

Харківський інженерно-педагогічний інститут
ім. І. З. Соколова

На правах рукопису

ЛЕПЕХА Ольга Григорівна

**Підвищення довговічності
сталевих канатів для підйомників
шляхом їх раціонального обтиску
в процесі виття**

Спеціальність: 05.05.05.—Підйомно-транспортні
машини
05.16.05.—Обробка металів тиском

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття вченого ступеню
кандидата технічних наук

ХАРКІВ—1993

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00814125 (L)

На правах рукопису

ЛЕПЕХА Ольга Григорівна

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ СТАЛЕВИХ КАНАТІВ
ДЛЯ ПІДЪОМНИКІВ ШЛЯХОМ ЇХ РАЦІОНАЛЬНОГО
ОБТІСКУ В ПРОЦЕСІ ВІТТЯ

Спеціальність : 05.05.05. - Підйомно-транспортні
машини
05.16.05. - Обробка металів тиском

Автореферат
дисертації на здобуття вченого
ступеню кандидата технічних наук

Робота виконана в науково-виробничому об'єднанні "Дзгуб-техцентр".

Наукові керівники : доктор технічних наук, професор
Б.М. Нікітін.

доктор технічних наук
В.І. Дворніков.

Офіційні опоненти : доктор технічних наук, професор
О.О. Горошко.

кандидат технічних наук
О.О. Раков.

Задуче підприємство : Харцизький сталедротоканатний завод.

Захист відбудеться "17 серпня" 1993 р. в "10" год.
на засіданні спеціалізованої ради К 068.22.01 в Харківському
Інженерно-педагогічному Інституті ім. І.З. Соколова за адресою
310000, м. Харків, вул. Університетська, 16.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Інституту.
Автореферат розісланий "14" Травня" 1993 р.

вчений секретар регіональної
спеціалізованої ради,
кандидат технічних наук, доцент

Хонін Ю.О. Хонін Ю.О.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В дійсний час вартість сталевих канатів значно зросла, в зв'язку з підвищенням цін на сировину та енерго-ресурси. Крім того, скорочені закупки канатів за кордоном, в зв'язку з цим дефіцит канатів значно підвищився. Відчувається також і пониження поставок канатів з Росії, де виробляють кзати 6 великих підприємств, в той час як на Україні тільки 2 - Харцизький сталедротоканатний і Одеський завод ім. Січневого повстання. Такі обставини свідчать про те, що необхідно використати всі можливості, зв'язані з підвищенням довговічності канатів.

При роботі канатів на епірних поверхнях в їх дротах виникають напруження повторного згину в результаті розплетення каната і деформування осі дроту. Ці напруження з'являються головними в руйнуванні канатів. Зниження цих напружень може бути здійснено як експлуатаційними, так і технологічними методами. Але в дійсний час мало досліджень в питанні зниження цих напружень технологічними методами. В зв'язку з цим виникла проблема додаткових досліджень, зв'язаних з обґрунтованістю раціональних зусиль обтиску канатів в процесі виття, і їх впливу на величину напружень повторного згину та підвищення довговічності канатів при роботі на підйомниках. В зв'язку з цим розробка рекомендацій по раціональним зусиллям обтиску канатів є актуальна та важлива задача. Маєть також інтерес дослідження зноса звивальних плашок та розробка рекомендацій по приміненню зносостійкого матеріала для них.

Мета роботи. На основі теоретичних і експериментальних досліджень розробити рекомендації по підвищенню довговічності підйомних канатів шляхом зниження напружень повторного згину в їх дротах, що добувається удосконаленнями технології виготовлення канатів

за рахунок раціонального обтиску Іх в процесі виття та використан-
ням зносостійкого матеріалу для звивальних плашок.

Наукова новина роботи укладається :

- в розробці методу розрахунку напружень повторного згину в дротах підйомного канату на різних його ділянках на шківвах (блоках) підйомників, де є контакт дрота з ним і де він відсутній ;
- в виявленні впливу раціонального тиску в процесі виття канатів на величину напружень повторного згину ;
- в дослідженні процесу формування канатів в плашках при Іх витті та розробці математичної моделі алгоритму і програми для ЕОМ по розрахунку раціональних зусиль обтиску на канати ;
- в розробці аналітичних залежностей для розрахунку швидкості зноса плашок при витті канатів різних типорозмірів та зусиллях Іх обтиску ;
- в створенні експериментальної установки для виявлення зносостійкості зразків із різноманітних марок сталей та розробці методики проведення експериментів, на базі яких рекомендовано використовувати сталі електрошлакового переплаву для виготовлення плашок.

Методи дослідження. Виконаний огляд літературних і патентних матеріалів, теоретичні та експериментальні дослідження, лабораторні дослідження зносостійкості різноманітних сталей, довговічності сталевих канатів в умовах пробіжноі машини. Використані методи будівельної механіки, опору матеріалів, числового моделювання на ЕОМ.

Практична цінність роботи. Розроблено програмне забезпечення розрахунків раціонального обтиску канатів при Іх виготовленні на заводах, що забезпечує зникнення напружень повторного згину при роботі канатів на підйомниках. Зменшений знос плашок в результаті

використання сталей електрошлакового переплаву.

Реалізація результатів роботи. Робота виконувалась по координаційному плану науково-дослідних робіт Всесоюзного виробничого об'єднання "Совзметиз" Мінчормету СРСР в 1987-1989 р.р. По рекомендації автора на Харцизькому сталедроканатному заводі та Орловському сталепрокатному заводі були виконані промислові випробовування плашок, виготовлених із сталей електрошлакового переплаву, срок праці яких підвищився в 3-7 разів, внаслідок чого добута економічна ефективність в розмірі 321,2 тис.крб. при виробництві 3 000 т. канатів. На Харцизькому сталедроканатному заводі були виготовлені канати з раціональним обтиском в процесі виття для шахтних підйомників виробничого об'єднання "Донецьквугілля". Срок праці канатів зріс на 20 % в порівнянні з канатами, виготовленими по звичайній технології.

Апробація роботи. Основні висновки роботи докладені на конференції професорсько-викладацького складу Севастопольського приладобудівного Інституту в 1987 р.;

- на I-й Всесоюзній конференції "Проблеми розвитку та удосконалення підйомно-транспортної техніки", в 1988 р. в м. Красноярську;
- на республіканській науково-технічній конференції "Проблеми підвищення надійності сталевих канатів", в 1989 р. в м. Одесі;
- на республіканській конференції "Технологія та обладнання для виробництва багатодротяних виробів", в м. Севастополі в 1989 р.;
- на республіканських науково-технічних конференціях "Технічні засоби океанічного рибальства", в 1985, 1989, 1990 та 1992 роках в м. Севастополі;
- на Російському науково-технічному семінарі "Проблеми надійності

та безпеки експлуатації кранових металоконструкцій та сталевих канатів" , в 1992 р. в м.Новочеркаську.

Публікації. По темі дисертаційної роботи надруковано 8 наукових робіт, в т.ч. 4 тези докладів.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, підсумків, списку використаних вітчизняних та закордонних робіт, із 114 найменувань та додатків. Текст викладений на 140 сторінках машинописного тексту, включаючи 13 таблиць та 29 малюнків.

КОРОТКИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність і важливість теми досліджень, визначено коло питань, вирішуваних в роботі, дана її загальна характеристика.

В першому розділі виконані огляд і аналіз теоретичних та експериментальних робіт по дослідженню довговічності та працездатності сталевих підйомних канатів і вибору їх конструктивних параметрів в залежності від призначення та умов експлуатації. Приводиться короткий аналіз робіт О.І.Колчіна, Д.Г.Литкова, К.М.Масленнікова, Р.Меебольда, Б.С.Ковальського, О.І.Дукельського, Г.М.Шехмалєва, Г.П.Ксхміна, Н.І.Івашкова, та інших авторів, в яких розглядаються питання розрахунку працездатності та запасу міцності канатів на різних підйомниках.

Існують різноманітні способи підвищення строку праці підйомних канатів: застосування футерованих блоків, оптимізації співвідношення D_B/d_K (D_B, d_K - діаметри блоку і канату), використання удосконалених систем проводки канатів, а також інші. В великій мірі срок праці сталевих канатів залежить від вірного вибору конструкції, розрахунку і технології їх виготовлення. Великий вклад в дослідження

довговічності підйомних канатів виїс Б.С.Ковальський, який розробив новий метод розрахунку канатів по сроку їх праці. Відомі роботи П.П.Нестерова, М.Ф.Глушко, Ю.І.Коковихіна, М.А.Букштейна, М.Г.Полякова, Б.О.Шкіфорова, В.Д.Білого, В.Т.Козлова, О.П.Ветрова, Н.К.Гончаренко, в яких відображається конструювання сталевих підйомних канатів для різноманітних умов експлуатації та удосконалення технології їх виготовлення. М.Ф.Глушко розробив основи теорії розрахунку каната, як складного агрегата із тонких природно скручених стержнів. А.П.Ветровим ця теорія була удосконалена для канатів закритої конструкції, а також були виконані дослідження напружень повторного згину, які виникають в дротах канатів при їх згині на опірних поверхнях в результаті розплідування каната та деформування осі дроту. За його свідченням, ці напруження являються головними в руйнуванні канатів. А.П.Ветровим для зниження напружень повторного згину було рекомендовано застосування складної футеровки із матеріала різної жорсткості, удосконалення шківів за рахунок проточки жолоба та використання канатів з перемінним напрямком виття шарів дроту в пасмах канату.

Зниження напружень повторного згину за рахунок раціонального обтиску канатів в процесі виття не досліджувалось. Відсутні також дослідження зносу плашок для виття канатів, в той час як спостереження за їх працею показали вельми малий срок їх праці. Питання процесу формування канатів в звивальних плашках практично в літературі не освітлено. Відсутні методики розрахунку раціонального обтиску канатів в процесі виття, в зв'язку з чим канати часто бувають виготовленні нецільного виття і при експлуатації в них виникають великі напруження повторного згину.

В зв'язку з цим був зроблений висновок про необхідність проведення додаткових досліджень в цьому напрямку і були сформульовані

задачі дослідження.

В другому розділі розглядаються питання досліджень шкідливих напружень повторного згину, виникаючих при роботі канатів на підйомниках в результаті їх розплющування на опорних поверхнях (шківів, блоках та інше.).

При дослідженні були прийняті наступні допущення:

- прийнято, що жолоб шківів проточений по дузі кола, діаметр якого становить 1,05 діаметра каната;
- жолоб приймається достатньо жорстким, що дозволяє лічити відповідність кривизни осі дроту кривизні жолоба;
- приймається, що кут виття дроту при повторному згині не змінюється.

Схема деформування каната на жолобі показана на мал. I

СХЕМА ДЕФОРМАЦІЇ КАНАТА НА ЖОЛОБІ ШКІВА.



Мал. I

Дослідження проводились в постановці задачі, розробленої А.П. Ветровим.

Сила в контактї дроту з шківом Q при малих радіальних тисках, коли дрiт прилягає до шківів в одній точці, буде

$$Q = \frac{2 F h_k}{D n_n} ;$$

де F -натяг каната;

h_k, n_k -крок виття і число дротів в зовнішньому шарі каната;

D -діаметр шків (блоку).

Рішення задачі про повторний згин дроту в каматі з достатньою для практики точністю (10...15 %) може бути зведено до розглядання дроту, як багатопрольотної балки на пружинно-осідавчих опорах для канатів точкового дотику, або на пружинній основі для канатів лінійного дотику.

Виразив інтенсивність реакції пружинної основи f для канатів лінійного дотику, як пропорціональну радіальним переміщенням осі зовнішнього дроту W :

$$f = k W, \quad (2)$$

де k - коефіцієнт пружинної основи, характеризуючий радіальну податливість каната, використавшись рівняннями Кірхгофа, які описують залежність внутрішніх сил від зовнішнього навантаження

$$\frac{dN}{ds} = -k \cdot W + f_{ж};$$

$$\frac{dM}{ds} = -F; \quad (3)$$

де N -проекція внутрішньої сили на напрямек нормалі (ось дроту),

M -проекція внутрішнього згинального моменту на бінормаль,

$f_{ж}$ -інтенсивність зовнішнього розподіленого навантаження,

одержимо вираз для внутрішнього згинального моменту M :

$$M = -H \left(\frac{d^2 W}{ds^2} + \omega^2 W \right), \quad (4)$$

де $H = EJ$ -жорсткість дроту на згин,

E -модуль пружності,

dS - довжина елементарної ділянки дроту,
 $\omega^2 = q^2 + z^2$, q і z - кривизна в напрямку нормалі до перерізу дроту і кручення дроту в канаті.

Слід відмітити, що складаюча кривизни в напрямку бінормалі та переміщення осі дроту в напрямку дотичної і бінормалі, рівні нулю.

З об'ємом (4) одержана диференціальна залежність напруження від радіального переміщення W :

$$G = -H \left(\frac{d^2 W}{dS^2} + \omega^2 W \right) / W_X, \quad (5)$$

де W_X - момент опору перерізу дроту.

Вираз в дужках являє собою кривизну осі дроту X :

$$X = \frac{d^2 W}{dS^2} + \omega^2 W. \quad (6)$$

Необхідно встановити величину напружень повторного згину на двох ділянках по окружності каната (мал.1) :

- ділянка дотику пасма каната з жолобом шківів, де діють сили періодично повторювальні по числу точок дотику дротів з шківом ($S < S_0$);
- ділянка, де дотик пасма, яке розглядаємо, відсутній, ($S > S_0$).

При вирішенні задачі потрібно виконати умову, щоб внутрішні зусилля мали розриви тільки на межах цих ділянок,

Рішення рівнянь (3)...(6) в початкових параметрах для першої ділянки ($S < S_0$) має наступний вигляд :

$$W_1 = \left(W_0 - \frac{X_0}{\omega^2} \right) \cos \omega S + \frac{X_0}{\omega^2};$$

$$W_1' = -\omega \left(W_0 - \frac{X_0}{\omega^2} \right) \sin \omega S;$$

$$M_1 = -X_0 H;$$

$$N_1 = 0;$$

$$f_{ж} = k \left(W_0 - \frac{X_0}{\omega^2} \right) \cos \omega S + k \frac{X_0}{\omega^2}. \quad (7)$$

На другій ділянці $S > S_0$ дрiт не цoтoкaється до жoлoбa шкiвa I iнтeнсивнiсть зoвнiшньoгo нaвaнтaжeння вiдсутня, oдeржaнo:

$$W_2 = W_{S_0} Y_1(S - S_0) + \frac{1}{2\lambda} W_{S_0}' Y_2(S - S_0);$$

$$\frac{1}{\lambda} W_2' = -W_{S_0} Y_2(S - S_0) + \frac{1}{\lambda} W_{S_0}' Y_3(S - S_0) \quad (8)$$

$$\frac{1}{2\lambda^2} \frac{M_2}{H} = W_{S_0} Y_3(S - S_0) + \frac{1}{2\lambda} W_{S_0}' Y_4(S - S_0);$$

$$\frac{1}{2\lambda^3} \frac{N_2}{H} = W_{S_0} Y_4(S - S_0) + \frac{1}{\lambda} W_{S_0}' Y_4(S - S_0);$$

$$Y_1(x) = e^{-\lambda x} (\cos \lambda x + \sin \lambda x);$$

$$Y_2(x) = 2e^{-\lambda x} \sin \lambda x;$$

$$Y_3(x) = e^{-\lambda x} (\cos \lambda x - \sin \lambda x);$$

$$Y_4(x) = 2e^{-\lambda x} \cos \lambda x.$$

Для пoчaткoвoї тoчки O , збiжнoв з вiсьoю $y(S=0)$, мoжнa зaпiсaти:

$$N_0 = -\frac{Q}{2}; \quad N_0' = 0;$$

$$W_\infty = 0; \quad W_S = 0. \quad (9)$$

Пiдстaвляючи (9) в (7) i визнaчaючи невiдoмi пoстiйнi для мaксимaльнoгo мoмeнту i нaпругeнь в тoццi $S=0$, oдeржимо:

$$M_{max} = \frac{Q}{4\lambda};$$

$$\sigma_{нmax} = \frac{Q}{4\lambda W_x};$$

$$\lambda = \sqrt[4]{k/4H}. \quad (II)$$

Підставив вираз Q із (I)

$$\sigma_{нmax} = 2Fh_k / dn_n \cdot 4\lambda W_x. \quad (I2)$$

Із формули (I2) видно, що величина напружень повторного згину залежить від конструкції каната (числа зовнішніх дротів), кроку його виття, натягу, діаметра шківів (блоку), коефіцієнта пружності основи і моменту опору.

Формули (7)...(I2) дозволяють встановити закономірності зміни радіального переміщення, згинального моменту, довжини дуги дотика каната з жолобом шківів від тиску каната на жолоб.

На мал.2 показані залежності довжини дуги від тиску, його безрозмірної величини $(Q/4\lambda Hx_0)$ для різних значень параметру λ/ω .

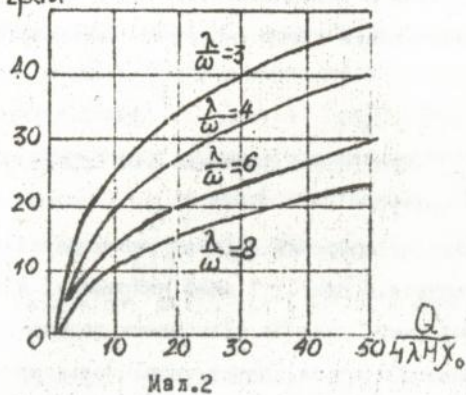
Із мал.2 видно, що при зростанні тиску довжина дуги збільшується, але темп сповільнюється з ростом тиску.

На мал.3 відображені залежності напружень повторного згину σ_n (в відношенні до межі текучості σ_T) від величини тиску каната на жолоб шківів для різних значень λ/ω .

Як видно із мал.3, мінімальні напруження повторного згину $(0,2 \dots 0,25 \sigma_T)$ будуть при відповідних жолоба діючим нормам $d_{ж} = 1,05d_x$ і максимальному коефіцієнті пружності основи та жорсткості дроту на згин, що характеризується параметром λ/ω

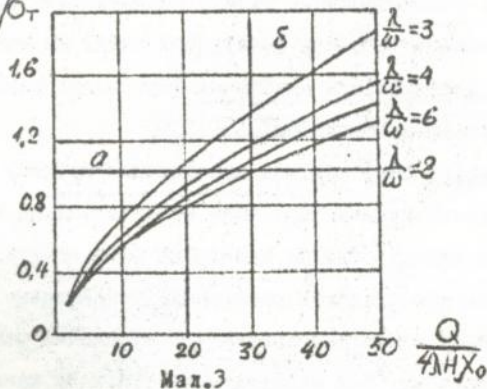
ЗАЛЕЖНІСТЬ ДУГИ КОНТАКТУ КАНАТА З КОЛОБОМ ШКІВА
ВІД ТИСКУ КАНАТУ НА КОЛОБ.

ωS_0 , град.



ЗАЛЕЖНІСТЬ НАПРУЖЕНЬ ПОВТОРНОГО ЗГІНУ
ВІД ТИСКУ КАНАТУ НА КОЛОБ ШКІВА.

σ_{II}/σ_T



При зменшенні цих величин напруження зростають до межі текучості, а при $Q/4\lambda H \chi_0 > 18 \dots 30$ становлять величину вище σ_T . Межа недопустимих напружень відмічена лінією a . Сумарні згинальні напруження $\sigma_{\text{сум}}$ визначаються сумою напружень загального σ_1 і повторного σ_{II} згину:

$$\sigma_{\text{сум}} = \sigma_1 + \sigma_{II}; \quad (13)$$

де $\sigma_1 = \beta_K \frac{\delta}{D} E$, β_K - коефіцієнт, залежний від параметрів виття дроту, δ - діаметр дроту.

Знак „+” показує, що напрямки дії напружень загального і повторного згину збігаються, а при „-” вони направлені в протилежні напрямки. Мاستься на увазі одне із фіксованих положень. При обертанні шківів канат переміщується вздовж своєї поздовжньої осі, то в наступний момент максимальне напруження виникає в другому дроті.

Як показують виконані дослідження, величина напружень повторного тиску залежить головним чином від радіальних переміщень осей дротів, які зв'язані з розплющуванням канату на шківках, що в свою чергу залежить від величини обтиску канату при витті на машині. Таким чином виявлена необхідність виконання досліджень раціонального обтиску канатів при їх виготовленні.

В третьому розділі освітлюються дослідження процесу формування канату в звивальних плашках при його виготовленні на машині. Дається обґрунтування впливу обтиску канату на його якість, описується алгоритм і результати числової реалізації математичної моделі на ЕОМ. Для виття канату необхідно прикладати на платки раціональне зусилля для його обтиску. При недостатньому обтиску канат виходить з машини нецільно звитим, що викликає його розплющення при роботі на підйомниках, в результаті в дротах канату виникають великі напруження повторного згину. При значному обтиску підвищується

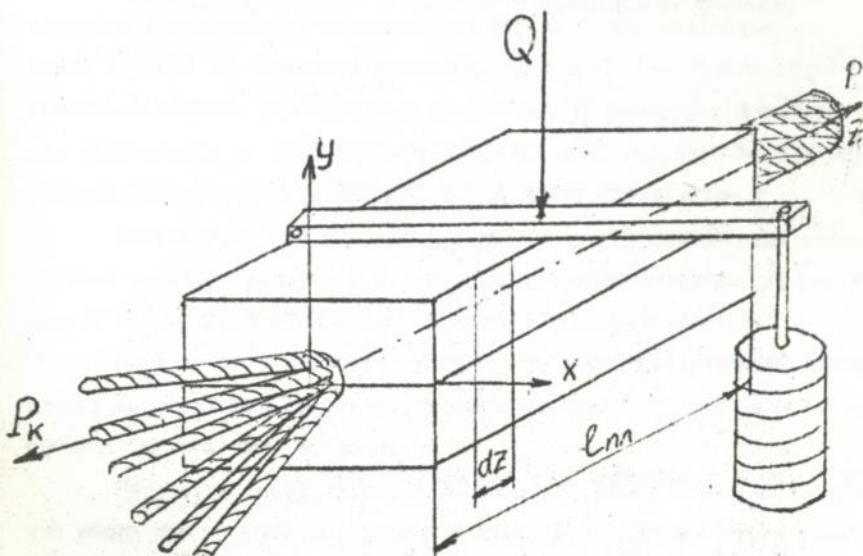
знос плашок та зусилля витяжки каната, що шкідливо скажується на розході енергії та зносі деталей машини.

Вирішення задачі виконувалось на базі енергетичних уявлень процесу пружньо-пластичного згину звичаємого елемента в плашках, розглядаючи укладку дроту в канат, як його намотку на стержень за рахунок натягу силою P_k (мал. 4) Тоді робота A , затрачена силами P_k на деформування згину звичаємих елементів на ділянці dz , може бути виражена через згинальний момент M_{ni} і кут $d\varphi$:

$$A = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n P_k dz = \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n M_{ni} d\varphi = \sum_{k=1}^m n_k \frac{M_{ni} \operatorname{tg} \alpha_k \sin \alpha_k}{r_k} (I_i)$$

де n_k, n_k - кількість шарів від i до m в канаті і елементів в шарі,

r_k, α_k - середній радіус виття і кут виття шару дротів.



Мал. 4

При витті каната на звивальній машині зусилля розтягу в звиваємих елементах (дротах) створюється за рахунок гальмування їх на шпулях і створення додаткового гальмування в плашках. З другого боку, зусилля витяжки каната з машини витрачається на знімання дроту з шпулі, його деформування і гальмування канату в плашках за рахунок сил тертя.

При цьому треба мати на увазі, що зусилля гальмування в плашках змінюється. Дійсно, в залежності від орієнтації дроту відносно розняття плашок зусилля буде різним, тому що величина питомого обтиску q по перерізу плашок змінюється по косинусідальному закономі:

$$q = q_0 \cos \varphi, \quad (15)$$

де q_0 - максимальний питомий обтиск по вертикальному радіусу, y .
Величину максимального обтиску Q можна визначити по формулі:

$$Q = \frac{1}{4f} \frac{l_m}{d_k} \frac{1}{(1 - \cos \frac{l_m \pi}{h_k})} \frac{n_k M_{km}}{z_k} \sin d_k \operatorname{tg} d_k, \quad (16)$$

де f - коефіцієнт тертя дроту об плашки,
 d_k - діаметр канату,
 l_m - довжина плашок.

Для випадку, коли довжина плашок рівняється кроку виття канату, формула (16) перетворюється:

$$Q = \frac{\pi}{4f} \frac{1}{d_k} \sum_{k=1}^m n_k M_{km} \sin d_k, \quad (17)$$

або в більш зручній для розрахунків формі:

$$Q = \eta \sigma_8 \sum_{i=1}^n S_i, \quad (18)$$

де η - коефіцієнт обтиску, рівний

$$\eta = \frac{1}{6f d_k} \frac{\sum_{k=1}^m n_k \delta_k^3 \sin \alpha_k}{\sum_{k=1}^m n_k \delta_k^2}, \quad (19)$$

σ - межа міцності матеріалу дроту,

n - кількість дротів в канаті,

S_i - поперечний переріз дроту.

Як показують формули (18), (19) величина обтиску залежить від міцності матеріалу дроту, їх діаметру і кількості, кута виття, а також від коефіцієнту тертя.

На основі одержаної математичної моделі були розроблені алгоритм і програма обчислювань для ЕОМ ЕС-1030, реалізована на мові ФОРТРАН IV. Одержані значення величин раціонального обтиску канатів в плашках для найбільш застосованих конструкцій канатів для підйомників по ГОСТ 2688-80, 3062-80...3064-80, 3069-80, 3077-80, 3079-80, 7665-80, 7678-80, 7670-80 і 7681-80.

Виявлено, що при зростанні діаметра канату в 2,5 раза збільшується величина обтиску в 1,5 раза, при зростанні кратності виття дротів в 1,2...1,3 обтиск знижується на 20...25 %.

Дані по величині обтиску для різних конструкцій канатів передані Харцизькому сталедротоканатному заводу для використання в процесі виготовлення канатів.

Четвертий розділ відображає характер зносу плашок звивальних машин при виготовленні сталевих канатів. В процесі виття канату в умовах швидкісної протяжки внаслідок дії поперечного зусилля на плашки і розтягуючого зусилля на канат виникає ковзання відносно

робочої поверхні плашок, що викликає їх знос.

Швидкість зносу плашок γ :

$$\gamma = \frac{4\gamma Q V \cos \varphi}{\pi \rho_m d_k} ; \quad (20)$$

де γ - коефіцієнт, характеризуючий швидкість зносу дотичних тіл при певних умовах роботи і залежний від твердості і міцності їх матеріалу,

тобто залежить від обтиску канатів в плашках Q , швидкості ковзання канату відносно плашок V , їх довжини ℓ_m і діаметра каната d_k , слід відмітити, що швидкість зносу буде різною в різних точках внутрішньої поверхні плашок, тому що залежить від кута φ . Максимальне значення буде в точках, розміщених по вертикальній осі. Це підтверджується також спостереженнями за зносом плашок на заводі.

Процес зносу плашок при виготовленні канатів залежить від багатьох факторів: конструкції каната, діаметра його дротів, міцності матеріалу дроту і плашок та інше.

В процесі проведення експериментальних досліджень по виявленню зносостійкості зразків для звивальних плашок були використані статистичні методи планування експеримента. Формалізація експериментальних даних була проведена методом найменших квадратів. Були виявлені основні критерії, впливаючі на знос плашок, це їх марка сталі і способ виплавки, конструкція канату, кратність його виття, інші критерії /діаметр дроту, тип виття канату, точечний чи лінійний до як дротів та інше/ впливають в меншій мірі. Незважаючи на те, що знос плашок являється багатопараметричним процесом, планування експерименту дозволило зменшити число випробувань до 26.

На канатних заводах для плашок використовують вуглецеву сталь марок У 8, У 10 і хромисту 9Х. Срок праці становить 7-10 днів при виготовленні канатів, 5 днів при виготовленні металокорда для шин. В зв'язку з таким низьким строком праці був виконаний пошук підвищення зносостійкості плашок і в першу чергу по виявленню ефективності використання сталей елекрошлакового переплаву /ЕШП/.

Відомо, що сталь ЕШП має підвищену зносостійкість порівняно зі сталлю звичайного виплаву при використанні її для ріжучого і мірного Інструменту. Звісно також її ефективне застосування для валків прокатних станів. В зв'язку з цим було вирішено виконати лабораторні випробування по виявленню зносостійкості сталі ЕШП в точки зору її застосування для плашок.

Для цієї цілі була виготовлена лабораторна установка, дозволяюча проводити випробування зразків із різних сталей в парі з канатом.

Установка має електродвигун і редуктор, жорстко установлені на статині, на вихіднім валу редуктора закріплений зразок із сталі в вигляді ролика; через який перекинута канат, один кінець якого жорстко закріплений, а до другого прикріплений підвіс з вантажем.

Випробування показали, що зразки із сталей ЕШП відзначаються підвищеною зносостійкістю в порівнянні зі сталлями звичайного виплаву.

В п'ятому розділі розглядаються результати експериментальної і промислової перевірки рекомендацій дисертаційної роботи, направлені на підвищення довговічності каната і зносостійкості плашок.

На заводі "Продмаш" м.Сімферополь по технології, розробленій в Севастопольському приладобудівному Інституті під керівництвом Б.М. НТкіТіна, були виплавлені малогабаритні зливки ЕШП сталей марок ХВГ-Ш, ХІЗМ, БХНМ-Ш, У7-Ш і прокат марок сталей ХВГ, ХІЗМ, БХНЗ. Із злиwkІв була виготовлена дослідна партія плашок для звивальних машин Харцизьського сталедротоканатного і Орловського сталепрокатного заводів /ХСДКЗ, ОСПЗ/.

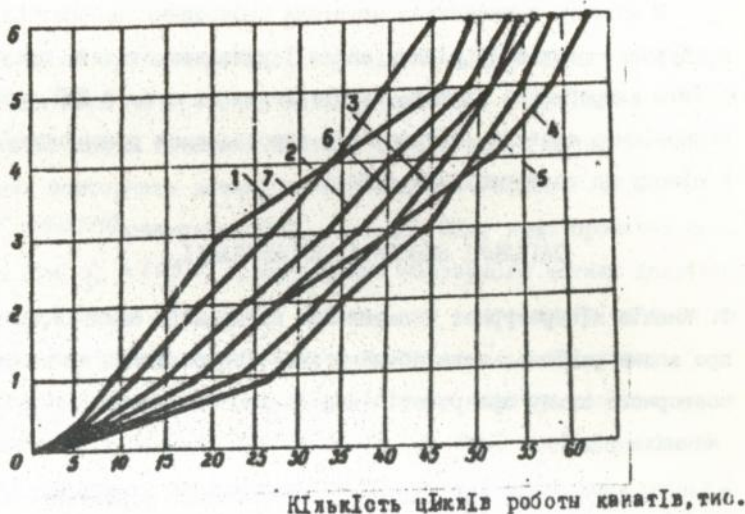
Плашки в майстернях Севастопольського приладобудівного Інституту були підвержені термообробці відповідно маркам сталі. Перевірка твердості плашок показала її відповідність заданному значінню /HRC 62....63/.

На ХСДКЗ плашки були установлені на канатозвивальній і пасмозвивальних машинах. Зіспрацювали плашки із сталі ЕШП марок У-8Ш і БХНМ-Ш в 7 разів більше, ніж плашки із сталі марки У-8 звичайного виплаву. На ОСПЗ срок праці плашок із сталі ЕШП підвищився в 3,5 р.

Далі приводяться результати лабораторних випробувань довговічності канатів, виготовлених з різним обтиском в плашках. На ХСДКЗ були виготовлені дослідні зразки канатів, які пройшли випробування в Севастопольському приладобудівному Інституті на пробірній машині. Канати в процесі випробувань були піддані розтягу і згину на 3-х шківках. Бракування проводилось по нормам Госіртехнагляду по кількості обірваних дротів на кроку виття кана.а.

Випробування показали, що канати, виготовлені с раціональним обтиском в плашках, мають максимальну довговічність /63 тис. циклів, крива 4, мал.4/.

Кількість об'єднаних дротів на кроку свивки канату



Мал. 5.

Таким чином, виюкані лабораторні випробування підтвердили теоретичні дослідження з точки зору зниження шкідливих напружень повторного згину в канатах при їх роботі на шківках /блоках/ за рахунок виготовлення канатів з раціональним обтиском в плашках, що підвищило їх довговічність на 20...45%.

На ХСДКЗ була також виготовлена дослідна партія канатів з раціональним обтиском в плашках для промислових випробувань на шахтних підйомних установках Днібасу. Були виготовлені канати по ГОСТ 7668-80 і 2688-80 діаметрами від 27,8 до 30,5 мм, довжиною від 300 до 1000 м. В середньому канати підвищили свою довговічність на 20%.

В заключенні викладаються основні результати і рекомендації дисертаційної роботи.

В додатку приводяться методика проведення лабораторних випробувань зразків із різних марок і виплавки сталей, протоколи і акти випробувань плашок, виготовлених із сталей ЕШП, розрахунки економічних ефектів, а також акт впровадження рекомендацій автором в цілому до дисертаційної роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИВОДИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Аналіз літературних і патентних матеріалів показав, що задача про вплив раціонального обтиску канатів при витті на напруження повторного згину при роботі канатів на підйомниках до цього часу не мала рішення.
2. На канатних заводах відсутні обґрунтовані нормативні матеріали на обтиск канатів, в зв'язку з чим величина обтиску приймається довільною, тому при роботі канати розпліщуться, коли обтиск недостатній, а завищений обтиск приводить до зростання зносу плашок і зусилля витяжки канату.
3. На основі діючої математичної моделі для розрахунку напружень повторного згину в дротах канатів були виконані обчислення на ЕОМ їх величини для різних ділянок канату, де є дотик дроту з шківом і де він відсутній.
4. Установлено, що величина напружень повторного згину в першу чергу залежить від радіального переміщення осі дроту в канаті, зв'язаного головним чином з обтиском канату при його витті на канатозвивальній машині. Установлено також, що напруження залежить

від конструкції і кроку виття канатів. Їх навантаження, діаметру шківів.

5. Доказано, що при екструзії канатів на підйомниках при умові виконання норм на проточку жолобів шківів і роликів $d_{жк} = 1,05 d_k$, дроти канатів мають точковий контакт з жолобом. В цьому випадку напруження повторного дотику не перевищують $0,2 \dots 0,25 \sigma_T$, що при $\sigma_T = 1600 \text{ МПа}$ становить 360.....450 МПа, якщо проточка жолобів виконана при $d_{жк} > 1,05 d_k$, напруження повторного дотику досягають межі міцності /коли дно жолоба плоске/, що часто зустрічається на ваєрних блоках риболовецьких суден та інших об'єктах.

6. Розроблена математична модель розрахунку величин раціонального обтиску канатів в плашках при їх витті, на базі якої розроблені алгоритми і програма обчислювань на ЕОМ. Реалізація розрахунків на ЕОМ дозволила одержати рекомендації величини обтиску для різних конструкцій канатів, які передані Харцизькому сталедрото-канатному заводу для використання при виготовленні канатів.

7. Експериментальна перевірка, виконана в лабораторних та промислових умовах, доказала достовірність теоретичних досліджень. Канати виготовлені з раціональним обтиском в плашках підвищили свою довговічність на 20....25%.

8. В результаті виконаних теоретичних і експериментальних досліджень зносу плашок рекомендовано застосовувати сталі електрошлакового переплаву, що збільшило їх зносостійкість в 3,5.....7 разів.

Основний зміст дисертації надруковано в наступних роботах:

1. Ветров А.П., Иващенко А.П., Лепеха О.Г.

Устройство для намотки металлокорда. - В сб. "Подъемно-транспортное оборудование". Харьков, 1967, вып.18 с 18-24.

2. Лепеха О.Г. Повышение износостойкости блоков полиспастной системы кранов путем применения сталей электрошлакового переплава. Тез. док. Всесоюзной конференции "Проблемы развития и совершенствования подъемно-транспортной техники" - Красноярск, 1988, с.174

3. Никитин В.М., Лепеха О.Г., Кононенко Л.Ф. Повышение износостойкости свивальных плашек для изготовления стальных канатов. - Бюллетень "Черная металлургия" - М., 1968, № II с 36-38.

4. Лепеха О.Г. Влияние величины давления в обжимных плашках на долговечность стальных канатов. - Тез. докл. Респ. научно-техн. конф. "Технология и оборудование для производства многопроволочных витых изделий", - Севастополь, 1989, с 57-59.

5. Лепеха О.Г. Повышение прочности и износостойкости элементов оснастки вспомогательных палубных устройств судов путем применения сталей ЭШП. - в сб. Проблемы надежности, долговечности, металлоёмкости подъемно-тралового оборудования рыбопромысловых судов. - Севастополь, 1989, с 8-9.

6. Лепеха О.Г. Повышение долговечности ваерных канатов за счет установки рационального режима их обжатия при изготовлении. В. сб. Технические средства океанического промышленного рыболовства. - Севастополь, 1990, с 52-54.

7. Лепеха О.Г. Повышение долговечности стальных подъемных канатов путем рационального обжатия их при свивке. Тез. док. Российского научно-тех. семинара "Проблемы надежности и безопасной эксплуатации крановых металлоконструкций и стальных канатов". - Новочеркасск, 1992, с 32-33.

8. Лепеха О.Г. Исследования напряжений вторичного изгиба в канатах при работе на подъемниках. Тез. док. Респ. научно-техн. семинара "Технические средства океанического промышленного рыболовства" - Севастополь, 1993, с.32-43.



1161784

AB 27.411

AB 27.411