



ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ
ФИЛИАЛ ПЛОВДИВ

ФАКУЛТЕТ ПО МАШИНОСТРОЕНЕ И УРЕДОСТРОЕНЕ
КАТЕДРА МАШИНОСТРОИТЕЛНА ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

маг. инж. СТОЙЧО КОЛЕВ СТОЕВ

СЪЗДАВАНЕ НА ФУНКЦИОНАЛНА СХЕМА НА ЗАКЛИНВАНЕ
НА РОЛКОВА ЕДНОПОСОЧНА РАДИАЛНА ЛАГЕРНА ОПОРА ЗА
ВГРАЖДАНЕ В СТРУКТУРАТА НА ИМПУЛСНИ ВАРИАТОРИ

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация за получаване на образователна и научна степен
“ДОКТОР”

Научна област 5. Технически науки
Професионално направление 5.1. Машинно инженерство
Специалност “Технология на машиностроенето”

Научен ръководител: доц. д-р инж. Станислав Любенов Алексиев

Рецензенти: 1. проф. д-р инж. Светослав Кънчев Симеонов
 2. доц. д-р инж. Марин Борисов Памукчиев

ПЛОВДИВ 2015

Дисертационния труд е разработен в обем от 135 страници съдържащи текст, онагледен с 65 фигури, 8 снимки, приложения в обем 10 страници и се състои от въведение, шест глави, заключение, основни приноси. Списъкът на цитираните литературни източници включва 120 заглавия, от които 93 на кирилица 27 на латиница.

Дисертантът е разработил дисертационния труд като свободен докторант към катедра “Машиностроителна техника и технологии” на Технически университет – София, филиал Пловдив.

Докторантът работи като главен асистент по “Рязане, инструменти и металорежещи машини” в катедра “Машиностроителна техника и технологии” на Технически университет –София, филиал Пловдив.

Изпитанията по дисертационния труд са извършени в лабораториите на катедра “Машиностроителна техника и технологии” на ТУ-София, филиал Пловдив.

Дисертационния труд е обсъден и насочен за защита от катедра “Машиностроителна техника и технологии“ на ТУ-София, филиал Пловдив на заседание на Катедрения съвет, състояло се на 04.03.2015г.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 08.07.2015г. от 15 часа в зала 4225 на ТУ-София, филиал Пловдив на открито заседание на научното жури, определено със заповед на ректора ОЖ- 143 от 19.03.2015г.

Материалите по защитата са на разположение на интересувашите се във факултетната канцелария на ФМУ.

Забележка: Означенията на уравненията, фигурите и таблиците в автореферата съответстват на означенията в дисертационния труд.

Автор: маг.инж. Стойчо Колев Стоев

Заглавие: **Създаване на функционална схема на заклиняване на ролкова едноръчна радиална лагерна опора за вграждане в структурата на импулсни вариатори.**

Тираж: 30 броя, дадени за печат на 31.03.2015г.

Печатна база: ТУ София – филиал Пловдив

А. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Актуалност на проблема

Създаването на надеждни машини и приводи е едно от перспективните направления за повишаване на качеството, техническото ниво и конкурентноспособността на машините и съоразенията. Един от отговорните елементи на привоите на много машини се явяват механизмите със свободен ход. Използването им, позволява да се опрости кинематиката и конструкцията на привоите и да се увеличат технологичните възможности на оборудването като цяло. Използването на нови технологии в промишлеността разширява областите на приложение на механизмите със свободен ход (електро-автомобилостроене, медицина-изкуствено сърце). Недостатъчната товароносимост и дълговечност на механизмите със свободен ход се явяват основни фактори, лимитиращи работоспособността на машините като цяло. Както показват изпитанията на импулсните вариатори, трайността на вложените в тях серии МСХ е 56 до 80 часа. Работните повърхнини на такива МСХ имат сложна технологична форма. Тяхното масово производство е специфично и се прави от малко водещи фирми: Borg Warnen, Torrington (САЩ), Tsubaki (Япония), GMN, Stieber (Германия).

Изработването на МСХ с цилиндрични и ексцентрични ролки с необходимото качество може да се обезпечи само в условията на специализирано производство. Публикациите на чужди изследователи и производители на тези МСХ в печата и електронните средства имат само описателен характер. Данните за пресмятане, проектиране и модернизация не се разкриват. Съществуващите ръководства и напътствия за увеличаване на надеждността, усложняват конструкциите и технологичното изработване. Това води до увеличаване на стойността на производството. Расте актуалността на задачата на повишаване товароносимостта и трайността на МСХ, при снижени разходи на тяхното производство и експлоатация. Решението на тази задача е свързано с усъвършенстване на функционалните схеми на заклиняване и повишаване ефективността на процеса на тяхното проектиране. Съществуващото противоречие между практическата потребност от МСХ от една страна и ограничените възможности на известните методики за проектиране от друга, определя актуалността на изследването в тази посока.

Цел и задачи на дисертационния труд

Основната цел на проведеното изследване е да се създаде **нова функционална схема за заклиняване на ролкова еднопосочна радиална лагерна опора, подходяща за вграждане в структурата на импулсни вариатори.**

За да бъде постигната поставената цел е необходимо да се решат следните задачи:

1. Да се направи обосновка за приложение, обзор и анализ на известните схеми на заклиняване на изпреварващите еднопосочни съединители.
2. Да се разработи нова функционална схема на еднопосочен съединител.

3. Да се изработи физико-математичен модел на схемата на заклиняване. Предварително да се изведе условието за заклиняване, доказващо възможността за реализация на функционалната схема.
4. Да се изведат геометричните параметри на предложената схема и се анализира влиянието им върху работата и.
5. Да се направи механичен модел на предложената схема и се докажат условията за заклиняване и разклиняване. Да се изведат и анализират силовите зависимости във функционалната схема.
6. Да се определи напрегнатото и деформационно състояние на полусъединителите в местата на заклиняване.
7. Да се разработи методика за проектиране и изработи подходяща конструкция на еднопосочна радиална ролкова лагерна опора за вграждане в структурата на импулсен вариатор.
8. Да се проектира и изработи стенд за експлоатационно изпитване и се изпита изработената конструкция за работоспособност.

Обект, предмет и място на изследване

Обектът на изследване е новосъздадената функционална схема на заклиняване, без профилен елемент в конструкцията. Тя изпълнява едновременно две функции – на механизъм със свободен ход и на радиална ролкова лагерна опора.

Предмет на това изследване по дисертационния труд са експлоатационните възможности на създадени по функционалната схема конструкции, тяхната функционалност в сравнение с тези на стандартен механизъм със свободен ход със същите габаритни размери.

Място на изследванията по дисертационния труд: Лабораториите на катедра МТТ на ТУ-София, ф-л Пловдив.

Методи на изследване

Изследователската работа е изградена на теоретико-експериментална основа. Приложен е метода на безкрайно малки нараствания на силите и метода на конструирането. Прилагайки експериментални методи на измерване, регистриране и анализиране на динамичното поведение на образците, са установени количествените стойности на пренасяния въртящ момент и честотата на включванията и изключванията. На база метода на подобие и сравнението в работата са представени резултати от изпитването на стандартен МСХ със същите габаритни размери.

Научна новост

Теоретично изследван и научно обоснован по аналитичен път е механизмът на заклиняване по създадената функционална схема на еднопосочния съединител. Изведена е теоретична зависимост между радиалните размери на изграждащите елементи и ъгъла на заклиняване. Създаден е софтуерен продукт за генериране на радиалните размери при избран конкретен случай на конструиране. Създаден е механичен модел на схемата на заклиняване,

разглеждайки съставните елементи като твърди деформируеми тела и са доказани условията за заклиняване. Теоретично е разгледано напрегнатото и деформационно състояние на външния полусъединител и са изведени зависимостите за оразмеряване на крива гредя с правоъгълно напречно сечение. Решен е числен пример.

Практическа полезност и приложимост

Проектирани и изработени са 5 броя конструкции на механизми по схемата на РЕРЛО (радиална еднопосочна ролкова лагерна опора), с различен ъгъл на заклиняване α ($\alpha = 6^\circ, 7^\circ, 10^\circ, 14^\circ, 18^\circ$). Изпитани са за пренасяне на въртящ момент до 200 Nm и честота на включванията до 1000 оборота в минута. Потвърдена е хипотезата, че заклиняване по цилиндрична повърхнина е възможно дори при $\alpha = 18^\circ$. Всички експлоатационни изпитания потвърждават теоретичните изследвания и адекватността на модела. Изработена конструкция с необходимите параметри е вградена в подавателния превод на пружинонавиващ автомат и показва добри експлоатационни показатели. Основните резултати от дисертационния труд ще бъдат приложени в магистърския курс по дисциплината „Технология на машиностроенето“ за студентите от специалност МТТ.

Реализация на резултатите

Създадената в дисертационния труд нова функционална схема на заклиняване, може успешно да се използва при радиално лагериране на валове, които предават само еднопосочно движение. При това тя едновременно играе роля на МСХ и радиален ролков лагер.

Апробация на резултатите

Основни части от дисертационния труд са представени в четири броя публикации, които се намират в приложението.

Б. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Глава 1. Обзор и анализ на съвременното състояние на проблема.

Изводи, цел и задачи на дисертационния труд

Всички автори, занимаващи се с проектиране и изпитване на импулсни вариатори, виждат проблем, непосредствено свързан със създаването на схема на надеждно работещ механизъм със свободен ход. В голяма част от разгледаните литературни източници съдържането е изложено във вид на научно съобщение. Отделя се специално внимание за решаване на конкретни проблеми (конструктивни или приложни). Водещите фирми в света не показват данни от целенасочени научни изследвания. Обзорът и анализът на съвременното състояние по разглеждания въпрос дават основание да се направят редица съществени изводи:

Еднопосочните съединители, вграждани в многобройните конструкции на различни машини и механизми, се явяват отговорни възли, често определящи надежността и дълготрайността им. Разнообразните задачи, които се решават с помощта на изпреварващите съединители и изискванията, които се предявяват към тях, в зависимост от експлоатационните условия, са довели до създаването на много и различни схеми на заклиняване. На базата на тези схеми са създадени голямо количество различни конструкции на еднопосочни съединители, подходящи за съответния конкретен случай. Не рядко в тези конструкции се срещат сложни комбинации от различни схеми на заклиняване, обединяващи за конкретния случай положителните им страни. Това затруднява строгата типизация на съществуващите изпреварващи съединители. Усложнява се избора на конкретна схема на заклиняване при точно зададени условия на експлоатация по време на проектирането на машини и възли.

Затова е целесъобразно в този дисертационен труд да се обърне особено внимание не толкова на отделните съществуващи конструкции, а да се дадат теоретични основи на заклиняваща схема, подходяща за вграждане в механичен импулсен вариатор, която да се анализира и изпита.

Всички разгледани схемни решения на еднопосочни съединители, носят един основен недостатък. Той се свързва с изискването за осигуряване, при всяко конструктивно решение, на строга съосност между двата полусъединителя. Неспазването на това основно изискване, води до промяна на ъгъла на заклиняване. Той става различен за различните заклиняващи тела. Намалява надежността на конструкцията. Увеличава се износването на контактуващите повърхнини. При малък ъгъл на заклиняване на някои от работните тела, се затруднява разклиняването.

Разглежданите схемни решения не позволяват създаване на конструкции на съединители, които да пренасят променящ се в голям диапазон въртящ момент. Тези от тях, които предполагат пренасяне на голямо натоварване са небалансирани. Работата им е съпроводена със загуби от триене при плъзгане. Имат нисък коефициент на полезно действие.

Клиновите и лентовите еднопосочни съединители, работат със силно небалансирани въртящи се маси. Те са подходящи само при работа с относително ниски скорости и минимален брой включвания.

Конструкцията, реализирана по схеми на заклиняване с конусни ролки, имат малка надежност и дълговечност. Сепараторите с профилни гнезда са изключително нетехнологични.

Най-удачни за вграждане в импулсни вариатори се оказват конструкциита еднопосочни съединители, изработени по схемите със заклиняващи ролки. Практиката показва, че схемите работещи с единични ролки имат ниска носеща способност. При тях контактната площ на заклиняване е малка, поради малкия брой заклиняващи тела. Заклиняването става върху едни и същи площадки и това води до бързото им износване.

При схемите с ексцентрични и профилни ролки има възможност да се увеличи броя на заклиняващите тела. Това увеличава носещата способност на конструкциита. Подходящото профилиране на ролките оптимизира заклиняващия ъгъл и повишава надеждността на съединителите. Основните недостатъци са свързани с технологичността на профила на ролките и с осигуряване на съосност на двата полусъединителя.

Схемите с групови заклиняващи тела дават възможност за създаване на конструкции, имащи голяма площ на заклиняване. Основен техен недостатък е силно завишеното изискване за точност при изработка на сложните заклиняващи повърхнини.

На база на гореизложеното, могат да бъдат направени следните изводи:

1. Съществува необходимост от създаване на нова схема на заклиняване при еднопосочните съединители, работещи с цилиндрични ролки.
2. Създадената схема на заклиняване да гарантира нечувствителност на конструкциита, относно съосността на полусъединителите.
3. Схемата да осигурява голяма площ на заклиняване при относително малки габарити на конструкцията.
4. Да осигурява заклиняване при преобладаващо триене при търкаляне, а не при плъзгане.
5. Схемата да гарантира малко износване и висока надежност на заклиняващите повърхнини.
6. Създадените конструкции на база на тази схема да осигуряват работа в широк диапазон на промяна на скоростта.
7. Конструкцията да осигуряват работа при промяна на натоварването в широки граници.

8. Схемата на заклиняване да предполага реализиране на балансирани конструкции, без наличие на неуравновесени въртящи се маси.

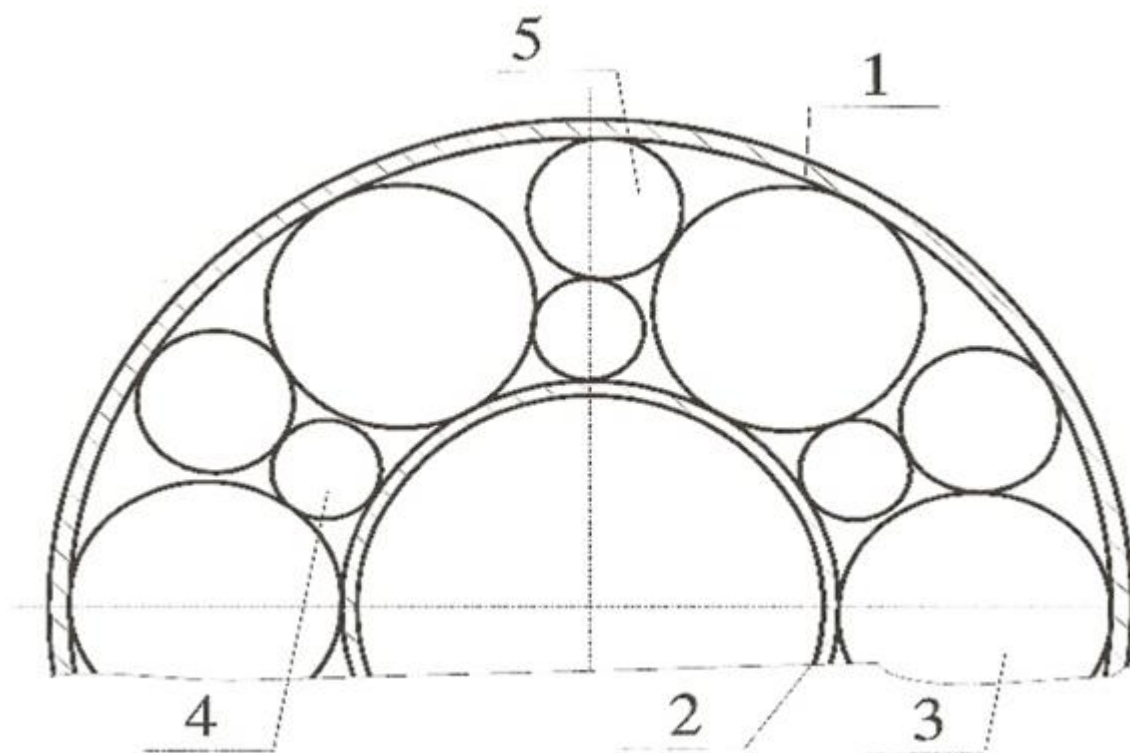
9. Схемата да предполага възможност за оптимизация на ъгъла на заклиняване без профилиране.

Въз основа на така формулираните изводи, от анализа на литературния обзор е изведена целта и са определени задачите за изследване в настоящата разработка, представени в общата характеристика на дисертационния труд.

Глава 2. Разработване и анализ на нова функционална схема на заклиняване на ролкова еднопосочна радиална лагерна опора.

Основната цел в тази глава на дисертационния труд е разработване и анализ на нова функционална схема на заклиняване на ролкова еднопосочна лагерна опора. Обосновани и избрани са критериите за нормално функциониране на схемата на заклиняване. Съображенията са обвързани с възможността за вграждане на създаваните по тази функционална схема механизми със свободен ход в структурата на импулсни вариатори. Разработен е физико-математичен модел на функционалната схема на заклиняване. Той се основава на принципа на безкрайно малки нараствания на приложените сили.

Предложена е функционална схема на заклиняващ механизъм с повишена дълговечност, надеждност, подобрена технологичност (както при изработването на отделните елементи на съединителя, така и с възможност за автоматизиране на процеса на сглобяване) и подобрени конструктивни параметри (намалени габаритни размери и лесно лагеруване). – фиг.2.1.



Фиг.2.1. Нова функционална схема на заклиняване на ролкова еднопосочна радиална лагерна опора

Механизмите, конструирани по схемата, работят едновременно като радиална ролкова лагерна опора и същевременно предават въртящ момент между водещото и водимото звено само в една посока, докато скоростта на второто не надвиши тази на водещото.

Съединителят е изграден от два полусъединителя с цилиндричен профил на работните повърхнини 1 и 2. Между двата полусъединителя са поставени заклиняващите работни ролки 4 и 5. На тях се дължи работата на съединителя като механизъм със свободен ход. Ролките 3 са междинни. Те изпълняват ролята на сепаратор и осигуряват мястото и взаимното разположение на заклиняващите ролки. Ролките 3, осигуряват работа на механизма, като радиален ролков лагер. Заклиняващите ролки имат сумарно пресметнати диаметри с по-голяма стойност от разстоянието между полусъединителите. Това осигурява необходимия ъгъл на заклиняване в съответната посока. На посочената функционална схема водещ може да бъде както вътрешния, така и външния полусъединител. Ако вътрешния полусъединител 2 се движи по посока на часовниковата стрелка, започва процес на заклиняване. Под действие на възникналите сили на триене между ролката 4 и полусъединителя 2 и съответно ролката 5 и полусъединителя 1, заклиняващите ролки се претъркалят една

спрямо друга. Създават се натискови сили между цилиндричните повърхнини на двата полусъединителя и застаналите по двойки заклинващи ролки. Тези сили предизвикват заклинването на работните ролки в пространството между полусъединителите и прилежащите двойки сепараторни ролки. По аналогия с разгледаните в обзора схеми, можем да разгледаме всяка една от заклинващите ролки в предлаганата функционална схема, като единична ролка, поставена в пространството на стесняващ се клин. За външната заклинваща ролка клинът се образува от вътрешната ролка и външния полусъединител. В процеса на заклинване, обтъркарването на двете работни ролки и последващото заклинване на съединителя е аналогично на заклинването на ролката в стесняващия се клин при обзорните схеми на изпреварващи съединители. В случая работния профил на „звездата“ на съединителя е профилиран по част от окръжност. За външната заклинваща ролка „звездата“ е вътрешна, а за вътрешната ролка – външна. Това дава възможност чрез подходящ подбор на диаметрите на заклинващите ролки да се осигури както оптимален профил, така и оптимални ъгли на заклинване. Съставните елементи на съединителя са технологични и при това дават възможност за избор на оптимална геометрия при работа на механизма.

Тази функционална схема дава възможност за обединяване на заклинването и лагерирането на основните звена на механизма в един технологичен възел. За да изпълни ролята си на ролков лагер, във функционалната схема са заложили опорните сепараторни ролки 3. Те се намират в свободното цилиндрично пространство между водимото и водещото звено, разделяйки всяка една от двойките заклинващи ролки.

При конструкции изградени по тази функционална схема, значително се намалява отрицателното влияние на факторите върху работоспособността и надежността на механизмите, в сравнение с еднаквите по габаритни размери, използвани досега конструктивни решения. Като тип, по извършената в обзора класификация, функционалната схема е на еднопосочен съединител с групово разположение на заклинващите ролки. Групата се състои от две ролки.

Предложената нова функционална схема на заклинване има следните предимства:

- Дава възможност за увеличаване на броя на контактните заклинващи тела. Това води до увеличаване на контактната якост на механизма като цяло.

- Прецизното и точното лагеруване на водещите и водимото звена, осигурява равномерно разпределение на натоварването при заклиняване на механизма. Осигурява се постоянство на ъгъла на триене за всички двойки заклиняващи ролки.

- При заложения принцип на заклиняване, в конструкцията не се използват профилни повърхнини. За заклиняващи елементи и за лагеруване могат да се използват стандартно произвеждани игли и ролки, използвани за иглени и ролкови лагери с цилиндрични ролки.

- При конструкциите изградени по предложената схема отпада изискването за прецизен монтаж, относно центроването на водещото спрямо водимото звено. Концентричността зависи единствено от хлабината между двете звена и опорните лагерни ролки. Препоръчително е те да се монтират с минимална стегнатост. Грешката от несъосност е сведена до минимум. Избягва се претоварването на част от заклиняващите двойки ролки за сметка на останалите и се поддържа постоянен ъгъла на триене между тях и двата полусъединителя на механизма. Процесът на заклиняване и разклиняване на механизма е динамично уравновесен.

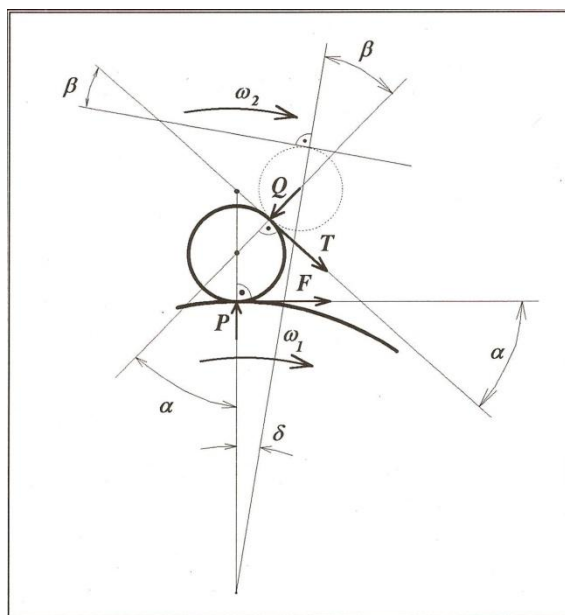
- Контактващи повърхнини със заклиняващите ролки се явяват като цяло повърхнините на водещото и водимото звено. Това води до намаляване на износването им и запазване на работните параметри на механизма. Натоварването от ударния цикличен процес не е местно, а статистически равномерно разпределено по цилиндричните повърхнини.

- Смазването при този тип механизми не е от толкова решаващо значение за надеждността и работоспособността, както при класическите схеми. Тъй като натоварването не е местно, а равномерно разпределено по повърхностите, опасността от „питинг“ е минимална. При работа на свободен ход опорните ролки изтласкват заклиняващите към външния пръстен и се създава възможност за смазване и при използване на смазки с по висока якост на масления филм.

- Особено важно, от технологична гледна точка, се явява опростяването на конструкцията на лагеруването на изгражданите механизми. Те самите представляват радиален ролков лагер, макар и с понижена товароносимост. Осигурява се възможност, както за лагеруване на отделните звена на механизма, така и на неговите звена към корпуса на възела в който се използва. Отпада задължителното монтиране на водимото и водещото звено към два отделни възела и последващото тяхно прецизно лагеруване.

2.2. Физико-математичен модел на процеса на заклиняване по схемата на ролкова еднопосочна радиална лагерна опора.

Ако се пренебрегне теглото на ролките и действащите им инерционни сили, схемата на силите приложени към една ролка в процеса на заклиняване на съединителя, би изглеждала както е показано на фиг.2.2. На фигурата е представена само вътрешната ролка. Впоследствие направените изводи ще бъдат обобщени за цялата функционална схема.



Фиг.2.2.Схема на процес на заклиняване на вътрешната заклиняваща ролка

Използвани са следните означения:

- P - текуща нормална реакция на полусъединителя
- Q - текуща нормална реакция на заклиняващата насрещна ролка
- F - текуща сила на триене, увеличава разглежданата заклиняваща ролка след полусъединителя
- T - текуща сила на триене, противопоставяща се на боксуването на разглежданата заклиняваща ролка по насрещната такава, при заклиняване в стесняващата се част на условия клин
- ъгловите скорости, съответно на полусъединителя и насрещната заклиняваща ролка са означени с ω_1 и ω_2

В началният момент на заклиняване, когато ω_1 е равно на ω_2 , ще възникнат началните реакции $P=P_0$ и $Q=Q_0$. В резултат на това в точките на контакт на ролката ще възникнат сили на триене: $F_0 = \mu_1 P_0$ и $T_0 = \mu_2 Q_0$, където μ_1 и μ_2 са коефициентите на триене.

Тези сили ще действат върху ролката ,според относителното завъртане на полусъединителя ,за сметка на еластичната податливост на съединителя като цяло в процеса на заклиняване. Нека в началния период dt на заклиняване на съединителя да възниква елементарната сила на триене dF_0 . Тази сила ще се стреми да претъркули ролката по насрещната заклиняваща ролка в стесняващата се част на условия клин. Ролката от своя страна ще се стреми да се завърти около своята ос като пробоксува по насрещната ролка. Вследствие на това, в точката на контакта на двете ролки ще възникне сила на триене $dT_0 = dF_0$. Приложени към ролката силите на триене dT_0 и dF_0 нарушават първоначалното и равновесие. Ще възникне нарастване на нормалната реакция dQ_1 на насрещната ролка. Големината на това нарастване може да се изрази чрез:

$$dQ_1 \sin \alpha - dT_0 \cos \alpha - dF_0 = 0 \quad /2.1/$$

След преобразуване на израза спрямо dQ_1 ще получим :

$$dQ_1 = \frac{\cos \alpha + 1}{\sin \alpha} dF_0 \quad /2.2/$$

В резултат на възникване на силите dQ_1 и dT_0 , нормалната реакция на полусъединителя нараства със стойност:

$$dP_1 = dQ_1 \cos \alpha + dT_0 \sin \alpha \quad /2.3/$$

$$dP_1 = dQ_1;$$

Вследствие на това силата на триене ще получи нарастване:

$$dF_1 = dP_1 \mu_1 = dF_0 q_1 ;$$

$$q_1 = \mu_1 \frac{1}{\tan \frac{\alpha}{2}} \quad /2.4/$$

Възникването на нарастването dF_1 ще предизвика възникване на пропорционална сила на триене dT_1 , вследствие на което ще възникнат нови, пропорционални по големина нараствания dQ_2 и dP_2 , а следователно и ново нарастване:

$$dF_2 = dP_2 \mu_1 = dF_1 q_1.$$

Възникването на нарастването dF_2 ще предизвика от своя страна ново нарастване :

$$\begin{aligned} dF_3 &= dP_3 \mu_1 = dF_2 q_1 \\ dF_n &= dP_n \mu_1 = dF_{n-1} q_1 = dF_0 q_1^n \end{aligned} \quad /2.5/$$

Тъй като при възникването на последователните нараствания dF_n , всеки път трябва да се удовлетворява равенството $dF_n = dT_n$, то необходимото условие за пълното възникване на тези нараствания, ще бъде наличието на сила на триене между двете ролки, достатъчна за да

възникне нарастването dT_n . Това условие ще бъде изпълнено при удовлетворяване на неравенството:

$$\begin{aligned}dQ_n \mu_2 &\geq dT_n; \\dT_n &= dP_n; \\\mu_2 &\geq \mu_1;\end{aligned}$$

По този начин, при $\mu_1 \geq \mu_2$ всяко следващо възникване на елементарната част dF_0 на силата F_0 ще предизвика разгледаната последователност от нарастване dF_0 на текущата сила F . Силата F_0 ще възникне напълно само при изпълнение на условието:

$$F_0 \leq T_0;$$

Нека се допусне, че въртящия момент, който се предава от съединителя не е ограничен. Тогава последователността от нараствания dF_0 също няма да е ограничена, тоест $n \rightarrow \infty$.

Максималната сила на триене в точките на контакт на ролката с полусъединителя и насрещната заклиняваща ролка, ако се пренебрегнат като незначителни силите F_0 и T_0 , ще бъде:

$$\begin{aligned}F_{\max} = T_{\max} = F_0 &= \sum_{n=1}^{\infty} q_1^n \\F_{\max} = T_{\max} = F_0 q_1 \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{q_1^n - 1}{q_1 - 1} &\quad /2.6/\end{aligned}$$

От последното уравнение следва че по функционалната схема ще имаме заклиняване ако $q_1 \geq 1$. Тогава прогресията съставена от нарастванията dF_n е безкрайно нарастваща. В случай че $q_1 < 1$, заклиняване няма настъпи, тъй като силата $F_{\max}$ ще има граница:

$$F_{\max} = \frac{F_0}{1 - q_1}$$

В този случай схемата ще действа като предпазен съединител. При достигане на границата, поради липса на по нататъшни нараствания на силите на триене, ще започне боксуване на заклиняващите ролки и последващо приплъзване на съединителя.

Ако се замести в неравенството $q_1 \geq 1$ израз $/4/$ и се изрази μ_1 чрез ъгъла на триене ρ_1 , ще се получи условието за заклиняване на съединителя

$$\mu_1 \leq \mu_2.$$

$$\alpha \leq 2 \rho_1 \quad /2.7/$$

Тъй като в предлаганата функционална схема на едноръчен съединител, понятието водещо и водимо звено са относителни, то е

естествено да се смята, че заклиняване може да се предизвика от първоначално възникване както на силата dF_0 , така и от силата dT_0 . Аналогично на горните разсъждения можем да запишем:

$$q_2 = \mu_2 \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \quad /2.8/$$

Максималната сила на триене която се получава между ролката и насрещната заклиняваща ролка може да се получи от израза:

$$T_{\max} = F_{\max} = T_0 q_2 \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{q_2^n - 1}{q_2 - 1}$$

Условието за заклиняване на съединителя е $q_2 \geq 1$, или след преобразуване:

$$\alpha \leq 2\rho_2;$$

На база на разгледаното по горе, може да се напише пълното условие за заклиняване на съединителя :

$$2\rho_2 \geq \alpha \leq 2\rho_1 \quad /2.9/$$

За процеса на заклиняване на външната заклиняваща ролка с насрещната работна ролка и външния полусъединител разсъжденията остават същите.

Общото условие за заклиняване на ролката между вътрешната заклиняваща ролка и външния полусъединител ще изглежда:

$$2\rho_2 \geq \beta \leq 2\rho_3 \quad /2.10/$$

На фиг 2.4. е представено заклиняването по функционалната схема на еднопосочна радиална лагерна опора. За да се получи заклиняване е необходимо едновременно да бъдат изпълнени двете неравенства /2.9/ и /2.10/.

В предложената функционална схема на заклиняване на еднопосочния съединител винаги $\alpha > \beta$, поради което необходимото и достатъчно условие за заклиняване остава да бъде само : $2\rho_2 \geq \alpha \leq 2\rho_1$.

При класическите конструкции на изпреварващи съединители ъгъл α е от порядъка от 8° до 14° .

На базата на направения физико-математичен модел може да се твърди, че предложената функционална схема, може да служи като основа за конструиране на еднопосочни съединители при спазване на изведеното условие за заклиняване.

Изводи от глава втора:

1. Обосновани и избрани са критериите за нормално функциониране на еднопосочни съединители, конструирани по предложените в литературния обзор функционални схеми.

2. Създадена е нова функционална схема на ролкова еднопосочна радиална лагерна опора, приложима за конструиране на еднопосочни съединители, подходящи за вграждане в механични импулсни вариатори.
3. Обосновани са положителните страни на предложената функционална схема по избраните критерии.
4. Разработен е физико-математичен модел на функционалната схема на заклиняване, основаващ се на принципа на безкрайно малки нараствания на приложените сили.

Глава 3. Геометричен и механичен синтез на параметрите на функционалната схема на заклиняване на РЕРЛО.

3.1. Геометричен синтез на параметрите на функционална схема

В представената функционална схема на ролкова еднопосочна радиална лагерна опора липсва сепаратор. Точното взаимно разположение на заклиняващите ролки и осигуряването на ъглите на заклиняване е заложено в самата схема. Диаметрите на заклиняващите и опорните ролки, както и тези на вътрешния и външния полусъединител се намират в сложна обвързаност. Зависимостите изразяващи тази връзка са изведени на базата на фиг. 3.1.

Окончателно може да се изрази радиуса на заклиняващата ролка:

$$r_2 = - \frac{r_1^2 - R_2^2 + r_1 \cos \alpha (R_1 + r_1)}{2(r_1 + R_2) + 2 \cos \alpha (R_1 + r_1)} \quad /3.1/$$

Използвайки от така получената формула, може да се пресмята радиуса на външната заклиняваща ролка като затварящо звено на механизма. Обикновено при конструиране, радиусите на двата полусъединителя се задават в зависимост от конкретния случай. Ъгълът на триене α е известен когато са известни материалите от които са изработени контактуващите двойки. Формулата може да бъде преработена за пресмятане на всяка една от променливите и , когато останалите са приети по конструктивни съображения.

На фиг.3.3. е показано схематично взаимното разположение на една група от заклиняващи и междинни ролки, чрез използване на техните диаметри. Направени са следните означения:

-с φ е означен ъгъла, който сключват осите на съединителя, прекарани през центрите на дясната опорна и външната заклиняващи ролки

-с γ е означен ъгъла, който сключват осите на съединителя, прекарани през центрите на лявата опорна и вътрешната заклиняващи ролки

-с Ω е означен ъгъла под който се виждат центровете на опорните ролки от относителния център на функционалната схема

За да може да се сглоби съединителя е необходимо съотношението $2\pi/\Omega$ да е цяло число. При всички останали случаи ще се получава по-малка или по-голяма ъглова хлабина между групите ролки, изграждащи схемата.

За да бъде изпълнено условието за сглобяване на съединителя, е изведена зависимост, която да обвързва радиусите на ролките и ъглите на закланване.

$$\Omega = \arcsin \frac{(r_1+r_2) \sin \alpha}{R_2-r_2} + \arccos \frac{-(R+r_1)^2+(R+R_1)^2+(R_1+r_1)^2}{2(R+R_1)(R_1+r_1)} +$$

$$+ \arccos \frac{(R_2-r_2)^2+(R_1+R)^2-(R+r_2)^2}{2(R_2-r_2)(R_1+R)} \quad /3.8/$$

Ъгъл Ω се пресмята по сложна функция, която обвързва размерите на съставните елементи на съединителя чрез аркус тригонометрични функции. Аргументите на тези функции представляват сложни полиноми от втора степен. Математическото изследване на тази функция, а от там и изследването на хлабината при конструирането на еднопосочни съединители по предложената функционална схема е съпроводено с големи технически трудности. За решаването на тази сложна задача е използван метода на последователните приближения, генериран под формата на програма за ЕИМ. Сорската на програмата е представен като приложение в дисертационния труд.

3.3. Механика на функционалната схема на ролкова еднопосочна радиална лагерна опора – условие за самозакланване

Система от две сили, приложени върху идеално твърдо тяло (ИТТ), се намира в равновесие тогава, и само тогава, когато двете сили имат общо направление, противоположни посоки и равни големина. Ролките 3 и 4 на фиг.3.12 се намират в равновесие (всяка поотделно) под действие на две сили. От направеното твърдение и от втория закон на Нютон следва, че точка P13, точка P34 и точка P42 трябва да лежат на една права. Ако това не е изпълнено ролките 3 и 4 няма да бъдат в равновесие всяка поотделно и взети като цяло.

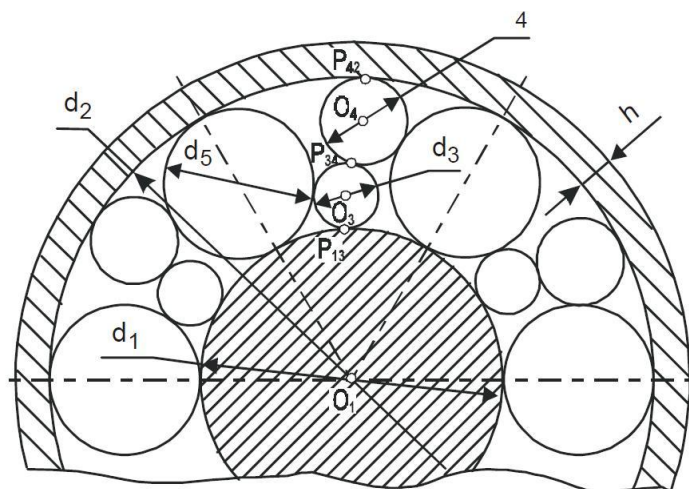
Силовият поток от водещото звено 1 към водимото звено 2 задължително минава по правата P13P42. Големината на силата на

взаимодействие между двата полусъединителя 1 и 2 на функционалната схема на заклиняване е:

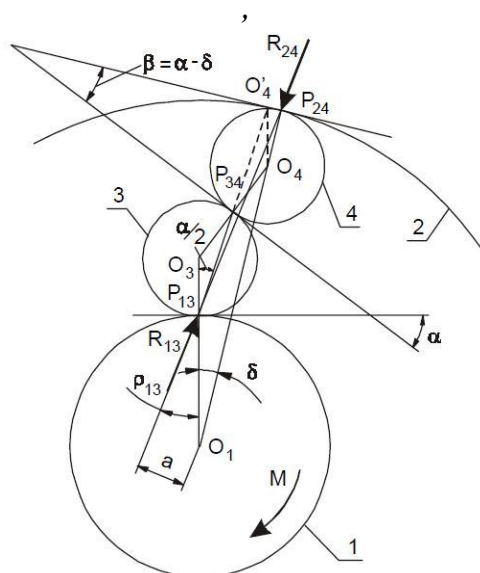
$$R_{13} = R_{34} = R_{42} = R$$

Предаваният въртящ момент е с големина $M = R \cdot a$.

Очевидно е, че при $\delta \neq 0$, точката P_{34} не може да лежи на правата $P_{13}P_{42}$ в модела от фиг.3.13. На тази фигура е представена системата от идеално твърди тела. Следователно ако не се приеме модел на твърдо деформируемо тяло (ТДТ), процесът на самозаклиняване няма как да бъде изследван. Такъв модел на твърдо деформируемо тяло е показан на фиг.3.14.



Фиг.3.12



Фиг.3.13

С f_1 , f_2 и f_3 са означени коефициентите на триене между контактуващите повърхнини при търкаляне. Ролките 3 и 4 при схемата разглеждана като идеално твърдо тяло контактуват с полусъединителите 1 и 2 по права линия. При схемата разглеждана като твърдо деформируемо тяло контакта е по площадката с ширина в перпендикулярно направление на равнината на схемата.

Центъра на тежестта на повърхнинно разпределените сили, действащи по тези площадки, в едно напречно сечение са точка P_{13} , точка P_{34} и точка P_{42} . Те вече лежат на една права. От тук следва, че силите действащи по схемата при определени условия могат да бъдат в равновесие. Целта е да намерим тези условия.

На *фиг.3.15* е показана схема на заменящ клинов механизъм на схемата от *фиг.3.14* в края на процеса на заклиняване. Вижда се разпределението на силовия поток.

От *фиг.3.16*, *фиг.3.17*, *фиг.3.18* и *фиг.3.19* могат лесно да се изведат зависимостите:

$$\begin{aligned} \rho_{13} + \rho_{43} &= \alpha \\ \rho_{34} + \rho_{24} &= \beta = \alpha - \delta \end{aligned}$$

Условието за самозаклиняване ще бъде:

$$\begin{aligned} \rho_{13\max} + \rho_{43\max} &\geq \alpha \\ \rho_{34\max} + \rho_{24\max} + \delta &\geq \alpha \end{aligned}$$

Ако максималните стойности на ъглите на триене ρ_{ij} са равни помежду си т.е.:

$$\rho_{ij\max} = \rho_{\max},$$

условието за самозаклиняване получава вида:

$$\rho_{\max} \geq \frac{\alpha}{2} \quad /3.18/$$

На *фиг.3.20* е показана схема на натоварването на вътрешния полусъединител 1. Пренебрегнат е момента на триене f_1 от *фиг.3.14*. Отчетено е условието за самозаклиняване.

$$\begin{aligned} \Sigma M_i &= 0 \rightarrow r_1 R \sin \frac{\alpha}{2} - M = 0 \\ \frac{d_1}{2} R \sin \frac{\alpha}{2} &= M & R &= \frac{2M}{d_1 \sin \frac{\alpha}{2}} \\ \Sigma M_i &= 0 \rightarrow T_{31} \frac{d}{2} - M = 0 \rightarrow T_{31} = \frac{2M}{d_1} \\ N_{31} &= R_{31} \cos \frac{\alpha}{2} = R \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{2M}{d_1 \sin \frac{\alpha}{2}} \cos \frac{\alpha}{2} = \frac{2M}{d_1} \cot \frac{\alpha}{2}, \end{aligned}$$

където M е пренасяният от съединителя въртящ момент.

На *фиг.3.21* е показана схема на заменящия клинов механизъм след премахване на водещата сила R_d при заклинено положение. При фиксиран водим полусъединител, необходимата за разклиняване на механизма сила P , приложена върху водещия полусъединител може да бъде определена аналогично като:

$$P = \frac{2M}{d_1} \frac{\tan(\rho_{43max} - \alpha)}{\tan \frac{\alpha}{2}}$$

Като се вземе предвид /3.16/, P ще е различна от нула при:

$$\rho_{max} \geq \alpha$$

а при:

$$\frac{\alpha}{2} \leq \rho_{max} \leq \alpha$$

отклонящата сила ще бъде равна на нула.

Изводи от глава трета:

1. Направен е геометричен синтез на параметрите на функционалната схема на ролковата едноръчна радиална лагерна опора. Доказани са зависимостите между параметрите на елементите, които я изграждат.
2. Генерирана е програма за оптимално проектиране на ролкова едноръчна радиална лагерна опора по параметри, определени чрез геометричния синтез.
3. Доказано е влиянието на отклонението на размерите на изграждащите функционални повърхнини, върху ъгловата хлабина Δ и върху ъгъла на заклиняване α .
4. Направен е механичен анализ на функционалната схема на ролкова едноръчна радиална лагерна опора. Доказани са, на базата на модел на твърдо деформируемо тяло и заменяща схема на клинов механизъм, условията за заклиняване и разклиняване на съединителя.

Глава 4. Напрегнато и деформационно състояние на полусъединителите на РЕРЛО в местата на заклиняване

При реално прилагане на силово натоварване, около площадките на контакт на отделните изграждащи елементи ще се появят контактни напрежения. Те ще предизвикат от своя страна контактни деформации. От силовия анализ на конструкцията можем да определим размерите на полусъединителите от гледна точка на тяхното физическо разрушаване. Това обаче не е достатъчно за гарантиране на правилното функциониране на изградената конструкция.

Настъпването на еластични деформации в контактните площадки ще доведе до промяна в размерите на контактуващите елементи. Тази промяна е в пряка зависимост с функционалността на конструкцията. Тя влияе на големината на ъгъла на заклиняване и води до намаляване на неговата стойност. Когато тя достигне определен минимум, започва да се затруднява разклиняването на механизма. При по-нататъчно увеличаване на еластичната деформация, конструкцията ще загуби своята функционалност.

При реализиране на конструкции по предложената схема на РЕРЛО, следователно е задължително необходимо, определянето на максималният размер на линейната еластична деформация на отделните изграждащи силовата верига елементи, в посоката на натоварването.

Чрез определянето на напрегнатото и деформационно състояние на изграждащите функционални елементи на схемата на РЕРЛО, целим да бъде изведена зависимост между линейната деформация на елементите в местата на заклиняване и техните геометрични размери. Определянето на деформационното състояние на външния полусъединител е от особена важност за неговото оразмеряване в надлъжно и напречно направление.

Големината на линейната еластична деформация на полусъединителя е обвързана с:

- големината на предавания въртящ момент
- вида на материала на полусъединителя
- структура на материала на полусъединителя
- номиналните размери и формата на сечението на полусъединителя

В тази глава на дисертационния труд е определено напрегнатото и деформационно състояние на външния полусъединител. Той е предстаен като симетрично натоварена крива греда. Тя е един път вътрешно статично неопределена система. Изведено е якостното условие за оразмеряване:

$$\sigma_{x,i} = \frac{N}{F} + \frac{M_y}{RF} - \frac{M_y}{J_y^*} \cdot \frac{R \cdot z_i}{R - z_i} \leq \sigma_{\text{доп}} \quad /4.6/$$

$$\sigma_{x,a} = \frac{N}{F} + \frac{M_y}{RF} - \frac{M_y}{J_y^*} \cdot \frac{R \cdot z_a}{R + z_a} \leq \sigma_{\text{доп}} \quad /4.7/$$

Дефинирана и определена е инерционно-геометричната характеристика за правоъгълно сечение на гредата. Изведени са изразите за оразмеряване на крива греда с правоъгълно напречно сечение:

$$\sigma_{xa} = \sigma_{\text{max}} = \frac{N}{F} + \frac{M_y}{5hF} + \frac{12M_y}{h^2F} \cdot \frac{5h \frac{h}{2}}{5h + \frac{h}{2}} \quad /4.10/$$

$$\sigma_{xi} = \sigma_{min} = \frac{N}{F} + \frac{M_y}{5hF} - \frac{12M_y}{h^2F} \cdot \frac{5h\frac{h}{2}}{5h - \frac{h}{2}} \quad /4.11/$$

При определяне на деформационното състояние на кривата гредка са изведени изразите за деформационната работа и уравнението на еластичната линия на гредата:

$$A = \int (s) \left[\frac{N^2}{2EF} + \frac{NM_y}{EFR} + \frac{M_y^2}{2EFR^2} + \frac{M_y^2}{2EJ_y^*} + \frac{kQ_z^2}{2GF} \right] ds \quad /4.14/$$

$$\frac{1}{\rho} - \frac{1}{R} = \frac{M_y}{E J_y^*} \quad /4.15/$$

Изводи от глава четвърта:

1.Изведени са теоретичните зависимости за напрегнатото и деформационно състояние на крива гредка, натоварена симетрично с n броя съсредоточени товара.

2.Изведени са зависимости за определяне на големината на максималната линейна еластична деформация в местата на контактното натоварване.

3.Изведени са зависимости за определяне на минималната дебелина на цилиндричната гривна на външния полусъединител, в зависимост от нейното напречно сечение, дължина, вид и структура на материала, спрямо пренасяния от конструкцията на съединителя въртящ момент.

Глава 5. Разработване на конструкция на едноръчен съединител, работещ по схемата на РЕРЛО, подходящ за вграждане в структурата на импулсен вариатор

Основни изисквания, предявявани към новата конструкция, създадена по схемата на РЕРЛО, подходяща за вграждане в структурата на механичен импулсен вариатор са:

1.Готовност за моментно включване и изключване с минимален възможен мъртъв ход.

2.Предаване на 200Nm въртящ момент от задвижващия към задвижвания полусъединител.

3.Нормално функциониране на механизма при честота 1000 включвания в минута.

4.Сепараторните опорни ролки да се използват за равномерно разположение на заклинящите двойки ролки и едновременно да играят

ролята на радиален търкалящ лагер. Те трябва да служат за центроване на двата полусъединителя.

5. Максимална нечувствителност към контактни напрежения. Възможно по-голям брой заклиноващи групи ролки.

6. Максимална износоустойчивост на контактните повърхнини на заклиновачите елементи.

7. Минимално триене между работните повърхнини на механизма по време на свободния ход.

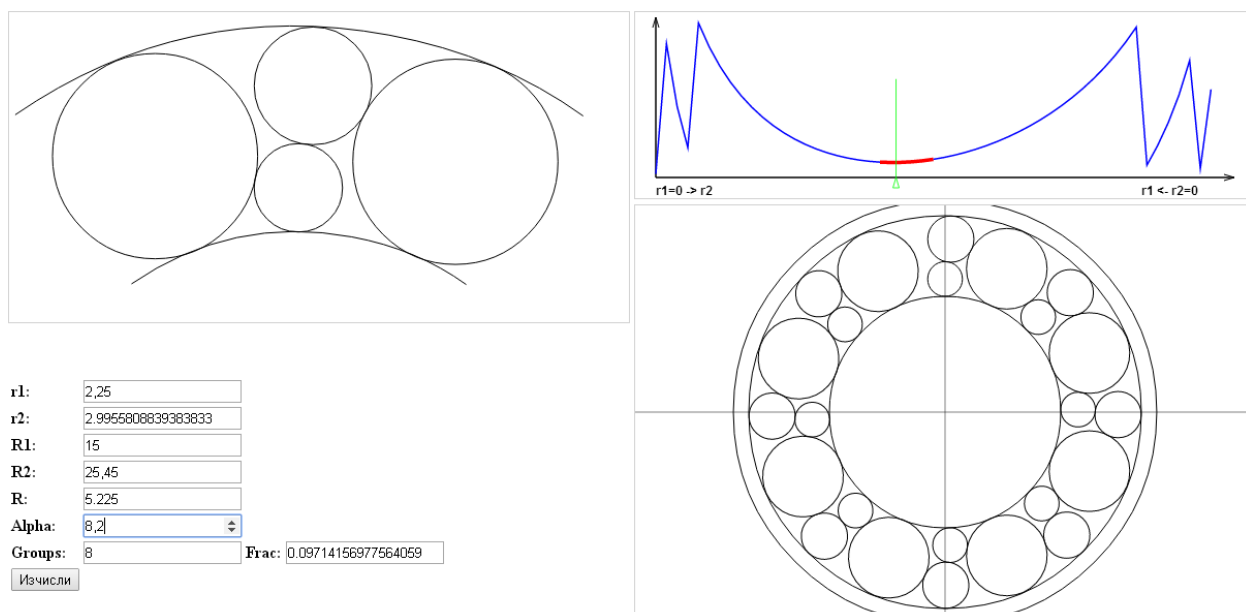
8. Нечувствителност на конструкцията към несъосност на отделните изграждащи я елементи.

9. Малки габаритни размери.

10. Възможност за използване на стандартни опорни и заклиноващи елементи (игли и ролки от търкалящи лагери). Добра технологичност на конструкцията.

Изхождайки от основните изисквания, които се предявяват към конструкцията, под формата на методика за проектиране, са описани етапите при конструиране. Като основа при конструирането е послужил серийно произвеждан по нормала МН= 3-61 ролков механизъм със свободен ход. Той може да пренася 200Nm въртящ момент и нормално да работи при 1000 включвания в минута и е с габарити $D=100\text{mm}$ и $B=40\text{mm}$. Опитът е показал, че този механизъм е подходящ за вграждане в импулсни вариатори.

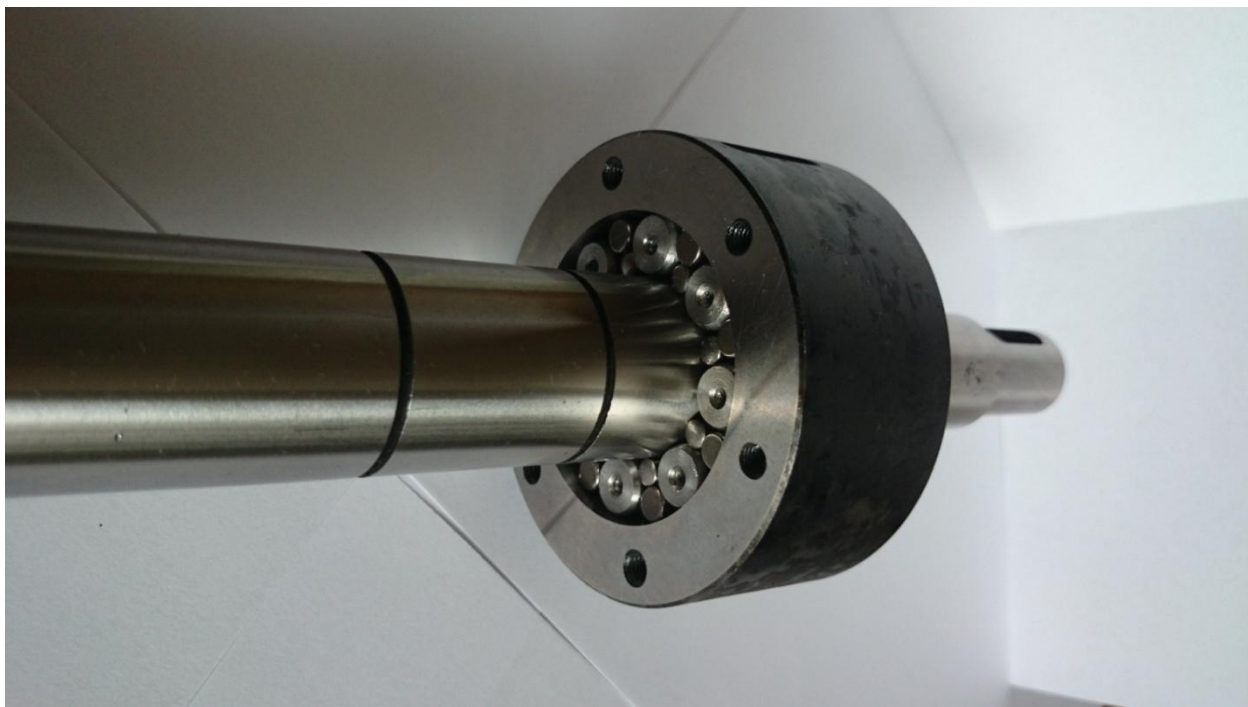
При геометричния синтез на конструкцията е използван създадения и описан в глава 2 софтуерен продукт. Като база от данни са въведени размерите на активните заклиноващи повърхнини на двата полусъединителя, съответно за вътрешния 30mm и за външния 50mm. Въведен е и предварителен ъгъл на заклиновање $\alpha = 7^\circ$. Програмата извежда на екрана, посочените в дисертацията конфигурации. Чрез промяна на размерите на заклиновачата група ролки по описания път се достига до крайния вариант на оразмерената от програмата схема на заклиновање. / фиг.5.4/



фиг.5.4

Конструкцията на новия механизъм със свободен ход е изградена от три групи стандартно съществуващи, подобрани по групов подход игли от иглени лагери. Те съответно са с радиални размери: $d_1=4,5\text{mm}$; $d_2=6\text{mm}$ и $D=10,5\text{mm}$. Допусковите полета на подобраните ролки от първите две групи са избрани в рамките на $0,004\text{mm}$ в плюс от номиналния размер, а на опорните ролки в рамките на $0,01\text{mm}$ в минус от номиналния размер. Всички стандартни елементи от трите групи са избрани с дължина $b=30\text{mm}$.

За изработване на полусъединителите е избран материал ШХ15. Предписана е термична обработка. Външния полусъединител е якостно оразмерен по зависимост /4.1/ от глава 3. Конструктивно е приета дебелина на гривната 15mm . Направена е проверка за максимална деформация на еластичната линия в местата на натоварване. Удължаването на диаметъра е пренебрежимо малко. Направен е размерен анализ на сглобената единица. Използван е системния подход. За функционален размер е избран диаметъра на външния полусъединител. Решена е ъглова размерна верига. Изработени са пет броя образци за изпитване. /сн.5.3/



сн.5.3

Под формата на изводи са направени препоръки за конструиране на този вид механизми със свободен ход.

Глава 6. Проектиране и изработване на стенд за изпитване и изпитване на създадената конструкция

Работата е разделена на два етапа:

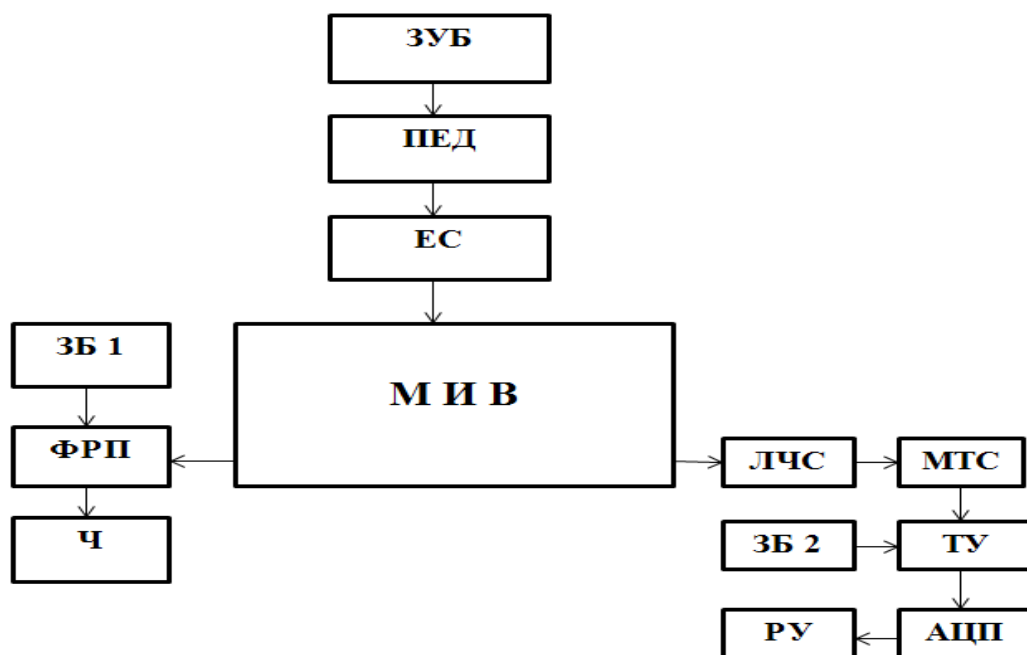
Първият включва проектиране и изработване на механичната част. Тя трябва да осигури условията за изпитване.

Вторият етап е свързан с необходимата измервателна апаратура. Чрез нея се задават експлоатационните условия.

Механичната част е проектирана и изработена като триимпулсен механичен вариатор. Така се осигуряват еднакви експлоатационни условия за трите изпитвани образеца. Съпротивителния момент се осигурява от лентово-челюстна спирачка.

Лостовата система на лентово-челюстната спирачка е шарнирно свързана с мостовата тензометрична измервателна система. При завъртане на изходния вал на механичната система се получава съпротивителен момент от спирачката. Последващото завъртане на лостовата и система ще разбалансира тензометричния мост. Сигналят от разбалансирането на моста е пропорционален на създадения от спирачката съпротивителен въртящ момент за механичната система. Полученият сигнал се усилва от тензометричен усилвател. Така усиления сигнал е аналогов. Чрез аналого-цифров преобразувател той се трансформира в цифров. Сигналят се

подава на входа на регистрирания уред. Като такъв е използван персонален компютър.

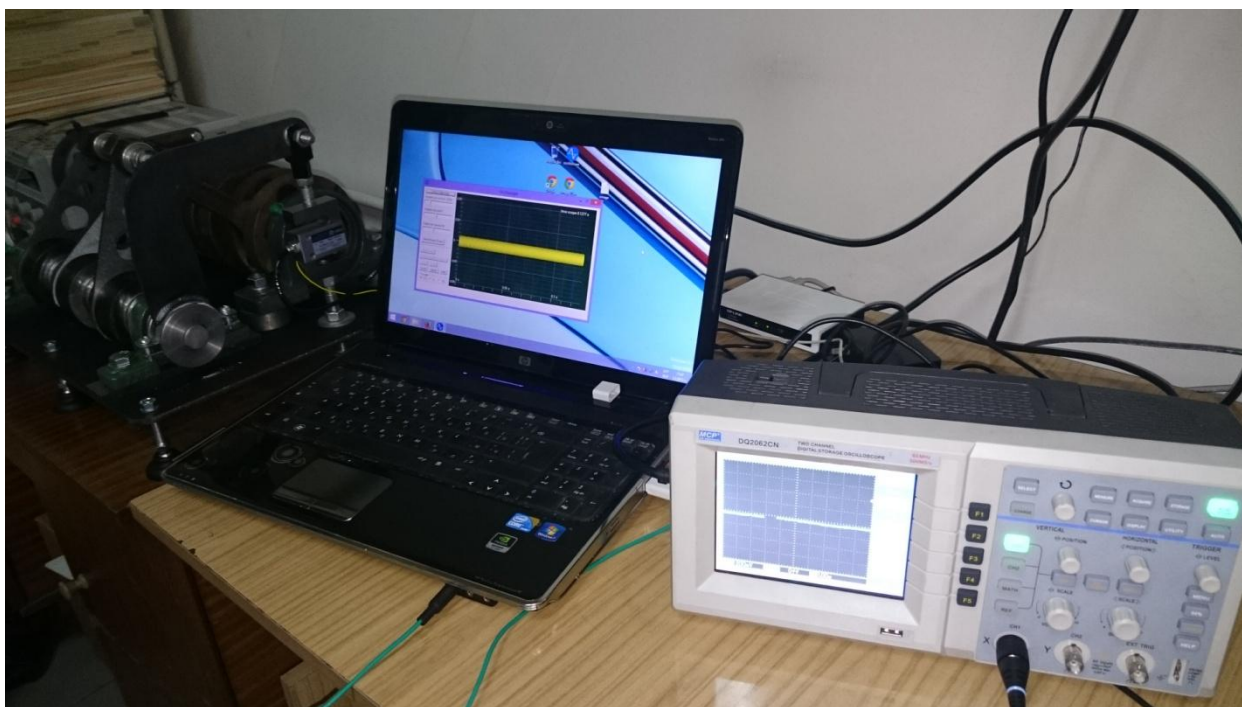


фиг.6.4

Легенда:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1.МИВ- механичен импулсен вариатор | 7.Ч – честотомер |
| 2. ЕС – еластичен съединител | 8.ЛЧС- лентово-челюстна спирачка |
| 3. ПЕД – постоянно-токов електродвигател | 9.ТМС- тензометрична мостова система |
| 4.ЗУБ - захранващ и управляващ блок за ПЕД | 10.ТУ-тензоусилвател |
| 5. ФРП – фото-растеров преобразувател | 11.ЗБ2-захранващ блок за ТУ |
| 6. ЗБ 1 – захранващ блок за ФРП | 12.АЦП-аналого-цифров преобразувател |
| 13.РУ- регистриращо устройство | |

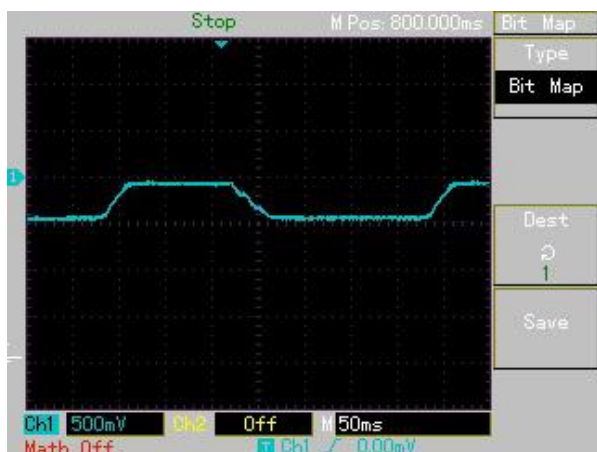
За да има адекватност на получените резултати, така описаната измервателна система е тарирана с еталонни тежести спрямо амплитудата на получения модулиран сигнал. Посредством електронна схема са подтиснати шумовете на получаваения сигнал- сн. 6.2.



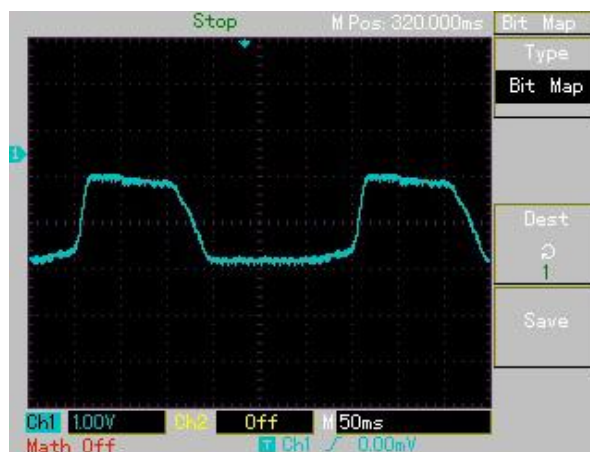
сн.6.2

Чрез така описаната тарирана измервателна система се дава възможност да се задават различни стойности на въртящия момент, пренасян при едни и същи условия от трите изпитвани еднопосочни съединителя. Изпитването е извършено при задаване на въртящи моменти: 25; 50; 100 и 200 Nm. При изпитванията честотата на включване и изключване е променяна в диапазона 20÷1000 броя в минута.

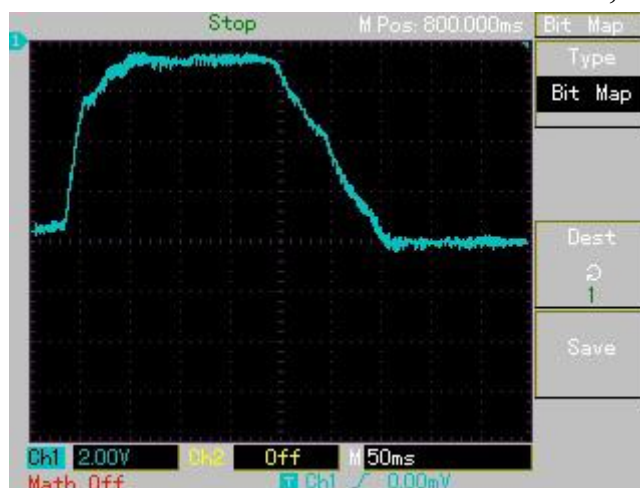
По време на изпитването се следи за плавност на графиката на предавания въртящ момент. При отказ на някой от трите съединителя се очаква да се получи срив в амплитудата на сигнала. По време на изпитванията такъв не е получен за никой от изпитваните съединители за всички диапазони на промяна на експлоатационните условия. Опитно е установен ъгълът на размаха на водещото звено на механизмите за да се получи устойчиво пулсиращо движение на водимия вал. Резултатите от изпитването са регистрирани чрез електронен записващ осцилоскоп и са записани на преносим електронен носител. От експериментите са получени графики на промяната на въртящия момент на водимото звено по време на периодичното движение на водещото. Резултатите са сравнени и анализирани с графиките, получени при изпитване на стандартен механизъм със свободен ход с близки габаритни размери / нормала $MH = 3-61\%$. Осцилограмите показват качествените характеристики на изменението на въртящия момент за пълния цикъл на движение на механизма със свободен ход.



100Nm, 1200 об/мин

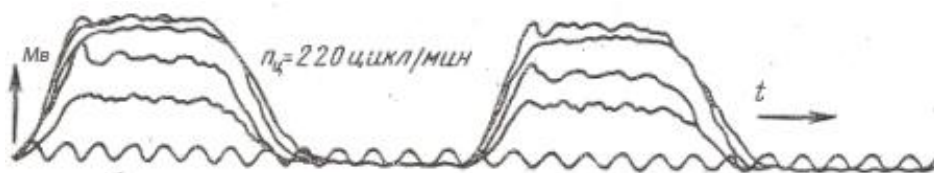


150Nm, 1200 об/мин



200Nm, 1200 об/мин

сн.6.3



фиг.6.2

Анализът показва, че при малък брой включвания и изключвания, двата сравнявани механизма се държат по аналогичен начин. Импулсите са плавни и с ясно очертани зони на заклиняване и разклиняване.

При задаване на различните по стойност пренасяни въртящи моменти се работи с различна резолюция на екрана на осцилоскопа. За всеки екран се прави тариране на измервателната система.

При повишаване на оборотите на водещия механизъм нараства броя на включванията и изключванията. Започва да се наблюдава образуването на пик в края на момента на заклиняване на стандартния механизъм-фиг.6.3.



фиг.6.3

Това е ясно изразено при достигане на 450 цикъла на включване и изключване в минута. Обяснява се с динамичното натоварване на звената на механизма, вследствие на увеличената скорост.

При изпитването на новата конструкция характера на първоначалната осцилограма се запазва до 700 цикъла на включване и изключване. Причината за това вероятно се явява по-високата стабилност и коравина на механизма като цяло.

С увеличаването на скоростта на включванията и изключванията над 500 цикъла в минута при стандартния механизъм върху осцилограмата се наблюдава втори пик. Втория пик е по-плавен от първия, но е с по-малка височина. По време на изпитването втори пик при новосъздадената конструкция не се получава дори при 1000 включвания в минута. При новата конструкция времената на периодите на заклиняване и разклиняване са силно намалени. Това се обяснява с по-високата динамична стабилност на механизма със свободен ход, изграден по схемата на РЕРЛО.

Необходимо е да се отбележи, че предавания от механизма въртящ момент, поради липса на пикове в осцилограмите, по големина малко се отличава от пресметнатите теоретични стойности. Работата на механизма е плавна и безшумна. Показва добра работоспособност при заложените експлоатационни условия.

ОБЩИ ИЗВОДИ:

- Направена е обосновка за приложение, класификация, обзор и анализ на известните схеми на заклиняване на еднопосочните изпреварващи съединители.

- Разработена е нова схема на заклиняване на ролкова еднопосочна радиална лагерна опора /РЕРЛО/, подходяща за вграждане в структурата на импулсен вариатор.
- Разработен е физико-математичен модел на схемата на заклиняване и предварително е изведено условието за заклиняване. Доказана е възможността за реализиране на схемата.
- Изведени са геометричните параметри на предложената схема. Анализирано е влиянието на всеки от тях върху работата и. Разработен е софтуерен продукт за геометричен синтез.
- Изведени и анализирани са силовите зависимости на базата на модел на твърдо деформируемо тяло и заменяща схема на клинов механизъм.
- Теоретично е определено напрегнатото и деформационно състояние на външния полусъединител и са изведени зависимостите за измерването му.
- На базата на съображения е предложена методика за конструиране на механизъм по схемата на РЕРЛО. Решен е числен пример.
- Конструирани и изработени са пет броя механизми.
- Конструиран и изработен е стенд за изпитване на направените образци.
- Изпитани са пет броя механизми със свободен ход, вградени в структурата на триимпулсен вариатор.
- Проведено е промишлено изпитание на подходяща конструкция в подавателния превод на пружино-навиващ автомат Wafius в условията на фирма „Варианти“ ЕООД гр.Стара Загора и фирма „Илия Павлов“ гр.Крѐн. Изпитанията показват по-добра дълговечност и по добра повтораемост на цикъла от стандартните образци еднопосочни съединители, заводски заложи в конструкциите на машините. Откази не са регистрирани. Облекчено е обслужването и техническата безопасност на машините.

ПРИНОСИ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД:

Научно приложни:

1. Разработена е нова схема на заклиняване на ролкова еднопосочна радиална лагерна опора /РЕРЛО/, подходяща за вграждане в структурата на импулсен вариатор. На тази основа е разработен физико-

математичен модел и е изведено условието за закливане. Доказана е възможността за реализиране на схемата.

2. Изведени са геометричните параметри на предложената схема. Анализирано е влиянието на всеки от тях върху нейната работа. Разработен е софтуерен продукт за геометричен синтез на схемата.

3. Теоретично изведени и анализирани са силовите зависимости на базата на модел на твърдо деформируемо тяло, които могат да се ползват от конструкторите за силовото пресмятане. От разработената теория за напрегнатото и деформационно състояние на външния полусъединител са изведени зависимостите за оразмеряването му.

4. На базата на съображения е предложена методика за конструиране на механизъм по схемата на РЕРЛО. Решен е числен пример.

Приложни:

1. Конструирани и изработени са пет броя механизми. Изработен е стенд за изпитване на направените образци. Изпитани са пет броя механизми със свободен ход, вградени в структурата на триимпулсен вариатор.

2. Внедрена е конструкция в подавателния превод на пружино-навиващ автомат Wafius в условията на фирма „Варианти“ ЕООД гр.Стара Загора и фирма „Илия Павлов“ гр.Крън. Изпитанията показват по-добра дълговечност и повторяемост на цикъла от стандартните образци еднопосочни съединители, заводски заложи в конструкции на машините. Откази не са регистрирани. Облекчено е обслужването и техническата безопасност на машините.

3. По създадените схема и методика за проектиране, на конструкторите се дава възможност да създават изделия, съвместяващи едновременно две функции – на механизъм със свободен ход и на радиален ролков лагер.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на проведените аналитични и експериментални изследвания е доказана възможността, целесъобразността и ефективността от създаването на конструкции на еднопосочни съединители по

новопредложената схема на заклиняване на РЕРЛО. Конструкцията работят едновременно като механизъм със свободен ход и радиален ролков лагер. Съчетаването на двете функции прави конструкциите изключително технологични и компактни в сравнение със съществуващите досега.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Стоев Ст., Лилев Св. Геометрически синтез и взаимосвязь между элементами однонаправленной радиальной лагерьной опоры. сп. Известия на Технически университет София – ф-л Пловдив, том 6, Технически науки 1999 г., 159-162.

2. Стоев Ст., Лилев Св., Алексиев Ст. Исследование возможностей улучшения технологических характеристик и расширения области приложения механизмов свободного хода. сп. Известия на Технически университет София – ф-л Пловдив, том 6, Технически науки 1999 г., 155-157.

3. Stoev St., Some technical solutions leading to improvement of technological qualities of the construction of overrunning radial bearing supports. сп. Journal of the Technical university –Sofia Plovdiv branch, Bulgaria “Fundamental sciences and applications”, ISSN 1310-8271, том 10 (2), 2003, 15-17.

4. Стоев Ст., Алексиев Ст. Напрегнато и деформационно състояние на полусъединителите на РЕРЛО в местата на заклиняване. XXIII МНТК „АДП-2014“ Созопол, ISSN-1310-3946, 2014 г., 207-211.

CREATION OF FUNCTIONAL LOCKING SCHEMA FOR RERLO, SUITABLE FOR IMPULSE VARIATORS

eng. STOYCHO STOEV

Abstract

This dissertation is discussing the problems related to locking the mechanisms of an one-way clutch. New locking schema was created, using a combination of two existing mechanisms - standard one-way clutch and overrunning radial bearing.

Geometrical synthesis was made in order to determine the function needed for calculating whether locking is possible. The dependencies between active forces were determined in order to calculate possible sizings of the clutch.

A testing stand was created and 5 different clutches were tested, proving that the new locking schema is working successfully.