

ДОКУМЕНТАЦИЈА ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

„Уређај за испитивање зупчастих каишних преносника“

Аутори техничког решења

- *Мр Блажа Стојановић, асистент .*
- *Др Ненад Марјановић, редовни професор*
- *Др Мирко Благојевић, доцент*

Наручилац техничког решења

- Машински факултет у Крагујевцу, Центар за механичке преноснике

Корисник техничког решења

- Машински факултет у Крагујевцу, Центар за механичке преноснике

Година када је техничко решење урађено

- 2007

Област технике на коју се техничко решење односи

- Машинство, Механички преносници, Испитивање машинских елемената

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

Зупчасти каишни преносници представљају релативно нову концепцију у преносу снаге, данас прихваћену у сви областима индустрије. То је заправо комбинација ланчаног и зупчастог преноса, са предностима које поседује каишни пренос. То су у основи пљоснати каишеви са серијом једнаких просторних зуба унутар теменеог пречника. Равномерно распоређени зуби са унутрашње стране зупчастих каишева својим међузубљима долазе у контакт са зубима каишника и на тај начин, спрезањем, остварује се веза каиша и каишника и преноси обртни момент.

Зупчасти каишни је релативно млад преносник који је конструисао Richard Y. Case, 1946. године. То је био гумени каиш са трапезним профилем зуба који се користио као преносник за машину за шивење. Упркос предностима у раду, преносници са зупчастим каишом су тек веома скоро добили велику примену. Тек после примене зупчастих каишева у погону брегасте осовине мотора са унутрашњим сагоревањем, постала је очигледна сврсисходност њихове примене.

Пренос снаге и кретања зупчастим каишем врши се обликом и трењем. При преносу снаге зуби каиша улазе у спрегу са међузубљем каишника и при томе се јављају бочни и радијални зазори.

При контакту зуба каиша и каишника долази до померања каиша у тангенцијалном, радијалном и аксијалном правцу. Ова померања настају услед обртног момента, обимне силе, претходног затезања, радијалне силе, центрифугалне силе, ваздуха, деформације каиша услед савијања и истезања, конструкције каиша, вучног елемента и каишника, тачности израде и монтаже, квалитета обрађености контактних површина и тд. Евидентан је велики број параметара који утичу на пренос снаге и кретања зупчастим каишним преносом.

Поштравање конструкционих захтева са аспекта повећања радног века и смањења масе конструкција, иницирало је појаву великог броја испитивања зупчастих каишева. Применом датог техничког решења, односно уређаја за испитивање зупчастих каишних преносника могуће је праћење понашања каиша у току експлоатације у различитим режимима рада.

Наиме, погонски део уређаја чини електромотор са варијатором који омогућава континуалну промену брзине, односно улазног момента. Величина обртног момента који се преноси зупчастим каишним преносником дефинисан је моментом кочења. Све време је рада врши се праћење основних параметара, момента и броја обртаја појединих елемената преносника.

2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења

Данас у свету постоји велики број различитих конструкција уређаја за испитивање зупчастих каишних преносника. Сви уређаји за испитивање зупчастих каишних преносника, као и свих механичких преносника могу се поделити у две групе:

- уређаји који раде на принципу затвореног круга снаге и
- уређаји који раде на принципу отвореног круга снаге.

Уређаји за испитивање зупчастих каишних преносника који раде на принципу затвореног круга снаге представљају сложенија решења, која се састоје од два преносника.

Уређаји за испитивање зупчастих каишних преносника који раде на принципу отвореног круга снаге поред погонског дела и испитиваног преносника садрже и кочницу. Кочница код ових уређаја може бити електрична и механичка.

У датом уређају примењена је механичка кочница, специјано конструисана за ову намену, која за разлику од електричне не захтева потрошача вишка снаге (топлоте).

Поред ових уређаја за испитивање физичко-механичких карактеристика материја каиша (гуме и/или вучног елемента) користе се универзалне машине за испитивање материјала (кидалице и сл.).



Слика 1. Уређаји за испитивање зупчастих каишних преносника

На слици 1. су приказани уређаји за испитивање зупчастих каишних преносника. То су специјализовани уређаји чија цена вишеструко превазилази цену реализованог техничког решења, а чије су карактеристике у нивоу датог уређаја. Поред цене, дати уређају су доста већих димензија од предложеног техничког решења. Предност ових уређаја се састоји у њиховој аутоматизацији и директној повезаности на рачунар.

3. Суштина техничког решења

Основна предност и суштина уређаја за испитивање зупчастих каишних преносника је његова оригиналност и једноставна употребљивост. Промена одговарајућих параметара: брзине, бројева обртаја, обртног момента, силе затезања могуће је без искључивања уређаја из електричне струје. Поред тога монтажа и демонтажа појединих склопова и подсклопова је јако једноставна и практична. Захваљујући овим предностима, могуће је врло лако скидање преносника и праћење промена на његовим контактним површинама. Истовремено, преко одговарајућих давача, појачавачког моста и рачунара, омогућено је континуално праћење режима рада и евентуална њихова промена.:

Адаптацијом елемената за везу са погонском машином са једне и мерним вратилом са друге стране, могуће је испитивање било ког типа преносника, уз ограничење габарита и наведеног дијапазона оптерећења.

4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже)

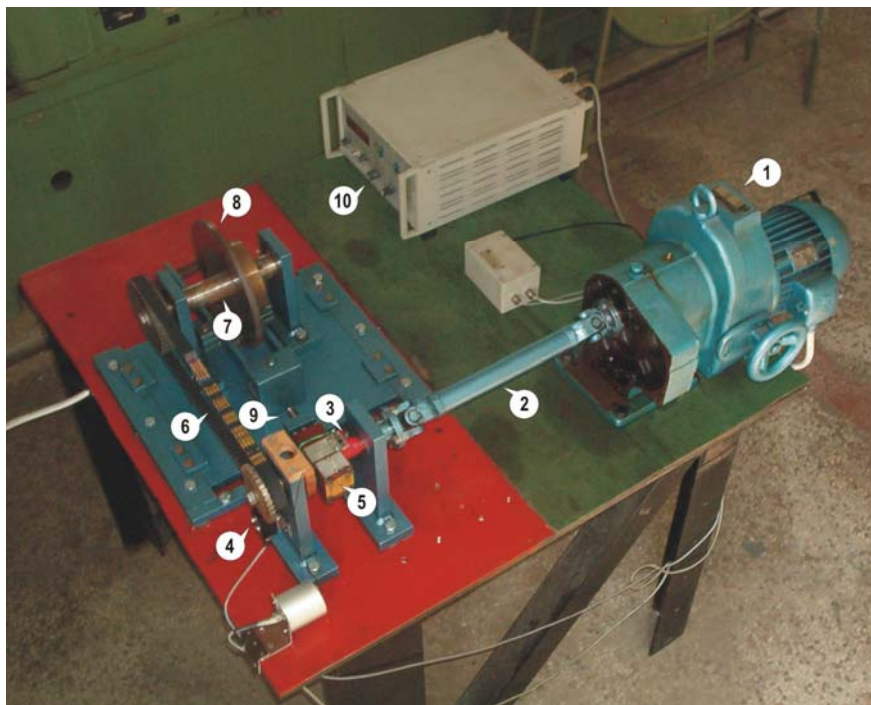
Техничко решење представља уређај за испитивање зупчастих каишних преносника. Дати уређај ради на принципу отвореног круга снаге. Главне предности овог уређаја су:

- компактност и крутост конструкције,
- могућност избора оптерећења у широком распону,
- лака промена оптерећења,
- могућност контроле параметара оптерећења (M_{opt}, n),
- могућност успостављања радних режима са великом тачношћу и поузданошћу и
- могућност повезивања пробног стола са периферијама (писач, рачунар...).

Основни елементи пробног стола су :

1. погонска машина,
2. кардански преносник,
3. мерно (улазно) вратило,
4. давач броја обртаја улазног вратила,
5. давач обртног момента улазног вратила,
6. испитивани преносник (зупчasto-каишни преносник),
7. излазно вратило,
8. механичка кочница,
9. затезни механизам и
10. појачавачки мост,

На слици 2 је приказан пробни сто са основним елементима.



Слика 2. Пробни сто за испитивање зупчастог каиша

Погонски агрегат ознаке КР-11/2Ц (37-180 о/мин) - произвођач "Прва петолетка" ООУР уређаји и делови из Бруса, чине електромотор (1) типа ЗКТ90С-4 (затворени једнофазни асинхрони мотор са кавезним ротором, уграђеном термичком заштитом, величине 90Л у четворополном извођењу), фриксиони преносник и зупчasti редуктор. Конструкционо решење омогућује аутоматску регулацију притиска између фриксионих дискова, компензацију аксијалног зазора насталог услед хабања. Промена броја обртаја врши се ручно, окретањем точка, при чему се путем спреге зупчаника и зупчaste летве електромотор са коничним фриксионим диском радијално (вертикално) помера у односу на фриксиони точак.

Погонска машина (1) и улазно вратило (3) повезани су помоћу карданског преносника (2).

Мерно вратило (3) је конструисано тако да у режиму максималног момента трпи еластичне деформације. На мерно вратило су постављени индуктивни давач броја обртаја улазног вратила (4) типа МА1 и давач момента (5) кога чине мерне траке повезане са предајником сигнала МТ2555А, који је посебним адаптером причвршћен у склопу са носачем батерије БК2801А.

Улазно и излазно вратило (7) повезује испитивани преносник (6), односно зупчasti каиш. Затезање зупчастог каиша врши се помоћу затезног механизма (9) (навојно вретено). Помоћу навојног вретена помера се плоча, на којој се налазе излазно вратило (7) и механичка кочница (8).

Механичка кочница је специјално конструисана за ово отворено коло снаге (слика 3). Кочење се остварује обостраним дејством плочица на диск. Подешавање силе и момента кочења врши се ручно, помоћу опруге и завртња.



Слика 3. Механичка кочница

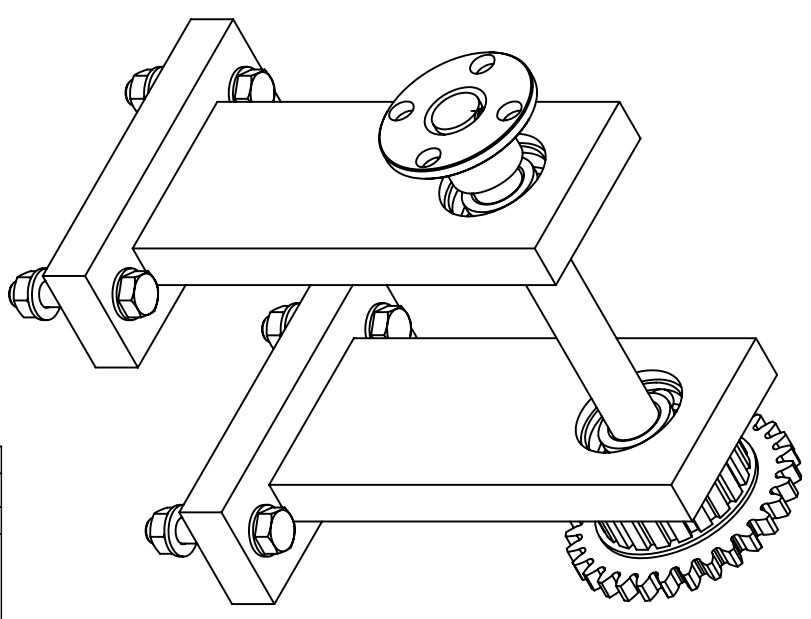
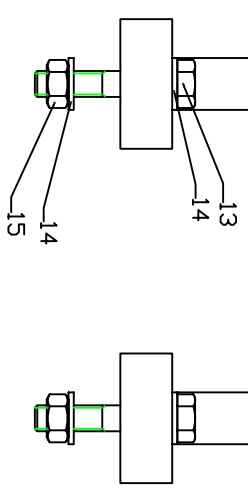
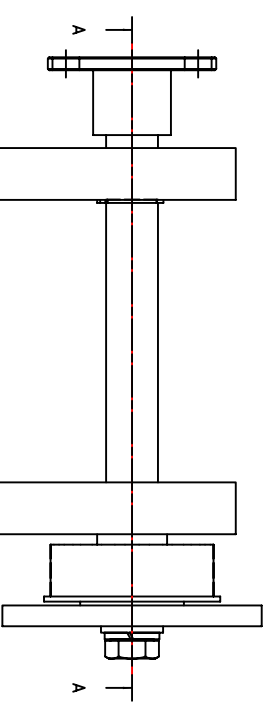
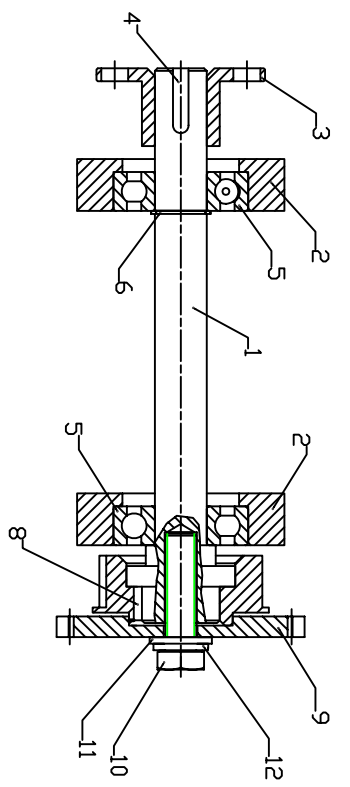
Механичком кочницом се задаје одређена вредност момента кочења, тј. момента оптерећења излазног вратила зупчато-каишног преносника. Величина момента оптерећења се добија директним читавањем са дисплеја дигиталног појачавачког моста, који сигнал момента добија са мерног вратила, а преко пријемника сигнала ЕВ2510А. Број обртаја на улазном вратилу се такође читава са појачавачког моста, који сигнал добија преко индуктивног давача и импулног пријемника броја обртаја ДВ2556. Тиме је, режим на улазном вратилу преносника дефинисан.

Уређај за испитивање зупчастих каишних преносника реализован је на основу техничке документације која се налази у прилогу.

5 Литература

- [1] Танасијевић, С. Механички преносници: ланчани преносници, зупчasti каишни преносници, кардански преносници, Југословенско друштво за трибологију, Машински факултет у Крагујевцу, 1994.
- [2] Стојановић, Б. Карактеристике триболошких процеса зупчастих каишева, Магистарска теза, Машински факултет у Крагујевцу, 2007.
- [3] Gerbert, G., Jönsson, H., Persson, U., Stensson, G. Load distribution in timing belts. *Trans. ASME, J. Mech. Des.*, 1978 vol.100, p. 208-215.
- [4] Kagotani, M., Koyama, T., Hiroyuki, U., Aida, T., Hoshiro, T. Load distribution on toothed belt drives under a state of initial tension, *Bull. Jap. Soc. Mech. Engrs*, 1984, vol. 27, no 230, p.1780-1787.

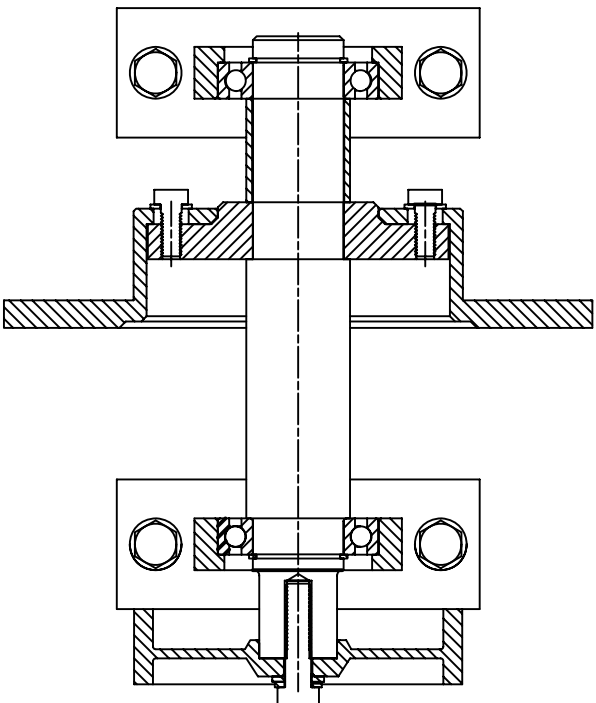
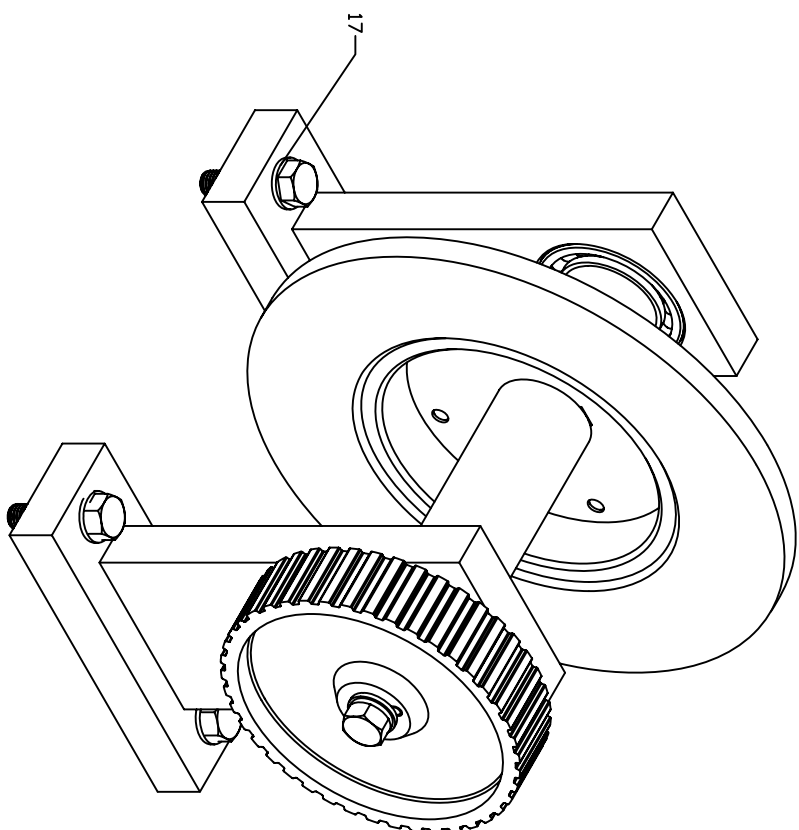
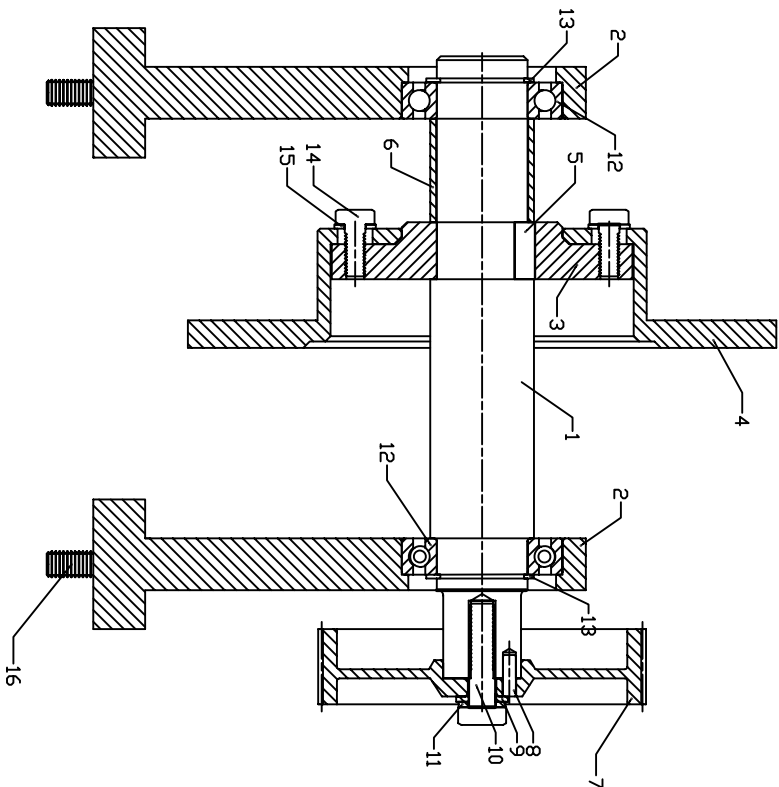
- [5] Metzner, D., Urbansky, N. Vorspannkraft bei Zahnriemengetrieben, *Maschinenbautechnik*, 1984, vol. 33, p. 559-563.
- [6] Naji, M. R., Marshek, K. M. Toothed belt load distribution. *Trans. ASME, J. Mechanisms*, 1983, vol.105, p. 339-347.
- [7] Dalgarno, K. W., Day, A. J., Childs, T. H. C. Finite element analysis of synchronous belt tooth failure. *Proc. Instn Mech. Engrs, Part D, Journal of Automobile Engineering*, 1993, vol.207, p. 145-153.
- [8] Childs, T. H. C., Dalgarno, K. W., Hojjati, M. H., Tutt, M. J. The meshing of timing belt teeth in pulley grooves. *Proc. Instn Mech. Engrs, Part D, Journal of Automobile Engineering*, 1997, vol. 211, p. 205-218.
- [9] Childs, T. H. C., Hojjati, M. H., Kohno, M., Nakamura, T. Land friction effects in the meshing of timing belts. *Proc. Instn Mech. Engrs, Part J, Journal of Engineering Tribology*, 1998, vol. 212, p.87-100.
- [10] ISO 5296-1 Synchronous belt drives -- Belts - Part 1: Pitch codes MXL, XL, L, H, XH and XXH - Metric and inch dimensions. Geneva, International Organization for Standardization, 1989.
- [11] Јосифовић Д. *Испитивање машинских конструкција I*, Машински факултет у Крагујевцу, 2000.
- [12] Танасијевић С. *Триболошки исправно конструисање*, монографија, Машински факултет у Крагујевцу, 2004.
- [13] Николић Н. *Истраживање триболошких процеса коничких фрикционих варијатора*, магистарски рад, 1994.
- [14] Решетов Д.Н. *Машины и стенды для испытания деталей*, Машиностроение, Москва, 1979.
- [15] Johannesson T., Distner M.: Dynamic loading of synchronous belts, *ASME, J.Mech.Design* 124, s.79-85, 2002.
- [16] Karolev N., Gold P.: Load distribution of timing belt drives transmitting variable torques, *Mech.Mach.Theory*, 30, №4, s.553-567, 1995.
- [17] Каталог фирми: Mulco, Bando, Gates, Dayco, Goodyear, Breco, Flender, HBM, i dr.
- [18] Krause W., Metzner D.: Zahnriemengetriebe, *Veb verlag technic*, Berlin, 1998.
- [19] Stojanovic, B., Tanasijevic, S., Miloradovic, N. Tribomechanical systems in timing belt drives, *Journal of the Balkan Tribological Association*, 2009, vol.15, no.4, p. 465-473.
- [20] Stojanović, B., Miloradović, N., Blagojević, M. Analysis of Tribological Processes at Timing Belt's Tooth Flank, *Tribology in Industry*, 2009, vol.31, no. 3-4, p. 53-58.



№	Кол.	Изм.	Наименование	Материал	Примечание
15	4	1	ИВАРЕНА	Н10	
14	8	1	ПОДШИПНИК	Д10	ЖС М18L10
13	4	1	ЗАВЯТКА	ДИ	ЖС М18L11
12	1	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L13
11	1	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
10	1	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L13
9	1	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L13
8	1	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
7	1	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
6	1	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
5	2	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
4	1	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
3	2	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
2	2	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
1	1	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10

№	Изм.	Наименование	Материал	Примечание
15	4	ИВАРЕНА	Н10	
14	8	ПОДШИПНИК	Д10	ЖС М18L10
13	4	ЗАВЯТКА	ДИ	ЖС М18L11
12	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L13
11	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
10	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L13
9	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L13
8	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
7	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
6	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
5	2	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
4	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
3	2	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
2	2	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10
1	1	ПОДШИПНИК	ДИ	ЖС М18L10

М.Ф.К.
 Директор
 Укр. ДАИ
 17-000
 17-000



№	Кол.	Изм.	Наименование	Материал	Примечание
17	4	Изм.	ПРИБЛИЖА	ДИО	ЖС МБ101
16	4	Изм.	ЗАВЕРШАЮ	ДИО-ДИ	ЖС МБ103
15	4	Изм.	ПРИБЛИЖА	ДИО	ЖС МБ101
14	4	Изм.	ЗАВЕРШАЮ	ДИО-ДИ	ЖС МБ103
13	2	Изм.	УПРЯЖЕНИЕ		
12	2	Изм.	ЛЕВАЯ	ГО07	
11	1	Изм.	ЭЛАСТИКА ПРИБЛИЖА	ДИО	ЖС МБ110
10	1	Изм.	ЗАВЕРШАЮ	ДИО-ДИ	ЖС МБ103
9	1	Изм.	ПРИБЛИЖА	ДИО	ЖС МБ101
8	1	Изм.	ЦИВЛА	ЖС МБ220	УК БОММ/4
7	1	Изм.	ОБЛАЧНО РАБОТНОЕ	ГОТТВ МЕД	УК БОММ/4
6	1	Изм.	САХА	ГОТТВ МЕД	УК БОММ/4
5	1	Изм.	КАЛИ	ГОТТВ МЕД	УК БОММ/4
4	1	Изм.	КОЖИНА ИСК	ГОТТВ МЕД	УК БОММ/4
3	1	Изм.	ОПРАВКА	ГОТТВ МЕД	УК БОММ/4
2	2	Изм.	ЛЕЖИЩНО ОРЕЗКИ	ВАРЕНТИ ПОДСКЛИП	УК БОММ/2
1	1	Изм.	ОБЛАЧНО ВАНТИЛО	ГОТТВ МЕД	УК БОММ/2

Шкала: - безразмерная

Число: 1:1

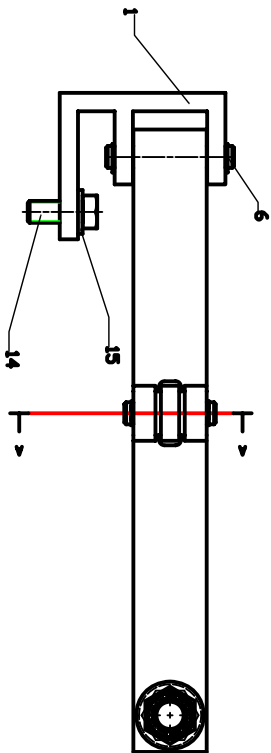
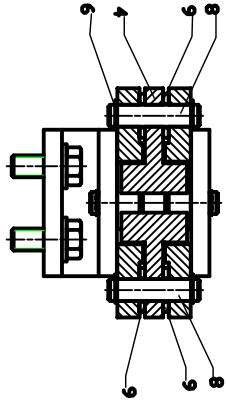
Исполнитель: М.Ф.К.

Проверка: М.Ф.К.

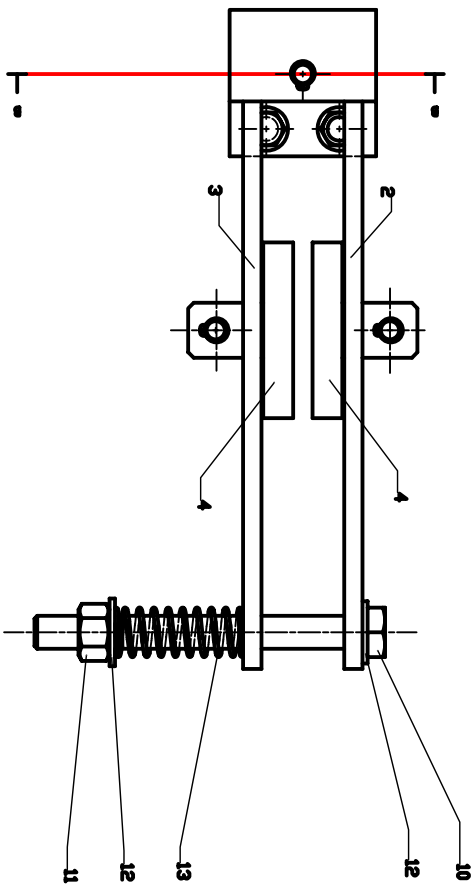
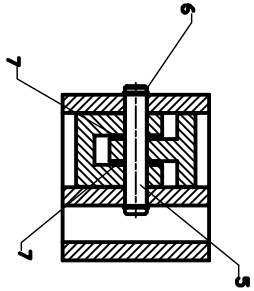
Деталь: УК БОММ/4

Лист: 1

PHASEK A-A

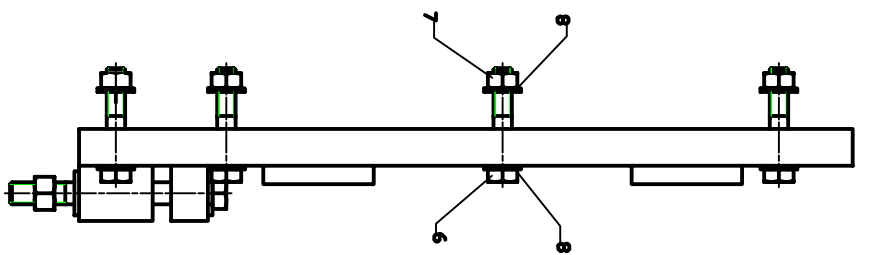
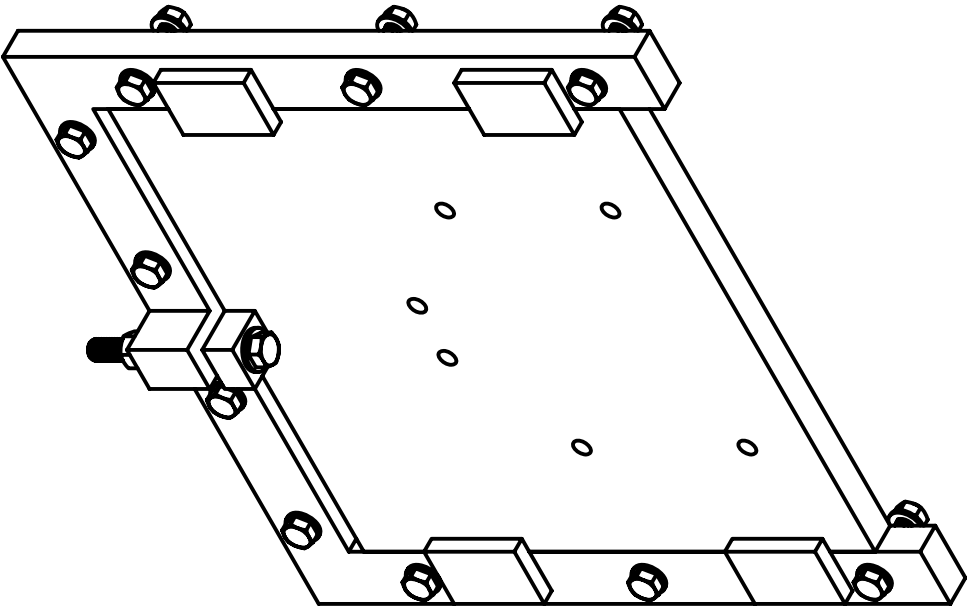
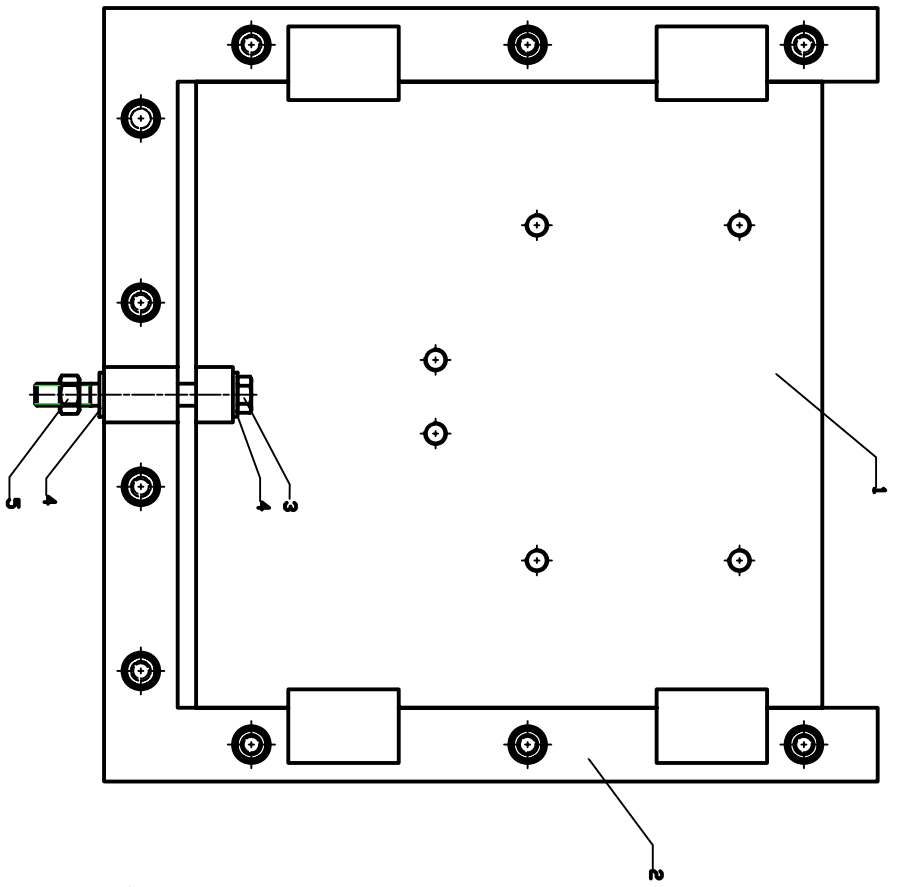


PHASEK B-B



№	Материал	Измерения	Обозначение	Материал	Измерения	Обозначение
1	Сталь 45	Ø 10	Шпиндель	Сталь 45	Ø 10	Шпиндель
2	Сталь 45	100	Вал	Сталь 45	100	Вал
3	Сталь 45	100	Ползунок	Сталь 45	100	Ползунок
4	Сталь 45	100	Ползунок	Сталь 45	100	Ползунок
5	Сталь 45	Ø 10	Шпиндель	Сталь 45	Ø 10	Шпиндель
6	Сталь 45	100	Вал	Сталь 45	100	Вал
7	Сталь 45	100	Ползунок	Сталь 45	100	Ползунок
8	Сталь 45	100	Ползунок	Сталь 45	100	Ползунок
9	Сталь 45	100	Ползунок	Сталь 45	100	Ползунок
10	Сталь 45	100	Вал	Сталь 45	100	Вал
11	Сталь 45	100	Ползунок	Сталь 45	100	Ползунок
12	Сталь 45	100	Ползунок	Сталь 45	100	Ползунок
13	Сталь 45	100	Ползунок	Сталь 45	100	Ползунок
14	Сталь 45	100	Ползунок	Сталь 45	100	Ползунок
15	Сталь 45	100	Ползунок	Сталь 45	100	Ползунок

М.Ф.К. 157



NO	QTY	Uraian	Spesifikasi
1	1	WASHER	1/2"
2	1	NUT	1/2"
3	1	WASHER	1/2"
4	1	NUT	1/2"
5	1	WASHER	1/2"
6	1	NUT	1/2"
7	1	WASHER	1/2"
8	1	NUT	1/2"
9	1	WASHER	1/2"
10	1	NUT	1/2"
11	1	WASHER	1/2"
12	1	NUT	1/2"
13	1	WASHER	1/2"
14	1	NUT	1/2"
15	1	WASHER	1/2"
16	1	NUT	1/2"
17	1	WASHER	1/2"
18	1	NUT	1/2"
19	1	WASHER	1/2"
20	1	NUT	1/2"
21	1	WASHER	1/2"
22	1	NUT	1/2"
23	1	WASHER	1/2"
24	1	NUT	1/2"
25	1	WASHER	1/2"
26	1	NUT	1/2"
27	1	WASHER	1/2"
28	1	NUT	1/2"
29	1	WASHER	1/2"
30	1	NUT	1/2"
31	1	WASHER	1/2"
32	1	NUT	1/2"
33	1	WASHER	1/2"
34	1	NUT	1/2"
35	1	WASHER	1/2"
36	1	NUT	1/2"
37	1	WASHER	1/2"
38	1	NUT	1/2"
39	1	WASHER	1/2"
40	1	NUT	1/2"
41	1	WASHER	1/2"
42	1	NUT	1/2"
43	1	WASHER	1/2"
44	1	NUT	1/2"
45	1	WASHER	1/2"
46	1	NUT	1/2"
47	1	WASHER	1/2"
48	1	NUT	1/2"
49	1	WASHER	1/2"
50	1	NUT	1/2"

M.F.K.
 Disiapkan oleh: M.F.K.
 Tanggal: 10/10/2023
 Revisi: 01

ПРИМЉЕНО: 18 МАЈ 2010			
Ор. ред.	Број	Прилог	Вредност
01-1/1463			

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Крагујевцу бр 01-1/1128-14 од 22.04.2010. године именовани смо за рецензенте техничког решења „Уређај за испитивање зупчастих каишних преносника“ аутора *Мр Блаже Стојановића асистента, Др Ненада Марјановића редовног професора и Др Мирка Благојевића доцента*.

На основу предлога овог техничког решења подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „Уређај за испитивање зупчастих каишних преносника“ аутора *Мр Блаже Стојановића асистента, Др Ненада Марјановића редовног професора и Др Мирка Благојевића доцента*, реализовано 2007 године, приказано је на 11 страница формата А4, писаних Times New Roman фонтом, једностраним проредом, садржи 3 слике и 4 склопна цртежа. Састављено је следећих поглавља:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем
2. Стање решености проблема у свету – приказ и анализа постојећих решења
3. Суштина техничког решења
4. Детаљан опис техничког решења (укључујући и пратеће илустрације и техничке цртеже) и
5. Литература.

Техничко решење припада области машинства.

Техничко решење је реализовано за потребе научно-истраживачког рада у Центру за механичке преноснике, Машинског факултета у Крагујевцу.

Основна полазна идеја за ово техничко решење прихваћена је и објављена у часописима:

1. Stojanovic, B., Tanasijevic, S., Miloradovic, N. Tribomechanical systems in timing belt drives, *Journal of the Balkan Tribological Association*, 2009, vol.15, no.4, p. 465-473.
2. Stojanović, B., Miloradović, N., Blagojević, M. Analysis of Tribological Processes at Timing Belt's Tooth Flank, *Tribology in Industry*, 2009, vol.31, no. 3-4, p. 53-58.

Предложено техничко решење успешно се користи у лабораторијским вежбама и у научно-истраживачком раду, а може да се користити и за атестирање зупчастих каишних преносника.

МИШЉЕЊЕ

Аутори техничког решења „Уређај за испитивање зупчастих каишних преносника“ представљеног у приложеној документацији су јасно приказали и теоријски обрадили комплетну структуру техничког решења.


Пројектовани и реализовани уређај представља успешно техничко решење са читавим спектром предности и добрих особина. Уређај је компактан, крут и поуздан. Дозвољава избор оптерећења у широком дијапазону. Промена брзине, броја обртаја и обртног момента је могућа без заустављања уређаја. Монтажа и демонтажа појединих склопова и подсклопова је релативно једноставна као и скидање преносника за потребе детаљне анализе карактеристичних површина.

Уређај је опремљен потребним давачима и пројектован тако да постоји могућност повезивања са периферијском опремом (писач, рачунар...) што омогућава континуално праћење режима рада и контролу експлоатационих параметара у времену.

Посебно треба нагласити да реализовани уређај са малом адаптацијом може успешно да се користи за испитивање читавог низа различитих преносника. Техничко решење пројектованог уређаја са низом добрих карактеристика може успешно да се користи у лабораторијским вежбама, научно-истраживачком раду и атестирању зупчастих каишних преносника.

На основу свега уоченог са задовољством предлагемо да се техничко решење под називом „Уређај за испитивање зупчастих каишних преносника“ прихвати као ново техничко решење у категорији „Ново лабораторијско постројење“.

18.05.2010, у Крагујевцу


Слободан Танасијевић, ред. проф. у пензији


Слободан Митровић, доцент



Универзитет у Крагујевцу
Машински факултет у Крагујевцу
Број : **ТР-11/2010**
10. 06. 2010. године
Крагујевац

Наставно-научно веће Машинског факултета у Крагујевцу на својој седници од 10. 06. 2010. године на основу члана 200. Статута Машинског факултета, донело је

О Д Л У К У

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „Уређај за испитивање зупчастих каишних преносника“, аутора **Мр Блаже Стојановића, Др Ненада Марјановића и Др Мирка Благојевића.**

Решење припада класи **M83**, према класификацији из Правилника о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, ("Сл. гласник РС", бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Слободан Танасијевић, ред. проф. у пензији, Машински факултет у Крагујевцу**
2. **Др Слободан Митровић, доцент, Машински факултет у Крагујевцу**

Достављено:
Ауторима
Архиви

ДЕКАН МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Др Мирослав Бабић, ред. проф.