

## ФОРМУЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ СОВПАДАЮЩИХ ПРОСТОЕВ ТКАЦКОГО СТАНКА

### FORMULA TO DETERMINE THE CONCURRENT DOWNTIMES OF THE LOOM

Э.А. ОНИКОВ  
E.A. ONIKOV

(Московский государственный университет дизайна и технологий)  
(Moscow State University of Design and Technology)  
E-mail: pan106@mail.ru

*Статья посвящена определению простоев ткацкого станка из-за ожидания ткача (совпадающих простоев) с помощью формулы при обслуживании ткачом группы ткацких станков маршрутным способом.*

*The article is concerned about formula for calculating loom down time by reason waiting of weaver (concurring down times), loom servicing performs by fixed-route method.*

**Ключевые слова:** совпадающие простои, простои ткацкого станка, неперекрываемое время, загруженность ткача.

**Keywords:** concurring down times, loom down time, nonoverlapping times, weaver workload.

Ниже приведена формула для определения времени простоя ткацкого станка в ожидании ткача ( $t_c$ ) (совпадающих простоев), приходящееся на 1 м ткани. По сравнению с существующими методами, например, с методами, приведенными в [1, с.77...83], формула существенно упрощает определение времени простоя станка в ожидании ткача:

$$t_c = \sqrt{\left(\left(\frac{a-b-c}{2}\right)^2 + ac\right)} - \frac{a-b-c}{2},$$

где  $a = t_M + t_{HB}$ ;  $b = t_{ЗР} + N_T$ ,

$$c = \frac{K_o n_o K_M N_T (Ш + Гл)}{2V_T}.$$

Здесь  $t_M$  – машинное время наработки 1 м ткани;  $t_{HB}$  – неперекрываемое вспомогательное время простоя станка на 1 м

ткани;  $t_{ЗР}$  – время загруженности ткача на 1 м ткани и  $n_o$  – среднее число случаев простоя, приходящихся на 1 м ткани, ликвидация которых вызывает ожидание ткача на другом простаивающем станке (определяется по таблице перерывов в работе станка и загруженности ткача);  $N_T$  – количество станков в комплекте ткача, задается как исходная величина;  $K_o$  – коэффициент ожидания, равный отношению среднего времени простоя станка в ожидании ткача ( $T_o$ ) к среднему времени между двумя подходами к ближайшему и к наиболее удаленному по маршруту станку ( $T_{мар}$ ), но учитывающий, помимо среднего времени отношения  $T_o$  к  $T_{мар}$ , еще и дисперсию длительности операций, выполняемых ткачом и вызывающих простой станка в ожидании ткача. Коэффициент  $K_o$  был определен в работе ЦНИХБИ с помощью имитацион-

ной модели обслуживания ткачом группы ткацких станков [2]. Для разных типов станков и разных видов маршрутов величина этого коэффициента колеблется от 0,76 до 0,80. Для станков СТБ при маршрутном обслуживании величина  $K_o$  может быть принята на уровне 0,78;  $K_M$  – коэффициент маршрутности, равный отношению длины полного маршрута, приходящегося на один станок, к сумме габаритов станка. Определяется он из замера длины маршрута по схеме расстановки станков. Для продольно маятниковых маршрутов ( $K_M$ ) при обслуживании от 6 до 24 станков колеблется в пределах 1,1...1,5 и может быть принят на уровне 1,3 с погрешностью для  $K_a$  менее 1%. Для конкретного типа станков и конкретного расположения их в комплекте ткача ( $K_M$ ) может быть уточнен (рис. 1 – пример расчета коэффициента маршрутности  $K_M$ : габариты станка 4,2×2 м; грудничный и торцевой проход 0,6 м; заскальный проход 1,2 м; количество станков 9, длина продольного прохода:  $L1 = 4,2 \times 3 + 0,6 \times 3 = 14,4$  м, длина поперечного прохода:  $b = 2 + 0,9 = 2,9$  м, суммарная длина проходов:  $A = 4L1 + 6b = 4 \times 14,4 + 6 \times 2,9 = 75$  м, сумма габаритов всех станков:  $\Gamma = (4,2 + 2) \times 9 = 55,8$  м,  $K_M = \frac{A}{\Gamma} = \frac{75}{55,8} = 1,34$ );

$\Pi, \Gamma_l$  – соответственно ширина и глубина станка, принимается по паспорту станка;  $V_T$  – скорость перемещения ткача по маршруту, принимается по нормативам.

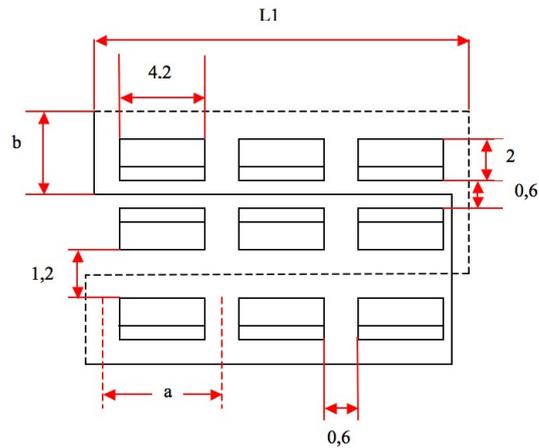


Рис. 1

В аналитической зависимости для определения совпадающих простоев станка, отличной от предлагаемой формулы и найденной из других предпосылок [3], было сделано допущение о том, что время простоя станка в ожидании ткача равно половине средней длительности маршрута. Как в дальнейшем было установлено, в теории массового обслуживания время простоя станка в ожидании ткача зависит не только от половины длительности маршрута, но и от дисперсии длительности операций, выполняемых ткачом и вызывающих простоя станка в ожидании ткача. Видимо, это и стало причиной того, что формула Фриденберга К.Э. [3] не получила применения.

Вывод предлагаемой формулы.

Среднее время простоя станка в ожидании ткача, приходящееся на 1 м ткани ( $t_c$ ), равно:

$$t_c = T_o n_o = \frac{T_o}{T_{\text{мар}}} T_{\text{мар}} n_o = K_o T_{\text{мар}} n_o, \quad (1)$$

(условные обозначения приведены выше).

В свою очередь:

$$T_{\text{мар}} = T_{\text{заг}} + T_x, \quad (2)$$

где  $T_{\text{заг}}$  – среднее время загрузки ткача работами за период  $T_{\text{мар}}$ ;  $T_x$  – среднее время ходьбы ткача за период  $T_{\text{мар}}$ .

При этом:

$$T_{\text{заг}} = t_{\text{зр}} N_{\text{П}} N_{\text{T}} T_{\text{мар}}, \quad (3)$$

где  $t_{\text{зр}}$  – среднее время загрузки ткача работами, приходящееся на 1 м ткани;  $N_{\text{П}}$  – норма производительности одного станка за единицу времени;  $N_{\text{T}}$  – количество станков в комплекте ткача.

Раскрывая значение  $N_{\text{П}}$  как  $A_{\text{T}} K_{\text{а}} = \frac{1}{t_{\text{М}}} K_{\text{а}}$ , можно получить:

$$T_{\text{заг}} = \frac{t_{\text{зр}} N_{\text{T}} T_{\text{мар}}}{t_{\text{М}} + t_{\text{НВ}} + t_{\text{с}}}. \quad (4)$$

Подставляя значение  $T_{\text{заг}}$  в уравнение (2) и решая его относительно  $T_{\text{мар}}$ , получаем:

$$T_{\text{мар}} = \frac{T_{\text{x}}}{1 - \frac{t_{\text{зр}} N_{\text{T}}}{t_{\text{М}} + t_{\text{НВ}} + t_{\text{с}}}}. \quad (5)$$

Подставляя значение  $T_{\text{мар}}$  из уравнения (5) в уравнение (1), получаем:

$$t_{\text{с}} = \frac{K_{\text{o}} n_{\text{o}} T_{\text{x}}}{1 - \frac{t_{\text{зр}} N_{\text{T}}}{t_{\text{М}} + t_{\text{НВ}} + t_{\text{с}}}}. \quad (6)$$

При продольном маятниковом маршруте время ходьбы по маршруту может быть выражено следующим образом:

$$T_{\text{x}} = \frac{L_{\text{М}}}{n_{\text{М}} V_{\text{T}}} = \frac{K_{\text{М}} N_{\text{T}} (\text{Ш} + \text{Гл})}{2V_{\text{T}}}, \quad (7)$$

где  $L_{\text{М}}$  – полная длина маршрута из начальной точки в начальную точку;  $n_{\text{М}}$  – количество подходов к станкам за время полного маршрута;  $N_{\text{T}}$  – количество

станков в комплекте ткача; Ш, Гл – соответственно ширина и глубина станка;  $V_{\text{T}}$  – скорость перемещения ткача по маршруту.

Подставляя значение  $T_{\text{x}}$  из уравнения (7) в уравнение (6) и введя приведенную выше замену переменных, получаем предлагаемую формулу:

$$t_{\text{с}} = \sqrt{\left( \left( \frac{a-b-c}{2} \right)^2 + ac \right)} - \frac{a-b-c}{2}.$$

Пример определения времени совпадающих простоев с помощью предлагаемой формулы.

Исходные данные: Количество прокидок уточин в минуту  $n_1 = 310$ . Плотность ткани по утку  $P_y = 230$  Н/10 см. Зона обслуживания ткача ( $N_{\text{T}}$ ) – 12 станков.  $K_{\text{o}}$  принимается 0,78. Габариты станка СТБУ-180 – 4,19 x 1,98 м. Скорость перемещения ткача по маршруту ( $V_{\text{T}}$ ) – 42 м/мин. Способ обслуживания станков маршрутный, продольно маятниковый.

Теоретическая производительность ткацкого станка, м/мин, равна:

$$A_{\text{T}} = \frac{n_1}{10P_y} = \frac{310}{2300} = 0,135 \text{ м / мин.}$$

Машинное время наработки 1 м ткани равно, мин:

$$t_{\text{М}} = \frac{1}{A_{\text{T}}} = \frac{1}{0,135} = 7,407 \text{ мин.}$$

Для определения  $t_{\text{НВ}}, t_{\text{зр}}, n_{\text{o}}$ , как обычно, составляется (табл. 1 – расчет величин  $t_{\text{НВ}}, t_{\text{зр}}, n_{\text{o}}$ ).

Т а б л и ц а 1

| № | Рабочие операции                                   | Время на операцию по нормативу | Число случаев на 1 м ткани | Общее время на 1 м ткани, с        |                         |
|---|--|--------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-------------------------|
|   |  |                                |                            | перерывов в работе станка $t_{НВ}$ | загрузки ткача $t_{ЗР}$ |
| 1 | Ликвидация обрыва основы <sup>1)</sup>             | 31/32                          | 0,2                        | 6,2                                | 6,4                     |
| 2 | Ликвидация обрыва утка                             | 13/14                          | 0,05                       | 0,65                               | 0,7                     |
| 3 | Поправка основы (25% от количества обрывов основы) | -/55                           | 0,05                       | 1,38 <sup>2)</sup>                 | 2,75                    |
| 4 | Пуск станка при самоостановах                      | 8/10                           | 0,05                       | 0,4                                | 0,5                     |
| 5 | Смена бобин с уточной пряжей                       | 9/11                           | 0,094                      | 0,85                               | 1,03                    |
| 6 | Подготовка бобин с уточной пряжей                  | -/2                            | 0,094                      | -                                  | 0,19                    |
| 7 | Заправка основы при узловязании                    | 1,5·4000                       | 0,0003                     | 1,8                                | -                       |
| 8 | Съем наработанной ткани                            | -/150                          | 0,012                      | -                                  | 1,8                     |
| 9 | Прочие мелкие операции                             |                                |                            | 1                                  | 2                       |
|   | Итого, с   |                                |                            | 12,28                              | 15,37                   |
|   | Итого, мин   |                                |                            | 0,205                              | 0,256                   |

Примечание. 1) – перед дробной чертой – время простоя станка, после дробной черты – время загрузки ткача; 2) – 50% поправок основы без останова станка.

Количество случаев, вызывающих ожидание ткача ( $n_0$ ), принимается суммированием количества случаев по пунктам

1...5 табл. 1 и равно 0,444 (0,2+0,05+0,05+0,05+0,094);  $K_M$  принимается на уровне 1,3.

$$a = t_M + t_{НВ} = 7,407 + 0,205 = 7,612; \quad b = N_T \times t_{ЗР} = 12 \times 0,256 = 3,072,$$

$$c = \frac{K_0 n_0 K_M N_T (\text{Ш} + \text{Гл})}{2V_T} = \frac{0,78 \cdot 0,444 \cdot 1,3 \cdot 12 \cdot (4,19 + 1,98)}{2 \cdot 42} = 0,397,$$

$$\frac{a - b - c}{2} = \frac{7,612 - 3,072 - 0,397}{2} = 2,071; \quad \left( \frac{a - b - c}{2} \right)^2 = 2,071^2 = 4,289,$$

$$ac = 7,612 \cdot 0,397 = 3,02,$$

$$t_c = \sqrt{\left( \left( \frac{a - b - c}{2} \right)^2 + ac \right)} - \frac{a - b - c}{2} = \sqrt{4,289 + 3,02} - 2,071 = 0,633,$$

$$K_a = \frac{7,407}{7,407 + 0,205 + 0,633} = 0,898.$$

Далее, как обычно, рассчитывается коэффициент простоев по группе "б". Принимаем для примера  $K_G = 0,945$ . КПВ станка и его норма производительности равны:

$$\text{КПВ} = K_a K_G = 0,898 \cdot 0,945 = 0,849,$$

$$N_{II} = A_T \cdot \text{КПВ} = 0,135 \cdot 60 \cdot 0,849 = 6,88 \text{ м/ч.}$$

## ВЫВОДЫ

Формула позволяет аналитически, менее трудоемко, определять простои станка

в ожидании ткача ("совпадающие простои ( $t_c$ )").

## ЛИТЕРАТУРА

1. Поляк Т. Б. и др. Организация, планирование и управление ткацким производством. – М.: Легпромбытиздат. 1986.

2. Оников Э.А. Имитационная модель обслуживания ткачом группы ткацких станков. Сборник трудов ЦНИХБИ за 1971 г. Ч. II. – М., 1973.

3. Фриденберг К.Э. Организация и планирование предприятий текстильной промышленности. Часть II, выпуск 4. – М.: Гизлегпром, 1953.

Рекомендована кафедрой ткачества. Поступила 16.12.13.