

УДК 677.024

**ВЛИЯНИЕ СИЛЫ ПРИБОЯ, ДОЗИРОВКИ УТОЧНОЙ НИТИ
НА ПАРАМЕТРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТКАНИ
И ИЗМЕНЕНИЕ ЭТИХ ПАРАМЕТРОВ
В ТЕЧЕНИЕ ВРЕМЕНИ ПРИБОЯ**

С.Г. СТЕПАНОВ, И.И. ВОЛКОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Исследование влияния силы прибоа, приходящейся на одну нить основы, на параметры формирования ткани бязь арт. 222 проводилось на основе численного решения с помощью пакета MathCAD11 конечно-разностного аналога [1 (2)...(12)] математической модели взаимодействия основных и уточных нитей в зоне формирования ткани (ЗФТ) [2] при различных значениях силы прибоа, установленном количестве скользящих уточин $m=1$ и других исходных данных, характеризующих бязь арт. 222 и условия ее формирования [1]. Натяжения в прибываемой уточине и в основе у опушки подсчитывались по выражениям соответственно [1 (14), (16)].

На рис. 1 представлены построенные по результатам расчета графики зависимостей натяжений в основной нити у опушки ткани N_0 , в прибываемой уточине Q_{X1} , во второй N_2 , третьей N_3 уточинах, сил взаимного давления между основой и прибываемой F_1 , второй F_2 и третьей F_3 уточинами в вертикальной плоскости в ЗФТ при крайнем переднем положении берда от силы прибоа, приходящейся на одну нить основы.

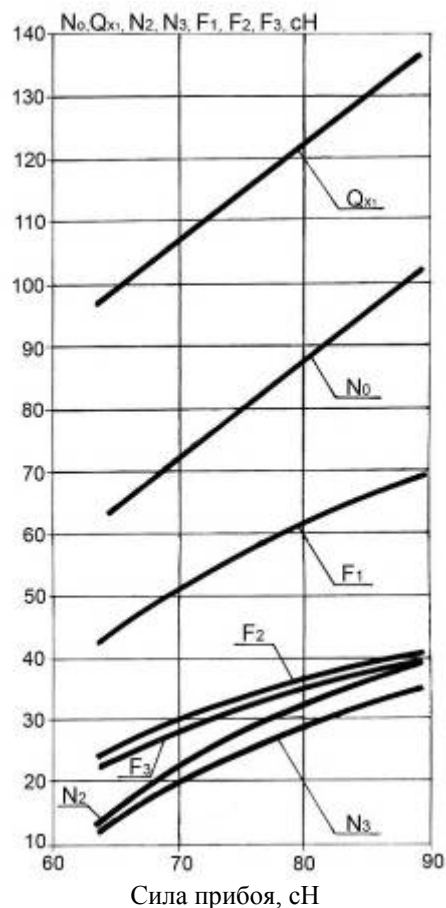


Рис. 1

* Научный консультант – проф., докт. техн. наук Г.И. Чистобородов.

Как и следовало ожидать, с увеличением силы прибоа существенно возрастают все перечисленные параметры формирования ткани.

Ниже в табл. 1 сведены результаты расчета натяжения основы у опушки ткани для бязи арт. 222 по конечно-разностному

аналогу [1 (16)] и по уравнению равновесия опушки ткани [3] по экспериментально найденным различным значениям силы прибоа и натяжения ткани в момент крайнего переднего натяжения берда [3, с.52, табл.6] при выработке бязи арт. 222.

Таблица 1

Сила прибоа на одну нить основы, сН	Натяжение основы по формуле [1 (16)], сН	Натяжение основы по уравнению равновесия опушки ткани (по данным В.Н. Васильченко [3]), сН	Относительное отклонение, %
88,8	101,3	103,0	1,65
71,6	74,5	77,0	3,25
66,7	65,7	67,7	2,95

Из табл. 1 следует, что значения натяжений основы у опушки ткани при различных величинах силы прибоа, рассчитанные по формуле [1 (16)], достаточно близки к значениям натяжений, найденным по уравнению равновесия опушки ткани [3], что свидетельствует о достоверности предлагаемой теории формирования ткани.

Исследование влияния дозировки утка на параметры формирования ткани бязь арт. 222 при крайнем переднем положении берда проводилось на основе численного решения с помощью пакета MathCAD11 конечно-разностного аналога [1 (2...12)] при количестве скользящих уточин $m=1$, новых значениях шагов конечно-разностной сетки основы и прочих исходных данных [1].

Дозировка утка D изменялась в пределах от 0 до 3,3%. При этом необходимые для расчетов значения шагов конечно-разностных сеток основы для каждого нового значения D подсчитывались по той же методике [1] и с использованием результатов расчета по тем же программам, в основу которых положена математическая модель строения ткани в зоне, близкой к ее опушке в момент заступа.

На рис. 2 представлены построенные по результатам расчета графики зависимости параметров $N_0, Q_{X1}, N_2, N_3, F_1, F_2, F_3$ от дозировки утка. Анализ графиков указывает на незначительное снижение натяжения в основе у опушки N_0 , сил взаимного давления между нитями F_1, F_2, F_3 и существенное снижение натяжений в прибываемой

уточине Q_{X1} и в двух следующих уточинах N_2, N_3 в ЗФТ с увеличением дозировки утка.

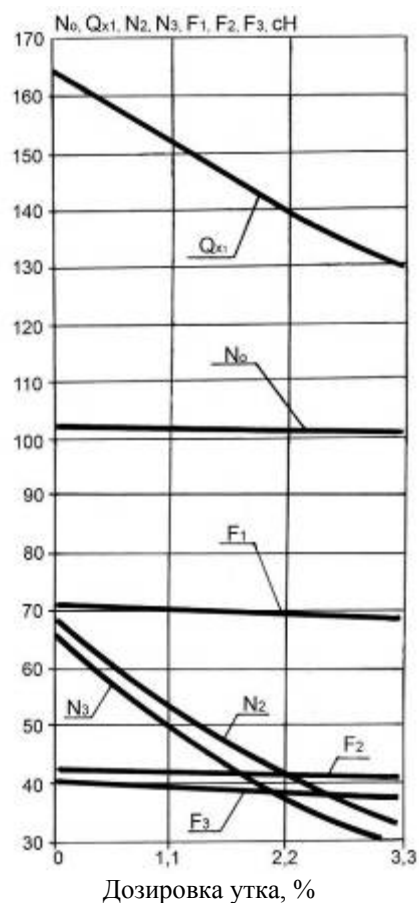


Рис. 2

Установленное в результате расчетов снижение натяжения в прибываемой уточине Q_{X1} полностью согласуется с практикой. Одним из важных преимуществ челночных станков, как известно, является возможность получения на них тканей с

высокой и особо высокой плотностью нитей, что объясняется наличием на этих станках дополнительного резерва по длине пробрасываемой уточины и, как следствие этого, более низких, по сравнению с бесчелночными станками, значений натяжения в прибиваемой уточной нити.

В работах, посвященных дозировке утка и ее влиянию на параметры формирования ткани, констатируется факт положительного влияния увеличения дозировки на снижение натяжения в прибиваемой уточине, а значит и обрывности уточных нитей, однако не раскрываются истинные причины этого явления.

Раскроем причины и объясним механизм снижения натяжения в прибиваемой уточине Q_{X1} с увеличением дозировки утка.

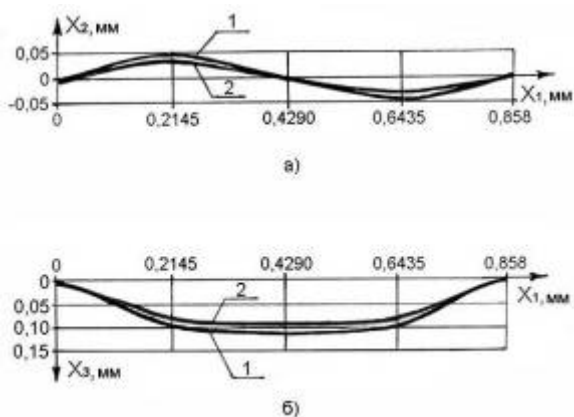


Рис. 3

На рис 3-а и б представлены построенные по результатам расчета кривые, отражающие деформированные оси прибиваемой уточины в вертикальной (а) и горизонтальной (б) плоскостях в момент крайнего переднего положения берда при дозировках 3,2% (кривая 1) и 0% (кривая 2).

Анализ кривых показывает, что перемещения (прогибы) и углы между касательными к деформированной оси уточины и осью X_1 в обеих плоскостях больше для уточин с дозировкой 3,2% из-за большего резерва по длине, причем при меньшей деформации растяжения, чем у уточин с дозировкой 0%.

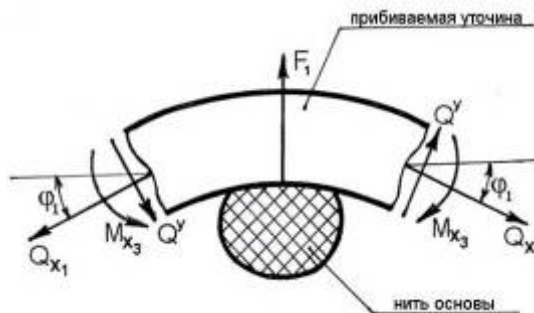


Рис. 4

Вырежем элемент прибиваемой уточины, например, в вертикальной плоскости в окрестности зоны ее контакта с основой (рис. 3-а), и покажем при этом толщину элемента прибиваемой уточины и воздействующую на него усилием F_1 нить основы со всеми возникающими в симметричных сечениях внутренними силовыми факторами (рис. 4).

Проецируя все силы на вертикаль, получим

$$F_1 - 2Q_{X1} \sin \phi_1 = 0. \quad (1)$$

Из уравнения (1) следует, что при некотором снижении вследствие увеличения дозировки силы F_1 (рис. 2) и при увеличившемся угле ϕ_1 (увеличение дозировки утка приводит к увеличению угла ϕ_1 (рис. 3-а)) необходимо меньшее натяжение Q_{X1} для удовлетворения этого уравнения равновесия.

К аналогичному заключению можно придти при рассмотрении равновесия элемента прибиваемой уточины в горизонтальной плоскости.

Исследование изменения параметров формирования ткани бязь арт. 222 в течение времени прибой выполнялось на основе численного совместного решения системы [1 (2)...(12)] и конечно-разностного аналога [1 (16)] уравнения натяжения основы у опушки, в котором натяжение основы у опушки N_0 и натяжение основы в ткани N_T в конце зоны формирования считались известными величинами.

При этом сила прибоя P в уравнении [1 (9)] являлась одним из параметров формирования, изменение которого в течение

времени прибора необходимо исследовать. В данном случае уравнение [1 (16)] является тем уравнением, которое необходимо добавить к системе [1 (2)...(12)], чтобы компенсировать переход силы прибора P из исходных данных к искомым величинам. Нетрудно убедиться, что при этом количество уравнений будет соответствовать количеству неизвестных.

Следует отметить, что параметр времени не входит непосредственно в расчетные уравнения, а присутствует в уравнениях через зависящие от времени прибора величины N_0 и N_T . Законы изменения этих величин во времени необходимо получить.

Воспользуемся для этого экспериментальными данными В.Н.Васильченко [3: с.48, табл.3, с. 51, табл.4, с. 52, табл.6], полученными при выработке бязи арт.222 на челночном станке, согласно которым натяжение основы у скала в начале прибора в динамических условиях – 0,196 Н, натяжение ткани в начале прибора и в момент крайнего переднего положения берда соответственно – 0,177Н и 0,039Н, максимальное натяжение основы у опушки (в момент крайнего переднего положения берда) $N_0=0,77Н$ при силе прибора $P=0,716Н$, приходящейся на одну нить основы.

Считаем, что натяжение основы у опушки в начале прибора равно натяжению основы у скала. Тогда, зная величины натяжений основы у опушки в начале прибора и в момент крайнего переднего положения берда и принимая в первом приближении линейный закон изменения натяжения основы от времени при приборе, получим

$$N_0 = 0,196 + 31,452t, \quad (2)$$

где t – время прибора, изменяющееся от 0 (момент встречи берда с опушкой ткани – начало прибора) до $t_{пр}$ (момент крайнего переднего положения берда).

Время $t_{пр}$, соответствующее крайнему переднему положению берда, определялось по известным величинам – приборной полоске $\alpha_{пр}$ в углах поворота коленчатого вала станка и числу оборотов $n_{ст}$ коленчатого вала станка в минуту.

Согласно [3] эти величины при выработке бязи арт.222 составляют:

$$\alpha_{пр} = 23^\circ, \\ n_{ст} = 210 \text{ об/мин.}$$

Тогда для времени $t_{пр}$ получим:

$$t_{пр} = \frac{60 \cdot 23^0}{210 \cdot 360} = 0,01825с.$$

Коэффициент при t в (2) определялся из условия, что при $t = t_{пр} = 0,01825с$ натяжение N_0 равно натяжению основы у опушки ткани в момент крайнего переднего положения берда, то есть 0,77Н.

Зная величины натяжения ткани N_T в начале прибора и в момент крайнего переднего положения берда и принимая в первом приближении линейный закон изменения натяжения ткани от времени при приборе, получим

$$N_T = 0,177 - 7,562t. \quad (3)$$

Коэффициент при t в (3) определялся из условия, что при $t = t_{пр} = 0,01825 с$ натяжением N_T равно натяжению ткани у опушки в момент крайнего переднего положения берда, то есть 0,039Н.

Значения параметров формирования ткани в течение времени прибора определялись по следующему алгоритму. Вначале на временном интервале от 0 до $t_{пр}$ выбирался ряд точек, соответствующих моментам времени 0,003042с, 0,006083с, 0,009125с, 0,012167с, 0,01825с, для которых по (2) и (3) определялись значения величин N_0 и N_T .

Для найденных значений N_0 и N_T и других исходных данных, характеризующих бязь арт. 222 и условия ее формирования [1], с помощью пакета программ MathCAD11 решалась система [1 (2)...(12)] совместно с конечно-разностным аналогом [1 (16)] уравнения натяжения основы у опушки.

По результатам расчета построены кривые изменения в течение времени прибора следующих параметров: силы прибора P (рис. 5), натяжений в прибываемой Q_{X1} ,

второй N_2 и третьей N_3 уточинах (рис.6); сил взаимного давления в вертикальной плоскости между основой и прибываемой

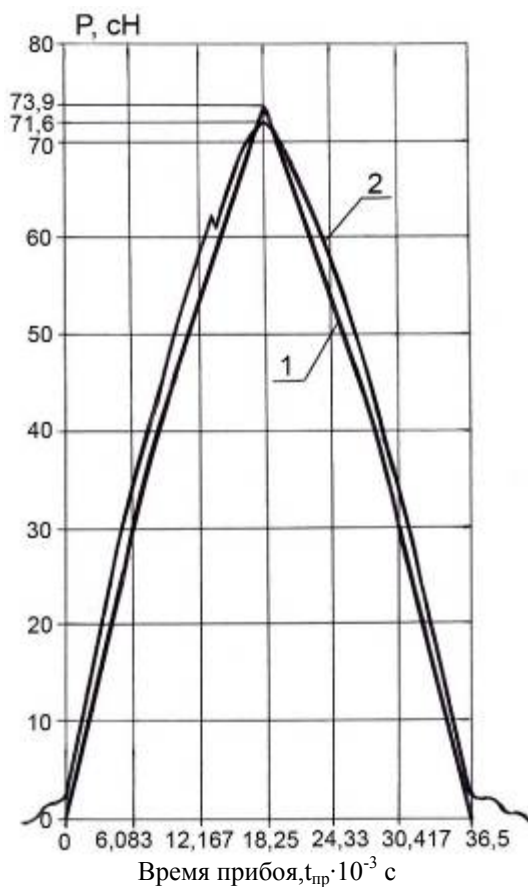


Рис. 5

Кривая изменения силы прибоа от времени (рис.5) вначале была построена для интервала времени от 0 до $t_{пр}$, а затем, учитывая симметрию кривой, достроена для интервала времени $t_{пр} - t_{\Sigma}$, где $t_{\Sigma} = 0,0365c$ – полное время прибоа от встречи берда с опушкой до момента отхода берда от опушки. При этом считалось, что в момент встречи берда с опушкой ($t=0$) сила прибоа равна 0 (по экспериментальным данным В.Н.Васильченко [3] эта сила, обусловленная трением прибываемой уточины о нить основы, в начале прибоа при выработке бязи арт.222 составляет 0,025Н).

На рис. 5, помимо построенной по результатам расчета кривой, приведена осциллограмма силы прибоа, полученная при выработке бязи арт.222 на станке АТК-100

F_1 , второй F_2 , и третьей F_3 уточинами (рис.7).

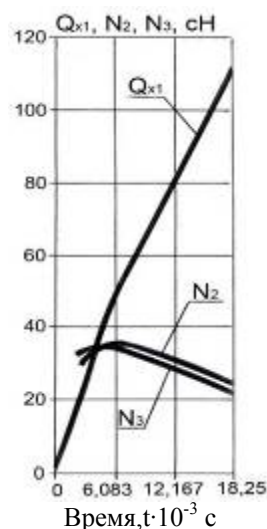


Рис. 6

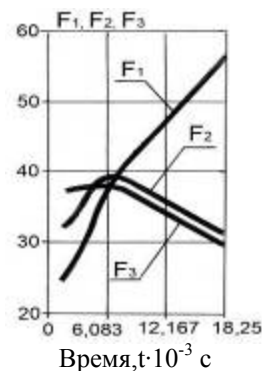


Рис. 7

[3, с.47, рис.23-б]. Обе кривые даны на рисунке в одном масштабе. Согласно рис. 5 имеет место достаточно хорошее совпадение расчетной и экспериментальной кривых. Расхождение в пиковых значениях кривых (по силе прибоа в момент крайнего переднего положения берда) составляет 3,2%.

Достаточно хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных по силе прибоа подтверждает достоверность предложенной теории формирования ткани.

Согласно кривым, характеризующим зависимости натяжений в уточинах (рис. 6) и сил взаимного давления между нитями (рис. 7) и построенным для интервала времени от 0 до $t_{пр}$, на всем интервале време-

ни от начала прибоа и до момента крайнего переднего положения берда имеет место возрастание натяжения в прибываемой уточине Q_{X1} и силы взаимного давления между прибываемой уточиной и основной F_1 .

Что касается натяжений во второй N_2 и третьей N_3 уточинах и сил взаимного давления между этими уточинами F_2 , F_3 и основной, то в начальной стадии прибоа в интервале времени от 0 до 0,00683с эти параметры возрастают.

На остальном интервале времени имеет место устойчивое снижение этих параметров, что может быть объяснено следующими причинами: с момента времени $t=0,00683с$ при прибое начинают существенно увеличиваться высоты волн изгиба основы в ЗФТ, при этом у контактирующих с основой уточин высоты волн изгиба уменьшаются с одновременным снижением натяжения в уточинах и уменьшением сил взаимного давления между нитями.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что с увеличением силы прибоа значительно возрастают натяжения основы у опушки ткани и в уточинах (в том числе в прибываемой) при крайнем переднем положении берда, силы взаимного давления между нитями, о чем свидетельствуют графики зависимости перечисленных параметров от силы прибоа.

2. Выявлено, что с увеличением дозировки незначительно снижаются натяжения основы у опушки ткани и силы взаим-

ного давления между нитями в ЗФТ, существенно уменьшаются натяжения в уточинах, в том числе и в прибываемой, что подтверждается графиками зависимости этих параметров от дозировки утка. Раскрыты причины и объяснен механизм снижения натяжения в прибываемой уточине с увеличением дозировки утка.

3. Получены кривые изменения силы прибоа, натяжений в уточинах, сил взаимного давления между нитями в течение времени прибоа (при этом первая из них хорошо согласуется с осциллограммой силы прибоа), вскрыты причины снижения натяжений во второй и третьей уточинах и сил взаимного давления между этими уточинами и основой в течение времени прибоа.

4. Хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных подтверждает достоверность предлагаемой теории формирования ткани.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов С.Г., Волков И.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 4. С. 30...35.
2. Степанов С.Г., Волков И.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 1. С.47...52.
3. Васильченко В.Н. Исследование процесса прибоа утка. – М.: Гизлегпром, 1959.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии. Поступила 01.09.07.