

А.Я.Куліченко, к.т.н., доцент (Львівський факультет Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. акад. В.Лазаряна)

## ТЕПЛОВІ ЯВИЩА ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ МЕТАЛУ ТОРЦЬОВИМИ ЩІТКАМИ

В статті наводиться методика визначення критичної температури нагрівання поверхні котлів залізничних цистерн у процесі їх обробки механічним інструментом з гнучкими робочими елементами.

Останнім часом на підприємствах залізничного транспорту при проведенні планових профілактичних і ремонтних робіт вагонного парку, який у більшості своїй складається із залізничних цистерн для транспортування рідких і сипучих вантажів, очистка їх внутрішніх і зовнішніх поверхонь здійснюється механічними металевими щітками, що є набагато ефективнішим і екологічно безпечнішим у порівнянні із поширеними раніше способами очистки із застосуванням хімреактивів. Процес обробки щітками пов'язаний із виникненням значних температур у поверхневих шарах листового металу обичайок, із яких монтуються котли залізничних цистерн.

Вивчення особливостей процесу поширення температурних полів викликає інтерес не лише з точки зору пояснення фізичної сутності теплових явищ, але й із точки зору вирішення цілого ряду практичних задач. У першу чергу практична сторона даного питання полягає у визначенні максимальної температури нагрівання по всій товщині листа металу, що пов'язано із критичною температурою спалаху токсичних і вибухонебезпечних речовин, залишки парів яких здатні концентруватися у внутрішніх порожнинах котлів навіть після їх ретельного провітрювання.

Як відомо, основними причинами підвищення температури матеріалу цистерн, поверхня яких обробляється механічними щітками, є фактори величини натягу ( $F$ ) робочих елементів інструмента, швидкості його обертання ( $V_{щ}$ ) та переміщення у процесі контактування ( $V_n$ ). Аналіз виявив, що теплові процеси і осцилограми зміни температур матеріалу котла цистерни (низьколегована сталь марки 09Г2С), при поверхневій обробці торцьовим інструментом, набраним із дротинки пружинної сталі марки 65Г (ГОСТ 1512-71) з їх натягом  $H=2,5$  мм і швидкості обертання даного інструменту  $V_{щ}=11,3$  м/с та його переміщенням  $V_n=1,33 \cdot 10^{-2}$  м/с (рис.1, а), майже удвічі вищі, ніж при тій же швидкості  $V_{щ}$  і подачі інструмента  $V_n=4,2 \cdot 10^{-3}$  м/с (рис.1, б)

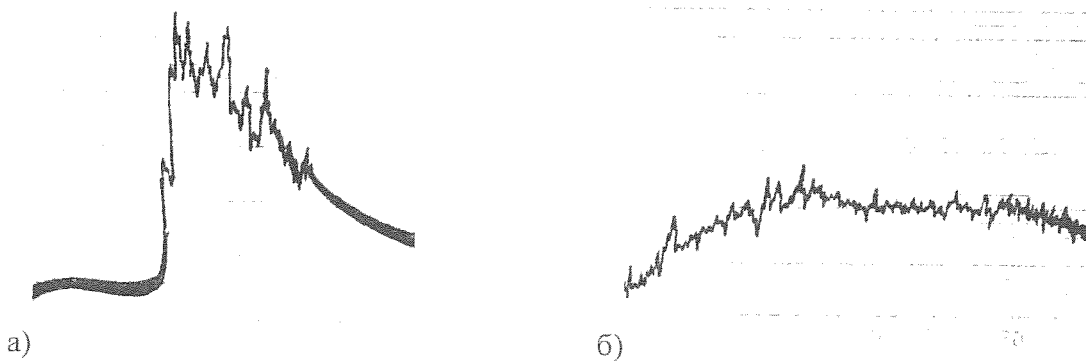


Рис.1. Осцилограми зміни температури поверхневого шару металу при обробці з різними швидкостями подачі інструмента ( $V$ ).

Таким чином, хоч при високій подачі температура нагрівання поверхневого шару вища, зона її поширення по товщині металевго зразка менша. Це явище можна пояснити лише за умови, що процес нагрівання поверхневого шару здійснюється під впливом окремих теплових імпульсів, що характерно при контактуванні інструмента набраного із окремих (елементарних) робочих елементів, із наступною множиною накладання цих імпульсів. Число утворених в зоні контактування імпульсів виражається наступною залежністю [2]

$$i = 0,6 B L V_{\text{ц}} Z_{\text{ф}} (V_n)^{-1}, \quad (1)$$

де  $B$  – ширина робочого кільця торцьової щітки, мм;  $L$  – довжина дуги контакту робочого торця щіткової дротинок із сферичною поверхнею цистерни, мм;  $V_{\text{ц}}$  – швидкість обертання інструмента, м/с;  $Z_{\text{ф}}$  – фактична кількість одночасно контактуючих дротинок, що припадає на площу в  $1 \text{ см}^2$ ;  $V_n$  – подача інструмента, м/хв.

Питоме число теплових імпульсів на площі поверхні обробки в  $1 \text{ см}^2$  встановлюється згідно з виразом:

$$i' = 60 V_{\text{ц}} Z_{\text{ф}} (V_n)^{-1}, \quad (1')$$

Число одночасно контактуючих робочих дротинок встановлено експериментально за кількістю імпульсів на осцилограмах, згідно з методикою досліджень [3], при допомозі термопар, виготовлених із хромелевого дроту діаметром 0,3 мм. Кількість одночасно контактуючих дротинок є величиною змінною, що пов'язано не лише із неоднорідністю заповнення кільця щітки робочими елементами, але й із хаотичністю розташування шару поверхневого накопичення, яке підлягає видаленню, що, в свою чергу, впливає на рівень затуплення робочих торців елементарних дротинок. Крім того, на ступінь затуплення суттєво впливає і умова обробки сферичної поверхні, оскільки кожен із елементів, залежно від місця його розташування в пакеті щіткового кільця, проходить різний за траєкторією (дуга контакту) шлях (рис.2).

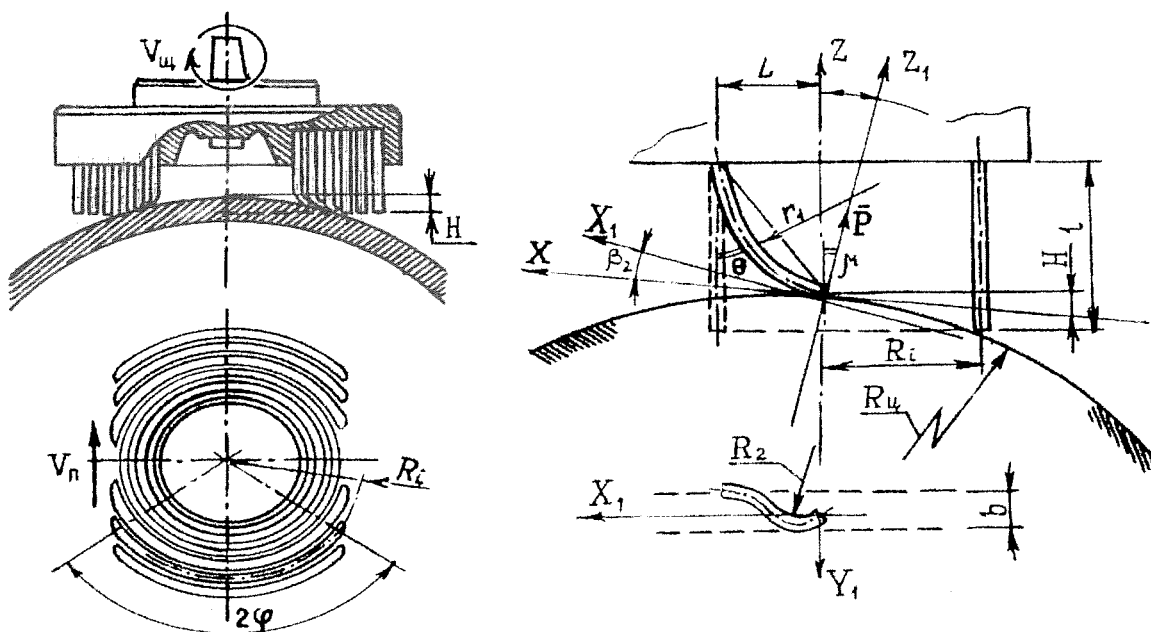


Рис.2. Схеми обробки торцьовою щіткою сферичної поверхні та контактна взаємодія робочих елементів.

Згідно з наведеним вище, встановлюємо величину  $Z_{\text{ф}}$ .

Якщо число імпульсів, отриманих поверхнею на площинці рівній діаметру термодари ( $d_m$ ), становить кількість  $i_m$ , то кількість одночасно контактуючих дротинки на ділянці ширини кільця щітки розміром в  $(1,0 \cdot 10^{-2})$  м, становитиме  $(i_m/d_m)$ . За час переміщення робочого торця елементарної дротинки на величину проекції довжини дуги траєкторії контакту ( $L$ ), ділянка робочої поверхні кільця щітки із шириною на  $(1,0 \cdot 10^{-2})$  м повернеться на величину дуги, рівну

$$l = 60 L V_{щ} (V_n)^{-1},$$

звідки: 
$$Z_{\phi} = (Z/l) = (i_m V_n)/(60 d_m L V_{щ}) \quad (2)$$

Для встановлення загального теплового потоку  $Q$ , що виникає в зоні одночасного контакту кількох щіткових дротинки, необхідно визначити тепловий потік, викликаний одиничним елементом. Але робоча поверхня кожної із дротинки залежно від миттєвого положення її на дузі контакту проникає (втискується) у поверхневий шар металу на різну глибину (рис.2), і потужність теплового потоку в різні моменти часу буде різною.

Припустимо, що тепловий потік утворений робочою поверхнею елементарної дротинки напрямлений по радіусу  $r$  нормально до поверхні, на якій він виникає, і утворює вертикальний потік  $dq'$ , пропорційний кількості енергії  $q$  на одиниці площі  $dS$ , тобто  $dq' = q \cos \gamma dS$  (рис.3).

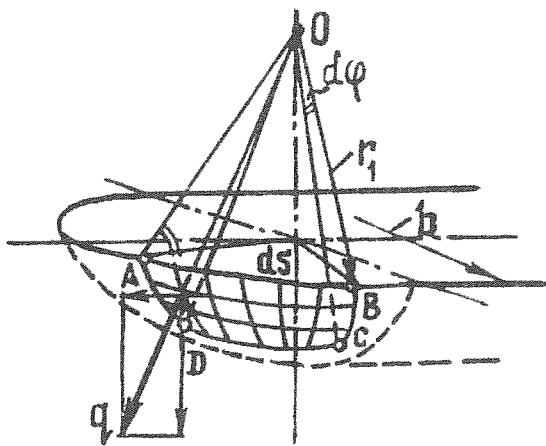


Рис.3. Схема поширення теплового потоку.

Площинку  $dS$  вважаємо рівною добутку  $(AB \cdot BC)$ . Але довжина дуги  $BC$ , що виражена в радіанах, становить  $rd\gamma$ , а довжина дуги  $AB = 0,5b d\theta$ , де  $b$ -ширина сліду елементарної дротинки. Провівши підстановку, отримуємо –  $dq' = 0,5qbr \cos \gamma d\gamma d\theta$ , і встановлюємо межі зміни для даного виразу.

Залежно від глибини проникнення елементарної дротинки у поверхневий шар матеріалу, кут  $\gamma$  змінюється від нуля (момент дотику дротинки) до максимальної глибини її проникнення, тобто поворот її на кут  $\arcsin(0,5b/r)$ , де виражаючи через ширину сліду, отримуємо значення –  $0,5b = r \sin \gamma$ . Кут  $\theta$ , в межах якого здійснюється інтегрування, змінюється від  $\theta$  до  $\pi$ , оскільки тепло виділяється лише частиною поверхні контактуючої дротинки – поверхнею врізання. Після інтегрування, одержуємо:

$$q' = 0,5 \int_{(S)} qbr \cos \gamma d\gamma d\theta = 0,5qbr \int_0^{\arcsin(0,5b/r)} \cos \gamma d\gamma \int_0^{\pi} d\theta = 0,25\pi qb^2 \quad (3)$$

Ширину сліду  $b$  одиничного щіткового елемента виражаємо через глибину проникнення  $h$  його робочої (ріжучої) поверхні у матеріал оброблюваної деталі. Для цієї залежності автором на основі результатів ряду експериментальних досліджень отримана така емпірична залежність [3]

$$b = 2k[(h')^2 + 2h'\sqrt{2cr'}]^{0,5},$$

де  $h'$  – глибина проникнення ріжучої поверхні дротинки в матеріал оброблюваної деталі залежно від місця розташування даної поверхні на дузі її контакту із сферою;  $c$  – коефіцієнт, що залежить від товщини і властивостей поверхневого нашарування [3];  $r'$  – радіус лунки у поверхневому шарі котла цистерни, величина якого змінюється залежно від натягу  $H$  і місця розташування даної дротинки у пакеті щітки (рис.4);  $k$  – коефіцієнт, що залежить від форми лунки, яка в свою чергу формується залежно від радіуса згину дротинки  $r_2$  у площині  $XOY$  (див. рис.2).

Підставивши значення  $b$  у залежність (3), попередньо одержуємо

$$q' = \pi q k^2 [(h')^2 + 2h'\sqrt{2cr'}] \quad (4)$$

Глибину проникнення  $h'$  робочого торця елементарної дротинки у поверхневий шар конструкції сферичної форми по всій довжині дуги контакту встановлено із рівняння його проникнення при максимальному динамічному впливові, що викликаний пружними властивостями матеріалу даної дротинки, у положенні її на вершині сфери. Тобто, у положенні максимального натягу  $H_{max}$ . Особливість обробки даним інструментом вказує на те, що глибина проникнення залежить від кута повороту дротинки відносно осі обертання щітки –  $\angle\varphi$  та місця її розташування у кільці щіткового пакета  $R_i$  (див. рис.2,а), що виражено відношенням

$$\frac{\varphi}{r_1} = \frac{R_i}{l-H}, \quad \text{звідки } \varphi = \frac{R_i r_1}{l-H}, \quad \text{де } r_1 = 1610,855 d \sqrt[3]{\frac{\pi d H}{P}},$$

де  $r_1$ ,  $d$  – радіус кривизни та діаметр елементарної дротинки;  $P$  – зусилля контактної взаємодії [1,3].

Величина проникнення розраховується згідно з емпірично встановленою залежністю:

$$h' = P(\eta + \psi) \mathfrak{G}, \quad (5)$$

де  $\mathfrak{G}$  – відстань між працюючими поряд дротинками, що становить  $\mathfrak{G} = (d/2)\sqrt{3}$ ;  $\eta$  – коефіцієнт, що враховує пружні властивості матеріалів котла цистерни і щіткової дротинки;  $\psi$  – коефіцієнт, що враховує розміри контактного сліду. Значення даних коефіцієнтів визначаються таким чином [4]:

$$\eta = [4\pi \left( \frac{1-\mu_1^2}{\pi E_1} + \frac{1-\mu_2^2}{\pi E_2} \right)^{-1}]^{-2/3}; \quad \psi = 2 \int_0^\varphi \cos 3x dx,$$

де  $\mu_1$  і  $\mu_2$ ,  $E_1$  і  $E_2$  – відповідно коефіцієнти Пуассона і модулі пружності матеріалів (“1” дротина, “2” – оброблювана поверхня).

Підставляючи наведені визначення у розрахункову формулу, отримаємо

$$h \odot = \left[ \frac{1}{\sqrt[3]{\left( \frac{4\pi}{\left( \frac{1-\mu_1^2}{\pi E_1} + \frac{1-\mu_2^2}{\pi E_2} \right)^2} \right)}} + 2 \int_0^\varphi \cos 3x dx \right] \frac{Pd\sqrt{3}}{2}. \quad (6)$$

Таким чином, враховуючи миттєве розташування контактуючих поверхонь кожної із одночасно взаємодіючих елементарних дротинок на дузі обробки, можна визначити поширення теплового потоку і характер розподілу температурних імпульсів.

Визначимо потужність теплового імпульсу  $q_i$  від одиничного щіткового елемента. Вона встановлюється згідно з перетворенням в тепло роботи тертя і деформації поверхневого шару матеріалу обробки

$$q_i = \frac{fql_{\tau}p}{J} + \frac{qh_{\tau}p}{2J}, \quad (7)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя;  $p$  – питома навантаження деформування поверхні оброблюваної деталі при контакті одиничного елемента;  $l_{\tau}$  – довжина поверхні деформованої елементарної дротинки, яка перебуває в контакті із поверхнею сфери;  $h_{\tau}$  – товщина шару матеріалу, що видаляється контактною поверхнею елементарної дротинки;  $J$  – механічний еквівалент теплоти, рівний 4,1868 Дж.

Питомий тиск  $p$  у процесі обробки тертям, рівний меншій твердості двох контактуючих між собою матеріалів. У випадку обробки щітками, набраними із дротинок з пружними властивостями металу, величина питомого навантаження приймається за твердістю поверхневого нашарування цистерни, яке підлягає видаленню. Приймаємо, що у даному випадку таким шламом є нижній шар іржі з твердістю (326...365) МН/м<sup>2</sup> [3].

Довжина контактних поверхонь  $l_{\tau}$ , тертя між якими є основним джерелом виділення теплоти, розраховується згідно з геометричними побудовами (рис.4).

Радіус згину дротинки  $r_2$  в зоні її контактування, що утворюється натягом і ступенем щільності заповнення щіткового пакета, становить

$$r_2 = h' \operatorname{ctg} \left( \frac{h'}{b - 0,5d} \right). \text{ Кут згину дротинки } - \angle ABC = \angle \alpha = \operatorname{arctg} \left( \frac{r_2}{r_2 - b} \right). \text{ Звідси,}$$

$$\text{довжина контактної поверхні буде} \quad l_{\tau} = \frac{\pi r_2 \alpha}{180^{\circ}} \quad (8)$$

Товщина шару матеріалу, що підлягатиме видаленню  $h_{\tau}$ , встановлюється згідно з рядом наведених вище факторів процесу обробки і, не вдаючись у подробиці математичних викладок, проілюстрованих на рис.4, представляється залежністю:

$$h_{\tau} = (H - h') \sin \alpha_1, \text{ де } \alpha_1 = \operatorname{Arc} \cos \left[ \frac{r_2(1 - \cos \alpha)}{l_{\tau}} \right] \quad (9)$$

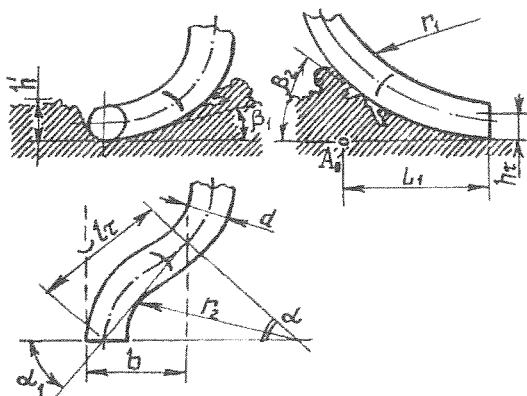


Рис.4. Схема перерізу сліду одиничної дротинки.

Визначення залежності, що вказує на ступінь розподілення температури і теплового потоку поверхнею обробки. При розв'язуванні даної задачі задаємося умовою, що торцьова щітка, набрана із пружинних дротинок у формі кільця, є одномірне, миттєве і плоске джерело теплоти, що контактує із поверхнею оброблення попарними дугоподібними

траєкторіями із довжиною кожної дуги, рівною  $L_i$  (див. рис.4). Підвищення температури в умовно прийнятій точці  $A_0$ , що розташована у товщині металу на нижньому рівні очищуваного шару, здійснюється із наближенням робочих елементів інструмента із швидкістю  $V_n$  протягом часу  $\tau_0 = L_1 / V_n$ . Рівняння поширення теплового потоку для прийнятого нами одномірного миттєвого плоского джерела, що діє вздовж сферичної поверхні цистерни, описується залежністю [5]:

$$T = \frac{Q}{2\sqrt{\pi\gamma C\lambda\tau}} \cdot e^{-\frac{z^2}{4a\tau}},$$

де  $Q$  – кількість теплоти, що виділяється внаслідок обробки поверхні металевими шітками;  $\gamma$  – питома вага матеріалу цистерни;  $C$  – теплоємність;  $\lambda$  – теплопровідність /для сталі 09Г2С –  $\lambda=35,2$  Вт/(м $\cdot$ °С)/;  $\tau$  – час, що минає із початку дії теплового імпульсу;  $z$  – апліката місця, де визначається температура;  $a$  – температуропровідність (для сталі 09Г2С –  $a=0,072 \cdot 10^4$  м $^2$ /с).

Приймаємо умову, що на граничній поверхні весь тепловий потік спрямований лише в одному напрямі і що  $Q=2Q'$ .

Інтегруючи наведену залежність по часу від початку нагрівання точки  $A_0$  (від 0° С) до  $\tau_0$  визначаємо рівняння розподілу теплоти в момент часу  $\tau$  ( $\tau_1$  – поточна координата)

$$T = \frac{Q \odot}{\sqrt{\pi\lambda C\gamma}} \int_0^{\tau_1} \frac{1}{\sqrt{\tau - \tau_1}} \cdot e^{-\frac{z^2}{4a(\tau - \tau_1)}} d\tau_1.$$

Проведемо підстановку і такі математичні перетворення:

$$u^2 = \frac{z^2}{4a(\tau - \tau_1)}, \text{ звідки } \tau - \tau_1 = \frac{z^2}{4au^2} \text{ або } \sqrt{\tau - \tau_1} = \frac{z}{2u\sqrt{a}}.$$

$$\text{Далі } \frac{z^2}{4a(\tau - \tau_1)} d\tau_1 = 2udu; \quad d\tau_1 = \frac{2udu}{4a(\tau - \tau_1)^2} = \frac{z^2}{2au^3} du,$$

$$\tau_1 = u, \quad \tau_0 = \frac{z}{2\sqrt{a(\tau - \tau_0)}}.$$

А за нижню границю інтегрування приймаємо:  $z / (2\sqrt{a\tau})^{-1}$ .

Тоді отримуємо:

$$T = \frac{Q \odot}{\sqrt{\pi\lambda C\gamma}} \int_{\frac{z}{2\sqrt{a\tau}}}^{\frac{z}{2\sqrt{a(\tau - \tau_0)}}} \left[ 1 / \left( \frac{z}{2u\sqrt{a}} \right) \right] \cdot \frac{z^2}{2au^3} e^{-u^2} du = \frac{Q \odot}{\sqrt{\pi a C \lambda \gamma}} \int_{\frac{z}{2\sqrt{a\tau}}}^{\frac{z}{2\sqrt{a(\tau - \tau_0)}}} \frac{e^{-u^2}}{u^2} du.$$

Розв'язуючи одержане рівняння за частинами, отримаємо:

$$T = \frac{Q'}{\lambda} \left\{ \frac{2a^{0,5}}{\pi^{0,5}} \left[ \sqrt{\tau} \cdot e^{-\frac{z^2}{4a\tau}} - \sqrt{\tau - \tau_0} \cdot e^{-\frac{z^2}{4a(\tau - \tau_0)}} \right] + z \left[ F\left(\frac{z}{2\sqrt{a\tau}}\right) - F\left(\frac{z}{2\sqrt{a(\tau - \tau_0)}}\right) \right] \right\}, \quad (10)$$

де  $F$  – функції Крампа, значення яких встановлюється за таблицями довідкової літератури.

На поверхні обробки, тобто за умови, що  $Z=0$ , залежність (10) матиме вигляд

$$T = \frac{2Q' a^{1/2}}{\lambda \pi^{1/2}} (\sqrt{\tau} - \sqrt{\tau - \tau_0}). \quad (11)$$

Максимальна температура нагрівання поверхневого шару листового металу котла залізничної цистерни, тобто температура матеріалу в момент закінчення нагрівання точки  $A_0$ , при  $\tau = \tau_0$  становитиме

$$T_{\max} = \frac{2Q'(a\tau)^{1/2}}{\lambda(\pi)^{1/2}}. \quad (12)$$

Значення  $Q'$  визначаємо за сумою всіх теплових імпульсів що виникають у процесі одночасного контакту  $n$ -ної кількості щіткових елементів, які в даний момент часу  $\tau$  перебувають у площині, дотичній до сферичної поверхні цистерни, залежно від величини їх натягу  $H$  та швидкостей  $V_{щ}$  і  $V_n$ .

Наведена методика дозволяє із достатньою точністю математично прогнозувати величини температури нагрівання матеріалу котла цистерни у процесі її обробки металевими щітками, але потребує тривалих розрахунків. Задачу можна значно спростити, приймаючи, що величина, яка відповідає тепловим імпульсам, для всіх одночасно контактуючих елементів інструмента є опосередкованою. Тоді сумарний тепловий потік  $Q'=iq_i$ ; підставляючи із виразу (1) значення  $i'$ , отримуємо:

$Q'=60(V_{щ}z_{\phi}qi)/V_n$ . Заміняючи  $\tau = \tau_0 = L / V_n$  і підставляючи у залежність (13) значення  $Q'$  і  $\tau$ , остаточно отримуємо

$$T_{\max} = \frac{120 V_i z'_{\phi} q_i \sqrt{60 a L}}{V_n^{3/2} \lambda \sqrt{\pi}}. \quad (13)$$

Таким чином, максимальна температура нагрівання по всій товщині листового металу котла цистерни в момент виходу робочих елементів інструмента із зони їх контакту прямо пропорційна кількості теплових імпульсів, отриманих даним перерізом за одиницю часу, тепловою напруженістю імпульсу від одиничного щіткового елемента, дузі контакту щіткових дротинок із сферичною поверхнею цистерни або глибини проникнення робочих поверхонь дротинок у матеріал і його температуропровідності та обернено пропорційна подачі інструмента і теплопровідності матеріалу цистерни.

Здійснення попередніх розрахунків із визначення температури нагрівання товщини металу дозволить крім попередження можливих спалахів залишків вибухонебезпечних матеріалів, при проведенні у локомотивних депо ремонтних робіт з високою точністю визначати можливі зміни фізико-механічних властивостей як основного матеріалу цистерни, так і зварних швів даного залізничного вантажного транспортного засобу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Беляев Н.М. *Сопротивление материалов*. -М.: Наука, 1976. -607 с.
2. Зарубин В.С. *Инженерные методы решения задач теплопроводности*. М.: Энергоатомиздат, 1983. - 328 с.

3. Лаушник І.Л., Мілянч А.Р. Особливості контактної взаємодії гнучких елементів інструменту очистки із сферичною поверхнею. Вісник Дніпропетр. нац. залізничного транспорту. – Дн-к; 2002. – С.19 -23.

4. Джус В.С., Куліченко А.Я., Мілянч А.Р. Математичне прогнозування технологічних режимів механічної обробки поверхонь цистерн. – Вісник Львів. Ун-ту лісового господарства.- Львів, 2003.- С. 113 – 118.

5. Резников А.Н., Резников Л.Н. Тепловые процессы в технологических системах.-М.: Машиностроение, 1990.-288 с.

УДК 614.84

*О.М.Парубок, к.пед.н., А.І.Харчук (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України)*

### **ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ НАСЕЛЕННЯ ПРАВИЛАМ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ**

Навчання населення правилам пожежної безпеки та набуття досвіду їх виконання є запорукою запобігання виникненню пожеж та їх ліквідації. Для досягнення цієї мети необхідно удосконалювати процес навчання громадян нашої держави правилам пожежної безпеки з використанням власного досвіду та досвіду зарубіжних країн. В статті висвітлено шляхи удосконалення процесу навчання населення правилам пожежної безпеки.

*Постановка проблеми.* Людина, її життя та здоров'я є найвищими цінностями суспільства, що зазначено в найвищому законодавчому акті України [1]. Проте з кожним роком виникає все більше факторів, які негативно впливають на життєдіяльність людей.

Серед надзвичайних ситуацій, що виникають в Україні, значне місце займають пожежі, про що свідчить статистика. Так, за 10 місяців 2004 року сталося 37 967 пожеж, у яких загинуло 2 927 осіб, а прямі збитки склали 73 млн. 977 тис. грн. [4].

Особливості стану техногенної безпеки нашої держави зумовили реформування сфери цивільного захисту.[2] Але система запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, якою б вона досконалою не була, не буде ефективною, якщо населення і надалі буде залишатися необізнаним щодо дій у умовах надзвичайних ситуацій.

Аналіз пожеж свідчить, що найчастіше вони виникають і призводять до загибелі в житловому секторі і, в першу чергу, через незнання людьми елементарних правил пожежної безпеки та дій у випадку пожежі. Тому важливе значення в профілактиці пожеж та їх ліквідації має організація та здійснення навчання населення правилам пожежної безпеки, що є пріоритетним напрямком діяльності підрозділів МНС спільно з місцевими органами влади [3].

У всіх країнах світу для пропаганди заходів пожежної безпеки широко використовуються засоби масової інформації, які дають змогу охоплювати велику кількість людей. Однак це не завжди ефективно і не вирішує проблеми. В Україні це ускладнюється ще й зменшенням передплати населенням періодичних видань, а у віддалених районах – періодичним відключенням електроенергії, що не дає можливості постійно приймати програми телебачення та радіомовлення.

Результати соціологічного опитування мешканців Львівської області засвідчили, що навчання населення правилам пожежної безпеки проводиться на не достатньому рівні. У процесі виявлення рівня обізнаності щодо знань правил пожежної безпеки нас передусім цікавив той