

УДК 677.055.548

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ИГЛЫ ПО ЗАКЛЮЧАЮЩЕМУ КЛИНУ КРУГЛОВЯЗАЛЬНЫХ МАШИН

Е. В. АНАШКИНА, К. И. БАХМАТОВ, Л. С. МАЗИН

(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)

Для снижения виброактивности механизма перемещения игл важно выбрать оптимальный профиль клина и зазор между пяткой иглы и стенкой замкового канала. Данные задачи решаются путем моделирования движения иглы на ЭВМ.

Динамическая и математическая модели движения иглы по заключающему клину [1] учитывают неударивающий характер связи между иглой и клином, податливость пары игла — клин в зонах контакта, геометрию пятки иглы, максимальный зазор между пяткой иглы и стенкой замкового канала.

Математическая модель [1] представляет собой нелинейное дифференциальное уравнение второго порядка:

$$m[\ddot{\xi}(t) + \Delta''] = F - F_{\text{тр}} - P - G, \quad (1)$$

где m — масса иглы;

$\xi(t)$ — функция положения, характеризующая профиль заключающего клина;

Δ — величина деформации пружины с учетом элемента типа люфт;

F — сила, действующая на пятку иглы со стороны заключающего клина;

$F_{\text{тр}}$ — сила трения, возникающая при движении иглы в пазу игольницы;

P — сила технологического сопротивления, действующая на иглу со стороны старой петли;

G — сила тяжести.

Согласно [1] выражения для указанных сил имеют вид

$$F = \begin{cases} F(\Delta) & \text{при } \Delta > 0, \\ 0 & \text{при } \Delta_1 \leq \Delta \leq 0, \\ F(\Delta) & \text{при } \Delta < \Delta_1, \end{cases} \quad (2)$$

$$F(\Delta) = -c\Delta^{3/2}, \quad (3)$$

$$F_{\text{тр}} = (F_{\text{тр}})_0 \text{sign}[\dot{\xi}'(t) + \Delta'], \quad (4)$$

$$P = fp_{\text{от}}, \quad (5)$$

где Δ_1 — максимальная величина зазора между пяткой иглы и поверхностью заключающего клина;

c — приведенная жесткость пары игла — клин;

f — коэффициент трения между нитью и иглой;

$p_{\text{от}}$ — усилие оттяжки, приходящееся на одну иглу.

Из-за нелинейности математической модели, в основном обусловленной неударивающим характером связи иглы с заключающим кли-

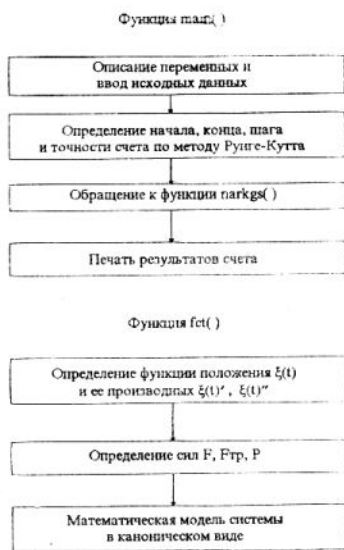


Рис. 1.

ном, наличием зазора между ними и силы трения в пазу игольницы исследованию динамики движения иглы по уравнению (1) выполнено численно на ЭВМ. С этой целью была разработана программа счета на алгоритмическом языке СИ, реализующая метод численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений Рунге—Кутта IV порядка [2]. Программа включает четыре функции: main (), parkgs (), outp () и fct (). Ввод исходных данных и печать результатов организованы в головном модуле программы — функции main (). Процедура метода Рунге—Кутта IV порядка реализуется стандартной функцией parkgs (). На каждом шаге счета parkgs () взаимодействует с функциями fct () и outp (). В функции fct () записаны выражения для определения неизвестных сил, а также математическая модель (1) в каноническом виде. Функция

outp () (необходима для действия parkgs ()) и не используется в работе, поэтому в тексте программы пустая. Функции parkgs (), fct () и outp () являются внешними по отношению к main (). Алгоритм реализации функций main () и fct () приведен на рис. 1. Моделирование движения иглы по заключающему клину по данной программе проводилось на ЭВМ для кругловязальной машины с язычковыми иглами 22 класса. Окружная скорость цилиндра $v=0,7$ м/с, приведенная жесткость пары игла—клин принималась $c=(10^4 \dots 10^5)$ Н/м, масса иглы $m=0,713 \cdot 10^{-3}$ кг, сила трения в пазу игольницы $(F_{тр})_0=(0,2 \dots 0,3)$ Н, сила технологического сопротивления $P=(0,2 \dots 0,4)$ Н.

Приводим результаты моделирования движения иглы по заключающему клину кругловязальной машины на ЭВМ и инженерные рекомендации для необходимой модернизации профиля клина, осуществляемой его оптимизацией при условии, что на всех участках клина (1, 2 и 3 [1]) ускорение иглы минимально возможное с точки зрения максимального размаха и времени переходного процесса. Оптимизация проводилась на ЭВМ путем перебора вариантов.

Исследовались различные сочетания [1] кривых первого и второго порядка, а также тригонометрическая функция — косинусоида, характеризующие профиль заключающего клина. Кривые ускорений иглы, полученные путем моделирования на ЭВМ ее движения по клину, приведены на рис. 2.

Характер колебаний представляет собой затухающий полигармонический процесс, соответствующий виброударному режиму в паре игла—клин. Как видно из рис. 2-а, время движения иглы по клину с криволинейными участками профиля в виде окружности значительно больше (в 1,37 раза), чем при использовании за криволинейные участки отрезков параболы и косинусоиды. Таким образом, с точки зрения производительности машины, которая зависит от числа вязальных систем, очевидно, что применять криволинейные профили в виде дуг окружностей нецелесообразно.

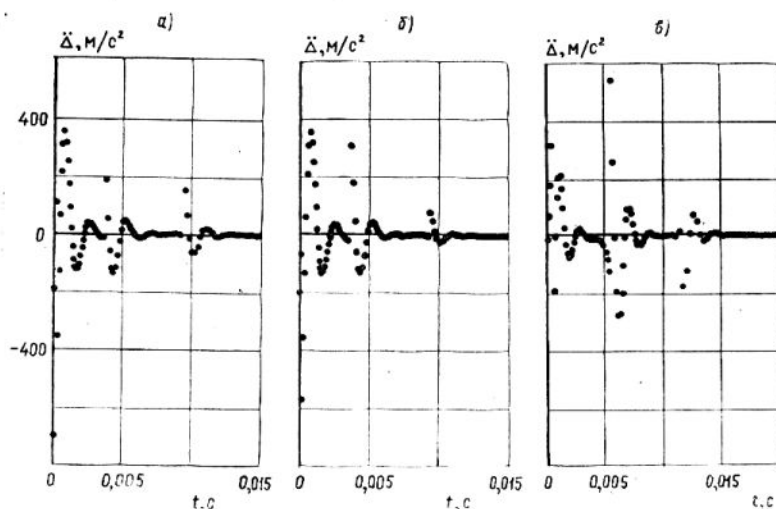


Рис. 2.

Сравним ускорения иглы на различных участках заключающего клина по времени переходного процесса в местах стыковки участков клина между собой и по максимальному размаху ускорений на этих участках. За эталонный принимаем профиль клина в виде участка параболы.

Время переходного процесса на каждом из участков при движении иглы по профилю клина в виде параболы и косинусоиды практически одинаково, а для профиля в виде окружности в среднем составляет 130 %.

На первом участке наименьший максимальный размах ускорения наблюдается для профиля клина в виде дуги окружности и составляет 60 %, а наибольший при профиле в виде участка косинусоиды — 110 %. На втором участке для профиля клина, первая часть которого представляет собой отрезок косинусоиды, максимальный размах ускорения составляет 137 %, в то время как для профиля клина, первый участок которого — дуга окружности, эта величина значительно больше — 251 %. На третьем участке наблюдается наименьший максимальный размах ускорения для профиля в виде косинусоиды, равный 47 %, что для профиля в виде дуги окружности составляет 105 %.

Таким образом, оптимальным из приведенных профилей заключающего клина является вариант, в котором первый участок — парабола, второй — прямая линия и третий — косинусоида. Для такого профиля заключающего клина следует оценить влияние на динамику движения иглы приведенной жесткости пары игла — клин, силы трения, возникающей при движении иглы в пазу игольницы, и усилия технологического сопротивления со стороны старой петли.

При увеличении приведенной жесткости пары игла — клин снижаются максимальный размах ускорения и время переходного процесса в местах стыковки между собой участков клина. Так, при увеличении жесткости в 10 раз, максимальный размах ускорения на первом участке снижается на 53 %, а на втором и третьем участках на 17 %. Время

переходного процесса в среднем для всех участков уменьшается на 48%.

С увеличением силы трения [3] в диапазоне (0,2...0,3) Н максимальный размах ускорения увеличивается на первом участке на 29%, а на втором и третьем участках не изменяется. Увеличение усилия полезного сопротивления [3] с 0,2 до 0,4 Н приводит к увеличению на 42% максимального размаха ускорения на первом участке клина; на втором и третьем участках максимальный размах ускорения не изменяется. Как следует отметить, увеличение силы трения и усилия полезного сопротивления не влияют на время переходного процесса в местах стыковки участков клина, что свидетельствует о том, что при увеличении в 1,5 раза силы трения и в 2 раза усилия полезного сопротивления максимальный размах ускорений возрастает в допустимых пределах и не приводит к поломкам игл.

Как показали результаты моделирования, вне зависимости от профиля первого, второго и третьего участков заключающего клина при $t > 0$ отрыв иглы от поверхности клина не происходит. В связи с этим зазор между пяткой иглы и стенкой замкового канала на исследуемом участке клина может быть минимально возможным и зависеть лишь от допуска на ширину замкового канала и условия отсутствия заклинивания пятки иглы при ее движении по каналу игольного замка. Следует предположить, что величина зазора влияет на динамику движения иглы при переходе иглы с заключающего на кулирный клин.

В нашем исследовании профиль клина с точки зрения стыковки его участков по ускорению не усложнялся, поскольку максимальный размах колебаний при переходе с первого участка на второй и со второго на третий небольшой и не приводит к нарушениям технологического процесса вязания.

ВЫВОДЫ

1. Согласно [1] оптимальным вариантом профиля заключающего клина является клин, состоящий из участков параболы, прямой и косинусоиды; в этом случае ускорения иглы и время переходного процесса имеют минимальные значения.

2. Результаты моделирования движения иглы по заключающему клину свидетельствуют о том, что отрыв иглы от клина (при идеально изготовленной поверхности профиля клина) возможен только при переходе с заключающего клина на кулирный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазин Л. С., Бахматов К. И., Анашкина Е. В. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1996, № 6.
2. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Кожевников Н. В. Вычислительные методы для инженеров. — М.: Высшая школа, 1994.
3. Гарбарук В. Н. Проектирование трикотажных машин. — Л.: Машиностроение, 1980.

Рекомендована кафедрой проектирования машин текстильной и легкой промышленности. Поступила 14.02.97.