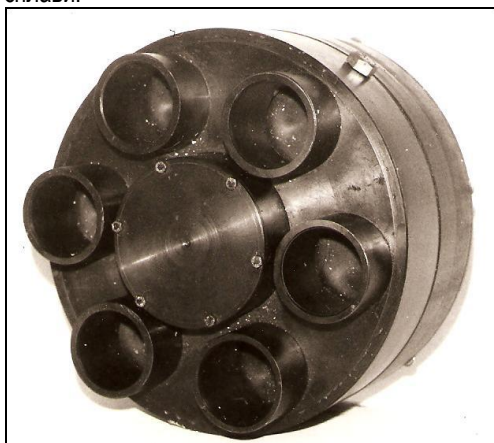
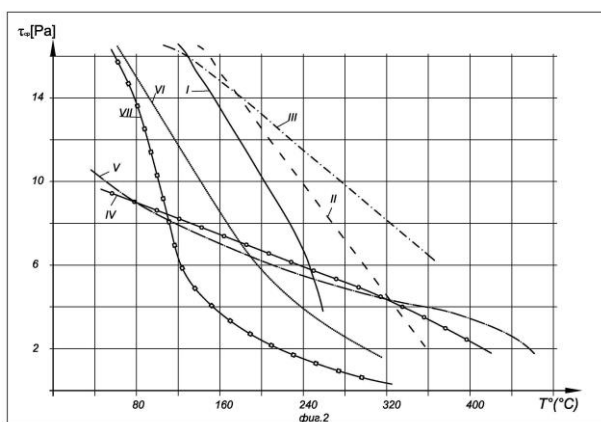


експериментални данни. Тук се прави опит да се отстранят тези неудобства и аналитично определят съответните температури, брой и сечения на щифтовете от леснотопими сплави.



Фиг. 16



Аналитично определяне сечението и броя на щифтовете

Срязващото напрежение в предпазните щифтове, се определя по израза [3]:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{2M_{\text{с}}}{D \cdot S_{\text{щ}} \cdot n}, \text{ Pa}; \quad (1)$$

където $\tau_{\text{ср}}$ е срязващо напрежение, N/m²;

D - диаметър на залагане на щифтове, m;

$S_{\text{щ}}$ - сечението на щифтовете, m²;

n - брой на щифтовете;

$M_{\text{с}}$ - моментът на съединителя, Nm.

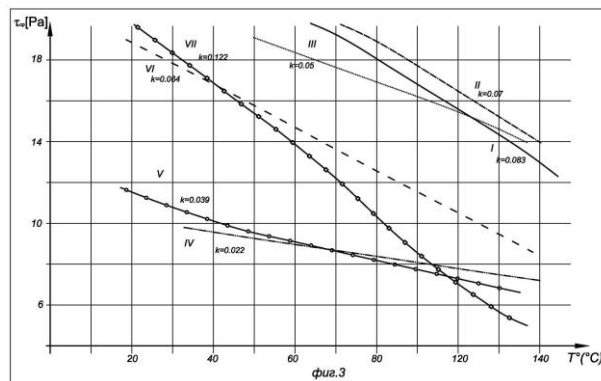
Температурния диапазон, в който работи ЦСС е от 0 до 140°C. Изменението на $\tau_{\text{ср}}$ в зависимост температурата T° в тези граници е показана на фиг.3. Вижда се, че всички криви могат добре да се апроксимират в този диапазон от прави линии, чрез израза:

$$\tau_{\text{ср}} = \tau_{20} - K_i (T_{\text{ср}} - 20^\circ), \text{ Pa}; \quad (2)$$

където τ_{20} е якостта на срязване на щифта при 20°C, Pa;

K_i - коефициент на наклона на съответната сплав, Pa/K°;

$T_{\text{ср}}$ - температурата в мястото на срязване на щифта, K°.



В таблица 1 са посочени стойностите $\tau_{\text{ср}}$ и K_i за τ_{20} представените в [3] сплави, изчислени с методите на статистиката.

Таблица 1

№ сплав	I	II	III	IV	V	VI	VII
τ_{20} Pa	23,9	24	20,6	10,1	11,2	18,8	19,6
K_i Pa/K°	0,0835	0,07	0,05	0,022	0,039	0,064	0,122

След като зависимост (2) се замести в (1) и се реши спрямо S се получава:

$$S_{\text{щ}} = \frac{2M_{\text{с}}}{Dn[\tau_{20} - K_i (T_{\text{ср}} - 20)]}, \text{ m} \quad (3)$$

За оразмеряване на защитата е необходимо да се определи температурата в мястото на срязване на щифта. Тя зависи от два фактора – интензивността на нагряването (топлинния поток) и разпределението на температурата в предпазния щифт.

Топлинен поток през мантията

Стойността на топлинния поток през мантията се определя по два фактора – моментът предаван чрез мантията (Мм) и коефициентът на потокоразпределение между мантията и сачмения пълнеж.

Моментът предаван през мантията се определя от количеството сачмен пълнеж и съотношението между активния радиус R_a и активната широчина ℓ_a на мантията. Съгласно [4] моментът на ЦСС предаван през мантията (Мм) се определя по израза:

$$M_{\text{м}} = 6\omega_{\text{н}}^2 \cdot \rho \cdot f \cdot \ell_a \cdot R_a^4 \left[\frac{\pi}{9} (1 - K_2^3) - \frac{K_1}{2} (1 - K_2^2) \right], \text{ Nm} \quad (4)$$

Където: $\omega_{\text{н}}$ - ъгловата честота на двигателя, rad/s;

ρ - плътност на пълнежа, kg/m³;

f - коефициента на триене;

$$K_2 = \frac{R_1}{R_a}; K_1 = \frac{b_{\text{л}}}{R_a} - \text{коефициенти};$$

R_1 - вътрешния радиус на пълнежа, m;

$b_{\text{л}}$ - широчината на лопатката, m;

Исходния въртящ момент M_c представлява сумата от този формиран в мантията и този в страничните капаци M_k :

$$M_c = M_m + M_k, \text{ Nm} \quad (5)$$

Тук се въвежда коефициентът K' , който представлява отношението на развивания от капацието момент M_k , към този на целия съединител M_c .

$$K' = \frac{M_k}{M_c} \quad (6)$$

При запълване на камерите със сачми, които определят K_i от 0,4 до 0,9, K може да се определи по емпиричния израз:

$$K' = 0,2342 - 0,218K_i \quad (7)$$

При известен изходен въртящ момент M_c и коефициент K' , моментът предаван чрез мантията е:

$$M_m = \frac{M_c}{1 + K'}, \text{ Nm}; \quad (8)$$

Топлинният поток през мантията се определя по изказа:

$$q_m = \alpha_{\text{тп}} \frac{M_m \omega_H}{S_m}, \text{ W / m}^2 \quad (9)$$

където $\alpha_{\text{тп}}$ е коефициентът на потокоразпределение;

S_m – активната повърхност на мантията, m^2 .

Коефициентът на потокоразпределение може да се определи по предложената от Чичинидзе зависимост:

$$\alpha_{\text{тп}} = \left\{ 1 + \frac{h_n \lambda_m}{h_m \lambda_n} \left[\frac{F_{\text{ом}}}{F_{\text{оп}}} - \frac{F_{\text{ом}} - F_{\text{оп}}}{3F_{\text{ом}}^2} \right] \right. \\ \left. \left[\frac{1}{3} \ln \left(\frac{\frac{1}{3} - A}{\frac{1}{3} + A} \right) \left(\frac{\frac{1}{3} - F_{\text{ом}} + A}{\frac{1}{3} - F_{\text{ом}} - A} \right) - A \ln \frac{3F_{\text{ом}}}{2} \right] \right\}^{-1} \quad (10)$$

$$A = \sqrt{F_{\text{ом}}^2 + \frac{1}{9}}$$

където $F_{\text{оп}}$ и $F_{\text{ом}}$ са съответно критерият на Фурие за пълнежа и мантията;

$$F_{\text{оп}} = \frac{a_n \cdot t_n}{h_n}; \quad F_{\text{ом}} = \frac{a_m \cdot t_n}{h_m}$$

h_n и h_m - дебелина на пълнежа и мантията, m ;

λ_n и λ_m - топлопроводимостта на пълнежа, W/mK° ;

$$a_n \approx 6,77 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$$

t_n - времето на нагряване, s .

За ориентировъчни пресмятания може да се приеме $\alpha_{\text{тп}} = 0,3 \div 0,4$.

Температура в мястото на залягане на щифта

Температурата в мястото на залягане на щифта при всички случаи се различава от максимално достиганата температура, която за ЦСС това е зоната на реалния фрикционен контакт, т.е. вътрешната повърхност на мантията.

Причина за това е:

1. Дълбочината, на която може да се заложи щифта е ограничена от якостни съображения.

2. Мястото където се залагат предпазните щифтове не винаги съвпада с топлинно най-натоварената зона.

Температурата в мантията е най-висока в средата и, намалява към капацието. Когато защитата се залага в края на мантията или в специално направено за целта удължение на последната, то следва да се очакват по-големи температурни разлики.

Изменението на температурата в мантията на ЦСС и в цялата му конструкция във всички режими на работа може да се определи с предложените в [1] числени методи и съответната програма. Това е свързано с известни затруднения, произтичащи от наличието на съответна изчислителна техника и внасянето на значително количество данни. Този начин остава единствен, за определяне на температурата в случаите на залагане на защитата отдалечена от най-нагряната точка.

При разположение на защита близо до средата на мантията (вж. фиг.1) може да се намери аналитично решение. Изменението на температурата $T(x, t)$ в мантията по нейната дебелина h и във времето (t) се определя по изказа [1]:

$$T(x, t) = T_0 + \frac{q_m h_m}{\lambda_m} \left[F_{\text{ом}} - \frac{x}{h_m} + \frac{x^2}{2h_m^2} + \frac{1}{3} + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos[\mu_n \left(1 - \frac{x}{h} \right)] \exp(-\mu_n^2 F_0) \right]$$

$$\mu_n = \pi_n; \quad A_n = (-1)^{n+1} \frac{2}{\mu_n^2}; \quad F_{\text{ом}} = \frac{a_m t}{h_m^2}$$

При $F_{\text{ом}} > 0,5$:

$$T(x, t) = T_0 + \frac{q_m h_m}{\lambda_m} \left(F_{\text{ом}} - \frac{x}{h_m} + \frac{x^2}{2h_m^2} + \frac{1}{3} \right), \text{ K}^\circ; \quad (11)$$

където q_m е топлинния поток през мантията, W/m^2 ;

h_m - дебелината на мантията, m ;

λ_m - топлопроводимостта на мантията W/m K° ,

$F_{\text{ом}}$ - критерии на Фурие за мантията; $F_{\text{ом}} = \frac{q_m}{h_m^2}$

a_m - топлопроводно число, m/s^2 ;

t - текущото време, s ;

x - разстоянието в мантията от активната зона, m

T_0 - началната температура, C°

Направеното до тук изследване даде възможност за определяне на температурата по зависимост (11). За стойности на критерия на Фурие $F \geq 0,5$ и дълбочини на залагане на щифта, температурата се определя по изказа:

$$T(\ell, t_g) = T_0 + \frac{q_m h_m}{\lambda_m} \left(\frac{a_m t_g}{h_m^2} - \frac{\ell}{h_m} + \frac{\ell^2}{2h_m^2} + \frac{1}{3} \right), \text{ K}^\circ; \quad (12)$$

където t_g е времето, за което температурата достига допустимата стойност.

От нея лесно може да се определи времетраенето t_g , за което нагряната вътрешна повърхност ($x=0$) достига допустимата температура $T_{\text{доп}}$.

$$t_g = \frac{\lambda_m h_m}{q_m a_m} (T_{\text{доп}} - T_o) - \frac{h_m^2}{3a_m}, \text{ s} \quad (13)$$

След определяне на времето t_g се пресмята температурата в мястото на залагане на щифта $T_{\text{щ}}$.

$$T_{\text{щ}}(\ell, t_g) = T_o + \frac{q_m h_m}{\lambda_m} \left(\frac{a_m t_g}{h_m^2} - \frac{\ell}{h_m} + \frac{\ell^2}{2h_m^2} + \frac{1}{3} \right), \text{ K}^\circ; \quad (14)$$

Температура в мястото на срязване на предпазния щифт

Температурата в мястото на срязване на щифта, зависи от: условията на нагряване, контактуване, охлаждана и топлофизическите параметри на сплавта.

От зависимост (12) се вижда, че изменението на температурата в мястото на залагане предпазния щифт, при посочените условия е линейна функция спрямо времето.

Контактуването на щифта в мантията и водимата част определят сложни гранични условия, при което точното описание на топлообмена се извършва в триразмерен вид, а решението му е възможно само чрез числени методи.

Аналитично решение може да се получи при следните допускания:

1. Нагряването на предпазния щифт се извършва само от челната му страна.
2. Частта от щифта, заложен във водимата част е термоизолирана.

При тези условия измененията на температурата във времето и по дължината на щифта се определя по зависимостта:

$$T(\eta, t) = T_o + \frac{b\ell_{\text{щ}}}{a_2} \left[F_{02} - \frac{1}{B_i} + \frac{\eta}{1} + \frac{\eta^2}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{A_n}{\mu_n^2} \cos[\mu_n(1-\eta)] \exp(-\mu_n^2 F_{02}) \right], \text{ K}^\circ; \\ F_{02} = \frac{\alpha_2}{\ell_{\text{щ}}} t; \quad B_i = \frac{\alpha \ell_{\text{щ}}}{\lambda_2}; \quad \lambda = \frac{x}{\ell_{\text{щ}}} \\ \text{ctg } \mu_n = \frac{1}{B_i} \mu_n; \quad A_n = (-1)^n \frac{2B_i \sqrt{\mu_n^2 + B_i^2}}{\mu_n (\mu_n^2 + B_i^2 + B_i)} \quad (15)$$

Препоръчана за публикуване от катедра „Механизация на мините“, МЕМФ

където T е температурата на щифта, K° ;

$\ell_{\text{щ}}$ - дължината на щифта, m;

F_{02} - критерият на Фурие за щифта;

B_i - критерият на Био за щифта;

α_2 - топлинна проводимост, между щифта и мантията, $\text{W/m}^2 \text{ K}^\circ$;

λ_2 - коефициентът на топлопроводност на щифта, W/m K° ;

b - коефициент на линейно изменение на температурата, K°/s ;

a_2 - топлопроводно число на щифта, m^2/s .

Коефициентът b се определя от зависимост (11)

$$b = q_m \frac{a_m}{\lambda_m h_m}, \text{ K}^\circ / \text{s} \quad (16)$$

В реални условия температурата в мястото на срязване е по-ниска от тази изчислена по зависимост (15).

За това получената по зависимост (15) температура се умножава с коефициент на сигурност $K_c / K_c = 0,8 \div 0,9$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направеният анализ определя условията на работа на аварийната защита на ЦСС. Изведените зависимости са използвани за оразмеряване на предпазните щифтове на ЦСС 55/1,5. Тези съединители се изработиха за нуждите на „Марбас“ Димитровград (виж фиг.4) за задвижване на лентови транспортъори.

ЛИТЕРАТУРА

- Тасев, В. Възможности за приложение на ЦСС с водещ, шестлопатен ротор в задвижванията на машината от миннодобивния отрасъл. Дисертация., 1990.
- Матеев, М., Цв. Дамянов, В.Тенев. Топлинна защита на съединители ЦСС-Я. Годишник ИТМ, гр.Радомир, 1994.
- Матеев, М. Леснотопими сплави за аварийна топлинна защита на съединителите ЦПСЕ и методика за нейното оразмеряване. Годишник ВМГИ, 1933/34.
- Тасев, В., Цв. Дамянов, М.Матеев. Нов начин за определяне момента на „ЦСС. Годишник на ВМГИ 14, 1986/87.
- Пехович, А.И., В.М. Жидких. Расчеты теплового режима твердых тел. Энергия, 1976.