

УДК.621.833

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2022.99.0.42

ВПЛИВ ТЕРТЯ НА СИЛОВУ ВЗАЄМОДІЮ КУЛЬКОВИХ ОБГІННИХ МУФТ**Малащенко В. О.¹, Кириченко І. Г.², Лисяк Б. Я.³**¹Національний університет «Львівська політехніка»²Харківський національний автомобільно-дорожній університет³Дрогобицька машинобудівна компанія

***Анотація.** У статті запропоновано основні результати досліджень впливу проковзування кульок нових обгінних муфт на початку та в кінці їхнього контактування з робочими поверхнями пазів півмуфт. Необхідно наголосити, що на сьогодні в стартерах автомобілів та інших автомобільно-дорожніх технічних засобах застосовуються роликові муфти вільного ходу, що передають потужність за рахунок сил тертя, які виникають між заклиненими роликками й робочими поверхнями півмуфт. Однак вони схильні до проковзування, особливо взимку, коли часто має місце її буксування. Для покращення процесу запуску двигунів внутрішнього згорання автомобільно-дорожніх технічних засобів розроблено та запатентовано декілька кулькових обгінних муфт, які передають обертальний момент за принципом зачеплення кульок, що розташовані в пазах ведучої та веденої півмуфт. Проведені дослідження підтвердили те, що розроблені кулькові запобіжні муфти можна також застосовувати як пристрої для обмежування величини обертального моменту в гайковертах та стартерах різноманітних транспортних засобів замість традиційних роликових обгінних муфт. Таке різноманіття можливостей застосування цих пристроїв ставить нові завдання щодо більш ґрунтовного дослідження процесів з'єднання та роз'єднання силових кінематичних ланцюгів транспортних засобів.*

***Ключові слова:** муфти, обгінні муфти, кулькові обгінні муфти, з'єднання півмуфт, тертя в муфтах.*

Вступ

Важливою частиною приводів автомобільно-дорожніх технічних систем є різноманітні муфти. Вони можуть виконувати різні функції, зокрема слугувати запобіжними пристроями, що захищають машину від перевантажень. Одночасно окремі муфти функціонують для автоматичного з'єднання та роз'єднання валів, які передають обертальний момент тільки в одному напрямку. Ураховуючи масштабність застосування, муфтам вільного ходу постійно приділяється увага науково-інженерного персоналу. Інакше перед об'єктами досліджень таких муфт є питання збільшення терміну їхньої роботи та надійності, а також зниження точності виготовлення й зменшення їхньої металомісткості. Натепер ці дослідження здебільшого стосуються роликових муфт вільного ходу. Однак після розроблення нових кулькових муфт вільного ходу наявні результати досліджень цих складальних одиниць потребують подальших досліджень. Така обставина викликала необхідність виконати дослідження впливу тертя на процес вкочування кульок в пази веденої півмуфти та їхнього викочування під час включення та виключення муфти.

Аналіз публікацій

Для покращення роботи приводів технічних засобів розроблено низку нових кулькових муфт вільного ходу, у яких з'єднувальним елементом є не ролики, а кулька чи декілька кульок. Ця ідея перевірена чисельними теоретичними дослідженнями та застосуванням окремих муфт на практиці. Будова, принцип роботи, навантажувальна їхня здатність та інші характерні показники достатньо повно описано в літературі [2–12]. У навчальному посібнику [2] наведені принципові схеми окремих нових кулькових муфт вільного ходу з описом принципів їхньої дії. У авторських свідоцтвах [3; 4] достатньо повно описано основні особливості їхньої будови та позитивні ознаки принципу функціонування нових конструкцій муфт. Подібні питання з покращення основних характеристик поставлені за основу в процесі створення та патентування низки конструкцій кулькових обгінних муфт [5–8] та інших. Можливості ефективного застосування нових кулькових муфт вільного ходу повніше розглянуто в доповіді на науковому семінарі «Проблеми та перспективи розвитку підйомно-транспортних машин» [9]. Окремі результати досліджень навантажувальної здатності но-

вих муфт надруковано закордоном [10–12]. Однак, у виконаних дослідженнях приймалося припущення, що кульки здійснюють тільки кочення по поверхнях пазів півмуфт. Але під час практичного застосування нової кулькової муфти встановлено дещо інтенсивніше спрацювання поверхонь пазів на їхньому початку та кінцях тобто в цих місцях у процесі розгону й гальмування кульки проковзуються відносно опор.

Мета та постановка завдання

З метою розширення функціональних можливостей щодо обмеження максимального обертового моменту з одночасним виконанням класичних функцій під час розрахунків нових кулькових обгінних муфт необхідно враховувати сили тертя кульок з опорами. Такий факт і формує основу постановки завдання цього дослідження, де проведено порівняння силової взаємодії кульок з робочими поверхнями пазів півмуфт без урахування сил тертя та з їхнім урахуванням.

Виклад основного матеріалу досліджень

Як наголошено вище, у роликів обгінних муфтах можливе проковзування роликів, особливо під час різкої зміни руху та інших нерівномірностей. Таких недоліків не мають розроблені нові кулькові обгінні муфти, але вони під час експлуатації перебувають у перемінному русі, і тому на початку і в кінці пазів має місце їхнє проковзування. Окрім цього, на процес силової взаємодії в цих муфтах дещо впливає форма поперечного перерізу робочих пазів півмуфт. Проведені експериментальні дослідження підтвердили, що форма поперечного перерізу пазів значно впливає на характер поверхні доторкання двох тіл, тобто кульок із поверхнями пазів півмуфт. Ураховуючи виробничі можливості пази можуть бути виготовлені так, щоб їхні діаметри дорівнювали діаметрам кульок. Це кращий варіант з огляду на міцнісні характеристики робочих поверхонь елементів дотику. Але це утруднює рух кульок уздовж пазів, особливо у випадках виготовлення їхньої ширини з від'ємним допуском. У таких випадках можливе додаткове тертя кульок по бокових поверхнях пазів. Така дійсність і викликає необхідність проведення порівняльних досліджень силової взаємодії кульок із робочими поверхнями пазів півмуфт без урахування сил тертя та з їхнім урахуванням. Для виконання поставленого завдання дослі-

джень використаємо одну з принципових схем кулькових обгінних муфт, що наведена на рис. 1.

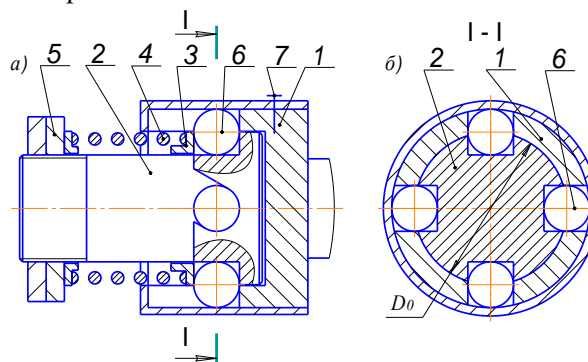


Рис. 1. Принципова схема муфти

кулькова муфта вільного ходу (КМВХ) складається з двох півмуфт 1 і 2. На поверхнях півмуфт виконано пази, що мають кут α з віссю обертання муфти так, як наведено на рис. 2.

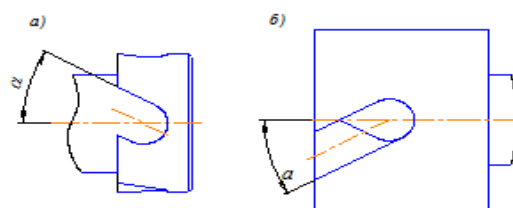


Рис. 2. Напрямки пазів півмуфт

Півмуфти з'єднуються або роз'єднуються залежно від положення кульок 6. Для зачочування кульок у пази встановлено диск 3, пружину 4, пружна сила якої регулюється гайками 5. У такій муфті ведучою може бути будь-яка півмуфта 1 або 2. Якщо запропонований пристрій застосовується як обмежувач обертового моменту під час виконання монтажно-демонтажних операцій, то півмуфта 1 буде ведучою. Її можна закріплювати у звичайну електродріль, а у внутрішній отвір півмуфти 2 встановлювати необхідний робочий інструмент. Принцип роботи муфти очевидний із рис. 1, тобто обертальний момент устанавлюється регулювальною гайкою 5, яка регулює зусилля пружини 4, що діє на диск 3 і кульки 6. Під час обертання ведучої півмуфти обертальний момент передається кульками, які за допомогою пружини та кільця зачочуються в пази веденої півмуфти.

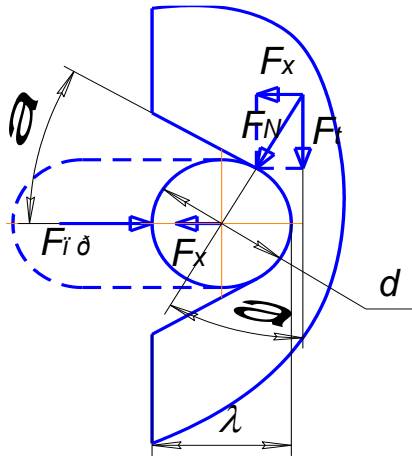


Рис. 3. Силова взаємодія в запобіжній муфті

У випадку, коли навантаження перевищить допустиме, кульки виштовхуються боковими робочими поверхнями з пазів півмуфт, відтискаючи диск з ліворуч. Унаслідок цього муфта розмикається й кульки проковзують по торцевій поверхні веденої півмуфти 2. У цьому разі створюється деякий стукіт кульок із боковими поверхнями пазів веденої півмуфти, що сигналізує початок вимикання привода ведучої півмуфти. Силова взаємодія між кулькою та робочими поверхнями пазів без урахування сил тертя наведено на рис. 3, де F_t – колова сила, що діє на одну кульку; F_x – її осьовий складник; F_N – сумарна (нормальна) сила тиску кульки на поверхню веденої півмуфти; F_{np} – сила пружності пружини, що діє також на одну кульку.

Наведені зусилля визначаються за відомими формулами (1)

$$\begin{aligned} F_t &= \frac{2T_p}{K_i D_0 i}; & F_x &= \frac{2T_p}{K_i D_0 i} \operatorname{tg} \alpha; \\ F_N &= \frac{2T_p}{K_i D_0 i \cos \alpha}, \end{aligned} \quad (1)$$

де D_0 – діаметр кола центрів кульок (рис. 1, б); i – кількість кульок; $K_i=0,85\dots0,9$ – коефіцієнт нерівномірності розподілення їхнього навантаження. Установлено, що кут нахилу пазів півмуфт доцільно приймати в межах $\alpha=20\dots70^\circ$. Це залежить від пружних можливостей натискної пружини 4 (рис. 1). Розмір λ необхідно погоджувати з діаметром кульок d (рис. 3).

Максимальний обертальний момент, що передається муфтою, регулюється пружиною. Сила пружності дорівнює

$$F_{np} = \frac{G d_0^4 \lambda}{8 D^3 i_p}, \quad (2)$$

де G – відомий модуль пружності в процесі зсуву матеріалу пружини ($G = 8 \cdot 10^4$ МПа); d_0 – діаметр дроту пружини; λ – осьова деформація пружини, яка рівна глибині паза (рис. 3); D – середній діаметр пружини; i_p – кількість робочих витків пружини.

У випадку знехтування сил тертя в рухомих елементах муфти, якщо вони малі порівняно з робочими навантаженнями, то можна з деяким наближенням вважати, що осьова сила рівна силі пружності пружини, тобто маємо

$$F_x = F_{np} = \frac{G d_0^4 \lambda}{8 D^3 i_p}. \quad (3)$$

Беручи до уваги залежності (1), (2) і (3), остаточно розв'язано поставлену задачу, тобто отримано залежність між обертальним моментом муфти та її конструктивними параметрами

$$\frac{2T_p}{K_i D_0 i} \operatorname{tg} \alpha = \frac{G d_0^4 \lambda}{8 D^3 i_p}, T_p = \frac{D_0 i G d_0^4 \lambda}{16 K_i D^3 i_p \operatorname{tg} \alpha}. \quad (4)$$

Одержані залежності (1–4) мають прикладне значення для виконання інженерного розрахунку основних геометричних параметрів подібних пристроїв на стані їхнього проектування без урахування тертя кульок по робочих поверхнях пазів. Однак під час стендових досліджень була встановлена різниця величин зусиль, що визначені теоретично, та зусиль, що визначалися експериментальним шляхом. На основі цього чинника зроблено висновок про необхідність врахування для таких муфт зусилля тертя, що виникають під час їхнього функціонування перехідних процесів експлуатації. Основою досліджень визначено залежність між силою пружності пружини й обертальним моментом спрацювання муфти без урахування сил тертя, що наведено на рис. 4. Необхідно наголосити, що в знайдених раніше співвідношеннях (1–4), які характеризують силову взаємодію між кульками та пазами півмуфт, сили тертя не враховувались.

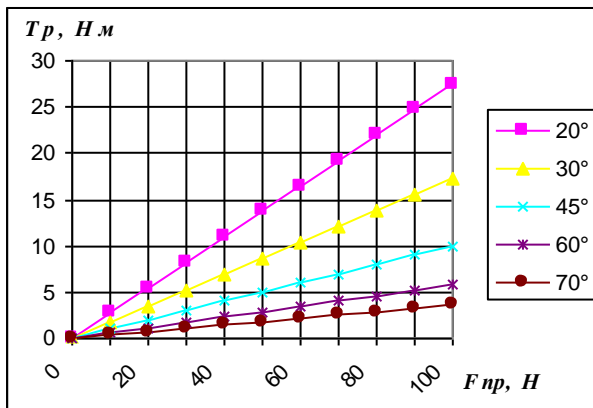


Рис. 4. Залежність між силою пружності пружини й обертальним моментом спрацювання муфти для різних кутів нахилу пазів

Прояв тертя підтверджується наявністю деформаційних контактних ефектів. Така реальність вказує на те, що впровадження в модель муфти ефекту тертя означатиме якісну зміну математичного тлумачення її робочих властивостей. Окрім того, нова уточнена модель обов'язково має спиратися на спрощену попередню основу. Тому важливою є спроба встановити місця та напрямки дії сил тертя для ймовірніших станів муфти без врахування інерції кульок.

Зараз розглянемо прояв неінерційних силових чинників під час вмикання ідеально виготовленої кулькової обгінної муфти, у якій відсутнє тертя (рис. 5). Але припускаємо, що кути орієнтації пазів можуть бути різними, тобто у ведучій півмуфти – кут α' , а у веденої – α'' . Якщо кулька вже є в пазу веденої півмуфти (рис. 5, а), то нормальні сили F'_N і F''_N будуть спрямовані радіально до центра кульки та ортогонально до робочих поверхонь пазів. Вони спільно із пружною силою пружини $F_{пр}$ сприятимуть переміщенню кульки вглиб паза веденої півмуфти. Імовірним є випадок, що кулька в якусь мить контактує з крайкою веденої півмуфти (рис. 5, б), то сила F''_N вже не буде ортогональною до робочої поверхні паза веденої муфти, її орієнтацію визначатиме кут β щодо площини обертання (рис. 5, в). Проте, ця сила F''_N буде спрямована до центра кульки тому, що крайка має хоч малу, але все-таки ненульову кривину.

Загалом можливий випадок, коли сила F'_N навіть створюватиме деякий момент щодо крайки (точка а) веденої півмуфти, який спрямований проти моменту сили $F_{пр}$ тиску пружини (рис. 5, в).

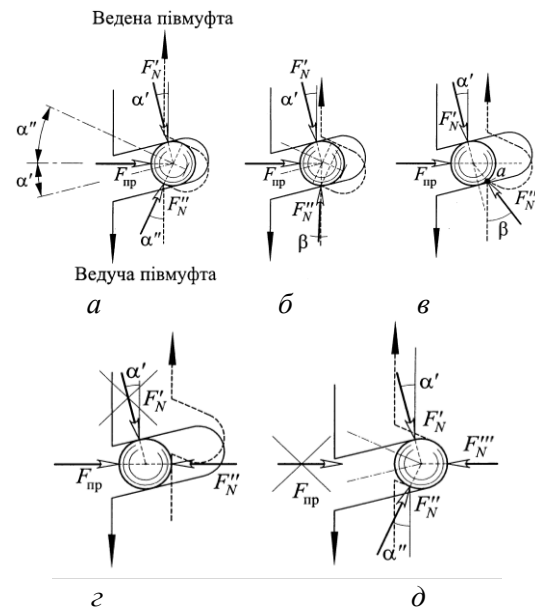


Рис. 5. Сили під час вмикання муфти

У такому разі цей момент разом із силою F''_N протидіятиме намаганням сил $F_{пр}$ і F'_N переміщувати кульку до кінця паза веденої півмуфти, тобто він створює додатковий опір перекочуванню кульок. За результатами досліджень також встановлено, що для проведення більш точних розрахунків необхідно враховувати сили інерції кульок. Це особливо має сенс робити для великогабаритних муфт із великими діаметрами кульок. Тут досліджується муфта, що має кульки з діаметрами до 8 мм, тому силами інерції можна знехтувати. Однак корисним є те, що розглядається силова взаємодія для характерних станів муфти, тобто для різних положень кульок щодо пазів веденої та ведучої півмуфт. Наприклад, під час розташування безінерційної кульки поза пазом веденої півмуфти сили F'_N не може бути (рис. 5, з). Тепер опишемо випадок, коли кулька перебуває вже в робочому положенні (рис. 1), тобто вона дісталась кінця паза веденої півмуфти. У такому разі натисне кільце не тисне на кульку, а тільки закриває вхід пазів веденої півмуфти. Тоді пружина послабляється та сила $F_{пр}$ не тисне на кульки, а тільки утримує натисне кільце в сталому положенні (рис. 5, д). Воно обертається разом із кульками та пружиною. Кожна кулька розташована в положенні рівноваги під дією сил F'_N , F''_N , F'''_N . Знаючи зовнішній обертальний момент для конкретного випадку, можна без труднощів поррахувати ці зусилля за відомими

залежностями [1–4], починаючи з колової сили.

За потреби точного визначення силової взаємодії між тими самими деталями муфти, тобто з урахуванням сили тертя, яке дещо приводить до відхилення ліній дії сил на кут тертя ρ (рис. 6). Тоді сили тертя F'_τ і F''_τ , поєднуючись із силами F'_N і F''_N , створюють

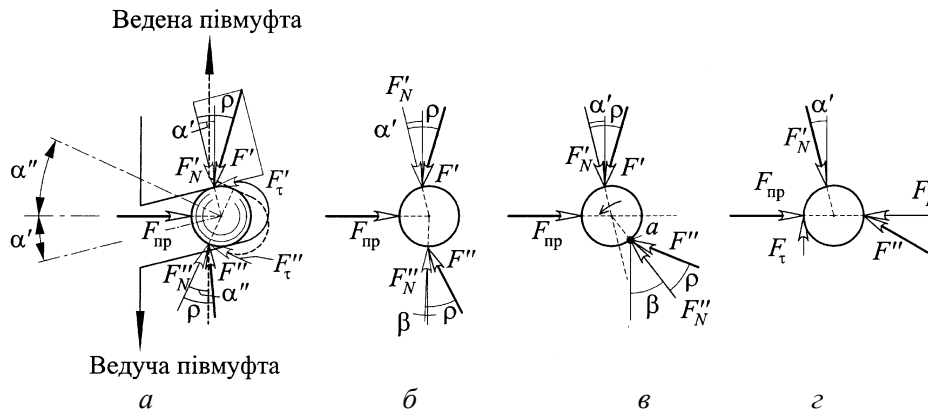


Рис. 6. Характерні навантаження кульки у разі вмикання муфти з урахуванням тертя

Подібні кутові відхилення силових векторів спостерігалися також у разі перебування кульки в інших станах. Таке твердження впливає з порівняння рис. 6, б, в, г та рис. 5, б, в, г. Із рис. 6, б та б, в видно, що сила тертя сприяє тому, аби залучити кульку ще й в обертальний рух навколо точки a . У разі, коли кулька почне обертатися (рис. 6, г), тоді ще потрібно враховувати силу тертя F_τ , що може виникнути в контакті кульки з натискним кільцем.

Щодо стану кульки, зображеного на рис. 5, д, то тут може йтися хіба що про статичне тертя внаслідок різкого завершення руху чи/та залишкових деформацій робочих поверхонь пазів півмуфт під час перевантажень або за умови неналежного мащення робочих поверхонь тіл, що контактують. Таке саме положення матиме кулька в мить старту, тобто коли виникнуть обставини, що змушують муфту вимкнутися, чи в мить завершення процесу вмикання муфти. У такому разі має зникнути сила F'''_N та з'явиться сила пружності пружини $F_пр$. Відтак, силова взаємодія, зображена на рис. 5, д, відповідає окремим (граничним) випадкам стану муфти. Цей стан муфти відповідає випадку, коли всі її кульки перебувають цілком у пазу веденої півмуфти та мають повний із нею контакт

відхилені на кут ρ сил F' і F'' (рис. 6, а). Величина ρ , зважаючи на співвідношення $F_\tau / F_N = \mu = \tan \rho$, де F_N і F_τ сила взаємного притискання одна до одної робочих поверхонь деталей муфти і відповідна їй сила тертя між ними, μ – коефіцієнт тертя ковзання.

Висновки

За результатами проведеного аналізу силової взаємодії кульок із робочими поверхнями пазів півмуфт впливають такі науково-практичні висновки.

Визначено сили між кульками та боковими поверхнями пазів півмуфт для різних робочих і неробочих станів муфти. Проаналізовано силові співвідношення між основними елементами нової обгінної кулькової муфти в робочому і неробочому станах без урахування і з урахуванням сили тертя. Установлено, що для великогабаритних муфт необхідно враховувати силу тертя, особливо під час підвищених вимог щодо точності налаштування приладу на певний обертальний момент.

Для малогабаритних кулькових обгінних муфт сили тертя суттєво позначаються тільки на точності їхнього спрацьовування. Уточнення граничних габаритів цих муфт, для яких необхідно враховувати тертя, це і буде завданням подальших досліджень.

Література

1. Автомобильный справочник / пер. с англ. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: КЖИ, 2004. 992 с.
2. Малашенко В. О., Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків. Львів: НУ «Львівська політехніка», 2006. 196 с.; 2009. 208 с.

3. Малащенко В. А., Рябов В. Г. А.С. № 1698520, МКИ F16D41/06. Обгонная муфта. БИ № 42, 1991. 3 с.
4. Малащенко В. А., Калинин С. Г., Петренко П. Я. А.С. № 17916442AI, МКИ F16D41/06. Обгонная муфта. БИ № 4. 1993. 2 с.
5. Малащенко В. О., Сороківський О. І. Пат. 28884А Україна, МКИ F16D41/06. Кулькова муфта вільного ходу. Опубл. 29.123.99. Бюл. № 8.
6. Пат. № 45667А Україна, МКИ F16D41/06. Обгінна муфта / В. О. Малащенко, В. Т. Павлище, П. Я. Петренко, О. І. Сороківський. Опубл. 15.04.2002. Бюл. № 4.
7. Малащенко В. В. Пат. № 30362 Україна, МКИ F16D41/06. Обгінна муфта. Опубл. 2008. Бюл. № 4.
8. Пат. № 43260 Україна, МКИ F16D41/06. Обгінна муфта / В. О. Малащенко, П. М. Гащук, В. В. Малащенко, О. І. Сороківський. Опубл. 2009. Бюл. № 15.
9. Гащук П. М., Малащенко В. В., Сороківський О. І. Застосування кулькових обгінних муфт у транспортних засобах. Науковий семінар «Проблеми та перспективи розвитку підйомно-транспортних машин»: тези доповіді. Тернопіль, 2007. С. 13.
10. Гомішін Я., Малащенко В. О., Сороківський О. І. Volnobezna gulekova spojka. *Strojarstvo Strojirenstvi*. 2001. № 12. (Словацьчина)
11. Malaschtchenko V., Homuschin J., Sorokivskiy O. Vol'nobezna qulbekova spojka. *Strojarstvo Strojirenstvi*. 2001. № 12. С. 56–58 (Slovinsko)
12. Malaschtchenko V., Sorokivskiy O. The Selection of Parameters of a Coaster Ball clutch and Recommendation for its Construction. *Transactions of the Universities of Kosic*. 2002. № 2. С. 1–6 (Slovinsko)
7. Pat. № 30362 Ukraina, MCI F16D41/06. Obginna clutch / V. V. Malashenko. Publ. 2008. Bulletin. No. 4.
8. Pat. № 43260 Ukraina, MCI F16D41/06. Obginna clutch / V. O. Malashenko, P. M. Gaschuk, V. V. Malashenko, O. I. Sorokivsky. Publ. 2009. Bulletin. No. 15.
9. Gaschuk P. M., Malashenko V., Sorokivsky O. I. Zastosuvannya Kulkova obginnih couplings in the agriculture zasobah. *Naukova seminar "The problem is the prospect rozvitku pidyomno-transport vehicles". Tezi dopovidi*. Ternopil, 2007. S. 13.
10. Gomishin J., Malashenko V. O., Sorokivsky O. I. Volnobezna gulekova spojka. *Strojarstvo Strojirenstvi*, 2001, No. 12. (Slovachchina)
11. Malaschtchenko V., Homuschin J., Sorokivskiy O. Vol'nobezna qulbekova spojka. *Strojarstvo Strojirenstvi*, 2001, No. 12, pp. 56–58. (Slovinsko)
12. Malaschtchenko V., Sorokivskiy O. The Selection of Parameters of a Coaster Ball clutch and Recommendation for its Construction. *Transactions of the Universities of Kosic*, 2002, No. 2, pp. 1–6. (Slovinsko)

Малащенко Володимир Олександрович, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри технічної механіки та динаміки машин, Національний університет «Львівська політехніка», тел. 0678604504, volod.malash@gmail.com;

Кириченко Ігор Геннадійович, д-р техн. наук, професор кафедри будівельних і дорожніх машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, тел. 0677055474, igk160450@gmail.com;

Лисяк Богдан Ярославович, директор Дрогобицької машинобудівної компанії, тел. 0678019116, lysiak.br@gmail.com.

The influence of friction on the force interaction of ball overturn couplings

Abstract. Problem. The article presents the main results of studies on the influence of slippage of new overrunning clutches at the beginning and at the end of their contact with the working surfaces of the half-coupling grooves. In order to expand the functionality in terms of limiting the maximum torque while simultaneously performing classic functions, when calculating new ball overrunning clutches, it is necessary to take into account the forces of friction between the balls and the supports. **Goal.** This fact forms the basis for setting the task of this research, where a comparison of the force interaction of the balls with the working surfaces of the grooves of half-clutches without taking into account frictional forces and taking them into account is carried out. **Methodology.** It should be emphasized that at present, in the starters of cars and other automobile and road equipment, free-running roller clutches are used, which transmit power due to the frictional forces that arise between the jammed rollers and the working surfaces of the half-clutches. However, they

References

1. Automotive Directory. Per. from English. 2 Ed. Reprocessing. and dopovнено. Moscow: ECC. Behind the wheel, 2004, 992 s.
2. Malashenko V.O. Mufti privodiv. Konstruktsiï is the butt of rozrahunkiv. Lviv, OH "Lvivska politehnika", 2006, 196 p., 2009, 208 p.
3. AS Number 1698520, MCI F16D41/06. Overrunning clutch / V. Malashenko, V. Ryabov, BI, No. 42, 1991, 3 s.
4. AS 17916442AI number, IPC F16D41/06. Overrunning clutch / V. A. Malashenko, S.G. Kalinin, P. Petrenko, BI, No. 4, 1993, 2 s.
5. Pat. 28884A Ukraina, MCI F16D41/06. Kulkova clutch vilnogo go / V. O. Malashenko, O. I. Sorokivsky. Publ. 29.123.99. Bulletin. No. 8.
6. Pat. 45667A Ukraina, MCI F16D41/06. Obginna clutch / V. O. Malashenko, V. T. Pavlishchev, P. Petrenko, O. I. Sorokivsky. Publ. 15/04/2002. Bulletin. No. 4.

tend to slip, especially in winter, when it often skids. In order to improve the starting process of internal combustion engines of automobile and road technical equipment, several overrunning ball couplings have been developed and patented, which transmit torque according to the principle of engagement of balls located in the grooves of the leading and driven half-clutches. **Originality.** The conducted research has confirmed that the developed ball safety clutches can also be used as torque limiters in wrenches and starters of various vehicles instead of traditional roller overrunning clutches. Such a variety of application possibilities of these devices poses new challenges for a more complete study of the processes of connection and disconnection of power kinematic chains of vehicles. According to the results of the analysis of the forceful interaction of balls with the working surfaces of the grooves, half-clutches follow such scientific and practical conclusions. The forces between the balls and the side surfaces of the grooves of half-clutches for various working and non-working conditions of the clutches are determined. **Practical value.** The ratio between the basic elements of the new overt ball clutch in the working and not in the working states without taking into account and taking into account the force of

friction is considered. It is established that for large clutches it is necessary to take into account the force of friction especially with increased requirements for the accuracy of adjusting the device at a certain rotational moment. For small-sized ball overrunning clutches, friction force is significantly affected by the accuracy of their operation. Clarifying the marginal dimensions of these clutches, which must take into account friction, will be the task of further research.

Key words: clutches, overrunning clutches, ball overrunning clutches, half-clutch connections, automobile, road vehicles.

Malashchenko Volodymyr, Doctor of Technical Sciences, Prof., head café of technical mechanics and machine dynamics, Lviv Polytechnic National University, tel. 0678604504, volod.malash@gmail.com;

Kyrychenko Igor, Doct. of Science, Department of construction IT and road machines, Kharkiv National Automobile and Highway University, tel. 0677055474, igk160450@gmail.com;

Lysiak Bohdan, director of Drogobyt Machine-Building Company, tel. 0678019116, lysiak.br@gmail.com.
