



UDK: 633.31

КОНСТРУКТИВНО ИЗВОЂЕЊЕ ПРОРАЧУНА ПАРАМЕТАРА ПУЖНИХ ТРАНСПОРТЕРА ПРИМЕНОМ РАЧУНАРА

Данило Микић¹, Александар Ашоња²

¹Техничка школа "Ј. Жујовић", Горњи Милановац

²НС-Термомонтажа д.о.о., Нови Сад

Садржај: У раду се наводе нека конструктивна извођења уређаја за непрекидни транспорт, са припадајућим елементима и склоповима. Дат је приказ како се могу релативно брзо и једноставно димензионисати и прорачунати поједини параметри пужних (завојних) транспортера уз помоћ рачунара, односно применом одговарајуће софтверске апликације "Visual basic". Конструктивна извођења прорачуна транспортних уређаја непрекидног транспорта остварују се у зависности од области примене транспорта. Пужни транспортери примењују се за транспорт, како на мала, тако и на већа растојања у свим областима савремене производње а у циљу преношења великих количина различитих ситно зрнастих, комадних и расутих материјала у пољопривреди. Ови транспортери имају читав низ карактеристика, својим континуираним радом остварују постизање одређеног капацитета без обзира на даљину транспортовања материјала.

Кључне речи: Пужни транспортер, завојница, међулежиште, прорачун, параметри, софтвер.

1. УВОД

Конструктивна извођења прорачуна транспортних уређаја непрекидног транспорта остварују се у зависности од области примене транспорта. Пужни транспортери примењују се за транспорт, како на мала, тако и на већа растојања у свим областима савремене пољопривредне производње а у циљу преношења великих количина различитих ситно зрнастих, командних и расутих материјала. Ови транспортери имају читав низ карактеристика, својим континуираним радом остварују постизање одређеног капацитета без обзира на даљину транспортовања материјала. Примењују се као независне машине за преношење материјала, за остваривање непрекидног производног процеса било које производне гране зато и разлог њихове широке примене оправдава једну овакву тему изучавања.

Пужни транспортери представљају најбољи систем за транспорт расутих материјала. Главне карактеристике су висок капацитет и могућност транспорта на веома великим растојањима. Пужни транспортери су тако пројектовани да контролисано, примају континуалну и једнаку суму материјала који транспортују. Материјал се транспортује до истоварног места сталном брзином. Предности пужних транспортера су могућност инсталација више улазних и излазних места, мали број покретних делова и транспорт материјала заштићеног од прашине.

У овом раду приказано је како се могу релативно брзо и једноставно прорачунати поједини параметри пужних (завојних) транспортера уз помоћ рачунара, односно применом одговарајуће софтверске апликације.

2. КАРАКТЕРИСТИКЕ ПУЖНИХ ТРАНСПОРТЕРА

Завојним (пужним) транспортерима се називају машине непрекидног транспорта без вучног елемента чији се рад базира на принципу завојнице и навртке. Главна предност пужних транспортера, у односу на остале уређаје непрекидног дејства, је велика продуктивност. Примењују се на свим местима где је потребно премештати велике количине ситнозрног и ситнокомодног материјала а посебно за транспорт расутог материјала (прашинастих, прашкастих и насипних материјала).

Пошто уређаји непрекидног транспорта премештају материјал у непрекидном току, то могу постићи одређене капацитете без обзира на дужину транспортовања.

И ако је транспортна дужина релативно мала (обично до 40 *m*), као и транспортована брзина до 0,5 *m/s*, по хоризонталу у многоме превазилази продуктивност других транспортера. Код пужних транспортера могуће је рационално остварити коси пад (вертикални транспорт) под углом до 20° и до 30 *m*. Транспортна линија је већином хоризонтална. Пошто су компактне конструкције, примењују се за капацитете од 1 до 300 *m³/h*, и бројем обртаја од 10 до 250 *min⁻¹*.

Предност завојних транспортера огледа се у једноставности уређаја, као и у једноставном техничком опслуживању, осим тога, габаритне мере транспортера нису велике, дужина истовара материјала је прикладна, добра је херметичност ових транспортера, што је посебно битно приликом премештања прашинастих материјала, врелих, као и материјала јаког мириса.

Стандардни пужни транспортер састоји се из следећих делова: корита носећег елемента пужног транспортера, пужа, и погонског механизма. Унутар корита налазе се унутрашњи лежајеви међулежајеви који држе осовину пужа. Крањи лежај на десној страни корита је чеони, који преузима на себе аксијалну силу пужа, који је погоњен од мотора преко зупчастог преноса (редуктора).

Кроз левак (мешалица за мешање новог и старог песка), расипни материјал се насипа на пуж и транспортује до излаза (бункера) за калупну мешавину.

Материјал унутар корита који је затворен поклопцем креће се транслаторно клизећи погоњен од спирале пужа.

У зависности од намене транспортера, односно материјала који се транспортује, потребног капацитета, и дужине транспортовања материјала, врши се избор неких параметара транспортера, као што су брзина и пречник завојнице,

насипна густина, односно специфична тежина материјала, геометрија транспортера, итд., док се остали параметри прорачунавају, што представља дуготрајан и озбиљан посао. Тај део се може значајно убрзати уз помоћ рачунара, односно применом софтвера за прорачунавање параметара пужних (завојних) транспортера.

3. ПРОЈЕКТОВАЊЕ И МЕТОД РАДА

Пројектовање данас представља област у којој се интензивно развијају нове методе и технике у циљу усавршавања нових производа и процеса. Тенденције перманентног развоја софтвера и хардвера наговестиле су могућност ефикаснијег решавања проблема пројектовања у свим техничким областима. Избор технологије пројектовања и конструисања, као и избор машинских делова за анализу су у принципу сложени задаци који су у великој мери, подржани методама компјутерски оријентисаних технологија. Рачунарска подршка процеса пројектовања данас, обезбеђује ресурсе за лакше креирање, трајно смештање и модификовање прорачунских модела, чиме се испуњава тежња инжењера пројектанта и конструктора да на једном месту имају све што им је неопходно за овај сложен и инвентивни посао. Конструкторима и корисницима ових технологија је данас доступно низ практичних и теоријских података у електронском облику, без потребе за коришћењем: књига, стандарда, приручника, таблица и сл.

Најновији програми за пројектовање и конструисање имплементирани су низом тестираних лабораторијских алгоритама, чиме су потврђене позитивне особине, највише захваљујући двоструким алгоритмима и то: дескриптивним и интерактивним, чиме се смањује потенцијални извор грешака у поступку геометријског моделирања. При томе је свакако најважнија чињеница скраћења времена израде и анализе модела у односу на класичне начине прорачуна. Примена ових алгоритама омогућила је остваривање и низа других позитивних резултата, као што су: имплементација основних правила и принципа *ISO* стандарда, подизање нивоа техничко-технолошке производње, подизање нивоа инжењерског знања, формирање обимног скупа припремних и резултујућих (дестинационих) фајлова објеката, чиме са ствара основа за побољшање и рестилизацију постојећих објеката. Дobar део коришћених алгоритама за избор делова добро су поткрепљени стандардима *JUS*, *ISO*, *DIN* и *ANSI* омогућавајући тако ефикасан начин вођења корисника кроз анализу. Карактеристика ових и сличних алгоритама је да за своју имплементацију не захтевају посебна програмерска знања, на основу којих је за очекивати је да ће многе алгоритме, прилагођавајући својим потребама, корисници сами усавршити и додатно рационализовати.

За избор најбољег алгоритама потребно је велико искуство и стално упознавање и увођење нових метода моделирања. И поред тога, оне нису јединствене за све програмске пакете.

Са друге стране, интерактивни рад на решавању пројектних задатака је скоро неизбежан. У току реализације пројекта потребно је спровести различите врсте тестирања као што су: тестирање алгоритама употребе команди, времена реализације, израда документације и сл. Познавањем и уважавањем великог броја правила и препорука, може се са сигурношћу обезбедити формирање ефикасног

едукативног модела, тј. модела са великим едукативним потенцијалом. То се првенствено односи на моделе сложених геометријских облика, као што су транспортери, зупчаници, спојнице и други машински елементи, код којих је примена рачунара неизбежна појава.

За овај врло сложени пројекат конструисања пужног транспортера, за поступак прорачуна и димензионисања коришћен је софтвер *Microsoft Visual Studio 6.0* који је развијен у софтверском алату *Visual Basic 6.0*. У овом раду коришћен је још и *Microsoft Visual C++ 6.0* (уз коришћење базе података креиране у *Microsoft Office Access-у 2003*, као и програму *Matlab R2009a*).

Да би софтвер за прорачун и димензионисање пужних транспортера могао да се користи, на рачунару мора да буде инсталиран минимум оперативни систем *Windows 2000/XP* или *Microsoft Office Access 2003*.

Matlab је софтверски пакет намењен за решавање математичких проблема, анализу података и визуелизацију. Он у себи интегрише нумеричку анализу, матрични рачун, обраду података и графичко приказивање. Све математичке проблеме решава нумерички. Проблеми и решења се изражавају онако како се пишу математички, без традиционалног програмирања.

На основу добијених података и стандардизовање компонената извршено је моделирање и израда техничке документације у софтверском програму *Catia v5*. *Catia v5* је нов програм за пројектовање нове генерације подржано рачунаром, који инжењери и дизајнери користе при развоју производа, који неприметно интегрише све аспекте процеса развоја производа. То обухвата симултану употребу података и геометријских информација, од концепта производа, до дефиниције производног процеса. Окружење за скицирање је мост између *2D* елемената и *3D* геометрије. Модул за скицирање обезбеђује функционалност за креирање и модификацију *2D* геометрије која се користи при креирању *3D* запремина и површина.

Креирање многих запреминских елемената почиње од *2D* профила, који се називају скицирани профили и у које се уграђује замисао пројектанта. На геометрији се, такође, могу дефинисати параметри и ограничења. Окружење за скицирање, представља кључни елемент система за пројектовање применом техничких елемената, зато што повезује *2D* елементе са *3D* елементима, који се, обично, називају технички елементи базирани на скици.

Снага програма омогућава да се параметризују сви геометријски објекти, укључујући запремине, површине, жичане моделе и конструктивне елементе. Целокупан модел, или део модела могу се параметризовати да би обезбедили већу флексибилност у развоју вишеструких пројектних варијанти. У току развоја производа димензије се у сваком тренутку могу додавати, или уклањати са модела. Одлуке које доносимо у димензионисању и ограничавању модела кључне су за развој робустних модела.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Убрзаним развојем објектно оријентисаних језика ствара се потреба за што бржим и ефективнијим начинима израде задатака. *Visual Basic* је једноставан, моћан и лак за рад. Сваки тип апликације се може написати у њему, а можемо га

искористити за програмирање било ког другог система. У овом раду представљен је један задатак који може бити пример употребе *Visual Basic*.

Овај објектно оријентисани језик, омогућава пребацавање наших програмерских вештина на важан и успешан производ, као што је *Microsoft Office*. Предност је да можемо програмирати било који други систем, не учећи нови програмски језик да би тесно повезали систем са *Word*, *Excel*, *Visio* или другим производима.

Visual Basic је програмски језик свенаменски симболични код инструкција, веома моћан језик. Са мало команди може да изведе задатке које би другачије захтевали десетине или стотине кодних линија у традиционалним језицима. Он је робусни објектно оријентисан језик, чија синтакса најбоље одговара развоју *Windows* апликација.

Та синтакса формира срж скрипт језика, уграђених у све *Microsoft Office* апликације. *Word*, *Excel*, *Access* и *Power Point* користе *Visual Basic* за апликације (као *VBA* познатији), потпуно исту синтаксу језика као у *Visual Basicu*.

Пројекат транспортера описује решавање геометријских података као на слици 1, са могућношћу промене параметара и сопственој креативности и развијању способности за структурирање базе податка.

OSNOVNI PODACI

Kapacitet transportera	$Q[m^3/h]=$	80
Specifična težina materijala	$\gamma[m^3]=$	1.6
Ugao nagiba zavojnice	$F[\alpha]=$	0.8
Nacin skidanja materijala		Bunker za kalupnu mesavinu
Materijal korita transportera		Čelici lim

GEOMETRIJA TRANSPORTERA

Ugao nagiba transportera	$\alpha[\alpha]=$	14:18
Ukupna dužina transportera	$L[m]=$	16
Dužina prve horizontalne deonice	$L1[mm]=$	3200
Dužina druge horizontalne deonice	$L2[mm]=$	3200
Dužina treće horizontalne deonice	$L3[mm]=$	3200
Dužina četvite horizontalne deonice	$L4[mm]=$	3200
Dužina pete horizontalne deonice	$L5[mm]=$	3200

Сл. 1. Изглед задатка на екрану у *Visual Basicu*, картица за унос основних и геометријских података транспортера

По покретању предходно дефинисаног програма, унети су следећи неопходни основни и геометријски подаци за прорачун транспортера. За извршавање прорачуна коришћени су подаци: капацитет транспортера, специфична тежина материјала, угао нагиба завојнице, начин скидања материјала, материјал корита, угао нагиба транспортера, укупна дужина транспортера, и дужине појединих деоница из којих је састављен транспортер.

Неопходно је да се унесу сви тражени подаци са слике 1, а програм ће упозорити корисника, ако изостави неки од података, да мора да га унесе. Треба пажљиво уносити податке, јер ће нереални подаци дати и нереалне резултате, а програм ће упозорити корисника у случају да резултати нису прихватљиви.

Затим се врши усвајање и избор појединих параметара завојнице: усвојени пречник завојнице, усвојени корак завојнице, усвојена брзина завојнице, усвојен број обртаја завојнице, тип завојнице, израда завојнице, број израда завојнице, број ходова завојнице, спајање секција пужа као и степена искоришћења преносника (слике 2).

Након прорачуна и димензионисања идејног решења тракастог транспортера, даље се приступа избору стандардних вредности појединих параметара неопходних за прорачун: завојнице (слике 2), погонског система завојнице, завојнице, еластичне спојнице и редуктора (слике 3).

ZAVOJNICA	
Usvojeni precnik zavojnice [mm]:	400
Usvojeni korak zavojnice [mm]:	350
Usvojena brzina zavojnice [m/s]:	0.36
Usvojeni broj obtaja zavojnice [min-1]:	62
Tip zavojnice	Desna
Izrada zavojnice	Cevna izrada
Broj izrade zavojnice	5
Broj hoda zavojnice	1
Spajanje sekcije puza	Osovinski rukavac
Ukupni koeficijent korisnog dejstva pogonskog mehanizma	0.8

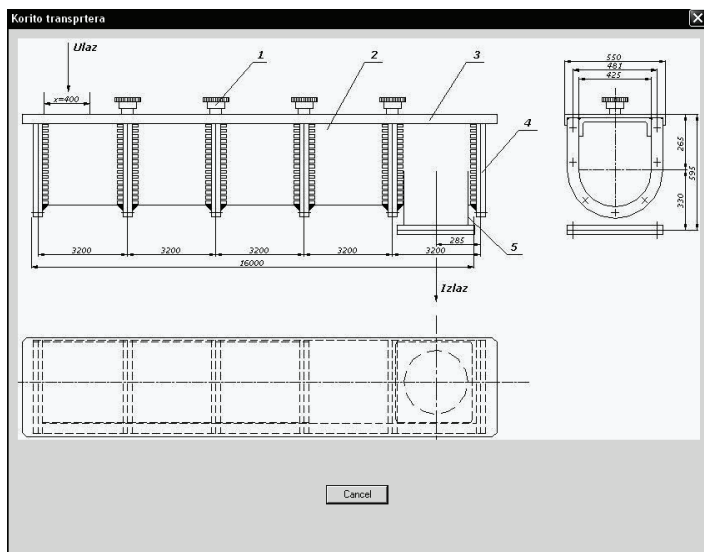
Сл. 2. Картица за прорачун стандардног пречника завојнице

После извршеног уноса поново треба кликнути на дугме „REZULTATI“. Отвориће се прозор са резултатима прорачуна погонског система, завојнице, усвојене еластичне спојнице, усвојене зупчане спојнице, (слика 6).

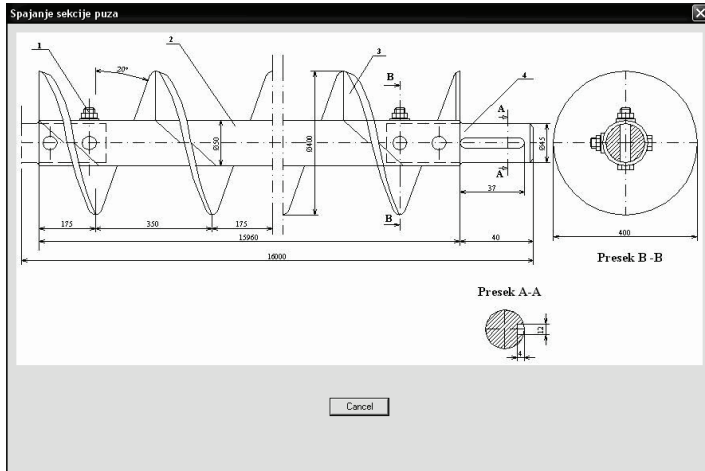
Rezultati	
POGONSKI SISTEM ZAVOJNICE	
Snaga elektromotora, trofazni [kW]	9.9
Stepeni sigurnosti [K]	1.2
Broj obrtaja elektromotora [min ⁻¹]	910
Koeficijent otpora tereta [w0]	3.0
Koeficijent korisnog dejstva [η]	0.8
ELASTICNA SPOJNICA	
Obrtni moment elasticne spojnice [Nm]	1250
Nazivni prečnik [mm]	400
Precnik vratila [mm]	48
Precnik izlaznog vratila [mm]	55
Precnik rukavca vratila puza [mm]	90
ZAVOJNICA	
Koeficijent punjenosti zapremine korita [psi]	0.25
Koeficijent nagiba staze [α]	0.8
Poluprečnik na kome deluje rezultujuća aksijalna sila [m]	0.14
Aksijalne sile na osovini puza [N]	11606.55
Ugao penjanja puzne zavojnice [α]	15°57'
Ugao trenja zavojnice materijala [α]	22
REDUKTOR	
Dvostepeni reduktor sa prenosnim odnosom	i=13.8
Ugao nagiba	0.8
Koeficijent otpora tereta bez reduktora za pesak	3.0
Ugao trenja zavojnice materijala	0.404026
Cancel	

Сл. 3. Картица-Резултати прорачуна погонског система

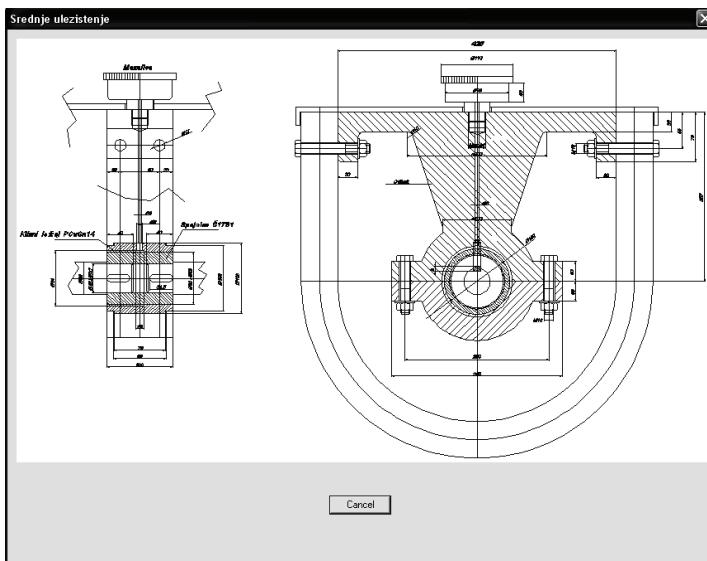
Резултати прорачуна (димензионисања) наведеног пужног транспортера приказани су графички и нумерички и то за: корито пужног транспортера (слике 4), завојницу пужа слике (5), средње улежиштење пужа слике (6), склопни цртеж пужног транспортера слике (7).



Сл. 4. Димензионисано корито транспортера

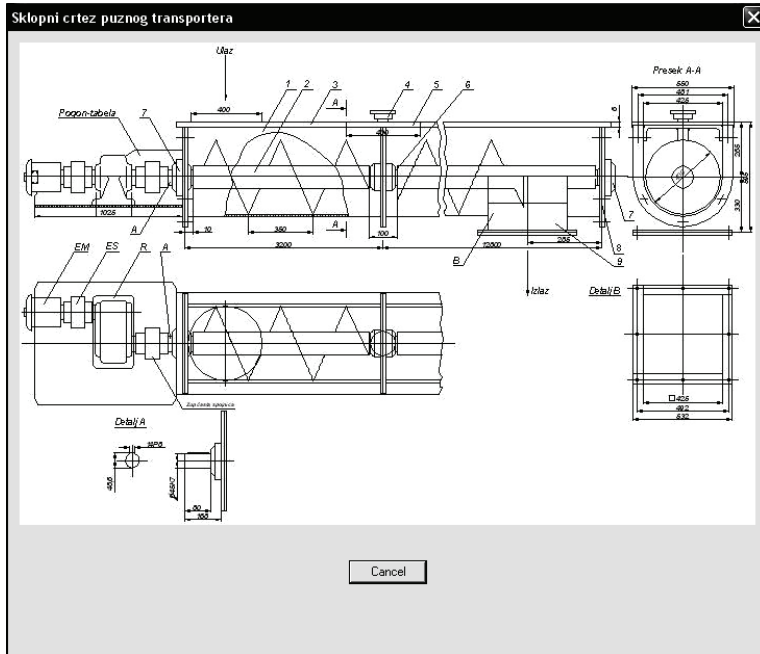


Сл. 5. Димензионисана завојница пужа



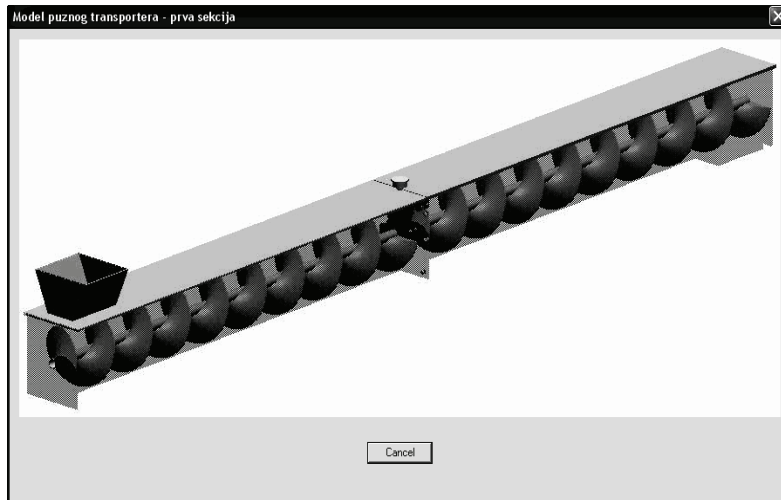
Сл. 6. Димензионисано средње улежиштење пужа

На склопном цртежу пужног транспортера слика (7), приказани су димензионисани параметри: 1- корито, 2- спирала пужа, 3- поклопац корита, 4- средњи лежај, 5- поклопац средњег лежаја, 6- осовина средњег лежаја, 7- крајни и почетни прирубни лежај, 8- чеона плоча, 9- излазно грло, EM- електромотор, ES- еластична спојница, R- редуктор и зупчаста спојница.



Сл. 7. Склопни цртеж пужног транспортера

На крају прорачуна извршено је моделовања пужног транспортера. На слици 8 приказан је у 3D-модел склопа предходно прорачунатог пужног транспортера.



Сл. 8. 3D-модел склопа пужног транспортера

5. ЗАКЉУЧАК

Примена рачунара на показаном примеру прорачуна пужног транспортера смањује могућност настајања грешака у самој експлоатацији пужних транспортера и омогућава проналажење оптималних решења димензионисања захваљујући великој бази података стандардних елемената.

Захваљујући примени софтвера за израчунавање параметара пужних транспортера, време потребно за прорачун транспортера се значајно смањује. То директно утиче на смањење укупног времена потребног за производњу једног таквог транспортера, а самим тим и смањење цене и повећање конкурентности производа на тржишту.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ашоња, А.: Заваривање нерђајућих цевовода у прехранбеној индустрији, Трактори и погонске машине, Југословенско друштво за погонске машине и тракторе, Vol. 11, No.3/4, 106-110, Нови Сад, 2006.
- [2] Ашоња, А., Адамовић, Ж.: Дијагностика стања вратила применом методе коначних елемената, Smederevo, Vol. 5, No. 1-2, 53-59, Смедерево, 2010.
- [3] Ашоња, А., Глигорић, Р.: Истраживања котрљајних лежаја, Трактори и погонске машине, Vol. 8, No.4, 130-135, Југословенско друштво за погонске машине и тракторе, Нови Сад, 2003.
- [4] Дедијер, М. Сава.: Транспортни уређаји - Дизалице и преносилице, Сарајево, 1976.
- [5] Тошић, Б. Слободан.: Транспортни уређаји - Механизација транспорта, Машински факултет, Београд, 1999.
- [6] Микић, Д., Голубовић, Д., Проблем решавања кинематике робота, 4 International Conference TEMPO HP 2005, JUMTO-Часопис Југословенског друштва за погонске машине, тракторе и одржавање, Трактори и погонске машине 2, Чачак, Октобра 2005., Србија и Црна Гора, Biblid: 0354-9496(2005), No.2. p.182-191.
- [7] Микић, Д., Голубовић, Д., Industrial robots – manipulators, II. Међународно савјетовање „Информатика у пословном менаџменту и комуникацијама”, Зборник радова, бр. 004(082), 007:004(082), 007:005:004(082), IPOM, Теслић, 2006, Саобраћајно-технички факултет Добој и ВТШ Добој, стр.15-16.09.2006., Босна и Херцеговина, стр. 38-42.
- [8] Микић, Д., Индустријска роботика, XII Научно-стручни симпозијум Развој информационог технологија и менаџмента у области пројектовања, коришћења и одржавања техничких система Научно-стручни часопис „Одржавање машина”Бања Врујци, 19. и 20. 11. 2009. Бања Врујци, ISBN 978-86-83701-23-0.
- [9] Микић, Д.: Прорачун параметара пужних транспортера, XXXIII - Мајски скуп „Одржавалаца средстава за рад Србије“, „Телеаутоматизација машина и постројења у индустрији- информатика и екологија“, ISBN: 978-86-83701-27-8, Vrnjačka Banja, 28-29.05.2010.

**PERFORMANCE CONSTRUCTIVE PARAMETERS CALCULATION
OF SCREW CONVEYOR OF COMPUTERS APPLICATION****Danilo Mikić, Aleksandar Ašonja****Technical school "J. Žujović", Gornji Milanovac***NS - Termomontaža d.o.o., Novi Sad*

Abstract: This paper presents a constructive performance of devices for continuous transport, with associated elements and circuits. Gives an overview of how to quickly and easily dimensioned and calculate some parameters of helical (spiral) conveyor with a computer, or using appropriate software "Visual Basic". Constructive presentation of the budget transfer devices achieve uninterrupted transport depending on the application areas of transport. Screw conveyors are used for transportation, both at small and at greater distances in all areas of modern production, in order to transfer large amounts of various finely granular, and the bulk of unit in agriculture. These transporters have a range of features, its continued work to achieve a certain exercise capacity regardless of the distance of transporting materials.

Key words: screw conveyors, coil, among bearing, calculation, parameters, software.