

(19)



(10) **LT 5674 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **5674** (51) Int. Cl. (2006): **F16B 31/00**
- (21) Paraiškos numeris: **2008 085**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2008 11 11**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2010 06 28**
- (45) Patent paskelbimo data: **2010 08 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:
Vytautas Kazimieras AUGUSTAITIS, LT
Vytautas BUČINSKAS, LT
- (73) Patent savininkas:
Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Vytautas EINORIS, Gerbutavičiaus g. 1/42-155, LT-04318 Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Detalių srieginio suveržimo kontrolės būdas ir įrenginys

- (57) Referatas:

Išradimas skirtas varžtais su galvute, smeigėmis ir veržlėmis suveržtų mašinų, techninių įrenginių, statinių ir panašiai, atsakingų detalių įveržimo kontrolei jų surinkimo ir eksploatacijos metu. Išradimo tikslas – sukurti naują patogų minėtųjų detalių įveržimo kontrolei skirtą būdą ir jį realizuojantį įrenginį. Pateiktasis būdas pagrįstas tuo, kad tinkamas minėtųjų detalių įveržimas nustatomas kontroliuojant atskirai kiekvieno varžto ar smeigės įveržimą, sulyginus kiekvienos virpamosios sistemos, priklausančios nuo įveržimo dydžio dinamines charakteristikas, arba vieną ar keletą iš jų, su tomis pat žinomomis tinkamai įveržto varžto arba smeigės dinaminėmis charakteristikomis. Tokiomis charakteristikomis laikoma minėtos sistemos savieji dažniai, amplitudinės-dažninės, fazinės-dažninės, amplitudinės-fazinės charakteristikos, sistemos perdavimo funkcijos ir kitos šių dydžių pagrindu gaunamos charakteristikos. Jos visos gaunamos iš nestiprių smūgiu per varžtą ar smeigę sužadintų jutikliu registruojamų minėtųjų sistemų laisvųjų santykinųjų arba, kitu atveju, laisvųjų absoliutinių virpesių po jų ir smūgio signalo kompiuterinio apdorojimo. Jeigu smūgio signalo negalima laikyti momentiniu, jam sukelti naudojamas specialus plaktukas arba analogiškas jam įrenginys su įmontuotu smūgio jėgos jutikliu. Priešingu atveju jėgos signalas nereikalingas.

1. Technikos sritis, kuriai skiriamas išradimas

Išradimas skirtas atsakingų suveržtųjų srieginėmis jungtimis sujungimų, naudojamų mašinose, statiniuose, laivuose, reaktoriuose ir pan., kontrolei, o konkrečiai – tų sujungimų suveržimui kontroliuoti jų surinkimo ir eksploatacijos metu.

Suveržtų srieginėmis jungtimis sujungimais čia laikomi dviejų ir daugiau tarpusavyje suspaudžiamų tam skirtais sujungiamaisiais paviršiais įvairių detalių sujungimai, naudojant: varžtus su galvutėmis, perkištus pro sujungiamose detalėse jiems perkišti padarytas skylės be sriegių ir įveržtus ant perkištų pro šias skylės varžtų galų užsukamomis veržlėmis; varžtus su galvutėmis, įveržtus įsukus šiuos varžtus į vieną iš kraštinių suveržiamųjų detalių, prieš tai perkišus juos pro perkišimui padarytas skylės be sriegių kitose detalėse arba detalėje; smeiges, įsuktas į vieną iš kraštinių suveržiamųjų detalių, perkištas prieš tai pro tokiam perkišimui padarytas skylės be sriegių kitose detalėse arba detalėje ir įveržtas užsuktomis ant kitų smeigių galų veržlėmis; smeiges, perkištas pro sujungiamose detalėse tokiam perkišimui padarytas skylės be sriegių ir po to įveržtas veržlėmis, užsuktomis ant abiejų perkištų pro šias skylės smeigių galų.

2. Technikos lygis

Yra žinomi ir naudojami įvairūs detalių kontaktinio tarpusavio suveržimo srieginiais sujungimais (srieginėmis jungtimis) kontrolės būdai.

Tai ir varžto arba veržlės užveržimo momento matavimas dinamometrinio raktu, ir varžto arba veržlės pasukimo kampo matavimas, ir tarp suspaudžiamų detalių esančio kontakto tarpo dydžio įvertinimas, ir varžtą ar smeigę veikiančios ašinės jėgos matavimas (Решетов Д. Н., Иванов А. С., Фадеев В. З. Надёжность машин. – Москва: Высшая школа, 1988; Roloff/Matek. Machinelemente. 16 Auflage, 2003 ir kt.). Pirmaisiais dviem iš nurodytų būdų gaunami rezultatai dėl atsirandančių srieginiame sujungime trinties jėgų nėra pakankamai tikslūs ir patikimi, todėl daugeliui atsakingų įrengimų jų tikslumo nepakanka.

Yra žinomas būdas, kai apie suveržimo dydį sprendžiama iš tarpelio tarp suveržiamųjų detalių dydžio, kuris matuojamas ultragarsu, o reikiama įveržimo jėga laikoma tokia, kai tarpelio nebelieka (pvz., SU 173717 A1). Būdo naudojimą riboja priėjimo prie suveržiamųjų detalių paviršių sunkumas, nepakankamas gaunamų rezultatų tikslumas ir stabilumas, pakankamai sudėtingos aparatūros reikalingumas.

Tiksliau įveržimo dydį galima nustatyti matuojant veržiamų varžtų arba smeigių pailgėjimus, kylančias dėl to ašinės jėgas. Tai atliekama naudojant specialios konstrukcijos varžtus bei poveržles (pvz., SU 1564417 A1; SU 1679077 A1), taikant tenzometrijos metodus (Кудрявцев В. Н. Детали машин. – Ленинград: Машиностроение, 1980), kas smarkiai riboja šių būdų praktinį taikymą.

Be to, žinomas įveržiamųjų detales varžtų arba smeigių su veržlėmis pailgėjimo nustatymo būdas nuo juos veikiančių ašinių jėgų iš praleistų pro varžtą ar smeigę ir atsimušusių nuo jo galo, ar jos galo, ultragarso harmoninių bangų fazių skirtumo (<http://www.surebolt.com/surebolt.htm>). Tačiau šiuo atveju būtina žinoti kiekvieno varžto ar smeigės tikslų ilgį jų neįveržtame būvyje. Kadangi to paties nominaliojo ilgio varžtų ar smeigių tikrasis ilgis kinta leidžiamų tolerancijų ribose, toks visų varžtų ar smeigių ilgių nustatymas yra technologiškai neparankus. Be to, ultragarso bangas išsklaido varžto ar smeigės medžiaga, todėl sunku išmatuoti ilgų varžtų ar smeigių deformacijas; būdo taikymui reikalinga sudėtinga aparatūra.

Artimas pareiškiamam yra žinomas srieginio sujungimo įveržimo dydžio nustatymo būdas ir įrenginys, aprašytas LT 5493 B. Šis būdas pagrįstas tuo, kad varžtais ar smeigėmis suveržtą srieginį sujungimą galima laikyti mechanine virpamąja sistema, kurioje kiekvienas varžtas ar smeigė virpa suveržtųjų detalių atžvilgiu. Kiekvienos tokios virpamosios sistemos su varžtu ar smeige dinaminės charakteristikos (savieji dažniai, amplitudinės-dažninės, fazinės-dažninės, amplitudinės-fazinės ir kt.) priklauso nuo varžto ar smeigės įveržimo dydžio, todėl žinant reikiamas minėtos sistemos dinamines charakteristikas ir sulyginus jas su eksperimentiniu būdu gautomis, sprendžiama apie kiekvieno varžto arba kiekvienos smeigės įveržimo dydį. Dinaminės charakteristikos gaunamos kompiuteriniu-skaitmeniniu būdu apdorojus jutiklio arba lazerio registruojamus santykinius laisvuosius virpesius tarp varžto galvutės arba smeigės galo ir suveržiamųjų detalių paviršiaus. Virpesiai sukeliama specialaus plaktuko arba panašaus analogiško įrankio su įmontuotu jame jėgos jutikliu, arba be jo, smūgiu į varžto galvutę arba smeigės galą. Tačiau daugeliu atvejų minėtasias dinamines charakteristikas pakanka gauti ne iš santykinų virpesių, bet paprastesniu būdu – iš absoliutinių varžto ar smeigės virpesių. Be to ranka plaktuku suduodamo smūgio į varžtą ar smeigę charakteris yra nekontroliuojamas ir nevienodas, kas apsunkina gaunamų rezultatų apdorojimą, mažina jų tikslumą, todėl ne visada tikslinga tokį virpesių žadinimą naudoti.

3. Išradimo esmė

Pateikiamasis detalių srieginio suveržimo kontrolės būdas pilniau išnaudoja išradime

LT 5493 B pasiūlytą suveržimo kontrolės taikymo būdą. Pateikiamasis būdas nuo žinomų skiriasi tuo, kad apie suspaudžiamų varžtais arba smeigėmis detalių suveržimo dydžio atitikimą reikiamam sprendžiama pagal atskirai kiekvienam varžtui ar smeigei susidarančios linearizuotos virpamosios sistemos „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ dinamines charakteristikas, gautas iš šios sistemos laisvųjų santykinų virpesių tarp varžto ar smeigės ir vienos iš suspaudžiamųjų detalių, arba, kitu atveju, absoliutinių šio varžto ar veržlės laisvųjų virpesių. Dinaminėmis charakteristikomis čia laikoma kiekvienos linearizuotos sistemos „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ amplitudinės-dažninės, fazinės-dažninės, amplitudinės-fazinės charakteristikos, savųjų dažnių ir amplitudžių spektrai, perdavimo funkcijos ir kitos dinaminės charakteristikos, gaunamos čia paminėtų dydžių bazėje. Gali būti naudojamos ne visos, bet viena arba keletas čia išvardintų charakteristikų, priklausomai nuo konkrečių kontrolės metu kylančių klausimų sprendimo būdo.

Būdo taikymo tikslingumas paaiškinamas tuo, kad virpamojoje sistemoje „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ esančių srieginių jungčių bei suspaudžiamų tarpusavyje detalių paviršių kontaktinis standumas ir trintis, o tuo pačiu ir sistemos dinaminės savybės, laisvųjų virpesių parametrai priklauso nuo sujungimą veržiančių varžtų ar smeigių įveržimo dydžio. Laisvuosius virpesius minėtoje sistemoje siūloma sužadinti plaktuko arba analogiško jam įrankio smūgiu į varžto galvutę arba smeigės galą. Tokie mažo intensyvumo virpesiai gali būti laikomi tiesiniais (linearizuotais), nes jie vyksta atitinkama jėga suveržto sujungimo aplinkoje. Pakeitus srieginio sujungimo įveržimo dydį, pasikeičia ir sistemos laisvieji virpesiai. Jie tada vyks kitaip įveržto sujungimo aplinkoje ir taip pat gali būti laikomi tiesiniais. Žinoma (R. C. Dorf, R. M. Bishop. Modern Control Systems, 1998. Addison-Wesley; Вибрации в технике. Том 5. – Москва: Машиностроение, 1981 ir kt.), kad turint sistemos tiesinius laisvuosius virpesius apibrėžiančius signalus ir žinant juos sukėlusio smūgio pobūdį, gaunamos visos čia paminėtosios sistemos dinaminės charakteristikos. Ryšium su tuo siūloma srieginėmis jungtimis suveržtų detalių suveržimo kontrolei taikyti iš eksperimentiniu būdu sužadintų sistemos „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ laisvųjų absoliutinių arba santykinų virpesių gaunamas jos dinamines charakteristikas.

Dinaminės charakteristikos, gautos iš santykinų laisvųjų virpesių tarp varžto ar smeigės ir vienos iš suveržiamųjų detalių, teoriškai tiksliau apibūdina minėtosios virpamosios sistemos savybes, negu šioje sistemoje esančio varžto ar smeigės absoliutiniai laisvieji virpesiai, kuriuose gali atsirasti duotuoju atveju nereikalingos dedamosios. Tačiau tokius absoliutinius virpesius gauti ir registruoti yra paprasčiau (pavyzdžiui, nejudamai prijungus prie varžto galvutės pjezoelektrinę pagreičių jutiklį ir pan.), o nereikalingos virpesių

dedamosios dažnai nepriklauso nuo sujungimo įveržimo dydžio ir yra nesunkiai eliminuojamos, arba jų nepaisoma. Todėl sistemos „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ dinaminėms charakteristikoms nustatyti siūloma, atsižvelgiant į konkrečius detalių suveržimo atvejus, naudoti kaip santykinius, taip ir absoliutinius laisvuosius virpesius.

Dinaminių charakteristikų gavimo procesas supaprastėja, jeigu smūginę apkrovą galima laikyti momentine. Ši prielaida daugumai pateikiamų atvejų yra galima. Tuo atveju varžto ar smeigės laisvųjų virpesių apdorojimo procesui dar reikalingo didžiausio savojo dažnio virpesių periodas turi būti ne mažiau kaip 10-15 kartų didesnis už laisvuosius virpesius sukeliančio smūgio trukmę. Tada nereikalinga aparatūra šio smūgio signalui registruoti ir apdoroti.

Čia minėtųjų dinaminių charakteristikų sudarymo metu, matavimo paklaidoms sumažinti naudojama keletas ir daugiau tokiu pat smūgiu sukeltų laisvųjų virpesių realizacijų. Tokios pat realizacijos naudojamos nustatant ir kitų varžtų ar smeigių įveržimus. Kai smūgio jėga neregistruojama, tikslinga jėgos impulsus atskirų realizacijų metu suvienodinti, kaip galima daugiau sumažinti jų trukmę, gaunant juos ne ranka valdomu plaktuku arba analogišku jam įrankiu, bet mechanizuotu būdu. Siūloma naudoti specialų įtaisą, kuris pneumatiniu arba kitokiu būdu iššauna metalinį arba kitokios kietos medžiagos kalibruotą šratą į varžtą ar smeigę ir taip sužadina trumpalaikį jėgos impulsą. Kad tokio šrato sukeltos jėgos trukmė būtų kaip galima mažesnė, šratą gaminti rekomenduojama iš tokios medžiagos, kurios Jungo modulis yra kuo didesnis, pavyzdžiui iš kietlydinio. Ryšium su tuo, kai smūgio jėga neregistruojama, priklausomai nuo detalių kontaktinio tarpusavio įveržimo srieginiais sujungimais konkrečių kontrolės sąlygų, sistemos „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ laisviesiems virpesiams sužadinti galima naudoti ne tik specialų plaktuką arba analogišką jam įrankį, bet ir specialų šratų šaudantį įtaisą.

Pateikiamajai detalių kontaktinio tarpusavio įveržimo srieginiais sujungimais kontrolės būdo realizacijai nereikalinga speciali srieginių jungčių konstrukcija. Jėgos impulsas, jeigu taip yra patogiau, gali būti pridodamas nebūtinai į tą varžto ar smeigės galą, kurio virpesiai matuojami. Šiuo atveju matavimo aparatūra nesikeičia, tačiau gali sumažėti matuojamųjų virpesių intensyvumo dydis.

Atsakingų srieginių sujungimų, kuriems šį išradimą siūloma taikyti, gamybos bei surinkimo paklaidos nėra didelės ir į išradime naudojamas dinamines charakteristikas jos praktiškai apčiuopiamos įtakos neturi.

3.1. Išradimo esmę atskleidžiantys duomenys

Detalių srieginio suveržimo kontrolė atliekama naudojantis virpamųjų sistemų „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ dinaminėmis charakteristikomis. Dinaminėmis charakteristikomis čia laikoma minėtųjų virpamųjų sistemų amplitudinės-dažninės, fazinės-dažninės, amplitudinės-fazinės charakteristikos, virpesių savieji ir rezonansiniai dažniai, jų ir virpesių amplitudžių spektrai, sistemų perdavimo funkcijos ir kitos šių dydžių pagrindu gaunamos charakteristikos, apibūdinančios kiekvienos virpamosios sistemos „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ dinamines savybes.

Reikiamas įveržimas nustatomas lyginant kiekvienos virpamosios sistemos „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ dinamines charakteristikas, arba tik dalį, vieną iš jų su tomis pat tinkamai įveržtų virpamųjų sistemų dinaminėmis charakteristikomis. Šios charakteristikos gaunamos iš kompiuteriniu-skaitmeniniu būdu apdorotų virpamųjų sistemų „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ laisvųjų santykinių arba absoliutinių virpesių. Santykiniai laisvieji virpesiai jutikliu arba lazeriniu matuokliu matuojami tarp varžto galvutės, jo arba smeigės galo ir vieno iš suveržiamųjų detalių paviršiaus, o absoliutiniai – matuojant varžto galvutės arba smeigės ar varžto galo absoliutinius virpesius. Laisvieji virpesiai gaunami sužadinus juos trumpalaikiu smūgiu į varžto galvutę, jo arba smeigės galą. Smūgis, vienu atveju, gaunamas suduodant specialiu plaktuku arba analogišku jam įrankiu į varžtą arba smeigę. Jeigu smūgį negalima laikyti momentiniu, t. y. jeigu jo trukmė nėra 10-15 kartų ir daugiau mažesnė už registruojamųjų laisvųjų virpesių apdorojimo procesui dar reikalingą didžiausio savojo dažnio virpesių periodą, tada į plaktuką įmontuotu jutikliu matuojamas smūgio metu atsirandančios jėgos pobūdis, kurio signalas, nustatant dinamines charakteristikas, apdorojamas kartu su laisvųjų virpesių signalu. Kai smūgį galima laikyti momentiniu, jėgos pobūdžio signalas nematuojamas ir priemonės jo apdorojimui nereikalingos. Tada virpesiai gali būti žadinami ne tik plaktuku arba analogišku jam įrankiu, bet ir iš specialaus įtaiso iššaukiant kalibruotą kietos medžiagos (plieno, kietlydinio ir pan.) šratą į varžto galvutę, jo arba smeigės galą; įtaisas turi leisti keisti šrato atsimušimo į varžtą arba smeigę greitį ir to greičio kryptį. Tokio šrato šaudymo įtaiso taikymas padidina smūgio ir virpesių signalo vienodumą, reikalingą dinaminėms charakteristikoms skaičiuoti, užtikrina mažą smūgio trukmę.

4. Brėžinių aprašymas

Fig. 1 pavaizduotas dviejų detalių suveržimas varžtu su galvute, perkišta pro sriegio neturinčią skylę vienoje iš detalių ir įsukta į kitą detalę, kai varžto galvutė naudojama

smūginiam laisvųjų virpesių sužadinimui ir jų matavimui.

Fig. 2 parodytas mazgas nuo 1 fig. esančio analogiško mazgo skiriasi tuo, kad čia varžtas perkištas pro skylę be sriegio abiejose detalėse ir įveržtas užsukus veržlę ant jo galo, kurio galinis paviršius gali būti naudojamas smūginiam laisvųjų virpesių sužadinimui.

Fig. 3 parodytas mazgas nuo 1 fig. esančio analogiško mazgo skiriasi tuo, kad čia detalės suveržiamos veržle su smeige, prakišta pro vienoje iš detalių esančią skylę be sriegio ir įsukta į kitą detalę, o išlindęs iš veržlės smeigės galas naudojamas laisvųjų virpesių matavimui ir jų smūginiam sužadinimui.

Fig. 4 parodytas mazgas nuo 1 ir 3 fig. parodytų analogiškų mazgų skiriasi tuo, kad čia detalės suveržtos dviejomis veržlėmis ir smeige, perkišta pro abiejose detalėse esančias skylės be sriegių, o laisvieji virpesiai gali būti sužadinami smūgiu kaip per vieną, taip ir per kitą smeigės galą.

Fig. 5 parodytas mazgas nuo 1 ir 2 fig. parodytų analogiškų mazgų skiriasi tuo, kad čia varžto su galvute laisviesiems virpesiams matuoti naudojama ne varžto galvutė, bet jo galas, o virpesiai gali būti sužadinami smūgiu kaip per varžto galvutę, taip ir per jo galą.

Fig. 6 parodytas atvejis, kai 1, 2, 3, 4 ir 5 fig. parodytiesiems atvejams virpesių matavimui naudojamas lazerinis matuoklis.

Fig. 7 parodytas pneumatinis kalibruotų šratų šaudymo įtaisas, pakeičiantis ranka valdomą virpesių žadinimo plaktuką arba analogišką jam įrankį, kai virpesius žadinantį smūgį galima laikyti momentiniu.

Fig. 1 parodytos dalys: 1 – varžtas; 2 – varžto galvutės viršutinis paviršius; 3 – poveržlė; 4, 5 – suveržiamosios detalės; 6 – virpesius matuojantis jutiklis; 7 – jutiklio 6 matuojantysis antgalis; 8 – jutiklio 6 atrama; 9 – plaktukas arba analogiškas jam įrankis, skirtas smūgiu rankiniu būdu sukelti jėgos impulsą; 10 – jėgos impulsą registruojantis jutiklis, įmontuotas plaktuke 9 arba jam analogiškame įrankyje; 11 – jutiklių 6, 10 tolydinių signalų s_1 ir s_2 stiprintuvas ir kalibratorius; 12 – tolydinių signalų s_3 keitiklis į skaitmeninius signalus s_4 ; 13 – signalus s_4 apdorojantis kompiuteris su displėjumi; Δ – atstumas tarp jutiklio antgalio 7 ir varžto galvutės paviršiaus 2; V – plaktuko 9 greitis smūgio metu.

Fig. 2 parodytoji dalis, kuri neparodyta 1 fig.: 14 – veržlė; 15 – varžto galo paviršius.

Fig. 3 parodytosios dalys, kurios neparodytos 1 ir 2 fig.: 16 – smeigė; 17 – smeigės 16 galo paviršius; Δ – atstumas tarp smeigės galo paviršiaus 17 ir jutiklio matuojančiojo antgalio 7.

Fig. 4 parodytoji dalis, kuri neparodyta 1, 2 ir 3 fig.: 18 – smeigės 16 galo paviršius, esantis kitame šios smeigės gale negu paviršius 17.

Fig. 5 neparodytųjų 1, 2, 3, 4 fig. dalių nėra.

Fig. 6 parodytosios dalys, kurios neparodytos 1, 2, 3, 4, 5 fig.: 19 – lazerinis paviršių 2, 15, 17 virpesių matuoklis; 20 – matuoklio 19 stovas; δ – matuoklio 19 atstumas nuo matuojamojo paviršiaus; s_5 – nukreiptas į matuojamąjį paviršių ir atsimušęs nuo jo lazerio spindulys.

Fig. 7 parodytosios dalys, kurios neparodytos 1, 2, 3, 4, 5, 6 fig.: 21 – kalibruotas šratas, 22 – šratą 21 nukreipiantis vamzdelis; 23 – įtaiso korpusas; 24 – stūmoklis; 25 – stūmoklį valdanti spyruoklė; 26 – stūmoklio fiksatorius; 27 – suspaudžiamo oro kamera; 28 – stovas; 2, 15, 17, 18 – varžto arba smeigės paviršiai, į kuriuos nukreipiamas iššautas iš įtaiso šratas; V_s , h – iššauto šrato greitis prieš jo susidūrimą su varžtu ar smeige ir nueitas kelias iki šio susidūrimo.

5. Išradimo realizavimo aprašymas

5.1. Bendroji dalis

Pateikiamas detalių srieginio suveržimo varžtais, smeigėmis, veržlėmis kontrolės būdas realizuojamas pagal kiekvienam varžtui arba smeigei atitinkančių virpamųjų sistemų „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ dinaminių charakteristikų, arba vienos, keleto iš jų, atitikimą tokioms pat reikiamai suveržtų detalių dinaminėms charakteristikoms. Išnaudojama dinaminių charakteristikų priklausomybė nuo detales suveržiančių varžtų arba smeigių įveržimo dydžio. Dinaminės charakteristikos gaunamos eksperimentiniu būdu iš smūgiu per varžtą ar smeigę sužadintų minėtųjų virpamųjų sistemų laisvųjų virpesių, jutiklio užregistruotus jų signalus apdorojus kompiuteriniu-skaitmeniniu būdu kartu su jėgos jutiklio užregistruotais smūgio pobūdžio signalais. Kai jėgos signalą galima laikyti momentiniu (jo trukmė šiuo atveju turi būti ne mažiau kaip $10 \div 15$ kartų mažesnė už didžiausio dar praktinę reikšmę turinčio savųjų virpesių dažnio periodą), tada jų vertinti nereikia, ir dinaminių charakteristikų nustatymas supaprastėja. Tai daugeliu atvejų leistina prielaida. Dinaminėms charakteristikoms gauti gali būti naudojami kaip absoliutiniai laisvieji varžto ar smeigės virpesiai, taip ir santykiniai laisvieji virpesiai tarp varžto ar smeigės ir vienos iš suveržiamųjų detalių.

Laisvuosius virpesius sužadinantis smūgis gaunamas dviem būdais: ranka valdomu plaktuku (arba analogišku jam įrankiu) su įmontuotu jame smūgio jėgos matavimo jutikliu, arba be jo (kai smūgis laikomas momentiniu), suduodant per varžtą arba smeigę; specialiu įtaisu iššaukiant šratą į atitinkamą varžto arba smeigės paviršių. Pastaruoju atveju gaunami vienodi nustatyto dydžio smūgiai, leidžiantys patikslinti gaunamųjų dinaminių charakteristikų

reikšmes, tačiau taikant šį būdą smūgis turi būti laikomas momentiniu.

5.2. Būdo ir jam realizuoti skirtos įrangos veikimo aprašymas

Detalių tarpusavio suveržimo atitikimas reikiamam kontroliuojamas atskirai eksperimentiniu būdu nustatant kiekvieno jų veržiančio varžto ar smeigės įveržimą. Naudojant 1, 2 fig. parodytas schemas, matuojamas varžto 1, jungiančio 4 ir 5 detalės, įveržimas užregistravus jo galvutės paviršiaus 2 laisvuosius santykinius virpesius suspaudžiamosios detalės 4 atžvilgiu, arba paviršiaus 2 absoliutinius laisvuosius virpesius. Virpesiai sukeliami plaktuku 9 arba analogišku jam įrankiu suduodant nedidelio intensyvumo smūgį per varžto galvutės paviršių 2, arba, 2 fig. parodytajam atvejui, kaip per varžto 1 galvutės paviršių 2, taip ir per jo galo paviršių 15. Šie virpesiai matuojami virpesių jutikliu 6, kurio matuojantysis antgalis 7 matuoja paviršiaus 2 virpesius per nedidelį oro tarpelį, kai naudojamas, pavyzdžiui, talpinis jutiklis ($\Delta \cong 0,01 \div 0,1$ mm), arba liečia matuojamąjį paviršių, naudojant, pavyzdžiui, indukcinį jutiklį (tada $\Delta = 0$). Matuojant santykinius laisvuosius virpesius, laikanti jutiklį 6 atrama 8 nejudamai (varžtais, magnetiniu būdu ir pan.) tvirtinama prie vienos iš suveržiamųjų detalių, o matuojant absoliutinius virpesius – prie tokio šalia matavimo vietos esančio paviršiaus arba objekto, kurio virpesių leistina nepaisyti. Galima atvejais, kada absoliutinius virpesius patogiau matuoti jutikliu, tiesiogiai nejudamai (magnetiniu būdu ir pan.) tvirtinamu prie matuojamojo paviršiaus 2, pavyzdžiui, matuojant šio paviršiaus absoliutinį pagreitį. Tada atrama 8 nereikalinga.

Dažnai smūgį galima laikyti momentiniu. Tada signalas s_2 ir jo apdorojimas yra nereikalingi. Šiuo atveju smūgis gali būti sukeliamas ne tik jėgos jutiklio neturinčiu plaktuku 9 arba analogišku jam įrankiu, bet ir į jėgos pridėjimo vietą iššautu iš specialaus įtaiso šratu. Toks pneumatinius šratas šaudantis įtaisas parodytas 7 fig. Jame kalibruotas šratas 21 prieš jį iššaukiant talpinamas šovimo kryptį nustatančio vamzdelio 22 pradžioje. Įtaiso korpuse 23 esantis stūmoklis 24 suspaudžiant spyruoklę 25 perstumiamas į pradinę padėtį, parodytą 7 fig., kurioje jis užtvirtinamas fikatoriumi 26. Atpalaidavus fikatorių 26, spyruoklės 25 jėgos veikiamas stūmoklis 24 staiga suspaudžia kameroje 27 esantį orą, kurio spaudimo veikiamas šratas iššaukiamas pro vamzdelį 22. Šrato sukeliamas smūgio jėga priklauso nuo iššauto šrato greičio V_s prieš jo susidūrimą su žadinimo jėgos pridėjimo vieta, kampo, kuriuo šratas atsimuša į šią vietą, medžiagos, iš kurios pagamintas šratas, kietumo ir kt. Smūgio jėga gali būti reguliuojama keičiant atstumą h , spyruoklės 25 standumą ir suspaudimo dydį, greičio V_s kryptį ir pan. Šaudymo įtaisas per stovą 28 šūvio metu nejudamai tvirtinamas šalia smūgio sukėlimo vietos.

Smeigėmis ir veržlėmis suveržto srieginio sujungimo smeigės suveržimas matuojamas taip pat, kaip ir varžto varžtinio sujungimo atveju, naudojama ta pati įranga (3, 4 fig.). Šiuo atveju laisvieji virpesiai matuojami smeigės 16 galo paviršiuje 17, sužadinus juos smūgiu per šį paviršių arba priešingo smeigės galo paviršių 18 (4 fig.). Taip pat, kaip tai parodyta 3 fig., laisvieji virpesiai gali būti matuojami ir varžtais suspaustų detalių atveju, matavimui naudojant varžto galo paviršių 15, o virpesius žadinant smūgiu kaip per paviršių 2, taip ir paviršių 15 (5 fig.).

Varžto arba smeigės laisvųjų virpesių matavimas ne jutikliu 6, bet jį pakeitusiu lazerio 19 spinduliu s_5 , atsimušančiu į vieną iš matuojamųjų paviršių 2, 15 arba 17, parodytas 6 fig. Lazerio 19 atstumas δ nuo matuojamojo paviršiaus gali būti žymiai didesnis už atstumą Δ . Matavimo būdas ir jam naudojama įranga, išskyrus virpesių jutiklio pakeitimą lazeriu, yra toks pat kaip ir taikant virpesių jutiklį. Lazerį laikantis stovas 20 absoliutiniams laisviesiems virpesiams matuoti nejudamai tvirtinamas prie tokio paviršiaus arba objekto, kurių virpesių nepaisoma, o santykiniams laisviesiems virpesiams matuoti – nejudamai tvirtinamas prie vienos iš suveržiamųjų detalių, pavyzdžiui prie detalės 4.

Išradimo apibrėžtis

1. Detalių srieginio suveržimo kontrolės būdas, kai detales suveržia varžtais, varžtais ir veržlėmis, smeigėmis ir veržlėmis ir kai apie suveržimo tinkamumą sprendžia iš kiekvieno jų veržiančio varžto arba, kitu atveju, smeigės įveržimo dydžio, *b e s i s k i r i a n t i s t u o*, kad nustato ir įveda į duomenų kaupimo ir apdorojimo įrenginį kontrolines dinamines charakteristikas, kai tokiomis yra linearizuotos virpamosios sistemos „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ amplitudinės-dažninės, fazinės-dažninės, amplitudinės-fazinės charakteristikos, virpesių savieji ir rezonansiniai dažniai, jų virpesių amplitudžių spektrai, sistemos perdavimo funkcijos ir kitos čia išvardintų dydžių pagrindu gaunamos charakteristikos, arba keletas, arba viena iš jų; suduoda plaktuku arba analogišku jam įrankiu su įmontuotu jėgos jutikliu smūgį į varžtą, arba, kitu atveju, į smeigę, sužadina santykinis laisvuosius virpesius tarp varžto ar smeigės ir suveržiamųjų detalių, matuoja juos virpesių jutikliu, jėgos jutikliu įvertina smūgio jėgos pobūdį, minėtų virpesių ir jėgos pobūdžio signalus apdoroja duomenų kaupimo ir apdorojimo įrenginyje, taip gauna atskiras kiekvienam detales suveržiančių linearizuotų virpamųjų sistemų „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ dinamines charakteristikas, arba keletą, arba vieną iš jų, analogiškas minėtoms kontrolinėms, ir apie reikiamą įveržimą sprendžia pagal jų atitikimą.
2. Detalių kontaktinio tarpusavio įveržimo srieginiais sujungimais kontrolės būdas pagal 1 punktą, *b e s i s k i r i a n t i s t u o*, kad virpamosios sistemos „varžtas ar smeigė – suveržiamosios detalės“ dinaminėms charakteristikoms gauti naudoja varžto, arba, kitu atveju, smeigės absoliutinius laisvuosius virpesius.
3. Detalių kontaktinio tarpusavio įveržimo srieginiais sujungimais kontrolės būdas pagal 1 ir 2 punktus, *b e s i s k i r i a n t i s t u o*, kad atveju, kai virpesius sužadinančios jėgos trukmė yra žymiai mažesnė (apie 10...15 kartų ir daugiau) už registruojamųjų laisvųjų virpesių apdorojimo procesui dar reikalingo didžiausio savojo dažnio periodą, laikant kad didesnių už jų savųjų dažnių galima nepaisyti, dinamines charakteristikas gauna kompiuteriniu-skaitmeniniu būdu apdorojus tik varžto arba smeigės laisvųjų santykinųjų arba, kitu atveju, laisvųjų absoliutinių virpesių signalą.
4. Detalių kontaktinio tarpusavio įveržimo srieginiais sujungimais kontrolės būdas pagal 1 ir 3 punktus, *b e s i s k i r i a n t i s t u o*, kad laisviesiems virpesiams sužadinti reikalingą veikiantį varžtą arba, kitu atveju, smeigę trumpalaikį jėgos impulsą sukelia smūgiu šrato, iššauto į varžtą ar smeigę iš specialiai tokiam šaudymui skirto įtaiso.
5. Įrenginys būdai pagal 1 ir 3 punktus realizuoti, *b e s i s k i r i a n t i s t u o*, kad turi: virpesių matavimo jutiklį, skirtą varžto ar smeigės laisvųjų santykinųjų virpesių vienos iš

suveržiamųjų detalių atžvilgiu arba, kitu atveju, varžto ar smeigės laisviesiems absoliutiniams virpesiams matuoti; virpesių jutiklį, laikantį ir jo padėtį virpesių matavimo metu fiksuojantį stovą, kuris matuojant santykinius laisvuosius virpesius nejudamai pritvirtintas prie vienos iš suveržiamųjų detalių, o matuojant absoliutinius laisvuosius virpesius – prie tokio paviršiaus, kurio virpesių įtakos į matavimo rezultatus nepaisoma; skirtą nestipraus smūgio per varžtą ar smeigę laisviesiems virpesiams sukelti specialų plaktuką arba jam analogišką įrenginį su įmontuotu smūgio jėgą apibūdinančiu jutikliu arba, kitu atveju, be jo, jeigu virpesius sužadinančios jėgos trukmė yra žymiai mažesnė už registruojamųjų laisvųjų virpesių apdorojimo procesui dar reikalingo didžiausio savojo dažnio periodą; aparatūrą jutiklių signalų, arba, kitu atveju, vieno iš jų, kodavimui ir perdavimui į duomenų kaupimo ir apdorojimo įrenginį; duomenų kaupimo ir apdorojimo įrenginį su atitinkama programine įranga dinaminėms charakteristikoms gauti.

6. Įrenginys būdai pagal 1, 2, 3, 4, 5. punktus realizuoti *b e s i s k i r i a n t i s* t u o, kad vietoje laisvuosius santykinius arba, kitu atveju, laisvuosius absoliutinius virpesius matuojančio jutiklio panaudotas lazerinis matuoklis, įtvirtintas stovė, kuris laisvųjų santykinių virpesių matavimo atveju nejudamai pritvirtintas prie vienos iš suveržiamųjų detalių, o laisvųjų absoliutinių virpesių matavimo atveju – prie tokio paviršiaus, kurio virpesių įtakos į matavimo rezultatus nepaisoma.

7. Įrenginys būdai pagal 3 punktą realizuoti, *b e s i s k i r i a n t i s* t u o, kad jame vietoj laisvųjų virpesių žadinimo plaktuko arba analogiško jam įrenginio panaudotas metalinio ar kitokios kietos medžiagos šrato šaudymo į varžtą arba, kitu atveju, į smeigę įtaisas, pritvirtintas šalia kontroliuojamojo varžto ar smeigės ir leidžiantis keisti iššaunamojo šrato greitį, šovimo kryptį bei atstumą tarp jo ir atitinkamo varžto arba smeigės paviršiaus, į kurį šaunamas šratas.

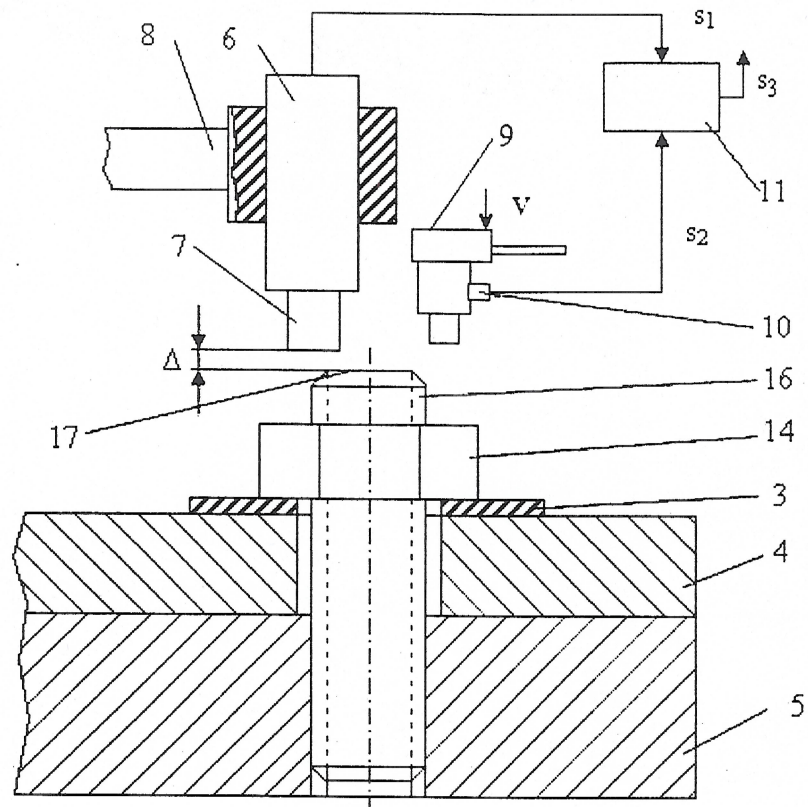


Fig. 3

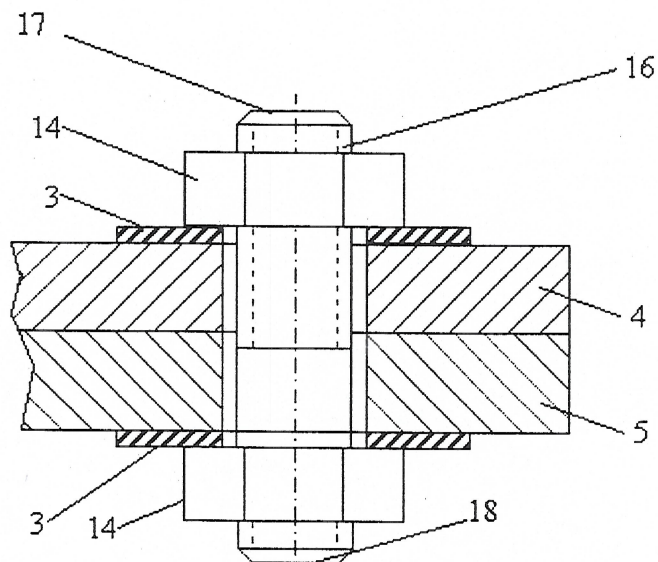


Fig. 4

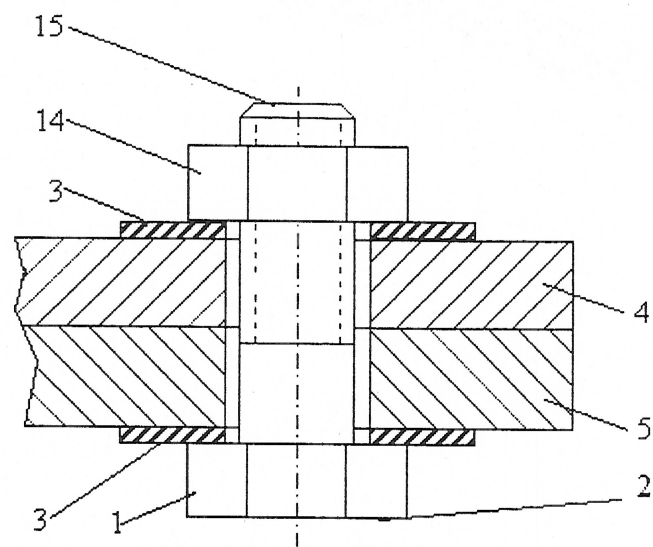


Fig. 5

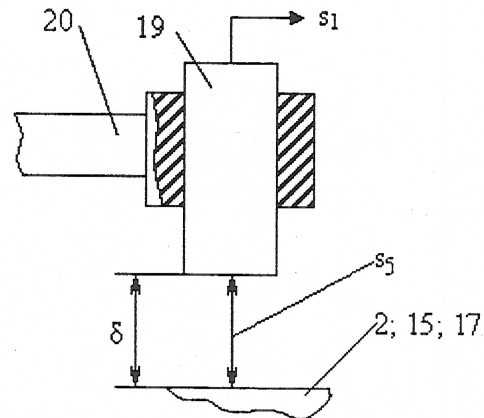


Fig. 6

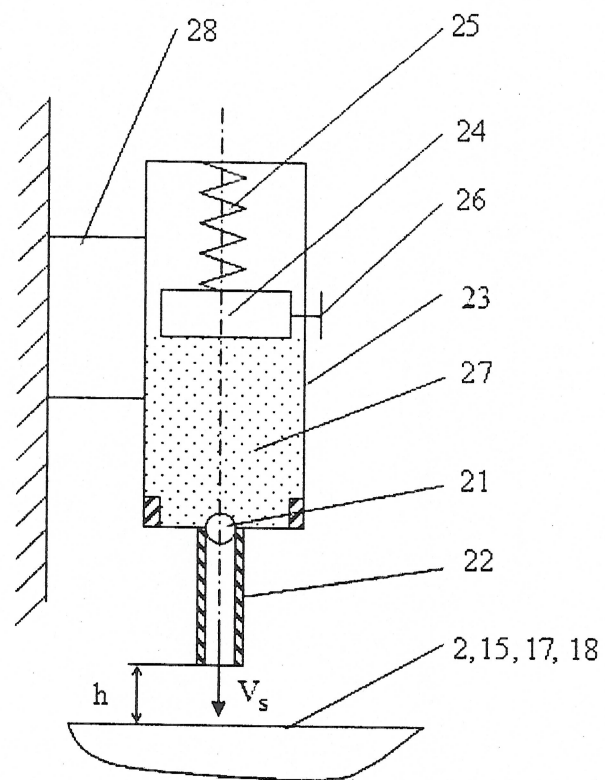


Fig. 7