

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕРЕВЕРСИВНЫХ ВЬЮРКОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ САМОКРУЧЕНОГО ПРОДУКТА

APPLICATION OF NON-REVERSIBLE AIR-JET NOZZLES FOR FORMING A SELF-TWIST PRODUCT

А.А. ТЕЛИЦЫН, Н.А. ЕЛИСЕЕВА, И.А. ДЕЛЕКТОРСКАЯ
A.A. TELITSYN, N.A. ELISEEVA, I.A. DELEKTORSKAIA

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail:info@kstu.edu.ru

Авторы статьи предлагают использовать нереверсивные воздушные вьюрки в аэродинамическом крутильном устройстве, также авторами произведен расчет уровней крутки в левом и правом компонентах. Показано, что применение такого крутильного устройства позволит повысить скорость процесса формирования самокрученной структуры.

The authors of the article offer an arrangement of non-reversible air-jet nozzles in the aerodynamic torsion device. The authors calculated levels of twisting of the left-hand and right-hand components. It is shown that application such torsion device will make possible to increase the speed of self-twist process.

Ключевые слова: самокрученный продукт, воздушный вьюрок, аэродинамическое крутильное устройство, уровень крутки, скорость самокруточного процесса.

Keywords: self-twist product, air-jet nozzles, aerodynamic torsion device, level of twisting, speed of self-twist process.

Все промышленно освоенные способы формирования самокрученной (СК) пряжи и ровницы в аэродинамическом крутильном устройстве (АКУ) осуществлялись при

помощи реверсивных вьюрков, поперечный разрез которых показан на рис. 1 (типы вьюрков: а) – реверсивный; б) – нереверсивный).

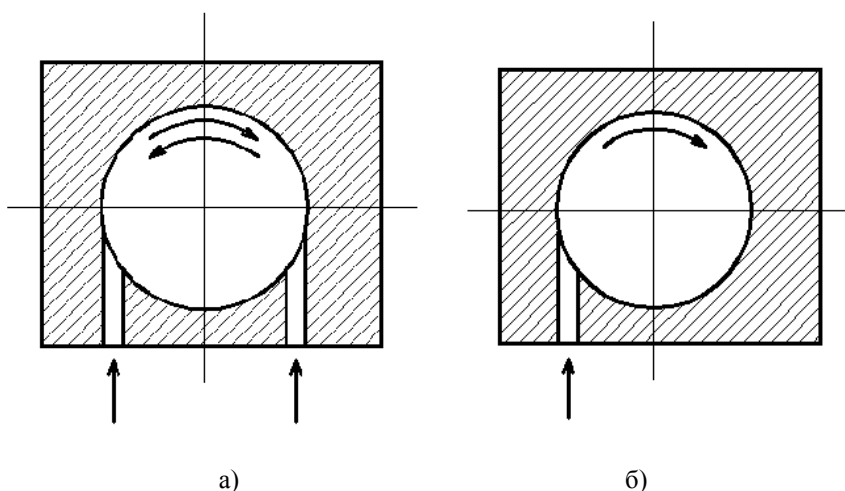


Рис. 1

В реверсивном вьюрке стренга, проходя через центральный канал, приобретает знакопеременную крутку путем попеременной подачи импульсов сжатого воздуха в левый и правый тангенциально расположенные сопловые каналы. Схема расположения реверсивных вьюрков в АКУ показана на рис. 2. Здесь компоненты А и В получают знакопеременную крутку в крутильных камерах 1 и 2 при одновременной или со сдвигом по фазе подаче импульсов сжатого воздуха в сопловые каналы 1 и 3, а затем в 2 и 4. Далее, пройдя через направители 3 и 4, компоненты А и В самораскручиваются друг на друга в нитесоединении 5.

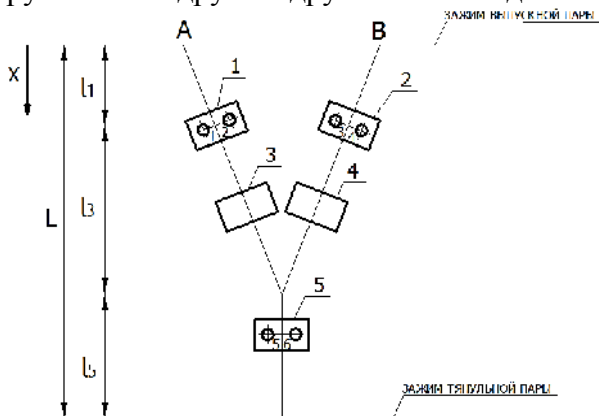


Рис. 2

Однако исследования, результаты которых приведены авторами в [5], позволили предположить, что использование реверсивных вьюрков вносит серьезные ограничения на процесс формирования самокрученого продукта с уменьшенной длиной периода крутки. Это связано с тем, что при повышении частоты подачи импульсов сжатого воздуха в реверсивный вьюрок противоположно направленные потоки сжатого воздуха в моменты переключения начинают недопустимо ослаблять друг друга. Проявляется это в снижении уровня удельной крутки в стренгах и увеличением длины «нулевых зон». Этим же можно объяснить и многократно замеченное на практике резкое снижение прочности СК-пряжи при увеличении скорости ее выпуска до величины, превышающей 200...210 метров в минуту, так как при этом, видимо, частота переключений

в вьюрке начинает превышать некий допустимый предел. Решить возникшие проблемы могут позволить вьюрки нереверсивного типа, поперечный разрез которых приведен на рис. 1-б. Возможная схема расположения нереверсивных вьюрков в АКУ приведена на рис. 3. Здесь крутильные камеры 1 и 2 выполнены нереверсивными, а для обеспечения в стренгах реверсивной крутки вместо направителей 3 и 4 (рис. 2) установлены дополнительные нереверсивные крутильные камеры 6 и 7, имеющие такую же крутильную способность, как 1 и 2.

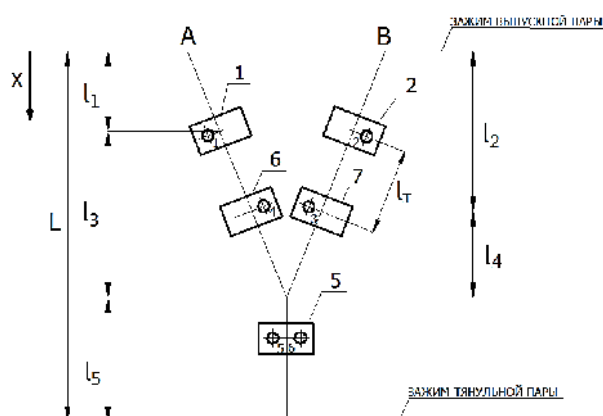


Рис. 3

вьюрков начинает превышать некий допустимый предел.

Решить возникшие проблемы могут позволить вьюрки нереверсивного типа, поперечный разрез которых приведен на рис. 1-б. Возможная схема расположения нереверсивных вьюрков в АКУ приведена на рис. 3. Здесь крутильные камеры 1 и 2 выполнены нереверсивными, а для обеспечения в стренгах реверсивной крутки вместо направителей 3 и 4 (рис. 2) установлены дополнительные нереверсивные крутильные камеры 6 и 7, имеющие такую же крутильную способность, как 1 и 2.

Из рис. 3 видно, что, например, при закручивании компонентов А и В потоками сжатого воздуха из сопловых каналов 1 и 3, длины зон кручения оказываются различными (l_1 и l_3 , l_2 и l_4 соответственно). При работающих соплах 2 и 4 картина меняется на противоположную. На рис. 3 символом l_T обозначен так называемый

"транспортный сдвиг". Однако в дальнейших рассуждениях мы будем использовать для расчетов величины ℓ_1 и ℓ_3 , ℓ_2 и ℓ_4 , поскольку именно такой подход применялся ранее при изучении крутильной способности АКУ с реверсивными вьюрками [1], [2]. После разработки проекта АКУ по рис. 3 было установлено, что при известном $L=150$ мм длины зон кручения составят: $\ell_1 = 45$ мм, $\ell_2 = 80$ мм, $\ell_3 = 65$ мм, $\ell_4 = 30$ мм, $\ell_5 = 40$ мм.

Для обеспечения максимально простого аппаратного обеспечения примем, что сжатый воздух подается в сопловые каналы 1 и 3 (а в следующем полупериоде в 2 и 4) одновременно. Нитесоединитель 5 примем пассивным. Тогда для первого полупериода крутки (работают сопла 1 и 3) уравнения баланса числа кручений:

для компонента А

$$\ell_1 \frac{dK_{A1}(x)}{dx} + K_{A1}(x) = \frac{n(x)}{v}, \quad (1)$$

$$\ell_3 \frac{dK_{A3}(x)}{dx} + K_{A3}(x) = -\frac{n(x)}{v} + K_{A1}(x), \quad (2)$$

$$K_{A3}(t) = \frac{2\gamma_3 \exp(-\alpha_3 t) [1 + \exp(-\alpha_3 \gamma_3)] - \exp(-\alpha_3 \gamma_3 t) [1 + \exp(-\alpha_3)]}{\gamma_3 - 1 [1 + \exp(-\alpha_3)] [1 + \exp(-\alpha_3 \gamma_3)]}, \quad (5)$$

$$K_{B4}(t) = \frac{2\gamma_4 \exp(-\alpha_4 t) [1 + \exp(-\alpha_4 \gamma_4)] - \exp(-\alpha_4 \gamma_4 t) [1 + \exp(-\alpha_4)]}{\gamma_4 - 1 [1 + \exp(-\alpha_4)] [1 + \exp(-\alpha_4 \gamma_4)]},$$

где $\gamma_3 = \frac{\ell_1}{\ell_3}$; $\gamma_4 = \frac{\ell_2}{\ell_4}$; $\alpha_3 = \frac{t_k}{\ell_1}$; $\alpha_4 = \frac{t_k}{\ell_2}$; t – длина рассматриваемого участка компонента, то есть аналог текущей координаты x в выражениях (1)...(4) согласно терминологии, принятой в [4].

Далее нами расчетным путем при помощи выражений (5) и (6) были определены величины $K_{A3}(t)$ и $K_{B4}(t)$. Расчеты производились для момента окончания первого полупериода крутки при $t = t_k$, где t_k – длина полупериода крутки. Длина полупериода крутки принималась равной 0,09 м (используется на ЗАО "Сейм"), 0,12 м (используется на ЗАО "Суворовская нить") и 0,06 м (следует из рекомендаций [5] для повышения прочности СК-пряжи). Тенденция изменения крутки компонентов А и В для АКУ, оснащенного неревверсивными

для компонента В

$$\ell_2 \frac{dK_{B2}(x)}{dx} + K_{B2}(x) = \frac{n(x)}{v}, \quad (3)$$

$$\ell_4 \frac{dK_{B4}(x)}{dx} + K_{B4}(x) = -\frac{n(x)}{v} + K_{B2}(x), \quad (4)$$

где K_{A1} и K_{A3} – крутка компонента А соответственно в зонах длиной ℓ_1 и ℓ_3 ; K_{B2} и K_{B4} – крутка компонента В соответственно в зонах длиной ℓ_2 и ℓ_4 ; n – интенсивность кручения компонентов вьюрками; v – линейная скорость движения компонентов.

Полученная система уравнений (1)...(4) может быть решена в изображениях по Лапласу относительно неизвестных значений круток [1] после рассуждений, аналогичных произведенным в [2], [6], [7]. В результате получаем выражения для нормированных значений круток компонентов А и В соответственно в зонах ℓ_3 и ℓ_4 . По их величине можно судить об относительном уровне крутки реального продукта в этих зонах.

вьюрками (рис.3) наглядно показана на рис. 4.

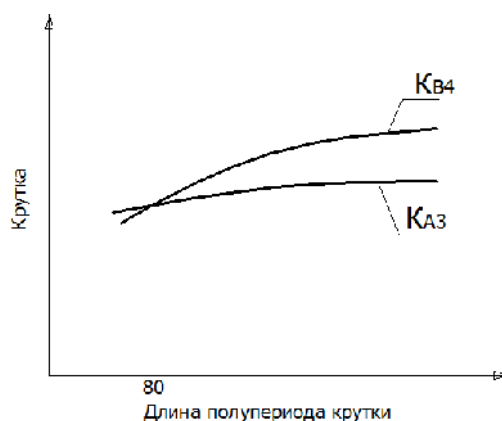


Рис. 4

Выражения (5) и (6) не позволяют получить реальные значения крутки компо-

нентов в кручениях на метр их длины, а лишь дают возможность судить о ее относительной величине. Поэтому на рис. 4 размерность крутки не указана. Однако вид графиков позволяет сделать два важных наблюдения. Во-первых, можно было ожидать, что первичная крутка компонента В при любом значении длины полупериода будет стабильно выше, чем крутка компонента А, поскольку длина зоны ℓ_4 меньше, чем длина зоны ℓ_3 . Так и происходит при длинах полупериода крутки более 0,08 м. При дальнейшем уменьшении длины полупериода крутка компонента А становится даже выше, чем компонента В. Объяснить это можно тем, что длина участка ℓ_2 равна 80 мм, и при значениях длины периода крутки менее этой величины на нем в компоненте В будет гарантированно образовываться крутка противоположных знаков. Во-вторых, из рис. 4 видно, что при необходимости в АКУ, оснащенном нереверсивными вьюрками, можно, изменяя длину полупериода крутки, обеспечить одинаковый уровень крутки обоих компонентов.

Оценим теперь влияние транспортного сдвига ℓ_T (рис. 3) на структуру получаемой СК-пряжи. Известно, что необходимая прочность самокрученного продукта в нулевых зонах обеспечивается сдвигом круток одного направления по фазе. Технически это реализуется смещением пазов в корпусе пневмопереключателя, как это показано на рис. 5.

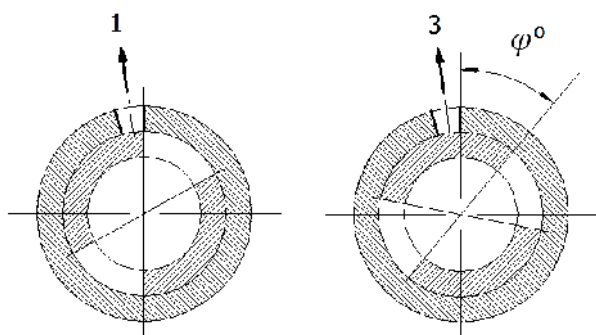


Рис. 5

Для условий крупнейшего в настоящее время производителя высокообъемной самокрученной пряжи – ЗАО "Суворовская

нить" угол φ° составляет 30° , а длина периода самокрутки $T=240$ мм. Из кинематической схемы привода машины ПСК-225-ШГ2 можно получить следующую зависимость:

$$\varphi^\circ = \ell_T / 2 T \cdot 360^\circ. \quad (7)$$

Из выражения (7) определяем, что при одновременной подаче сжатого воздуха в сопловые каналы 1 и 3 за счет наличия транспортного сдвига ℓ_T обеспечивается угол сдвига фаз круток $\varphi^\circ = 28,5^\circ$, что почти соответствует значению, используемому на практике.

ВЫВОДЫ

1. Модернизация АКУ машины ПСК-225-ШГ2 путем замены реверсивных вьюрков на нереверсивные при сохранении расстояния между выпускной и тянущей парами технически возможна.

2. Изменением длины полупериода крутки можно влиять на соотношение первичных круток компонентов.

3. Установлено, что при одновременной подаче сжатого воздуха в сопловые каналы 1 и 3, 2 и 4 нереверсивных вьюрков за счет транспортного сдвига обеспечивается необходимый угол сдвига фаз круток в компонентах.

4. Авторы предполагают, что различные значения амплитуд первичных круток компонентов А и В могут способствовать увеличению прочности СК-пряжи в нулевых зонах за счет использования при соединении остаточной энергии деформации одного из компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мовшович П.М. Самокруточное прядение. – М.: Легпромбытиздат, 1985.

2. Дюканова Т.И. Разработка технологии получения самокрученной пряжи способом совмещенного формирования и кручения: Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 1989.

3. Телицын А.А., Данилов В.В., Миндовский С.К. Разработка рабочей схемы АКУ для получения пряжи КСК-структуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1999, № 2.

4. Telitsyn A.A., Delektorskaya I.A. Specifics of forming a self-twisted product in asymmetrical torsion

device // *Fibres and Textile in Eastern Europe*. – 2014, № 3(105) 58...60.

5. *Елисеева Н.А., Телицын А.А., Делекторская И.А.* Оценка технологических возможностей крутильного устройства прядильной самокруточной машины // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2013, №3 С. 55...59.

6. *Романовский П.И.* Ряды Фурье. Теория поля. Аналитические и специальные функции. Преобразование Лапласа. – М. : Наука, 1980.

7. *Диткин В.А., Прудников А.П.* Интегральное преобразование и операционное исчисление. – М.: Наука, 1974. С. 46...47.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 30.09.14.
