

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

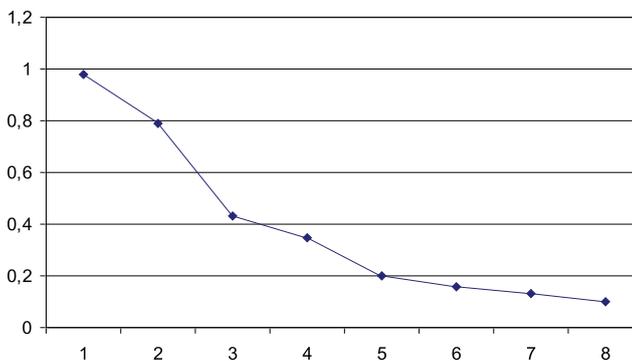


Рис. 1. Определение функциональной зависимости

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

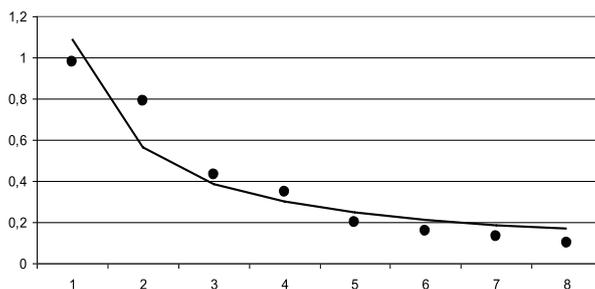


Рис. 2. Сравнение экспериментальных данных с результатами вычислений

Составим прогноз на 5-й год о точности выполнения работы:  $y(5) = \frac{0,53}{5} + 0,04 = 0,139$ , таким образом, станок на 5-й год работы требует замены или ремонта.

#### Список литературы

1. Аникеева, О.В. Управление качеством этапа планирования процесса ремонта металлорежущих станков // О.В. Аникеева, А.Г. Ивахненко, В.В. Куц. – 2012. – № 4. – С. 120а–126.

#### ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА МАССОВОГО РАСХОДА НИТРОБЕНЗОЛА

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

Имеем исходные данные: диаметр трубопровода:  $d_n = 25,25$  мм (диаметр наружный  $\times$  толщину стенок); 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].

При самотечном движении нитробензола по прямой круглой трубе в отсутствие местных сопротивлений потери энергии зависят от длины трубопровода и обусловлены силами вязкости и влиянием твердых стенок, ограничивающих поток. Разность высот концов трубопровода составляет 200 мм, что мало по сравнению с длиной, которая равна 240 м. Следовательно, можно предположить, что режим движения жидкости – ламинарный, то есть  $Re_1 \leq 2300$ .

Пусть  $Re_1 = 500$ . Определяем скорость движения нитробензола из критерия Рейнольдса:

$$Re_1 = \frac{\omega_1 \cdot d \cdot \rho}{\mu}$$

Имеем

$$\omega_1 = \frac{Re \cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{500 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3} \cdot 1203} = 0,0457 \text{ м/с.}$$

Вычислим потери на трение по формуле Дарси–Вейсбаха:

$$h_1 = \lambda \cdot \frac{\ell}{dg} \cdot \frac{\omega^2}{2} \quad [\text{м}],$$

где  $\lambda = \frac{64}{Re}$  для ламинарного движения. Подставляем данные, получаем:

$$h_1 = \frac{64}{500} \cdot \frac{240}{20 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{(0,0457)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,16 \text{ м.}$$

Заметим, что разность высот концов трубопровода должна быть равна  $h = 200 \text{ мм} = 0,2 \text{ м}$ . Таким образом, число Рейнольдса, выбрано неверно, так как необходимо выполнение равенства:  $h_1 = h$ .

Пусть  $Re_2 = 1000$ . Определяем скорость движения нитробензола:

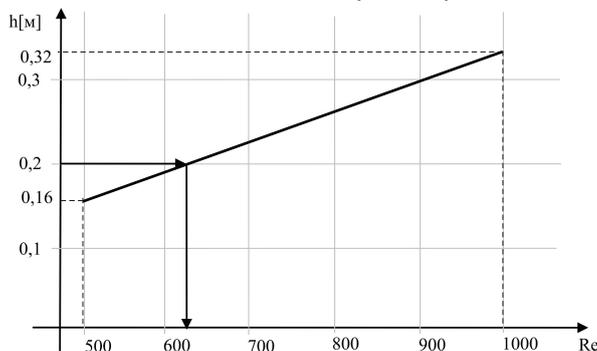
$$\omega_2 = \frac{1000 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3} \cdot 1203} = 0,091 \text{ м/с.}$$

Вычислим потери на трение:

$$h_2 = \frac{64}{1000} \cdot \frac{240}{20 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{(0,091)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,32 \text{ м.}$$

И в этом случае, получаем, число Рейнольдса, выбрано неверно, так как мы получили  $h_2 > h$ , а должно быть  $h_2 = h$ .

Приведенные расчеты позволяют построить график зависимости величины  $h$  от числа  $Re$ : при  $Re_1 = 500$   $h_1 = 0,16$  м; при  $Re_2 = 1000$   $h_2 = 0,32$  м



Графическое решение