

## Література

1. Математичне програмування (з елементами інформаційних технологій) : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. Б. Жильцов, В. Р. Кулян, О. О. Юнькова ; за ред. О. О. Юнькової. – 2-ге вид., стереотип. – Київ : ДП «Видавничий дім «Персонал», 2008. – 184 с. : іл. – Бібліогр. : с. 181.
2. Білогурова Г. В., Самойленко М. І. Математичне програмування: Конспект лекцій (для студентів денної заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр у галузі знань 0306 «Менеджмент і адміністрування» за напрямом підготовки 6.030601 «Менеджмент»). – Харків : ХНАМГ, 2009. – 72 с.

### **РОЗРАХУНОК ТЕМПЕРАТУРИ НАГРІВУ ГОЛКИ ПРИ ЗШИВАННІ БАГАТОШАРОВОГО ПАКЕТА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Яремчук В. С.<sup>1</sup>, Свідерський В. П.<sup>2</sup>*

*Хмельницький національний університет*

*м. Хмельницький, вул. Інститутська, 11*

*E-mail: <sup>1</sup>yaremchuk1954@gmail.com, <sup>2</sup>svidersky.vladyslav@gmail.com*

Основним засобом для з'єднання деталей одягу є швейні нитки, основою яких є натуральні або синтетичні волокна. У процесі виготовлення швейного з'єднання і роботи швейної машини нитки зазнають дії багаторазового розтягу та згину, сприймають ударні навантаження та тертя до вушка голки, деталей машини і з'єднаних матеріалів. Комплексний вплив цих факторів призводить значного нагріву основи нитки, що, в свою чергу, викликає зміни її властивостей, в тому числі оплавлення і склеювання як з тілом голки, так і швейним матеріалом. Все це може порушувати режим роботи швейної машини, зниження якості швейного шва, обривів ниток тощо.

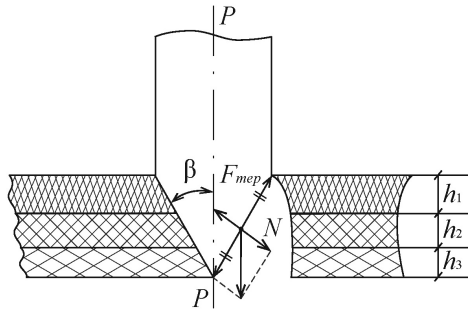
З іншого боку, вимоги до підвищення продуктивності роботи швейних машин викликає постійне зростання їхньої швидкості. При простих операціях швидкість роботи швейної машини може сягати 6000 стібків на хвилину. За такої швидкості нитка повинна долати певний опір, що виникає під час її проходження по напрямному перерізу голки і при проколюванні пакета з'єднаних деталей, що також може привести до пошкодження її основи. З урахуванням цього, необхідно підвищувати якість швейних ниток, яка може забезпечити зни-

ження коефіцієнта тертя, а, отже, запобігти перегріву системи «тіло голки–нитка–матеріал».

Відомо, що під час роботи швейних машин з частотою обертання вала 1000–6000 хв<sup>-1</sup> спостерігається нагрів тіла голки до температури майже 450 °С, залежно від місця її вимірювання. Аналіз термостійкості синтетичних і штучних матеріалів ниток показує, що для якісного зшивання матеріалів температура нагріву голки не повинна перевищувати 100 °С [1]. Тому вміння розраховувати температуру нагріву голки за різних режимів роботи швейної машини є досить актуальним.

**Мета роботи:** запропонувати відносно нескладну аналітичну модель для розрахунку температури нагріву голки при її природному чи штучному охолодженні водою (силіконовим маслом) та повітрям.

Схема проколювання та прошивання матеріалів голкою в умовах сталого температурного режиму представлена на рис. 1.



**Рис. 1. Схема проходження вістря голки при зшиванні тришарового пакета теплоізоляційних матеріалів**

Для умов стаціонарного температурного режиму у процесі зшивання певного пакета текстильних матеріалів комплекс рівнянь теплового балансу для системи «тіло голки–нитка–матеріал» має вигляд:

$$Q_{вио} = \sum_{i=1}^n Q_{видс}; \quad (1)$$

$$Q_{вио} = F_{мер} W_{Г} \tau; \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n Q_{видс} = Q_{Г} + Q_{М} + Q_{Г\alpha} + Q_{ГТ}; \quad (3)$$

$$Q_{Г} = c_{Г} \rho_{Г} (t_{Г} - t_{Г_0}); \quad (4)$$

$$Q_M = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_{M_i}}{\delta_{M_i}} F_{\kappa M_i} (t_\Gamma - t_{M_0}) \tau; \quad (5)$$

$$Q_{\Gamma_\alpha} = \alpha_\Gamma F_{\Gamma_\alpha} (t_\Gamma - t_{\text{нов}}) \tau, \quad (6)$$

$$Q_{\Gamma T} = \alpha_{\Gamma T} F_{\Gamma T} (t_{\Gamma T} - t_{\text{нов}}) \tau, \quad (7)$$

де  $Q_{\text{вид}}, Q_{\text{відв}}$  – теплота, що виділяється та відводиться при зшиванні матеріалів, Вт;

$F_{\text{мер}}$  – середня сила тертя голки до матеріалу, приймаємо, що вона дорівнює середньому зусиллю проколювання, тобто  $F_{\text{мер}} = -P_{\text{сп}}$  Н;

$W_\Gamma$  – середня швидкість переміщення голки, м/с;

$\tau$  – час виконання технологічного процесу швейною машиною, с;

$Q_\Gamma, Q_M, Q_{\Gamma_\alpha}, Q_{\Gamma T}$  – теплота, що відводиться, відповідно, голкою, матеріалом, конвекцією від голки і голкотримача до навколишнього середовища, Вт;

$F_{\Gamma_\alpha}, F_{\Gamma T}$  – площа контакту, відповідно, голки та голкотримача з навколишнім середовищем;

$c_T$  – питома теплоємність матеріалу голки, Дж/кг·К;

$\rho_\Gamma$  – густина матеріалу голки, кг/м<sup>3</sup>;

$t_\Gamma, t_{\Gamma T}$  – температура, відповідно, голки та голкотримача в зоні контакту з матеріалом під час роботи машини, °С.

Після розв'язання системи рівнянь (1)–(7) і з врахуванням, що швидкість руху голки  $W_\Gamma = \frac{zn}{30}$ , де  $z$  – робочий хід голки (м), отримуємо вираз для визначення температури голки:

$$t_\Gamma = t_{\Gamma_0} + \frac{nzF_{\text{мер}}}{30 \left[ \frac{c_T \rho_\Gamma V_\Gamma}{\tau} + \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_{M_i}}{\delta_{M_i}} F_{\kappa M_i} + \alpha_\Gamma F_{\Gamma_\alpha} \right]}.$$

де  $V_\Gamma = \eta_\phi \frac{\pi d_\Gamma^2}{4} L_\Gamma$  – об'єм матеріалу голки ( $\eta_\phi = 1, 2$  – коефіцієнт, що враховує її геометричну форму, м<sup>3</sup>;  $d_\Gamma, L_\Gamma$  – відповідно, діаметр і загальна довжина голки, м).

У розрахунковій формулі не враховано відведення теплоти основою нитки, а також конвективне відведення теплоти від поверхні матеріалу до навколишнього середовища, які на нашу думку не значні, але враховано відведення теплоти від тіла голкотримача до навколишнього повітря.

Прийняті коефіцієнти тепловіддачі визначали з відповідних критеріальних рівнянь для різних схем руху потоків повітря та води [1, 2].

Швидкість потоку повітря для охолодження голки визначали за допомогою анемометра моделі Wintact WT816. Швидкість потоку води, що використовується для охолодження голки, визначали як відношення її об'ємної витрати до площі прохідного перерізу каналу, яким вона подавалась. Об'ємну витрату води визначали за допомогою приладу обліку води (лічильника).

**Висновки.** Аналіз отриманих результатів показав, що температуру нагріву голки меншу 100 °С при прошиванні тришарового пакета текстильних матеріалів можна досягнути лише при охолодженні її водою. Примусове охолодження голки потоком повітря є менш ефективне, що й зрозуміло через різні значення питомої теплоємності повітря та води.

Аналіз наявних літературних джерел показав, що замість води можна використовувати спеціальні силіконові присадки, котрі не залишають слідів, випаровуючись з поверхні тіла голки і голкотримача. Однак, перевірити справедливості цих тверджень не вдалося із-за відсутності можливості придбання цих присадок.

## Література

1. Теоретичні основи теплотехніки. Основи теплотехніки та тепломасообмін. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та індивідуальних завдань для інженерно-технічних і технологічних спеціальностей / В. П. Свідерський, Г. О. Сіренко, В. С. Яремчук. – Хмельницький : ТУП, 2003. – 87 с.
2. Константінов С. М. Теоретичні основи теплотехніки : [підруч. для студ. нетеплотехн. спец. вищ. навч. закл.] / С. М. Константінов, Є. М. Панов. – Київ : Золоті ворота, 2012. – 591 с.
3. Орловський Б. В. Технологічне обладнання галузі (швейне виробництво) : навч. посіб. / Б. В. Орловський, Н. С. Абрінова. – Київ : КНУТД, 2013. – 285 с.