

О СНИЖЕНИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ТРИКОТАЖНЫХ ИГЛ В ПАЗАХ ИГОЛЬНИЦ

В.В. КАПРАЛОВ, Е.Н. НИКИФОРОВА, И.Н. СИТНИКОВА, Д.А. ОНИПЧЕНКО

(Ивановская государственная текстильная академия)

E-mail: kapralow@mail.ru, nen@igta.ru

Экспериментально установлено, что предложенная конструкция усовершенствованной трикотажной иглы позволяет уменьшить температуру нагрева цилиндров чулочно-носочных автоматов в среднем на 10,0% и снизить потребляемую чулочно-носочными автоматами мощность в среднем на 9,3%, что приводит к существенной экономии энергоресурсов.

It is experimentally stated that the offered design of an advanced frame needle allows to reduce temperature of the heating of hosiery automatic machines cylinders on the average on 10,0 % and to lower the capacity consumed by hosiery automatic machines on the average on 9,3 %, that leads to the essential economy of power resources.

Ключевые слова: трикотажная игла, усовершенствованная конструкция, гидродинамическое сопротивление движению, игольный паз, температура нагрева, потребляемая мощность оборудования.

Трикотажная игла при движении в пазу игольницы испытывает определенную нагрузку, которая вызвана не только силами полезного сопротивления (натяжением нити), но и силами гидродинамического трения иглы о стенки пазов игольницы.

С целью снижения возникающих сил трения, уменьшения температуры трущихся частей и износа их рабочих поверхностей в трикотажном производстве приме-

няются различные смазки. Качество смазок определяется стандартом DIN 62 136-1 "Минеральные масла на основе нефти для игл и платин вязальных машин". Показатели масла по вязкости и температуре играют важную роль в трибологической системе. Необходимо избегать полужидкостного трения и скачкообразного движения механизмов машины, так как это может привести к поломке в результате вибрации.

* Работа выполнена в рамках инициативного исследовательского проекта, поддержанного региональным конкурсом РФФИ на 2009-2010 гг. (проект 09-08-97566-р_центр_a).

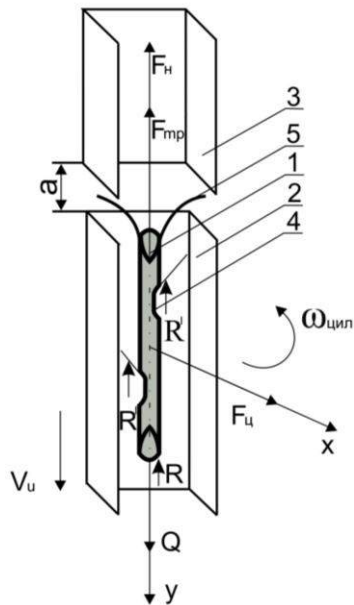


Рис. 1

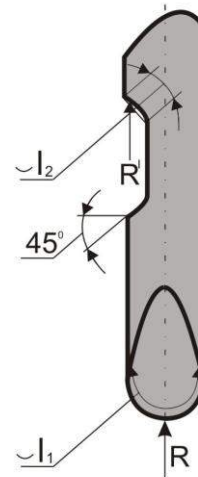


Рис. 2

Для снижения гидродинамических сил трения игл о стенки пазов игольниц, уменьшения их нагрева и повышения срок службы игл нами предложено использовать усовершенствованную форму двухголовочной язычковой трикотажной иглы [1]. Конструктивные изменения в геометрии иглового стержня позволяют игле захватывать смазку, которая обычно скапливается в местах подачи, и распределять ее движущейся иглой по всей рабочей поверхности пазов игольниц.

Двухголовочная игла 1 (рис.1) движется с постоянной скоростью v_u в пазах игольниц 2 и 3, попеременно перемещаясь из одной в другую. При переходе из одной игольницы (цилиндра) в другую игла проходит межцилиндровое пространство а, служащее для оттяжки готового полотна или изделий к товароприемному устройству. Игла испытывает сложное движение: поступательное в пазах игольниц и вращательное с цилиндром машины. Две выемки 4 на противоположных сторонах боковых поверхностей иглы (рис.2) позволяют равномерно распределять смазку внутри пазов игольниц, а также способствуют удалению производственной грязи и отделившихся волокон с трущихся поверхностей в межцилиндровое пространство. В результате игла с нитью 5 скользит с минимальным усилием по иглоному пазу.

На трикотажную иглу (рис. 1) действуют следующие силы: F_n – натяжение нити; $F_{тр}$ – гидродинамическая сила трения иглы о слой смазки внутри стенок паза игольницы; $F_{ц}$ – центробежная сила от вращения иглового цилиндра; R – гидродинамическая сила лобового сопротивления крючка иглы движению в смазке; R' – гидродинамическая сила сопротивления выемок движению иглы в смазке (рис. 1); Q – сила, с которой игловодитель двигает иглу. Силой тяжести иглы пренебрегаем ввиду малости ее величины. От действия центробежной силы $F_{ц}$ иглу удерживает игловодитель. Тогда, проецируя силы на ось y , получим:

$$Q - F_{тр} - F_n - R - 2R' = 0. \quad (1)$$

Для высоких скоростей движения тела в жидкости, когда число $Re > 10^2$, симметрия потоков жидкости обтекаемого тела нарушается. Гидродинамическую силу R лобового сопротивления крючка иглы движению в смазке находим по формуле [2, (2)], допуская при этом, что условия трения иглы о стенки паза близки к условиям жидкостного трения по причине высокой полировки иглы и достаточного зазора (до 0,07 мм) между иглой и пазом.

Гидродинамическая сила лобового сопротивления движению иглы в смазке:

$$R = C_1 s_1 \rho \frac{v_u^2}{2}, \quad (2)$$

где C_1 – коэффициент, учитывающий геометрические свойства обтекаемого тела (для сферической головки крючка $C_1 = 0,4$); ρ – плотность смазки, кг/м^3 ; s_1 – площадь контакта крючка иглы со слоем смазки, м^2 (площадка вокруг дуги L_1 на рис. 2).

Гидродинамическая сила сопротивления выемок движению иглы в смазке:

$$R' = C_2 s_2 \rho \frac{v_u^2}{2} \sin 45, \quad (3)$$

где C_2 – коэффициент, учитывающий геометрические свойства обтекаемого тела (для плоской поверхности $C_2 = 1,1$); s_2 – площадь контакта выемки со слоем смазки, м^2 (площадка вокруг дуги L_2 на рис.2).

Гидродинамическая сила трения иглы о слой смазки в пазу игольницы для жидкостного трения определяется по формуле:

$$F_{\text{тр}} = \mu s_3 \frac{v_u}{h}, \quad (4)$$

где μ – коэффициент динамической вязкости смазки, $\text{Па}\cdot\text{с}$; s_3 – суммарная площадь контакта стенок паза с иглой, м^2 ; h – толщина слоя смазки, м .

С учетом выражений (1)...(4) получим формулу для расчета силы Q , с которой игловодитель двигает усовершенствован-

ную двухголовочную язычковую трико-тажную иглу с выемками разработанной конфигурации (при этом усилие, необходимое для движения самого игловодителя, в данной статье не рассматривается):

$$Q = \rho \frac{v_u^2}{2} (C_1 s_1 + 0,7 C_2 s_2) + \mu s_3 \frac{v_u}{h} + F_n. \quad (5)$$

Для усовершенствованной иглы значение силы Q меньше, чем для иглы стандартной конструкции (до 15%). Объясняется это уменьшением площади контакта стенок паза с иглой, снижением коэффициента динамической вязкости смазки и увеличением слоя смазки между поверхностями трения, то есть снижением гидродинамической силы трения, а также уменьшением плотности смазки за счет интенсификации ее прохождения и заполнения пазов новой, незагрязненной смазкой.

Проведены исследования нагрева игл в пазу игольниц на примере работы чулочно-носочных автоматов Dera (Чехия). В ходе производственного эксперимента на 12 единицах оборудования произведены замеры температуры T нагрева цилиндров, а также измерена сила тока по фазам трехфазного двигателя привода автоматов для определения потребляемой мощности P . Результаты исследований для чулочно-носочных автоматов со стандартными иглами представлены в табл.1.

Т а б л и ц а 1

Параметры	Номер чулочно-носочного автомата (со стандартами иглами)												Среднее значение
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$T, ^\circ\text{C}$	41	43	39	39	39	39	39	37	37	38	38	38	39
$P, \text{кВт}$	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

В табл. 2 приведены результаты замеров температуры нагрева цилиндров и расчета мощности чулочно-носочных автома-

тов Dera при использовании игл усовершенствованной конструкции.

Т а б л и ц а 2

Параметры	Номер чулочно-носочного автомата (с усовершенствованными иглами)												Среднее значение
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
$T, ^\circ\text{C}$	37	39	35	35	35	35	35	33	33	34	34	34	35
$P, \text{кВт}$	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27

Применение трикотажных игл с выемками позволяет снизить температуру нагрева цилиндров чулочно-носочных автоматов в среднем на 10% за счет снижения гидродинамического сопротивления движению игл в пазах игольниц. Данные таблиц подтверждают сделанный ранее аналитический вывод, что равномерное распределение смазки в пазах игольниц делает скольжение иглы более легким и способствует сокращению усилий, приводящих иглу в движение. В результате мощность, потребляемая чулочно-носочными автоматами, уменьшается в среднем на 9,3%, вследствие чего значительно снижаются затраты на энергоресурсы.

ВЫВОДЫ

1. С целью снижения гидродинамических сил трения игл о стенки пазов игольниц усовершенствована форма двухголовочной трикотажной иглы.

2. Получена формула для расчета движущей силы иглы новой конструкции, по-

зволяющая оценить факторы влияния на гидродинамическое сопротивление движению игл в пазах игольниц.

3. Экспериментально установлено, что предложенная конструкция трикотажной иглы позволяет уменьшить температуру нагрева цилиндров чулочно-носочных автоматов в среднем на 10,0 % и снизить потребляемую чулочно-носочными автоматами мощность в среднем на 9,3%, что приводит к существенной экономии энергоресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент на полезную модель 82220 РФ. Игла трикотажной машины / И.Н. Ситникова, Е.Н. Никифорова, В.В. Капралов, Д.А. Онипченко. – Оpubл. 20.04.2009. – Бюл. № 11.

2. *Чичинадзе А.В.* Основы трибологии (Трение, смазка, износ): Учебник для вузов. – М.: Изд-во Ягелло О.И., 1995.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 07.04.10.