

(19)



(10)

LT 4279 B

(12)

PATENTO APRAŠYMAS

(11) Patento numeris: **4279**

(51) Int. Cl.⁶: **B65G 69/20**
F42B 3/10

(21) Paraiškos numeris: **96-041**

(22) Paraiškos padavimo data: **1996 04 01**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1997 10 27**

(45) Patento paskelbimo data: **1998 01 26**

(72) Išradėjas:

Viktoras Dorošėvas, LT

Vitalijus Volkovas, LT

(73) Patento savininkas:

Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, 3006 Kaunas, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

Aurelija Šidlauskienė, 25, K. Būgos g. 29-1, 3000 Kaunas, LT

(54) Pavadinimas:

Sukibusių uždaroje talpoje medžiagų birumo atstatymo būdas

(57) Referatas:

Išradimas priklauso medžiagų birumo atstatymo ir smulkinimo technikos sričiai.

Sukibusi uždaroje talpoje medžiaga yra paveikiama lokalizuotais impulsiniais-smūginiais poveikiais, tai yra susprogdinant tam tikro galingumo užtaisus, išskirstytus medžiagos tūryje pagal apskaičiuotą matematinio modelio, konfigūracijos paviršių ir prisilaikant sprogdinimo laiko uždelsimo režimo, kuris parenkamas įvertinant medžiagos fizikines-mechanines savybes. Nauja yra tai, kad impulsiniai-smūginiai poveikiai išskirstomi (išdėstomi) pagal apskaičiuotą paviršiaus konfigūraciją, padalytą į lygiagrečius iškrovimo angai pjūvius ir tai priklauso nuo konkrečios talpos geometrinės formos. Be to, užtaisų galingumai susieti tiek su paviršiaus konfigūracija, tiek su talpos konstrukcija, tai yra įvertinamas konstrukcijos patvarumas. Impulsiniai-smūginiai poveikiai vykdomi nuo taškų, išdėstytų apatiniuose pjūviuose ir kyla statmenai iškrovimo angai į sekančius pjūvius pagal sudarytą, remiantis skaičiavimo rezultatais, laužytą sraigtinę liniją.

Išradimas priklauso būdų ir įtaisų sričiai, su kuriais yra atliekamas sukibusių medžiagų susmulkinimas ir birumo savybių atstatymas įvairios geometrinės formos uždaroje talpose, kurios yra iškraunamos per apatinėse jų dalyse esančias angas, pvz. dengtuose geležinkelio vagonuose, bunkeriuose.

Žinomas medžiagų birumą palaikantis metodas, kuriuo pagrįstas įrenginys, galintis dinaminių poveikių pagalba neleisti šioms medžiagoms sukietėti ir sukibti [žr. TSRS a.l. Nr. 120967, TPK A01C 7/04, 1959]. Įrenginys, kurio veikimas pagrįstas minėtų dinaminiu jėgų poveikio panaudojimu, susideda iš kelių dinaminių sužadintojų, kurie yra pakabinti ant lanksčių pakabų ir patalpinti įvairiais aukščiais vagone esančioje birioje medžiagoje. Vagonui judant, dinaminiai sužadintojai pradeda vibruoti horizontalia kryptimi, ir jų sukeliama dinaminiai poveikiai neleidžia birioms medžiagoms sukibti.

Šis būdas ir juo pagrįstas įtaisas negali būti pritaikomi stambesnių frakcijų medžiagų birumo išsaugojimui, nes sužadintojų judėjimas būtų nepakankamas. Kita vertus, dinaminių poveikių sukūrimas horizontalia kryptimi praktiškai negali užtikrinti vienodos struktūrizacijos visame medžiagos tūryje, ypačingai prie talpos sienelių. Todėl šis metodas ir įtaisas negali užtikrinti patikimo birumo savybės išsaugojimo ir garantuoti pilnutinį talpos iškrovimą.

Žinomas sukibusių medžiagų birumo atstatymo būdas iškraunant dengtus vagonus [žr. Lietuvos Respublikos patentą Nr. 3248, B65G 69/20, 1995], kur sukibusi medžiaga paveikiama lokalizuotų impulsinių-smūginių poveikių ir erdviniai išskirsčius juos vagone esančios medžiagos visame tūryje

pagal pusės elipsoido paviršiaus konfigūraciją bei paskirsčius laike t.y. suformuojant bėgančias diskretiškai deformuojančias bangas.

Minėtas būdas netinka įvairių geometrinių formų uždarams talpoms, nes impulsiniai-smūginiai poveikiai erdvėje išdėstomi neatsižvelgiant į talpos geometriją. Todėl nepasižymi dideliu našumu ir universalumu įvairių geometrinių formų talpose. Šis metodas būtų efektyvesnis, jei poveikių išdėstymas priklausytų nuo talpos geometrinės formos, t.y. būtų mechanizmas, leidžiantis įvertinti dinaminių procesų eigą.

Išradimo tikslas – sukibusių įvairiose geometrinės formos uždaroje talpose biriųjų medžiagų susmulkinimo ir jų iškrovimo būdo sukūrimas, kuris užtikrintų patikimumą, efektyvumą ir saugumą.

Šis tikslas yra pasiekiamas tuo, kad sukibusi uždaroje talpoje medžiaga yra paveikiama lokalizuotais impulsiniais-smūginiais poveikiais, t.y. susprogdinant tam tikro galingumo užtaisus, išskirstytus medžiagos tūryje pagal apskaičiuotą, matematinio modelio, konfigūracijos paviršių ir prisilaukiant sprogdinimo laiko uždelsimo režimo, kuris parenkamas įvertinant medžiagos fizikines-mechanines savybes. Šio būdo naujumas yra tas, kad impulsiniai-smūginiai poveikiai išskirstomi (išdėstomi) pagal apskaičiuotą paviršiaus konfigūraciją, padalytą į lygiagrečius iškrovimo angai pjūvius ir tai priklauso nuo konkrečios talpos geometrinės formos. Be to, užtaisų galin-gumai susieti tiek su paviršiaus konfigūracija, tiek su talpos konstrukcija, t.y. įvertinamas konstrukcijos patvarumas. Impulsiniai-smūginiai poveikiai vykdomi nuo taškų, išdėstytų apatiniuose pjūviuose ir kyla, statmenai iškrovimo angai, į sekančius pjūvius pagal laužytą sraigtinę liniją. Tai leistų garantuoti medžiagos susmulkinimą iškrovimo angos zonoje, jos išlaisvėjimą ir pradinės iškrovimo stadijos suformavimą, nepažeidžiant talpos konstrukcijos. Kadangi impulsiniai-smūginiai poveikiai pradedami inicijuoti iškrovimo angų zonose ir toliau laipsniškai pereina į talpos periferiją, kildami pagal specifinę

sraigtinę liniją, medžiaga ne tik susmulkinama, bet po susmulkinimo įgauna ir orientuotą nežymų judėjimą žemyn link iškrovimo angos, kurios paprastai randasi žemutinėje talpos dalyje.

Matematinis modelis aprašomas lygtimi:

$$m \frac{dq}{dt} = -k \int_0^t q d\tau + \int_0^t P d\tau, \quad (1)$$

kur:

$$q = q(t),$$

$$m = \rho C_m,$$

$$k = 2GC_k,$$

$$C_m = \iiint (U^2 + V^2 + W^2) dx dy dz,$$

$$C_k = \iiint \left\{ (U_x^2 + V_y^2 + W_z^2) + \frac{\mu}{1-2\mu} [(U_x + V_y + W_z)^2] + \frac{1}{2} [(W_x + U_z)^2 + (W_y + V_z)^2 + (U_y + V_x)^2] \right\} dx dy dz,$$

$$\int_0^t P d\tau = LI,$$

$$I = k' \sqrt{Q_v},$$

$$L = \iint_s (U + V + W) ds,$$

kur: I – integravimo tūris, kurį užima sukietėjusi medžiaga;

ρ – medžiagos tankis;

G – medžiagos šlyties modulis;

U, V, W – funkcijos priklausnčios nuo koordinačių x, y, z ir parenkamos atsižvelgiant į talpos geometrinę formą;

$U_x, V_y, W_z, U_y, V_x, U_z, V_z, W_x, W_y$ – funkcijų dalinės išvestinės indekse nurodytos koordinatės atžvilgiu;

μ – medžiagos Puasono koeficientas;

t – impulso trukmė;

s – integravimo sritis, t.y. paviršiaus dalis, kurią veikia išorinės paviršinės jėgos;

k' – plėtimosi rodiklis, parenkamas pagal sprogstamą medžiagą;

Q_v – sprogo šiluma.

Apytiksliai, panaudojus iteracijų metodą, gautas lygties (1) sprendinys:

$$q(t) = \frac{LI t}{m} \left(1 - \frac{kt^2}{6m}\right) + \frac{k^2 t^5}{120m^2}$$

ir apskaičiuoti sukietėjusios medžiagos taškų testiniai poslinkiai u, v, w :

$$u = Uq(t); \quad v = Vq(t); \quad w = Wq(t). \quad (2)$$

Realiams sukietėjusios medžiagos poslinkiams apskaičiuoti įvedama funkcinė sprogo vietos priklausomybė nuo medžiagos taško koordinatų, kuriame skaičiuojame poslinkį

$$LI = rf\left(\frac{r}{R}\right), \quad (3)$$

kur: r – užtaiso spindulys;

R – atstumas nuo užtaiso centro iki matavimo vietos.

Slėgį į talpos konstrukciją apskaičiuojame pagal išorinių jėgų slėgio p ir tampriųjų jėgų atoveikio funkcines priklausomybes

$$p = f(G, \mu, U, V, W, q). \quad (4)$$

Talpos konstrukcijos patvarumui užtikrinti įvedama apribojimo sąlyga

$$\sigma_{leist.} > p, \quad (5)$$

kur: $\sigma_{leist.}$ – talpos konstrukcijos leistini įtempimai.

Siūlomas sukibusių uždaroje talpoje medžiagų birumo atstatymo būdas realizuojamas taip:

- 1) Talpa padalinama į baigtinį skaičių, kubo formos, segmentų, kurio kraštinė lygi $1,4r$.

- 2) Pagal užduotus pradinius parametrus ($\rho, \mu, G, \sigma_{leist.}$, talpos geometriją, testinę impulsinę apkrovą) apskaičiuojami testiniai poslinkiai (2) visuose segmentuose ir sudaroma testinė poslinkių matrica.
- 3) Nustatomi lygiagrečiuose iškrovimo angai pjūviuose segmentai, kuriuose mažiausi testiniai poslinkiai, ir sudaroma jų išdėstymo schema bei gaunama specifinė laužyta sraigtinė linija, sujungiant vienas po kito segmentų, išdėstytų apatiniame pjūvyje, centro koordinatas, ir kylant į sekančiuose pjūviuose esančius segmentus pagal sraigto principą.
- 4) Inicijuojami impulsiniai poveikiai pagal sudarytą schemą ir apskaičiuojami poslinkiai gretimuose segmentuose, atsižvelgiant į (3).
- 5) Gautos reikšmės sulyginamos su testine poslinkių matrica ir užsi-
duotų minimaliu poslinkiu, optimizuojama poveikių inicijavimo vieta ar dydis.
- 6) Tikrinamas talpos konstrukcijos patvarumas pagal (4) ir (5) ir optimizuojama laužytos sraigtinės linijos konfigūracija.
- 7) Gaunama optimali užtaisų išsidėstymo paviršinė konfigūracija ir atsižvelgiant į tai, kad sprogimo bangos greitis proporcingas garso sklidimo toje terpėje greičiui, nustatomas laiko uždelsimo režimas bėgančiai bangai suformuoti.
- 8) Pagal gautą optimalią paviršiaus konfigūraciją talpoje išdėstomi užtaisai ir atliekamas užtaisų sprogdinimas ties iškrovimo anga esančiame pjūvyje toliau laipsniškai kylant statmenai iškrovimo angai į sekančiuose pjūviuose išsidėsčiusius užtaisus pagal laužytą sraigtinę liniją. Užtaisai sprogdinami vienas po kito, prisilaikant laiko uždelsimo režimo.

Fig.1 – talpos su sukietėjusia medžiaga skaičiuojamoji schema.

Fig.2 – sukietėjusios medžiagos padalinimas į segmentus.

Fig.3 – suminių testinių poslinkių pagal talpos ilgį pasiskirstymas įvairiuose horizontaliuose pjūviuose.

Fig.4 – suminių testinių poslinkių pagal talpos plotį pasiskirstymas įvairiuose horizontaliuose pjūviuose.

Fig.5 – specifinės laužytos sraigtinės linijos sudarymo schema.

Pavyzdžiui, supaprastintame modelyje, siūlomo būdo realizavimas atliekamas taip.

Tarkim supilta birioji medžiaga stačiakampės prizmės formos talpoje (žr. Fig. 1) sukietėjo ir, atidarius dugną, nebyra. Tuomet matematinės išraiškos (1) lygties sprendimui atrodytų taip:

$$m = \rho a^3 \left(\frac{94336}{105} + \frac{8192(225 + 200k_1 + 144k_1^2)}{1125} + \frac{4096k_2}{945} + \frac{32768k_2^2}{2625} + \frac{753664k_3}{945} + \frac{1507328k_3^2}{2625} \right). \quad (6)$$

$$k = 2Ga \left\{ \frac{6208}{5} + \frac{1024(225 + 200k_1 + 144k_1^2)}{1125} + \frac{2048k_2}{45} + \frac{16384k_2^2}{125} + \frac{16384k_3}{15} + \frac{98304k_3^2}{125} + \frac{1}{2} \left[\frac{131072k_1^2}{315} + \frac{65536k_2^2}{1575} + 2 \left(\frac{65536k_1k_2}{1125} + \frac{262144k_1k_3}{1125} + \frac{262144k_2k_3}{1125} \right) \right] + \frac{\mu}{1-2\mu} \left[\frac{6208}{5} + \frac{1024(225 + 200k_1 + 144k_1^2)}{1125} + \frac{2048k_2}{45} + \frac{16384k_2^2}{125} + \frac{16384k_3}{15} + \frac{98304k_3^2}{125} + 2 \left(\frac{512(45 + 28k_1)}{45} - \frac{1024k_1}{45} + \frac{1024k_1(5 - 16k_2)}{225} + \frac{16384k_1k_2}{125} - \frac{2048k_3}{45} - \frac{2048(25 + 28k_1)k_3}{125} - \frac{229376k_2k_3}{1125} + \frac{512(100k_3 - 225 - 140k_1 + 112k_1k_3)}{225} \right) \right] \right\}. \quad (7)$$

$$L = \frac{4x(4a^2 - x^2)}{a} + \frac{16k_1x(4a^2 - x^2)}{9a} + \frac{8y(a^2 - y^2)}{a} + \frac{128k_2y(a^2 - y^2)}{9a} + \frac{8z(4a^2 + z^2)}{a} + \frac{32k_3z(4a^2 + z^2)}{9a}. \quad (8)$$

Žinomi matmenys ir parametrai:

$$a = 1 \text{ m}; G = 2 \times 10^8 \text{ Pa}; \mu = 0,4; \rho = 800 \text{ kg/m}^3; k_1 = -14,1591;$$

$$k_2 = -13,5966; k_3 = -2,25; \sigma_{leist.} = 2,50 \times 10^8 \text{ Pa}; k' = 1,23;$$

$$Q_v = 4,31 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}^2; I = 2400 \text{ m/s}; r = 10 \text{ cm};$$

Tuomet, pagal (6), (7) ir (8) formules apskaičiuojame k, m ir L

$$k = 4,60514 \times 10^{15}$$

$$m = 5,34652 \times 10^{12}$$

$$L = \frac{x(40000 - x^2)}{25} - 0,251717x(40000 - x^2) + \frac{2y(10000 - y^2)}{25} - 1,93374y(10000 - y^2) + 1,38778 \times 10^{-17}z(40000 + z^2)$$

Tada galima apskaičiuoti apytiksliai q ir pagal (2) poslinkius u, v ir w .

Talpa padaliname į segmentus, kurio kraštinė lygi 20 cm (Fig. 2). Po to apskaičiuojame kiekvieno segmento suminius poslinkius, gautus dėl inicijavimo impulsinės apkrovos segmento viduryje, ir sudarome testinę poslinkių matricą, kuri pavaizduota grafiškai (Fig.3 ir fig.4). Kadangi talpa simetriška, tai pateikiamas tik suminių poslinkių išsidėstymas pjūviuose pagal talpos ilgį (Fig.3), kai plotis pastovus ($y=20$ cm) ir pagal talpos plotį (Fig.4), kai ilgis pastovus ($x=20$ cm). Grafikuose, juodais taškais su atitinkamu numeriu, pažymėtos vietos, kuriose mažiausi suminiai poslinkiai. Atitinkamai gautume ir taškus 1', 2', ..., 29', kai $y=-20$ cm ir $x=-20$ cm. Taigi, visumoje gauname 58 taškus, kuriuos reikia sujungti pagal sraigtinės trajektorijos principą. Tai galima atlikti pagal Fig.5 pateiktą schemą. Pirmiausia erdvėje išdėstomi lygiagretūs iškrovimo angai pjūviai ir juose atitinkami taškai iš fig.3.

ir fig.4. Po to nuo taško 1, kuris yra artimiausiame iškrovimo angai pjūvyje, jungiame pagal laikrodžio rodyklės sukimosi kryptį su sekančiu tašku 2 tame pačiame pjūvyje, toliau su tašku 1', o jį su tašku 2'. Po to pagal laikrodžio rodyklės sukimosi kryptį pereiname į sekančio pjūvio tašką 3' po to $\rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 7' \rightarrow 6' \rightarrow 5' \rightarrow 4' \rightarrow$ sekančio pjūvio taškus ir taip toliau. Taip gaunama specifinė laužyta sraigtinė linija. Toliau vėl inicijuojame užtaisų sproginimą ir, gautas suminių poslinkių reikšmės pagal (3) ir (2), sulyginame su testinės matricos reikšmėmis. Jei, gauti poslinkiai per maži, tai galima pakoreguoti inicijavimo vietos padėtį arba padidinti užtaiso galingumą. Po to tikriname talpos konstrukcijos patvarumą. Tam, pagal (4) apskaičiuojame slėgius, atsiradusius dėl užtaisų sproginimo inicijavimo, ypač taškuose, kurie yra prie talpos sienų. Gauti slėgiai turi tenkinti (5) sąlygą, priešingu atveju reikia koreguoti užtaiso vietą arba jo galingumą. Atitinkamai pasikoreguotą ir specifinę laužyta sraigtinę liniją. Taigi gavome sraigtinę liniją, kurioje yra optimaliai išdėstyti užtaisai. Galiausiai užduodame laiko uždelsimo režimą. Tai atliekame pagal atstumo tarp užtaisų ir garso bangos sklidimo sukietėjusioje medžiagoje greičio santykį. Tarkim, atstumas tarp 1 ir 2 taškų yra 28 cm, o garso bangos sklidimo greitis 800 m/s, tai uždelsimo laikas tarp jų sprogdinimo bus 0,00035 s. Analogiškai apskaičiuojame uždelsimo laikus ir kitiems užtaisams.

Išradimas sudaro palankias sąlygas ir leidžia atstatyti, sukibusių medžiagų įvairios geometrinės formos talpose, birumą ir pagerina savaiminį išbyrėjimą iš uždaros talpos.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Sukibusių uždaroje talpoje medžiagų birumo atstatymo būdas, susidedantis iš lokalizuotų ir paskirstytų laiko atžvilgiu impulsinių – smūginių poveikių į sukibusią uždaroje talpoje medžiagą, besiskiriantis tuo, kad impulsinius – smūginius poveikius vykdo erdviniai išskirsčius juos talpoje esančios medžiagos visame tūryje pagal apskaičiuotą, atsižvelgiant į talpos geometrinę formą ir talpos konstrukcijos standumą, ir sudarytą specifinę laužytą sraigtinę liniją, kurią gauna jungiant nustatytus taškus, po to inicijuoja nustatyto galingumo poveikius lokalinuose tūriuose ties iškrovimo anga ir tęsia laipsniškai, pagal užduotą laiko režimą, kuri parenka priklausomai nuo atstumo tarp užtaisų ir garso bangos sklidimo sukietėjusioje medžiagoje greičio santykio, kylant laužyta sraigtinė linija, statmenai iškrovimo angai į periferines dalis ir formuoja bėgančią bangą.
2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad talpą padalina į kubo formos segmentus, kurio kraštinė priklauso nuo užtaiso spindulio r ir lygi $1.4r$.
3. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad apskaičiuoja testinius sukietėjusios medžiagos poslinkius, atsiradusius dėl užtaiso sprogo, kiekvienam segmentui pagal formulę:

$$u = Uq(t); v = Vq(t); w = Wq(t),$$
kur: u, v, w – sukietėjusios medžiagos testiniai poslinkiai atitinkamai pagal x -sų, y -kų ir z -tų ašis,

U, V, W – funkcijos priklausančios nuo koordinačių x, y, z ir parenkamos atsižvelgiant į talpos geometrinę formą,

$q(t)$ – koordinatė, kuri priklauso nuo impulsinio poveikio trukmės.

4. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad nustato lygiagrečiuose iškrovimo angai pjūviuose segmentus, kuriuose mažiausi testiniai poslinkiai ir sudaro jų išdėstymo schemą bei gauna specifinę laužytą sraigtinę liniją, sujungiant vienas po kito segmentų, išdėstytų apatiniame pjūvyje, centro koordinatas, ir kylant į sekančiuose pjūviuose esančius segmentus pagal sraigto principą.
5. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad inicijuoja impulsinį poveikį taškuose, esančiuose specifinėje laužytoje sraigtinėje linijoje ir skaičiuoja suketėjusios medžiagos poslinkius gretimuose segmentuose, atsižvelgiant į funkcinę priklausomybę

$$I = rf\left(\frac{r}{R}\right),$$

kur: I – impulsas,

r – užtaiso spindulys,

R – atstumas nuo užtaiso centro iki matavimo vietos.

6. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad skaičiuoja ir tikrina talpos konstrukcijos patvarumą impulsiniams poveikiams pagal išorinių jėgų slėgio p ir tampriųjų jėgų atoveikio funkcinę priklausomybę

$$p = f(G, \mu, U, V, W, q),$$

$$\sigma_{leist} > p,$$

kur: G – suketėjusios medžiagos šlyties modulis,

μ – suketėjusios medžiagos Puasono koeficientas,

σ_{leist} – talpos konstrukcijos leistini įtempimai.

7. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad nustato laiko uždelsimo režimą bėgančiai bangai suformuoti pagal gautą optimalią užtaisų išsidėstymo laužytoje sraigtinėje linijoje schemą ir atsižvelgiant į tai, kad sprogo bangos greitis proporcingas garso sklaidimo toje terpėje greičiui.

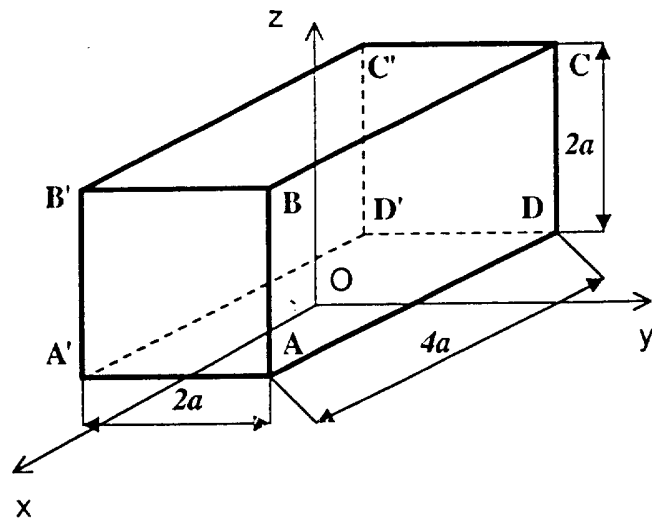


Fig. 1

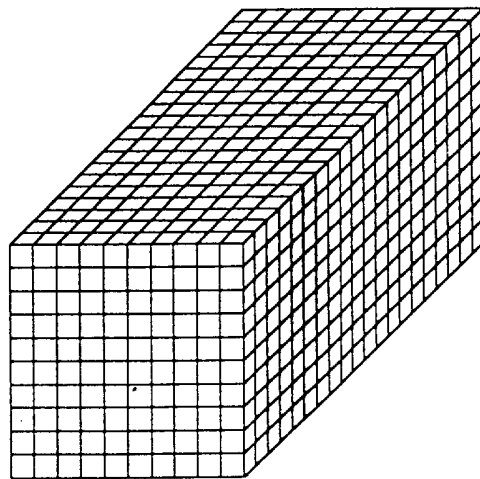


Fig. 2

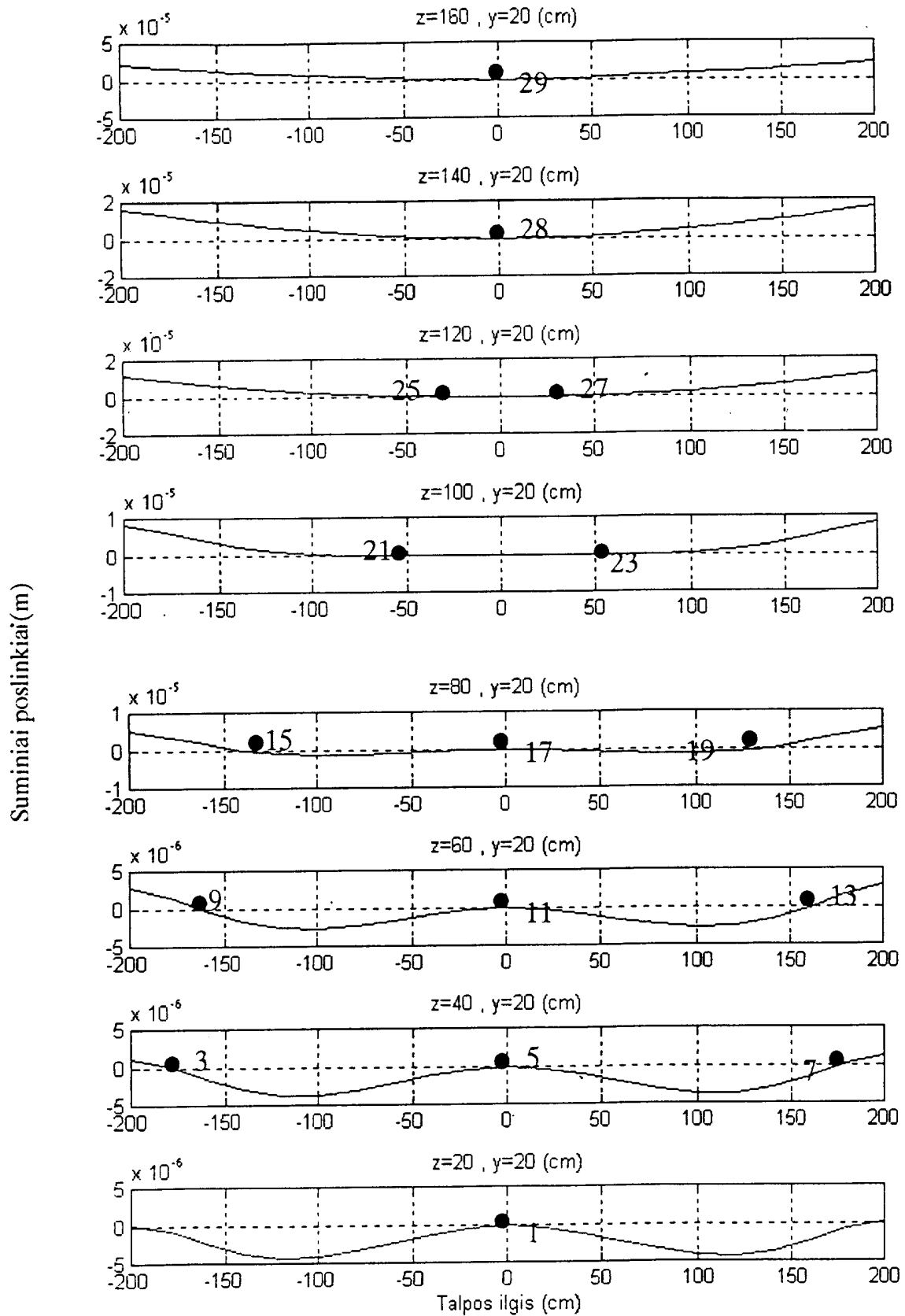


Fig.3

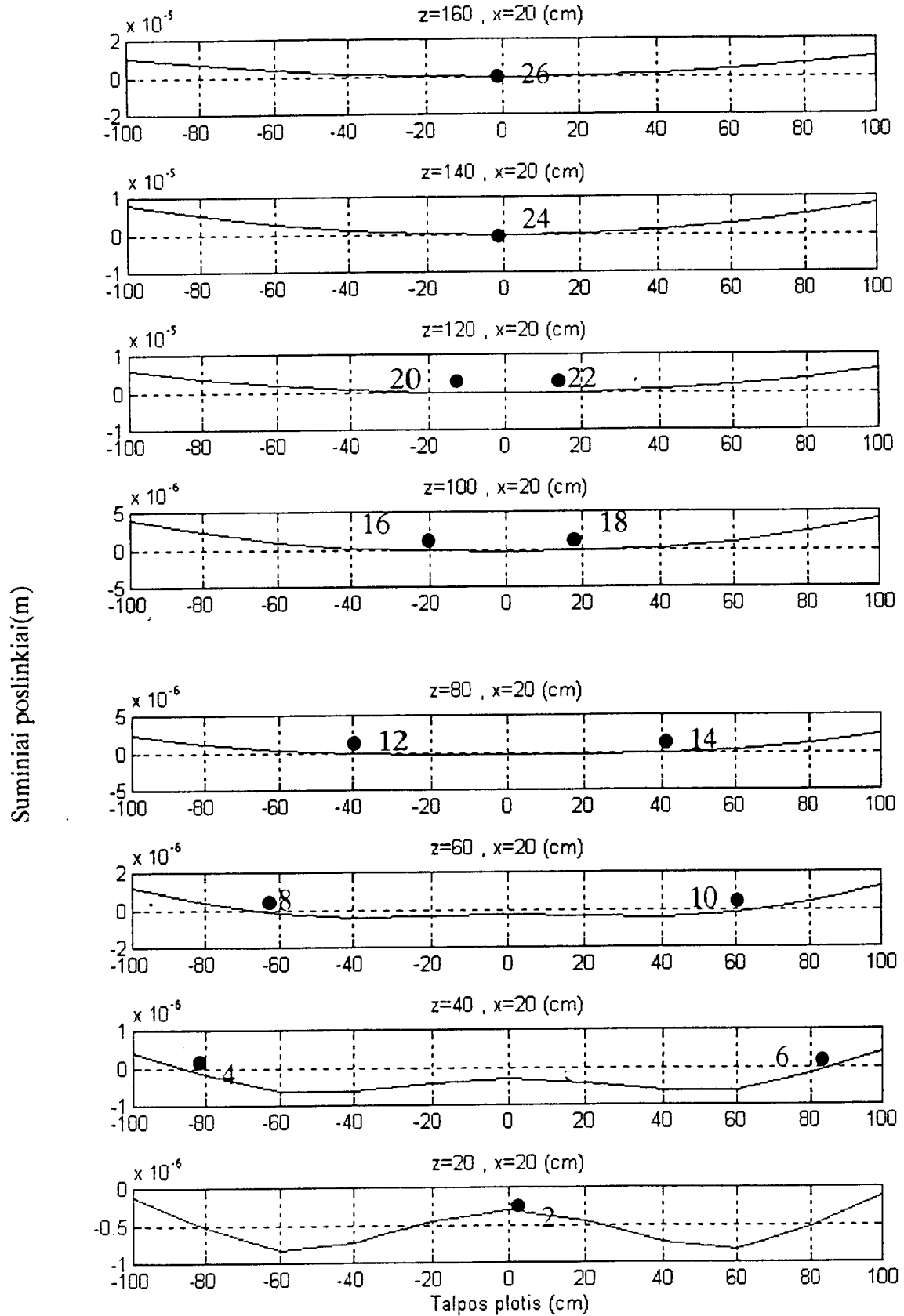


Fig.4

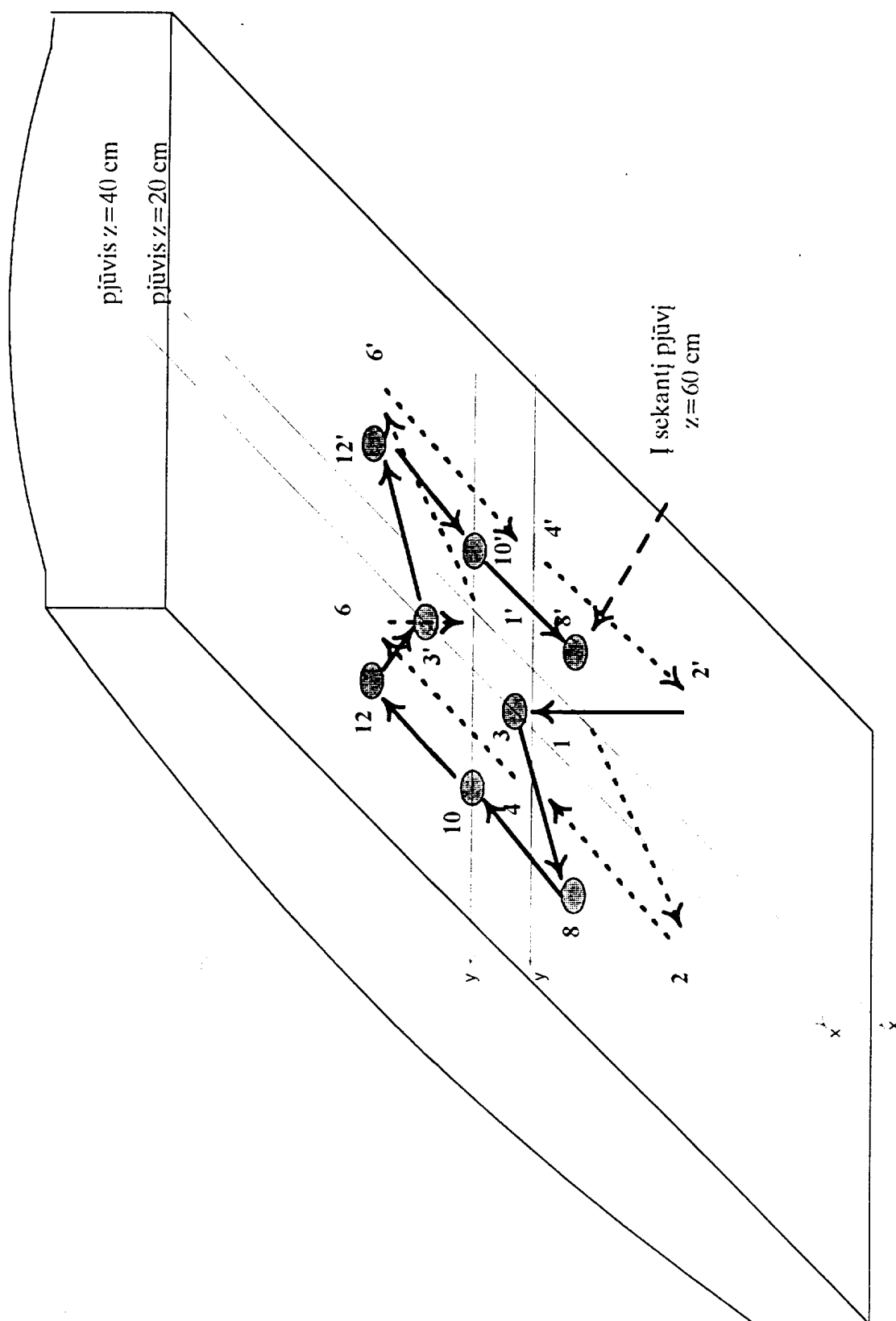


Fig. 5