

**МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ****НАПРЯЖЁННОЕ СОСТОЯНИЕ ВИТКА И ОБРЫВНОСТЬ РОВНИЦЫ  
НА ПОВЕРХНОСТИ РОВНИЧНОЙ ПАКОВКИ****Бабаджанов Собит Хусанович***д-р техн. наук, Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
Узбекистан, г.Ташкент,***Исхакова Фазилят Фаррух қизи***ассистент, Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности,  
Узбекистан, г. Ташкент,  
E-mail: [isxakovaf92@mail.ru](mailto:isxakovaf92@mail.ru)***STRESS CONDITION OF COIL AND MOLDING CLAIM ON SURFACE OF LEVEL BACKING****Sabit Babadjanov***Dr. Tech. Science, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,  
Uzbekistan, Tashkent,***Fazilat Isxakova***Assistant, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,  
Uzbekistan, Tashkent,***АННОТАЦИЯ**

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований по определению причин возникновения обрывности ровницы на поверхности ровничной паковки. Предложена методика расчета напряжений в слоях уложенных витков ровницы и предложена методика расчета и конструкция ровничных катушек с податливым упругим слоем.

**ABSTRACT**

The article presents the results of experimental studies to determine the causes of roving breakage on the surface of the roving frame. A method for calculating the stresses in the layers of the laid turns of the rove is proposed, and the calculation and design of roving coils with a flexible elastic layer are proposed.

**Ключевые слова:** ровница, виток, ровничные паковки, наматывания, слой ровницы.

**Keywords:** roving, coil, roving package, winding, roving layer.

Для определения обрывности в процессе наматывания ровницы на катушки нами были проведены исследования на ровничной машине. Наблюдения проводились для 100 веретен в течении одного часа времени на машинах вырабатывающих ровницу. Эксперименты проводились на хлопчатобумажной ровнице линейной плотностью 500 текс, 1000 текс и 1600 текс с коэффициентами крутки соответственно  $\alpha=28,1$  круткой 48 кр/м и 28 кр/м, выработанных на машине Р-260-5 из волокна длиной 31/32 мм.

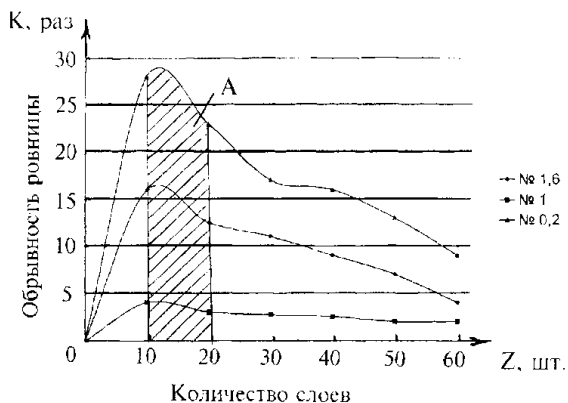
При исследованиях ровница наматывалась на ровничные паковки диаметром 47 мм и длиной раз-

маха каретки 300 мм и формировались паковки диаметром до 150 мм, при этом определялось количество слоев.

При формировании ровничных паковок натяжение ровницы, укладываемой на паковку, контролировалась при помощи тензометрического датчика. И она поддерживалась постоянно в течение наработки паковок.

Из анализа полученных результатов проведенных исследований по определению обрывности ровницы на ровничных машинах в процессе ее наматывания на катушку выяснилось, что в процессе формирования ровничной паковки обрывность зависимо от диаметра наматывания как показано на рис. 1.

Также анализ результатов исследований показал, что наибольшее число обрывов происходит при наматывании слоев ровницы от 10 до 20 единиц в зоне А, для всех толщин ровницы. При наматывании данных слоев ровницы на поверхность паковки натяжение ровницы существенно изменялось от требуемой и трудно было удерживать его стабильно одинаковым.



**Рисунок 1. Зависимость обрывности ровницы от числа слоев на поверхности ровничной паковки в процессе ее формирования**

Следует отметить что в работах, проведенных исследователями [2,3], приводятся данные о повышении обрывности ровницы при наматывании на катушки в начале намотки, в ходе экспериментальных исследований выяснилось, что неравномерное приращение диаметра намотки соблюдается на слоях намотки от 10 до 30, что соответствует диаметрам, при которых увеличивается обрывность ровницы, как в нашем случае. Как известно [1], натяжение продукта на паковке определяется, выражением

$$T = E_p F_p \epsilon$$

где:  $E_p$  — модуль упругости ровницы на поверхности паковки;

$F_p$  — площадь поперечного сечения ровницы;

$\epsilon$  — относительная деформация ровницы;

Давление витка, передаваемое на единицу поверхности тела при наматывании

$$q_b = \frac{T_3}{R_b b}$$

Это давление, согласно выводам [4], вызывает радиальную деформацию поверхности

$$\epsilon_n = \frac{E_p h \epsilon_p}{E_n R} = \frac{R_n - R_b}{R_n}$$

где:  $E_n$  — радиальный модуль упругости паковки;

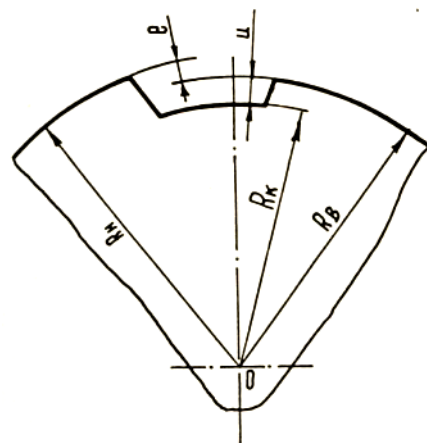
$R_b$  — восстановленный радиус намотки, после отхода лапки рогульки с поверхности уложенного слоя ровницы.

$\epsilon_p$  — относительная деформация ровницы.

В данном случае деформация поверхности  $\epsilon_n$  вызывает переход витка с радиуса намоточного  $R_n$  на другой, меньший радиус  $R_b$  и соответственно, снижение его натяжения.

$$\Delta T_4 = E_p F_p \epsilon_p \tag{1}$$

Сжатый за счет прижима лапки слой намотки после её отхода стремится восстановиться, до прежнего размера  $R_n$ , но тело наматывания не сможет полностью восстановить свой размер за счет сопротивления витка ровницы. См. рис. 2.



**Рисунок 2. Схема восстановления контактного радиуса наматывания**

В этом случае устанавливается равновесие, когда тело намотки частично восстановит свой размер до величины  $R_b$ , а уложенный виток ровницы перейдет с  $R_n$  на  $R_b$  и получит дополнительную деформацию  $\epsilon_{pi}$ , следовательно, дополнительное натяжение  $\Delta T$ .

Силовое равновесие витка ровницы на восстановленном радиусе  $R_b$  представим в виде суммы радиальных давлений

$$q_0 - q_p = 0 \tag{2}$$

Реакция основания на виток будет

$$q_0 = E_p \epsilon_p \tag{3}$$

Натяжение витка на паковке будет

$$T_4 = T_3 + \Delta T \tag{4}$$

Таким образом, определяющим фактором механической напряженности в теле намотки служит натяжение наматываемой ровницы  $T_4$ , которое в общем случае является постоянной величиной в течении наработки паковки. Но в реальных условиях намоточное натяжение контролируемое в течении

наработки сема на теле намотки существенно отличается и видимо приводит к проявлению обрывности на машинах при определенных диаметрах наматывания. Как видно из уравнения (2) в определении податливости паковки параметр модуля упругости принят для тела намотки, а реальных условиях при наматывании первых слоев ровницы она укладывается на жесткое основание, на пустой патрон, что весьма отличаются от условий наматывания ровницы, значение модуля упругости патрона весьма превышает модуль упругости намотки что и приводит к нарушению процесса наматывания ровницы. В данном случае равновесие витка на поверхности патрона запишется в виде:

$E_p h \varepsilon_p = E_{\text{пат}} R \varepsilon_{\text{пат}}$  (1,3) и приведенный модуль упругости вычисляется из условий равновесия витка на поверхности патрона.

Анализируя полученные уравнения равновесия витка можно судить о том, что натяжения ровницы на поверхности пустого патрона существенно зависят от упругих свойств самой ровницы так как, при наматывании ровницы за счет удельного давления создаваемой витком ровницы патрон не имеет возможности деформироваться. Прочностные характеристики патрона и матерела, из которого они изготовлены, приводят к перераспределению напряжений тело намотки и ровницы, причиной которой и является повышение обрывности ровницы при формировании ровничных паковок в начальной стадии наматывания. Податливость оправки следует относить к числу важнейших факторов, определяющих уровень напряженного состояния тела намотки. Практически податливость характеризуется критериальным параметром  $\eta$ . По данным [4], нетрудно проследить зависимость относительного радиального напряжения  $\sigma_r/\sigma_0$  от  $\eta$ ; с ростом  $\eta$  уровень напряжений снижается. Иными словами, с увеличением податливости оправки давление на нее со стороны тела намотки падает. Незнание или недооценка этого факта при проектировании приемно-намоточных механизмов не позволяет выявить оптимальную конструкцию. При наличии не обратимых (пластических) деформаций в оправке, обусловленных высоким давлением на нее, оправку часто стремятся укрепить утолщением ее стенки. Это, естественно, ведет к утяжелению конструкции, перерасходу материала. При этом повышается прочность оправки, но не устраняется другое отрицательное явление, известное под названием «прослеживание нитей». Увеличение жесткости оправки обуславливает рост уровня напряженного состояния тела намотки и, следовательно, ухудшение прочностных свойств нитей, поскольку в местах их взаимного перекрещивания увеличиваются контактные пластические деформации. Удачным вариантом можно считать, использование слоистой оправки у которой нижние слои, является основанием, выполнен из жесткого однородного материала (металла или пластмассы), а верхний слой — из податливого материала, обладаю-

щего в широком диапазоне деформаций упруго восстанавливаемыми свойствами (таким материалом могут быть, например, некоторые сорта резины, которые подчиняются закону Гука до деформаций, достигающих 30%, а также полиуретан).

Рассмотрим методику приближенного нахождения основных параметров двухслойной оправки.

Предполагаем справедливыми допущения:

в оправке отсутствуют начальные напряжения; основание оправки (нижний слой) является абсолютно жестким, недеформируемым.

Упругие постоянные материала, из которого выполнен податливый слой:  $E_1, \mu_1$ .

В соответствии с решением задачи Ляме для не тонкостенной цилиндрической оболочки имеем следующие выражения для упругих радиальных перемещений  $\omega$  и напряжений  $\sigma_r$  точек податливого слоя:

$$\omega = \frac{1}{E_1} \left[ C_1 (1 - \mu_1) r + C_2 (1 + \mu_1) \frac{1}{r} \right]; \quad \sigma_r = C_1 - \frac{C_2}{r^2} \quad (5)$$

Постоянные интегрирования  $C_1, C_2$  определим из граничных условий:

$$\sigma_r = -p_b \text{ при } r = r_b; \quad \omega = 0$$

При  $r = r_1$  (6)

Реализация условий (2.) приводит к таким значениям  $C_1$  и  $C_2$

$$C_1 = -P_b \frac{(1 + \mu_1)}{(1 + \mu_1) + (1 - \mu_1) \alpha_1^2};$$

$$C_2 = P_b \frac{r_1^2 (1 - \mu_1)}{(1 + \mu_1) + (1 - \mu_1) \alpha_1^2}, \quad (7)$$

Где  $\alpha_1 = \frac{r_1}{r_b}$

Подставив (7) в (5) и полагая  $r = r_b$  и  $p_b = 1$ , получим выражение для податливости оправки по давлению

$$v_r = \frac{(1 - \mu_1)(1 - \alpha_1^2) r_b}{\left(1 + \frac{1 - \mu_1}{1 + \mu_1} \alpha_1^2\right) E_1}$$

В этом случае критериальный параметр

$$\eta = \chi \frac{E_H}{E_1} \frac{(1 - \mu_1)(1 - \alpha_1^2)}{\left(1 + \frac{1 - \mu_1}{1 + \mu_1} \alpha_1^2\right)} \quad (8)$$

Известно, что в стесненных условиях резина превращается в практически недеформируемый мате-

риал; поэтому податливый слой оправки следует готовить не сплошным, а в виде изолированных над слоем сплошного материала. Общий вид таких материалов показаны на рис.3.



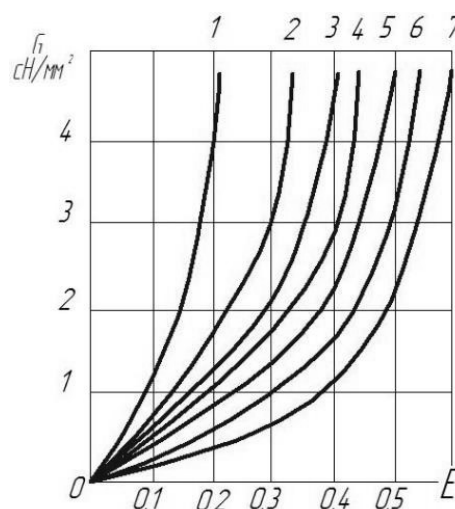
**Рисунок 3. Патроны с податливой системой, наклеенной на поверхность патрона**

Как правило, податливая оправка с изолированным расположением элементов имеет нелинейную характеристику.

Податливая оправка, помимо уменьшения уровня давлений в теле намотки, придает намоточному изделию в частности ровничной паковке еще одно важное качество – существенно улучшает условия сматывания ровницы с поверхности патрона на прядильных машинах.

Сущность эффекта заключается в том, что за счет упруго восстанавливающих свойств оправки по мере разматывания создается подпор нижележащих слоев. Витки ровницы сохраняют достаточное натяжение, благодаря чему снижается вероятность слета их с поверхности паковки. Представляет практический интерес решения вопроса о том, как глубоко по радиусу намотки может трансформироваться напряженное состояние при изменении податливости оправки. На рис.4. показан характер распределения межслойных давлений по радиусу тела намотки для трех значений критериального параметра  $\eta$ : 0; 5; 100. Крайние значения соответствуют абсолютно жесткой и очень по-

датливой оправке. Качественный характер приведенных кривых сохраняется при различных значениях критериальных параметров  $\rho_n$ ,  $\nu$ .



**Рисунок 4. График распределения давлений на теле намотки для различных условий податливости. 1.  $R=0,025$ м, 2.  $R=0,030$ м, 3.  $R=0,040$ м, 4.  $R=0,050$ м, 5.  $R=0,06$ м, 6.  $R=0,070$ м, 7.  $R=0,080$ м.**

Анализ межслойных давлений свидетельствует о том, что податливость оправки существенно влияет на напряженное состояние только в части толщины тела намотки, смежной с оправкой, и практически не влияет на напряжения в части толщины тела намотки, примыкающей к наружному контуру. При использовании жестких патронов максимум давлений приходится на оправку и наоборот на тело намотки что в свою очередь приводит к появлению скрытой вытяжки или к повышению обрывности на теле намотки.

По этому, в процессе формирования ровничной паковки мотальный механизм машины настраивают на минимальный уровень натяжения до формирования намотки в первых нескольких слоев.

**Выводы.** Разработана методика расчета патронов с упругим элементом, позволяющая уменьшить напряженное состояние паковки про формирование.

Установлено что, напряженное состояние может быть причиной увеличения обрывности ровницы на поверхности паковки при ее наматывании на ровничных машинах.

#### Список литературы:

1. Антониу Жорже и др. Анализ давления ровницы на катушке. «Ind. usoara. Text., trectaje. Conf. Text» 1982.– 33. –№ 9. –с.393-397.
2. Бабаджанов С.Х., Соркин А.П. и др. Тезисы докладов. ТИТЛП. – 1982.– часть 1.
3. Соркин А.П. Анализ динамики процесса намотки ровницы на ровничной машине. Ж. «Известия вузов. Технология текстильная промышленности». 1984. –№3.–с.26-30.
4. Степанов А.П. К расчету давления нетей на основу паковки. Известия вузов. Технология текстильная промышленности. 1971.–№4.