

PARTICULARITĂȚI CONSTRUCTIVE ALE UNUI AUTOMAT ECUATORIAL HIPOCICLOIDAL SFERIC ECUATORIAL

CONSTRUCTIVE PARTICULARITIES OF AN EQUATORIAL SPHERICAL HYPOCYCLOID AUTOMATIC MACHINE

Răzvan RĂCEU

Transilvania University of Brasov, Romania

Rezumat. Dezvoltarea tehnologică este una dintre căile evoluției umane. Apar, se dezvoltă și se aplică noi tehnologii și produse, inclusiv noi tipuri de mașini-unelte.

Cercetări dezvoltate la Universitatea Transilvania din Brașov, România, au condus la elaborarea unei noi clase de automate de presare, denumite „hipocicloidale”. Acestea exploatează anumite caracteristici particulare ale curbilor hipocicloidale plane și ale mecanismelor planetare cu angrenare interioară care pot genera astfel de traiectorii.

Cercetări recente au pus în evidență posibilitatea extinderii acestei clase de mașini, în sensul conceperii de automate hipocicloidale spațiale. Cercetările vizează deocamdată automate hipocicloidale sferice, fiind abordate cu prioritate cele ecuatoriale. În acest sens este deja elaborat un prim concept, original, pentru care este demarată procedura de protecție prin brevet de invenție.

Având ca referință schema cinematică a unui automat hipocicloidal sferic ecuatorial s-a elaborat un model constructiv și funcțional virtual realizat în Pro Engineer Wildfire.

Lucrarea își propune să prezinte, cu prioritate, unele particularități constructive ale acestui automat de presare, în strânsă legătură cu principiul de funcționare al acestei mașini.

Key words: automat hipocicloidal, particularități constructive, cinematică, funcționare, invenție

1. Introducere

Dezvoltarea tehnologică este una dintre căile evoluției umane. Dezvoltarea tehnologică este una dintre căile evoluției umane. Apar, se dezvoltă și se aplică noi tehnologii și produse, inclusiv noi tipuri de mașini-unelte.

Cercetarea științifică universitară este deseori una de avangardă, deschizătoare de noi direcții și domenii de studiu. Cercetări desfășurate în ultimele două decenii la Universitatea Transilvania din Brașov au condus la elaborarea unei noi clase de automate de presare, denumite „hipocicloidale” [1, 2]. Acestea exploatează anumite caracteristici particulare ale curbilor hipocicloidale plane și ale mecanismelor planetare cu angrenare interioară care pot genera astfel de traiectorii.

Abstract. Technical development is one of the paths of human evolution. New technologies and products emerge, are developed and applied, including new types of machine tools.

Research made by Transilvania University of Brașov, Romania has lead to the elaboration of a new class of automatic presses, called the “hypocycloids”. These exploit some special features of the plain hypocycloid curves and the planetary mechanisms with internal gearing that can generate such trajectories.

Latest research has highlighted the possibility of extending this class of machines, in terms of the conception of spatial hypocycloid automatic machines. Research targets so far the spherical hypocycloid automatic machines, highest priority approach receiving / being given to the ecuatorial ones. In this sense, was already developed a unique, initial concept, for which the patenting procedure has been initiated.

Having as reference the kinematic scheme of an equatorial spheric hypocycloid automatic machine, it has been elaborated a constructive and functional virtual model in Pro Engineer Wildfire.

The primary scope of this paper is to present some of the structural features of this automatic press in conjunction with the operating principle of this machine.

Key words: hypocycloid automatic machine, structural features, kinematics, operation, invention

1. Introduction

Technical development is one of the pathways of human evolution. New technologies and products emerge are developed and applied, including new types of machine tools.

University scientific research is often a vanguard one, opener of new directions and areas of study. Researches conducted in the last two decades in Transilvania University of Brasov have lead to the development of a new class of automatic presses, called the „hypocycloids” [1, 2]. These exploit some of the distinctive features of the plane hypocycloid curves and the planetary mechanisms with internal gearing that can generate such trajectories.

Cercetări recente au confirmat ipoteza [3] conform căreia această clasă de mașini poate fi extinsă în sensul conceperii de automate hipocicloidale spațiale. Deocamdată studiile vizează doar automate hipocicloidale sferice, fiind abordate cu prioritate cele ecuatoriale. În acest sens este deja elaborat un prim concept, original, pentru care este demarată procedura de protecție prin brevet de invenție.

2. Principiul constructiv și funcțional al unui automat hipocicloid sferic ecuatorial

La fel ca și automatele hipocicloidale plane, un automat hipocicloid sferic ecuatorial asigură antrenarea periodică și temporară în mișcare de translație a două sau mai multe culisoare de către un element care descrie, în acest caz, o hipocicloidă sferică cu un număr de puncte de întoarcere egal cu numărul de culisoare antrenate. Aspectul unei hipocicloide sferice ecuatoriale cu două bucle se prezintă în figura 1 [4].

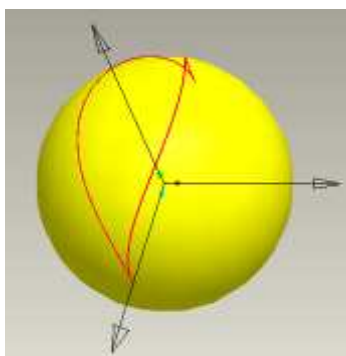


Figura 1. Aspectul unei hipocicloide sferice ecuatoriale cu două bucle, normală

Figure 1. The appearance of a spherical equatorial hypocycloid with two loops, normal

O astfel de traiectorie poate fi generată de un mecanism planetar cu roți dințate conice, la care roata centrală fixă este una plană (are unghiul conului de divizare de 180°), numărul de dinți ai acesteia fiind dublu față de numărul de dinți ai roții satelit.

În figura 2 se prezintă o schemă cinematică a unui automat hipocicloid sferic ecuatorial cu două culisoare, precum și un model 3D al acestuia, simplificat, dar relevant.

Roata dințată conică 1 este solidară cu batiul 3 al mașinii. Roata dințată conică 2, liberă la rotație față de arborele 4, angrenează cu roata 1, fiind lăgăruită radial și axial față de arborele principal 4.

Antrenarea roții 2 în mișcare de rotație se obține ca urmare a mișcării de rotație a arborelui principal 4 și datorită angrenării cu roata fixă 1.

Arborele principal 4, lăgăruit adecvat față de batiul automatului, este antrenat în mișcare de rotație de la un volant 5, prin intermediul unui

Recent studies have confirmed the hypothesis [3] that this class of machines can be extended by developing spatial hypocycloid automatic machines. For the time being, the studies focus only on the spherical hypocycloid automatic machines, being addressed with high priority the equatorial ones. In this sense, it had already been developed a unique, initial concept, for which the patenting procedure has been initiated.

2. The constructive and functional principle of an equatorial spherical hypocycloid automatic machine

Similar to plane hypocycloid automatic machines, an equatorial spherical hypocycloid automatic machine provides the periodical and temporary translational motion of two or more sliders by a part which describes, in this case, an equatorial spherical hypocycloid with the number of return points equal to the number of engaged sliders. The appearance of a spherical equatorial hypocycloid with two loops is shown in figure 1 [4].

Such a trajectory can be generated by a planetary mechanism with conical gears, for which the fixed central gear is a plane one (the angle of its pitch cone is 180°), the number of its teeth being the double of the satellite gear's number of teeth.

Figure 2 shows a kinematic scheme of an equatorial spherical hypocycloid automatic machine with two slide blocks, as well as a simplified, but relevant 3D model of this.

The conical gear 1 is joined with the base 3 of the machine. The conical gear 2, rotating freely on shaft 4, engages with gear 1, having a radial and axial bearing against the main shaft 4.

The drive of gear 2 in rotational motion is obtained as a result of the main shaft's 4 rotation and because of the engagement with the fixed gear 1.

The main shaft 4, adequately equipped with bearings against the base of the automatic machine, is driven into rotational motion from a flywheel 5,

cuplaj 6. Volantul 5 este antrenat în mișcare de rotație continuă de la un motor electric 7, printr-o transmisie cu curele 8. Este necesară și o frână 9. Opțional, cuplajul 6 și frâna 9 pot forma un ansamblu cuplaj-frână monobloc. Față de roata dințată conică 2 se fixează printr-un braț 10 o piesă 11 care să materializeze punctul M generator de traiectorie hipocicloidă sferică ecuatorială. Dacă piesa 11 este sferică, atunci centrul sferei este punctul M și trebuie să fie amplasat chiar pe conul de divizare al danturii roții 2.

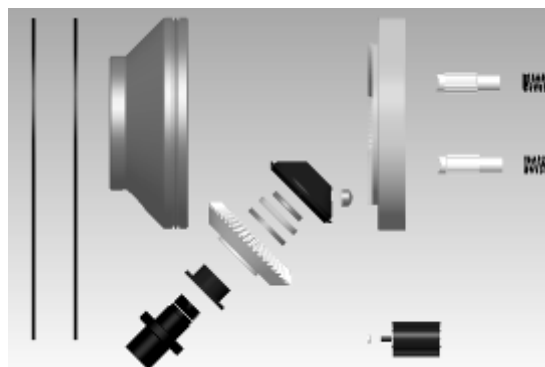
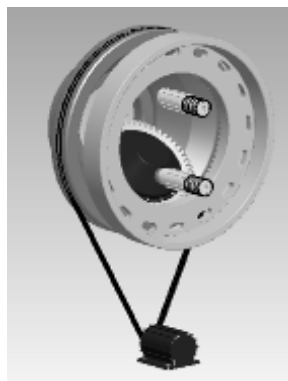
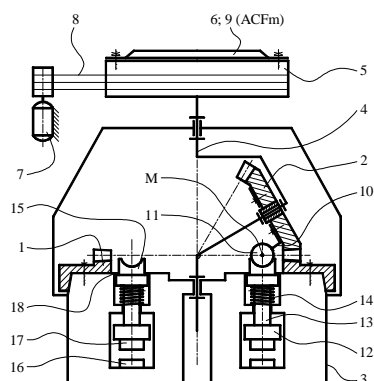


Figura 2. Imagine 3D a modului de montare a componentelor sistemului planetar

Figure 2. 3D image of the planetary system's components assembly

Un post de presare este compus dintr-un culisor 12, un element de ghidare 13, un arc cilindric de compresiune 14 și un corp frontal 15. Fiecare post de presare este dotat cu câte două matrițe, 16 și 17. Matrița 16 este fixă, solidară cu batiul 3 al mașinii, iar matrița 17 este mobilă, solidară cu culisorul 12 al postului de presare respectiv. Elementul de ghidare 13 se recomandă a fi cilindric, cu caneluri.

Arcul cilindric de compresiune 14, montat precomprimat, are rolul de a păstra distanțate matrițele în perioadele când postul de presare nu este acționat, în vederea facilitării operațiilor de evacuare a piesei prelucrate și de alimentare cu o nouă piesă semifabricat, și de a aduce culisorul în poziția de repaus după fiecare acționare a acestuia.

Corpul frontal 15 are rolul de a forma periodic și temporar o cuplă de rotație, închisă prin forță, cu piesa 11 ce materializează punctul M generator de traiectorie hipocicloidă sferică ecuatorială. Poziția opritorului 18 se recomandă a fi reglabilă. Prin opritorul 18 se limitează lungimea cursei culisorului la valoarea dorită.

3. Particularități constructive

Dantura roților mecanismului planetar al unui automat hipocicloidă sferică este de preferat a fi una conică curbă, ea fiind superioară danturii drepte, oferind o rezistență pe dinți mult mai mare pentru angrenajele ce lucrează cu șoc. În cazul roții bază de

through a coupling 6. The flywheel 5 is driven into a continuous rotational movement by an electric motor 7, through a belt transmission 8. A brake 9 is also necessary. Optionally, the coupling 6 and the brake 9 may form a one-piece, clutch-break assembly. To the conical gear 2 is fastened through an arm 10 a part 11, which would materialize the point M, the generator of the equatorial spherical hypocycloid's trajectory. If part 11 is spherical, then the center of the sphere is the point M and has to be placed exactly on the pitch cone of gear 2's teeth.

A press-workstation is made of a slide block 12, a guide 13, a cylindrical compression spring 14 and a frontal part 15. Each pressing station is equipped with two dies, 16 and 17. Die 16 is fixed, joined to the machine's base 3 and the die 17 is mobile, joined to the slider 12 of the pressing station in question. The guide 13 is recommended to be cylindrical, with grooves.

The cylindrical compression spring 14, mounted pre-stressed, serves to keep apart the dies during the periods when the workstation is inactive, in order to facilitate the evacuation of the workpiece and the supply of a new semi-finished product, and to bring the slider into a rest position after each actuation of this.

The frontal part serves to form a periodic and temporary torque, closed by force with part 11, which materializes the point M, generator of the equatorial spherical hypocycloid's trajectory. The position of the stopper 18 is recommended to be adjustable. Through the stopper 18 is limited the stroke length to the desired value.

3. Design features

The tooth of the planetary gear mechanism of a spherical hypocycloid automatic machine is preferably a conical curve, this being superior to the straight tooth, providing a greater resistance of the teeth against shocks. In case of the base gear of an

la un automat hipocicloid sferic ecuatorial, dantura nu poate fi generată prin utilizarea de capete de frezat cu dinți frontali, deci nu poate fi în arc de cerc, de spirală arhimedică, de epi- sau hipocicloidă. Poate fi dantură în arc de evolventă alungită, dantură ce se generează utilizând freze melc-modul conice [5].

În toate cazurile se poate utiliza dantură conică dreaptă, caz adoptat pentru modelul 3D, în principal datorită simplității reprezentării.

3.1. Construcția satelitului

Ca urmare a mișcării arborelui principal, de tip clopot în cazul de față, și datorită faptului că roata bază este fixă, satelitul primește mișcare de rotație în jurul propriei axe. Momentului de torsiune ce se transmite în acest mod roții satelit i se opune, la fiecare acționare a unui culisor, momentul de torsiune rezistent transmis dinspre culisor prin piesa ce materializează punctul generator de hipocicloidă sferică.

Cu roata satelit se solidarizează, direct sau indirect, piesa ce materializează punctul generator de hipocicloidă sferică. S-a optat pentru o legătură indirectă, prin intermediul unui capac, figura 4.

Pentru a genera o hipocicloidă sferică normală, punctul generator de traiectorie se plasează obligatoriu în conul de divizare al danturii roții satelit. Capacul trebuie solidarizat adecvat cu roata satelit, adică coaxial cu aceasta și având o bază de sprijin fermă. Ca urmare, piesa ce materializează punctul generator se poziționează corect, indiferent de orientarea unghiulară a capacului față de roata satelit. Soluția constructivă adoptată prevede ghidare pe o suprafață cilindrică și sprijin pe o suprafață plană, figura 4. Fixarea față de roata satelit se face prin șuruburi, protejate adecvat la deșurubare.

3.2. Construcția roții dințate bază

Satelitul se află în angrenare cu roata bază, fiind purtător al piesei ce materializează punctul generator de traiectorie.

Dacă satelitul ocupă o poziție unghiulară oarecare față de roata bază, atunci hipocicloida descrisă de punctul generator nu va avea punctele de întoarcere poziționate pe axele culisoarelor. Poziția particulară necesară se realizează printr-un reglaj, imperativ necesar, ce presupune poziționarea roții bază față de batiu. Doar ulterior acestui reglaj are loc fixarea roții bază față de acesta.

În același timp, roata bază trebuie să preia un moment de torsiune semnificativ.

equatorial spherical hypocycloidal automatic machine, the teeth cannot be generated by using milling heads with frontal gearing, so it cannot be in an Archimedean spiral circular arc of an epi- or hypocycloid. The teeth can be in an elongated involute arch, generated by milling with conical worm gears [5].

The straight conical gears can be used in all cases, which are also used for the 3D model, mainly due to its representation simplicity.

3.1. Design of the satellite

Because of the motion of the main bell-shaped shaft and the fixed base gear, the satellite will rotate around its own axis. Opposing the torque transmitted in this way to the satellite gear, each time the slider is driven, there is a resistant torque transmitted from the slider through the part which materializes the generating point of the spherical hypocycloid.

The satellite gear is joined, directly or indirectly, to the part which materializes the generating point of the spherical hypocycloid. It has been chosen an indirect connection, through a lid, figure 4.

In order to generate a normal spherical hypocycloid, it is compulsory to place the trajectory generating point in the pitch cone of the satellite gear. The lid has to be solidarized adequately with the satellite gear, coaxially with this and having a firm base of support. As a result the part that materializes the generating point is positioned correctly, regardless to the angular orientation of the lid towards the satellite gear. The adopted constructive solution has guides on a cylindrical surface and support on a flat surface, figure 4. The joining to the satellite gear is made through screws, adequately protected from unscrewing.

3.2. Construction of the base gear

The satellite, gearing with the base gear, is the carrier of the part that materializes the generating point of the trajectory.

If the satellite has a certain angular position to the base gear, then the hypocycloid described by the generating point won't have the return points placed on the sliders' axes. The particular position, should be obtained through an adjustment, that is absolutely necessary, involving the correct positioning of the base wheel to the base of the machine. Only after this adjustment is made, takes place the fixing of the base gear to the base.

In the same time, the base gear has to take over a significant torque.

Pentru rotire, cu asigurarea ghidării adecvate, este necesară prezența a două suprafețe coaxiale, fie cilindrice, fie conice. Dacă se utilizează suprafețe cilindrice, atunci sprijinul se face pe suprafețe plane. Fixarea se face obligatoriu prin șuruburi.

Soluția constructivă care satisface simultan atât reglajul necesar precizat, cât și transmiterea către batiu a solicitării de torsiune este asamblarea roții bază cu batiul prin strângere pe con, cu autoblocare pe această suprafață. În funcție de gabaritul automatului și de varianta constructivă adoptată, suprafața conică prevăzută pe corpul roții bază poate fi exterioară sau interioară [4].

Utilizarea asamblării prin strângere pe con are ca dezavantaj o poziție variabilă față de batiu a unui plan de referință al roții bază. Pe cale de consecință, poziționarea axială a arborelui principal al mașinii trebuie să se facă față de roata bază.

Pentru a permite rotirea roții bază, canale de trecere pentru șuruburi trebuie să aibă formă alungită, figura 3. Lungimea minimă a acestora trebuie să corespundă unui gol și unui dinte al danturii roții bază.

In order to rotate, the base gear needs two coaxial surfaces, either cylindrical or conical, provided with proper guides. When using cylindrical surfaces, the support is made on flat surfaces. The attachment is made mandatorily with screws.

The constructive solution, that satisfies simultaneously both the aforementioned adjustment as well as the transmission of the torque towards the frame, is the assembly of the base gear with the base frame by cone-tightening, with self-locking on this surface. Depending on the machine's gauge and the adopted constructive option, the tapered surface on the base gear can be exterior or interior [4].

The cone-tightening assembly has as disadvantage a variable position of the base gear's reference plan to the frame. Consequently, the axial positioning of the main shaft should be made according to the base gear and not the frame.

To allow the rotation of the base gear, the holes for the screws should have an elongated shape, figure 3. The minimum length of these must correspond to a spacewidth and a tooth of the base gear.

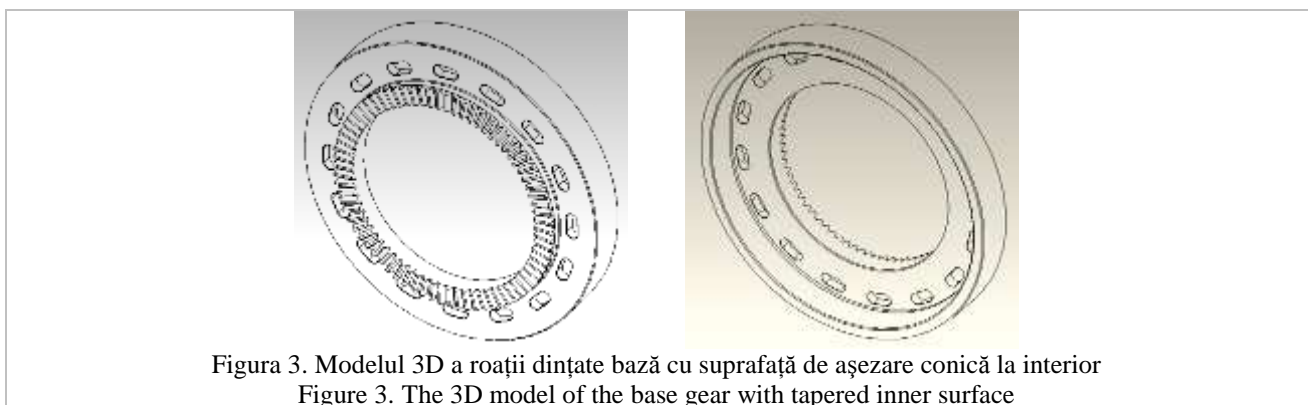


Figura 3. Modelul 3D a roții dințate bază cu suprafață de așezare conică la interior
Figure 3. The 3D model of the base gear with tapered inner surface

3.3. Construcția axului

Axul are rolul de suport pentru satelit.

Corecta funcționare a angrenajului conic presupune suprapunerea vârfurilor conurilor de divizare ale danturilor componente. Deoarece roata bază este fixă, reglajele se pot face doar prin deplasări adecvate ale roții satelit. Prin deplasarea roții satelit în lungul axului se aduce vârful conului de divizare al danturii satelitului în axa de rotație a arborelui principal, iar prin translația axială a arborelui, deci inclusiv a axului, se asigură suprapunerea dorită.

Poziționarea necesară a roții satelit se poate face prin translația axului față de arborele de tip clopot. O soluție constructivă simplă se asigură prin utilizarea unor distanțiere amplasate între spatele umărului axului și suprafața plană de sprijin cu arborele de tip clopot.

3.3. Construction of the axis

The role of the axis is to support the satellite.

The proper functioning of the bevel gear requires the overlapping of the peaks of the pitch cones of the component gears. Since the base gear is fixed, the adjustments can be made only by appropriate movements of the satellite gear. By moving the satellite gear along the axis, the peak of the satellite's teeth pitch cone is brought into the rotation axis of the main shaft, and by the axial translation of the shaft, including that of the axis, the desired overlap is ensured.

The required positioning of the satellite gear can be done by translating its axis towards the bell-shaped shaft. A simple constructive solution is provided by the use of some spacers placed between the back of the axle's shoulder and the flat support surface with the bell-shaped shaft.

Lagărul radial și axial al roții satelit față de ax este unul de alunecare. Se utilizează în acest sens o bucsă de bronz, asamblată cu strângere față de roata satelit, figura 4. Reglarea jocului axial al lagărului și protecția contra desfacerii acestuia se asigură prin utilizarea a două piulițe înguste, reciproc blocate. Pe capătul liber al axului este prevăzut pentru aceasta un filet cu pas mic.

Asamblarea axului cu arborele clopot se face prin ghidare pe suprafață cilindrică și sprijin pe suprafață plană. Sprijinul este la interiorul arborelui de tip clopot, astfel încât forța axială transmisă dinspre satelit către ax să se descarce în arbore și să nu solicite la tracțiune șuruburile.

The radial and axial bearings of the satellite gear are sliding on the axle. For this it is used a bronze bushing, assembled with a tight grip on the axle and a loose one on the satellite gear, figure 4. The adjustment of the axial bearing's clearance is made by using two narrow nuts, mutually blocked. For this purpose, the free end of the axle is threaded with a fine thread.

The assembly of the bell-shaped shaft with the axle is done through guides on the cylindrical surface and support on a flat surface. The support is at the interior of the bell-shaped shaft, so that the longitudinal force transmitted from the satellite towards the axle would discharge in the shaft and not on the screws.

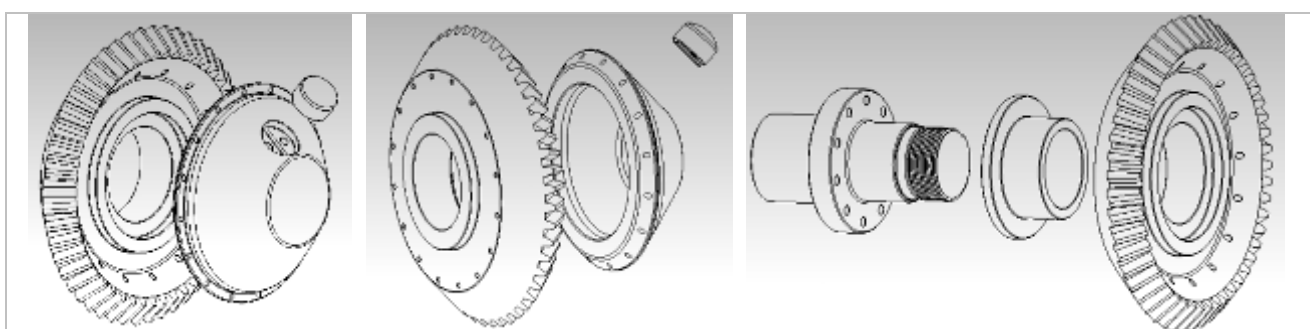


Figura 4. Reprezentarea montării capacului pe satelit, montarea satelitului pe bucsă solidară cu axul
Figure 4. Assembly of the lid with the satellite, assembly of the satellite with the bushing attached to the axle

3.4. Construcția arborelui principal de tip clopot

Rolul arborelui principal este de a antrena în mișcare de rotație axul roții satelit. Ca urmare a angrenării acesteia cu roata bază, fixă, se realizează în fapt rostogolirea fără alunecare a rulantei, materializată prin roata satelit, față de bază, materializată prin roata bază.

În același timp, arborele principal este și suport pentru axul roții satelit. O soluție de asamblare a acestuia cu arborele s-a prezentat anterior.

Forma de tip clopot a arborelui principal, foarte tehnologică și suficient de rigidă, asigură mașinii un gabarit redus și o construcție capsulată.

La modelul virtual al automatului hipocicloidal sferic ecuatorial arborele principal de tip clopot preia și funcția de volant, antrenat direct de la motor prin curele trapezoidale. Foarte probabil se va adopta această soluție și pentru modelul experimental.

5. Concluzii

Cercetări desfășurate în ultimele două decenii la Universitatea Transilvania din Brașov au condus la elaborarea unei noi clase de automate de presare, denumite „hipocicloidale”. Cercetări recente au confirmat ipoteza conform căreia această clasă de

3.4. Construction of the main bell-shaped shaft

The role of the main shaft is to give the axis of the satellite gear a rotational motion. The gearing of this with the fixed base gear realizes, in fact, the rolling without sliding of the roller, materialized through the base gear.

In the same time, the main shaft is also the support for the satellite gear's axle. A solution of its shaft assembly has been previously presented.

The bell-shape of the main shaft, very technological and rigid enough, provides small gauge and encapsulated construction.

In the virtual model of the equatorial spherical hypocycloid automatic machine, the main, bell-shaped shaft also takes over the function of a flywheel, driven directly by an electric motor through V-belts. This solution is very likely to be adopted also for the experimental model.

5. Conclusions

Researches made by Transilvania University of Brasov in the last two decades have lead to the elaboration of a new class of automatic presses, called “the hypocycloidals”. Recent researches have confirmed the hypothesis, according to which, this

mașini poate fi extinsă în sensul conceperii de automate hipocicloidale spațiale.

La un automat hipocicloidal sferic traiectoria utilă este descrisă de un punct solidar cu un cerc rulant care se rostogolește fără alunecare peste un cerc bază. Ambele cercuri se sprijină pe o aceeași sferă. Ca mecanism de transformare se utilizează un mecanism planetar cu roți dințate conice.

Satelitul se află în angrenare cu roata bază și este purtător al piesei ce materializează punctul generator de traiectorie. Roata bază este obligatoriu solidară cu batiul mașinii.

Un automat hipocicloidal sferic ecuatorial asigură antrenarea periodică și temporară în mișcare de translație a două sau mai multe culisoare de către un element care descrie, în acest caz, o hipocicloidă sferică cu un număr de puncte de întoarcere egal cu numărul de culisoare antrenate.

Este elaborată o schemă cinematică a unui automat hipocicloidal sferic ecuatorial cu două culisoare, precum și un model 3D al acestuia, simplificat, dar relevant. Modelul 3D este complet conform cu schema cinematică.

Lucrarea pune în evidență și descrie particularități constructive referitoare la roata bază, roata satelit, axul satelitului și arborele principal, de tip clopot. Particularitățile constructive sunt impuse atât de structura cinematică, cât și de anumite cerințe de reglare și montaj.

class of machines can be extended by conceiving spatial hypocycloid automatic machines.

The useful trajectory of a spherical hypocycloidal automatic machine is described by a point attached to a rolling circle, which rolls without sliding over a base circle. Both circles are attached to the same sphere. As a transforming mechanism it is used a planetary mechanism with bevel gears.

The satellite is gearing with the base gear and is supporting the part which materializes the trajectory's generating point. The base gear's attachment to the frame is mandatory.

An equatorial spherical hypocycloid automatic machine ensures the periodical and temporary translational motion of two or more sliders by a part which describes, in this case, an equatorial spherical hypocycloid with the number of return points equal to the number of engaged sliders.

It is elaborated the kinematics scheme of an equatorial spherical hypocycloid automatic machine with two sliders, as well as a simplified, but relevant 3D model of this. The 3D model is complete, according to the kinematics scheme.

This paper highlights and describes the structural features of the base gear, satellite-gear, the axis of the satellite and the main, bell-shaped shaft. The constructive features are required both by the kinematics structure, as well as by certain adjustment and mounting requirements.

References

1. Cioară, R.: *Automat de presare la rece (Automatic Press for Cold Forming)*. RO patent no. 109825 (in Romanian)
2. Cioară, R.: *Automat de presare la rece (Automatic Press for Cold Forming)*. RO patent no. 116356 (in Romanian)
3. Cioară, R.: *Contribuții teoretice și experimentale privind cinematica, dinamica și construcția unui mecanism executor principal cu traiectorie hipocicloidală utilizat la automatele de presare de mare productivitate (Theoretical and experimental contributions to the kinematics, dynamics and construction of a main executive mechanism with hypocycloid trajectory used for high productivity automatic presses)*. PhD Thesis, Transilvania University of Brașov, Romania, 1998 (in Romanian)
4. Cioară, R., Răceu, R., & Pöllner, C.: *Spatial hypocycloid automatic machine for cold forming. Concept and structure*. The 14th International Conference ModTech 2010 Modern Technologies, Slănic Moldova, "Gh.Asachi" University Press, p. 191-194, ISSN 2066-3919, 20-22 May 2010, Iași (in English)
5. Guja, N.: *Angrenaje conice și hipoide (Bevel and hypoid gears)*. Editura Tehnică, ISBN 973-31-0168-0, București, Romania, 1990 (in Romanian)

Acknowledgement

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development (SOP HRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the contract number POSDRU/88/1.5/S/59321.

Lucrare primită în Iunie 2010
(și în formă revizuită în Iulie 2010)

Received in June 2010
(and revised form in July 2010)