

ВЛИЯНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ СМАЗКИ НА ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТРИКОТАЖНЫХ ИГЛАХ

А.С. ГРУНЬ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

Трикотажная игла при каждой смене направления движения испытывает удар по пятке со стороны клина игольного замка вязальной системы, вследствие чего контакт между ними в процессе движения может временно пропадать. Знакопеременные ударные нагрузки служат причиной накопления дефектов в материале иглы и вызывают усталостное разрушение. Чаще всего трещины возникают в месте стыка пятки со стержнем иглы.

Из практики использования трикотажных автоматов известно, что появление подобных дефектов тесно связано с наличием и качеством смазки на поверхности контакта иглы с игольным цилиндром. В [1] изучался процесс удара пятки о заключающий клин с учетом сил внешнего сухого трения между иглой и игольницей. Преодоление сухого трения вызывает значительный износ соприкасающихся поверхностей. В связи с этим между иглой и игольным цилиндром вводится слой смазки.

Данная работа посвящена исследованию влияния гидродинамических сил смазки на переходные процессы в трикотажной игле и на характер ее движения в пазу цилиндра.

Сила сопротивления движению при жидкостном трении F характеризуется следующей зависимостью [2]:

$$F = \mu S \frac{\partial u}{\partial y}.$$

Здесь μ – коэффициент динамической вязкости; S – площадь контактной поверхности; u – скорость частиц жидкости; y – ось, перпендикулярная направлению сдвига.

$$\frac{F}{S} = \tau = \mu \frac{\partial u}{\partial y},$$

$$\tau_0 = -\mu \left(\frac{du}{dy} \right)_0,$$

где τ_0 – сила сопротивления, отнесенная к единице площади, при $y = 0$.

Из уравнения движения вязкой жидкости при $y = 0$ получаем:

$$\left(\frac{du}{dy} \right)_0 = -\frac{h}{2\mu} \frac{dp}{dx} + \frac{V}{h}.$$

Здесь p – давление внутри смазочного слоя; V – скорость движения; h – расстояние между поверхностями.

$$\tau_0 = \frac{h}{2} \frac{dp}{dx} - \frac{\mu V}{h},$$

$$\frac{dp}{dx} = -6\mu V \left(\frac{1}{h^2} - \frac{h_m}{h^3} \right).$$

В случае клиновидного слоя смазки h_m – толщина сечения, где давление максимально:

$$\tau_0 = -\mu V \left(\frac{4}{h} - 3 \frac{h_m}{h^2} \right).$$

При параллельных плоскостях скольжения $h = h_m = \text{const}$ и $dp/dx = 0$. Таким образом:

$$\tau_0 = -\frac{\mu V}{h_m}.$$

В расчетах трикотажная игла моделировалась совокупностью стержневых элементов (рис. 1). Динамика каждого стержневого элемента описывалась на основе уравнений динамики с учетом сдвига и инерции поворота сечений.

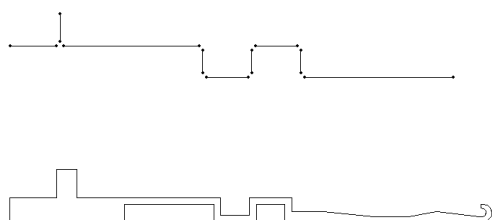


Рис. 1

В качестве граничных условий на свободных торцах стержней задавалось равенство нулю продольной и поперечной сил, а также изгибающего момента. Принималось, что при соударении с иглой кулирный клин соприкасается с ее пяткой по всей длине. Система координат соответствует положению клина при первом соударении с иглой. В качестве смазки рассматривалось легкое масло с коэффициентом динамической вязкости 0,005 Па·с.

Задача решалась с помощью программной системы численного моделирования динамических процессов в стержневых конструкциях, разработанной на базе методики [3]. Проверка сходимости показала, что при шаге по времени, равном 10^{-7} с, достигается достаточная точность результатов.

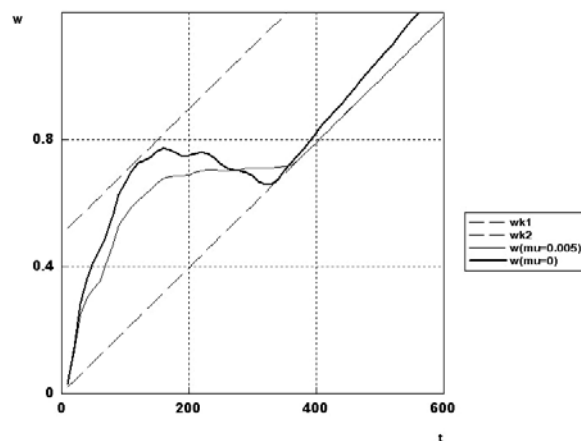


Рис. 2

На рис. 2 виден отход пятки иглы от поверхности клина при наличии (тонкая сплошная линия) и отсутствии (толстая сплошная линия) смазки.

По оси ординат отложено смещение w пятки иглы и клиньев замкового механизма, отнесенное к ℓ , где ℓ – длина иглы вдоль осевой линии. По оси абсцисс – время переходного процесса t , отнесенное ко времени пробега волны растяжения-сжатия вдоль стержня иглы. Наклонные параллельные линии показывают смещение зазора между верхним и нижним клином при вращении игольницы цилиндра.

Без смазки после соударения с кулирным клином пятка отскакивает и движется вплоть до соприкосновения с нижней поверхностью заключающего клина. Затем происходит еще одно соударение с кулирным клином, после чего пятка опять начинает движение поперек зазора. При наличии смазки удара о заключающий клин не происходит, и после того как кулирный клин догонит пятку иглы, в дальнейшем она остается лежать на его поверхности.

ВЫВОДЫ

Силы жидкостного сопротивления смазки, значительно снижая скорость движения иглы после соударения с кулирным клином, позволяют практически полностью исключить повторные удары пятки по клинью. Это служит причиной уменьшения числа циклов нагружения иглы и повышения ее стойкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мальшев А.П., Томилин А.И.* // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, № 4. С. 48...51.
2. *Колчин Н.И.* Механика машин. – Т. 2. – Л.: Машиностроение, 1972.
3. *Мальшев А.П.* // Механика твердого тела. – 2002, № 5. С. 131...136.

Рекомендована кафедрой теории механизмов, приборов и машин. Поступила 28.02.06.
