

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ЯЗЫЧОК ТРИКОТАЖНОЙ ИГЛЫ ПРИ ПРЕССОВАНИИ

С.К. БУРЕЕВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

Производственные испытания на примере чулочных автоматов типа 2АН 14-6 показали, что из всех причин вынужденных остановов машин 10% составляют поломки игл, что на 4% выше следующей причины – поломки игловодов [1]. Чаще всего игла выходит из строя вследствие износа шарнира, приводящего к расшатыванию язычка и его вылету из иглы.

Данная работа посвящена определению силы, действующей на язычок со стороны его оси в процессе прессования иглы трикотажной машины с целью понижения динамической нагрузки на иглу. Особенностью работы является привлечение метода кинематического анализа механизма стандартной язычковой иглы посредством заменяющего механизма [2], позволяющего решить поставленную задачу аналитическим путем без привлечения экспериментальных данных.

Во второй части исследования [2] выполнен анализ сил, приложенных к язычку при достижении им максимальной скорости в процессе прессования. Оказалось, что силы тяжести и силы инерции язычка в переносном движении, вызванном вращением игольного цилиндра чулочного автомата, на несколько порядков меньше сил инерции язычка в относительном движении. Были учтены силы инерции от ускорения Кориолиса. В итоге для игл поз. 0-571 и 0-460 после достижения язычками максимальной скорости с последующим их движением по инерции без контакта с петлями до момента встречи с крючками игл потеря скорости язычков составила менее 1 %.

На этом основании на рис.1, где рассмотрено равновесие только одного язычка 1 под действием приложенных сил, показаны силы инерции лишь в относительном вращении язычка при прессовании, а также силы трения со стороны его оси.

Последние учтены для определения полной реакции оси язычка.

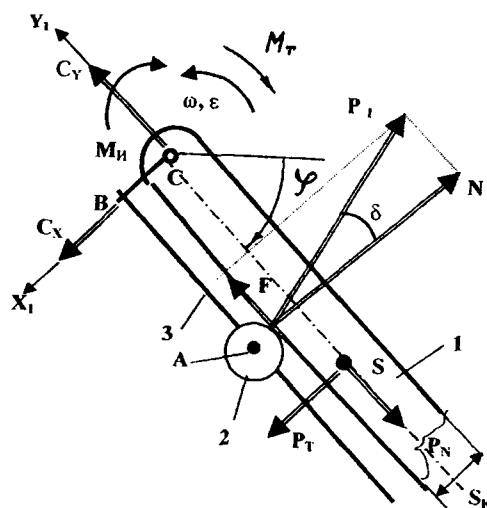


Рис. 1

На рис.1 введены обозначения: φ , ω , ε – угловые координата, скорость и ускорение язычка 1; S_K – ширина язычка; P_1 – движущая сила, приложенная к язычку со стороны петли 2 (этой силе соответствуют нормальная N и касательная F составляющие; при разложении силы необходим угол трения δ в паре петля – язычок); $AB = L_F$ – плечо силы N относительно оси C язычка; P_N и P_T – нормальная и касательная составляющие силы инерции, приложенной в центре S масс язычка; $M_{и}$ – момент сил инерции язычка; M_T – момент сил трения на оси язычка; C_x и C_y – проекции реакции R_C оси язычка на оси системы координат CX_1Y_1 , закрепленной на язычке; 3 – кулиса заменяющего механизма иглы, имитирующая вращение язычка на оси [2].

Запишем уравнение равновесия язычка в предположении, что его центр S масс располагается в середине его длины:

$$NL_F - 0,5\mu NS_K - 0,5L_P P_T - M_{и} - M_T = 0. \quad (1)$$

Здесь l_L – длина язычка, μ – коэффициент трения между петлей и язычком:

$$M_H = I_C \varepsilon, \quad (2)$$

$$M_T = 0,5 b f R_C, \quad (3)$$

где I_C – момент инерции массы язычка относительно оси C; b – диаметр оси язычка; f – коэффициент трения на оси язычка.

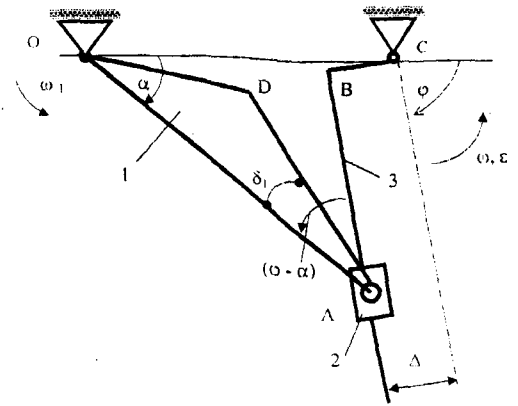


Рис. 2

Ранее найдено [2]:

$$\omega = - (V_H / r_1) : \{ 1 - \cos \varphi / [k_1^2 - (\sin \varphi - k_2)^2]^{0.5} \}, \quad (4)$$

$$\varepsilon = - (V_H / r_1)^2 [(k_1^2 - k_2^2 - 1) \sin \varphi + k_2 (1 + \sin^2 \varphi)] : \{ [k_1^2 - (\sin \varphi - k_2)^2]^{0.5} - \cos \varphi \}^3, \quad (5)$$

где V_H – скорость иглы в пазу цилиндра; $r_1 = OD$ – параметр заменяющего механизма иглы, схема которого приведена на рис.2:

$$k_1 = r/e \text{ и } k_2 = \Delta/e. \quad (6)$$

Здесь принято, что $r = AO$, $e = CO$ и $\Delta = BC$.

Из уравнений равновесия язычка массой m , составленных в системе координат CX_1Y_1 , можно найти (рис.1):

$$C_X = N - 0,5 m l_L \varepsilon, \quad (7)$$

$$C_Y = 0,5 m l_L \omega^2 - \mu N. \quad (8)$$

Здесь

$$0,5 l_L m \varepsilon = P_T, \quad (9)$$

$$0,5 l_L m \omega^2 = P_N. \quad (10)$$

По проекциям (7) и (8) найдем реакцию в шарнире язычка с учетом трения

$$R_C = [(N - 0,5 m l_L \varepsilon)^2 + (0,5 m l_L \omega^2 - \mu N)^2]^{0.5}. \quad (11)$$

Из (1) с привлечением (11) определится сила

$$N = G + (G^2 - P)^{0.5}. \quad (12)$$

$$G = [\varepsilon (0,25 m l_L^2 + I_C) (L_F - 0,5 \mu S_K) - 0,125 b^2 f^2 m (l_L (\varepsilon + \mu \omega^2))] : [(L_F - 0,5 \mu S_K)^2 - 0,25 b^2 f^2 (1 + \mu^2)] \quad (13)$$

и

$$P = [\varepsilon^2 (0,25 m l_L^2 + I_C)^2 - 0,0625 b^2 f^2 l_L^2 m^2 (\varepsilon^2 + \omega^4)] / [(L_F - 0,5 \mu S_K)^2 - 0,25 b^2 f^2 (1 + \mu^2)]. \quad (14)$$

С погрешностью менее 1% найдем момент инерции язычка как для однородного тонкого стержня вместо однородного бруса с осью, проходящей через его конец:

$$I_C = 1/3 m l_L^2. \quad (15)$$

Для определения переменного плеча L_F силы N рассмотрим фрагмент схемы заменяющего механизма иглы (рис.2), синтез которого описан в [2].

Повторим краткое описание механизма:

1 – коромысло, входное звено, с угловой координатой α и угловой скоростью ω_1 , представляющее радиус-вектор, описывающий траекторию центра нижнего сечения 2 петли при скольжении его по дуговому выступающему профилю стержня иглы;

2 – камень, имитирующий движение нижнего сечения петли, проекция которой на плоскость чертежа представлена отрезком AD, расположенным под углом трения δ_1 к нормали в точке контакта петли со стержнем иглы;

3 – кулиса, представляющая движение язычка в процессе его прессования до момента достижения им максимальной скорости, после которого механизм задерживал бы движение язычка. Угол φ поворота кулисы – язычка отсчитываем от горизонтали. Обозначения φ , ω , ϵ , а также точек A, B и C являются общими для рис.1 и 2.

Напомним, что именно для этого заменяющего механизма были найдены выражения (4) и (5).

Спроектировав контур OABCO на направление AB (рис.2), получим

$$r \cos(\varphi - \alpha) - L_F - e \cos \varphi = 0. \quad (16)$$

Ранее найдено [2]:

$$\sin(\varphi - \alpha) = (e/r) \sin \varphi - \Delta/r. \quad (17)$$

Отсюда

$$\alpha = \varphi - \arcsin [(e/r) \sin \varphi - \Delta/r]. \quad (18)$$

Выразив в (17) левую часть через $\cos(\varphi - \alpha)$ и подставив результат в (16), получим

$$L_F = [r^2 - (e \sin \varphi - \Delta)^2]^{0.5} - e \cos \varphi. \quad (19)$$

Для иллюстрации зависимостей (11) и (19) выполним численный пример применительно к двухцилиндровому чулочному автомату типа АН 14 с прямолинейным профилем клиньев вяжущей системы, вырабатывающего кулирную гладь и оснащенного иглами поз. 0-571.

Новые машины серии ГАММА-200 имеют в замковой системе клинья криволинейного профиля, что затрудняет задание скорости игле в пазу цилиндра в период прессования.

Тогда по паспортным данным машины с диаметром цилиндра 3,75" и из чертежа иглы будем иметь: $V_H = 1044$ мм/с; $r_1 = 4,62$ мм; $r = 7,12$ мм; $e = 6,43$ мм; $K_1 = 1,1073$; $K_2 = 0,0964$; $b = 0,3$ мм; $f = 0,17$; $l_L = 5$ мм.

Для двойной непарафинированной хлопчатобумажной нити плотностью 18,5 текс $\mu = 0,2$; при ширине язычка $S_K = 1$ мм параметр $\Delta = 0,62$ мм.

Инерционные характеристики язычка определены аналитически. Для него при длине 5 мм и толщине 0,2 мм имеем $m = 8,5 \cdot 10^{-3}$ г; $I_C = 0,0708$ г·мм².

Определим интервал значений угла φ , когда язычок и игла при прессовании находятся в соприкосновении. Вычислив начальный угол прессования язычка с учетом трения на оси, найдем исходный угол $\varphi_0 = 38,3^\circ$, [3].

Угловая координата язычка, при которой его скорость максимальна и нарушается контакт с петлей, вычислена по методике [2]: $\varphi_{\omega} = -37,6^\circ$.

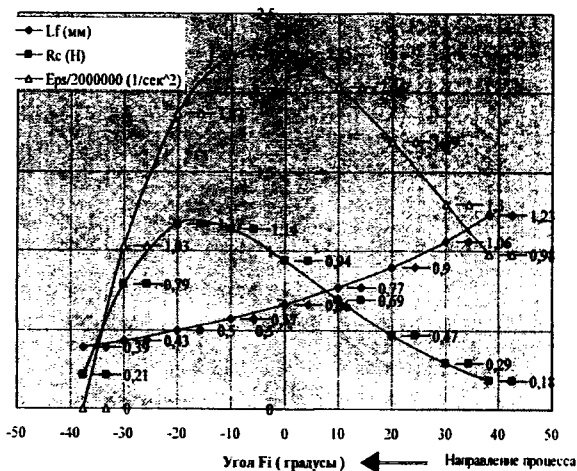


Рис. 3

На рис.3 в графической форме представлены результаты вычислений; проанализируем их.

1. При прессовании плечо L_F движущей силы язычка плавно уменьшается в четыре раза по сравнению с начальным значением. Учитывая ускоренное движение язычка

при прессовании, фактор уменьшения плеча вызывает дополнительное увеличение движущей силы, а следовательно, и реакции в шарнире.

2. Характер изменения реакции R_C в шарнире иглы имеет вид всплеска, максимум которого в 6,5 раз превышает начальное значение. Отметим, что этот максимум наступает после экстремального значения углового ускорения язычка, что объясняется действием возрастающих центробежных сил, пропорциональных ω^2 , и уменьшением плеча движущей силы язычка (график ω (φ) для рассматриваемого случая приведен в [2]).

ВЫВОДЫ

1. Получены простые выражения, позволяющие определить реакцию в шарнире язычковой иглы с дуговой выступающей частью стержня для вязальных машин лю-

бого класса и формы игольниц, заправленных пряжей любого происхождения.

2. Математическая обработка полученных результатов с целью оптимизации конструкции и режимов работы механизма иглы трикотажной машины позволит уменьшить динамическую нагрузку на иглу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурев С.К., Гарбарук В.Н. Рекомендации по устранению вынужденных остановок двухцилиндровых чулочных автоматов типа 2АН14-6. Киев: Легка промисловість, 1970, №3. С.32...35 (на украинском языке).

2. Бурев С.К. // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1980. № 5. С.93...99.

3. Гарбарук В.Н. Расчет и конструирование трикотажных машин. – М-Л.: Машиностроение, 1966.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных машин. Поступила 09.04.02.