

(12) **PATENDIKIRJELDUS**

- (21) Patenditaotluse number: **P201400011**
- (22) Patenditaotluse esitamise kuupäev: **23.04.2014**
- (24) Patendi kehtivuse alguse kuupäev: **23.04.2014**
- (43) Patenditaotluse avaldamise kuupäev: **16.11.2015**
- (45) Patendikirjelduse avaldamise kuupäev: **16.05.2016**

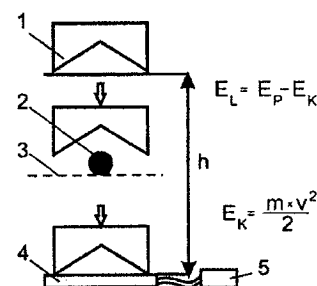
- (73) Patendiomanik:
Eesti Maaülikool
Fr. R. Kreutzwaldi 1a, 51014 Tartu, EE
- (72) Leiutise autorid:
Väino Poikalainen
Aretuse 1-4, Märja, Tähtvere vald,
61406 Tartu maakond, EE
Lembit Lepasalu
Pilve 11-4, Märja, Tähtvere vald,
61406 Tartu maakond, EE
Urmas Sannik
Vaablase 14-1, 12916 Tallinn, EE
Jüri Olt
Keskasula 21, Kuremaa,
48445 Jõgeva maakond, EE
Aarne Pöldvere
Riia mnt 170, Lemmatsi, Ülenurme vald,
61704 Tartu maakond, EE
Riho Martinson
Kevade 3, 44306 Rakvere, EE
Alo Tänavots
Tamme põik 35-6, 50416 Tartu, EE
Hannes Mootse
Kaasiku 20, Ülenurme alevik,
61714 Tartu maakond, EE
Andres Sats
Aiandi tee 5-45, Luunja vald,
62207 Tartu maakond, EE

(54) **Gravitatsiooniline impulssmeetod ja seade liha löikeenergia määramiseks**

(57) Leiutis kuulub materjalide uurimise ja analüüsimise valdkonda, täpsemalt liha mehaaniliste omaduste määramise meetodite hulka ning on kasutatav liha õrnuse määramisel. Gravitatsioonilise impulssmeetodi iseloomulik tunnus on see, et liha proovitükk lõigatakse läbi \wedge -kujulise lõiketera vabal langemisel liha proovitükile. Lõikamise protsessi käigus liha proovitüki läbimisel väheneb \wedge -kujulise lõiketera kiirus liha, sealhulgas veiseliha mehaanilistest omadustest lähtuvalt, sealhulgas sitkusest tulenevate takistusjõudude mõjudes lõiketerale. Lõikamise protsessi lõppedes mõõdetakse jõuanduriga lõiketera jääkjõudu ja selle mõju kestust, kusjuures fikseeritakse jääkjõudu mõju lõpp ja algus, mis registreeritakse andmesalvesti (arvuti) poolt. Saadud andmete põhjal arvutatakse impulss ja löikeenergia.

(57) The invention belongs to the field of material research and analysis, in particular, to the methods for estimation the mechanical traits of meat, and it can be used for estimation of the tenderness of meat. A characteristic trait of the gravitational impulse method is that a sample segment of meat is cut through with a \wedge -shaped shear blade at its free-fall to the sample meat piece.

In the cutting process, the speed of the \wedge -shaped shear blade, passing through the meat segment, decreases due to the mechanic traits of meat, including the impact of toughness-deduced resistance force on the shear blade. At the end of the cutting process, the residual force of the shear blade as well as the durability of its impact are measured by a force transducer; thereby the end and start of the residual force impact are fixed, being registered by a data recorder (computer). On the basis of this data impulse and shear energy are measured.



GRAVITATSIOONILINE IMPULSSMEETOD JA SEADE LIHA LÕIKEENERGIA MÄÄRAMISEKS

TEHNIKAVALDKOND

Käesolev leiutis kuulub materjalide uurimise ja analüüsimise valdkonda, täpsemalt liha
5 mehaaniliste omaduste määramismeetodite hulka ning on kasutatav liha, sealhulgas
veiseliha õrnuse määramisel.

TEHNIKA TASE

Lihaskude on tähtsaim toore liha kui toiduaine tootmisel. Peale looma töötlemist tapamajas
lastakse rümbalihal valmida ja vajadusel laagerdada. Liha valmimise ja laagerdamise
10 käigus toimuvad lihas biokeemilised ja mikrobioloogilised protsessid, muutub liha värvus,
maitse, tekstuur (liha õrnus). Liha, sealhulgas loomaliha on struktuurilt sitke, seda tuleb
enne tarvitamist laagerdada. Laagerduse käigus laguneb sidekude, liha muutub
pehmemaks, selle maitseomadused paranevad. Seega õige laagerdustehnoloogia
kasutamine määrab olulisel määral lõpptoote kvaliteedi ja ka töötlemise majanduslikud
15 näitajad. Laagerdamise kestus sõltub looma liigist, vanusest ning laagerdamise
parameetritest. Liha tekstuuriparameetreid (liha õrnus) määratakse sensoorselt või
mõõdetakse eriaparaatuuri abil. Liha õrnus on määratav selle vastupanuga lõikamisele.
Mida õrnem on liha, seda vähem avaldab see vastupanu lõikamisele ja vastupidi.

Toiduainete tekstuuri kvantitatiivseks hindamiseks toiduainetetööstuses on tuntud ja
20 kasutatakse tekstuurianalüsaatoreid. Nendes kontrollitakse uuritavate toiduainete allumist
lõikamisele. Tuntud tekstuurianalüsaatorite puhul rakendatakse üldjuhul konstantset
lõikamise kiirust ja survet ning mõõdetakse toiduaine, sealhulgas liha proovitüki
lõikamisel lõikeseadise lõikejõu dünaamikat. Liha avaldab lõikamise käigus vastupanu
lõikeseadise liikumisele. Liha proovitüki kui takistuse läbimiseks kulutab lõikeseadis
25 energiat, mis kujutab endast lõikeenergiat. Ülemaailmselt on tunnustust leidnud Warner-
Bratzleri (WB) põhimõttel põhinevad tekstuurianalüsaatorid, mis peavad vastama
kindlatele nõuetele (Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., Johnson, L. P., Miller, M. F.,
Koochmaraie, M. 1997. A Comparison of Warner-Bratzler Shear Force Assessment Within
and Among Institutions. Journal Animal Science, 75, 2423–2432).

Tekstuurianalüsaatoris TMS PRO kasutatakse lõikamiseks kindla paksuse ja konfiguratsiooniga lõiketera, millel on 60 kraadise kaldenurgaga \wedge -kujulise lõikeservaga väljalõige, edaspidi \wedge -kujuline lõiketera. Tekstuurianalüsaatori lõiketera paksus on 1,016 mm. \wedge -kujulise lõiketera oluline eelis on see, et see haarab paremini kui valdavalt sirge lõikeservaga lõiketera lõigatavat liha proovitüki, kuna lõikamine toimub \wedge -kujulise lõiketera puhul samaaegselt kahelt poolt, see on /-lõikeserva ja \-lõikeserva poolt. Liha proovitükid võetakse looma välisfileest piki lihaskiudu.

Tuntud tekstuurianalüsaatori puhul peab lõiketera konstantse liikumiskiiruse tehniliseks realiseerimiseks vastav seadmestik olema varustatud liikumiskiirust kontrolliva aparatuuriga, täpsemalt ajami ja ülekandega, kusjuures ajam on varustatud jõuanduriga. Selline keeruline konstruktsioon mõjutab paratamatult lõikejõu ja lõiketera positsiooni mõõtmise aparatuuri maksumust suurenemise suunas, mis on endaga kaasa toonud kogu lõikeenergia määramisprotseduuri kallinemise.

Leiutise WO2006057990 (A2) järgi on tuntud meetod laagerdunud liha lõikeenergia hindamiseks elektromagnetilise radiatsiooni ja nähtava lainepikkuse abil ning koostatakse selleks vastav matemaatiline mudel. Tuntud meetodit võib pidada pigem liha õrnuse hindamise, mitte määramise meetodiks.

Kõige lähemaks tehniliseks lahenduseks on vastavalt patendile CN202939059 (U) tuntud liha ja lihatoodete lõikeenergia määramise meetod, mis on välja arendatud lähtuvalt Warner-Bratzleri põhimõttest, kusjuures lõikeenergia määramiseks vajalike andmete kogumiseks kasutatakse liha sisse surutavat lõikeseadist. Lõikeseadisena on antud juhul kasutusel tõukurvarras, mis surutakse lõikelaual, täpsemalt silindri sees oleva liha proovitüki sisse.

Tulenevalt tehnika tasemest on liha õrnuse ehk lõikeenergia füüsikaliseks määramiseks tuntud meetod ja selle realiseerimiseks vajalik seadmestik kallis, mis mõjutab mõõteprotseduuri maksumust ja sellest tulenevalt lõpptoodangu omahinda. Tuntud meetodi ja aparatuuri puuduseks on liigne keerukus ja väike tundlikus ning nende kasutamine on ebamajanduslik.

Antud leiutise eesmärgiks on lihtsustada liha õrnuse, täpsemalt lõikeenergia määramise meetodikat ja kasutusel olevat aparatuuri ning seoses sellega vähendada protseduuri maksumust.

LEIUTISE OLEMUS

- 5 Käesoleva leiutise olemus seisneb selles, et luua senituntust lahendusest erinev meetod ja seade liha lõikeenergia määramiseks, mis oleks ühtlasi vaba eelpool mainitud puudustest.

Antud leiutise ülesandeks on liha, sealhulgas veiseliha lõikeenergia määramise meetodi lihtsustamine ja selle tulemusena mõõteprotseduuri maksumuse vähendamine ning samal ajal tundlikkuse suurendamine. Selle eesmärgi saavutamiseks on välja arendatud uudne, 10 niinimetatud gravitatsiooniline impulssmeetod ja seade selle realiseerimiseks. Liha lõikamiseks kasutatakse lõiketera. Selline liha lõikeenergia määramise meetod seisneb lõiketera jääkjõu ja selle mõju kestvuse ehk impulsi määramises. Kui lõiketera on tõstetud teatud kõrgusele, siis see omab potentsiaalset energiat, mida on võimalik kasutada töö tegemiseks. Lõiketera vabal langemisel muutub potentsiaalne energia kineetiliseks 15 energiaks. Kui lõiketera alla paigutada takistus, antud juhul liha proovitükk, siis liha proovitüki lõikamiseks tehakse tööd, see tähendab, et kulutatakse teatud hulk lõiketera energiast, mida antud juhul nimetatakse lõikeenergiaks. Kui näiteks lõiketera alla takistust, antud juhul liha proovitükki ei paigutata, siis lõiketera vabal langemisel lõikeenergiat ei teki.

20 Gravitatsioonilise impulssmeetodi iseloomulik tunnus on see, et liha proovitükk lõigatakse läbi lõikeseadise, täpsemalt \wedge -kujulise lõiketera vabal langemisel liha proovitükile. Lõikamise protsessis liha proovitüki läbimisel \wedge -kujulise lõiketera kiirus väheneb liha, sealhulgas veiseliha mehaanilistest omadustest lähtuvalt, sealhulgas sitkusest tulenevate takistusjõudude mõjul lõiketerale.

25 Lõikamise protsessi lõppedes mõõdetakse jõuanduriga lõiketera jääkjõudu F ja jääkjõu F mõju kestust Δt , kusjuures fikseeritakse jääkjõu F mõju lõpp t_2 ja algus t_1 , ehk jääkjõu F mõju kestus $\Delta t = t_2 - t_1$, mis registreeritakse andmesalvesti (arvuti) poolt. Saadud andmete põhjal arvutatakse impulss i ($i = F \cdot \Delta t$) ja lõikeenergia E_L .

Seade gravitatsioonilise impulssmeetodi realiseerimiseks sisaldab \wedge -kujulist lõiketera liha proovitüki lõikamiseks, lõikelauda, mis on ette nähtud liha proovitüki toetamiseks lõikeprotsessi käigus, jõuandurit koos vastava platvormiga ja kontrolleri. \wedge -kujulise lõiketera liikumise suunamiseks sisaldab seadme \wedge -kujulise lõiketera juhikut, mis koosneb

5 vähemalt kahest püstsetest juhtvardast ning \wedge -kujulise lõiketera külge jäigalt kinnitatud lineaarsetest liuglaagritest, \wedge -kujulise lõiketera asendi fiksaatorit ja päästikut. \wedge -kujuline lõiketera on varustatud seadisega lisaraskuse kinnitamiseks \wedge -kujulise lõiketera külge. seadis \wedge -kujulist lõiketera seljale.

JOONISTE LOETELU

- 10 Käesolevat leiutise tehnilist lahendust kirjeldavad detailsemalt joonised Fig 1, Fig 2 ja Fig 3, mis on lisatud teostusnäidete juurde. Leiutis ei ole piiratud nende näidetega, vaid ainult kaasnevate nõudluspunktidega.

Joonisel Fig 1 on kujutatud lihaproovi gravitatsioonilise impulssmeetodiga lõikejõu ja lõikeenergia määramise põhimõtteskeem;

- 15 joonisel Fig 2 on kujutatud gravitatsioonilist impulssmeetodit realiseeriva seadme põhimõtteskeem;

joonisel Fig 3 on kujutatud lihaproovi gravitatsioonilise impulssmeetodiga lõikamisel jõuanduri poolt registreeritud jõu dünaamika graafik.

TEOSTUSNÄIDE

- 20 Järgnevalt kirjeldatakse leiutist täielikumalt, koos viidetega lisatud joonistele, millel on kujutatud leiutise eelistatud teostus.

Joonisel Fig 1 on kujutatud lihaproovi gravitatsioonilise impulssmeetodiga lõikejõu ja -energia määramise põhimõtteskeem. Gravitatsiooniline impulssmeetod liha lõikeenergia määramiseks seisneb selles, et selle kohaselt pärast rümbast eraldamist valmistatakse ette

25 liha proovitükid, mida laagerdatakse ja seejärel töödeldakse termiliselt. Liha proovitükid

võetakse looma välisfileest piki lihaskiudu kindla läbimõõduga, näiteks 12,7 mm. Järgnevalt paigutatakse \wedge -kujulise lõiketera 1 alla lõikelauale 3 liha õrnuse määramise eesmärgil eelnevalt ettevalmistatud liha proovitükk 2. Järgnevalt lõigatakse lõikelaual 3 \wedge -kujulise lõiketeraga 1 liha proovitükk 2 keskelt, lihaskiududega ristisuunaliselt ning määratakse liha lõikamiseks kulunud energiakadu. Katse alguses ettenähtud kõrgusele h (joonis Fig 1) tõstetud ja kindla massiga m \wedge -kujuline lõiketera 1, omades potentsiaalset energiat E_P , mis on võrdne \wedge -kujulise lõiketera massi m , raskuskiirenduse g ja raskuskeskme kõrguse h korrutisega ($E_P = mgh$), \wedge -kujuline lõiketera 1 vabastatakse ning lastakse langeda vaba langemisega lõikelauale 3 paigutatud liha proovitükile 2. Kuna liha proovitükki 2 lõigatakse \wedge -kujulise lõiketera 1 vabalangemisel, siis muutub \wedge -kujulise lõiketera 1 potentsiaalne energia E_P kineetiliseks energiaks E_K . Kokkupuutes liha proovitükiga 2 hakkab \wedge -kujulise lõiketera 1 lõikekiirus v liha proovitüki takistusjõudude mõjul vähenema, aga ka esialgne potentsiaalne energia E_P . Liha proovitüki 2 läbimisel mõõdetakse \wedge -kujulise lõiketera 1 poolt lõikamiseks kuluvat jääkjõudu F ja jääkjõu F mõju kestust Δt , mis registreeritakse arvuti (joonisel pole näidatud) poolt ning määratakse nende parameetrite abil \wedge -kujulise lõiketera 1 jõuimpulss, mille väärtust on võimalik hinnata jõuanduril 5 tekkiva impulsi i suuruse kaudu, mis arvutatakse jõu F dünaamika graafikult (Fig 3) joonealuse pinna S järgi. Juhul kui \wedge -kujulise lõiketera 1 liikumisteel on takistus, täpsemalt liha proovitükk, siis peab lõiketera kulutama selle lõikamiseks energiat ehk lõikeenergiat E_L , mis on leitav \wedge -kujulise lõiketera 1 potentsiaalse ja kineetilise energia vahena ($E_L = E_P - E_K$) ja jõuanduri 4 abil registreeritakse selle võrra väiksem tulem andmesalvesti (arvuti) poolt.

Mida õrnem on liha, seda suurem impulss i tekib määramise käigus ning vastupidi, mida vähem õrn on liha, seda suuremat takistust see tekitab \wedge -kujulise lõiketera 1 liikumisele, mille tulemusena tekib väiksem impulss i ($i = F \cdot \Delta t$).

Joonisel Fig 2 kujutatud gravitatsioonilist impulssmeetodit realiseeriv seade sisaldab lõikeseadist, täpsemalt \wedge -kujulist lõiketera 1, mis on ettenähtud liha proovitüki 2 lõikamiseks. Seade sisaldab piluga lõikelauda 3, \wedge -kujulise lõiketera 1 liikumise suunamiseks lineaarset juhikut, mis sisaldab vähemalt kahte juhtvardast 6 ja juhtvarrastega

6 kontaktis olevatest olevatest ja \wedge -kujulise lõiketera 1 jäigalt kinnitatud lineaarsetest liugelaagritest 7 ning kinnituseadistest (joonisel pole näidatud), jõuandurit 4 koos platvormiga ja kontrolleri 5 ning jõuimpulssi registreerivat arvutisüsteemi (joonisel pole näidatud). Seadme \wedge -kujulise lõiketera 1 paksus on 1,016 mm ning algmass, näiteks 1,1

5 kg. Seadme \wedge -kujuline lõiketera 1 on varustatud fiksaatoriga 8 ja päästikuga 9. Fiksaator 8 on ette nähtud \wedge -kujulise lõiketera 1 raskuskeskme asendi fikseerimiseks kõrgusel h alusest ja päästik 9 \wedge -kujulise lõiketera 1 vabastamiseks liha lõikeenergia määramisprotsessi alguses. \wedge -kujuline lõiketera 1 on varustatud seadisega 10 lisaraskuse 11 kinnitamiseks. Seadis 10 lisaraskuse 11 kinnitamiseks on paigutatud \wedge -kujulise

10 lõiketera 1 külge nii, et see ei mõjutaks \wedge -kujulise lõiketera 1 funktsionaalseid omadusi, eelistatult \wedge -kujulise lõiketera 1 /- ja \-lõikeserva vastasküljele ehk \wedge -kujulise lõiketera 1 seljale.

Liha lõikeenergia määramiseks võetakse liha proovitükid 2 looma välisfileest piki lihaskiudu kindla läbimõõduga, näiteks 12,7 mm ning valmistatakse ette, laagerdatakse,

15 töödeldakse termiliselt. Liha proovitükk 2 asetatakse \wedge -kujulise lõiketera 1 ja jõuanduri 4 vahel paiknevale lõikelauale 3. \wedge -kujuline lõiketera 1 fikseeritakse teatud kõrgusel h , näiteks selle raskuskeskme kõrgusel $h = 460$ mm alusest. Liha lõikeenergia määramisprotsessi alustamiseks käivitatakse \wedge -kujulise lõiketera 1 vabalangemisega liikumine, milleks avatakse päästik 11. Seejärel \wedge -kujulise lõiketera 1 kohtub alla

20 kukkumisel liha proovitükiga 2 ning lõikub sellesse. Liha lõikamise käigus tehakse \wedge -kujulise lõiketera 1 poolt tööd, milleks kulutatakse energiat ning mida nimetatakse lõikeenergiaks E_L . Liha proovitüki 2 läbi lõiganud \wedge -kujuline lõiketera 1 langeb jõuanduri 4 platvormile, mille abil mõõdetakse jääkjõud F ning ajaanduriga jääkjõu F kestus $\Delta t = t_2 - t_1$, kus t_2 on jääkjõu F mõju lõpp ja t_1 selle algus ning mille kohta saadakse andmesalvesti

25 (arvuti) kaasabil graafik (joonis Fig 3). Korrutades jõu ja aja telje vastavad väärtused saadakse impulss i ($i = F \cdot \Delta t$), mida iseloomustab joonisel Fig 2 joonealune pindala S ($S = i$). Lõikeenergia E_L määramise puhul on oluline, et liha proovitükk 2 lõigatakse läbi. Sõltuvalt liha mehaanilistest omadustest, eelkõige sitkusest, muudetakse \wedge -kujulise lõiketera 1 massi. Kui on tegemist sitkema lihaga, siis lisatakse täiendav lisaraskus 11 \wedge -

kujulise lõiketera 1 külge, kui aga õrnema lihaga, siis vähendatakse \wedge -kujulise lõiketera 1 massi lisaraskuse 11 eemaldamisega sellelt.

5 Meetodi väljatöötamise käigus mõõdeti laagerdatud liha löikeenergiat gravitatsioonilisel impulssmeetodil ja Warner-Bratzleri meetodil põhineva tekstuurianalüsaatoriga TMS PRO ning võrreldi saadud tulemusi. Tulemused olid sarnased, kuid gravitasioonilise impulssmeetodi baasil valmistatud seade oli toore laagerdunud liha, seejuures veiseliha õrnuse määramisel tundlikum võrreldes Warner-Bratzleri meetodil põhineva tekstuurianalüsaatoriga.

PATENDINÕUDLUS

1. Gravitatsiooniline impulssmeetod liha lõikeenergia määramiseks, mille kohaselt pärast rümbast eraldamist valmistatakse ette liha proovitükid, neid laagerdatakse, töödeldakse termiliselt, seejärel paigutatakse lõikelauale ning lõigatakse lõikeseadisega keskelt, lihaskiududega ristisuunaliselt ja määratakse liha, sealhulgas veiseliha lõikeenergia, kusjuures lõikeseadis kujutab endast \wedge -kujulist lõiketera, **erineb selle poolest**, et ettenähtud massiga m \wedge -kujuline lõiketera tõstetakse ettenähtud kõrgusele h , seejärel vabastatakse fikseeringust ning lastakse vabalt langeda lõikelauale paigutatud liha proovitükile, \wedge -kujulise lõiketeraga lõigatakse liha proovitükk läbi, mille käigus kulutatakse osa \wedge -kujulise lõiketera kineetilisest energiast, mõõdetakse \wedge -kujulise lõiketera poolt tekitavat jääkjõudu F ning jääkjõudu F mõju kestust Δt , määratakse andmesalvesti (arvuti) kaasabil lõikeseadise impulss i ning arvutatakse lõikeenergia E_L .

2. Gravitatsiooniline impulssmeetod liha lõikeenergia määramiseks vastavalt nõudluspunktile 1, **erineb selle poolest**, et \wedge -kujulise lõiketera massi muudetakse sõltuvalt lõigatava liha mehaanilistest omadustest, mida arvestatakse liha lõikeenergia määramisel.

3. Seade liha lõikeenergia määramiseks sisaldab lõikeseadist, täpsemalt ettenähtud massiga m \wedge -kujulist lõiketera (1) ja lõikelauda (3), **erineb selle poolest**, et sisaldab jõuimpulssse registreerivat jõuandurit (4) koos vastava platvormiga, kontrollirit (5) koos ajaanduriga, juhikut, mis sisaldab vähemalt kahte juhtvardast (6) ja juhtvarraste (6) peale paigutatud eelistatult lineaarsetest liugelaagritest (7), \wedge -kujulise lõiketera (1) asendi fiksaatorit (8), päästikut (9) ja jääkjõudu F ning jääkjõu F mõju kestust Δt registreerivat ja impulssi ning lõikeenergiat E_L arvutavat andmesalvestit (arvutit).

4. Seade vastavalt nõudluspunktile 3, **erineb selle poolest**, et ettenähtud massiga m \wedge -kujuline lõiketera (1) on varustatud seadisega (10) lisaraskuse (11) kinnitamiseks \wedge -kujulise lõiketera (1) külge.

5. Seade vastavalt nõudluspunktile 3 ja 4, **erineb selle poolest**, et seadis (10) lisaraskuse (11) kinnitamiseks on paigutatud eelistatult \wedge -kujulise lõiketera (1) seljale.

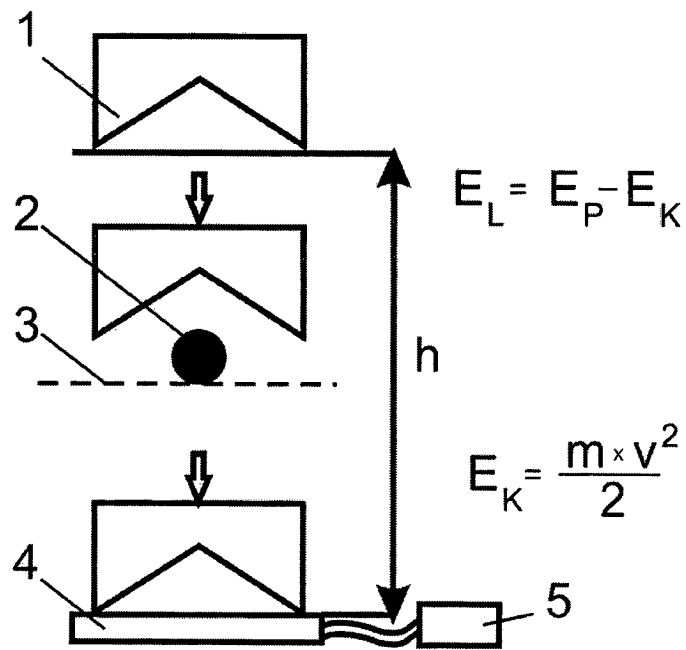


Fig 1

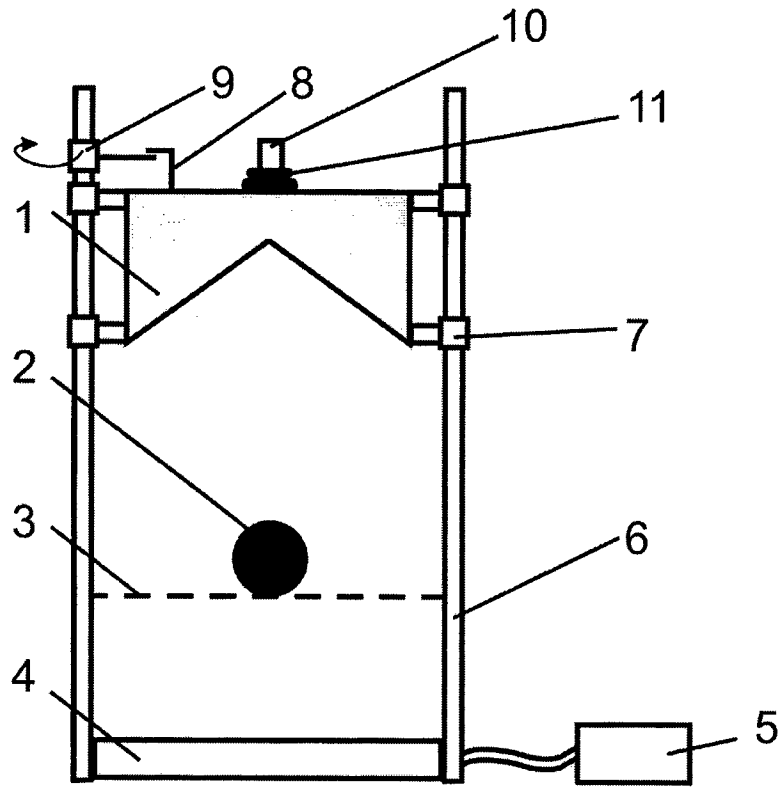


Fig 2

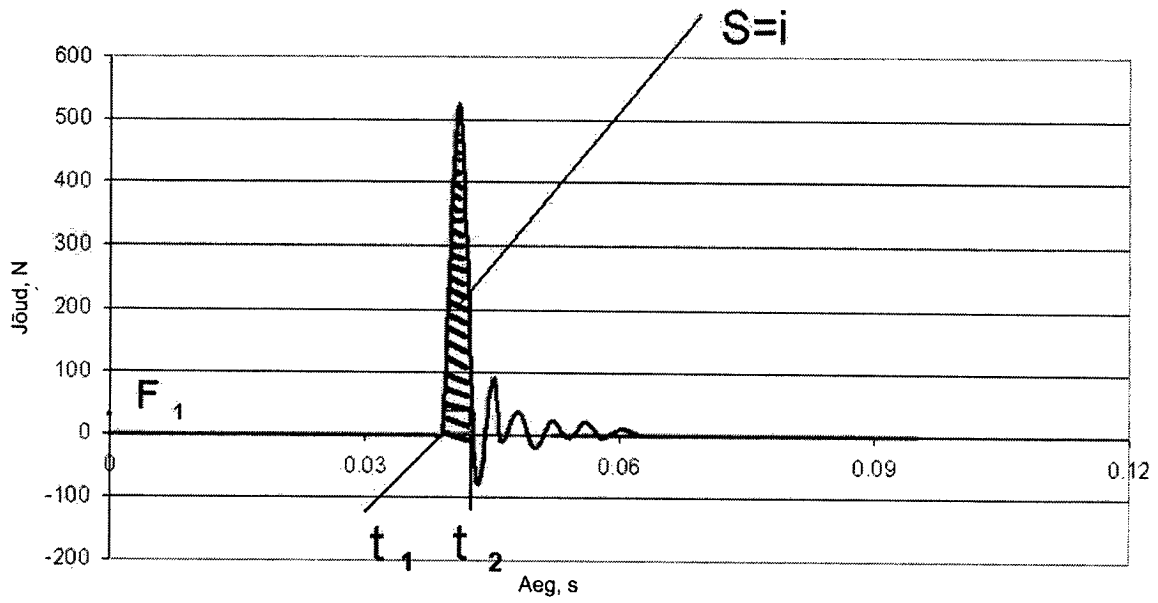


Fig 3