

(19)



(10) **LT 6492 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **6492**

(51) Int. Cl. (2017.01): **A01F 9/00**
A01F 11/00
A01F 12/00

(21) Paraiškos numeris: **2017 031**

(22) Paraiškos padavimo data: **2017-05-22**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2017-12-11**

(45) Patent paskelbimo data: **2018-01-25**

(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: —

(72) Išradėjas:

Valdas KINIULIS, LT
Dainius STEPONAVIČIUS, LT
Edvinas PUŽAUSKAS, LT
Albinas ANDRIUŠIS, LT
Darius JOVARAUSKAS, LT
Darius JUKNEVIČIUS, LT

(73) Patent savininkas:

ALEKSANDRO STULGINSKIO UNIVERSITETAS ŽEMĖS ŪKIO INŽINERIJOS IR SAUGOS INSTITUTAS, Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r., LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Lyra TARNAUSKIENĖ, UAB PATENTINĖ TEISINĖ APSAUGA, Maironio g. 14 B-1, LT-44298 Kaunas, LT

(54) Pavadinimas:

Kukurūzų burbuolių kūlimo proceso tyrimo stendas ir proceso tyrimo vykdymo būdas

(57) Referatas:

Išradimas priklauso žemės ūkio technikai. Išradimo tikslas – užtikrinti kokybišką kūlimo proceso tyrimą ir padidinti kūlimo proceso vertinimo kokybinių rodiklių nustatymo tikslumą, siekiant optimizuoti kukurūzų burbuolių kūlimo aparatų konstrukciją ir technologinius parametrus. Stendą sudaro pagrindinis stendo rėmas (1), kūlimo būgno segmentas su spragilo (29) padėties keitimo mechanizmu, tyrimo stalas su keičiama pobūgnio skersine juosta (14) ir veikiančių jėgų matavimo jutikliais (10), (11), besisukančio kūlimo būgno segmento padėties

nustatymo sistema su indukciniais priartėjimo jutikliais (32), elektros pavara (18), jutiklių signalų stiprinimo ir konvertavimo blokas, sudarytas iš maitinimo bloko, jutiklių signalų stiprinimo ir greitaigio signalų konvertavimo, apdorojimo, įrašymo ir stendo valdymo įrenginio (GSA).

Išradimas priklauso žemės ūkio technikai ir skirtas tirti bei stebėti kukurūzų burbuolių kūlimo procesą bei pagal gautus tyrimų rezultatus optimizuoti kūlimo aparatų darbą, nustatant, pavyzdžiui, reikiamą pobūgnio skersinių juostų aukštį ir formą, tarpą tarp kūlimo būgno ir pobūgnio, spragilų judėjimo greitį smūgio į kukurūzų burbuolę metu.

Žinomas kūlimo aparatas priklauso žemės ūkio technikai, būtent kukurūzų kūlimo įrenginiams, ir gali būti panaudotas mokslinio tyrimo įstaigose kūlimo proceso tyrimui. Kūlimo aparatas susideda iš šių pagrindinių dalių: kūlimo būgno, pobūgnio ir rotacinio sieto, įrengto po pobūgniu, ir išskultų grūdų surinkiklio. (žr. RU patentas Nr. 2084111, TPKK: AOI F 11106, publ. 1997).

Taip pat žinomas kūlimo proceso tyrimui skirtas stendas (žr. JASINSKAS, Algirdas ir kt. "Žemės ūkio mašinų laboratoriniai darbai"; mokomoji priemonė. Lietuvos žemės ūkio universitetas, 2010, p 76). Stendas sudarytas iš kūlimo stendo rėmo, kūlimo būgno, pobūgnio, atmušimo būgno, virbalinių ardelių ir talpų nuokuloms surinkti. Tyrimo metu nustatyta kūlimo proceso kokybiniai rodikliai ir aparatų technologinių parametrų įtaka grūdų sužalojimui bei kūlimo grūdų nuostoliai.

Išradimo tikslas - užtikrinti kokybišką kūlimo proceso tyrimą ir padidinti kūlimo proceso vertinimo kokybinių rodiklių nustatymo tikslumą, siekiant optimizuoti kukurūzų burbuolių kūlimo aparatų konstrukciją ir technologinius parametrus.

Išradimas iliustruojamas brėžiniais: Fig. 1 - kukurūzų burbuolių kūlimo proceso tyrimo stendo vaizdo iš priekio schema; Fig. 2 - stendo pjūvio A-A schema (žr. Fig. 1); Fig. 3 - stendo tyrimo stalo schema; Fig. 4 - kūlimo būgno segmento su spragilu schema; Fig. 5, Fig. 6 - kūlimo proceso eigos schema.

Išradimo tikslui pasiekti kukurūzų burbuolių kūlimo proceso tyrimo stendas susideda iš pagrindinio stendo rėmo su atramomis ir važiuokle, stendo tyrimo stalo, susidedančio iš rėmo su horizontalia atramine plokšte, kurios viename gale yra vertikali sienelė, ant atraminės plokštės pritvirtintų dviejų vertikalių ir vienos nuožulnios atramų bei trijų vertikalia kryptimi veikiančių jėgų matavimo jutiklių, ant atramų ir vertikalia kryptimi veikiančių jėgų matavimo jutiklių įrengtos tyrimo plokštės, kuri dvejomis traukutėmis sujungta su vertikaliomis atramomis ir kurios apatinė dalis sujungta su vertikalia kryptimi veikiančių jėgų matavimo jutikliais, o vienas jos galas sujungtas su horizontalia (tangentine) kryptimi veikiančios jėgos matavimo jutikliu,

kuris sujungtas su atraminės plokštės vertikalia sienele; ant tyrimo plokštės įrengtos pobūgnio skersinės juostos su jos aukščio keitimo plokštele, virš tyrimo plokštės, po pagrindinio stendo rėmo dangčiu įrengto kūlimo būgno segmento, kurio veleno rutuliniai radialiniai guoliai pritvirtinti prie stendo rėmo ir kurio velenas per movą sujungtas su elektros varikliu, ant kūlimo būgno segmento veleno užmautų diskų su balansavimo svoriu ir atsvaru, prie diskų pritvirtintos plokštės su magnetų korpusu ir valdomais elektromagnetais, kurie kabeliais sujungti su jutiklių signalų stiprinimo ir konvertavimo bloku per sukamąjį kontaktų bloką, prie plokštės tarpe tarp diskų pritvirtintų dviejų strypų su įvorėmis, kurios tarpusavyje sujungtos plokštele laikikliu, prie kurio vieno galo pritvirtintos metalinės plokštelės, sąveikaujančios su valdomais elektromagnetais, o prie kito - spragilas su tarpspragiliu; be to, besisukančio kūlimo būgno segmento padėties nustatymui įtaisyti du indukciniai priartėjimo jutikliai, įrengti laikiklyje, pritvirtintame prie pagrindinio stendo rėmo, ir kabeliais sujungti su jutiklių signalų stiprinimo ir konvertavimo bloku, susidedančiu iš maitinimo bloko, jutiklių signalų stiprinimo ir greitaegio signalų konvertavimo, apdorojimo, įrašymo ir stendo valdymo įrenginio (GSA), su kuriuo taip pat kabeliais sujungti vertikalia kryptimi ir horizontalia (tangentine) kryptimi veikiančių jėgų matavimo jutikliai.

Taip pat išradimo tikslui pasiekti vietoje traukučių, jungiančių tyrimo plokštę su vertikaliomis atramomis, gali būti sumontuoti du papildomi horizontalia (ašine, statmena tangentinei) veikiančių jėgų matavimo jutikliai ir kabeliais prijungti prie GSA. Taip pat išradimo tikslui pasiekti kūlimo proceso tyrimui įjungus kūlimo proceso valdymo programą ir padėjus tiriamą kukurūzų burbuolę ant tyrimo plokštės prieš pobūgnio skersinę juostą ir taip pat nustačius įtampos dažnio keitikliu elektros variklio ir tuo pačiu kūlimo būgno segmento veleno sukimosi dažnį bei spragilo linijinį greitį, valdomi elektromagnetai gauna maitinimą ir prie savęs pritraukia metalines plokšteles, ir, sukantis elektros varikliui, spragilą priverčia judėti apskritimo trajektorija nepaliečiant kukurūzų burbuolės, o kai jis pasiekia kūlimo būgno padėties nustatymo pirmąjį indukcinį priartėjimo jutiklį, valdomi elektromagnetai išsijungia ir atlaisvina metalines plokšteles; be to, atsilaisvinus metalinėms plokštelėms ir veikiant inercijos jėgai spragilas su tarpspragiliu išsistumia link pobūgnio skersinės juostos ne daugiau kaip 50 mm ir, prieš smogdamas kukurūzų burbuolei, paveikia kitą indukcinį priartėjimo jutiklį, kuris aktyvuoja GSA duomenų įrašymui pagal gautus vertikalia kryptimi veikiančių jėgų ir horizontalia (tangentine) kryptimi veikiančių jėgų matavimo

jutiklių signalus, o spragilui sudavus smūgį kukurūzų burbuolei, elektros variklis išsijungia.

Taip pat išradimo tikslui pasiekti spragilas, prieš smogdamas kukurūzų burbuolei taip pat paveikia papildomus veikiančių jėgų matavimo jutiklius, kai jie papildomai sumontuoti vietoje traukučių, jungiančių tyrimo plokštę su dvejomis vertikaliomis atramomis.

Kukurūzų burbuolių kūlimo proceso kontrolei vykdyti skirtos stendo konstrukciją (žr. Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, Fig. 4) sudaro šios pagrindinės dalys: pagrindinis stendo rėmas, kūlimo būgno segmentas su spragilo padėties keitimo mechanizmu, tyrimo stalas su pobūgnio skersine juosta ir jėgų matavimo jutikliais, besisukančio kūlimo būgno segmento padėties nustatymo sistema, jutiklių signalų stiprinimo ir konvertavimo blokas, sudarytas iš maitinimo bloko, jutiklių signalų stiprinimo ir greitaeigio signalų konvertavimo, apdorojimo, įrašymo ir stendo valdymo įrenginio (GSA) ir elektros pavara. Pagrindinis stendo rėmas 1 yra su atramomis 2, dangčiu 3 ir važiuokle 4. Pagrindinio stendo rėmo apačioje įrengta kūlenų surinkimo sekcija 5. (žr. Fig. 1, Fig. 2).

Tyrimo stalas sudarytas iš rėmo 6, prie kurio pritvirtinta horizontali atraminė plokštė 7 su vertikalia siennele viename gale. Prie vertikalios sienelės pritvirtinta nuožulni atrama 8, o jai priešingoje pusėje įrengtos dvi vertikalios atramos 9. Trys vertikalios kryptimi veikiančių jėgų matavimo jutikliai 10 įtaisyti ant horizontalios atraminės plokštės 7 ir su ja sujungti. Ant atramų 8 ir 9 uždėta tyrimo plokštė 11, kurios apatinė dalis sujungta su vertikalia kryptimi veikiančių jėgų matavimo jutikliais 10. Be to, tyrimo plokštės 11 vienas galas sujungtas su horizontalia (tangentine) kryptimi veikiančios jėgos matavimo jutikliu 12, kuris prijungtas prie horizontalios atraminės plokštės 7 vertikalios sienelės. (žr. Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3). Kad tyrimo plokštė 11 horizontalioje plokštumoje nejudėtų į šonus, ji dvejomis traukutėmis (brėžinyje neparodyta) sujungta su vertikaliomis atramomis 9. Vietoje traukučių gali būti sumontuoti du papildomi horizontalios kryptimi (ašine, statmena tangentinei) veikiančių jėgų matavimo jutikliai. (brėžinyje neparodyta). Veikiančių jėgų matavimo jutikliai 10, 12 kabeliais 13 sujungti su jutiklių signalų stiprinimo ir konvertavimo bloku, susi dedančiu iš maitinimo bloko, jutiklių signalų stiprintuvo ir greitaeigio signalų konvertavimo, apdorojimo, įrašymo ir stendo valdymo įrenginio. (GSA) (brėžinyje neparodyta). Taip pat su GSA sujungiami papildomi veikiančių jėgų matavimo

jutikliai, kai jie papildomai įrengiami.

Ant tyrimo plokštės 11 pritvirtinta pobūgnio skersinė juosta 14 su jos aukščio keitimo plokšte 15. (žr. Fig. 3). Virš tyrimo plokštės 11, po pagrindinio stendo rėmo 1 dangčiu 3, įrengtas kūlimo būgno segmentas, kurio sukimosi velenas 16 įstatytas į rutulinius radialinius guolius 17, įrengtus pagrindinio stendo rėme 1. Velenas 16 per movą sujungtas su elektros varikliu 18. Ant veleno 16 užmauti du diskai 19 su prie jų pritvirtintais pritvirtintais balansavimo svoriu 20 ir atsvaru 21. Tarp diskų 19 įtvirtinta plokštė 22, prie kurios sumontuotas magnetų korpusas 23 ir du valdomi elektromagnetai 24, sujungti su jutiklių signalų stiprinimo ir konvertavimo bloku per sukamąjį kontaktų bloką kabeliais 13, įrengtais velene 16 išfrezuotame griovelyje. Prie plokštės 22 pritvirtinti du strypai 25 su įvorėmis 26, prie kurių pritvirtintas laikiklis 27 su metalinėmis plokštelėmis 28 viename gale ir spragilu 29 su tarpspragiliu 30 kitame gale. (žr. Fig. 1, Fig. 2, Fig. 4).

Besisukančio kūlimo būgno segmento padėties nustatymui pagrindinio stendo rėme 1 įtaisytas laikiklis 31 su dviem indukciniais priartėjimo jutikliais 32, kurie kabeliais sujungti su GSA. Analoginiai GSA įėjimai skirti keisti sustiprintus veikiančių jėgų matavimo jutiklių 10 ir 12 signalus į skaitinę formą. Skaitiniai GSA įėjimai naudojami kūlimo būgno segmento padėčiai nustatyti pagal indukcinį priartėjimo jutiklių 32 siunčiamus signalus. Skaitiniai išėjimai reikalingi valdyti elektromagnetus 24 ir atlikti įrašytų duomenų analizę.

Kukurūzų burbuolių kūlimo procesas tyrimams vyksta sekanti. Kūlimo procesas vyksta pagal specialią proceso valdymo programą.

Tiriamą kukurūzų burbuolę 33 padeda ant tyrimo plokštės 11 prieš pobūgnio skersinę juostą 14 ir įjungia elektros variklį 18. Įtampos dažnio keitikliu, valdomu pagal proceso programą, nustato elektros variklio 18 veleno ir tuo pačiu kūlimo būgno segmento veleno 16 sukimosi dažnį bei spragilo 29 linijinį greitį. Kai valdomi elektromagnetai 24 maitinami elektros srove, jie prie savęs laiko pritraukę metalines plokšteles 28 ir, sukantis nustatytu dažniu elektros varikliui 18, priverčia spragilą 29 judėti apskritimo trajektorija nepaliečiant kukurūzų burbuolės 33. (žr. Fig. 5). Spragilui 29 pasiekus pirmąjį kūlimo būgno segmento padėties nustatymo sistemos indukcinį jutiklį 32, valdomi elektromagnetai 24 išsijungia ir tuomet atlaisvina metalines plokšteles 28. (žr. Fig. 6). Veikiant inercijos jėgai, metalinės plokštelės 28 kartu su spragilu 29 išsistumia ne daugiau kaip 50 mm atstumu link pobūgnio skersinės

juostos 14, ir spragilas 29, prieš smogdamas kukurūzų burbuolei 33, paveikia antrą kūlimo būgno segmento padėties nustatymo sistemos indukcinį priartėjimo jutiklį 32, kuris aktyvuoja GSA spartųjį režimą. Aktyvuotas GSA įrašo trijų vertikalia kryptimi (jutikliai 10) bei vienos vertikalia kryptimi (jutiklis 12) veikiančių jėgų kitimą, ir taip pat horizontalia kryptimi (ašine, statmena tangentinei) veikiančių jėgų kitimą, kai du papildomi veikiančių jėgų matavimo jutikliai yra įrengti. Spragilui 29 sudavus smūgį kukurūzų burbuolei 33, elektros variklis 18 išsijungia.

GSA dirba įprastuoju ar sparčiuoju režimu. Pagal įprastąjį režimą jėgos matavimo jutiklių 10, 12 signalai tiesiog atvaizduojami kūlimo proceso valdymo programos lange. Sparčiuoju režimu GSA duomenis įrašo tuomet, kai besisukantis kūlimo būgno segmentas pasiekia tam tikrą padėtį, nustatomą pagal vieną iš indukcinio priartėjimo jutiklių 32. Įrašytus GSA duomenis perkelia į kūlimo proceso programą.

Pasibaigus užduotam kūlimo procesui pagal proceso valdymo programą, analizuoja gautų kūlenų turinį ir nustato iškultų, neiškultų ar sužalotų kukurūzų grūdų dalis, tangentinę ir normalinę jėgas, veikiančias kukurūzų burbuolę smūgio metu, matuojant indukciniais priartėjimo jutikliais, bei jėgos momentus. Kukurūzų burbulių kūlimo procesą stebi vizualiai, filmuoja sparčiojo filmavimo kamera ir filmavimo medžiagą nagrinėja etapais, apibrėžiamais kukurūzų burbulės padėtimi spragilo ir pobūgnio skersinės juostos atžvilgiu, nustatant kukurūzų burbulės poslinkius, greičius, deformacijas, pasi sukimo kampus bei jos kampinius greičius. Pareikšto išradimo privalumas tame, kad jis sudaro galimybę po vieno spragilo smūgio į kukurūzų burbuolę nustatyti pakankamai tiksliai iškultų, neiškultų ir sužalotų grūdų dalį, jėgos, veikiančios kukurūzų burbuolę smūgio metu, dydį, burbulės poslinkį dėl spragilo smūgio į ją, judėjimo greitį, pasisukimo kampus, kampinius greičius bei deformacijas. Be to, keturi veikiančių jėgų matavimo jutikliai sudaro galimybę fiksuoti keturių jėgų dydį ir atitinkamai suskaičiuoti dviejų jėgos momentų dydį. Kai vietoje traukčių sumontuojami dar du papildomi veikiančių jėgų matavimo jutikliai, nustatomas dar dviejų jėgų dydis ir suskaičiuojamas dar vienas jėgos momento dydis. Tokiu būdu gaunama pilna informacija apie kukurūzų burbuolę veikiančias apkrovas. Remiantis tokia analize susidaro galimybė optimizuoti kukurūzų burbulių kūlimo aparatų darbą, parenkant pobūgnio skersinių juostų aukštį ir formą, spragilų linijinį greitį smūgio į kukurūzų burbuolę metu.

Pareikšto stendo konstrukcija sudaro galimybę keisti spragilo linijinį greitį nuo 5 iki 35 m/s, spragilo inercijos momentą dėl įrengtų balansavimo svorio ir atsvaro, tarpo dydį (spragilo smūgio į kukurūzų burbuolę vietą) tarp kūlimo būgno segmento ir pobūgnio, pobūgnio skersinės juostos formą bei aukštį nuo 2 iki 15 mm ir kukurūzų burbuolės atstumą iki pobūgnio skersinės juostos ne daugiau kaip 50 mm.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Kukurūzų burbuolių kūlimo proceso tyrimo stendas, susidedantis iš kūlimo stendo rėmo su dangčiu ir kūlenų surinkimo talpos, kūlimo būgno, pobūgnio, elektros pavaros, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad jis susideda iš pagrindinio stendo rėmo su atramomis ir važiuokle; tyrimo stalo, susidedančio iš rėmo su horizontalia atramine plokšte, kurios viename gale yra vertikali sienele, ant horizontalios atraminės plokštės pritvirtintų dviejų vertikalių ir vienos nuožulnios atramų bei trijų vertikalia kryptimi veikiančių jėgų matavimo jutiklių; ant atramų ir vertikalia kryptimi veikiančių jėgų matavimo jutiklių įrengtos tyrimo plokštės, kuri dvejomis traukutėmis sujungta su vertikaliomis atramomis ir kurios apatinė dalis sujungta su vertikalia kryptimi veikiančių jėgų matavimo jutikliais, o vienas jos galas sujungtas su horizontalia (tangentine) kryptimi veikiančios jėgos matavimo jutikliu, kuris sujungtas su atraminės plokštės vertikalia sienele; ant tyrimo plokštės įrengtos pobūgnio skersinės juostos su jos aukščio keitimo plokšte; virš tyrimo plokštės, po pagrindinio stendo rėmo dangčiu įrengto kūlimo būgno segmento, kurio veleno rutuliniai radialiniai guoliai pritvirtinti prie stendo rėmo ir kurio velenas per movą sujungtas su elektros varikliu, ant kūlimo būgno segmento veleno užmautų diskų su balansavimo svoriu ir atsvaru, prie diskų pritvirtintos plokštės su magnetų korpusu ir valdomais elektromagnetais, kurie kabeliais sujungti su jutiklių signalų stiprinimo ir konvertavimo bloku per sukamąjį kontaktų bloką, prie plokštės tarpe tarp diskų pritvirtintų dviejų strypų su įvorėmis, kurios tarpusavyje sujungtos plokšte laikikliu, prie kurio vieno galo pritvirtintos metalinės plokštelės, sąveikaujančios su valdomais elektromagnetais, o prie kito - spragilas su tarpspragiliu; be to, besisukančio kūlimo būgno segmento padėties nustatymui įtaisyti indukciniai priartėjimo jutikliai, įrengti laikiklyje, pritvirtintame prie pagrindinio stendo rėmo, ir kabeliais sujungti su jutiklių signalų stiprinimo ir konvertavimo bloku, susidedančiu iš maitinimo bloko, jutiklių signalų stiprinimo ir greitaegio signalų konvertavimo, apdorojimo, įrašymo ir stendo valdymo įrenginio (GSA), su kuriuo taip pat kabeliais sujungti vertikalia kryptimi ir horizontalia (tangentine) kryptimi veikiančių jėgų matavimo jutikliai.

2. Kukurūzų burbuolių kūlimo proceso tyrimo stendas pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad vietoje dviejų traukučių, jungiančių tyrimo plokštę su vertikaliomis atramomis, gali būti sumontuoti du papildomi horizontalia (ašine, statmena tangentinei) veikiančių jėgų matavimo jutikliai ir kabeliais prijungti prie GSA.

3. Kukurūzų burbuolių kūlimo proceso tyrimo vykdymo būdas, kai kūlimui panaudojamas būgnas su spragilu, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kūlimo proceso tyrimui įjungus proceso valdymo programą ir padėjus tiriamą kukurūzų burbuolę ant tyrimo plokštės prieš pobūgnio skersinę juostą ir taip pat įtampos dažnio keitikliu nustatčius elektros variklio ir tuo pačiu kūlimo būgno segmento veleno sukimosi dažnį bei spragilo linijinį greitį, valdomi elektromagnetai gauna maitinimą ir prie savęs pritraukia metalines plokšteles, ir, sukantis elektros varikliui, spragilą priverčia judėti apskritimo trajektorija nepaliekiant kukurūzų burbuolės, o jam pasiekus kūlimo būgno padėties nustatymo pirmąjį indukcinį priartėjimo jutiklį, valdomi elektromagnetai išsijungia ir atlaisvina metalines plokšteles; be to, atsilaisvinus metalinėms plokštelėms ir veikiant inercijos jėgai spragilas su tarpspragiliu išsistumia link pobūgnio skersinės juostos ne daugiau kaip 50 mm ir, prieš smogdamas kukurūzų burbuolei, paveikia kitą indukcinį priartėjimo jutiklį, kuris aktyvuoja GSA duomenų įrašymui pagal gautus vertikalios kryptimi veikiančių jėgų ir horizontalios (tangentinės) kryptimi veikiančių jėgų matavimo jutiklių signalus, o spragilui sudavus smūgį kukurūzų burbuolei, elektros variklis išsijungia.

4. Kukurūzų burbuolių kūlimo proceso tyrimo vykdymo būdas pagal 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad spragilas, prieš smogdamas kukurūzų burbuolei taip pat paveikia papildomus veikiančių jėgų matavimo jutiklius, kai jie papildomai sumontuoti vietoje traukų, jungiančių tyrimo plokštę su vertikaliomis atramomis.

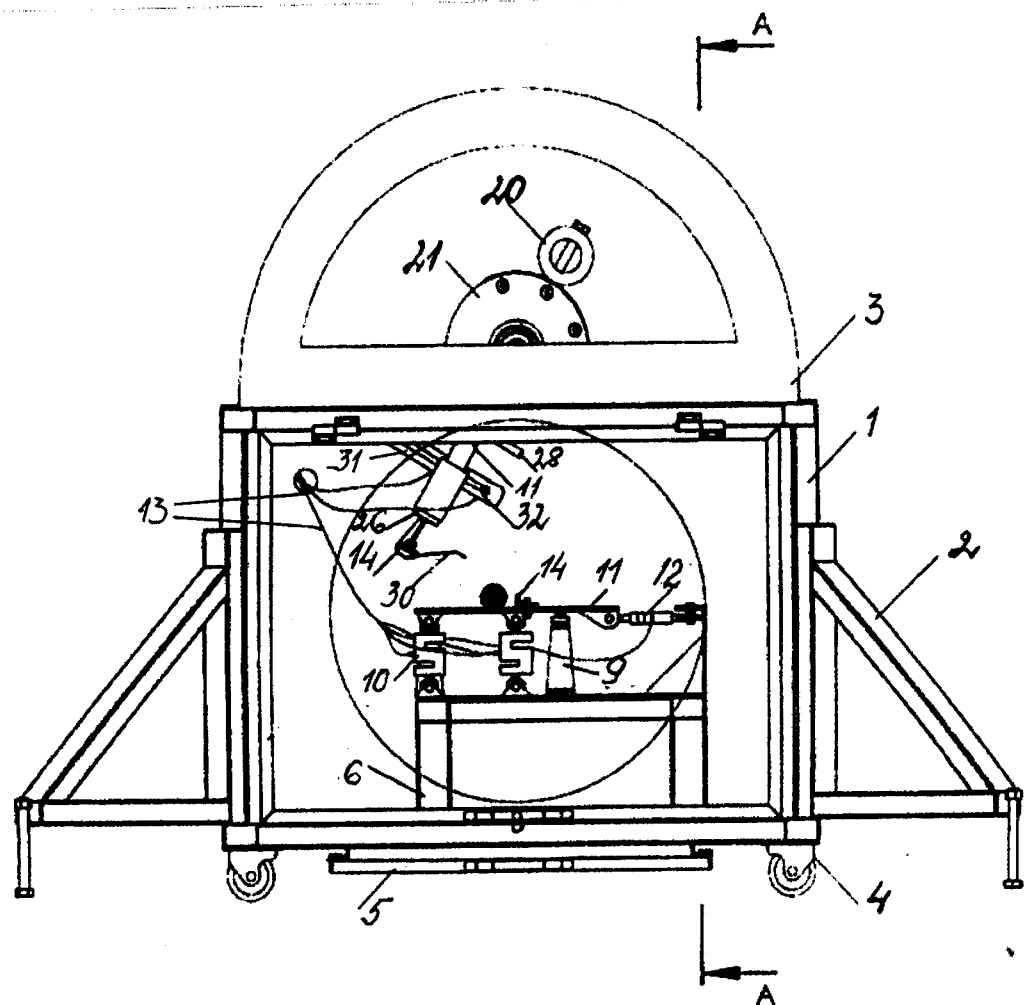


Fig. 1

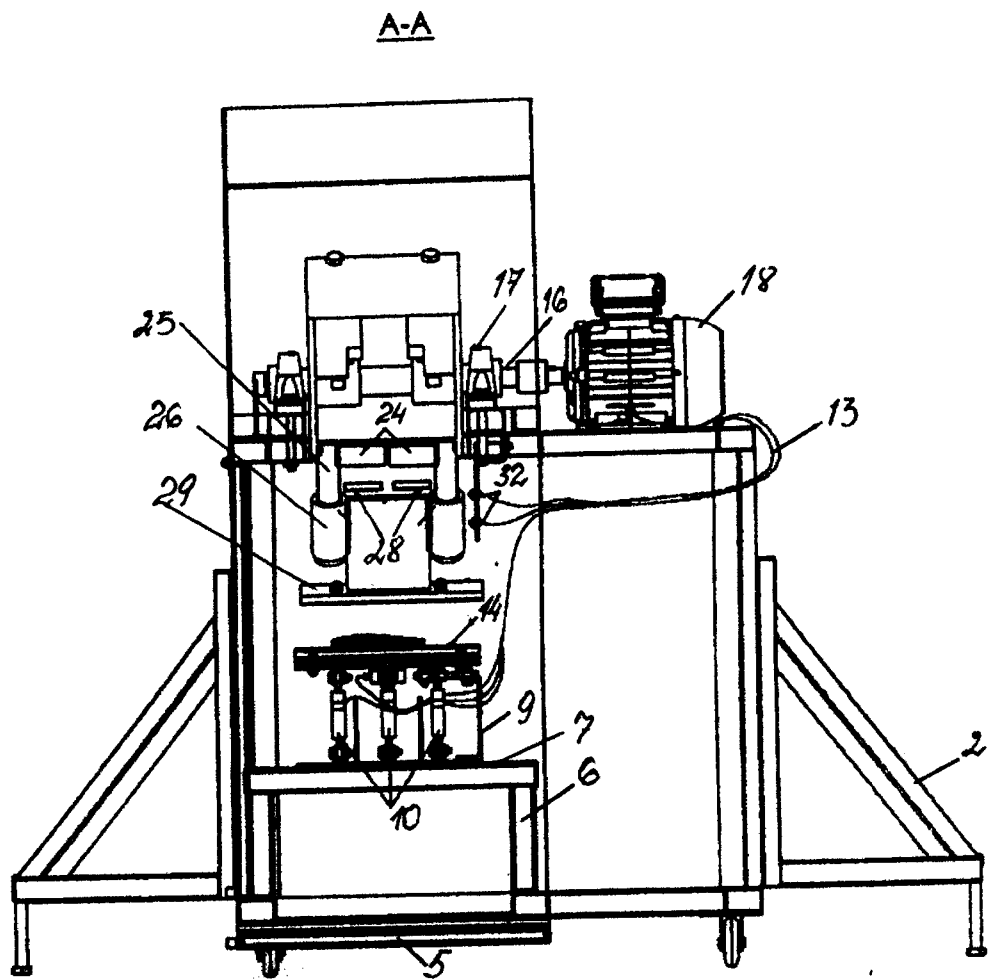


Fig. 2

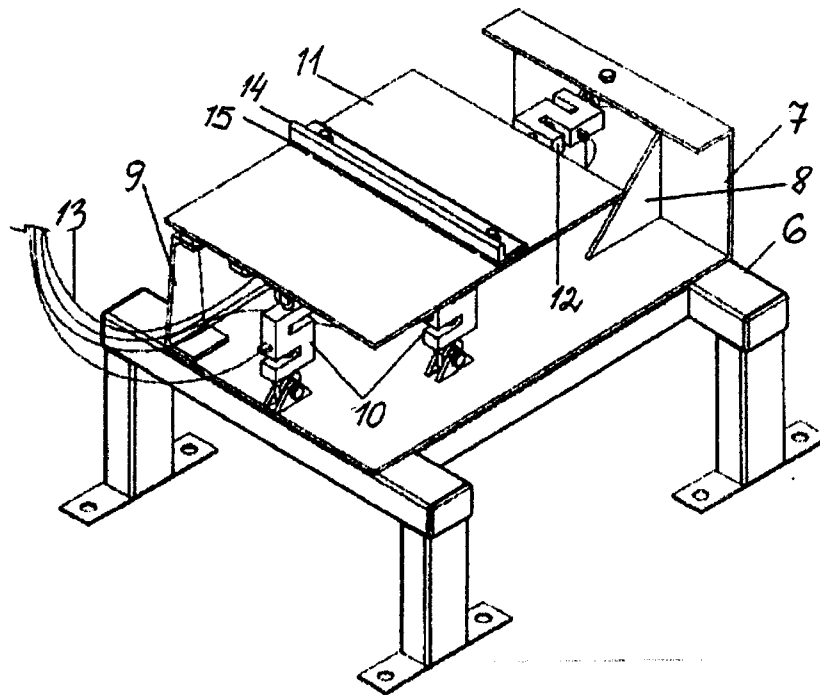


Fig. 3

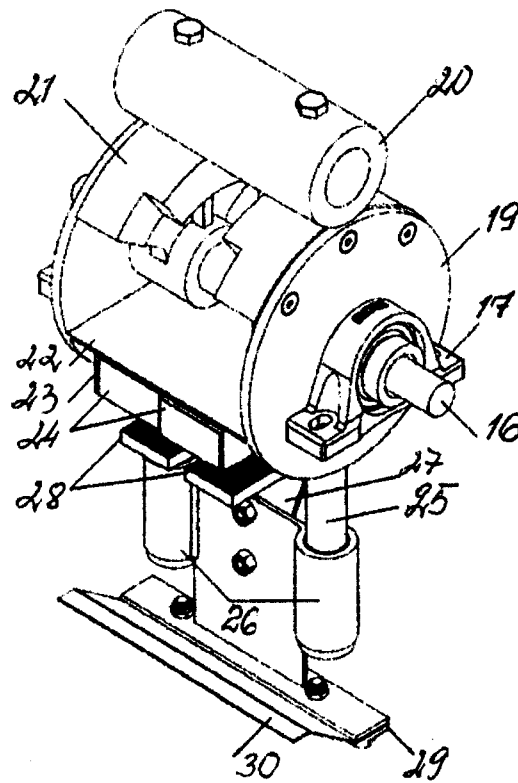


Fig. 4

