

УДК 677.025

DOI 10.47367/0021-3497\_2021\_5\_105

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАСХОДА СЫРЬЯ  
ДЛЯ СЛОЖНЫХ СТРУКТУР И ЗАПРАВОК ОСНОВОВЯЗАНЫХ ПОЛОТЕН**

**METHODOLOGY FOR CALCULATING THE CONSUMPTION  
OF RAW MATERIALS FOR COMPLEX STRUCTURES  
AND REFUELING OF WARP-KNITTED FABRICS**

*Н.В. ЗАВАРУЕВ, А.Г. ТУБОЛУШКИНА, Е.Н. КОЛЕСНИКОВА*

*N.V. ZAVARUEV, A.G. TUBOLUSHKINA, E.N. KOLESNIKOVA*

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A. N. Kosygin (Technology. Design. Art))

E-mail: anas-tub@mail.ru

*В работе представлена методика расчета расхода сырья по видам использованных нитей при вязании ушковыми гребенками разных переплетений и образованием сложных структур трикотажных основовязанных полотен, а также определение длины заправляемой нити в каждую ушковину соответствующей гребенки.*

*The paper presents a method for calculating the consumption of raw materials by the types of threads used in knitting with ear combs of different weaves and the formation of knitted warp-knitted fabric complex structures, as well as determining the length of the thread to be filled into each ear of the corresponding comb.*

**Ключевые слова:** основовязанные полотна, технологические переходы, методика расчета, расход сырья по видам нитей, длина заправляемой в ушковину нити.

**Keywords:** knitted warp-knitted fabrics, technological transitions, calculation method, raw material consumption by type of thread, length of the thread being filled into the ear.

Для выполнения любого заказа на производство основовязанных полотен предприятию-изготовителю перед вязанием

полотна требуется выполнять следующие подготовительные этапы.

1. Художественное проектирование полотна, результатом которого является разработка структуры полотна в графическом виде.

2. Техническое проектирование и экспериментальная проверка этапов технологического процесса производства основовязаного полотна, в результате которых определяются режимы всех технологических этапов производства, изменение параметров полотна: поверхностная плотность, плотности по горизонтали и вертикали на каждом этапе производства.

3. Процесс подготовки производства, в результате которого выполняются расчеты, позволяющие определить количество необходимого сырья разного вида на заказ.

Если для производства данного полотна используются несколько видов нитей, необходимо определять потребность каждого вида нити для каждой работающей на вязальной машине ушковой гребенки отдельно [1]. Для определения расхода каждого вида сырья необходимо рассчитать количество заправляемых ушковых нитей на каждой гребенке, а также длину нити, заправляемой в каждую ушковину гребенки. Как видим, в процессе подготовки производства основовязанных полотен требуется выполнять достаточно большое количество расчетов, которые требуют много времени и выполняются с большими допущениями и, следовательно, неточно. Кроме того, при большом объеме расчетов могут возникать ошибки.

Производство основовязанных полотен – это сложный технологический процесс, включающий: процесс подготовки сырья к вязанию, вязание на основовязальных машинах и процесс отделки готового полотна, который, в свою очередь, может включать несколько этапов, например, такие, как стирка или отмывка, глажение или отпарка. При каждом технологическом переходе параметры полотна могут значительно изменяться. Чтобы безошибочно рассчитать потребность каждого вида сырья для выработки заказа, необходимо при экспериментальной отработке процесса изготовления определять параметры полотна после каждого технологического перехода [2].

До настоящего времени расчет длин нитей, предназначенных для сновки на каждый сновальный вал, выполнялся вручную, исходя из возможной длины петель переплетения, вырабатываемого каждой гребенкой. Для точного расчета длин используемых нитей требовалось достаточно много времени, в особенности, если несколько работающих ушковых гребенок заправлены разными нитями и выполняют разные переплетения. При выполнении расчетов, с целью их упрощения, часто принимали длину нитей для заправки в одну ушковину одинаковой для всех гребенок, рассчитывая по большей величине, что практически всегда приводило к перерасходу дорогостоящего сырья.

С целью получения более точных результатов расчета расхода сырья при сложных структурах переплетений и использовании разных заправочных ушковых гребенок разработана методика расчета расхода сырья, позволяющая определять длину заправляемой нити в каждую работающую гребенку и общий расход каждого вида нити, как в каждой гребенке, так и в целом на заказ.

Так как в каждом переплетении, в каждой гребенке могут встречаться разные типы петель и их разное количество, и, следовательно, раппорты по высоте для разных гребенок могут быть разными. Нами введено понятие – общий раппорт структуры сетеполотна по высоте, который равен большему раппорту по высоте одного из переплетений, вырабатываемых на одной из гребенок. Раппорты по высоте других переплетений, вырабатываемых на других гребенках, должны быть всегда кратны общему раппорту.

Следует отметить, что каждая гребенка может заправляться разными видами основной нити, например, из синтетического волокна –  $On$  без обкрутки дополнительной нитью  $Dn$ , или из синтетического волокна с обкруткой дополнительной нитью  $Dn$  из натурального волокна или любой другой текстильной нитью или пряжей. Обкрученную нить обозначим –  $On\_obkrDn$ . Иногда в одну ушковину заправляют сразу две нити, которые работа-

ют одновременно, для обозначения такой нити используем следующее обозначение  $On_{Dn}$ .

Технологу, выполняющему расчет, необходимо знать площадь полотна  $S_1$ , получаемую после вязания:

$$S_1 = S_2 K_{osn},$$

где  $S_2$  – площадь, указанная заказчиком в договоре;  $K_{osn}$  – коэффициент отношения площадей образцов сетеполотен, соответственно, до отделки и после нее, определяемый при экспериментальной отработке технологического процесса.

Кроме этого, производитель должен знать необходимую общую массу сырья, расходуемую на заказанную площадь полотна, соответствующую площади полотна  $S_1$  после вязания. Так как в процессе наладки оборудования, подготовки сырья к вязанию и в процессе производства заказа могут появиться отходы, то масса сырья для выполнения заказа необходимой площади  $S_1$  должна быть заказана с учетом отходов и потерь, то есть общая необходимая масса сырья на заказ должна быть равна  $M_{sothpot}$  – массе полотна после вязания с учетом отходов и потерь (г).

Всю необходимую массу сырья  $M_{sothpot}$ , расходуемую на заказ, можно рассчитать, зная поверхностную плотность  $R_{on}$  полотна до отделки, полученного после вязания, и необходимую площадь полотна  $S_1$  после вязания.

$$M_{sothpot} = (R_{on} S_1) \left( 1 + \frac{PR_{oth}}{100} + \frac{PR_{pot}}{100} \right), \quad (1)$$

$$L_{ptr} = 2B + \sqrt{t^2 + B^2}, \quad L_{psuk} = 2B + \sqrt{4t^2 + B^2}, \quad L_{pcep} = 3B,$$

где  $B$  – высота петли,  $t$  – игольный шаг.

Определив экспериментально массу одного метра  $m_1 m_{on}$  основной нити в граммах и зная линейную плотность  $TEX_{Dn}$  (г/км) дополнительной нити, рассчитаем массу одного метра  $m_1 m_{Dn}$  дополнительной нити в граммах.

Теперь зададимся процентами отходов  $PR_{oth}$  и потерь  $PR_{pot}$  и определим их сум-

где  $PR_{oth}$  – процент отходов;  $PR_{pot}$  – процент потерь.

Остальные характеристики полотна при выполнении расчета используются также по показателям полотна до окончательной отделки, например: плотность полотна по горизонтали после вязания –  $P_{g1}$ ; плотность полотна по вертикали после вязания –  $P_{v1}$  и другие.

Зная класс используемой для вязания основовязальной машины  $K$ , технолог должен определить игольный шаг  $t$  (мм). Если заказанная ширина полотна после вязания (м)  $S_{h1}$ , а площадь полотна заказа после вязания (м<sup>2</sup>)  $S_1$ , то его длина после вязания (м)  $L_1$  будет равна:

$$L_1 = \frac{S_1}{S_{h1}}.$$

Используя формулу (1), определяем необходимую массу  $M_{sothpot}$  расходуемого сырья на заказ. Зная плотность полотна по горизонтали после вязания  $P_{g1}$  и ширину полотна, определяем число работающих игл  $I_z$  на машине, обеспечивающих получение полотна необходимой ширины  $S_{h1}$ :

$$I_z = 10 S_{h1} P_{g1}.$$

А зная плотность полотна по вертикали после вязания  $P_{v1}$ , определим высоту петли  $B$ . Теперь рассчитаем длину петель (мм) переплетений трико  $L_{ptr}$ , сукно  $L_{psuk}$  и цепочки  $L_{pcep}$ . Для расчета этих параметров используем формулы:

марное значение  $PR_{othpot}$ , также в процентах (%):

$$PR_{othpot} = PR_{oth} + PR_{pot}.$$

Потери составляют обычно так называемые невидимые угары, имеющиеся в производстве, которые образуются от осыпания микрочастиц волокон сырья разного вида в процессе обкрутки, сновки и вязания.

После выполнения предварительных расчетов, зная номера гребенок, работающих данное переплетение, например, 1, 2, 3, 4, 5, 6, приступаем непосредственно к расчетам расхода сырья последовательно для каждой работающей гребенки.

Для выполнения расчетов расхода сырья каждой работающей гребенкой технолог, выполняющий расчеты, должен знать, например, для первой гребенки:

1. Структуру переплетения, используемого на гребенке, допустим, сукно – С.

2. Тип нити в данной гребенке, например, дополнительная нить –  $D_n$ .

3. Высоту раппорта переплетения  $R_{apv1(pet)} = 2$ .

4. Проборку нитей в данной гребенке, например,  $R_{rob1} = 1 - 0$ .

5. Ширину раппорта проборки данной гребенки  $R_{apg1} = 2$ .

6. Число заправленных ушковин гребенки в раппорте проборки  $Z_{apr ushk1} = 1$ .

7. Число триковых петель в раппорте по высоте, если они имеются, допустим,  $tr_1 = 0$ .

8. Число суконных петель в раппорте по высоте, если они имеются, допустим,  $suk_1 = 2$ .

9. Число петель цепочки в раппорте по высоте, если они имеются, допустим,  $ser_1 = 0$ .

Зная указанную информацию о переплетении, можно приступить к расчетам. Определяем коэффициент заполнения для данной – первой гребенки по формуле:

$$K_{zap1} = \frac{Z_{apr ushk1}}{R_{apg1}} = 0,5. \quad (2)$$

Аналогичную информацию технолог должен знать для каждой работающей гребенки.

Далее необходимо выполнить выбор общего раппорта структуры и затем рассчитать дополнительные коэффициенты. Высота общего раппорта структуры  $R_{str}$  выбирается по большей величине раппортов переплетений работающих гребенок, допустим, для первой гребенки  $R_{apv1} = 2$ , для второй  $R_{apv2} = 4$ , для третьей  $R_{apv3} = 4$ ,  $R_{apv4} = 4$ ,  $R_{apv5} = 0$ ,  $R_{apv6} = 1$ , тогда  $R_{str} = 4$ . Затем определяем длину общего раппорта по высоте структуры  $L_{pstr}$  (мм) и коэффи-

циент увеличения числа каждого вида петель  $K_r$  в общем раппорте. Для данной – первой гребенки  $L_{pstr}$  и  $K_{r1}$ , равны, соответственно:

$$L_{pstr} = BR_{str} \quad K_{r1} = \frac{R_{str}}{R_{apv1}},$$

где  $B$  – высота петли (мм);  $R_{apv1}$  – раппорт переплетения по высоте в данной гребенке.

Теперь приступаем к расчету длины основной или дополнительной нитей, заправленной в одну ушковину гребенки, для которой выполняется расчет. В данном случае выполняем расчет для гребенки, названной первой и обозначенной цифрой 1.

Для первой гребенки, если при вязании переплетения на этой гребенке отсутствуют петли трико и цепочки, то при определении количества петель, имеем:

1. Количество триковых петель в общем раппорте структуры по высоте в первой гребенке

$$tr_{pet1} = tr_1 K_{r1} = 0.$$

2. Количество суконных петель в общем раппорте структуры по высоте в первой гребенке

$$Suk_{pet1} = suk_1 K_{r1} = 4.$$

3. Количество петель цепочки в общем раппорте структуры по высоте в первой гребенке

$$Ser_{pet1} = ser_1 K_{r1} = 0.$$

Зная количество и длины петель каждого вида, рассчитываем:

1. Длину дополнительной нити триковых петель в общем раппорте структуры по высоте в одной ушковине  $L_p D_{ntr1}$  первой гребенки (мм):

$$L_p D_{ntr1} = L_{ptr} tr_{pet1}.$$

2. Длину дополнительной нити суконных петель в общем раппорте структуры по высоте в одной ушковине  $L_p D_{nsuk1}$  первой гребенки (мм):

$$L_p D_{nsuk1} = L_{psuk} suk_{pet1}.$$

3. Длину дополнительной нити петель цепочки в общем раппорте структуры по высоте в одной ушковине  $L_p D_{ncep1}$  первой гребенки (мм):

$$L_p D_{ncep1} = L_{pcep} ser_{pet1}.$$

4. Длину дополнительной нити в общем раппорте по высоте в одной ушковине –  $\text{Sum}_1 L_p D_n$  первой гребенки (мм):

$$\text{Sum}_1 L_p D_n = L_p D_{n_{tr1}} + L_p D_{n_{suk1}} + L_p D_{n_{cep1}}.$$

Тогда суммарная длина дополнительной нити в общем раппорте по высоте во всех заправленных ушковицах –  $\text{Sum} G_1 L_p D_n$  первой гребенки (м) будет равна:

$$\text{Sum} G_1 L_p D_n = \frac{\text{Sum}_1 L_p D_n I_z K_{zap1}}{1000},$$

$$L_{uchk} D_{n_{sothpot1}} = \frac{\text{Sum}_1 L_p D_n N_{rap}}{1000} \left( 1 + \frac{PR_{oth}}{100} + \frac{PR_{pot}}{100} \right).$$

Длина дополнительной нити, заправленной во все ушковицы первой гребенки, с отходами и потерями  $L_{Dn_{sothpot1}}$  будет равна (м):

$$L_{Dn_{sothpot1}} = L_{uchk} D_{n_{sothpot1}} I_z K_{zap1}.$$

Аналогичным способом можно рассчитать количество основной нити  $On$ , если заправляется в ушковицы гребенки только нить  $On$ , а также если нить  $On$  заправляется одновременно в одну ушковицу с дополнительной нитью  $Dn$ , то есть используется нить  $On_{Dn}$ . В этом случае длина заправляемой в ушковицу основной нити  $On$  равна длине дополнительной нити  $Dn$ .

Наиболее сложно выполнить расчет при использовании основной нити  $On$ , об-

если  $I_z$  – количество игл, вырабатывающих структуру разработанного полотна;  $K_{zap1}$  – коэффициент заполнения ушковиц в первой гребенке, равен 0,5.

Если количество общих раппортов  $N_{rap}$  структуры на всей длине полотна заказа:

$$N_{rap} = L_1 \frac{1000}{(B \cdot R_{str})},$$

то длина дополнительной нити, заправленной в одну ушковицу первой гребенки, с отходами и потерями  $L_{uchk} D_{n_{sothpot1}}$  составит (м):

крученной дополнительной нитью  $Dn$ , то есть при использовании нити  $On_{ObkrDn}$ . При такой заправке длина основной нити  $On$  определяется по той же методике, а для расчета длины дополнительной нити, которая затрачивается для обкручивания одной нити и всех нитей в одной гребенке, требуется выполнить ряд дополнительных расчетов.

1. Суммарная длина  $\text{Sum} L_p On$  обкрученной основной нити  $On$  в общем раппорте по высоте во всех ушковицах всех гребенок, в которых используется дополнительная обкруточная нить –  $obkrDn$  (мм). Например, если такая нить  $On_{obkrDn}$  используется во второй, третьей и четвертой гребенках, суммарная длина  $\text{Sum} L_p On_{234}$  будет равна:

$$\text{Sum} L_p On_{234} = \text{Sum} G_2 L_p On + \text{Sum} G_3 L_p On + \text{Sum} G_4 L_p On,$$

где  $\text{Sum} G_2 L_p On$ ;  $\text{Sum} G_3 L_p On$ ;  $\text{Sum} G_4 L_p On$  – суммарные длины обкрученной основной нити  $On$  в общем раппорте по высоте во всех ушковицах соответственно, второй, третьей и четвертой гребенках, в которых используется дополнительная обкруточная нить –  $obkrDn$  (мм).

$$\text{Sum} L_{On_{sothpot234}} = L_{On_{sothpot2}} + L_{On_{sothpot3}} + L_{On_{sothpot4}},$$

2. Суммарную длину  $\text{Sum} L_{On_{sothpot234}}$  обкрученной основной нити  $On$  во всех ушковицах всех гребенок, в которых используется дополнительная обкруточная нить –  $obkrDn$  (мм) с отходами и потерями (м):

где  $L_{On_{sothpot2}}$ ;  $L_{On_{sothpot3}}$ ;  $L_{On_{sothpot4}}$  – длины обкрученной основной нити  $On$  во всех ушковиных всех гребенок, в которых используется дополнительная обкруточная нить –  $obkrDn$  (мм) с отходами и потерями (м) соответственно второй, третьей и четвертой гребенках.

$$L_{On_{sothpot}} = L_{On_{sothpot1}} + L_{On_{sothpot2}} + L_{On_{sothpot3}} + L_{On_{sothpot4}} + L_{On_{sothpot5}} + L_{On_{sothpot6}}. \quad (3)$$

Формула (3) учитывает все гребенки, в которых возможно использование основной нити. Масса всей основной нити с отходами и потерями  $M_{On_{sothpot}}$ , использованной на заказ (г), будет равна:

$$M_{On_{sothpot}} = L_{On_{sothpot}} m_1 m_{On},$$

В свою очередь, масса всей дополнительной нити с отходами и потерями  $M_{Dn_{sothpot}}$ , использованной на заказ (г), будет равна:

$$M_{Dn_{sothpot}} = M_{sothpot} - M_{On_{sothpot}},$$

$$L_{obkrDn_{sothpot}} = L_{Dn_{sothpot}} - L_{Dn_{sothpot1}} - L_{Dn_{sothpot5}} - L_{Dn_{sothpot6}},$$

где  $L_{Dn_{sothpot1}}$ ,  $L_{Dn_{sothpot5}}$ ,  $L_{Dn_{sothpot6}}$  – длины дополнительной нити с отходами и потерями, затраченные на вязание, если они там были использованы соответственно в первой, пятой и шестой гребенках. Тогда длина дополнительной нити  $L_{obkrDn_{sothpot2}}$ , затраченной на обкрутку основных нитей второй гребенки с отходами и потерями (м), будет равна:

$$L_{obkrDn_{sothpot2}} = L_{obkrDn_{sothpot}} \frac{\text{SumG}_2 L_p On}{\text{SumLpOn}_{234}},$$

где  $\text{SumG}_2 L_p On$  – суммарная длина обкрученной основной нити  $On$  в общем раппорте по высоте во всех ушковиных второй гребенки,  $\text{SumLpOn}_{234}$  – суммарная длина обкрученной основной нити  $On$  в общем раппорте по высоте во всех ушковиных второй, третьей и четвертой гребенках.

Длина дополнительной нити  $L_{obkrDn_{sothpot3}}$ ,  $L_{obkrDn_{sothpot4}}$ , затраченной на обкрутку

Так как основная нить  $On$  может быть использована в любой из шести ушковых гребенок, имеющих на машине, то длину всей основной нити с отходами и потерями  $L_{On_{sothpot}}$ , использованной на заказ (м) можно рассчитать по формуле:

где  $M_{sothpot}$  – общая масса сырья на заказ с отходами и потерями.

Длина всей дополнительной нити с отходами и потерями  $L_{Dn_{sothpot}}$ , использованной на заказ (м), составит:

$$L_{Dn_{sothpot}} = M_{Dn_{sothpot}} \frac{1000}{\text{TEXDn}},$$

где  $\text{TEXDn}$  – линейная плотность дополнительной нити  $Dn$ .

Длина дополнительной нити, затраченной на обкрутку основной нити с отходами и потерями,  $L_{obkrDn_{sothpot}}$  на все гребенки (м), составит:

основных нитей соответственно третьей и четвертой гребенки с отходами и потерями (м), рассчитывается аналогично.

В свою очередь, длина дополнительной нити  $L_{obkrDn_{sothpot2}}$  с отходами и потерями (м), затраченной на обкрутку основной нити одной ушковины с отходами и потерями второй гребенки, составит:

$$L_{obkrDn_{sothpot2}} = \frac{L_{obkrDn_{sothpot2}}}{I_z \cdot K_{zap2}},$$

где  $I_z$  – общее количество работающих игл на основовязальной машине, вырабатывающих структуру полотна;  $K_{zap2}$  – коэффициент заполнения второй гребенки.

Аналогично можно рассчитать длину дополнительной нити  $L_{obkrDn_{sothpot3}}$  и  $L_{obkrDn_{sothpot4}}$  с отходами и потерями (м), затраченной на обкрутку основной нити одной ушковины третьей и четвертой гребенок соответственно.

Вся длина дополнительной нити  $D_n$  для вязания и для обкрутки  $obkrD_n$  с отходами

$$LDn_{sothpot} = LDn_{sothpot1} + L_{obkr}Dn_{sothpot2} + L_{obkr}Dn_{sothpot3} + L_{obkr}Dn_{sothpot4} + LDn_{sothpot5} + LDn_{sothpot6}.$$

Масса дополнительной нити –  $D_n$  и  $obkrD_n$  с отходами и потерями ( $r$ ), затраченной на заказ, будет равна:

$$MDn_{sothpot} = LDn_{sothpot} \frac{TEXDn}{1000}.$$

Если обкруточная нить  $obkrD_n$  обкручивает основную нить в два конца, то длина каждого обкручивающего конца  $L_{1obkr}Dn_{1sothpot3}$  будет равна, например, для третьей гребенки, значению:

$$L_{1obkr}Dn_{1sothpot3} = \frac{L_{obkr}Dn_{1sothpot3}}{2}.$$

## ВЫВОДЫ

1. Проведенные по данной методике расчеты при использовании текстильных и металлических нитей показали высокие результаты совпадения расчетных и фактических данных. Отклонение результатов по массе полотна на заказ и длинам нитей на заказ, составили 1,5...2%, что входит в планируемые пределы отходов и потерь и значительно ниже ошибок, выполняемых без учета структур, использованных при вязании каждой работающей гребенки. Ошибки при использовании ранее применяемых способов расчета составляли 10...12%.

2. Предложенная методика расчета потребности сырья на заказ достаточно трудоемка и требует значительного расхода времени. С целью получения более точных результатов с минимальной затратой времени при определении потребности сырья, снижения трудозатрат при расчетах, при-

и потерями, затраченная на заказ ( $m$ ), составит:

водящих к удорожанию затрат на заказ, разработанные в методике расчетные процедуры преобразованы в программный продукт [3].

3. Разработанная методика расчета расхода сырья при выработке сложных основовязанных структур трикотажа может быть использована в качестве учебного пособия при подготовке технологов трикотажного производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шалов И.И., Далидович А.С., Кудрявин Л.А. Технология трикотажного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Заваруев Н.В. Разработка технологии производства металлотрикотажного трубчатого полотна технического назначения для соединения деталей: Дис...канд. техн. наук. – М.: МГУДТ, 2015.
3. Фаронов В.В. Программирование на персональных ЭВМ в среде Турбо-Паскаль. – М.: Изд-во МГТУ, 1991.

## REFERENCES

1. Shalov I.I., Dalidovich A.S., Kudryavin L.A. Tekhnologiya trikotazhnogo proizvodstva. – M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1984.
2. Zavaruev N.V. Razrabotka tekhnologii proizvodstva metalotrikotazhnogo trubchatogo polotna tekhnicheskogo naznacheniya dlya soedineniya detalley: Dis....kand. tekhn. nauk. – M.: MGUDT, 2015.
3. Faronov V.V. Programmirovaniye na personal'nykh EVM v srede Turbo-Paskal'. – M.: Izd-vo MGTU, 1991.

Рекомендована кафедрой проектирования и художественного оформления текстильных изделий. Поступила 15.10.21.