$