

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2021-399

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01B 5/24 (2006.01)
G01N 19/02 (2006.01)
B65G 47/00 (2006.01)
G06F 30/25 (2020.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **30.08.2021**

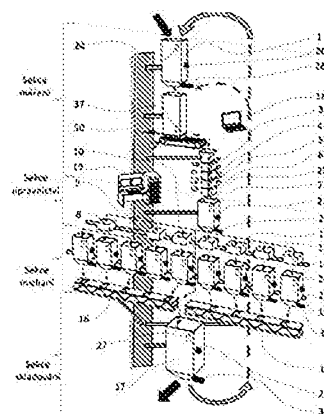
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **11.01.2023**
(Věstník č. 2/2023)

(71) Přihlašovatel:
Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava,
Ostrava, Poruba, CZ

(72) Původce:
Ing. Daniel Gelnar, Ph.D., Ostrava, Poruba, CZ
prof. Ing. Jiří Zegzulka, CSc., Ludgeřovice, CZ
doc. Ing. Jan Nečas, Ph.D., Frýdlant nad Ostravicí,
CZ
Ing. Lucie Jezerská, Ph.D., Frýdek-Místek, Frýdek,
CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření
sykých materiálů**

(57) Anotace:
Zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření sykých materiálů umožňuje nastavit úhel vnitřního tření sykého materiálu technologii nebo zařízením, ve kterých je tento materiál dopravován, upravován, skladován apod. tzv. na míru, dle jejich konkrétních podmínek fungování. Při pohybu sykého materiálu po dopravních trasách, nebo ve skladovacích zařízeních dochází k poruchám toku tohoto sykého materiálu v závislosti na nevhodně zvoleném úhlu vnitřního tření. Zařízení tak umožňuje přecházet nákladným přestavbám technologií, protože upraví materiál tak, aby prošel dopravními a skladovacími uzly.



Zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření sypkých materiálů

Oblast techniky

5

Zařízení spadá svou konstrukcí a svým využitím do oblasti dopravních, úpravnických a skladovacích zařízení pracujících se sypkými hmotami. Zařízení, umožňuje nastavení úhlu vnitřního tření sypkého materiálu technologii na míru tak, aby daným dopravním prostředím tento materiál prošel, aniž by toto prostředí muselo být následně upravováno

10

Dosavadní stav techniky

15

V dnešní době je většina dopravních, úpravnických a skladovacích zařízení konstrukčně nastavena na konkrétně stanovenou sypkou hmotu tzn. příslušný úhel vnitřního tření, který je závislý na různých parametrech, jako je například tvar zrn, velikost zrn, granulometrie, vazby mezi částicemi atd. Pokud se vlastnosti sypké hmoty změní, například degradací zrn, nebo úplnou změnou sypkého materiálu, mění se i vnitřní tření tohoto sypkého materiálu, což může být vzhledem k existujícím zařízením nevyhovující a ve většině případů se tento stav může projevit poruchami toku v těchto zařízeních. Takto vzniklé problémy je pak nutno řešit nákladnou úpravou parametrů technologie užitého zařízení, například změnou rychlosti materiálu, geometrie, materiálu prvků zařízení nebo celkovou změnou technologie dopravy a skladování.

20

25

Podstata vynálezu

Pomocí níže popsaného zařízení, můžeme nastavit úhel vnitřního tření sypkého materiálu technologií nebo zařízením, ve kterých je dopravován, upravován, skladován apod., tzv. na míru, dle jejich konkrétních podmínek fungování. Při pohybu sypkého materiálu po dopravních trasách, nebo ve skladovacích zařízeních dochází k poruchám toku tohoto sypkého materiálu v závislosti na nevhodně zvoleném úhlu vnitřního tření. Z tohoto důvodu následně dochází k nákladným úpravám zařízení tak, aby materiál dopravními a skladovacími uzly prošel.

30

35

Zařízení navíc umožňuje zkoušet vlastnosti, upravených materiálů dříve, než jsou vpuštěny do dopravních a skladovacích zařízení, a to pomocí simulací DEM (Discrete Element Method – Metoda diskretních prvků). Výpočty z těchto DEM metod slouží k výběru vhodné operace úpravy sypkých hmot.

40

Základními částmi konstrukce zařízení, jsou čtyři sekce, které jsou uchyceny na hlavním rámu. Jedná se o sekce: měření, úpravnictví, míchání, a skladování. Tyto sekce jsou tvořeny soustavou zásobníků, měřicích zařízení a úpravnických zařízení, které jsou ovládány řídicí a výpočetní jednotkou. Zařízení a způsob jeho fungování, jsou ilustrovány na obrázcích 1, 2, 3.

45

50

55

Sekce měření se skládá z vstupního zásobníku, který je po obvodu pláště vybaven několika váhovými snímači tohoto zásobníku a snímačem hladiny materiálu ve vstupním zásobníku. Snímač hladiny ve vstupním zásobníku je umístěn uvnitř vstupního zásobníku, v jeho horní části. Dolní část vstupního zásobníku je pak vybavena ovladatelnou výpustí. Pod vstupním zásobníkem se nachází část pro pásové kontinuální měření vnitřního tření. Tato část je složena z pásového dopravníku s hřebly, zásobníku pro vyvození normálového tlaku, statické lopatkové měřicí cely, tenzometru pro měření smykové síly, pohonu pásového dopravníku s hřebly a tlakového snímače normálového napětí, který je umístěn ve spodní části zásobníku pro vyvození normálového tlaku. Na část představující pásové kontinuální měření vnitřního tření, navazuje část pro kontinuální měření a skenování tvaru částic sypké hmoty ve 3D, dále část pro kontinuální měření distribuce částic sypké hmoty, část pro kontinuální měření chemického složení částic sypké hmoty a část pro kontinuální měření vlhkosti a teploty částic sypké hmoty. Pro účely této přihlášky se pod

následujícími pojmy rozumí – část pro kontinuální měření a skenování tvaru částic – jedná se o kamerový 3D scanner, část pro kontinuální měření distribuce částic – představuje laserový 3D scanner, část pro kontinuální měření chemického složení částic je reprezentováno spektrometrem a konečně část pro kontinuální měření vlhkosti a teploty částic představuje digitální vlhkoměr a teploměr.

Druhá sekce zařízení, která navazuje na sekci měření je úpravnická sekce. Tato sekce začíná mezioperačním zásobníkem, který je po svém obvodu vybaven několika váhovými čidly tohoto zásobníku a uvnitř je v horní části osazen výškovým snímačem hladiny materiálu mezioperačního zásobníku. Dolní část mezioperačního zásobníku je vybavena ovládanou výpustí mezioperačního zásobníku. Dále se pod mezioperačním zásobníkem nachází jednotlivá zařízení pro úpravu materiálu, jako je třídící zařízení, kterým mohou být například síta apod., drtící zařízení (např. čelistový drtič apod.), sušící zařízení (např. sušárny, topné spirály apod.), vlhčící zařízení (např. rozprašovače apod.), zařízení pro přidávání aditiv (např. zásobníčky apod.), peletizační zařízení a granulární zařízení. Všechna tato zařízení úpravnické sekce navazují na operační zásobníky, kterými začíná sekce míchání.

Každý z operačních zásobníků sekce míchání, což je třetí sekce, je po svém obvodu vybaven několika váhovými čidly tohoto zásobníku. Uvnitř každého z operačních zásobníků se v jeho horní části nachází výškový snímač hladiny materiálu operačního zásobníku a v jeho dolní části se nachází ovládaná výpust' operačního zásobníku. Všechny výpusti operačních zásobníků jsou následně svedeny do míchacího vlnového dopravníku a z něj dále do pooperačního zásobníku, který je rovněž po obvodu vybaven váhovými čidly tohoto typu zásobníku a uvnitř, v horní části i výškovým snímačem hladiny materiálu pooperačního zásobníku, který má v dolní části ovladatelnou výpust pooperačního zásobníku. Všechny výše uvedené sekce jsou připojeny k řídicí jednotce, která je propojena také s výpočetní jednotkou.

Proces měření začíná tak, že do řídicí jednotky jsou vloženy požadavky na konkrétní úhel vnitřního tření měřeného materiálu a jeho další mechanicko-fyzikální parametry, jako je například distribuce částic. Poté je tento sypký materiál, vysypáván ze vstupního zásobníku do zařízení dle vynálezu. Získané hodnoty měření jsou dále porovnávány řídicí jednotkou s hodnotami, které na počátku zadal operátor. Pokud jsou naměřené hodnoty a hodnoty zadané operátorem stejné, pak již není vnitřní úhel materiálu dále v zařízení upravován a materiál postupuje přímo do další výroby. Naměřené mechanicko-fyzikální vlastnosti takového materiálu jsou pak zaznamenány a uloženy do knihovny materiálů pro další využití v budoucnu.

Pokud se naměřené a zadané hodnoty materiálu liší, jsou tyto naměřené hodnoty vloženy jako vstupní parametry pro zpracování příslušnou metodou DEM, která je naprogramována v řídicí jednotce pro výběr vhodného postupu či několika postupů úpravy sypkého materiálu (třídění, drcení, sušení, vlhčení, přidávání aditiv, peletizování, granulování atd.), tak aby se opětovně naměřené hodnoty (druhé měření vnitřního tření), co nejvíce shodovaly s hodnotami zadanými operátorem. Tento postup se opakuje do té doby, dokud se naměřené hodnoty a hodnoty zadané operátorem neliší.

Pokud nejde zpracovaný materiál do výroby, pak je ukládán do operačních zásobníků. Je-li to, dle dat získaných metodou DEM, nutné, pak je možné jej využít k míchání různých kombinací upravených materiálů, které se nachází v operačních zásobnících. Vybrané materiály jsou z těchto operačních zásobníků v zadaných poměrech vysypávány, dle simulačního DEM výpočtu, do vlnového dopravníku, který tyto materiály promísí a zároveň tuto směs dopravuje do pooperačního zásobníku.

Takto vytvořené směsi sypkého materiálu je opětovně kontinuálně změřen úhel vnitřního tření, a pokud neodpovídá zadané požadované hodnotě, je celý cyklus opakován s korekcí a upřesněním předchozího výpočtu DEM simulace.

Hlavní výhodou tohoto řešení je individuální způsob nastavení úhlu vnitřního tření přímo na míru různým sypkým materiálům i technologiím. Rovněž je možné takto testovat vlastnosti, upravených materiálů dřive, než jsou vpuštěny do dopravních a skladovacích zařízení pomocí simulací DEM. Výpočty z těchto metod slouží ke zvolení příslušné operace úpravy sypkých hmot.

5

Objasnění výkresů

Obrázek 1 znázorňuje vývojový diagram fungování zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření sypkých materiálů pro všechny příklady, přičemž vztahové značky určují, která část zařízení se příslušné fáze procesu účastní.

10

Obrázek 2 znázorňuje konstrukční řešení příkladného provedení zařízení podle příkladu 1.

Obrázek 3 znázorňuje detail konstrukčního řešení na principu přímočarého jednosměrného smýkání lopatek příkladného provedení zařízení podle příkladu 1.

15

Obrázek 4 znázorňuje detail konstrukčního řešení na principu přímočarého dvousměrného smýkání lopatek příkladného provedení zařízení podle příkladu 2.

20

Obrázek 5 znázorňuje detail konstrukčního řešení na principu rotačního smýkání lopatek příkladného provedení zařízení podle příkladu 3.

Obrázek 6 znázorňuje graf z měření smykového napětí v čase podle příkladu 1, 2, 3 s jednotlivými ustálenými hodnotami smykového napětí (SN) při různých normálových tlacích.

25

Obrázek 7 znázorňuje graf jednotlivých naměřených bodů (BUVT) pro vyhodnocení úhlu vnitřního tření (UVT) podle příkladu 1, 2, 3, kdy TAU je smykové napětí a SIGMA je normálové napětí.

30

Příklady uskutečnění vynálezu

Příklad 1

Zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření, znázorněné na obrázcích 2, 3 je tvořeno čtyřmi sekcemi, a to sekcí měření, sekcí úpravnictví, sekcí míchání a sekcí skladování, které jsou uchyceny k hlavnímu rámu 50. Sekce měření je složena ze vstupního zásobníku 1, který je po obvodu pláště vybaven nejméně třemi váhovými snímači 20 vstupního zásobníku 1 a dále jedním výškovým snímačem 24 hladiny materiálu vstupního zásobníku 1, který je umístěn uvnitř, v horní části vstupního zásobníku 1. V dolní části vstupního zásobníku 1 je pak umístěna ovládaná výpust 28 vstupního zásobníku 1.

40

Pod vstupním zásobníkem 1 se nachází sekce měření, která sestává z části 2 pro pásové kontinuální měření vnitřního tření složené z pásového dopravníku 32 s hřebly, prvního zásobníku 33 pro vyvození normálového tlaku, statické lopatkové měřicí cely 34, prvního tenzometru 35 pro měření smykové síly, pohonu 36 pásového dopravníku 32 s hřebly a prvního tlakového snímače 37 normálového napětí, umístěného ve spodní části prvního zásobníku 33 pro vyvození normálového tlaku. Na část 2 pro pásové kontinuální měření vnitřního tření pak navazuje část 3 pro kontinuální měření a skenování tvaru částic ve 3D, část 4 pro kontinuální měření distribuce částic, dále část 5 pro kontinuální měření chemického složení částic a konečně část 6 pro kontinuální měření vlhkosti a teploty částic.

50

Na sekci měření navazuje sekce pro úpravu, která začíná mezioperačním zásobníkem 7 vybaveným po obvodu minimálně třemi váhovými čidly 21 mezioperačního zásobníku 7, který je uvnitř, v horní části, osazen výškovým snímačem 25 hladiny materiálu mezioperačního zásobníku

55

7 a v dolní části ovládanou výpustí 29 mezi-operačního zásobníku 7. Dále se pod mezi-operačním zásobníkem 7 nalézají jednotlivá zařízení pro úpravu materiálu jako je třídící zařízení 8, drtící zařízení 9, sušící zařízení 10, vlhčící zařízení 11, zařízení 12 pro přidávání aditiv, peletizační zařízení 13 a granulační zařízení 14, přičemž každé z těchto zařízení pro úpravu materiálu navazuje na operační zásobníky 15.

Sekce míchání začíná operačními zásobníky 15, kde každý z těchto operačních zásobníků 15 je po obvodu vybaven nejméně třemi váhovými čidly 22 operačního zásobníku 15 a uvnitř je v horní části instalován výškový snímač 26 hladiny materiálu operačního zásobníku 15 a v dolní části se nachází ovládaná výpust 30 operačního zásobníku 15. Ovládané výpusti 30 operačních zásobníků 15 jsou dále svedeny do míchacího vlnového dopravníku 16 napojeného na po-operační zásobník 17 vybavený po obvodu nejméně třemi váhovými čidly 23 po-operačního zásobníku 17, který je uvnitř v horní části vybaven výškovým snímačem 27 hladiny materiálu po-operačního zásobníku 17 a v dolní části ovládanou výpustí 31 po-operačního zásobníku 17. Všechny výše uvedené části zařízení jsou připojeny k řídicí jednotce 18 společně propojené s výpočetní jednotkou 19.

Způsob nastavení úhlu vnitřního tření sypkého materiálu pak probíhá tak (jak je znázorněno na obrázku 1), že v sekci měření je ve vstupním zásobníku 1 prostřednictvím signálu z řídicí jednotky 18, otevřena ovládaná výpust 28 vstupního zásobníku 1 a materiál tak vstupuje do prvního zásobníku 33 pro vyvození normálového tlaku. Zde řídicí jednotka 18, v závislosti na prvním tlakovém snímači 37 normálového napětí, ovládá plnění prvního zásobníku 33 pro vyvození normálového tlaku sypkou hmotou tak, aby výsledné měření odpovídalo nastaveným příslušným normálovým hodnotám napětí, které byly vygenerovány podle požadavků měřicí metody a podle počtu bodů, které mají být získány při měření. Stav zaplnění vstupního zásobníku 1 je kontrolován pomocí váhového snímače 20 vstupního zásobníku 1 a výškového snímače 24 hladiny materiálu vstupního zásobníku 1.

V dalším kroku probíhá samotné měření, pro získání konkrétního bodu při nastaveném příslušném normálovém napětí. Z prvního zásobníku 33 pro vyvození normálového tlaku je pásovým dopravníkem 32 s hřebly odebirán a zároveň doplňován ze vstupního zásobníku 1 měřený materiál tak, aby byl zachován stejný normálový tlak, který snímá první tlakový snímač 37 normálového napětí, a to po dobu, dokud se dle nastavené rychlosti měření, neustálí smykové hodnoty vnitřního tření, které jsou vyvozovány statickou lopatkovou měřicí celou 34. Na statickou lopatkovou měřicí celou 34 působí sypký materiál, který je unášen pásovým dopravníkem 32 s hřebly, a to posuvně ve směru dopravy a v závislosti na ukotvení této lopatkové měřicí cely 34 prvním tenzometrem 35 pro měření smykové síly. První tenzometr 35 pro měření smykové síly snímá smykové napětí až do doby, než dojde k jeho ustálení, jak je znázorněno na obrázku 5. Po ustálení smykového bodu, je vytvořen naměřený normálový bod BUVT. Řídicí jednotka 18 pak vysílá signál k pohonu 36 pásového dopravníku 32 s hřebly, který aktivuje odpouštění materiálu z prvního zásobníku 33 pro vyvození normálového tlaku materiálu tak, aby byl nastaven další normálový bod pro měření dalšího bodu pro vyhodnocení vnitřního tření sypkého materiálu. Měření probíhá kontinuálně a celý cyklus se opakuje až do doby, než jsou změřeny všechny normálové body s různými normálovými tlaky pro následné vyhodnocení úhlu vnitřního tření, jak je znázorněno na obrázku 6.

V další fázi, materiál pokračuje přes část 3 pro kontinuální měření a skenování tvaru částic ve 3D, dále část 4 pro kontinuální měření distribuce částic, část 5 pro kontinuální měření chemického složení částic, část 6 pro kontinuální měření vlhkosti a teploty částic až do mezi-operačního zásobníku 7, kde je uložen a připraven k dalšímu využití. Stav zaplnění mezi-operačního zásobníku 7 hlídá váhový snímač 21 mezi-operačního zásobníku 7 a výškový snímač 25 hladiny materiálu mezi-operačního zásobníku 7. Naměřené hodnoty jsou zasílány výpočetní jednotce 19 jako vstupní parametry do DEM simulace, která podle naměřených mechanicko-fyzikálních vlastností nastaví jednotlivé operace úpravy měřeného materiálu a dále tyto hodnoty ukládá do elektronické knihovny pro jejich další použití.

V dalším kroku pak řídicí jednotka 18 vysílá signál ovládané výpusti 29 mezi-operačního zásobníku 7, která přeposílá a dělí materiál mezi jednotlivé operace úpravy materiálu, podle zadání vyslanému řídicí jednotkou 18 a výpočetní jednotkou 19.

- 5 Ze sekce měření pak materiál pokračuje do sekce úpravnictví, a to do třídícího zařízení 8, nebo do drtícího zařízení 9, nebo sušícího zařízení 10, nebo do vlhčícího zařízení 11, nebo do zařízení 12 pro přidávání aditiv, nebo do peletizačního zařízení 13, nebo do granulačního zařízení 14. Materiál může být také rozdělen do všech zařízení úpravnické sekce zároveň. Takto upravený materiál pak dále pokračuje do operačních zásobníků 15, u kterých je kontrolován stav zaplnění váhovými snímači 22 operačních zásobníků 15 a výškovými snímači 26 hladin materiálu operačních zásobníků 15. Na základě vyhodnocení řídicí jednotky 18 a výpočetní jednotky 19 je pak ovládanými výpustmi 30 operačních zásobníků 15 tento materiál přiváděn, pro možné namíchání směsi sypkého materiálu, do míchacího vlnového dopravníku 16, který zároveň s mícháním dopravuje tento materiál do po-operačního zásobníku 17. Stav zaplnění tohoto po-operačního zásobníku 17 je kontrolován pomocí váhového snímače 23 a výškového snímače 27 hladiny materiálu po-operačního zásobníku 17.

- Následně materiál míří opět na počátek do sekce měření – části 2 pro pásové kontinuální měření vnitřního tření, kde řídicí jednotka 18 a výpočetní jednotka 19 zkontrolují naměřené hodnoty upravovaného materiálu. Pokud tyto naměřené hodnoty odpovídají hodnotám zadaným operátorem, postupuje materiál z po-operačního zásobníku 17 ovládanou výpustí 31 po-operačního zásobníku 17 k dalšímu použití do sekce skladování. Pokud naměřené hodnoty nekorespondují s nastavenými hodnotami vnitřního tření, je celý cyklus nastavení vnitřního tření opakován až do té doby, než jsou nastavené a naměřené hodnoty shodné, přičemž výpočetní jednotka 19 zohledňuje předchozí simulační výpočet, který dále zpřesňuje a provádí korekce výběru úpravy materiálu a následného míchání.

Příklad 2

- 30 Zařízení podle obrázku 4 se liší od zařízení popsaného v příkladu 1 tím, že v sekci měření je část 2 pro pásové kontinuální měření vnitřního tření nahrazena částí 38 pro přímočaré vratné kontinuální měření vnitřního tření, které se skládá z druhého zásobníku 39 pro vyvození normálového tlaku, dynamické lopatkové přímočaré měřicí cely 40, pohonu 41, který je v tomto případě hydraulický a druhého tenzometru 42 pro měření smykové síly a druhého tlakového snímače 43 normálového napětí, umístěného ve spodní části druhého zásobníku 39 pro vyvození normálového tlaku.

- Při procesu nastavování vnitřního tření sypkého materiálu je v sekci měření z vstupního zásobníku 1 signálem z řídicí jednotky 18 otevřena ovládaná výpust 28 vstupního zásobníku 1 a materiál vstupuje do druhého zásobníku 39 pro vyvození normálového tlaku. Řídicí jednotka 18 v závislosti na druhém tlakovém snímači 43 normálového napětí plní zásobník 39 pro vyvození normálového tlaku sypkou hmotou tak, aby odpovídalo měření podle nastavených příslušných normálových napětí, které jsou nastavené podle měřicí metody a podle počtu bodů, které mají být získány při měření úhlu vnitřního tření. Stav zaplnění vstupního zásobníku 1 je kontrolován pomocí váhového snímače 20 vstupního zásobníku 1 a výškového snímače 24 hladiny materiálu vstupního zásobníku 1.

- Následně probíhá samotné měření pro získání jednoho bodu při generovaném příslušném normálovém napětí. Z druhého zásobníku 39 pro vyvození normálového tlaku je pomocí dynamické lopatkové cely 40 posuvným vratným pohybem odebírán a zároveň prostřednictvím vstupního zásobníku 1 přidáván měřený materiál tak, aby byl zachován stejný normálový tlak, který je snímán druhým tlakovým snímačem 43 normálového napětí a to po takovou dobu, dokud se podle nastavené rychlosti měření neustálí smykové hodnoty vnitřního tření, které vyvoluje odpor proti pohybu v sloupci sypké hmoty dynamická lopatková měřicí cela 40, kterou posunuje vpřed a vzad pohon 41, který je v tomto případě elektrický a je propojený s druhým tenzometrem

42 pro měření smykové síly. Pomocí druhého tenzometru 42 pro měření smykové síly je snímáno smykové napětí do doby jeho ustálení, jak je znázorněno na obrázku 5. Po ustálení je vytvořen první naměřený bod. Dále řídicí jednotka 18 vysílá povely pohonu 41, aby prostřednictvím dynamické lopatkové měřicí cely 40 odpustil z druhého zásobníku 39 pro vyvození normálového tlaku materiál tak, aby mohl být nastaven další normálový tlak pro měření dalšího bodu vyhodnocení vnitřního tření sypkého materiálu. Tento proces probíhá kontinuálně. Celý cyklus se opakuje do doby, než jsou změřeny všechny body s různými normálovými tlaky pro následné vyhodnocení úhlu vnitřního tření, podle znázornění na obrázku 6 a je shodný s procesem popsaným v příkladu 1.

Po vyhodnocení tohoto úhlu, materiál pokračuje dále přes část 3 pro kontinuální měření a skenování tvaru částic ve 3D, část 4 pro kontinuální měření distribuce částic, část 5 pro kontinuální měření chemického složení částic, část 6 pro kontinuální měření vlhkosti a teploty částic, aby se následně uložil do mezi-operačního zásobníku 7, kde je připraven k dalšímu využití. Stav zaplnění mezi-operačního zásobníku 7 hlídá váhový snímač 21 mezi-operačního zásobníku 7 a výškový snímač 25 hladiny materiálu mezi-operačního zásobníku 7.

Naměřené hodnoty jsou zasílány výpočetní jednotce 19 jako vstupní parametry pro DEM simulaci, která podle naměřených mechanicko-fyzikálních vlastností nastavuje operace úpravy tohoto materiálu a dále jsou také ukládány do elektronické knihovny. Po vyhodnocení výběru příslušné úpravnické operace, metodou DEM, vysílá řídicí jednotka 18 signál ovládané výpusti 29 mezioperačního zásobníku 7, která dále přeposílá a dělí materiál mezi jednotlivé operace úpravy materiálu, jak je stanoveno řídicí jednotkou 18 s výpočetní jednotkou 19. Z měřicí sekce pak materiál pokračuje do úpravnické sekce, podle příkladu 1, kde je podroben úpravě.

Upravený materiál dále pokračuje do sekce míchání, do operačních zásobníků 15, u kterých je kontrolován stav zaplnění pomocí váhového snímače 22 operačního zásobníku 15 a výškového snímače 26 hladiny materiálu operačního zásobníku 15. Dle vyhodnocení řídicí jednotky 18 a výpočetní jednotky 19 je pomocí ovládaných výpustí 30 operačních zásobníků 15 materiál přiváděn pro možné namíchání směsi sypkého materiálu do míchacího vlnového dopravníku 16, který zároveň při míchání dopravuje tento materiál do po-operačního zásobníku 17. Stav zaplnění tohoto po-operačního zásobníku 17 je kontrolován pomocí váhového snímače 23 a pomocí výškového snímače 27 hladiny materiálu po-operačního zásobníku 17. Následně materiál směřuje znovu do části 38 pro přímočaré vratné kontinuální měření vnitřního tření pro ověření nastavených hodnot, kde jsou zkontrolovány, pomocí řídicí jednotky 18 a výpočetní jednotky 19, naměřené hodnoty upravovaného materiálu, a pokud se shodují, postupuje materiál z po-operačního zásobníku 17 k dalšímu použití. Pokud naměřené hodnoty nekorespondují s nastavenými hodnotami vnitřního tření, celý cyklus nastavení vnitřního tření je opakován až do té doby, jejich shody. Výpočetní jednotka 19 zohledňuje předchozí simulační výpočet, který dále zpřesňuje a provádí korekce výběru úpravy materiálu a následného míchání.

Pokud hodnoty korespondují, pokračuje materiál s nastaveným úhlem vnitřního tření do sekce skladování.

Příklad 3

Zařízení podle obrázku 5 se liší od zařízení popsaného v příkladu 1 tím, že v sekci měření je část 2 pro pásové kontinuální měření vnitřního tření nahrazeno částí 44 pro rotační kontinuální měření vnitřního tření, které se skládá ze třetího zásobníku 45 pro vyvození normálového tlaku, rotační válcové lopatkové měřicí cely 46, pohonu 47 válcové lopatkové měřicí cely 46, snímače 48 krutu pro měření smykové síly a třetího tlakového snímače 49 normálového napětí, umístěného ve spodní části třetího zásobníku 45 pro vyvození normálového tlaku.

Při procesu nastavování vnitřního tření sypkého materiálu je v sekci měření z vstupního zásobníku 1 signálem z řídicí jednotky 18 otevřena ovládaná výpust 28 vstupního zásobníku 1 a materiál

vstupuje do třetího zásobníku 45 pro vyvození normálového tlaku, kdy řídicí jednotka 18 v závislosti na třetím tlakovém snímači 49 normálového napětí plní třetí zásobník 45 pro vyvození normálového tlaku sypkou hmotou tak, aby naplnění odpovídalo měření podle nastavených příslušných normálových napětí, které jsou nastavené podle měřicí metody a podle počtu získávaných bodů při měření úhlu vnitřního tření.

Stav zaplnění vstupního zásobníku 1 je kontrolován pomocí váhového snímače 20 vstupního zásobníku a výškového snímače 24 hladiny materiálu vstupního zásobníku 1. Dále probíhá samotné měření pro získání jednoho bodu při nastaveném příslušném normálovém napětí, kdy ze třetího zásobníku 45 pro vyvození normálového tlaku, pomocí rotační válcové lopatkové měřicí cely 46 je rotačním pohybem odebírán a zároveň ze vstupního zásobníku 1 přidáván měřený materiál tak, aby byl zachován stejný normálový tlak, který snímá třetí tlakový snímač 49 normálového napětí tak dlouho, dokud se podle nastavené rychlosti měření neustálí smykové hodnoty vnitřního tření, které vyvozují odpor proti pohybu rotační válcové lopatkové měřicí cely 46, kterou otáčí pohon 47 válcové lopatkové měřicí cely 46 propojený se snímačem 48 krutu pro měření smykové síly. Pomocí tohoto snímače 48 krutu pro měření smykové síly je snímáno smykové napětí do doby, než jsou měřené smykové hodnoty ustáleny, jak je znázorněno na obrázku 5. Po ustálení je vytvořen první naměřený bod. Dále řídicí jednotka 18 vysílá povely pohonu 47 válcové lopatkové měřicí cely, aby pomocí otáčení rotační válcové lopatkové měřicí cely 46 odpustil ze třetího zásobníku 45 pro vyvození normálového tlaku materiál tak, aby byl nastaven další normálový tlak pro měření dalšího bodu vyhodnocení vnitřního tření sypkého materiálu. Toto měření probíhá kontinuálně a celý cyklus se opakuje do doby, než jsou změřeny všechny body s různými normálovými tlaky pro následné vyhodnocení úhlu vnitřního tření podle obrázku 6, další postup měření odpovídá postupu podle příkladu 1.

Po vyhodnocení tohoto úhlu, materiál pokračuje dále přes část 3 pro kontinuální měření a skenování tvaru částic ve 3D, část 4 pro kontinuální měření distribuce částic, část 5 pro kontinuální měření chemického složení částic, část 6 pro kontinuální měření vlhkosti a teploty částic a shromažďuje se v mezi-operačním zásobníku 7, kde je připraven k dalšímu využití. Stav zaplnění mezi-operačního zásobníku 7 hlídá váhový snímač 21 mezi-operačního zásobníku 7 a výškový snímač 25 hladiny materiálu mezi-operačního zásobníku 7. Naměřené hodnoty jsou zasilány výpočetní jednotce 19 jako vstupní parametry do DEM simulace, která podle naměřených mechanicko-fyzikálních vlastností nastavuje operace pro úpravu tohoto materiálu a dále jsou také ukládány do elektronické knihovny. Po vyhodnocení výběru příslušné úpravnické operace metodou DEM, řídicí jednotky 18 zasílá signál ovládané výpusti 29 mezi-operačního zásobníku 7, která dále přeposílá a dělí materiál mezi jednotlivé operace úpravy materiálu podle vyhodnocení řídicí jednotky 18 a výpočetní jednotky 19. Z měřicí sekce pak materiál pokračuje do úpravnické sekce úpravnická sekce je stejná jako v příkladu 1. Upravený materiál dále pokračuje do sekce míchání, do operačních zásobníků 15, u kterých je kontrolován stav zaplnění pomocí váhového snímače 22 operačního zásobníku 15 a výškového snímače 26 hladiny materiálu operačního zásobníku 15, a podle vyhodnocení řídicí jednotky 18 a výpočetní jednotky 19 je pomocí ovládaných výpustí 30 operačních zásobníků 15 přiváděn pro možné namíchání směsi sypkého materiálu do míchacího vlnového dopravníku 16, který zároveň při míchání dopravuje tento materiál do po-operačního zásobníku 17. Stav zaplnění tohoto po-operačního zásobníku 17 je kontrolován pomocí váhového snímače 23 a pomocí výškového snímače 27 hladiny materiálu po-operačního zásobníku 17. Dále materiál postupuje pro ověření nastavené hodnoty (úhlu vnitřního tření) znovu do části 44 pro rotační kontinuální měření vnitřního tření. Zde jsou prostřednictvím řídicí jednotky 18 a výpočetní jednotky 19 naměřené hodnoty upravovaného materiálu vyhodnoceny. Pokud se shodují, je materiál poslán z po-operačního zásobníku 17 ovládanou výpustí 31 po-operačního zásobníku 17 s požadovaným nastaveným úhlem vnitřního tření k dalšímu použití. Pokud naměřené hodnoty nekorespondují s nastavenými hodnotami vnitřního tření, celý cyklus nastavení vnitřního tření se opakuje až do té doby, než jsou nastavené a naměřené hodnoty stejné. Výpočetní jednotka 19 zohledňuje předchozí simulační výpočet, který dále zpřesňuje a provádí korekce výběru úpravy materiálu a následného míchání. Pokud hodnoty korespondují, pokračuje materiál s nastaveným úhlem vnitřního tření do sekce skladování.

Průmyslová využitelnost

Zařízení je využitelné všude tam, kde dochází k dopravě, úpravě a skladování sypkých hmot.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření sypkých materiálů, **vyznačující se tím**, že představuje stavebnicový systém tvořený čtyřmi sekcemi uspořádanými za sebou v tomto pořadí a to sekci měření, sekci úpravnictví, sekci míchání a sekci skladování, které jsou rozebíratelně uchyceny k hlavnímu rámu (50), přičemž veškeré funkční části všech jednotlivých sekcí jsou propojeny s řídicí jednotkou (18), která je propojena s výpočetní jednotkou (19) pro simulace DEM-Metoda diskretních prvků.

2. Zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření sypkých materiálů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že první sekci je sekce měření, která je tvořena následujícími částmi:

– vstupním zásobníkem (1), který je po obvodu pláště vybaven nejméně třemi váhovými snímači (20) a uvnitř v horní části, jedním výškovým snímačem (24) hladiny materiálu, vstupní zásobník (1) je zakončen ovládanou výpustí (28),

– prvním zásobníkem (33) pro vyvození normálového tlaku v jehož spodní části se nachází první tlakový snímač (37) normálového napětí, dále statické lopátkové měřicí cely (34) a tenzometru (35) pro měření smykové síly, přičemž je zakončen otvorem,

– pásovým dopravníkem (32) s hřebly, vybaveného pohonem (36),

– částí (3) pro kontinuální měření a skenování tvaru částic ve 3D,

– částí (4) pro kontinuální měření distribuce částic,

– částí (5) pro kontinuální měření chemického složení částic,

– částí (6) pro kontinuální měření vlhkosti a teploty částic.

3. Zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření sypkých materiálů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že druhou sekci je sekce pro úpravu, sestávající z mezi-operačního zásobníku (7) vybaveného po obvodu minimálně třemi váhovými snímači (21) mezi-operačního zásobníku (7), který je uvnitř, v horní části, osazen výškovým snímačem (25) hladiny materiálu mezi-operačního zásobníku (7) a v dolní části mezioperačního zásobníku (7) se nachází ovládaná výpust (29) a dále se pod mezi-operačním zásobníkem (7) nalézají tyto části – třídící zařízení (8), drtící zařízení (9), sušící zařízení (10), vlhčící zařízení (11), zařízení (12) pro přidávání aditiv, peletizační zařízení (13) a granulační zařízení (14).

4. Zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření sypkých materiálů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že třetí sekci je sekce míchání, sestávající z operačních zásobníků (15), kde každý z těchto operačních zásobníků (15) je po obvodu vybaven nejméně třemi váhovými snímači (22) operačního zásobníku (15) a uvnitř je v horní části instalován výškový snímač (26) hladiny materiálu operačního zásobníku (15) a v dolní části se nachází ovládaná výpust (30) operačního zásobníku (15), která ústí do míchacího vlnového dopravníku (16).

5. Zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření sypkých materiálů podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že čtvrtou sekci je sekce skladování, sestávající z pooperačního zásobníku (17) vybaveného po obvodu nejméně třemi váhovými čidly (23) pooperačního zásobníku (17), který je uvnitř v horní části vybaven výškovým snímačem (27) hladiny materiálu operačního zásobníku (17) a v dolní části ovládanou výpustí (31) pooperačního zásobníku (17).

6. Zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření podle nároku 1 a 2, **vyznačující se tím**, že v sekci měření je první zásobník (33) pro vyvození normálového tlaku a jeho části a pásový dopravník (32) s hřebly a pohonem (36), nahrazen druhým zásobníkem (39) pro vyvození normálového tlaku v

jehož spodní části se nachází dynamické lopatkové přímočaré měřicí cely (40) s pohonem (41), s tenzometrem (42) pro měření smykové síly a druhým tlakovým snímačem (43) normálového napětí.

7. Zařízení pro nastavení úhlu vnitřního tření podle nároku 1, 2, **vyznačující se tím**, že v sekci měření je první zásobník (33) pro vyvození normálového tlaku a jeho části a pásový dopravník (32) s hřebly a pohonem (36), nahrazen třetím zásobníkem (45) pro vyvození normálového tlaku, v jehož spodní části se nachází rotační válcové lopatkové měřicí cely (46) s pohonem (47) válcové lopatkové měřicí cely (46), na kterém je umístěn snímač (48) krutu pro měření smykové síly, přičemž třetí tlakový snímač (49) normálového napětí se rovněž nachází ve spodní části třetího zásobníku (45) pro vyvození normálového tlaku.

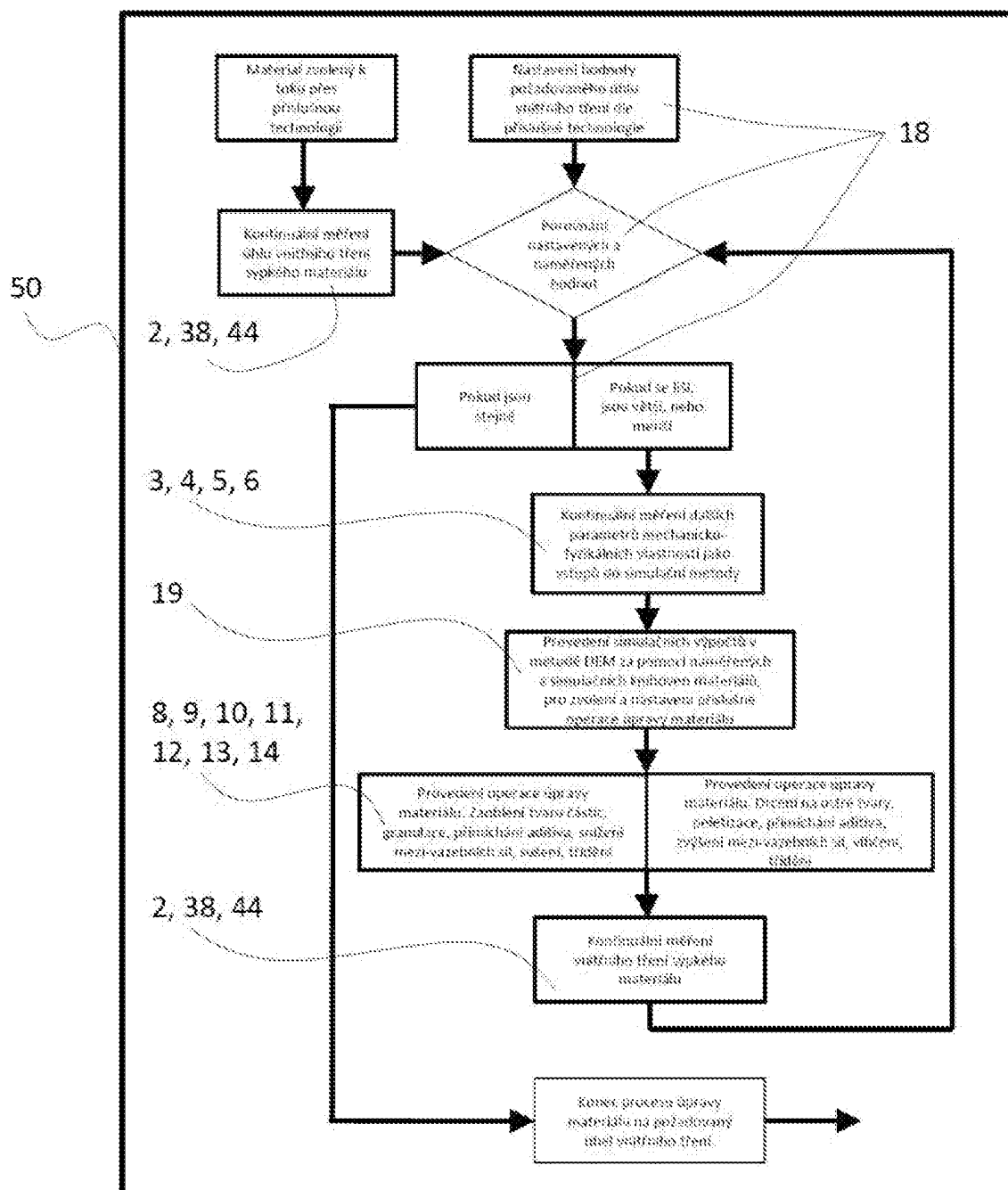
8. Způsob nastavení úhlu vnitřního tření sypkých materiálů na zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že do řídicí jednotky (18) jsou vloženy vstupní hodnoty definující konkrétní požadovaný úhel vnitřního tření měřeného materiálu a jeho mechanicko-fyzikální parametry, poté je měřený materiál vsypán ze vstupního zásobníku (1) do sekce měření, získané naměřené hodnoty jsou porovnávány s hodnotami vloženými do řídicí jednotky (18), pokud jsou tyto porovnávány hodnoty shodné, pak je vnitřní úhel měřeného materiálu shodný se vstupní hodnotou a tento materiál postupuje přímo do další výroby a jeho naměřené hodnoty mechanicko-fyzikálních parametrů jsou zaznamenány a uloženy do knihovny materiálů, pokud se naměřené hodnoty měřeného materiálu liší od vložených vstupních hodnot, pak materiál prochází nejméně jedním cyklem zpracování, který je odvislý od naměřených hodnot vložených jako vstupní parametry pro zpracování metodou DEM, které jsou uloženy v řídicí jednotce (18), a ta automaticky, podle výsledku získaného z porovnání vstupní a naměřené hodnoty měřeného materiálu, vybere nejméně jeden postup úpravy měřeného materiálu tak, aby se opětovně naměřené hodnoty úhlu vnitřního tření měřeného materiálu shodovaly se vstupními hodnotami definujícími konkrétní úhel vnitřního tření měřeného materiálu, není-li tento nový výsledek shodný, pak se cyklus opakuje, dokud zadaná vstupní hodnota definující konkrétní požadovaný úhel vnitřního tření a výsledky měření měřeného materiálu nejsou shodné.

6 výkresů

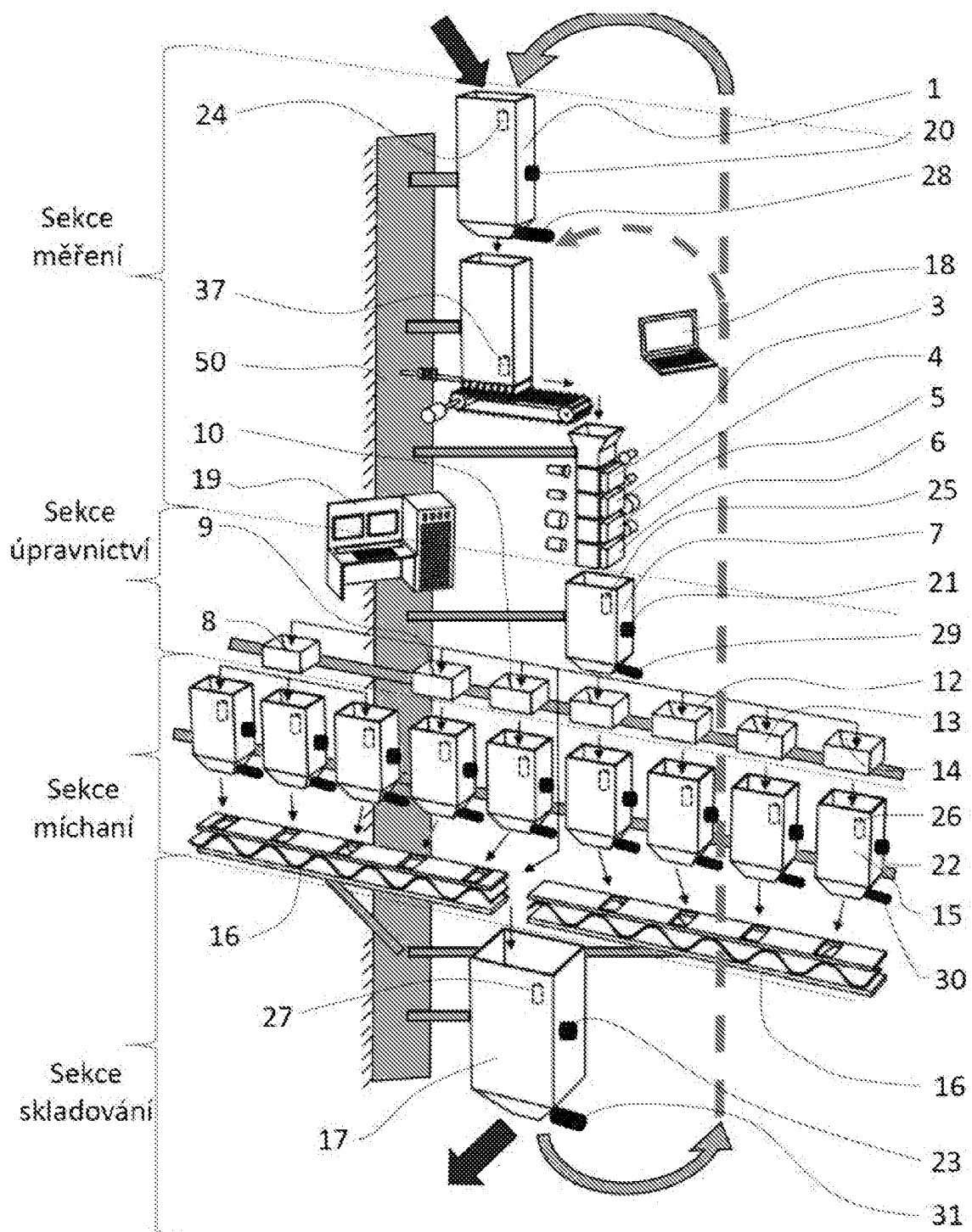
Seznam vztahových značek:

1. Vstupní zásobník
2. Část pro pásové kontinuální měření vnitřního tření
3. Část pro kontinuální měření a skenování tvaru částic ve 3D
4. Část pro kontinuální měření distribuce částic
5. Část pro kontinuální měření chemického složení částic
6. Část pro kontinuální měření vlhkosti a teploty částic
7. Mezi-operační zásobník
8. Třídící zařízení
9. Drtící zařízení
10. Sušící zařízení
11. Vlhčící zařízení
12. Zařízení pro přidávání aditiv
13. Peletizační zařízení
14. Granulační zařízení
15. Operační zásobníky
16. Míchací vlnový dopravník.
17. Po-operační zásobník
18. Řídicí jednotka
19. Výpočetní jednotka pro simulace DEM
20. Váhový snímač (vstupního zásobníku)
21. Váhový snímač (mezi-operačního zásobníku)
22. Váhový snímač (operačního zásobníku)

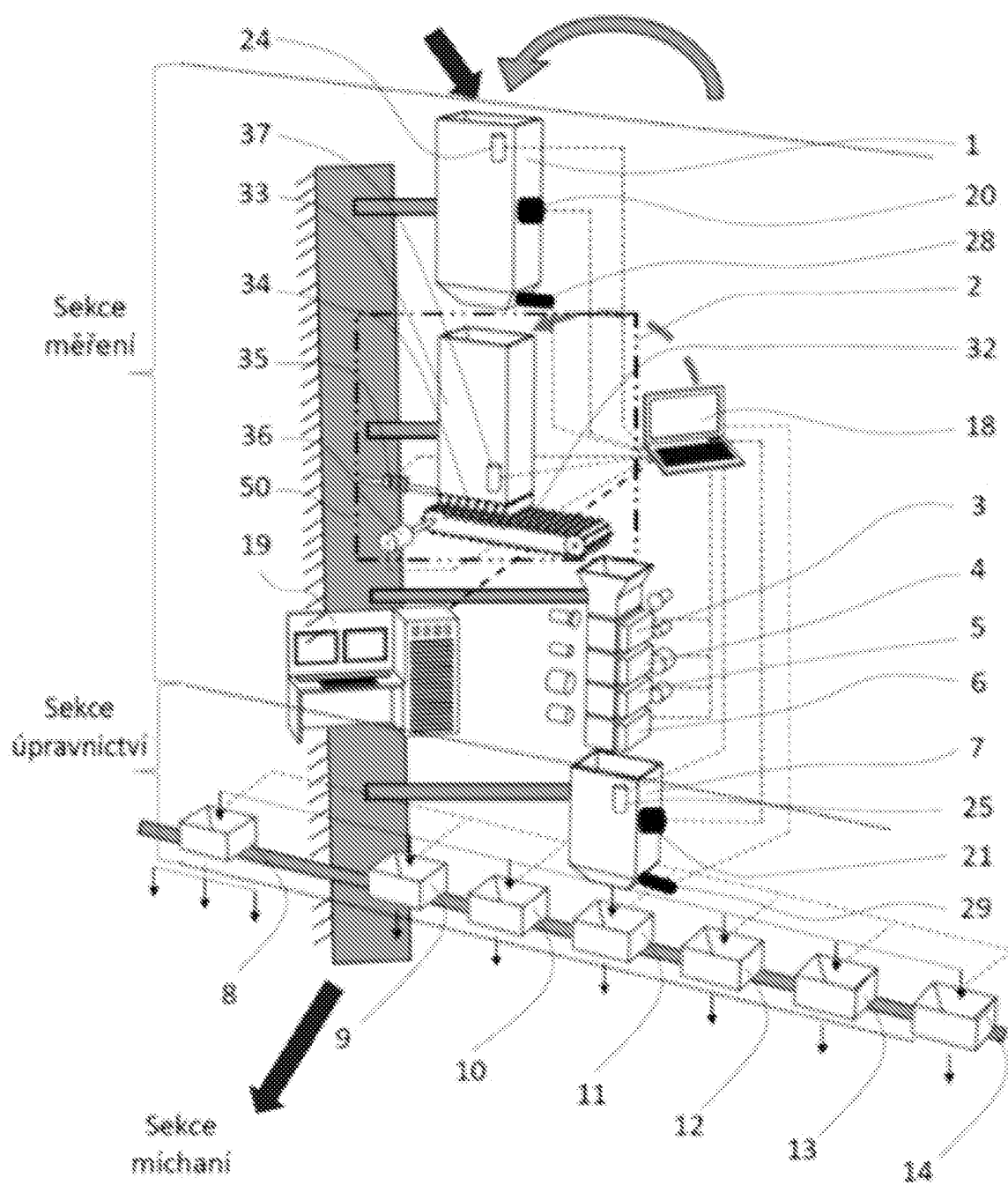
23. Váhový snímač (po-operačního zásobníku)
24. Výškový snímač hladiny materiálu (vstupního zásobníku)
25. Výškový snímač hladiny materiálu (mezi-operačního zásobníku)
26. Výškový snímač hladiny materiálu (operačního zásobníku)
27. Výškový snímač hladiny materiálu (po-operačního zásobníku)
28. Ovládaná výpust (vstupního zásobníku)
29. Ovládaná výpust (mezi-operačního zásobníku)
30. Ovládaná výpust operačního zásobníku
31. Ovládaná výpust (po-operačního zásobníku)
32. Pásový dopravník s hřebly
33. První zásobník pro vyvození normálového tlaku
34. Statická lopatková měřicí cela
35. První tenzometr pro měření smykové síly
36. Pohon pásového dopravníku s hřebly
37. První tlakový snímač normálového napětí
38. Přímočaré vratné kontinuální měření vnitřního tření
39. Druhý zásobník pro vyvození normálového tlaku
40. Dynamická lopatková přímočará měřicí cela
41. Pohon
42. Druhý tenzometr pro měření smykové síly
43. Druhý tlakový snímač normálového napětí
44. Rotační kontinuální měření vnitřního tření
45. Třetí zásobník pro vyvození normálového tlaku
46. Rotační válcová lopatková měřicí cela
47. Pohon válcové lopatkové měřicí cely
48. Snímač krutu pro měření smykové síly
49. Třetí tlakový snímač normálového napětí
50. Hlavní rám



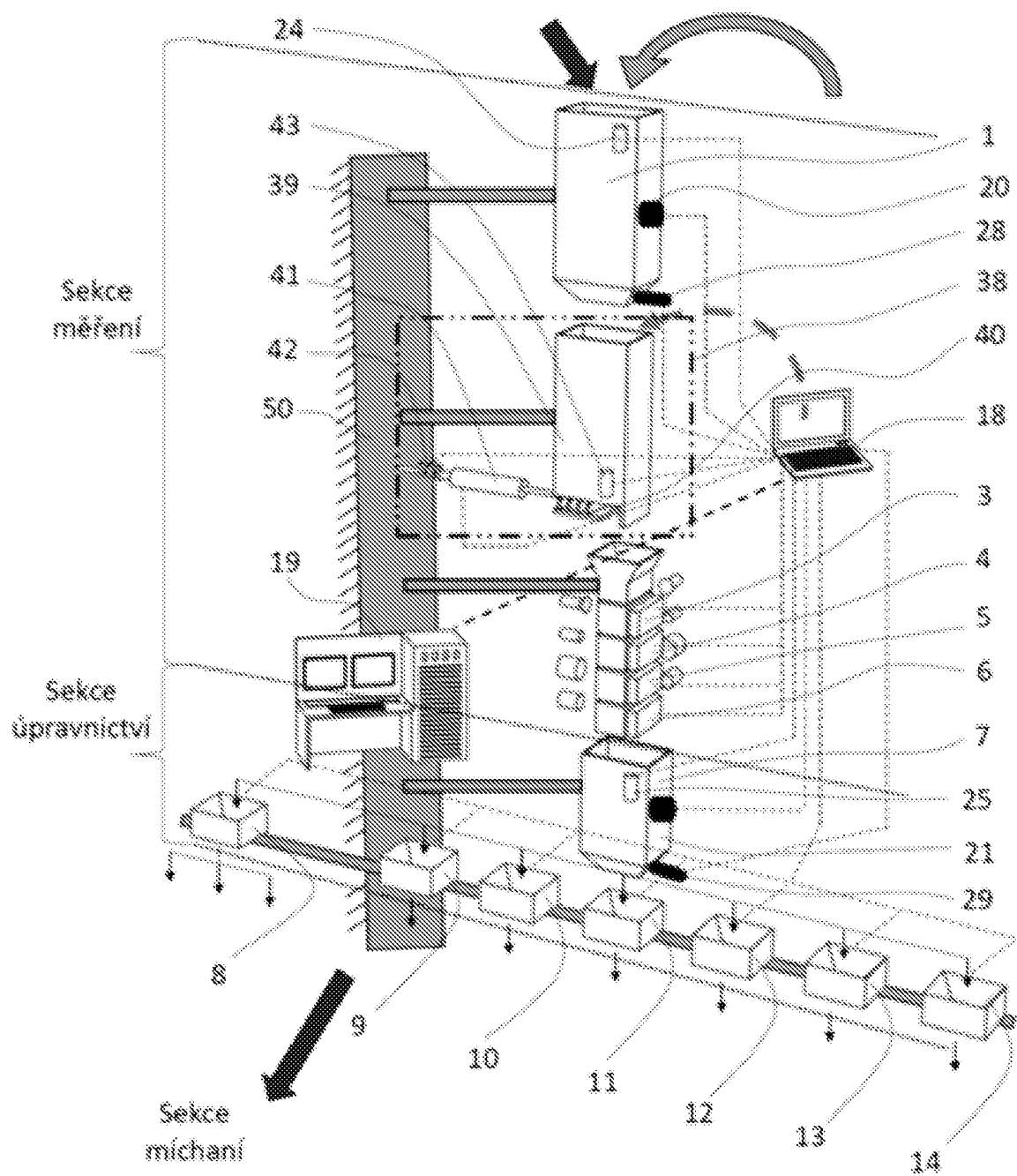
Obr. 1



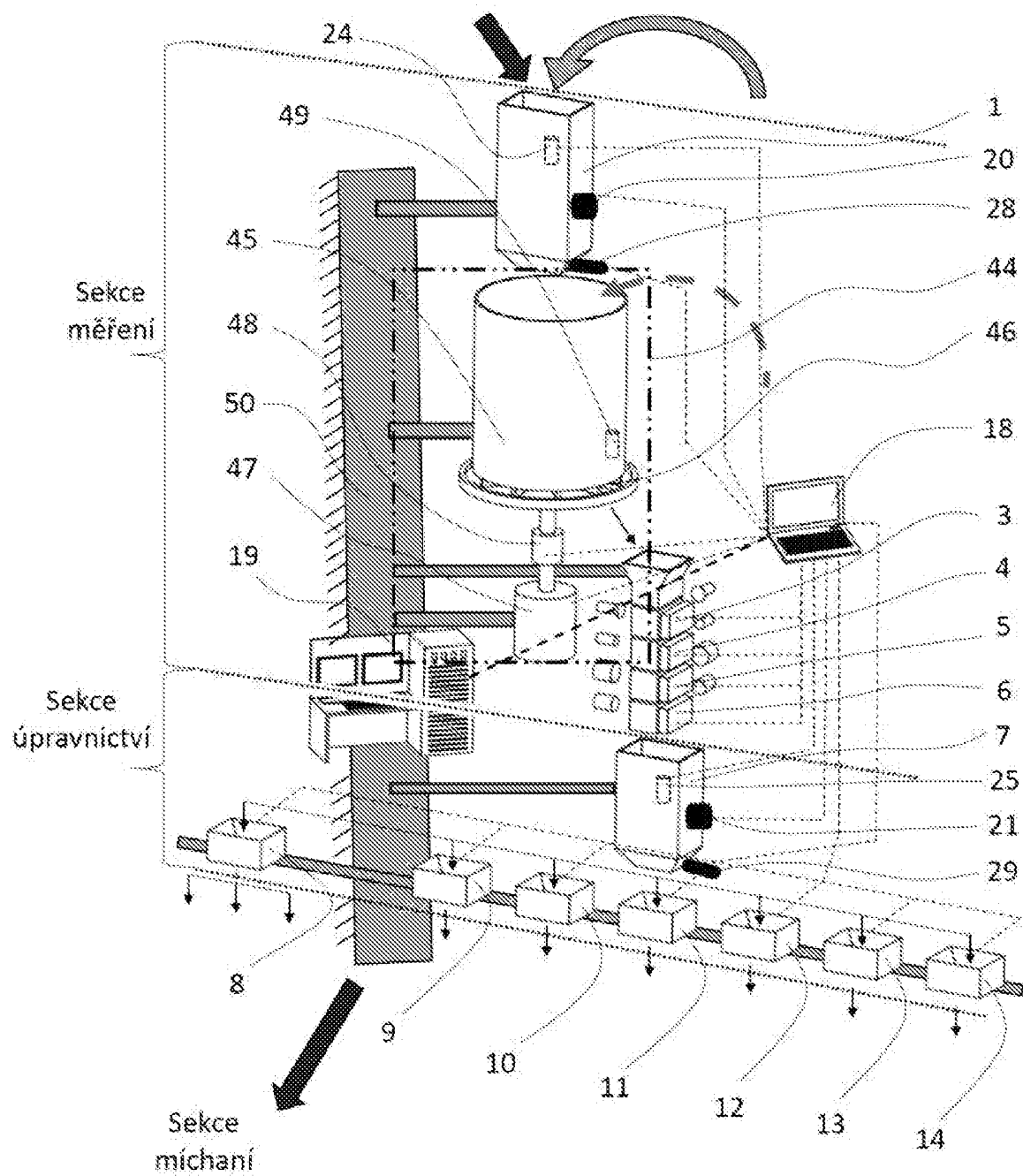
Obr. 2



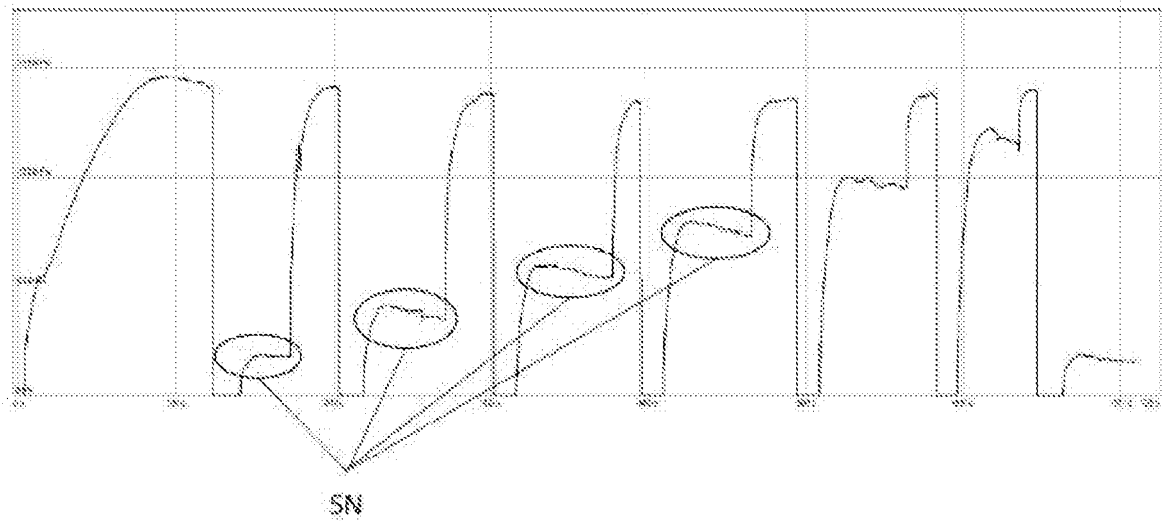
Obr. 3



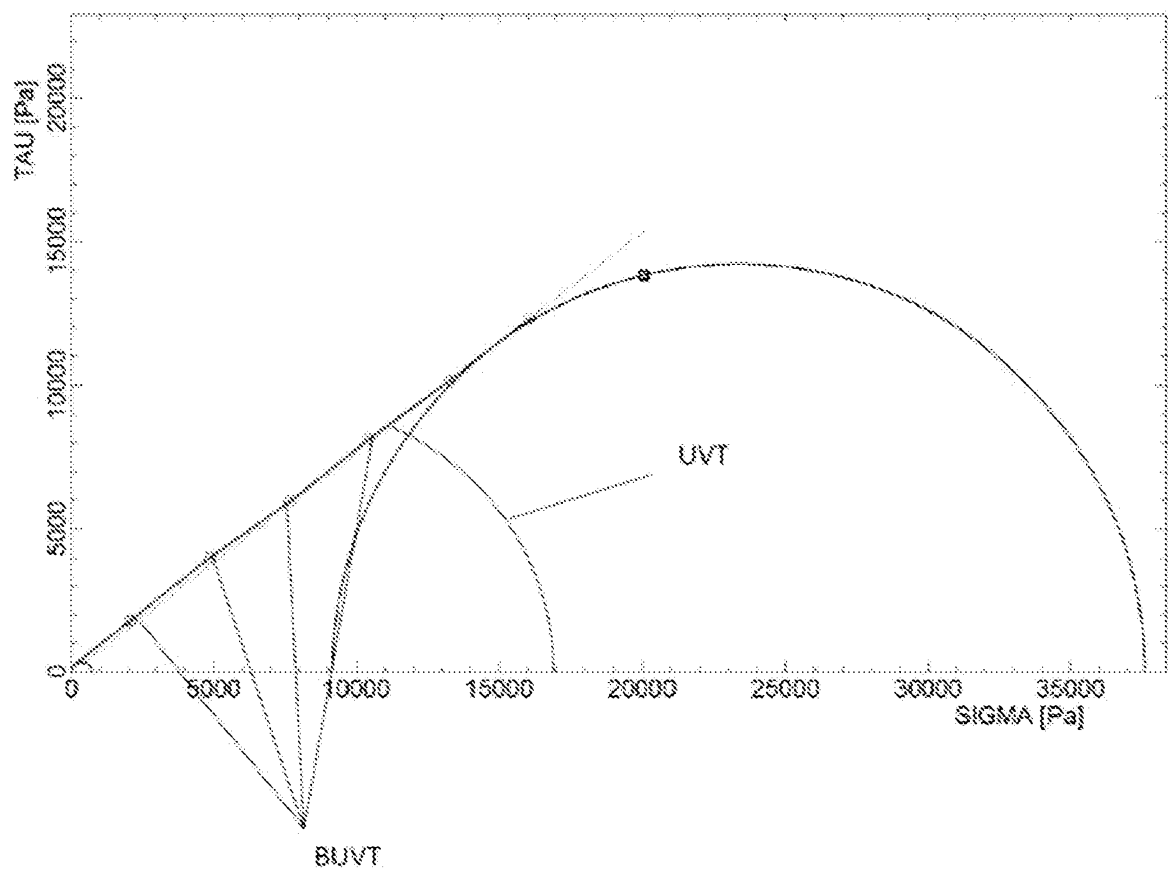
Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7