

(19)



(10) **LT 2015 036 A**

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2015 036**

(51) Int. Cl. (2016.01): **B62D 51/00**
B62D 57/00

(22) Paraiškos padavimo data: **2015-05-06**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2016-11-10**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(71) Pareiškėjas:

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS, K. Donelaičio g. 73, 44249
Kaunas, LT**

(72) Išradėjas:

**Jonas VALICKAS, LT
Jonas Algimantas JANKAUSKAS, LT
Martynas SATKEVIČIUS, LT**

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Aušra PAKĖNIENĖ, AAA Law, J.Jasinskio g. 16A, LT-03163 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Laiptais galintis kopti įrenginys ir tokio įrenginio pavaros energijos sąnaudų valdymo būdas

(57) Referatas:

Šiame išradime yra pateikiamas judėti tiesiu keliu ir laiptais galintis įrenginys, skirtas perkelti transportuojamą objektą, pavyzdžiui neįgalų asmenį, kuomet sumontuota neįgaliųjų vežimėlyje, arba kitą krovinį, kuomet sumontuota krovinių pervežimo įrenginyje. Įrenginio konstrukciją sudaro rėmas, bent dvi tritaškės atramos, apimančios atramos būgnus su mechanškai periodiškai besikeičiančio ilgio stipiniais, apimančiais kryžmes su kreipiančiosiomis išpjovomis ir jose judamai įtvirtintais riedėjimo ratų laikikliais ir minėtais riedėjimo ratais, krovinio atramos tvirtinimo prie įrenginio rėmo bent du tvirtinimo nariai, pagalbinės atramos į laiptus ratai, transporto priemonės pagrindinės pavaros reduktorius, variklis, krovinio horizontalumo reguliavimo mechanizmas, atraminis ratas ir operatoriaus rankenos. Kiekvieno riedėjimo rato centro atstumas nuo kryžmės centro kinta tolygiai ir periodiškai nuo maksimalaus ilgio, kada prisiderinant prie laiptų aukščio yra reikalingas didžiausias ilgis, iki minimalaus ilgio, kada riedėjimo ir persikėlimo pavarai darbo režimas yra sunkiausias, tuo būdu sumažinant pasipriešinimo momentą. Tokios konstrukcijos įrenginys galėtų nesunkiai įveikti įvairaus aukščio laiptų pakopas ir papildomai prailgintų elektros variklio kilnojamo energijos šaltinio veikimą, ženkliai sumažinant elektros variklio energijos sąnaudas.

LAIPTAIS GALINTIS KOPTI ĮRENGINYS IR TOKIO ĮRENGINIO PAVAROS ENERGIJOS SĄNAUDŲ VALDYMO BŪDAS

Technikos sritis

Išradimas yra susijęs su keltuvais, skirtais pasikelti nestandartinio aukščio laiptais, o tiksliau neįgaliųjų transportavimo priemone galinčia pasikelti nestandartinio aukščio laiptais, kurios variklio energijos sąnaudos kinta priklausomai nuo atraminių ratų padėties.

Technikos lygis

Organizacijų ir įstaigų pastatų naudojamų laiptų pakopų aukštis dažnai yra ne vienodas. Tradicinės neįgaliųjų transporto priemonės yra aprūpintos dviem porom ratų, kurios nėra pritaikytos įveikti įprastinio ar nestandartinio aukščio laiptų pakopas.

Žinomos pasaulyje gaminamos kėlimo priemonės, galinčios įveikti įvairaus dydžio laiptų pakopas turi labai sudėtingas konstrukcijas, dėl ko jos tampa per brangios galiniam vartotojui. Tai yra ypač aktualu neįgalių asmenų socialinei adaptacijai.

Įvairaus tipo savaeigiai ir stumiami keltuvai, skirti transportuoti tiek krovinius, tiek asmenis per tokias kliūtis kaip pastatų laiptai, nėra naujiena. Dažniausiai tokie keltuvai yra aprūpinti dviem arba daugiau riedėjimui ir/arba kopimui skirtų ratų, kurie yra išdėstyti fiksuotu atstumu nuo centrinės riedėjimo ašies ir kuriuos suka elektros variklis su arba be keltuvo naudotojo arba valdytojo pagalbos.

Išanalizavus įvairius laiptus rasta, kad jų pakopų tipiškas aukštis yra 120 mm – 260 mm, o standartinis pakopų aukštis yra 150 mm. Konstruojant neįgaliųjų transporto priemonę, pakopas įveikiančių įtaisų matmenys privalo būti parinkti taip, kad tokio aukščio diapazono laiptai būtų įveikiami. Transporto priemonei pagal išradimą naudojant specialią atramą su kintančiu atramos pečiu, ji gali pasikelti standartinio ir nestandartinio aukščio laiptais. Dėl pradinių sukimo momentu sumažėjusio apkrovos peties yra pasiekama transporto priemonės naudojamos energijos ekonomija, o pati konstrukcija yra paprasta ir gali būti santykinai pigiai realizuojama gaminant transporto priemonę.

Straipsnyje „*Giuseppe Quaglia , Walter Franco, Riccardo Oderio „Wheelchair.q, a motorized wheelchair with stair climbing ability, Mechanism and Machine Theory, Volume 46, Issue 11, November 2011, Pages 1601–1609“* yra aprašyta transporto priemonė skirta įgalinti negalinčių vaikščioti asmenų judėjimą laiptais. Šio analogo atramos ratai yra pritvirtinti fiksuotu atstumu nuo

centrinės sukimosi ašies. Pagrindiniai šios vežimėlio konstrukcijos trūkumai yra konstrukcijos tinkamumas keltis tik standartinio aukščio laiptais ir vienoda maksimali variklio apkrova visiems ratams kylant ar leidžiantis, kada yra kopinama laiptais.

Tritaškės atramos su kintamu petimi analogas yra atskleistas Kinijos naudingojo modelio patente Nr. CN20082235393U. Šiame patente yra aprašomas elektrinis žvaigždės formos laiptų lipimo ratų įtaisas, turintis daugiau negu keturis ratukus. Ratukai yra sumontuoti ant stipinų, kurių ilgį galima keisti ir kurie yra nutolę nuo centrinės įtaiso ašies vienodu atstumu. Tačiau ilgio pokytis atsiranda dėl slopintuvų darbo, kurie yra sumontuoti kiekvieno rato stipine, o tai neleidžia sumažinti rato apsukimo apie centrinę varomąją ašį energijos sąnaudų, nes konstrukcijoje pavaros apkrovos momentas visada išlieka pastovus.

Išradimui artimiausias techninis sprendimas yra atskleistas JAV patente US 6,752,400 B2. Atskleistas transportavimo įrenginys yra aprūpintas ratais, kurie papildomai apskritai rato daliai turi po atramos narį, kuris yra sumontuotas kaip kintamo peties atrama, skirta pakelti arba nuleisti apskritą rato dalį judant laiptų pakopomis. Įrenginys yra skirtas įveikti įvairaus dydžio laiptų pakopas, tačiau pagrindinis šios konstrukcijos trūkumas yra jos sudėtingumas bei reikalingumas adaptuoti prie konkretaus aukščio ir pločio laiptų.

Šio išradimo tikslas yra sukurti nesudėtingos konstrukcijos neįgaliųjų arba krovinių transportavimo įrenginį, kuris galėtų nesunkiai įveikti įvairaus aukščio laiptų pakopas ir papildomai prailgintų elektros variklio kilnojamo energijos šaltinio veikimą ženkliai sumažinant elektros variklio energijos sąnaudas.

Trumpas išradimo aprašymas

Šiame išradime yra pateikiamas judėti tiesiu keliu ir laiptais galintis įrenginys, skirtas perkelti transportuojamą objektą, pavyzdžiui neįgalų asmenį, kuomet sumontuota neįgaliųjų vežimėlyje, arba kitą krovinį, kuomet sumontuota krovinių pervežimo įrenginyje. Įrenginio konstrukcija apima rėmą, bent dvi tritaškes atramas, apimančias po kryžmę su kreipiančiosiomis išpjovomis ir jose judamai įtvirtintais riedėjimo ratų stipiniais su žiediniais elementais ir minėtais riedėjimo ratais, krovinio atramas, neįgaliųjų vežimėlio atveju - kėdės tvirtinimo prie įrenginio rėmo bent du tvirtinimo narius; pagalbinės atramos į laiptus ratus; transporto priemonės pagrindinės pavaros reduktorių; variklį; krovinio horizontalumo reguliavimo mechanizmą; atraminį ratą ir operatoriaus rankenas.

Įrenginio judėjimą laiptais perkeliant jį per kiekvieną laiptų pakopą, vykdomas narys yra labai paprastos konstrukcijos, nereikalaujančios jautiklių ar kitų elektroninių įtaisų tam, kad būtų

užtikrintas patogus ir saugus persikėlimas per įvairaus aukščio laiptų pakopas kartu užtikrinant elektrinės pavaros maitinimo baterijos energijos sąnaudų sumažinimą. Įrenginiui kylant laiptais elektrinės pavaros maitinimo baterijos energijos sąnaudos yra sumažinamos mechaniškai valdant riedėjimo ir persikėlimo atramos kiekvieno riedėjimo rato aukščio reguliavimo nario peties ilgį. Kiekvieno riedėjimo rato aukščio reguliavimo nario ilgis kinta tolygiai ir periodiškai nuo maksimalaus ilgio, kada prisiderinant prie laiptų aukščio yra reikalingas didžiausias ilgis, iki minimalaus ilgio, kada riedėjimo ir persikėlimo pavarai darbo režimas yra sunkiausias, tuo būdu sumažinant pasipriešinimo momentą.

Trumpas brėžinių aprašymas

Kiti išradimo požymiai ir privalumai yra aprašomi detaliame išradimo aprašyme su nuoroda į žemiau pateiktus brėžinius:

Fig.1 yra pavaizduota bendra tritaškio įtaiso konstrukcija kartu su vežimėlio rėmo konstrukcija;

Fig. 2 yra pavaizduotas tritaškis įtaisas;

Fig. 3 yra pavaizduotas tritaškės atramos stipino ir žiedinio elemento mazgas;

Fig.4 yra pavaizduota tritaškės atramos kryžmė;

Fig. 5 yra pavaizduotas tritaškės atramose ekscentrikas;

Fig. 6a-6b yra pavaizduoti įrenginio tritaškės atramos veikimo žingsniai;

Prieš pateikiant detalų išradimo aprašymą su nuorodomis į išradimo įgyvendinimo pavyzdžių brėžinius, atkreipiame dėmesį, kad identiški elementai yra pažymėti tokiais pačiais skaitmenimis visuose brėžiniuose.

Detalus išradimo aprašymas

Figūroje 1 yra pavaizduotas riedėjimo ir persikėlimo per standartinio ir nestandartinio dydžio laiptų pakopas įrenginys (1), apimantis rėmą (2), bent dvi identiškos konstrukcijos tritaškės atramos (3) su joje slenkamai judančiais riedėjimo ratais (R1, R2, R3), kurie gali būti sumontuoti po vieną arba poromis ant vienos iš trijų tritaškės atramos (3) ratų ašių; priekinę ašį (10), krovinio atramos, pavyzdžiui neįgalųjų vežimėlio atveju - kėdės, bent du tvirtinimo narius (11), pagalbinės atramos į laiptus ratus (12); įrenginio pagrindinės pavaros reduktorių (13); pagrindinės pavaros elektros

variklį (14); krovinio horizontalumo reguliavimo mechanizmą (15) su papildoma elektros pavara (16); atraminį ratą (17) ir operatoriaus rankenas (18).

Figūroje 2 yra pavaizduota tritaškė atrama (3) apimanti kryžmę (4), kurios kiekviena ranka (4') turi po kreipiančiąją išpjovą (5); riedėjimo ratų stipinų (6) poras (6'), kurios yra montuojamos ant kryžmės (4) kiekvienos rankos (4') taip, kad laisvai judėtų kreipiančiosiomis (5') ties kiekviena kryžmės (4) ranka (4'), kur minėtos stipinų poros (6') yra pritvirtintos prie žiedinių elementų (7); ekscentriką (9), skirtą žiedinių elementų (7) užmovimui. Ekscentrikas (9) yra nejudamai pritvirtintas prie rėmo (2) tam, kad pro pavaros ašies skylę (9') prasikištų įrenginio (1) priekinė ašis (10), o jo cilindrinio paviršiumi (9'') galėtų sukamai judėti žiediniai elementai (7) jų žiedo dalimi (7z), kada kryžmę (4) suka minėta įrenginio (1) priekinė ašis (10).

Figūroje 3 yra pateikta stipino ir žiedinio elemento mazgas. Kiekviename stipine (6) yra suformuotos bent riedėjimo rato (R1, R2, R3), arba poros, ašies skylės (6r) ir sujungimo tarpusavyje ir su žiediniu elementu (7) skylės (6j). Žiedinis elementas (7) turi bent sujungimui su stipinu (6) skirtas skylės, kurios atitinka stipino (6) skylių (6j) išdėstymą, ir skylę (7e), skirtą žiedinio elemento užmovimui ant ekscentriko (9).

Riedėjimo ir persikėlimo laiptais įrenginys (1) gali būti stumiamas operatoriaus pagalba kartu, arba iš esmės atskirai, veikiant bent dar vienai papildomai įrenginio riedėjimo ratų pavarai (brėžinyje neparodyta).

Įrenginiui (1) judant link laipto pakopos, tritaškės atramos (3) pavara (14) yra išjungta ir visas įrenginys (1) juda ant bent vienos poros riedėjimo ratų (R1, R2, R3), po vieną arba du ant kiekvienos tritaškės atramos (3). Įrenginiui (1) kylant laiptais, pagrindinė pavara (14) per reduktorių (13) ima sukti įrenginio (1) priekinę ašį (10) ant kurios galų yra sumontuotos tritaškės atramos (3) su ratukais (R1, R2, R3). Kiekvienos tritaškės atramos kryžmė (4) yra pritvirtinta ant vežimėlio ašies (10) galų taip, kad sukantis minėtai ašiai (10) kartu suktųsi ir kryžmės (4). Tarp minėtos kryžmės (4) ir rėmo (2) prie minėto rėmo nejudamai yra pritvirtintas ekscentrikas (9) kurio cilindrine dalimi (9'') sukamai juda žiediniai elementai (7). Vežimėlio ašiai sukant (10) kryžmę (4) ir sukantis žiediniams elementams (7) apie ekscentriko (9) cilindrinę dalį (9''), minėti žiediniai elementai (7) priverčia judėti riedėjimo ratų stipinų (6) poras (6') kreipiančiosiomis išpjovomis (5) taip, kad riedėjimo ratų centrų atstumas iki priekinės ašies (10) centro tolygiai kistų sukantis kryžmei (4).

Figūrose 6a ir 6b yra pavaizduoti įrenginio (1) judėjimo per laiptų pakopas metu tritaškės atramos (3) padėties pasikeitimo etapai. Įrenginiui (1) kylant laiptais, į laiptų pakopą atsiremiantys atraminiai ratai (12) palengvina kiekvienos tritaškės atramos (3) vieno iš riedėjimo ratų (R1, R2, R3), arba jų poros, persikėlimą per laipto briauną, kur minėtas vienas iš trijų riedėjimo ratų (R1)

atsiremia į laiptų pakopą tam, kad kiti tritaškės atramos (3) ratai (R2, R3) judėtų link sekančios laiptų pakopos. Tokiu būdu vienas kiekvienos iš dviejų įrenginio (1) tritaškės atramos (3) riedėjimo ratų visada remiasi į žemesnio laiptų pakopą kol kitas ratas yra pasiruošęs užsikabinti ant sekančios pakopos laipto. Starto padėtis visada nesunkiai nustatoma į reikiamą, valdant tritaškės atramos (3) pavara (14). Kilimo greitis taip pat yra valdomas įrenginio (1) operatoriaus.

Figūroje 6a yra pavaizduota pradinė tritaškės atramos (3) padėtis, kuomet įrenginys (1) pradeda persikėlimą laiptų pakopomis. Vienas riedėjimo ratas (R1) atsiremia į laiptų pakopos bent dalį vertikalios dalies tam, kad kitas riedėjimo ratas (R2) būtų perkeltas ant norimos laiptų pakopos bent dalies horizontalios plokštumos. Tuo tarpu trečiasis riedėjimo ratas (R3) juda lanku ir yra laikomas tarpinėje padėtyje tarp pirmos laiptų pakopos ir sekančios laiptų pakopos. Šiame etape kiekvienos tritaškės atramos (3) kiekvieno riedėjimo rato (R1, R2, R3) žiediniai elementai (7) juda ant ekscentrikus (9) savo žiedo dalimi (7z) taip, kad atstumas tarp rato (R1) centro, kuris remiasi į pirmos pakopos bent dalį vertikalios plokštumos, ir kryžmės (4) centro, didėja kitam ratui (R2) judant link tos pakopos horizontalios plokštumos. Tuo momentu, atstumas tarp šio rato (R2) centro ir kryžmės centro yra mažiausias kitų dviejų ratų (R1, R3) atstumo iki kryžmės (4) centro atžvilgiu. Tuo pačiu metu, atstumas tarp trečiojo rato (R3) centro ir kryžmės centro yra didžiausias kuomet jis pradeda judėti nuo pradinės padėties link tarpinės padėties ir persikėlimo metu mažėja iki mažiausio atstumo, kitų dviejų ratų (R1, R2) atstumo iki kryžmės centro atžvilgiu. Tokiu būdu, įrenginio (1) pavarai pasipriešinimo momentas mažėja. Keliantis laiptais kiekvienos iš tritaškės atramos (3) vieno iš trijų ratų stipinų (6) porų (6') poslinkis nuo kryžmės (4) centrinės ašies nuosekliai kinta nuo mažiausio dydžio, kai reikalingas didžiausias variklio sukimo momentas, iki kai tritaškė atrama (3) pereina persivertimo tašką ir krovinio svoris jau padeda varikliui (14) sukintis.

Fig. 6b yra pavaizduotas etapas, kai tritaškės atramos (3) vienas iš trijų ratų (R2) yra ant pirmos laiptų pakopos horizontalaus paviršiaus, antras iš trijų ratų (R1) yra ant pagrindo prieš laiptus arba prieš tai buvusios laiptų pakopos horizontalaus paviršiaus, o trečias ratas (R3) yra tarpinėje padėtyje. Šiame etape ant ekscentrikų (9) cilindrinę dalių (9'') užmauti žiediniai elementai (7) yra tokioje padėtyje, kad ant pirmosios pakopos, arba ant pagrindo prieš laiptus, horizontalaus paviršiaus esančio rato (R1) stipinas būtų pilnai išstumtas, t.y. atstumas nuo riedėjimo rato (R1) centro iki kryžmės (4) centrinės skylės centro būtų galimai didžiausias. Tuo pačiu metu rato (R3) stipinas yra pilnai įtrauktas, t.y. atstumas nuo riedėjimo rato (R3) centro iki kryžmės (4) centrinės skylės centro būtų galimai mažiausias.

Pavarai (14) sukančios vežimėlio priekinę ašį (10), kiekvienos tritaškės atramos (3) ratų stipinų (6) porų (6') atstumo nuo kryžmės (4) centro reguliavimo žiediniai elementai (7) savo žiediniais galais (7z) laisvai sukasi apie prie įrenginio rėmo (2) pritvirtinto ekscentriko (9) cilindrinę dalį (9''), o kiti

jų galai yra sujungti su stipiniais (6), naudojant tvirtinimo elementus, pavyzdžiui varžtus ir veržles. Visų ratų stipinai laisvai juda kreipiančiųjų išpjovų (5) apribotomis trajektorijomis, tokiu būdu periodiškai mechaniškai keičiant tritaškių atramų (3) atraminių ratų atstumą nuo kryžmės (4) centrinės skylės.

Abiejų tritaškių atramų (3) riedėjimo ratų (R_1 , R_2 , R_3), kurie atsiremia į bent dalį kiekvienos sekančios laiptų pakopos vertikalios dalis, padėtį įrenginio (1) operatorius gali laisvai pakoreguoti, esant reikalui, patraukdamas už rankenų (18). Papildoma pavara automatiškai reguliuoja vežimėlio krovinio laikymo horizontalią padėtį, naudojant PID reguliatorių reakcijos pagreitinimui.

Variklio (14) sukimo momentas yra apskaičiuojamas pagal formulę:

$$M = F \times R ,$$

kur F – krovinio ir vežimėlio dalies svorio jėga, R – kintantis tritaškės atramos spindulys.

Naudojama iš variklio akumulatoriaus energija yra proporcinga galiai, ir gali būti apskaičiuota pagal formulę:

$$P = M \times \omega ,$$

kur M – variklio sukimo momentas, kuris kinta vežimėliui judant laiptais, ω – kampinis tritaškės atramos sukimosi greitis.

Atsižvelgiant į formulėse pateiktas priklausomybes yra akivaizdu, kad kai kiekviena tritaškė atrama (3) vienu iš trijų ratų remiasi į žemesniosios laiptų pakopos horizontalią plokštumą ir pradeda kilti, o kitu iš trijų ratų į aukštesnės laiptų pakopos horizontalią plokštumą, variklis (14) yra labiausiai apkraunamas nes jis turi tiesiogiai atsverti vežimėlio dalies ir krovinio svorį. Tačiau dėl mažėjančio spindulio, t.y. atstumo tarp keliamojo riedėjimo rato centro ir kryžmės centro, variklio sukimo momentas mažėja, mažinat variklio apkrovą, lyginant jei tritaškės atramos spinduliai, atstumai nuo riedėjimo ratų centrų iki kryžmės centro, būtų nekintami. Dėl mažesnio reikalingo sukimo momento sumažėja iš akumulatoriaus naudojama energija.

Matuojant pavaros maitinimo šaltinio galią transporto priemonei judant laiptais nustatyta, kad pagamintoje konstrukcijoje sutaupoma ne mažiau, kaip 10% energijos. Tai ypač aktualu, naudojant mobiliuose transporto priemonėse maitinamose iš akumuliatorių.

Išradimas gali būti panaudotas bet kokio tipo objektų transportavimui horizontalios plokštumos keliu ir jų perkėlimui standartinio ir nestandartinio dydžio pakopų laiptais.

Apibrėžtis

1. Transportavimo įrenginys skirtas perkelti krovinį laiptų pakopomis, apimantis rėmą, pavara, daugiataškes riedėjimo atramas su kintamo ilgio ratų atramos nariais ir riedėjimo ratais **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad įrenginys apima tritaškes atramas (3) turinčias kryžmę (4) su kreipiančiosiomis išpjovomis (5) kiekvienoje kryžmės (4) rankoje, stipinų (6) poras (6'), kurie laisvai juda kreipiančiųjų išpjovų (5) apribotu judėjimo keliu, ir prie kurių vieno galo yra pritvirtintas bent vienas riedėjimo ratas (R1, R2, R3), o kitas yra sujungtas su žiediniu elementu (7), kuris yra užmontas ant prie įrenginio (1) rėmo (2) nejudamai pritvirtinto ekscentriko (9) cilindrinio paviršiaus (9'') savo žiedinė dalimi (7z) taip, kad įrenginiu keliantis laiptų pakopomis, riedėjimo ratų (R1, R2, R3) centrų atstumas iki priekinės ašies (10) centro tolygiai kinta sukančiam kryžmei (4).
2. Transporto įrenginys (1) pagal 1 punktą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad papildomai apima pagalbinės atramos į laiptus ratus (12), krovinio horizontalumo reguliavimo mechanizmą (15) su papildoma elektros pavara (16) ir atraminį ratą (17).
3. Transporto įrenginio (1) pagal bet kurį ankstesnį punktą tritaškių atramų (3) veikimo būdas **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad įrenginio (1) kiekvienos tritaškės atramos (3) kiekvieno riedėjimo rato (R1, R2, R3) žiediniai elementai (7) juda apie ekscentrikus (9) savo žiedo dalimi (7z) taip, kad atstumas tarp rato (R1), kuris remiasi į pirmos pakopos bent dalį vertikalios plokštumos, centro ir kryžmės (4) centro, didėja kitam ratui (R2) judant link tos pakopos horizontalios plokštumos, kur atstumas tarp šio rato (R2) centro ir kryžmės centro yra mažiausias kitų dviejų ratų (R1, R3) atstumo iki kryžmės (4) centro atžvilgiu, tarpiniam ratui (R2) esant tarpinėje padėtyje, o atstumas tarp trečiojo rato (R3) centro ir kryžmės (4) centro yra didžiausias kuomet jis pradeda judėti nuo pradinės padėties link tarpinės padėties ir persikėlimo metu mažėja iki mažiausio atstumo, kitų dviejų ratų (R1, R2) atstumo iki kryžmės centro atžvilgiu.

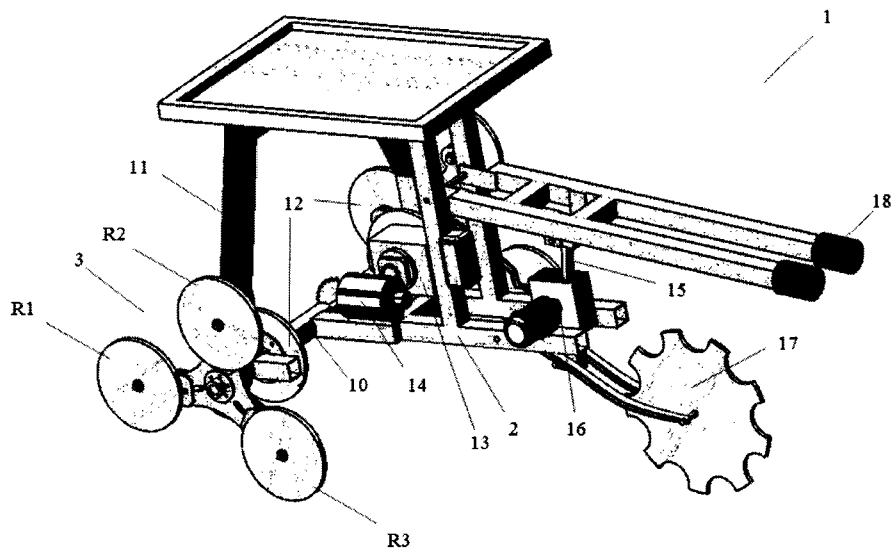


Fig. 1

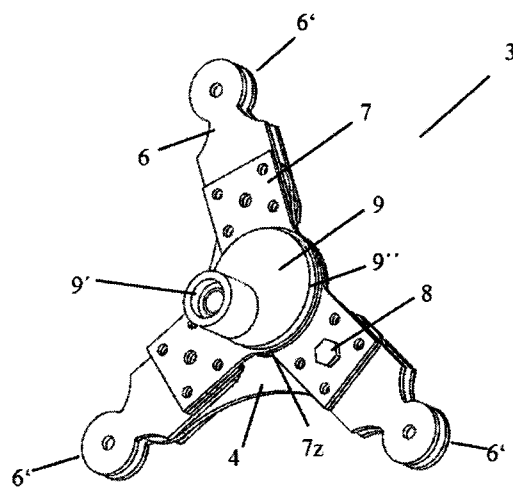


Fig. 2

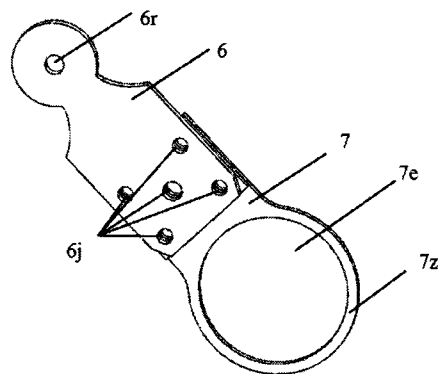


Fig. 3

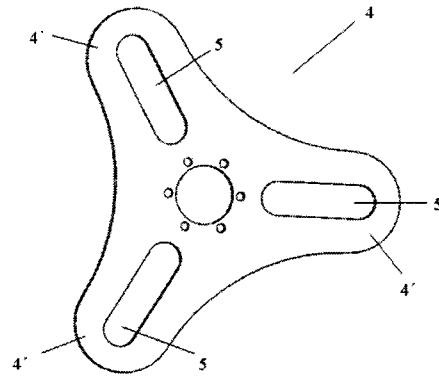


Fig. 4

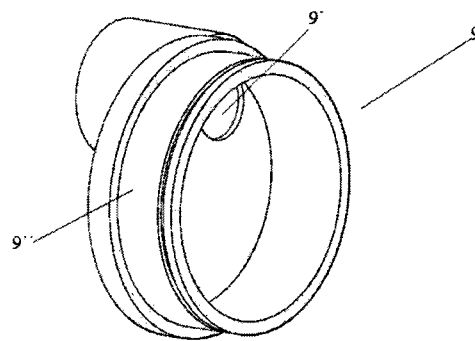


Fig. 5

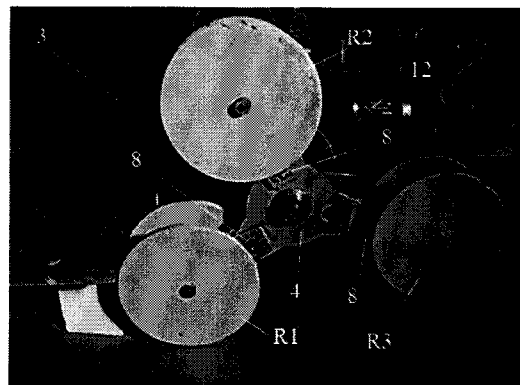


Fig. 6a

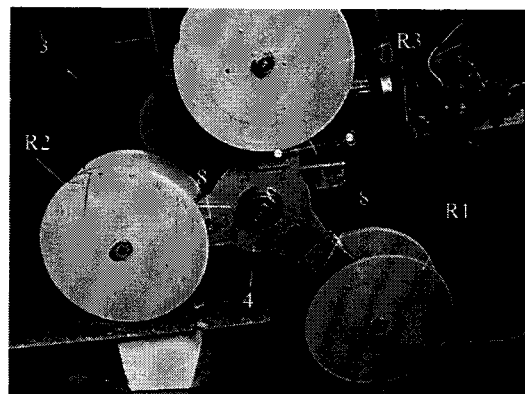


Fig. 6b