

УДК 677.054.823.7

ИССЛЕДОВАНИЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО МЕХАНИЗМА ОТПУСКА ОСНОВЫ МЕТАЛЛОТКАЦКОГО СТАНКА

В.А. СУРОВ, В.С. ПАНОВ, ГАО БИНЬ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Для формирования металросеток и тканей заданной структуры в числе прочего требуется определенное натяжение основы в момент прибоа [1], [2], при этом, чем меньше порядок фазы, тем больше должно быть натяжение основы. Существуют конструктивные решения, позволяющие создать требуемое натяжение основы в момент прибоа [3], однако в металлоткачестве они не применяются ввиду больших сил прибоа и натяжения основы.

На существующих металлоткацких станках требуемое натяжение основы в

момент прибоа осуществляется за счет увеличения заправочного натяжения, что приводит к увеличению нагрузок на основные исполнительные механизмы станка, особенно зевообразовательного. В связи с этим желательно усовершенствовать механизм отпуска основы станка для создания необходимого натяжения основы только в момент прибоа при уменьшенном заправочном натяжении во всех остальных периодах работы станка.

С этой целью предлагается ввести в механизм отпуска основы устройство допол-

нительного натяжения планетарного типа (рис.1).

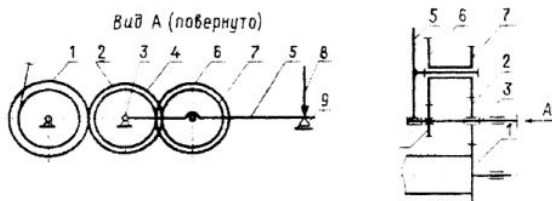


Рис. 1

Используемый на металлотакающих станках типа СТР механизм отпуска основы – позитивный, периодического действия. Движение навою передается от главного вала посредством четырехзвенного рычажного механизма через храповой механизм и зубчато-червячную передачу. В предлагаемом варианте на удлиненном приводном валу 3 жестко посажено солнечное колесо 4, свободно – водило 5 и поднавойная шестерня 2, входящая в зацепление с навойной шестерней 1. На водило 5 свободно посажены спаренные шестерни 6,7 – сателлиты.

Отпуск основы производится до прибора точной нити (провода). В этом периоде цикла водило 5 заперто. Вся система работает в том же режиме, что и базовая – в режиме позитивного регулятора основы периодического действия. К моменту прибора водило отпирается запором 9 и получает возможность поворота вокруг оси поднавойной шестерни под действием нагрузочного устройства 8 (грузовая система: пружины, электромагнит и пр.). Механизм из зубчатого механизма с неподвижными осями преобразуется в планетарный.

Подключение нагрузочного устройства приводит к возрастанию натяжения основы, так как движение водила вызывает поворот навоя в сторону, противоположную отпуску. Тем самым осуществляется возможность регулировки натяжения основы в момент прибора в зависимости от силы, действующей на водило. После прибора водило возвращается в исходное положение устройством 9 и запирается. При этом сохраняется постоянство величины отпуска основы, подаваемой за цикл.

Передаточное отношение между наво-

ем 1 и водилом 5:

$$i_{1-5} = \frac{\omega_1}{\omega_5} = -\frac{Z_2}{Z_1} \left(1 - \frac{Z_4 Z_7}{Z_6 Z_2} \right). \quad (1)$$

Для создания требуемого натяжения $N_{тр}$ нитей основы в момент прибора необходимо дополнительно натянуть основу на величину

$$\Delta N = N_{тр} - N_o^{np}, \quad (2)$$

где N_o^{np} – натяжение основы при приборе в отсутствии устройства дополнительного натяжения.

С этой целью навои должен быть повернут в сторону, противоположную отпуску на угол $\Delta\varphi_1$, равный

$$\Delta\varphi_1 = \frac{2\Delta N}{D_n C_o}, \quad (3)$$

где D_n – диаметр навоя; C_o – коэффициент жесткости всех проволок основы.

С учетом (1) угол поворота водила составит

$$\Delta\varphi_5 = \frac{\Delta\varphi_1}{i_{1-5}}. \quad (4)$$

Дифференциальное уравнение движения водила (5) при освобождении его запором (9) имеет вид:

$$I_{пр} \ddot{\varphi}_5 + (0,25 D_n^2 C_{пр} i_{1-5}^2 + CL_{пр}) \varphi_5 = M_{дв} \eta - M_{пр}. \quad (5)$$

Здесь φ_5 – обобщенная координата, угол поворота водила; $C_{пр}$ – коэффициент жесткости упругой системы заправки; $I_{пр}$, $I_{пр}^0$ – приведенный к оси водила 5 момент инерции массы навоя 1 и подвижных звеньев механизма дополнительного натяжения основы с учетом и без учета массы $m_{гр}$ груза (задача решается для случая, когда нагрузка на рычаг водила создается

грузом массой $m_{гр}$, расположенным на расстоянии $L_{гр}$ от оси вращения и пружиной с предварительным натяжением $Q_{пр}$ и коэффициентом жесткости C); $I_{пр} = I_{пр}^0 + m_{гр}L_{гр}^2$; $M_{дв} = (m_{гр}g + Q_{пр})L_{гр}$ – момент движущих сил; η – КПД планетарного механизма, рассчитываемого по методике [5]; $M_{пр} = 0,5|i_{1-5}|N_1D_H$ – приведенный к оси вращения водила момент от сил натяжения основы; N_1 – натяжение основных проволок в момент включения механизма (примерно равное заправочно-му [4]).

Разобьем весь период работы механизма на два этапа.

Этап I продолжительностью T_1 , с – от момента освобождения водила 5 (момент окончания отпуска основы) до касания бердом опушки сетки. В это время натяжение N_1 практически постоянно.

Тогда уравнение (5), приведенное к каноническому виду, будет

$$\ddot{\varphi}_{5(1)} + P_{(1)}^2\varphi_{5(1)} = H, \quad (6)$$

$$\text{где } P_{(1)}^2 = \frac{D_H^2 C_{пр} i_{1-5}^2 + CL_{пр}}{4I_{пр}};$$

$$H = \frac{M_{дв}\eta - M_{пр}}{I_{пр}}.$$

Учитывая начальные условия (при $t = 0$: $\varphi_{5(1)} = 0$ и $\dot{\varphi}_{5(1)} = 0$), решение уравнения (6) примет вид:

$$\varphi_{5(1)} = \frac{H}{P_{(1)}^2} (1 - \cos P_{(1)}t). \quad (7)$$

Этап II продолжительностью T_2 , с – от момента касания бердом опушки сетки до начала выстоя батана в переднем положении. В это время на основу кроме механизма дополнительного натяжения действует бердо через опушку сетки, создавая тем самым необходимое натяжение основы для формирования требуемой структуры сетки.

На этом этапе

$$M_{пр} = |i_{1-5}| (N_2 + C_o \lambda(t)) \frac{D_H}{2}, \quad (8)$$

$$\text{где } N_2 = \frac{H}{P_{(1)}^2} (1 - \cos P_{(1)}T_1) |i_{1-5}| C_{пр} \frac{D_H}{2} + N_1$$

– натяжение основы в начале II этапа, равное натяжению в конце I этапа; $\lambda(t) = \lambda_o \sin \omega(t - T_1)$ – закон изменения величины приборной полоски; $\lambda_o = \frac{P_{пр}}{C_o + C_c}$

– амплитудное значение величины приборной полоски; $P_{пр}$ – сила прибора;

$\omega = \frac{\pi}{2\tau}$ – круговая частота возмущающей силы прибора; τ – время, определяемое из кинематического расчета по известной величине λ_o и частоте вращения главного вала станка.

Тогда

$$M_{пр} = |i_{1-5}| (N_2 + \lambda_o C_o \sin \omega(t - T_1)) \frac{D_H}{2} \quad (9)$$

и уравнение (5) для второго этапа примет вид

$$\ddot{\varphi}_{5(2)} + P_{(2)}^2\varphi_{5(2)} = A + B \sin \omega(t - T_1), \quad (10)$$

$$\text{где } P_{(2)}^2 = \frac{D_H^2 C_o i_{1-5}^2 + CL_{пр}}{4I_{пр}};$$

$$A = \frac{2M_{дв}\eta - |i_{1-5}|N_2D_H}{2I_{пр}};$$

$$B = \frac{\lambda_o C_o |i_{1-5}|D_H}{2I_{пр}}.$$

Решение уравнения (10):

$$\varphi_{5(2)} = D_1 \cos P_{(2)}(t - T_1) + D_2 \sin P_{(2)}(t - T_1) - \frac{B}{P_{(2)}^2 - \omega^2} \sin \omega(t - T_1) + \frac{A}{P_{(2)}^2}. \quad (11)$$

Постоянные интегрирования D_1 и D_2

найдутся из условия равенства углов поворота и скоростей водила 5 в конце I и начала II этапов, а именно при $t = T_1$ имеем $\varphi_{5(1)} = \varphi_{5(2)}$ и $\dot{\varphi}_{5(1)} = \dot{\varphi}_{5(2)}$. Тогда

$$D_1 = \frac{H}{P_{(1)}^2} (1 - \cos P_{(1)} T_1) - \frac{A}{P_{(2)}^2};$$

$$D_2 = \frac{H}{P_{(1)}^2} \sin P_{(1)} T_1 + \frac{B\omega}{P_{(2)} (P_{(2)}^2 - \omega^2)}.$$

Подставив в (11) значения $t = T_1 + T_2$ и $\varphi_{5(2)} = \Delta\varphi_5$ из (4), получаем уравнение с одним неизвестным $M_{дв}$, позволяющее определить нагрузку на водило 5 механизма.

Уравнение (11) связывает три варьируемые величины $m_{гр}$, $Q_{пр}$ и $L_{гр}$.

Задаваясь двумя из них, получаем значение третьей.

Расчеты приведены применительно к станку СТР-100-М при следующих исходных данных: $Z_1 = 116$; $Z_2 = 25$; $Z_4 = 24$; $Z_6 = 18$; $Z_7 = 17$; $n = 100 \text{ мин}^{-1}$; ширина заправки – 1 м; формирование сетки 04 из проволоки 12X18Н10Т диаметром 0,25 мм; $N_o^{пр} = 19 \cdot 10^3 \text{ Н}$ [4]; $N_{тр} = 23 \cdot 10^3 \text{ Н}$ [6]; $D_n = 0,532 \text{ м}$; $C_0 = 10^7 \text{ Н/м}$; $C_c = 3,4 \cdot 10^6 \text{ Н/м}$ – коэффициент жесткости; $N_1 = 12,2 \cdot 10^3 \text{ Н}$ [4]; $P_{пр} = 10,8^3 \text{ Н}$ [6].

Результаты расчетов представлены на рис. 2, где показана зависимость массы груза (кг) от усилия пружины (Н) и длины грузового рычага (м), и свидетельствуют о следующем. Поскольку с конструктивной точки зрения длина рычага водила ограничена интервалом $0,3 \text{ м} \leq L_{гр} \leq 0,7 \text{ м}$, то работа нагрузочного устройства без дополнительной пружины нецелесообразна, так как требует применения достаточно большой массы груза, энергия которой в большей степени будет расходоваться на преодоление возрастающего инерционного сопротивления, а не на создание дополнительного натяжения.

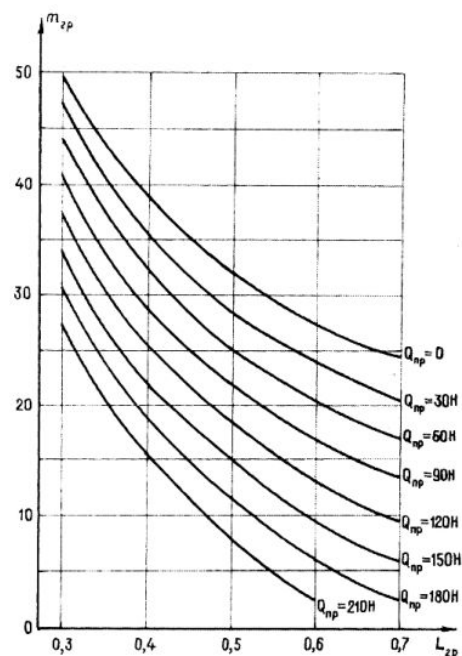


Рис. 2

Работа нагрузочного устройства только с пружиной, без груза, потребует применения пружины с большим предварительным натяжением, но с малым коэффициентом жесткости, что нецелесообразно с конструктивной точки зрения.

Оптимальным следует признать компромиссный вариант, например: $m_{гр} = 15 \text{ кг}$; $L_{гр} = 0,5 \text{ м}$; $Q_{пр} = 150 \text{ Н}$.

ВЫВОДЫ

1. Предложена конструкция механизма, позволяющая создавать необходимое натяжение основы в момент прибоя для формирования металлотетки с заданной структурой.

2. Изложено математическое описание работы данного механизма, позволяющее определить его конструктивные параметры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фавзи С.А., Власов П.В. // Текстильная промышленность. – 1992, №10. С.24.
2. Гао Бинь, Сузов В.А. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 4-5. С.132...135.

3. *Орнатская В.А., Кивилис С.С.* Проектирование и модернизация ткацких машин. – М.: Легпромбытиздат, 1986.

4. *Чумиков А.В.* Исследование и усовершенствование механизма прибора утка ткацких станков для изготовления металлических сеток: Дис....канд.техн.наук. Иваново, 1997.

5. *Артоболевский И.И.* Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1975.

6. *Гао Бинь.* Совершенствование процесса прибора утка на металлткацких станках при выработке сеток полотняного переплетения: Дис....канд.техн.наук. – Иваново, 2003.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 24.02.04.
