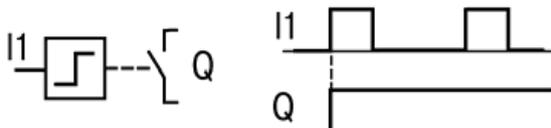


#### Кнопка с фиксацией включения.

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.



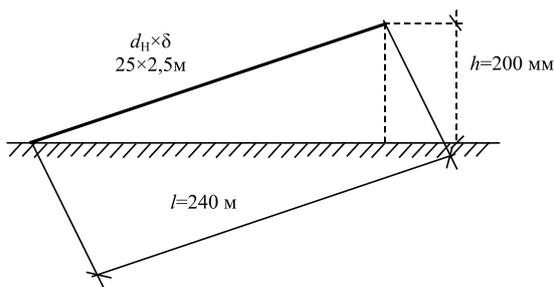
#### АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА МАССОВОГО РАСХОДА НИТРОБЕНЗОЛА

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

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

Определяем скорость движения из формулы:

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

где

$$d_B = d_H - 2\delta = 25 - 2 \cdot 2,5 = 20 \text{ мм} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ [м]}.$$

Подставив исходные данные, имеем:

$$\omega = \frac{0,2 \cdot (20 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1203 \cdot 2 \cdot 9,81}{2,1 \cdot 10^{-3} \cdot 240 \cdot 64} = 0,059 \text{ м/с}.$$

Таким образом, получаем массовый расход нитробензола:

$$G = \omega \cdot F_{\text{сеч}} \cdot \rho = 0,059 \cdot \frac{3,14 \cdot (20 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 1203 = 0,022 \text{ кг/с}.$$

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ТОКАРНОГО СТАНКА**

Ларина Т.В., Шевченко А.С., Ребро И.В., Мустафина Д.А.

*Волжский политехнический институт, филиал Волгоградского государственного технического университета, Волжский, www.volpi.ru, e-mail: dzamilyamus@gmail.com*

Его моральный и физический износ оборудования на предприятиях РФ, по экспертным оценкам, составляет от 65 до 85%. На большинстве отечественных промышленных предприятий действует единая си-

стема планово-предупредительного ремонта. При использовании данной системы часто подлежит ремонту оборудование, не израсходовавшее свой ресурс точности, или возникает необходимость проведения внепланового ремонта, что снижает как эффективность оборудования и производства в целом [1].

Одним из точных методов определения качества работы станка является статистический метод прогнозирования, который основывается на экстраполяции. Проведены наблюдения за работой станка в течение 4 лет и получены величины по точности выполнения работы, которые представлены в табл. 1:

Установим вид функциональной зависимости и представим в виде эмпирической формулы  $y = f(x)$ , затем составим прогноз на следующий 5 год о точности выполнения работы.

С помощью графического представления данных (рис. 1), имеем функциональную зависимость следующего вида:

$$y = Q(x, a, b) = \frac{a}{x} + b.$$

Для нахождения  $a, b$  составим систему уравнений:

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} + bn = \sum_{i=1}^n y_i \\ a \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i^2} + b \sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} = \sum_{i=1}^n \frac{y_i}{x_i} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 5,44a + 8b = 3,14, \\ 6,11a + 5,44b = 3,41 \end{cases}$$

Таблица 1

$X_i$	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
$Y_i$	0,98	0,79	0,43	0,35	0,2	0,16	0,13	0,1

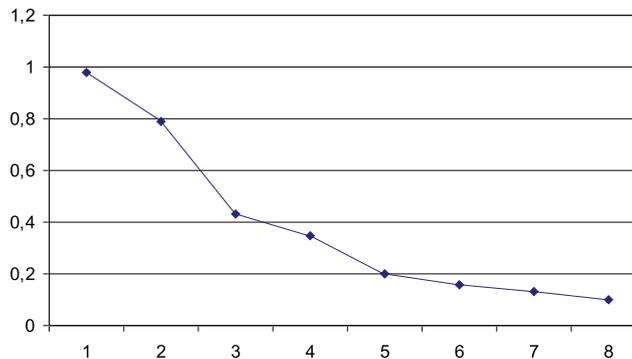


Рис. 1. Определение функциональной зависимости

Решив систему, получим:  $a = 0,53, b = 0,04$ . Таким образом, эмпирическая формула представляет собой функцию:  $y = \frac{0,53}{x} + 0,04$ .

Приведем в табл. 2 и на графике (рис. 2) результаты сравнения экспериментальных данных с результатами вычислений по эмпирической формуле:

Таблица 2

$X_i$	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
$Y_i$ эксп	0,98	0,79	0,43	0,35	0,2	0,16	0,13	0,1
$Y_i$ теор	1,0885	0,5614	0,3857	0,2979	0,2452	0,2100	0,1849	0,1661