

УДК 677.72

І.Г. Міренський, докт. техн. наук,
Л.Д. Гуракова, канд. техн. наук
 Харківська національна академія
 міського господарства

ПРЕФОРМУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗВИВКИ КРУЧЕНИХ ВИРОБІВ

У процесі звивання елементи крученого виробу (наприклад, сталевих канатів, повітряних ліній електропередач, металокорду) згинаються за гвинтовою лінією та зазнають глибоку пружно-пластичну деформацію, внаслідок чого вони знаходяться в напружено-деформованому стані. При цьому в перерізах дротів виникають звивальні напруження, наявність яких суттєво впливає на довговічність звивальної конструкції.

Для їх нейтралізації широке розповсюдження отримав традиційний спосіб преформування, що передбачає наявність трьох роликів однакового діаметра для кожного елемента звивального виробу. На цьому принципі розроблені конструкції тридискових роликів преформуючих пристроїв, що встановлюються на роторі канатозвивальної машини перед обтискувачами плашками, які формують канат. Ступінь потрібної преформації таких пристроїв регулюється поворотом середнього диска та осевим елементом. При цьому точка контакту середнього ролика з преформуючим поділяє відстань між крайніми роликами на рівні ділянки, що складають приблизно половину кроку звивання.

Основний недолік зазначених преформаторів полягає у тому, що регулювання необхідних параметрів (діаметра і кроку) спіралі преформуючого елемента взаємозв'язані, тобто змінення ступені деформації шляхом зсування середнього диска повинно узгоджуватися з осевим переміщенням крайніх. Однак при переході на випуск канатів іншого типорозміру ця специфіка звичайно не враховується та негативно відбивається на якості виробу. Крім того, для розміщення підшипників потрібно збільшувати відстань між роликами, що тягне за собою зростання габаритних розмірів. Зазначені недоліки обмежують область використання цих технологічних пристроїв.

Одним із різновидів сталевих канатів є металокард, який використовують як армуючий елемент гумотехнічних виробів машин різного призначення. При звиванні металокарду з урахуванням дуже малого діаметра звивальних дротів (не більш 0,30 мм) практично не можливо виготовити ролики такого типорозміру для забезпечення потрібної преформації. Крім того, для розміщення преформуючого пристрою на канатних машинах відведено обмежене місце, яке не дозволяє розмістити деформуючі ролики з опорами на необхідній відстані. Згідно з технічним стандартом на виготовлення металокарду він повинен бути прямолінійним з мінімальною залишковою крутимістю, а також не розкручуватися. У зв'язку з цим, у металокардовому виробництві для забезпечення якості виробу використовують пластинчасті преформатори, що уявляють собою набір двох або трьох дисків. Як деформуючий елемент зазначеного технологічного пристрою застосовують зносостійкі уставки, циліндричні пальці та пази в дисках, через які проходять дроти перед звиванням у виріб.

На багатороторних кардозвивальних машинах типу DY-2 (1+6) встановлені дво-пластинчасті преформуючі пристрої, оснащені по периметру ніпель-фільерами. Потрі-

бна ступінь преформації досягається зсуванням із відставанням диска відносно корпусу на певний кут у залежності від виготовлюваної конструкції металокорду. Ковзання дроту по деформуючим елементам викликає виникнення значних динамічних зусиль, у результаті яких зростає обривність дротів у процесі звивання, збільшуються витрати металу та пошкоджується латуньоване покриття. У цілому відзначені явища негативно позначаються на якісних показниках готового виробу та продуктивності канатного обладнання. Необхідно також відзначити, що дана конструкція пристрою викликає певні труднощі при заправці та дозволяє перероблювати лише обмежений типорозмір дроту.

Виконаний аналіз конструкцій преформаторів, що застосовуються у канатному виробництві, на підставі патентної інформації у рамках СНД і ведучих країн, що займаються розробкою аналогічного обладнання, а також літературних джерел дозволив виявити прогресивні технічні рішення у цьому напрямку та відзначити характерну особливість: усі запропоновані розробки передбачають преформацію кожного елемента звивального виробу окремо. З метою усунення зазначених недоліків, притаманних роликівим і пластинчастим преформаторам, для виготовлення металокорду та сталевих канатів тонких діаметрів розроблена нова конструкція дводискового технологічного пристрою на опорах кочення (рис.1).

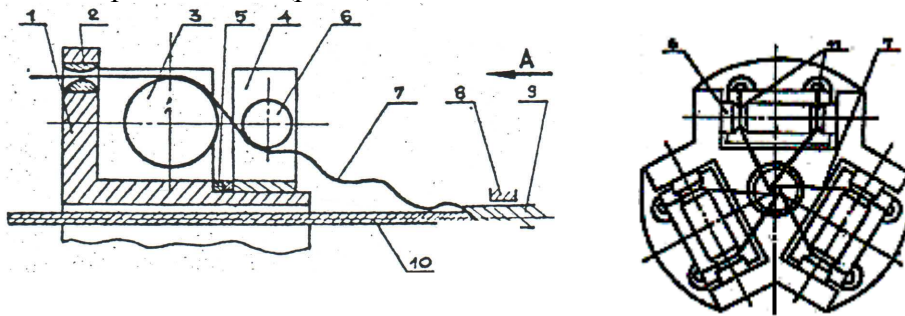


Рис.1 Загальний вид преформатора на опорах кочення з схемою преформування елементів крученого виробу

Преформатор містить корпус 1, виконаний, з одного боку, у вигляді розподільного шаблона з ніпелями 2 по периметру, а з іншого - сегментів, у яких на опорах кочення установлені гладкі направляючі ролики 3. До корпусу прикріплений диск 4 у вигляді сегментів аналогічної конструкції з можливістю лінійного переміщення уздовж вісі преторматора за рахунок розміщення прокладок 5. У щобах диска на опорах кочення розміщені деформуючі ролики 6, що мають по дві канавки 11 та призначені здійснювати одночасну преформацію двох дротів на кожному. Уся система (корпус з диском) жорстко закріплена на роторі канатозвивальної машини за допомогою гвинта.

Запропонований пристрій працює наступним чином. Кожний дріт 7 пропускається в ніпель-фільтри 2, попарно обводиться в направляючому 3 та канавках деформуючого ролика 6, а потім заправляється в звивальні плашки 8, що формують канат 9 разом з осердям 10. При обертанні ротора канатозвивальної машини елементи виробу, проходячи по зазначеним вище роликам, преформуються та звиваються в металокорд, який не розкручується.

На направляючому ролику 3 дріт згинається в зоні пружної деформації, а на деформуючому він пластично деформується в спіральну форму. Регулювання кроку залишкової спіралі здійснюється за рахунок змінення відстані між віссю другого по ходу технологічного процесу ролика 6 та звивальними плашками 8. Крок отримуючої спіралі відповідає заданому при відстані, яка дорівнює сумі півкроку та величини, кратної кроку звивання виробу. Діаметр залишкової спіралі преформуємого дроту регламентується типорозміром деформуючого ролика і відстанню між роликами з урахуванням товщини прокладок 5.

Закладений новий принцип здійснення попередньої деформації елементів крученого виробу створив передумови до розробки малогабаритного преформуючого пристрою на

опорах кочення для експлуатації на високошвидкісних кордозвивальних машинах. Зменшення у три рази кількості обертаючих роликів значно підвищило надійність пристрою та знизило його металомісткість за рахунок застосування конструкційного матеріалу з поліпшеними фізико-механічними властивостями [1,2] .

У процесі проробки конструкції преформатора виконано комплекс теоретичних і експериментальних досліджень в лабораторних і промислових умовах, що дозволив вибрати оптимальне співвідношення відстані L між центрами канавок на деформуючому ролику d_p з позиції забезпечення структурної цілісності за довжиною та перерізом виготовляемого металокоорду. Встановлено, що рівномірне укладання по усій довжині виробу при здійсненні одночасної преформації двох дротів на одному деформуючому ролику спостерігається при дотримуванні співвідношення $L/d_p = 3,7...4,1$. Зменшення відстані призводить до скрутки дротів перед звивальними плашками та негативно виявляється на якості звивання-здійснюється нерівномірне укладання з періодичним збоєм по кроку та діаметру спіралі. Відхилення від зазначених меж у бік збільшення сприяє зростанню габаритних розмірів преформуючого пристрою та зниженню його надійності. Результати виконаних досліджень пройшли перевірку в умовах Орловського сталепрокатного заводу, яка повністю підтвердила достовірність запропонованого співвідношення.

Розглянуто вплив опорної поверхні на діаметр залишкової крутності дроту з метою визначення мінімального типорозміру напрямного ролика, при якому дріт зазнає тільки пружні деформації. Для вирішення даної задачі скористуємося теорією чистого пружно-пластинчастого згину прямого бруса [3]. При чистому згині як в межах пружності, так і за ними поперечний переріз бруса повертається відносно нейтральної вісі, залишаючи плоским, що є наслідком симетрії навантаження та його деформації.

Згідно з [3] залишкову кривизну $1/\rho_{\text{зал}}$ можна записати у вигляді

$$\frac{1}{\rho_{\text{зал}}} = \frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_{\text{розв}}}, \quad (1)$$

де $1/\rho_{\text{зал}}$ - кривизна, що виникає при навантаженні;

$1/\rho_{\text{розв}}$ - зменшення кривизни при розвантаженні.

$$\frac{1}{\rho_{\text{розв}}} = \frac{M_{\text{гран}}}{EI_x}. \quad (2)$$

У цьому випадку (1) прийме вид

$$\frac{1}{\rho_{\text{зал}}} = \frac{1}{\rho} - \frac{M_{\text{гран}}}{EI_x}, \quad (3)$$

де ρ - радіус кривизни зігнутої вісі дроту і дорівнює $R_{\text{н.р.}} + \delta/2$, мм; $R_{\text{н.р.}}$ - радіус напрямного ролика, мм; δ - типорозмір дроту, мм; $M_{\text{гран.}}$ - граничний згинаючий момент (Н мм) і для круглого перерізу бруса дорівнює $\sigma_s \delta^3/6$; σ_s - границя текучості дроту, МПа; E - модуль пружності матеріалу, МПа; I_x - момент інерції поперечного перерізу дроту відносно вісі X , який дорівнює $\pi \delta^4 / 64$, мм⁴.

У результаті перетворень отримана залежність, що дозволяє розглянути вплив циліндричної поверхні (ролика) на $d_{\text{зал.}}$ дроту в процесі її огинання:

$$d_{\text{зал.}} = \left[\frac{1}{D_{\text{н.р.}} + \delta} \frac{16\sigma_s}{3\pi E \delta} \right]^{-1}. \quad (4)$$

Для підтвердження вірогідності отриманої залежності виконані експериментальні дослідження, суттєвість яких полягала у визначенні діаметра залишкової кривизни дроту з урахуванням типорозміру опорної поверхні. З цією метою здійснювалося щільне навивання кількох витків дроту діаметром 0,265 мм на ролики різного розміру. Потім вирізалися отримані кільця і у вільному стані за допомогою вимірювального інструмента визначали $d_{\text{зал.}}$, які у подальшому порівнювали з розрахунковими значеннями.

Аналіз результатів дозволив відзначити, що діаметр ролика суттєво впливає на величину $d_{\text{зал.}}$ дроту і, як наслідок, він зазнає пружно-пластичні деформації. Однак при $D_{\text{н.р.}}$

≈ 12 мм і більше спостерігається різке зростання величини діаметра залишкової кривизни, що свідчить про незначний вплив типорозміру ролика, і дріт зазнає деформації в пружній зоні [4]. Відзначений факт дозволив визначити мінімальний діаметр напрямного ролика ($D_{н.р.}=16$ мм), закладений в конструкцію преформуючого пристрою на опорах кочення з подальшим уточненням при виборі його раціональних параметрів настроювання. Необхідно також відзначити добру збіжність між розрахунковими та експериментальними даними, при цьому середня відносна похибка складала 4,8%. Наведена оцінка підтвердила вірогідність запропонованого підходу при вирішенні даного питання.

Висновки

1. Для виготовлення металокорду і сталевих канатів тонких діаметрів запропонована конструкція преформуючого пристрою на опорах кочення, в основу якого закладено новий принцип преформування - здійснювати попередню деформацію одночасно двох елементів на одному деформуючому ролику.

2. Розглянуто вплив відстані між центрами канавок деформуючого ролика на структурну цілісність по довжині та перерізу виготовляемого металокорду. Встановлено, що рівномірна укладка в процесі звивання виробу відбувається при дотриманні співвідношення $L/d_p = 3,7...4,1$.

3. На основі теоретичних і експериментальних досліджень визначено мінімальний типорозмір напрямного ролика ($D_{н.р.}=12$ мм і більше),при якому дріт перетерплює тільки пружні деформації.

Література

1. Патент №1779272 (СССР), Мки³ Д07В 7/02. Преформатор к канатовьюющей машине. /И. Г. Миренский, М. Я. Губин, Г.А.Калоша и др. - Опубл. в Б.И. № 44.- 30.11.92.
2. Патент №1348 (Україна), Мки³ Д07В 7/02. Преформатор до канатов'ючої машини. /Л.Г..Миренський, Г.О. Калоша, М.Я.Губін та інш.- Надр. в Б.В. №26.-30.06.93.
3. Малинин А.А. Прикладная теория пластичности и ползучести.- М.:Машиностроение,1968. - 400с.
4. Миренский И.Г. Выбор направляющего ролика для преформирующего устройства к кордовьюющей машине.//Повышение эффективности и надёжности городского хозяйства.-Харьков: ХНАГХ.- 1993. - С.107-114.

ПРЕФОРМИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СВИВКИ, КРУЧЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

И.Г. Миренский, Л.Д. Гуракова

Предложена малогабаритная конструкция преформирующего устройства на опорах качения для изготовления металлокorda и стальных канатов тонких диаметров, в основу, которой заложен новый принцип одновременной преформации, двух проволок на одном деформирующем ролике.

THE PREFORMING DEVICE FOR TWISTED ARTICLES SPINNING

I.G. Mirenskiy, L.D. Gyakova

The small-sized design of the preforming devices on supports rolling of rolling for metal cord and steel ropes of thin diameters manufacture on the basis of the new principle of simultaneous preforming of two wires on one deforming roller is offered.