

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2015-372

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G03B 5/00 (2006.01)

G01N 3/303 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

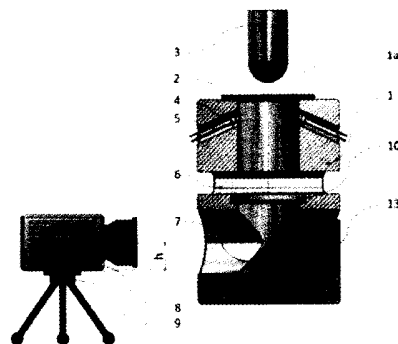
(22) Přihlášeno: **02.06.2015**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **11.05.2016**
(Věstník č. 19/2016)

(71) Přihlašovatel:
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín, CZ

(72) Původce:
Ing. Jaroslav Maloch, CSc., Brno, CZ
doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc., Zlín 5, CZ
Ing. Michal Staněk, Ph.D., Zlín, CZ
doc. Ing. David Maňas, Ph.D., Zlín, CZ
Ing. Pavel Stoklásek, Zlín, CZ

(74) Zástupce:
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Ing. Jan Görig,
Nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín



(54) Název přihlášky vynálezu:
**Způsob snímání průběhu deformací při
rázových testech a zařízení k provádění
tohoto způsobu**

(57) Anotace:
Při způsobu snímání průběhu deformací při rázových testech, kdy rázové kladivo nebo padající tluk dopadá na lícovou plochu zkušební tělesa, se zkušební těleso osvětlí a deformace, popř. destrukce jeho rubové plochy se v průběhu dopadu rázového kladiva nebo padajícího tluku snímá vysokorychlostním kamerovým systémem. Snímky pořízeného záznamu se následně optimalizují metodami postprocessingu. Zařízení k provádění způsobu (viz obr. 1) obsahuje měřicí hlavu (1) se zkušebním tělesem (2) fixovaným na její horní ploše nad vertikálním centrálním kanálem (1a) hlavy, v prostoru dopadu rázového kladiva nebo padajícího tluku (3). Pod zkušebním tělesem (2) jsou v osvětlovacích kanálcích (5) ve stěně měřicí hlavy (1) směrem do dutiny centrálního kanálu (1a) uloženy vnitřní světelné zdroje (4) nebo vyústěny světlovody vnějších světelných zdrojů. V prostoru pod osvětlovacími kanálky (5) proti ústí bočního pozorovacího kanálu (1b) do centrálního kanálu (1a) šikmo uloženo zrcátko (7), jehož horní odrazivá plocha je orientována kolmo k ose úhlu, který svírá osa bočního pozorovacího kanálu s osou centrálního kanálu (1a). V ose bočního pozorovacího kanálu je pak vně měřicí hlavy (1) na stativu (9) umístěna kamera (8) snímajícího vysokorychlostního kamerového systému.

CZ 2015 - 372 A3

K zachycení průběhu rázových testů (jako je např. vznik a šíření trhliny) je možné s výhodou využít snímání vysokorychlostní kamerou. V technické praxi je v současné době známo několik řešení záznamů těchto rychlých dějů pomocí vysokorychlostních kamerových systémů. Např. přihláška Evropského patentu EP 1 762 836(A1) řeší problém snímání průběhu

testu rázovým kladivem. Pořízení obrazu lomu TV kamerou, jeho následné zpracování a vyhodnocení typu lomu je popsáno také v japonských patentových přihláškách JPS 61155724(A) a JPS 6396536(A). Uvedená řešení jsou ale zaměřena výhradně na rázové testy Charpy a Izod.

Velkým problémem známých řešení je ale nedostatek bezpečného prostoru vhodného pro takové umístění kamery, aby byl průběh testu zaznamenán s dostatečnou vypovídací schopností. Naprostá absence vhodného prostoru ke snímání měření je např. u zkušebních zařízení současné konstrukce pro zkoušku padajícím tlukem. Použití vysokorychlostní kamery navíc vyžaduje výborné světelné podmínky. Umístění světelných zdrojů s dostatečnou intenzitou osvětlení je proto dalším limitujícím faktorem pro snímání děje vysokorychlostní kamerou. Dalším nebezpečím je pak možné poškození použité techniky odlétajícími částicemi z testovaného tělesa. Důsledkem kumulace výše uvedených problémů je skutečnost, že u rázové zkoušky padajícím tlukem není znám žádný vhodný systém snímání a výše uvedené systémy snímání rázových testů Charpy a Izod mají řadu nedostatků a omezení.

Podstata vynálezu

K odstranění těchto nevýhod přispívá navržený způsob snímání průběhu deformací při rázových testech a zařízení k jeho provádění podle vynálezu. Podstata způsobu snímání spočívá v tom, že se zkušební těleso osvětlí a deformace, popř. destrukce jeho rubové plochy se v průběhu dopadu rázového kladiva nebo padajícího tluku snímá vysokorychlostním kamerovým systémem, s tím, že snímky pořízeného záznamu se následně optimalizují metodami postprocessingu.

Při postprocessingu se s výhodou ke zlepšení vypovídací schopnosti snímků z hlediska vyhodnocení vzniku trhlin upraví jejich parametry, zejména jas, kontrast a gamma křivka. Ke zvýraznění detailů vizualizace textur trhlin se dále mohou exponovaným černobílým snímkům přiřadit nepravé barvy, tzv. pseudo-color.

Snímání deformace, popř. destrukce zkušebního tělesa probíhá s výhodou rychlostí vyšší než 500 snímků za vteřinu.

Intenzita osvětlení zkušebního tělesa může být konstantní nebo se reguluje v závislosti na rychlosti snímání v pulsním režimu, synchronně se snímkovou frekvencí kamery.

Záznam snímků vysokorychlostního kamerového systému se může také s výhodou propojit se záznamem při zkoušce sledovaných parametrů vlastního měřicího přístroje.

Zařízení k provádění způsobu podle vynálezu obsahuje měřicí hlavu se zkušebním tělesem fixovaným na její horní ploše nad vertikálním centrálním kanálem hlavy, v prostoru dopadu rázového kladiva nebo padajícího tluku. Pod zkušebním tělesem jsou v osvětlovacích kanálcích ve stěně měřicí hlavy směrem do dutiny centrálního kanálu uloženy vnitřní světelné zdroje nebo vyústěny světlovody vnějších světelných zdrojů. V prostoru pod osvětlovacími kanálky je proti ústí bočního pozorovacího kanálu do centrálního kanálu šikmo uloženo zrcátko, jehož horní odrazivá plocha je orientována kolmo k ose úhlu, který svírá osa bočního pozorovacího kanálu s osou centrálního kanálu. V ose bočního pozorovacího kanálu je pak vně měřicí hlavy na stativu umístěna kamera snímající vysokorychlostního kamerového systému.

Nad zrcátkem je v dutině centrálního kanálu s výhodou uložena transparentní ochranná clona.

Ve stěně měřicí hlavy může pak být dále uloženo ústrojí k ustavení polohy zrcátka jeho posunem ve směru osy bočního pozorovacího kanálu a natáčením kolem této osy, které se skládá s držákem zrcátka upevněného na nosné tyči s ovládacím prvkem.

Měřicí hlava může být také opatřena inspekčním otvorem k čištění prostoru nad ochrannou clonou.

Zařízení může být dále s výhodou doplněno rektifikačním systémem k ustavení osy kamery do osy měření, při čemž tento rektifikační systém je tvořen rektifikačním světelným zdrojem s držákem pro přechodné vložení do dutiny centrálního kanálu a pomocného držáku k přechodnému uchycení na stativ místo kamery. Na tomto pomocném držáku s možností natáčení a naklápění je uložena dvojice terčů, z nichž první terč na bližším konci pomocného držáku je opatřen otvorem ve výšce odpovídající výšce optické osy kamery a druhý terč na vzdálenějším konci pomocného držáku pak značkou ve výšce odpovídající výšce optické osy kamery.

Objasnění výkresů

K bližšímu objasnění podstaty vynálezu slouží přiložené výkresy, kde představuje:

obr. 1 – celkové uspořádání zařízení ke snímání průběhu deformací při rázových testech v příkladném provedení u zařízení ke zkoušce padajícím tlukem,

obr. 2 – znázornění deformace zkušební těleso působením padajícího tluku,

obr. 3 – znázornění iniciace trhliny a jejího šíření až po celkovou destrukci zkušební tělesa v průběhu zkoušky na černobílých snímcích vysokorychlostního kamerového systému,

- obr. 4 – znázornění textur trhlin po převedení černobílých snímků do nepravých/falešných (pseudo color) barev s různým pozadím,
- obr. 5 – záznam závislosti působící síly tluku na čase resp. posunutí u instrumentované rázové zkoušky,
- obr. 6 – uspořádání rektifikačního systému,
- obr. 7 – detail umístění zrcátka ke snímání děje.

Příklad uskutečnění vynálezu

V příkladném provedení zařízení ke snímání průběhu deformací při rázovém testu padajícím tlukem (viz obr. 1) je vysokorychlostní kamera 8 umístěna na stativu 9 mimo konstrukci vlastního zkušebního zařízení. Toto řešení vyloučí ovlivnění záznamu otřesy a vibracemi provázejícími vlastní test. Zkušební těleso 2 je fixováno na horní ploše měřicí hlavy 1 nad vertikálním centrálním kanálem 1a hlavy a při vlastním testu na něj působí rázovým účinkem padající tluk 3. Průběh testu je snímán vysokorychlostní kamerou 8 nepřímou, přes zrcátko 7. Zrcátko je chráněno před poškozením úlomky testovaného materiálu ochrannou clonou 10 z transparentního materiálu fixovanou v prostoru nad zrcátkem 7. Úlomky testovaného materiálu a další případné nečistoty mohou být z vnitřního prostoru nad krycí clonou 10 odstraňovány mechanicky nebo ofukem přes inspekční otvor 6. Osvětlení snímaného prostoru je zabezpečeno vnitřními světelnými zdroji 4 umístěnými v osvětlovacích kanálcích 5 ve stěně měřicí hlavy 1 směrem do dutiny centrálního kanálu 1a. S výhodou lze využít řízené nebo neřízené vnitřní LED zdroje nebo také vnější zdroje s přívodem světla pomocí světlovodů. Světelné zdroje jsou rozmístěny na více místech po obvodu měřicí hlavy 1 tak, aby byla zabezpečena potřebná intenzita a rovnoměrnost osvětlení snímaného pole. Světelný zdroj může být řízen a modifikován tak, že vyzařuje buď s konstantní intenzitou během celého záznamu zkoušky, nebo pracuje v impulsním režimu synchronně se snímkovou frekvencí kamery. V průběhu zkoušky je zkušební těleso 2 působením padajícího tluku 3 deformováno do tvaru vrchlíku 11, popř. vznikne křehký lom bez viditelné deformace (viz obr. 2).

Vlastní měřicí hlava 1 je, na rozdíl od v současnosti používaného řešení, specificky upravena s ohledem na nové požadavky měření. Nové konstrukční řešení musí umožňovat umístění a fixaci speciálního zrcátka 7 (viz obr. 7) s možností aretace polohy a snadným přístupem k výměně a aretaci zrcátka 7 včetně snadného ustavení zrcátka a vysokorychlostní kamery 8 do optické osy. Horní odrazivá plocha zrcátka 7 je orientována kolmo k ose úhlu α ,

který svírá osa bočního pozorovacího kanálu 1b s osou centrálního kanálu 1a. V ose bočního pozorovacího kanálu 1b je pak vně měřicí hlavy 1 na stativu 9 umístěna vysokorychlostní kamera 8 snímacího kamerového systému. Ve stěně měřicí hlavy 1 je uloženo ústrojí k ustavení polohy zrcátka 7 jeho posunem ve směru osy bočního pozorovacího kanálu 1b a natáčením kolem této osy, které se skládá s držákem 14 zrcátka 7 upevněného na nosné tyči s ovládacím prvkem 16.

K ustavení vysokorychlostní kamery 8 do optické osy měření lze s výhodou použít rektifikační systém zobrazený na obr. 6 se světelným rektifikačním zdrojem 18, který umožňuje ustavení pomocného držáku 23 do takové polohy, aby optická osa snímacího zařízení/vysokorychlostní kamery 8 byla po jeho fixaci do stativu 9 v optické ose měření. Světelný zdroj 18 je při rektifikaci umístěn v držáku 19 fixovaném ve vstupním otvoru bočního pozorovacího kanálu 1b měřicí hlavy 1. Ustavení pomocného držáku 23 do polohy, která zajišťuje uchycení vysokorychlostní kamery v optické ose měření, umožňuje soustava dvou terčů připevněných v pomocném držáku 23. První terč 21 umístěný ve svislé ose stativu 9 je opatřen otvorem 22 ve výši h odpovídající výšce optické osy vysokorychlostní kamery 8, druhý terč 24 je opatřen značkou 25 umístěnou v téže výši jako otvor 22 prvního terče 21. Pomocný držák 23 a následně vysokorychlostní kamera 8 jsou upevněny na stativu 9 s možností výškového a úhlového nastavení. Ustavení do optické osy měření je ukončeno v okamžiku, kdy paprsek 26 z rektifikačního světelného zdroje 18 prochází otvorem 22 v prvním terči 21 a zanechá stopu v zaměřovacím bodu 25 druhého terče 24. Na ustaveném stativu 9 se vymění pomocný držák 23 za vysokorychlostní kameru 8, jejíž optická osa je tak ustavena do optické osy měření.

S ohledem na velký objem dat přenášených v průběhu testu je činnost kamery (spuštění a zastavení snímání obrazu) synchronizována s pohybem zkušebního tluku 3. K synchronizaci může být s výhodou využito externí optické závory nebo synchronizačního signálu z vlastního měřicího přístroje. Záznam z vysokorychlostní kamery 8 obsahuje jednotlivé snímky poskytující vizuální popis zkoušky, resp. popis destrukce zkušebního tělesa/šíření trhliny v čase. Na obr. 3 jsou zachycena dílčí stadia vzniku trhliny a její šíření v průběhu testu. Obr. 3a až 3f znázorňují iniciaci trhliny a její šíření až po celkovou destrukci zkušebního tělesa. Snímání vysokorychlostním kamerovým systémem je velmi náročné na osvětlení snímané scény. I přes dodatečně nainstalované zdroje světla nemusí být, zvláště při extrémně vysokých rychlostech snímání, zabezpečeno dostatečně intenzivní osvětlení. V takových případech nejsou pořízené snímky příliš kvalitní a je nutné je následným

postprocessingem upravit. Úkolem obecného postprocessingu je upravit jas, kontrast, gamma křivku a případně další parametry tak, aby obecně podexponované snímky měly lepší vypovídací schopnost. Další významné zlepšení vypovídací schopnosti vizualizace průběhu testu umožňuje převedení černobílých snímků do nepravých/falešných (pseudo color) barev s různým pozadím (viz obr. 4). Jak vyplývá z porovnání obr. 3 a obr. 4, je vypovídací schopnost snímků zpracovaných do nepravých barev výrazně vyšší než u snímků černobílých/ve stupních šedi. Toto řešení zvýrazní praskliny a usnadní vyhodnocování celé zkoušky jak je zřetelné na přiložených obrázcích.

Vlastní rázová zkouška je instrumentovaná, poskytuje záznam závislosti působící síly tluku na čase resp. posunutí (obr. 5). Průnikem záznamů zkoušky a obrazových záznamů je přiřazení velikosti síly na tluku k jednotlivým snímkům záznamu, což umožňuje speciální postprocessing.

~~1106~~
7

25.01.18 ✓
~~1122537~~

PATENTOVÉ NÁROKY

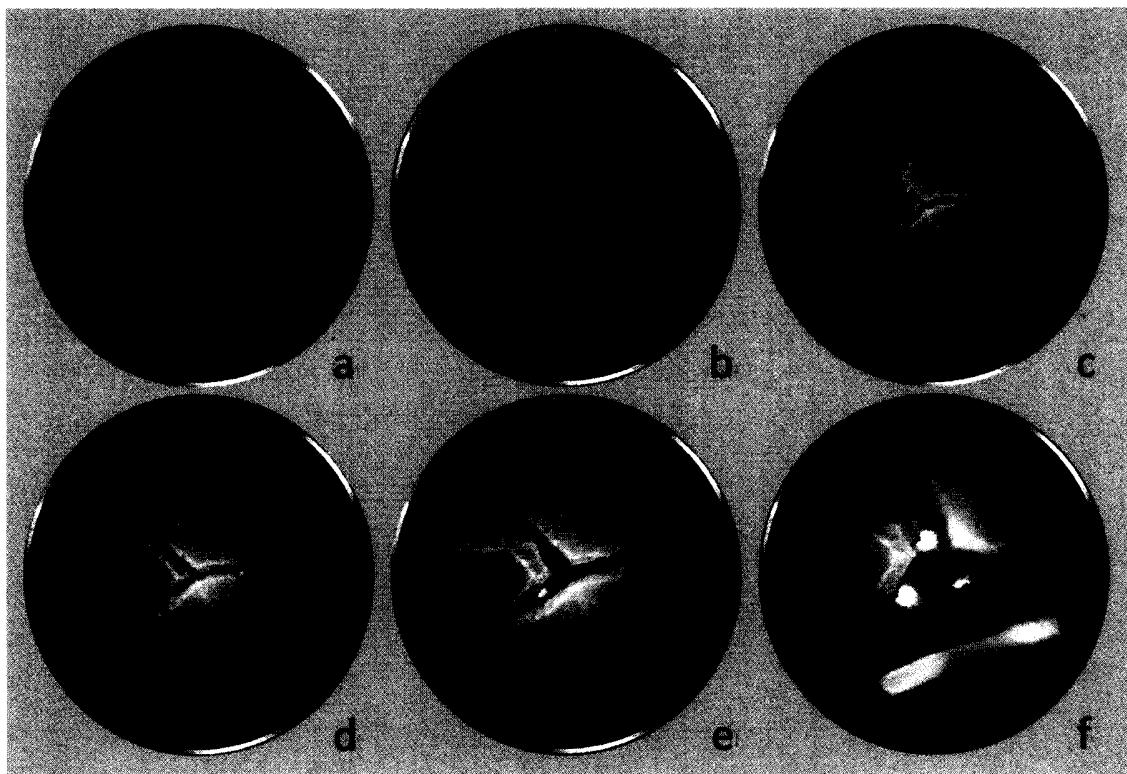
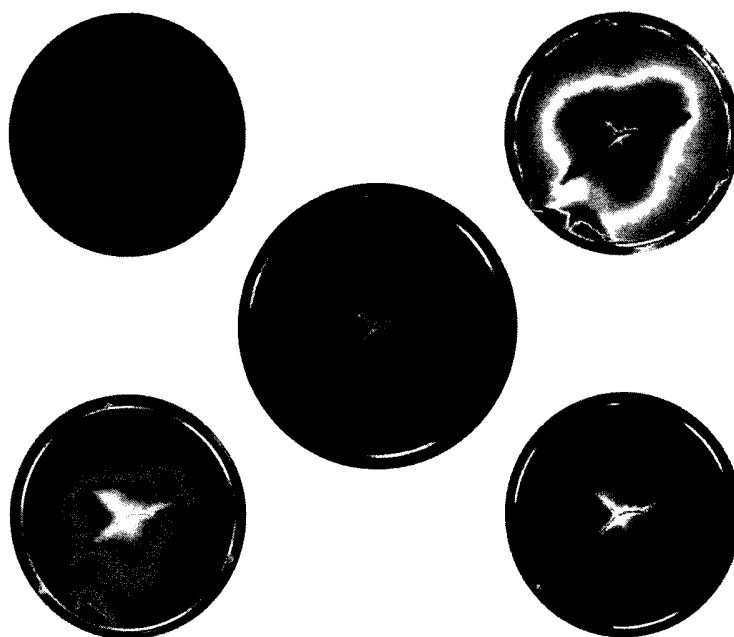
1. Způsob snímání průběhu deformací při rázových testech, kdy rázové kladivo nebo padající tluk dopadá na lícovou plochu zkušebního tělesa, vyznačující se tím, že zkušební těleso se osvětlí a deformace, popř. destrukce jeho rubové plochy se v průběhu dopadu rázového kladiva nebo padajícího tluku snímá vysokorychlostním kamerovým systémem, s tím, že snímky pořízeného záznamu se následně optimalizují metodami postprocessingu, při němž se ke zlepšení vypovídací schopnosti snímků z hlediska vyhodnocení vzniku trhlin upraví jejich parametry, zejména jas, kontrast a gamma křivka a/nebo se ke zvýraznění detailů vizualizace textur trhlin exponovaným černobílým snímkům přiřadí nepravé barvy, tzv. pseudo-color.
2. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že snímání deformace, popř. destrukce zkušebního tělesa probíhá s rychlostí vyšší než 500 snímků za vteřinu.
3. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že intenzita osvětlení zkušebního tělesa je konstantní.
4. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že intenzita osvětlení zkušebního tělesa se reguluje v závislosti na rychlosti snímání v pulsním režimu, synchronně se snímkovou frekvencí kamery.
5. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že ~~je~~ záznam snímků vysokorychlostního kamerového systému se propojí se záznamem při zkoušce sledovaných parametrů vlastního měřicího přístroje.
6. Zařízení k provádění způsobu podle nároku 1 obsahující měřicí hlavu (1) se zkušebním tělesem (2) fixovaným na její horní ploše nad vertikálním centrálním kanálem (1a) hlavy, v prostoru dopadu rázového kladiva nebo padajícího tluku (3), vyznačující se tím, že pod zkušebním tělesem (2) jsou v osvětlovacích kanálcích (5) ve stěně měřicí hlavy (1) směrem do dutiny centrálního kanálu (1a) uloženy vnitřní světelné zdroje (4) nebo vyústěny světlovody vnějších světelných zdrojů a v prostoru

pod osvětlovacími kanálky (5) proti ústí bočního pozorovacího kanálu (1b) do centrálního kanálu (1a) šikmo uloženo zrcátko (7), jehož horní odrazivá plocha je orientována kolmo k ose úhlu (α), který svírá osa bočního pozorovacího kanálu (1b) s osou centrálního kanálu (1a) s tím, že v ose bočního pozorovacího kanálu (1b) je pak vně měřicí hlavy (1) na stativu (9) umístěna kamera (8) snímajícího vysokorychlostního kamerového systému.

7. Zařízení podle nároku 6, vyznačující se tím, že nad zrcátkem (7) je v dutině centrálního kanálu (1a) uložena transparentní ochranná clona (10).
8. Zařízení podle nároku 6, vyznačující se tím, že ve stěně měřicí hlavy (1) je uloženo ústrojí k ustavení polohy zrcátka (7) jeho posunem ve směru osy bočního pozorovacího kanálu (1b) a natáčením kolem této osy, které se skládá s držákem (14) zrcátka (7) upevněného na nosné tyči s ovládacím prvkem (16).
9. Zařízení podle nároku 6, vyznačující se tím, že měřicí hlava (1) je dále opatřena inspekčním otvorem (6) k čištění prostoru nad ochrannou clonou (10).
10. Zařízení podle nároku 6, vyznačující se tím, že je doplněno rektifikačním systémem k ustavení osy kamery (8) do osy měření, přičemž tento rektifikační systém je tvořen rektifikačním světelným zdrojem (18) s držákem (19) pro přechodné vložení do dutiny centrálního kanálu (1a) a pomocného držáku (23) k přechodnému uchycení na stativ (9) místo vysokorychlostní kamery (8) s tím, že na tomto pomocném držáku (23) s možností natáčení a naklápění je uložena dvojice terčů (21, 24), z nichž první terč (21) na bližším konci pomocného držáku (23) je opatřen otvorem (22) ve výšce (h) odpovídající výšce optické osy vysokorychlostní kamery (8) a druhý terč (24) na vzdálenějším konci pomocného držáku (23) pak značkou (25) ve výšce (h) odpovídající výšce optické osy kamery (8).

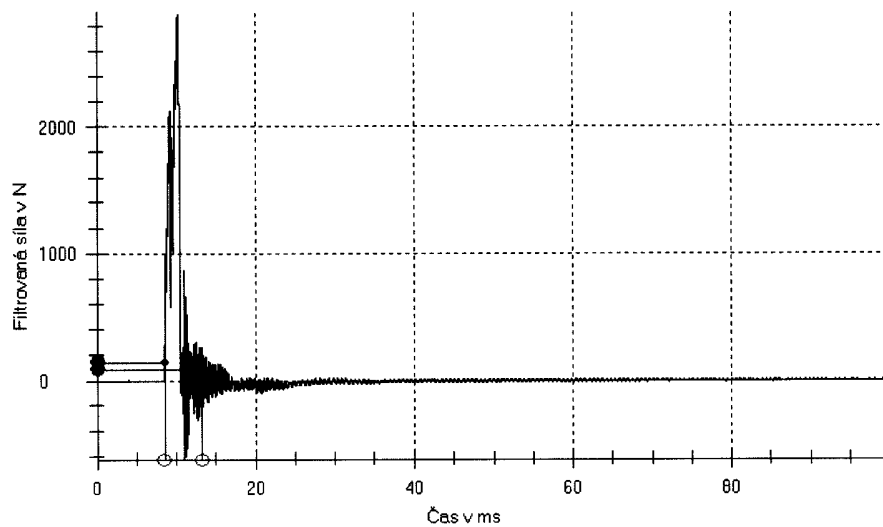
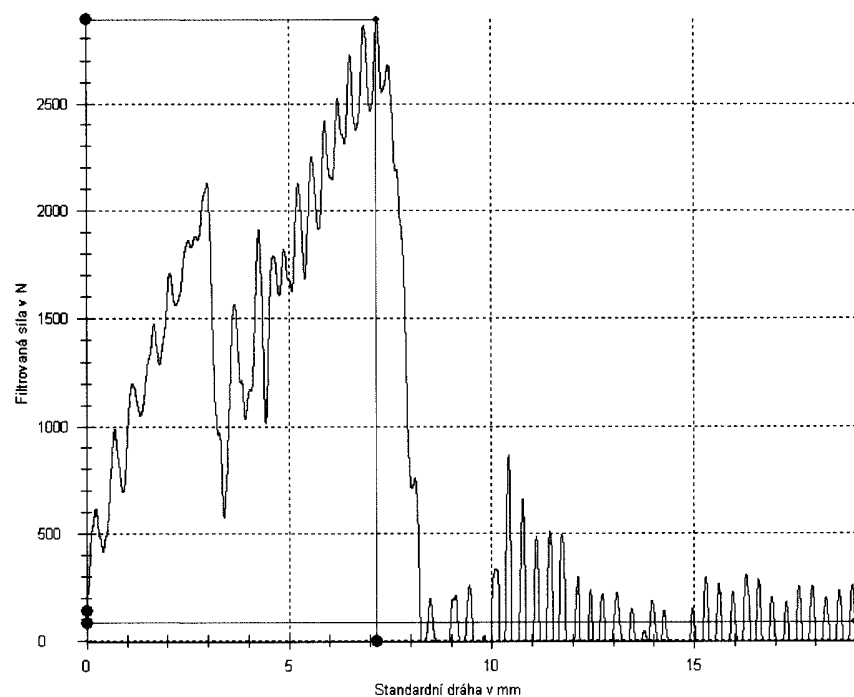
PV 2015-372



**Obr. 3****Obr. 4**

3/4

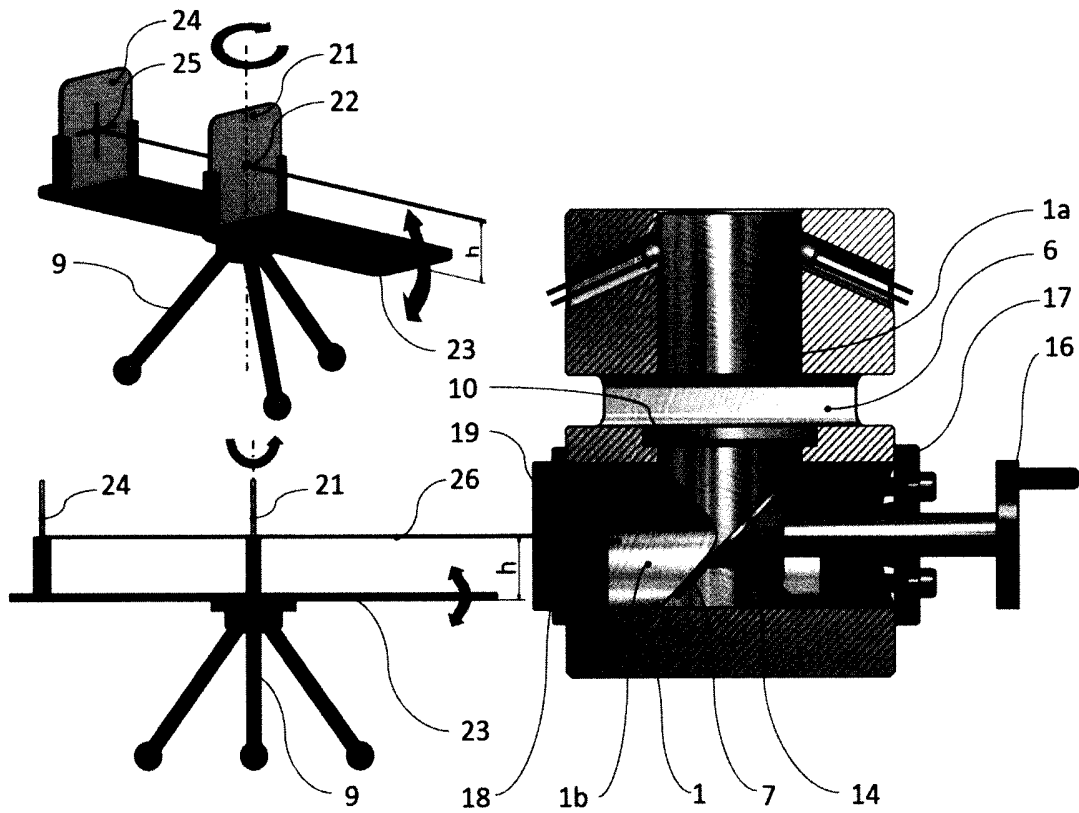
00.06.15



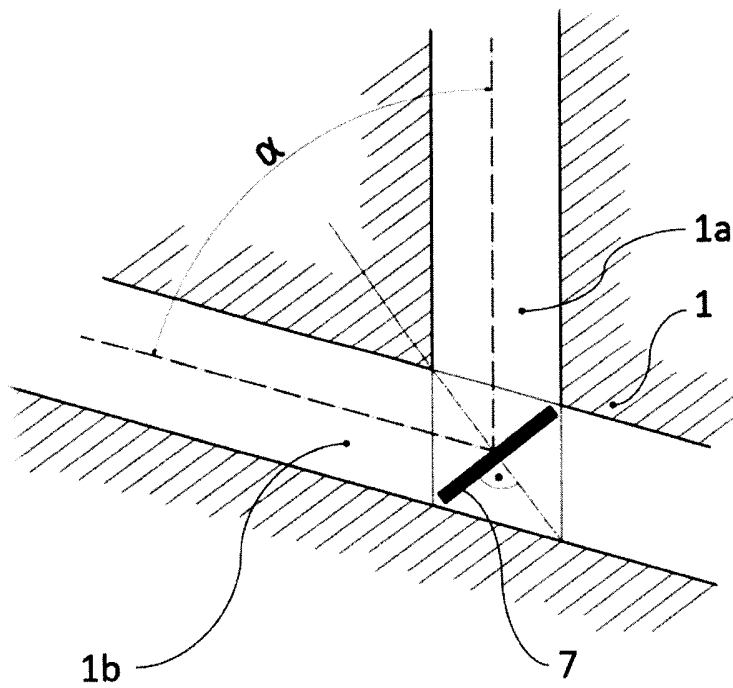
Obr. 5

4/4

00.06.15



Obr. 6



Obr. 7