

УДК 621.81.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАВАЛЬЦЮВАННЯ КУЛЬОК У НАПРАВЛЯЮЧИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕХАНІЗМІВ

В. М. Клендій канд. техн. наук, Слободян Л.М., Казмірчук П.В.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

Наведено конструкцію і принцип роботи пристрою для завальцювання кульок в направляючих у транспортних механізмах з попередньо підготовленим базовим отвором. Виведено аналітичні залежності для визначення силових, конструктивних і технологічних параметрів при завальцюванні кульок в транспортних направляючих парах тертя кочення виготовлених з різних матеріалів.

Ключові слова: завальцювання кульок, транспортні механізми, кільцева канавка, базовий отвір.

Постановка проблеми. Технологічні процеси виробництва нерозривно пов'язані з переміщенням великої кількості вантажів, починаючи від заготівельних операцій, подачі сировини та комплектуючих у виробництво, між операційного транспортування до видачі готової продукції на склади і з них. Останнім часом у машинобудуванні набули широкого використання кулькові направляючі пари кочення, які дозволяють здійснювати лінійні та рейкові переміщення, зі зменшеними осьовими зусиллями опору і підвищення експлуатаційної надійності і довговічності.

Тому проблема виготовлення деталей вузлів тертя кочення транспортних механізмів у всіх галузях народного господарства є актуальною і має важливе значення і потребує подальших досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням підвищення надійності та довговічності роботи машин і механізмів, зменшення тертя і підвищення експлуатаційної надійності і довговічності присвячені праці Костецького Б.І. [1], Хрущова М.М. [2], Ткачева В.Н. [3], Жолобова О.О. [4] та багато інших.

Однак технологію та інструментальне забезпечення для завальцювання кульок у напрямних транспортних механізмах так і не було розроблено.

Метою роботи. є розроблення удосконаленої конструкції пристрою для завальцювання кульок в напрямляючих транспортних механізмах підвищеної експлуатаційної надійності і довговічності, дослідження технологічного процесу виготовлення направляючих пар тертя кочення в машинах і механізмах з визначенням силових, технологічних і конструктивних параметрів.

Робота виконується згідно з Постанови Кабінету Міністрів України "Розвиток сільськогосподарського машинобудування і забезпечення

агропромислового комплексу конкурентноспроможною технікою на 2010...2015 роки”.

Реалізація роботи. Розроблено конструкцію пристрою для завальцювання кульок у напрямних транспортних механізмах, яка виконана у вигляді державки 1 з конічним хвостовиком для кріплення на верстаті, в середині якого виконано центральний наскрізний отвір 19 для подачі охолоджуючої рідини в зону формоутворення. В оправці з нижнього торця виконано кільцеву канавку 2, яка є у взаємодії з втулкою 17, в якій рівномірно по колу виконані по внутрішньому діаметрі виїмки 21 під кульки 18, наприклад, три. Кульки встановлені у радіальні отвори 3 і оправки 1 підтиснуті пружинами стиснення 20 з можливістю осьового переміщення.

В нижній торцевій частині оправки 1 виконано отвір 17, в який встановлено притискну оправку 5 з центральним отвором, який є продовженням отвору 19 для подачі охолоджуючої рідини. На зовнішньому діаметрі отвору конусної притискної оправки встановлено пружину стискування 4, яка знизу впирається у виступ 6 більшого діаметра оправки, а знизу притискної оправки виконано сферичну виїмку, яка притискує кульку 14, яку необхідно завальцювати в отворі 19 напрямної 11.

Нижня частина притискної оправки 16 виконана у вигляді фланця 7, в якому рівномірно по колу виконано три пари радіальних пазів 15 по два до яких знизу жорстко закріплені формувальні інструменти 14 Г-подібної форми з формувальними елементами 13, болтами 10, з можливістю радіального переміщення.

Для забезпечення мінімального зусилля завальцювання кульок 6 в отворах 19 напрямних плит 11 навколо цих отворів виконані кільцеві канавки 12 з кільцевими виступами 17 навколо завальцюваних кульок, які легко деформуються і завальцюються формувальними елементами 13 формувальних інструментів 14. Канавки 12 виконують окремо на вертикально свердлильних верстатах спеціальними кільцевими свердлами поза межами пристрою.

Особливістю конструкції пристрою є те, що вісь обертання формувальних інструментів 14 і вісь пристрою зміщені на величину ексцентриситета Δ ексцентриситета в межах 0,2 – 0,6 мм для полегшення осьової подачі пристрою і створення покращених умов завальцювання кульок 8 в отворах 19 зі зменшенням зусилля формування.

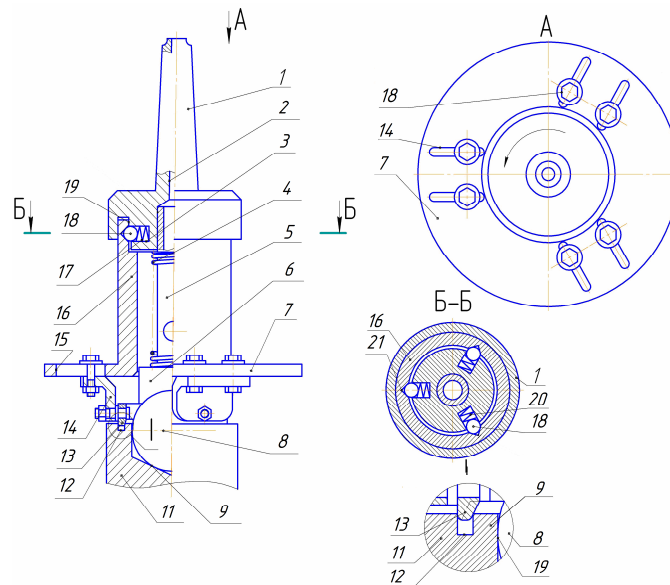


Рисунок 1 - Пристрій для завальцювання кульок у напрямних транспортних механізмах

Робота пристрою для завальцювання кульок в направляючі здійснюється наступним чином. Державка 1 встановлюється в шпindelь верстату (на кресленні не показано). Після чого на стіл верстату встановлюється направляюча 11 з сферичними виїмками 9 під кульки 14, в які вони встановлюються. До сферичної виїмки підводиться центрувальна оправка 5 з кулькою 14 за допомогою якогось здійснюється центрування кульки відносно оправки і сферичної виїмки. Після підготовчих робіт підключається змащувально-охолоджуюча рідина, яка по каналах 4 поступає в зону деформування, включається верстат, пристрій обертається, при цьому здійснюється осьова його подача і формуючі півкруглі елементи 19 взаємодіють з канавкою 12, а формувальний інструмент 13 здійснює завальцювання кульки в направляючій.

Для забезпечення завальцювання кульки з можливістю її обертання в гнізді, для жорсткої посадки вибирають режими час точіння і завальцювання. Крім цього простір під кульки заповнюють густим мастилом, або встановлюють маслянки.

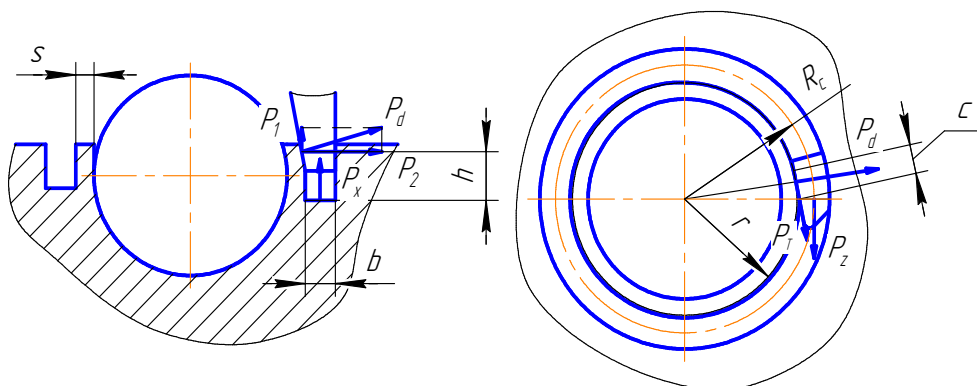


Рисунок 2 - Схема для розрахунку інструмента для завальцювання кульки

Основними параметрами, що визначають силові характеристики інструментів, які використовуються на свердлильних верстатах є осьова сила P_0 та крутильний момент M .

Згідно з розрахунковою схемою на рисунку 2 отримаємо

$$P_0 = n(P_1 + P_x). \quad (1)$$

Вертикальну складову зусилля деформації стінки визначаємо із виразу

$$P_1 = P_d \cdot \sin \alpha, \quad (2)$$

де P_1 – вертикальна складова зусилля деформації стінки, Н;

P_d – зусилля деформації стінки, Н;

α – кут нахилу клина деформуючої частини інструменту, град.

Зусилля деформації стінки визначаємо за формулою

$$P_d = \frac{c \cdot s^2 \cdot \sigma_s \cdot k_1}{4 \cdot h}, \quad (3)$$

де c – ширина частини кільцевого виступу що піддається деформації, мм;

s – товщина стінки кільцевого виступу, мм;

σ_s – границя текучості матеріалу, МПа;

k_1 – коефіцієнт, що враховує зміцнення матеріалу, $k_1=1,2\dots1,3$;

h – глибина кільцевої виточки, мм.

Підставляючи формули (2) і (3) у формулу (1), отримаємо

$$P_0 = n \cdot \left(P_x + \frac{c \cdot s^2 \cdot \sigma_s \cdot k_1 \cdot \sin \alpha}{4 \cdot h} \right). \quad (4)$$

Крутильний момент визначаємо за формулою

$$M = n(P_z \cdot R_c + P_T \cdot r), \quad (5)$$

де P_z – вертикальна складова сили різання, Н.

R_c – середній радіус виточки, мм

n – кількість зубів інструмента;

r – внутрішній радіус кільцевої канавки, мм;

P_T – сила тертя між деформуючою частиною інструмента та заготовкою, Н.

Силу тертя визначаємо за відомою залежністю

$$P_T = \mu \cdot P_d, \quad (6)$$

де μ – коефіцієнт тертя, між деформуючою частиною інструмента та матеріалом деталі.

Отже, враховуючи вирази (6), (5) і (3), отримаємо формулу для визначення крутного моменту

$$M = n \cdot \left(P_z \cdot R_c + \frac{\mu \cdot c \cdot s^2 \cdot \sigma_s \cdot k_1}{4 \cdot h} \right). \quad (7)$$

Складові сил різання визначаються за емпіричними залежностями:

$$P_z = C_p \cdot S^{y_z} \cdot b^{x_z} \cdot V^{n_z}; \quad (8)$$

$$P_x = C_{px} \cdot S^{y_x} \cdot b^{x_x} \cdot V^{n_x},$$

де P_x – горизонтальна складова сили різання, Н;
 C_p – коефіцієнт, що враховує особливості процесу різання;
 S – подача інструмента, мм/об;
 b – ширина виточки, мм;
 V – швидкість різання, м/хв.;
 y, x, n – показники степені відповідних складових формули.

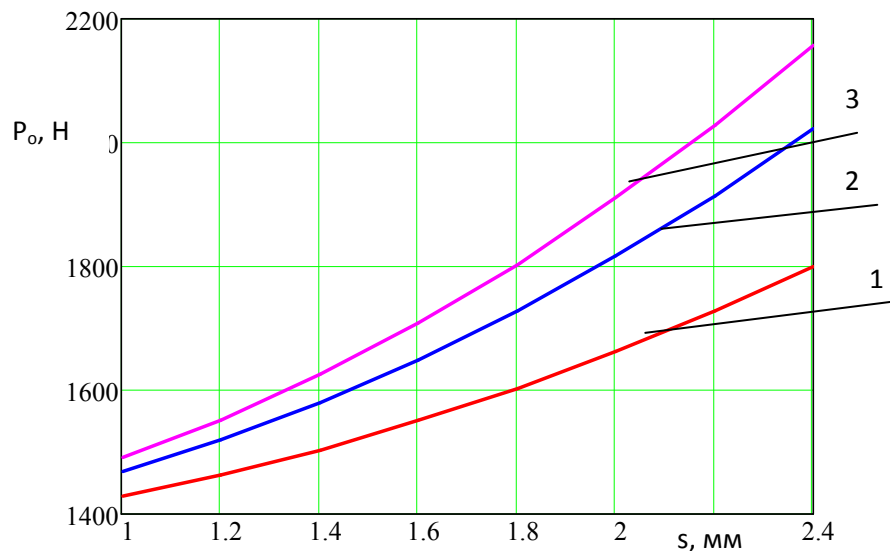


Рисунок 3 - Графік залежності осьової сили завальцювання кульки від товщини стінки між кулькою та виточкою: 1 – сталь 08; 2 – сталь 30; 3 – сталь 45

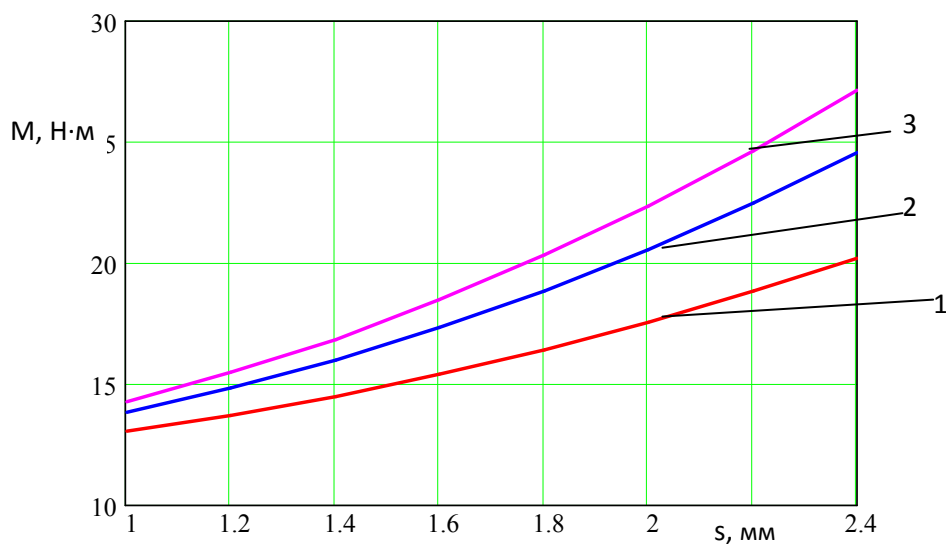


Рисунок 4 - Графік залежності моменту завальцювання кульки від товщини стінки між кулькою та виточкою: 1 – сталь 08; 2 – сталь 30; 3 – сталь 45

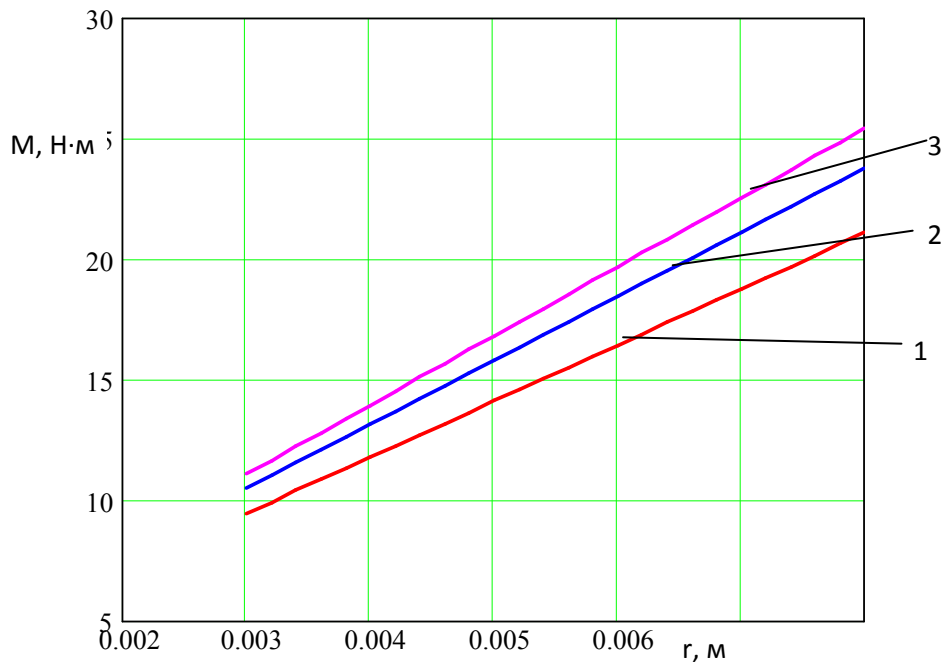


Рисунок 5 – Графік залежності моменту завальцювання кульки від радіуса кульки:
1 – сталь 08; 2 – сталь 30; 3 – сталь 45

Із графіків на рисунках 3 і 4 робимо висновок, що з збільшенням товщини стінки між виточкою та кулькою зростає осьова сила та крутильний момент завальцювання, при цьому зростання цих параметрів носить квадратичний характер, а криві представлено у вигляді парабол.

На рисунку 5 бачимо, що з збільшенням радіуса кульки, а відповідно і радіуса виточки, зростає крутильний момент завальцювання кульки по прямо пропорційній залежності.

Висновки. В результаті проведеної роботи було розроблено конструкцію пристрою для завальцювання кулек у напрямних транспортних механізмах у попередньо підготовлені базові отвори, а також виведено аналітичні залежності для визначення силових, технологічних і конструктивних параметрів для завальцювання кулек у напрямних транспортних механізмів виготовлених з різних марок сталей.

Література

1. Костецкий Б.И. Надежность и долговечность машин [Текст]/ Б.И. Костецкий Техніка, К. 1975. – 275с.
2. Хрущов М.М. Исследование изнашивания металлов [Текст]/ М.М. Хрущов, М.А. Бабичев/ - М.: Издательство АН СССР, 1970. – 264с.

3. Ткачев В.Н. Методы повышения долговечности деталей машин [Текст]/ В.Н. Ткачев. М. Машиностроение, 1971. – 271с.
4. Жолобов О.О. Технологія автоматизованого виробництва [Текст]/ О.О. Жолобов, В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. Житомир: ЖДТУ, 2008. – 1014с.
5. Пат. 50886 України, МПК В21D 39/00. Пристрій для завальцювання кульок у напрямних [Текст]/. Гевко Б.М., Крук В.В., Дячун А.Є., Гевко І.Б.; заявник і власник патенту Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя. - (UA) №u200913761; заявл. 28.12.2009; опубл. 25.06.2010, Бюл. № 12

Abstract

Investigation of technological process zavaltsyuvannya balls in guiding transport mechanisms

V. Klendy, L. Slobodyan, P. Kazmirchuk

Present structure and principle of the device for zavaltsyuvannya balls in guiding the transport mechanisms of pre-prepared base hole. The derived analytical dependences for determination of power, structural and technological parameters in the balls by rolling in the transport steam rollingguides manufactured from different materials.

Аннотация

Исследование технологического процесса завальцования шаров в направляющих транспортных механизмах

В. М. Клендий, Слободян Л.М., Казмирчук П.В.

Приведены конструкция и принцип работы устройства завальцовки шариков в направляющих в транспортных механизмах с предварительно подготовленным базовым отверстием. Выведены аналитические зависимости для определения силовых, конструктивных и технологических параметров при завальцовке шариков в транспортных направляющих парах трения качения изготовленных из различных материалов.