

УДК 621.778.1.07

П. Кривий, канд. техн. наук; А. Сеник

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

**МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ
ЗУСИЛЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗГОРТНИХ ВТУЛОК**

Розроблено методику і створено експериментальну установку для дослідження зусилля формування згортних втулок у залежності від радіуса колового транспортного каналу, наявності та способу закріплення оправки у формуючій фільсрі. Подано методику тарування установки за кутом закручування карточки, а також залежність та графіки для визначення положення карточки у формуючій фільсрі для втулок різних типорозмірів приводних роликів і втулкових ланцюгів.

P. Kryvy, A. Senyk

**THE METHODOLOGY OF EXPERIMENTAL INVESTIGATION
OF CLAMPING SLEEVE FORMING FORCE**

We have developed the methodology and created the experimental installation for the investigation of clamping sleeve forming force depending on the radius of transport dry-pass duct, as well as on the availability and means of mandrel fixation in forming bushing. We have also deduced the methodology of installation taring according to the angle of chart warping and the dependence and diagrams for the detection of chart position in forming bushing for the detection of chart position in forming bushing for the sleeves of different types and dimensions of roller and sleeve transmission chains.

Умовні позначення

- α — кут повороту карточки в формуючій фільсрі;
- α_0 — дійсний кут закручування карточки;
- α_k — кінцевий кут закручування;
- α_n — початковий кут закручування;
- α_{np} — проміжний кут закручування;
- α_p — розрахункове значення кута закручування карточки;
- β — кут повороту карточки в коловому транспортному каналі;
- γ — кут повороту кругової шкали;
- d — діаметр отвору формуючої фільсри, рівний зовнішньому діаметру втулки;
- F — зусилля формування згортної втулки;
- R — радіус колового транспортного каналу;
- Z_1 і Z_2 — зубчасті колеса із відповідними кількостями зубів.

Згортні втулки найбільше використовуються у приводних роликів і втулкових ланцюгах. При річній потребі народногосподарського комплексу України 40 млн. погонних метрів приводних ланцюгів тільки на виготовлення згортних втулок необхідно близько 10 тис. тонн високоякісного прокату.

На даний час згортні втулки виготовляються в основному методом періодичного [1, 2] і послідовного [3, 8] деформування шляхом згортки прямокутної плоскої карточки.

Аналіз існуючих літературних джерел [4 - 7, 9] показує, що як теоретичні, так і експериментальні дослідження сляхових характеристик процесу формоутворення згортних втулок відсутні. У зв'язку з цим важко, а в деяких випадках і неможливо, реалізувати прогресивні технології згортання циліндричних втулок та проектування для цього технологічного обладнання.

Тому розробка методики і створення установки для експериментального дослідження зусилля формування згортних втулок у залежності від радіуса колового

транспортного каналу і від наявності у формуючій фільсрі оправки та способу її закріплення є актуальним завданням.

Мета роботи – розробити методику і створити експериментальну установку для дослідження зусилля формоутворення при згортанні втулок.

Установка створена на базі вертикально-фрезерного верстата моделі 6А75В, загальний вигляд якої показаний на рис. 1.

На столі 6 верстата жорстко закріплена плита 14 з трьома отворами, в якій виконаний коловий транспортний канал 15 заданого радіусу R . На осі 9 (див. рис. 1, в), розміщені у центральному отворі плити, жорстко встановлені важелі 10, які з'єднані із сегментом 4, а також зубчасте колесо 8. На циліндричній поверхні сегмента виконаний канал, в якому лежить трос 3, один кінець якого закріплений у верхній частині сегмента, а другий – присданий до динамометра розтягу 2, який, у свою чергу, зв'язаний із жорстко прикріпленою до основи верстата планкою 1. В лівому отворі плити концентрично, із зазором встановлена оправка 22 (див. рис. 1, в), на якій з можливістю провороту розміщена спеціальна втулка 21 із круговою шкалою 7 (див. рис. 1 б, в). У верхньому торці спеціальної втулки 21 виконаний паз, у якому жорстко закріплений шуп 20 (рис. 1 в, г, д, е). Для фіксації положення шкали 7 встановлена стрілка 5. В правому отворі плити 14 встановлена вісь 12, на якій вільно посаджена шестерня 11 із круговою шкалою 13. Шестерня 11 спряжена із зубчастим колесом 8. Положення кругової шкали 13 фіксується стрілкою 16.

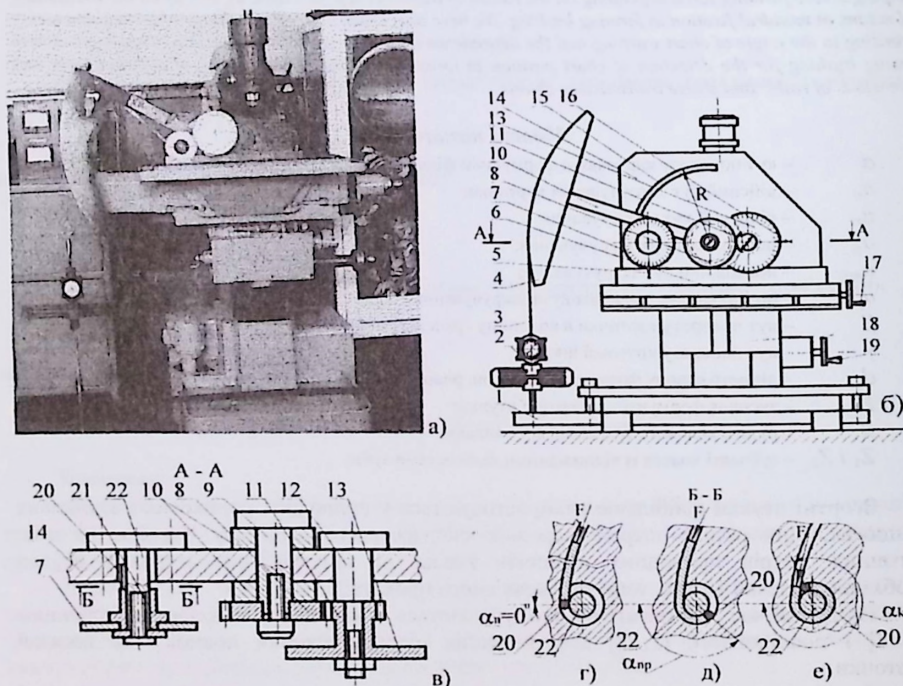


Рисунок 1 - Експериментальна установка: а) загальний вигляд; б) конструктивна схема; в) переріз по А-А; г), д), е) переріз по Б-Б, положення карточки у формуючій фільсрі, які визначаються відповідними кутами закручування: $\alpha_n = 0^\circ$; $0^\circ \leq \alpha_{np} \leq 270^\circ$ і $\alpha_k > 270^\circ$.

Настроювання установки і встановлення її в необхідному положенні здійснюється за допомогою ручок поздовжньої 17 та вертикальної 19 подач.

Використання установки передусє тарування динамометра 2 (див. рис. 1, б) за допомогою тарувального пристрою, який показаний на рисунку 2: а) - загальний вигляд; б) - конструктивна схема.

Тарувальний пристрій складається з основи 1 (див. рис. 2, б), на якій жорстко встановлений упор 2. Серга 3 накладена на упор 2 і за допомогою гвинта 4 з'єднана із взірцевим динамометром 6 (з відомою його характеристикою), на якому встановлений індикатор 5. Тарувальний динамометр 8 із індикатором 7 одним своїм кінцем шарнірно з'єднаний із взірцевим динамометром 6, а іншим із повзуном 10, який вільно переміщується в направляючих 9. Повзун 10 шарнірно з'єднаний із натяжним гвинтом 12, на якому встановлені ручки 11.

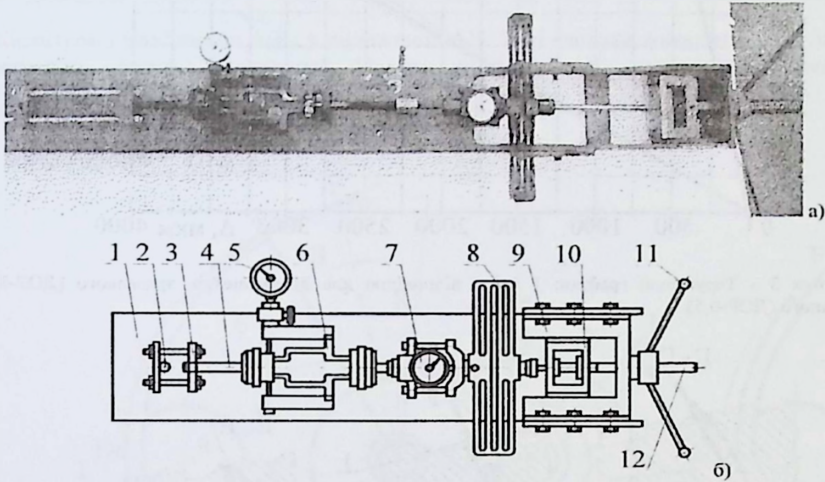


Рисунок 2 - Тарувальний пристрій: а) загальний вигляд; б) конструктивна схема.

Тарування динамометра 8 здійснюють таким чином. Повертають ручку 11 за годинниковою стрілкою, примушуючи гвинт 12 переміщатись зліва направо і при цьому тягнути за собою повзун 9, розтягуючи динамометр 8 і зразковий динамометр 6. Створивши зразковим динамометром 6 задане зусилля, наприклад, $F_1=250$ Н, визначають кількість поділок (переміщення Δ) індикатора 7, кожна з яких відповідає зусиллю F_1 . Потім поворотом ручки 11 створюють зусилля, наприклад, $F_2=2 \cdot F_1$, і фіксують покази індикатора 7. Повторивши аналогічно вище подані прийоми, знаходять значення показів динамометра 7, які відповідають зусиллям $F_3=3 \cdot F_1$, $F_4=4 \cdot F_1$, $F_5=5 \cdot F_1 \dots$. За отриманими даними будують тарувальний графік (див. рис. 3).

Принципи роботи установки наступний. Стіл 6 верстата знаходиться в крайньому нижньому положенні. Трос 3 ослаблений і сегмент 4 з важелями 10 повернуті за годинниковою стрілкою в крайнє положення. Незалежно від варіанту технологічної операції формування згортної втулки (див. рис. 4) попередньо zdeформовану до радіуса R заготовку (карточку) встановлюють у коловому транспортному каналі в початкове положення, яке схематично зображене на рис. 1, б. Вручну повертаючи сегмент 4 проти годинникової стрілки, доводять шибер 1 до контакту із верхнім торцем карточки 2 (див. рис. 4). Обертаючи ручку 19 вертикальної подачі верстата, переміщують його стіл 6 вгору, вибираючи при цьому провисання троса і створюючи попередній натяг 5 ... 10 Н. Включають механічну вертикальну подачу стола верстата. При вертикальному переміщенні стола вверх шибер 1 діє на карточку 2 (див. рис. 4), примушуючи її переміщуватись у коловому транспортному каналі 15 (див. рис. 1, б) і при цьому переміщенні формуватись у згортну втулку. Шкалу 7 (див. рис. 1, б, в) можна

встановлювати і використовувати тільки тоді, коли формування згортної втулки здійснюється на консольно закріпленій оправці 22 (див. рис. 1, в, г, д, е). При цьому формування згортної карточки супроводжується поворотом сегмента 4, важелів 10 (див. рис. 1, б, в) та шибера 1, карточки 2 (див. рис. 4) проти годинникової стрілки. За рахунок контакту нижнього торця карточки із щупом 20 здійснюється в цьому ж напрямі і поворот шкали 7 (див. рис. 1, в), який визначається кутом α .

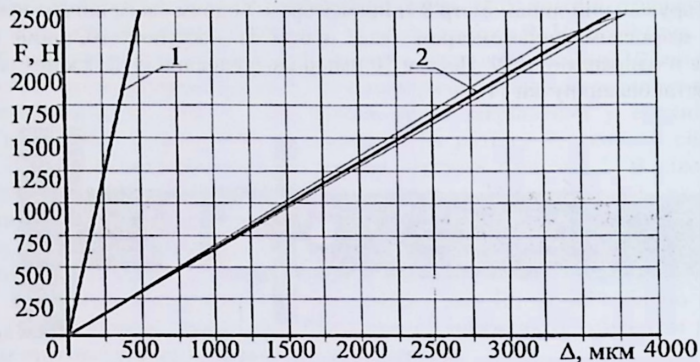


Рисунок 3 - Тарувальні графіки: 1 і 2 - відповідно для динамометрів зразкового (ДОР-3) і досліджуваного (ДОР-0,5).

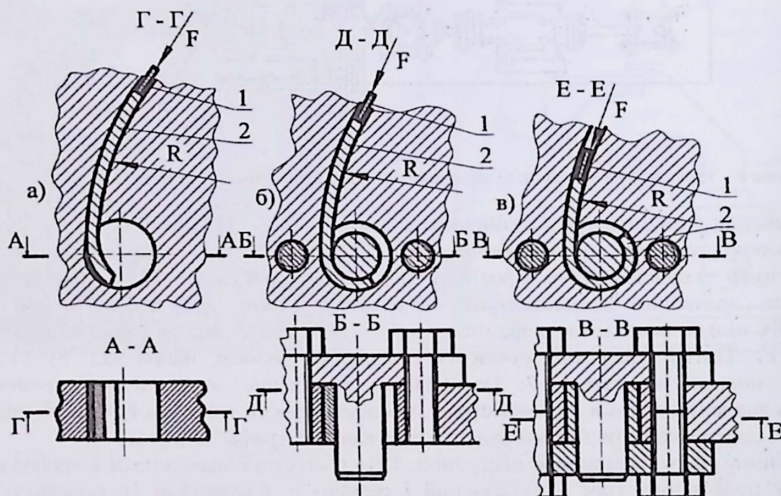


Рисунок 4 - Варіанти технологічної операції формування згортної втулки: а) без оправки; б) на консольно закріпленій оправці; в) на оправці, закріпленій на двох опорах.

У випадку, коли використовують варіанти технологічної операції формування згортної втулки без оправки або на оправці, закріпленій на двох опорах (див. рис. 4, а, в), шкалу 7 встановити і використати неможливо. Тоді користуються круговою шкалою 13 (див. рис. 1, б). При повороті сегмента 4 і важелів 10 проти годинникової стрілки буде повертатися вісь 9 із жорстко закріпленим на ній зубчастим колесом 8. Так як зубчасте колесо 8 є в зачепленні з шестернею 11, то остання із закріпленою на ній круговою шкалою 13 буде повертатись за годинниковою стрілкою на певний кут γ .

Реєстрацію зміни величини F в залежності від кута α здійснюють, використавши, наприклад, відсотехніку, зокрема цифрову відсокамеру, яка одночасно буде фіксувати покази індикатора динамометра 2 і кут повороту кругової шкали 7 у першому випадку або покази індикатора динамометра 2 та шкали 13 у другому випадку (див. рис. 1, б). Здійснивши обробку отриманих даних, можемо побудувати графічну залежність $F = f(\alpha)$.

Якщо припустити, що в процесі згортання втулки форма карточки буде повністю відповідати формі формуючої фільери, то кут α в ній може бути визначений із розрахункової схеми, яка подана на рис. 5.

Нехай у вихідному положенні карточка зігнута до радіуса R і займає положення A_0B_0 . Довжина дуги $L_{A_0B_0} = \pi d$. Припустимо, що під дією сили F карточка переміститься з положення A_0B_0 у положення AB . Тоді частина довжини карточки B_0B , відтворюючи форму формуючої фільери діаметром d , займе положення, яке визначатиметься кутом α , а довжини дуг A_0A і B_0B будуть рівні $L_{A_0A} = L_{B_0B}$.

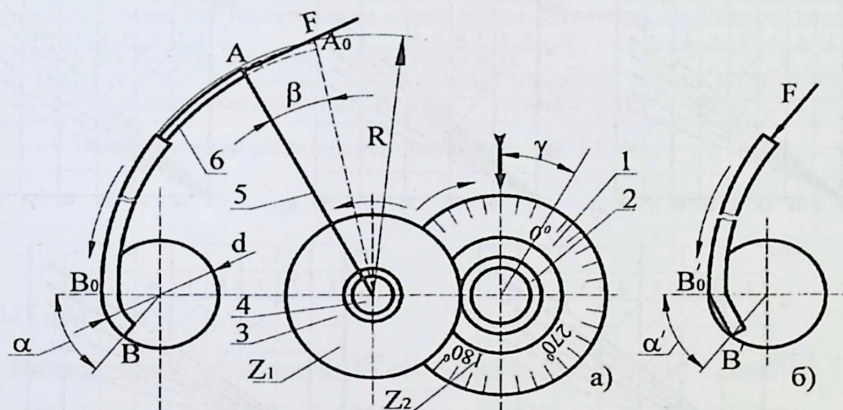


Рисунок 5 - Розрахункова схема для визначення положення згортуваної карточки у формуючій фільері.

Виразивши ці довжини через відповідні радіуси $d/2$ і R та центральні кути α і β , отримаємо $\alpha_p = 2R \cdot \beta / d$.

Врахувавши, що кругова шкала 1 (див. рис. 5) через зубчасті колеса 2 і 3 із відповідними кількостями зубів Z_2 і Z_1 , зв'язана з валом 4, на якому жорстко закріплений важіль 5 із шибром 6, і те, що при повороті важеля 5 на кут β кругова шкала 1 повернеться на кут γ , кут α буде дорівнювати:

$$\alpha = \frac{2RZ_1}{dZ_2} \cdot \gamma. \quad (1)$$

Таким чином, проводячи експеримент і фіксуючи значення кута γ , за формулою (1) можемо встановлювати відповідні значення кута α . Графіки залежності α від γ для втулок різних типорозмірів ланцюгів і різних значень R подані на рис. 6.

Проте аналіз форми втулок (відхилення від круглості), які виготовлені за існуючими технологічними процесами і реалізуються згортанням карточок у формуючих фільерах (Новосибірський завод низьковольтної апаратури (Російська Федерація), Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна) та ін.) показав, що на круглограмах поперечних перерізів втулок мають місце

прямолінійні відрізки (ділянки), розміри яких обмежуються певними центральними кутами α і α' (див. рис. 5). Довжини цих відрізків не дорівнюють довжинам відповідних дуг $B_0B' \neq B_0B$ (див. рис. 4). В цьому випадку залежність (1) буде давати результати з певною похибкою. Для встановлення величини цієї похибки розроблена методика з використанням в конструкції установки кругової шкали 7 (див. рис. 1 б, д, переріз А-А). Суть методики визначення величини похибки $\Delta\alpha$ полягає у наступному. В коловий транспортний канал у початкове положення встановлювали карточку (див. рис. 1 г). Повертаючи сегмент проти годинникової стрілки, забезпечували часткове формування згортної втулки і закручування карточки на кут α_0 , який фіксували на круговій шкалі 7. За формулою (1) знаходили розрахункове значення кута α_p і порівнювали його із раніше отриманим по шкалі 7 α_0 . В результаті обробки експериментальних даних виявили, що відносна похибка значення α не перевищує 2%.

На основі отриманих даних можна стверджувати, що для проведення експериментів цілком достатньо користуватися тільки круговою шкалою 13 і залежністю (1). Це значно спрощує проведення експериментальних досліджень і зменшує їх трудомісткість.

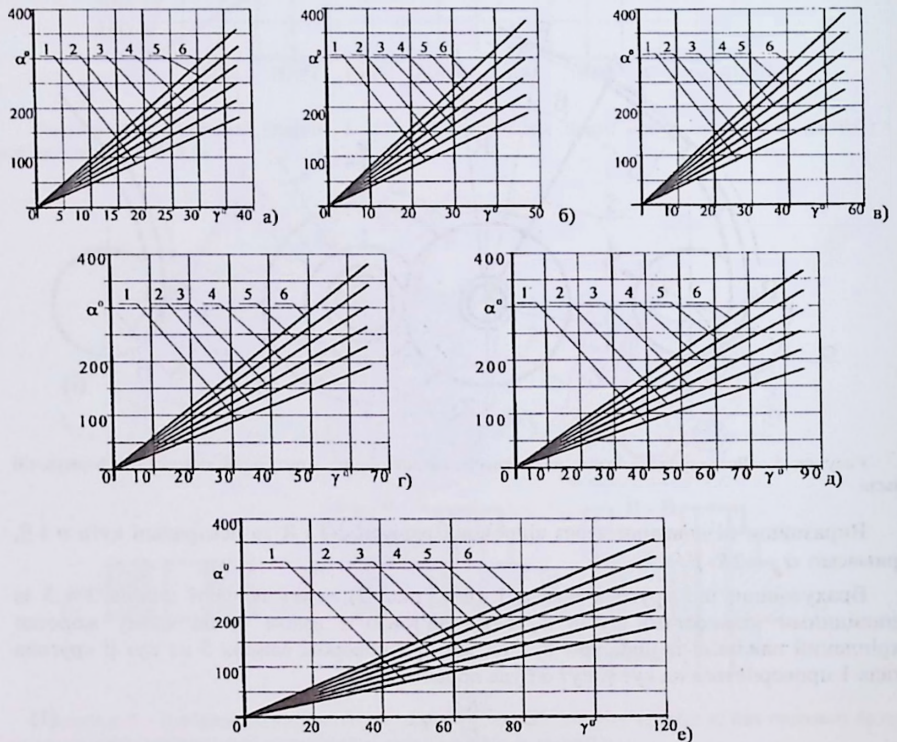


Рисунок 6 - Графіки залежності кута α повороту згортної карточки у формуючій філєсері від кута γ повороту кругової шкали для:

- втулок ланцюгів з кроками: а) - 9,525 мм, б) - 12,7 мм, в) - 15,875 мм, г) - 19,05 мм, д) - 25,4 мм, е) - 38,1 мм;
- транспортних (колових) каналів з радіусами R: 1 - 50 мм, 2 - 60 мм, 3 - 70 мм, 4 - 80 мм, 5 - 90 мм, 6 - 100 мм.

Таким чином, використання створеної методики і установки забезпечить проведення експериментальних досліджень впливу кута закручування карточки у формуючій фільтрі, а також наявності оправки та способу її закріплення на зусилля формування згортних втулок, яке може бути використане при проектуванні технологічного обладнання для їх виготовлення.

Література

1. Способ изготовления втулок: А.с. 517357 СССР, МКИ В 21 D 11/02, В 21 D 25/00./ И.А. Червинский, А.Г. Кузьмичев, Н.А. Черчинцев, И.К. Бережной, В.И. Собакин и Л.П. Зайцев. - №2005106/25-27; Заявлено 18.03.74; Опубл. 15.06.76. Бюл. №22.
2. Способ изготовления свертной втулки из ленты: А.с. 589484 СССР, МКИ F 16 G 13/18./ С.А. Дубиняк, П.Д. Кривый, Н.И. Кузьмин и А.В. Куцевич. - №2364943/25-27; Заявлено 24.05.76; Опубл. 25.01.78. Бюл. №3.
3. Устройство для изготовления втулок из листовых заготовок: А.с. 615987 СССР, МКИ В 21 D 5/10./ Б.И. Марасин, Н.Ф. Еременко, и В.М. Егоров. - №2422679/25-27; Заявлено 23.11.76; Опубл. 25.07.78. Бюл. №27.
4. Глушенко И.П. Основы проектирования цепных передач с втулочно-роликовыми цепями. - Львов: ЛГУ, 1964. - 226 с.
5. Глушенко И.П., Петрик А.А. Цепные передачи. - Киев: Техніка, 1973. - 104 с.
6. Готовцев А.А., Котенок И.П. Проектирования цепных передач: Справочник. - М.: Машиностроение, 1982. - 336 с.
7. Ивашков И.И. Пластинчатые цепи. - М.: Машгиз, 1960. - 357 с.
8. Кривий П.Д., Сеник А.А. Технологічне спорядження для формування згортних втулок // Вісник Тернопільського державного технічного університету. - Тернопіль: ТДТУ. - 2003. Том 8. №2. - С. 29-34.
9. Kuntzman P. Les transmission per chains a rouleaux. Dunod: Paris; 1961. - P.220.

Одержано 01.12.2006 р.

УДК 621.825.5

Р.Комар¹, канд. техн. наук; І.Гевко¹, канд. техн. наук; І.Логуш²

¹ *Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя*

² *Бережанський агротехнічний інститут Національного аграрного університету*

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАПОБІЖНО-КОМПЕНСУЮЧОЇ МУФТИ ВЕРСТАТНОГО ОБЛАДНАННЯ

Наведено результати експериментальних досліджень запобіжно-компенсуючої муфти з радіальним розміщенням пар контакту. Запропоновано рекомендації для проектування і подальшого дослідження аналогічних пристроїв, які використовуються в машинах і верстатному обладнанні.

R. Komar, I. Hevko, I. Lohysh

RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES OF THE PROTECTIVE-FLEXIBLE COUPLING OF A MACHINERY REBUILDING

Results of experimental researches of the protective-flexible coupling with radial arranging pairs contact are reduced. It is offered to the recommendation for projection and the further research of analogous devices which are used in machines and a machinery rebuilding.