

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И РЕЖИМОВ НАМАТЫВАНИЯ ПАКОВОК С МЕДНОЙ ПРОВОЛОКОЙ

*В.А. КОПНИН*

(Костромской государственный технологический университет)

В Костромском государственном технологическом университете ведутся работы по модернизации прядильно-крутильной машины ПК-100МЗ с целью производства комбинированных нитей, применяемых в безасбестовых фрикционных материалах. В процессе исследований решался вопрос о формировании паковки с медной проволокой диаметром 0,15...0,18 мм для проходного веретена ВПК-32-65-140, которое установлено на машине.

По аналогии с технологией, применяемой в производстве химических волокон, было принято решение формировать паковку для проходного веретена на сопряженную с ним двухфланцевую катушку из стеклонеполненного капрона (1771-ТУ6-05-16-77). Размеры катушки: общая длина 245 мм; диаметр фланца 64 мм; диаметр стволика 40 мм; внутреннее расстояние между фланцами 215 мм. Для формирования крестовой намотки на катушке использовали перемоточную машину МП-220.

В [1...3] установлена качественная и

количественная зависимость плотности слоя намотки от натяжения нити, шага раскладки, радиуса паковки, материала патрона и т.д.

В нашем случае в основу алгоритма расчета положено представление тела намотки как совокупности цилиндрических слоев малой толщины, отличающихся по плотности, жесткости, натяжению проволоки и другим характеристикам [4]. Каждый слой рассматривается как тело, образованное намоткой на податливое основание и подвергнувшееся давлению вышерасположенных слоев.

Для определения межслойных давлений и натяжения проволоки в слоях паковки представили ее в виде набора цилиндрических слоев. Податливым основанием является стволик двухфланцевой катушки или конструкции из стволика и части слоя намотки. В пределах одного слоя угол подъема витков, натяжение нити, упругие характеристики слоя и проволоки считаем постоянными.

Давление, создаваемое слоем, который образует проволока, уложенная с углом

---

Большую помощь при подготовке статьи оказал доц., канд.техн.наук А.М. Волков.

подъема  $\alpha$  и силой натяжения  $T$ , можно оценить с помощью зависимости, приведенной в [5], [6]:

$$p_T = T\sigma \cos(\alpha) \frac{r_H - r_B}{r_B}, \quad (1)$$

где  $\delta$  – число проволок в единице площади поперечного сечения слоя, равное отношению плотности слоя к линейной плотности нити;  $r_H$  – наружный радиус слоя;  $r_B$  – внутренний радиус слоя.

Давление вышележащих слоев передается на внутренний радиус некоторыми потерями:

$$p_B = p_H \frac{r_H^2(1 + \varepsilon)}{r_H^2 + \varepsilon + r_B^2}, \quad (2)$$

где  $p_H$  – давление вышележащих слоев;  $p_B$  – часть давления, передаваемая на внутренний радиус данного слоя;  $\varepsilon$  – безразмерный параметр, характеризующий упругие свойства слоя и его основание.

Параметр  $\varepsilon$  определяется из соотношения:

$$\varepsilon = \frac{r_B - B_B E}{r_B + B_B E}, \quad (3)$$

где  $B_B$  – податливость основания слоя по давлению;  $E$  – модуль упругости слоя при сжатии, который предполагается одинаковым в радиальном и окружном направлениях.

Податливость по давлению (для данного слоя) может быть найдена с помощью уравнения:

$$B = \frac{r_H^3 - r_B^2 r_H \varepsilon}{E(r_H^2 + r_H^2 \varepsilon)}. \quad (4)$$

Пусть для данной паковки проволоки заданы: жесткость проволоки при упругом растяжении; намоточное натяжение; угол подъема нити как функция радиуса паковки; модуль упругости и площадь намотки как функция межслойного давления. Поскольку характеристики слоя зависят от

его напряженного состояния, построим модель паковки на основе слежения за наложениями в теле намотки по мере ее формирования.

Расчет начнем с укладки первого слоя нити натяжением  $T_1$  с углом подъема  $\alpha$  на оправку (стволлик двухфланцевой катушки) податливостью  $B_0$ . Зададимся начальным значением числа проволок на единицу площади поперечного сечения слоя. Вычислим давление на оправку  $p_T$  по формуле (1) и уточним значение модуля упругости и плотности слоя. Повторяем эти вычисления в цикле до достижения устойчивого результата. По формуле (4) рассчитаем податливость первого слоя  $B_1$  давлению вышележащих слоев.

Добавим второй слой нити натяжением  $T_2$  с углом подъема  $\alpha$ . Вычислим его давление на первый слой. Найдем давление обоих слоев на оправку как сумму давлений, создаваемого натяжением нити первого слоя и давления, передающегося через первый слой от второго:

$$p_1 = T_1 \delta \cos(\alpha) \frac{r_{H1} - r_{B1}}{r_{B1}} + p_{H1} \frac{(r_{H1})^2 + (1 + \xi)}{(r_{H1})^2 + \xi(r_{B1})^2}. \quad (5)$$

Зная давление на оправку, определим уменьшение ее радиуса:

$$\Delta r_0 = p_1 B_0.$$

По радиальной деформации оправки оценим потерю натяжения проволоками первого слоя и новое значение натяжения:

$$\Delta T_1 = C \frac{\Delta r_0}{r_0}, \quad (6)$$

$$T_1 = T_1 - C \frac{\Delta r_0}{r_0}, \quad (7)$$

где  $C$  – жесткость проволоки при растяжении.

Повторяем расчет по формулам (4)...(7) для уточнения значений давления на оправку и натяжения проволок первого слоя.

По межслойным давлениям определим

модуль упругости и податливости слоев, а также их плотность и число проволок на единицу площади в поперечном сечении слоя.

Проводя расчет для всех  $n$  слоев полной паковки, получим распределение по радиусу межслойных давлений, плотности, натяжения нити.

Приведенный выше алгоритм расчета был реализован на ПЭВМ.

Входными параметрами служили значения внутреннего и наружного диаметра паковки; ее ширина; линейная плотность

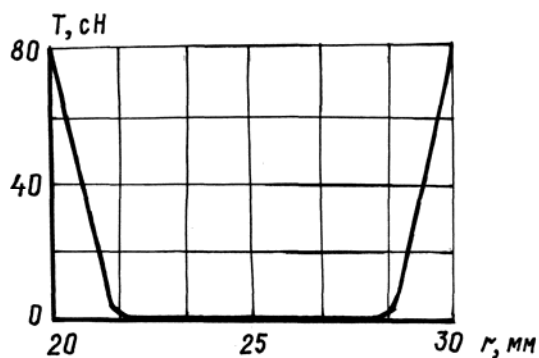


Рис. 1

Результаты моделирования напряженного состояния паковки проволоки указывают на то, что из-за большой жесткости проволока быстро теряет натяжения во внутренних слоях паковки при их осадке под давлением сверху (рис. 1). Следствием этого является малый уровень давлений в паковке (рис. 2), а значит и ее невысокая устойчивость.

Отсутствие натяжения во внутренних слоях уменьшает степень зависимости средней плотности паковки от натяжения проволоки при навивке.

На рис.3 представлена зависимость плотности слоя намотки проволоки от намоточного натяжения.

Кроме того, согласно расчетам увеличение шага витков проволоки (и сопряженного с ним при постоянной скорости раскладки угла подъема) резко уменьшает среднюю плотность намотки, а значит и емкость при поперечном сжатии, которая при крестовой намотке ведет к сохранению во внутренних слоях значительных пустот.

проволоки; ее жесткость при растяжении; угол подъема витков; коэффициенты уравнений, определяющих зависимость плотности и жесткости слоя намотки от давления на него; натяжение проволоки при навивании.

Выходными данными считаются: послойные значения межслойных давлений и плотности слоя.

С помощью программы проведено моделирование наматывания проволоки на катушку 1711-1 по ТУ 6-05-1568-77.

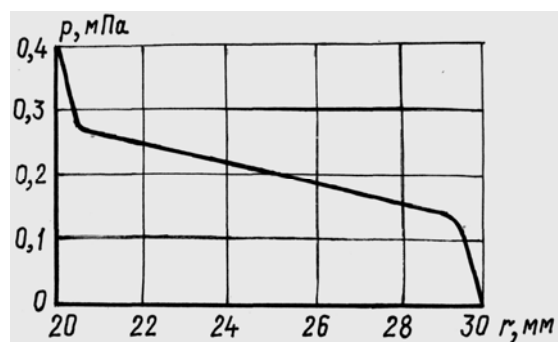


Рис. 2

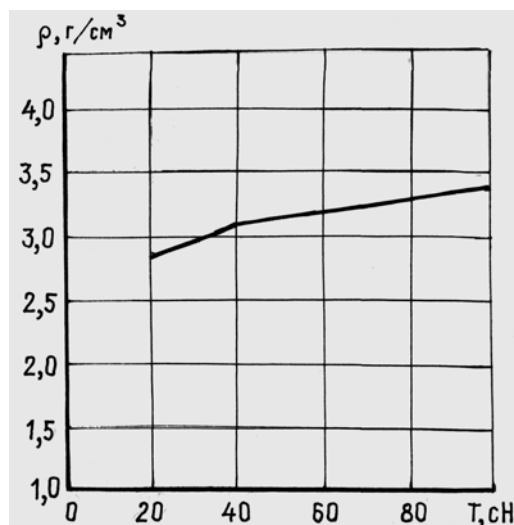


Рис. 3

Падение плотности намотки, связанное с увеличением шага витков, не может быть компенсировано ростом намоточного натяжения.

Сравнительное влияние изменения шага витков  $h$  и натяжения проволоки при намотке на среднюю плотность паковки с медной проволокой представлено на

рис. 4.

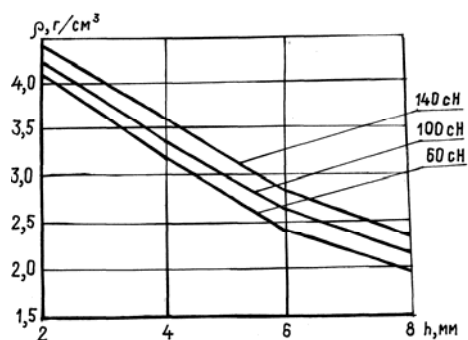


Рис. 4

Наработка опытных партий комбинированных нитей для Ярославского завода АТИ подтвердила сделанные теоретические выводы на практике [7].

### ВЫВОДЫ

Исходя из результатов исследований и возможностей используемого оборудования компромисс между требованиями хорошего сматывания, стабильности намотки и большей емкости паковки может быть достигнут, если формировать паковку проволоки на катушке с минимально возможным для перемоточной машины МП-220 шагом 2,4 мм. С учетом колебаний натя-

жения проволоки в веере раскладки для среднего намоточного натяжения рекомендуется значение 60...80 сН.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов В.Л. Теоретическое и экспериментальное исследование формирования текстильных паковок и разработка методов их расчета: Дис...докт. техн. наук. – Кострома, 1978. С.297.
2. Сухарев В.А. и др. Расчет тел намотки. – М.: Машиностроение, 1982. С.136.
3. Вайнер И.И. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1984, №5.
4. Волков А.М. Метод расчета и проектирования режимов наматывания текстильных паковок крестовой намотки: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 1985. С.181.
5. Гуревич Т.М. Разработка метода контроля прочности бумажных патронов для кольцевых прядильных машин: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 1984. С.143.
6. Симон Л., Хюбнер М. Технология подготовки пряжи к ткачеству и трикотажному производству / Пер. с нем. / Под ред. Аленовой А.Г. – М.: Легпромбытиздат, 1989. С.258.
7. Копнин В.А. Обрывность и слеты в производстве комбинированных нитей на машине ПК-100 // Вестник КГТУ. –Кострома, 2002, №2.

Рекомендована кафедрой Пэ и Б. Поступила 05.09.06.