

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ ШВЕЙНЫХ ИГЛ И СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ ИЗГИБНОЙ ПРОЧНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ*

А.В. ГЛУЩЕНКО, А.Г. СВИРИДОВ

(Ивановская государственная текстильная академия)

В настоящей работе решалась задача по увеличению площади поперечного сечения иглы с целью повышения ее изгибной прочности и жесткости и устранения кон-

центраторов напряжений [1...3] в случае, если номер иглы задан (без увеличения ее диаметра).

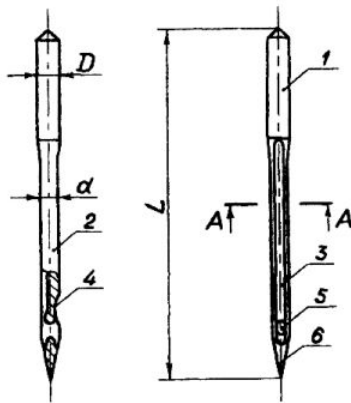


Рис. 1

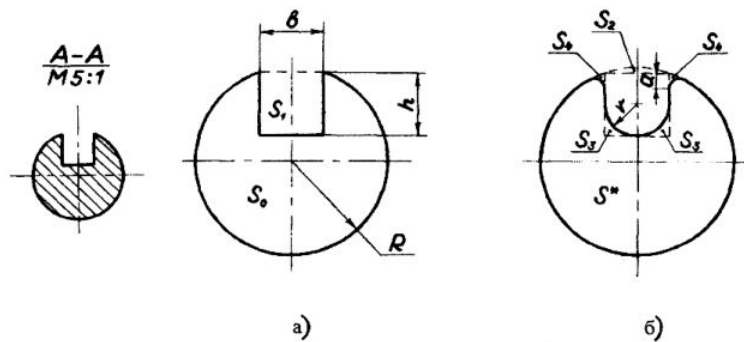


Рис. 2

На рис. 1 приведена форма иглы по ГОСТу 22249-82 [4], где 1 – колба; 2 – стержень; 3 – длинный желобок; 4 – выемка; 5 – ушко; 6 – острие; D – диаметр колбы; d – диаметр стержня; L – номинальная длина. Выемка и ушко не оказывают существенного влияния на поперечный изгиб. Лезвие иглы в основном ослаблено длинным желобком, по которому проходит нить в процессе шитья. В поперечном сечении желобок выполнен прямоугольной формы (рис. 2-а).

Как известно, в местах резкого изменения контура возникает концентрация напряжений [2]. Для уменьшения concentra-

ции напряжений необходимо устранить резкие изменения контура поперечного сечения иглы, применяя плавные переходы (рис. 2-б). В этом случае внутренняя поверхность длинного желобка в сечении выполнена в виде полуокружности с радиусом, равным половине ширины желобка, а наружные поверхности имеют сопряжения радиусом дуги перехода, центр которой находится на пересечении двух линий – геометрических мест центра дуги перехода.

Проведем расчет модернизированной швейной иглы и иглы типового изготовления на изгибную прочность [2], [5].

* Работа выполнена под руководством проф., докт. техн. наук Г.И. Чистобородова.

Работа выполнена по Гранту Министерства образования РФ по программе 2002 г. "Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники – 09.02.006".

Площадь поперечного сечения иглы

типового изготовления

$$S_0 = S_{\text{круга}} - S_1 - S_2 = \pi R^2 - bh - \left(\frac{\pi r^2 \alpha}{360} - \frac{1}{2} b \sqrt{R^2 - \left(\frac{b}{2}\right)^2} \right), \quad (1)$$

где $R = \frac{d}{2}$ – радиус стержня иглы; r – радиус полуокружности внутренней поверхности желобка; b – ширина выемки длин-

ного желобка; h – глубина выемки длинного желобка.

Площадь поперечного сечения предлагаемой иглы

$$S^* = S_0 + 2S_3 - 2S_4 = S_0 + 2 \left(r^2 - \frac{\pi r^2}{4} \right) - 2 \left(\frac{1}{2} \frac{a}{2} \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} \right), \quad (2)$$

где a – расстояние до точки сопряжения.

Относительное изменение площади сечения

$$\Delta_S = \frac{S^* - S_0}{S_0} \cdot 100\% . \quad (3)$$

Момент сопротивления площади поперечного сечения иглы типового изготовления

$$W_0 = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bh(d-h)^2}{2d} . \quad (4)$$

Момент сопротивления сечения W^* определим, используя метод интерполяции. При этом относительное увеличение момента сопротивления площади поперечного сечения

$$\Delta_W = \frac{W^* - W_0}{W_0} \cdot 100\% . \quad (5)$$

Зная изгибающий момент в поперечном сечении стержня, изгибную прочность иглы типового изготовления и модернизированной иглы определим по формуле

$$\sigma = \frac{M}{W} . \quad (6)$$

Относительное изменение изгибной прочности

$$\Delta_\sigma = \frac{\sigma^* - \sigma_0}{\sigma_0} \cdot 100\% . \quad (7)$$

Проведем расчет модернизированной иглы и иглы типового изготовления на жесткость. Жесткость определим по формуле

$$C = GJ , \quad (8)$$

где $G = 8 \cdot 10^4$ МПа – модуль упругости; J – осевой момент инерции.

Момент сопротивления площади поперечного сечения

$$W = \frac{J}{z} , \quad (9)$$

где $z = \frac{d}{2}$ – максимальное расстояние до центра масс.

Для упрощения расчета считаем, что положение центра тяжести сечения, ослабленного желобком, остается без изменения, то есть центр тяжести сечения совпадает с центром тяжести круга.

Из (9) найдем осевой момент инерции для модернизированной иглы и иглы типового изготовления.

Относительное изменение жесткости при этом

$$\Delta_C = \frac{C^* - C_0}{C_0} \cdot 100\% . \quad (10)$$

Определим, насколько увеличится долговечность модернизированной иглы по сравнению с иглой типового изготовления. Под долговечностью понимают свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния. Предельное состояние определяется физической невозможностью его дальнейшей эксплуатации. Показателем долговечности может служить срок службы. При расчетах на долговечность срок службы может быть выражен числом лет N_k работы, числом часов работы h или числом циклов напряжения $N_{ц}$, выдерживаемых изделием до выхода его из строя.

Календарная долговечность иглы в годах N_k , то есть долговечность, выраженная в годах ее существования в рабочем состоянии с учетом действительного времени работы и действительных суточных простоев, может быть определена при помощи выражения [1]:

$$N_k = \frac{h}{8760k_c k_r} = \frac{N_{ц}}{525600\nu k_c k_r} , \quad (11)$$

где $k_c = \frac{h_c}{24}$; $h_c = 8$ – продолжительность

работы иглы в течение суток, ч; $k_r = \frac{h_{др}}{365}$

$h_{др} = 251$ – продолжительность работы иглы в течение года, дни; ν – число циклов напряжений, мин.

Число циклов $N_{ц}$, выдерживаемых иглой до ее выхода из строя, может быть определено из зависимости между σ и $N_{ц}$:

$$\sigma^m N_{ц} = C , \quad (12)$$

где m и C – постоянные коэффициенты, зависящие от свойств материала, температуры испытания, окружающей среды (обычно принимают $m = 4 \div 12$).

Из (12) имеем

$$N_{ц}^* = \left(\frac{\sigma_0}{\sigma^*} \right)^m N_{ц0} . \quad (13)$$

Из (11) с учетом (13) получим

$$N_k^* = \left(\frac{\sigma_0}{\sigma^*} \right)^m N_{k0} . \quad (14)$$

В процессе исследований брали иглу № 90 (по ГОСТу 22249–82); тип 0277; номинальная длина 38,2 мм; диаметр колбы 1,64 мм; диаметр стержня 0,9 мм. Изгибающее усилие, возникающее при поперечной нагрузке вследствие прохождения нити через ушко иглы, составило 2,45 Н; изгибающий момент $9,36 \cdot 10^{-2}$ Н·м; $m=4$.

В результате проведенной работы по расчету модернизированной швейной иглы № 90 на изгибную прочность и жесткость получены следующие результаты: относительное изменение площади поперечного сечения составило 1,5%; относительное увеличение момента сопротивления площади поперечного сечения 2,8%; изгибная прочность повысилась на 2,94%, а жесткость на 3,12%; при этом долговечность модернизированной иглы по сравнению с иглой типового изготовления увеличилась на 12%.

ВЫВОДЫ

1. Проведено исследование поперечного сечения швейной иглы, в результате которого найден способ повышения ее изгибной прочности и жесткости и уменьшения концентраторов напряжений путем применения в местах резкого изменения контура плавных переходов.

2. Дана сравнительная оценка долговечности модернизированной иглы и иглы типового изготовления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вальщиков Н.М., Зайцев Б.А., Вальщиков Ю.Н. Расчет и проектирование машин швейного производства. – Л.: Машиностроение, 1973.

2. Степин П.А. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 1973.

3. *Ермаков А.С.* Оборудование швейных предприятий. – М.: Профобриздат, 2002.

4. Справочник по швейному оборудованию / Зак И.С., Горохов И.К., Воронин Е.И. и др. – М.: Легкая индустрия, 1981.

5. *Биргер И.А. и др.* Расчет на прочность деталей машин: Справочник – М.: Машиностроение, 1993.

Рекомендована кафедрой начертательной геометрии и черчения. Поступила 24.10.03.
