

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 35 519

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**G01N 3/42** (2006.01)

**G01N 19/06** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-39098**

(22) Přihlášeno: **22.12.2020**

(30) Právo přednosti:  
**22.12.2020 CZ PV 2020-714**

(47) Zapsáno: **09.11.2021**

(73) Majitel:  
Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR,  
v.v.i., Praha 9, Prosek, CZ

(72) Původce:  
Ing. Jan Šleichrt, Praha 4, Krč, CZ  
Ing. Tomáš Fíla, Zadní Třebaň, CZ  
Ing. Václav Rada, Zborovy, CZ  
Ing. Petr Zlámal, Ph.D., Praha 5, Stodůlky, CZ  
doc. Ing. Daniel Kytýř, Ph.D., Nymburk, CZ

(74) Zástupce:  
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Okružní  
2824, 370 01 České Budějovice, České Budějovice  
3

(54) Název užitého vzoru:  
**Zařízení pro měření tvrdosti**

## Zařízení pro měření tvrdosti

### Oblast techniky

5

Technické řešení se týká zařízení pro měření tvrdosti, tedy oblasti kontroly fyzikálních vlastností výrobků a materiálů.

10

### Dosavadní stav techniky

Tvrdot materiálu je mechanická vlastnost zkoumaného materiálu a je vyjádřena jako odpor materiálu proti vniknutí cizího tělesa do struktury materiálu. Standardní tvrdoměry se skládají ze základny nebo též podpěry, kam je umístěn vzorek testovaného materiálu. Následně je do tohoto vzorku jmenovitou silou zatlačován hrot tvrdoměru, přičemž tento hrot svým tvarem a tvrdostí odpovídá metodě měření. Počet měření, rozptyl měřících bodů a další parametry též odpovídají požadavkům použité metody a vyžadované prostorové přesnosti měření.

Běžné přístroje na měření tvrdosti, tedy tvrdoměry jsou schopny měřit tvrdost především povrchových vrstev. Do těchto vrstev hrot proniká a jeho otisk, nebo také vpich či zahloubení, se opticky měří a porovnává s tabulkovými etalony. Právě tabulky hodnot pro porovnání výsledků jsou nejdůležitějším know-how pro jednotlivé metody měření. Mezi běžně známé metody měření tvrdosti patří zkouška tvrdosti podle Rockwella, zkouška tvrdosti podle Brinella, zkouška tvrdosti podle Vickerse, zkouška tvrdosti podle Knoop, zkouška tvrdosti podle Grodzinského, zkouška tvrdosti podle Leeba, zkouška tvrdosti podle Shawa, zkouška Poldi kladívkem ad.

Je známa i metoda podle dokumentu WO 2018116968, kde se měření tvrdosti provádí také hrotem, který ale není pevný. Tento hrot je upevněn na pístu a při silové reakci proti měřenému vzorku vytváří pohyb pístu vzhůru. Tvrdot běžně měřená jako zahloubení hrotu při určité síle působící na hrot se zde projevuje zdvihem pístu pomocí elektronických snímačů. Instalovaný senzor tak vydává výstupní signál odrážející reakční sílu na části měřeného vzorku, která je ve styku s pohyblivou částí upnutí hrotu. Nevýhodou této metody je, že stejně jako ostatní dříve popsané metody měří pouze a jen přímou povrchovou tvrdost a měřený vzorek musí mít pro přesnost měření ideálně vyleštěný povrch. Současně zahloubení hrotu znamená u povrchových měření proces destrukce a ovlivnění měřeného povrchu.

Tyto destruktivní metody nahrazují metody nedestruktivní, kdy se povrchová tvrdost měří pomocí zvukových a elektromagnetických vln. Metoda měření tvrdosti pomocí ultrazvukových vln je např. popsána v dokumentu KR 20120126425. Naopak dokument US 2019162686 popisuje postup použití elektromagnetických vln pro měření tvrdosti povrchové vrstvy vzorku. Nevýhodou této metody je, že měření není možno snadno vyhodnocovat pomocí stupně zahloubení hrotu, jako tomu bylo u předešlých destruktivních metod, ale musí se vytvořit etalony se kterými lze výsledky měření srovnat. Základem etalonů je však porovnání měření nedestruktivního s destruktivním.

Všechny dosud popsané metody nejsou schopné postihnout svým měřením celou hloubku struktury výrobku, ale pouze jeho povrch. Výsledná hodnota tvrdosti v jednotlivých měřících bodech v případě větších indentačních hloubek nereflektuje nehomogenitu testovaného materiálu. V současném stavu techniky jsou používány automatizované stroje umožňující provádět série indentačních měření ať už v pravidelném rastru nebo nepravidelně v předem definovaných oblastech zájmu. Na základě těchto dat je možné mapovat tvrdost na povrchu vzorku. Podrobnost mapovaného povrchu je dána hloubkou indentace, tedy zahloubení a velikostí ovlivněného okolí. Relevantní indentační zkoušku lze provádět pouze na neovlivněném materiálu. Současná, dříve popsaná zařízení a metody jsou schopny provádět indentační měření ovlivňující materiál v rozsahu milimetrů až nanometrů. Princip měření však neumožňuje zjišťovat tvrdost materiálu automatizovaně v celém objemu, resp. ve větších hloubkách, ale pouze na jeho povrchu.

- Z dokumentu CN 110686951 je známa metoda měření tvrdosti vnitřních nanostruktur vzorků materiálů, přesněji vícefázové molybdenové slitiny. Metoda řeší hloubkové měření vnitřních struktur tak, že se vzorek rozdělí řezem na plátky představující vnitřní strukturu v jednotlivých po sobě jdoucích vrstvách a měření se provádí klasickou metodou měření povrchové tvrdosti takto vytvořených a vyleštěných vzorků. Výhodou je, že přesná evidence vzorků a jejich pořadí ve struktuře spolu s precizností určení neovlivněných měřících míst umožňuje sestavení matematického strukturního 3D modelu tvrdosti vzorku v celém jeho objemu. Největší nevýhodou je, že řezání a broušení materiálu jsou dva samostatné procesy, které mohou každý sám o sobě způsobit ovlivnění povrchové vrstvy teplem a tím změnu jeho struktury. Proces řezání navíc probíhá v celém průřezu vzorku a vzorek musí mít pro měření určitou minimální tloušťku, což omezuje variabilitu měřitelnosti jakékoli vnitřní vrstvy a model vnitřní struktury tzv. indentační křivka může vykazovat odchylky od skutečnosti.
- Úkolem technického řešení je vytvořit takové zařízení, které by umožňovalo měření tvrdosti v libovolné povrchové nebo vnitřní struktuře vzorku. Zařízení by současně mělo omezit počet samostatných operací, resp. pracovišť, tedy eliminovat nutnost vlastního samostatného pracoviště pro přípravu vzorku na měření. Příprava vzorku pro měření by měla probíhat tak, aby ta část zařízení, která jí provádí zabezpečovala zcela minimální ovlivnění připravované měřené oblasti, ať už tepelně nebo jinak.

#### Podstata technického řešení

- Nedostatky v současnosti známých zařízení pro měření tvrdosti vzorku materiálu určených zejména pro vícevrstvé prostorové mapování tvrdosti celulárních a kompozitních materiálů se složitou vnitřní strukturou jsou překonávány zařízením zkonstruovaným dle tohoto technického řešení.
- Zařízení pro měření tvrdosti vzorku materiálu je určeno především pro prostorové mapování tvrdosti celulárních a kompozitních materiálů se složitou vnitřní strukturou. Zařízení pro měření tvrdosti vzorku se skládá z upínacího zařízení, optické soustavy, tvrdoměru, zařízení pro zpřístupnění vrstev vnitřní struktury vzorku a měřící jednotky. Upínací zařízení slouží pro upnutí vzorku. Optická soustava slouží pro kontrolu a vyhodnocování měření. Tvrdoměrem se provádí indentace vzorku v měřících bodech. Zařízením pro zpřístupnění vrstev vnitřní struktury vzorku materiálu je brusná jednotka provádějící postupné odbrušování povrchových vrstev a zpřístupnění vnitřních vrstev tak, že z nich vytvoří vrstvu povrchovou, která je již tvrdoměrem měřitelná.
- Ve výhodném provedení je součástí zařízení pro měření tvrdosti i vysoušecí jednotka.
- V jiném výhodném provedení spolu jednotlivé části zařízení tvoří jeden integrální celek tvořený stacionárním ložem a pohyblivým upínacím zařízením vzorku. V tomto výhodném provedení jsou na stacionárním loži za sebou ustaveny brusná jednotka, vysoušecí jednotka, tvrdoměr a optická soustava. Vzájemná interakce brusné jednotky, vysoušecí jednotky, tvrdoměru a optické soustavy se vzorkem zabezpečuje svým pohybem pohyblivé upínací zařízení.
- V dalším výhodném provedení je stacionární lože tvořeno dvojicí velkoplošných horizontálně uložených desek spojených redukčními deskami s antivibračním stolem s voštinovým jádrem.
- V ještě dalším výhodném provedení je brusná jednotka tvořena brusným kotoučem s vyměnitelným brusným povrchem, modulem brusných substancí a pohonnou jednotkou s převodovou jednotkou. Brusný kotouč je v tomto výhodném provedení vyjímatelně uložen v unašeci ustaveném v křížovém ložisku, které je zapouzdřeno na stacionárním loži. Přenos

točivého momentu od pohonné jednotky na brusný kotouč zabezpečuje klínový řemen. Pohonná jednotka je ke stacionárnímu loži upevněna přes silent-bloky, tlumící vibrace pohonné jednotky.

V následujícím výhodném provedení je pohonnou jednotkou bezkartáčový elektromotor.

5

V jiném výhodném provedení je modul brusných substancí tvořen alespoň jedním zásobníkem brusné substance. Tento zásobník je pro zamezení usazování brusné substance u dna upevněn na otočné plošině poháněné přes převodový prvek krokovým motorem. Modul brusných substancí je v tomto výhodném provedení dále tvořen soustavou čerpadel a přívodním potrubím pro transport brusné substance na brusný kotouč. Dále je součástí modulu brusných substancí i zařízením pro smáčení. To je tvořeno alespoň jedním zásobníkem vody pro smáčení, alespoň jedním zásobníkem odpadní vody s hladinovým senzorem, smáčecím potrubím a odvodním potrubím. Smáčecí potrubí slouží pro přívod vody od zásobníku vody na brusný kotouč a odvodní potrubí slouží pro odvod odpadní vody z brusného kotouče do zásobníku odpadní vody.

10

15

V dalším výhodném provedení je vysoušecí jednotka tvořena topnou spirálou s ventilátorem.

V následujícím výhodném provedení je tvrdoměr tvořen indentačním hrotem umístěným na prvním siloměru. Tento první siloměr je přírubou upevněn ke stacionárnímu loži. Dále je v místě indentačního hrotu umístěn první lineární enkodér. Indentační hrot je ještě kryt posuvným krytem chránícím jej proti nechtěnému poškození v době, kdy neprobíhá měření tvrdosti.

20

V ještě dalším výhodném provedení je optická soustava tvořena objektivem, CCD kamerou a LED světly.

25

Ve výhodném provedení je pohyblivým upínacím zařízením vzorku zpětnovazebně řízený aktuátor s kmitající cívkou. Ten polohuje vzorek ve vertikální ose. Pro přesné polohování vzorku v obou horizontálních osách je aktuátor s kmitající cívkou osazený v polohovacím zařízením poháněným pomocí dvojice lineárních motorů, jedním pro každou z horizontálních os.

30

V dalším výhodném provedení je aktuátor s kmitající cívkou tvořen rámem, druhým siloměrem, permanentním magnetem, distančním sloupkem, alespoň dvěma distančními pružinami, vymezovacím kroužkem, cívkou a druhým lineárním enkodérem. Rám aktuátoru s kmitající cívkou je pevně kotven k polohovacímu zařízení. Druhým siloměr je upevněn k rámu a slouží pro měření přítláčné síly působící na vzorek. Na distančním sloupku je upevněn vzorek a umístěn odměřovací pásek druhého lineárního enkodéru. Na rámu v blízkosti distančního sloupku s odměřovacím páskem je umístěna vyčítací hlava druhého lineárního enkodéru. Tlačné pružiny jsou umístěny mezi rámem a vymezovacím kroužkem, který odděluje distanční sloupek od cívky.

35

40

V jiném výhodném provedení je měřící jednotka tvořena referenčním sloupkem. Referenční sloupek slouží pro snímání úrovně hladiny měřené vrstvy vzorku.

Hlavní výhodou tohoto zařízení pro měření tvrdosti je, že umožňuje použití klasických metod měření tvrdosti povrchů vzorků pro měření i vnitřních vrstev materiálu vzorku. Toto je možno provádět bez přerušování měřicího cyklu, výměny vzorku, nebo nutnosti vstupního rozřezání vzorku na měřitelné plátky. Tím se podstatně zkracuje měření, minimalizuje se počet jednotlivých úkonů a měření se tak i zjednoduší.

45

50

### Objasnění výkresů

Technické řešení bude blíže objasněno pomocí výkresů, které znázorňují:

Obr. 1 perspektivní pohled na zařízení ve zjednodušeném provedení bez modulu brusných substancí a bez pohonu polohovacího zařízení;

55

Obr. 2 řez aktuátorem s kmitající cívkou.

## 5 Příklady uskutečnění technického řešení

Rozumí se, že dále popsané a zobrazené konkrétní příklady uskutečnění technického řešení jsou představovány pro ilustraci, nikoli jako omezení příkladů uskutečnění technického řešení na uvedené příklady. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zjistit za použití rutinního experimentování větší či menší počet ekvivalentů k popsaným příkladům uskutečnění technického řešení.

Podle obr. 1 se zařízení pro měření tvrdosti skládá z upínacího zařízení, optické soustavy 3, tvrdoměru 6, zařízení pro zpřístupnění vrstev vnitřní struktury vzorku 1 a měřící jednotky. Upínací 15 zařízení je pohyblivé a jeho úkolem je upnutí vzorku 1 a nastavení jeho přesné polohy při jednotlivých krocích měření. Úkolem optické soustavy 3 je kontrola a vyhodnocování měření. Tvrdoměrem 6 se provádí indentace vzorku 1 v jednotlivých zvolených měřících bodech. Úkolem 20 zařízení pro zpřístupnění vrstev vnitřní struktury vzorku 1 materiálu je provádět postupně odbroušování povrchových vrstev materiálu vzorku 1, a tím zpřístupnit vnitřní vrstvy materiálu vzorku 1 k měření povrchové tvrdosti. Proto je zařízením pro zpřístupnění vrstev vnitřní struktury vzorku 1 materiálu brusná jednotka 8.

Podle příkladu uskutečnění technického řešení, vyobrazeného na obr. 1, je součástí zařízení pro 25 měření tvrdosti i vysoušecí jednotka 5. Tato vysoušecí jednotka 5 se podle jiného nezobrazeného příkladu uskutečnění technického řešení skládá z topné spirály a z ventilátoru.

Podle příkladu uskutečnění technického řešení, vyobrazeného na obr. 1, tvoří jednotlivé části 30 zařízení jeden spojený integrální celek, který je tvořený stacionárním ložem 9 a k němu příslušejícím pohyblivým upínacím zařízením vzorku 1. V tomto příkladu uskutečnění technického řešení jsou na stacionárním loži 9 za sebou, nejlépe v jedné řadě, upevněny brusná jednotka 8, vysoušecí jednotka 5, tvrdoměr 6 a optická soustava 3. Vzájemná interakce brusné jednotky 8, vysoušecí jednotky 5, tvrdoměru 6 a optické soustavy 3 se vzorkem 1 zabezpečuje svým pohybem pohyblivé upínací zařízení. Toto pohyblivé upínací zařízení nese vzorek 1 a postupně jej přesouvá a přibližuje k jednotlivým částem zařízení podle následujícího postupu:

- 35
- v prvním kroku se provede upnutí vzorku 1 materiálu do upínacího zařízení.
  - ve druhém kroku se provede jeden měřící cyklus sestávajícího z posloupnosti kroků a) až d):
- 40
- a) pomocí optické soustavy 3 se provede automatická optická kontrola volného povrchu vzorku 1 pro vytipování vhodných míst k provedení indentace;
  - b) provede se indentace vzorku 1 ve zvolených místech. Pomocí optické soustavy 3 se 45 zaznamenají místa a parametry vpichu a naměřená data se uloží do databáze externí řídicí jednotky;
  - c) provede se odbroušení povrchového materiálu vzorku 1 pro vytvoření zpřístupněné vrstvy vnitřní struktury vzorku 1. Nově zpřístupněná vrstva se vysuší pomocí vysoušecí jednotky 5;
  - d) provede se kontrola přesnosti obroušení a naměřený údaj se zanesou do databáze externí 50 řídicí jednotky;
- ve třetím kroku se provede požadovaný počet měřících cyklů podle požadavku měření. 55 Jednotlivé cykly se opakují podle předem definovaného vzorce.

- ve čtvrtém kroku, po provedení předepsaného počtu měřících cyklů, řídicí jednotka provede vyhodnocení naměřených dat. Z naměřených dat řídicí jednotka sestaví matematický 3D strukturní model vnitřní tvrdosti vzorku 1 nebo jeho části.

5

Podle nezobrazeného příkladu uskutečnění technického řešení může být zařízení kinematicky obrácené, tedy se stacionárním vzorkem a pohybujícími se nástroji.

Podle nezobrazeného příkladu uskutečnění technického řešení je stacionární lože 9 tvořeno dvojicí velkoplošných horizontálně uložených desek spojených redukčními deskami s antivibračním stolem s voštinovým jádrem. Toto uspořádání slouží pro tlumení vnějších vibračních vlivů, které by se mohli jinak na zařízení z okolí přenášet a způsobovat nežádoucí ovlivňování přesnosti měření.

Podle částečně zobrazeného příkladu uskutečnění technického řešení, vyobrazeného na obr. 1, je brusná jednotka 8 tvořena brusným kotoučem 11 s vyměnitelným brusným povrchem, modulem brusných substancí, a pohonnou jednotkou 12 s převodovou jednotkou 13. Brusný kotouč 11 je podle nezobrazeného příkladu uskutečnění technického řešení vyjimatelně uložen v unašeči 4 ustaveném v křížovém ložisku, které je zapouzdřeno na stacionárním loži 9. Přenos točivého momentu od pohonné jednotky 12 na brusný kotouč 11 zabezpečuje klínový řemen 14. Pohonná jednotka 12 je ke stacionárnímu loži 9 upevněna přes silent-bloky. Použití silent-bloků a klínového řemene 14 brání přenosu vibrací od pohonné jednotky 12 na brusný kotouč 11.

Podle nezobrazeného příkladu uskutečnění technického řešení je pohonnou jednotkou 12 bezkartáčový elektromotor, který vyniká nízkou hladinou vytvářených vibrací.

Podle nezobrazeného příkladu uskutečnění technického řešení je modul brusných substancí tvořen alespoň jedním zásobníkem brusné substance. Tento zásobník brusné substance je pro zamezení usazování brusné substance u dna, upevněn na otočné plošině poháněné přes převodový prvek krokovým motorem. Modul brusných substancí je v tomto příkladu uskutečnění technického řešení dále tvořen soustavou čerpadel a přívodním potrubím 17 pro transport brusné substance na brusný kotouč 11. Podle stejného příkladu uskutečnění technického řešení je součástí modulu brusných substancí i zařízení pro smáčení. Zařízení pro smáčení je tvořeno alespoň jedním zásobníkem vody pro smáčení, alespoň jedním zásobníkem odpadní vody s hladinovým senzorem, smáčecím potrubím 20 a odvodním potrubím. Smáčecí potrubí 20 slouží pro transport čisté vody od zásobníku vody na brusný kotouč 11, kde se tato voda mísí s brusnou substancí a současně chladí broušené plochy, čímž snižuje možnost tepelného ovlivnění broušených ploch třením. Vzniklá směs vody a brusné substance vytváří odpadní vodu, která je odvodním potrubím odváděna z brusného kotouče 11 do zásobníku odpadní vody.

40

Podle příkladu uskutečnění technického řešení, vyobrazeného na obr. 1, je tvrdoměr 6 tvořen indentačním hrotem 10, který je umístěn na prvním siloměru 7. Tento siloměr 7 je přírubou upevněn ke stacionárnímu loži 9. Dále je tvrdoměr 6 v místě indentačního hrotu 10 opatřen prvním lineárním enkodérem, který slouží pro odečítání velikosti zahloubení indentačního hrotu 10 do vzorku 1. Indentační hrot 10 je navíc opatřen posuvným krytem 21, který jej chrání proti nechtěnému poškození v době, kdy neprobíhá měření tvrdosti.

45

Podle příkladu uskutečnění technického řešení, vyobrazeného na obr. 1, je optická soustava 3 tvořena objektivem 19, CCD kamerou 18 a LED světly.

50

Podle příkladu uskutečnění technického řešení, vyobrazeného na obr. 1, je pohyblivým upínacím zařízením vzorku 1 zpětnovazebně řízený aktuátor s kmitající cívkou 16. Aktuátor s kmitající cívkou 16 slouží pro přesné polohování vzorku 1 ve vertikální ose Z. Pro přesné polohování vzorku 1 v obou horizontálních osách X, Y je aktuátor s kmitající cívkou 16 osazený v polohovacím

zařízením 15 s pohonem pomocí dvojice lineárních motorů. Každý jeden lineární motor pro pohyb v jedné horizontální ose X nebo Y.

5 Podle příkladu uskutečnění technického řešení, vyobrazeného na obr. 2, je aktuátor s kmitající  
 cívkou 16 tvořen rámem 22, druhým siloměrem 23, permanentním magnetem 24, distančním  
 sloupkem 25, alespoň dvěma tlačnými pružinami 30, vymešovacím kroužkem 31, cívkou 26  
 a druhým lineárním enkodérem 29. Rám 22 aktuátoru s kmitající cívkou 16 je v tomto příkladu  
 uskutečnění technického řešení pevně kotven k polohovacímu zařízení 15. Druhý siloměr 23 je  
 upevněn k rámu 22 a jeho úkolem je měření přítláčné síly působící na vzorek 1 při broušení.  
 10 V tomto příkladu uskutečnění technického řešení je na distančním sloupku 25 upevněn vzorek 1  
 a umístěn odměřovací pásek 27 druhého lineárního enkodéru 29. Na rámu 22 aktuátoru s kmitající  
 cívkou 16 v blízkosti distančního sloupku 25 s odměřovacím páskem 27 je umístěna vyčítací hlava  
28 druhého lineárního enkodéru 29. Tlačné pružiny 30 jsou umístěny mezi rámem 22  
 a vymešovacím kroužkem 31, který odděluje distanční sloupek 25 od cívky 26. Hlavním úkolem  
 15 tlačných pružin 30 je jištění distančního sloupku 25 proti vypadnutí z aktuátoru s kmitající cívkou  
16 při přerušení dodávky elektrického proudu.

Při snímání úrovně hladiny měřené vrstvy vzorku 1 je vzorek 1 tlačěn proti měřící jednotce. Na  
 úplný začátek celého měření najede vzorek 1 nad měřící jednotku a je k ní pomalu posouván.  
 20 Při vzájemném kontaktu je z druhého lineárního enkodéru 29 vyčtená hodnota posunutí, která je  
 brána jako referenční. Po každém následujícím odbroušení je vzorek 1 přesunut do kontaktu  
 s měřící jednotkou a hodnota posunutí je porovnána s původní hodnotou, ze které je dopočítána  
 skutečná tloušťka odbroušené vrstvy.

25 Podle příkladu uskutečnění technického řešení, vyobrazeného na obr. 1, je měřící jednotka tvořena  
 referenčním sloupkem 2.

### Průmyslová využitelnost

30 Zařízení pro měření tvrdosti najde uplatnění v materiálovém inženýrství, při kontrole kvality  
 zpracování materiálů, u nichž se vyžadují přesné parametry tvrdosti s důrazem na dosahování  
 předepsaných parametrů v hlubších vrstvách, a nejen v povrchové struktuře.

## NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení pro měření tvrdosti vzorku (1) materiálu, zejména při prostorovém mapování tvrdosti celulárních a kompozitních materiálů se složitou vnitřní strukturou, zahrnující upínací zařízení pro upnutí vzorku (1), optickou soustavu (3) pro kontrolu a vyhodnocování měření, tvrdoměr (6) pro provedení indentace vzorku (1) v měřících bodech, zařízení pro zpřístupnění vrstev vnitřní struktury měřeného vzorku (1) materiálu a měřící jednotku, **vyznačující se tím**, že zařízením pro zpřístupnění vrstev vnitřní struktury měřeného vzorku materiálu je brusná jednotka (8).
2. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje vysoušecí jednotku (5).
3. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že jeho jednotlivé části spolu tvoří jeden integrální celek tvořený stacionárním ložem (9) a pohyblivým upínacím zařízením vzorku (1), kdy na stacionárním loži (9) jsou za sebou ustaveny brusná jednotka (8), vysoušecí jednotka (5), tvrdoměr (6) a optická soustava (3).
4. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že stacionární lože (9) je tvořeno dvojicí velkoplošných horizontálně uložených desek spojených redukčními deskami s antivibračním stolem s voštinovým jádrem pro tlumení vnějších vibračních vlivů.
5. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároků 1 a 3, **vyznačující se tím**, že brusná jednotka (8) je tvořena brusným kotoučem (11) s vyměnitelným brusným povrchem, modulem brusných substancí a pohonnou jednotkou (12) s převodovou jednotkou (13), kdy brusný kotouč (11) je vyjímatelně uložen v unašeči (4) ustaveném v křížovém ložisku, které je zapouzdřeno na stacionárním loži (9), přičemž přenos točivého momentu od pohonné jednotky (12) na brusný kotouč (11) zabezpečuje klínový řemen (14), přičemž pohonná jednotka (12) je ke stacionárnímu loži (9) upevněna silent-bloky, pro tlumení vibrací motoru.
6. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že pohonná jednotka (12) je bezkartáčový elektromotor.
7. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že modul brusných substancí je tvořen alespoň jedním zásobníkem brusné substance, upevněným na otočné plošině a převodovým prvkem propojeným s krokovým motorem, přičemž modul brusných substancí je dále tvořen soustavou čerpadel a přívodním potrubím (17) pro transport brusné substance na brusný kotouč (11) a zařízením pro smáčení, tvořeným alespoň jedním zásobníkem vody pro smáčení, alespoň jedním zásobníkem odpadní vody s hladinovým senzorem, smáčecím potrubím (20) pro přívod vody od zásobníku vody na brusný kotouč (11) a odvodním potrubím pro odvod odpadní vody z brusného kotouče (11) do zásobníku odpadní vody.
8. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároků 2 a 3, **vyznačující se tím**, že vysoušecí jednotka (5) je tvořena topnou spirálou s ventilátorem.
9. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároků 1 a 3, **vyznačující se tím**, že tvrdoměr (6) je tvořen indentačním hrotem (10) umístěným na prvním siloměru (7), který je přírubou upevněný ke stacionárnímu loži (9), přičemž v místě indentačního hrotu (10) je umístěn první lineární enkodér a indentační hrot (10) je kryt posuvným krytem (21).
10. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároků 1 a 3, **vyznačující se tím**, že optická soustava (3) je tvořena objektivem (19), CCD kamerou (18) a LED světly.
11. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároků 1 a 3, **vyznačující se tím**, že pohyblivé upínací zařízení měřeného vzorku (1) je zpětnovazebně řízený aktuátor s kmitající cívkou (16), pro přesné



polohování vzorku (1) ve vertikální ose (Z), osazený v polohovacím zařízení (15) s dvojicí lineárních motorů pro přesné polohování vzorku (1) v obou horizontálních osách (X, Y).

5 12. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že aktuátor s kmitající cívkou (16) je tvořen rámem (22) upevněným k polohovacímu zařízení (15), druhým siloměrem (23) upevněným k rámu (22) pro měření přítláčné síly, permanentním magnetem (24), distančním sloupkem (25), alespoň dvěma tlačnými pružinami (30), vymešovacím kroužkem (31), cívkou (26) a druhým lineárním enkodérem (29), přičemž na distančním sloupku (25) je upevněn vzorek (1) a umístěn odměřovací pásek (27) druhého lineárního enkodéru (29), na rámu (22) je umístěna  
10 vyčítací hlava (28) druhého lineárního enkodéru (29) a tlačné pružiny (30) jsou umístěny mezi rámem (22) a vymešovacím kroužkem (31), který odděluje distanční sloupek (25) od cívky (26).

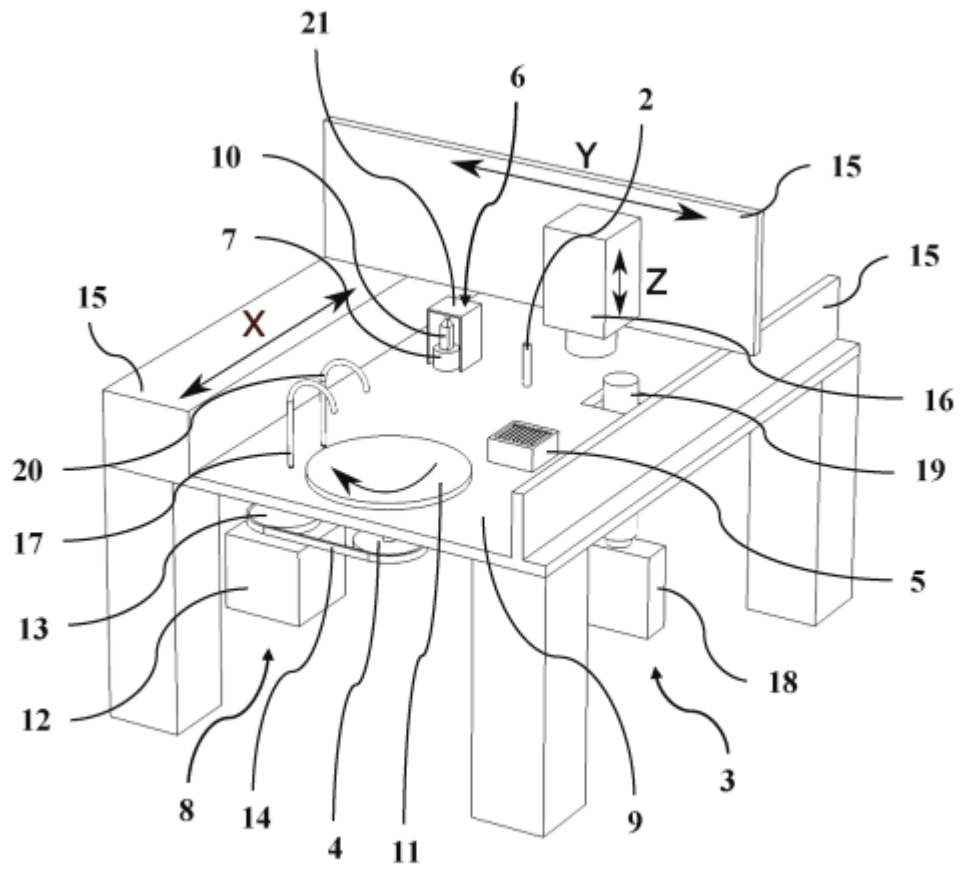
13. Zařízení pro měření tvrdosti podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že měřicí jednotka je tvořena referenčním sloupkem (2) pro snímání úrovně hladiny měřené vrstvy vzorku (1).

15

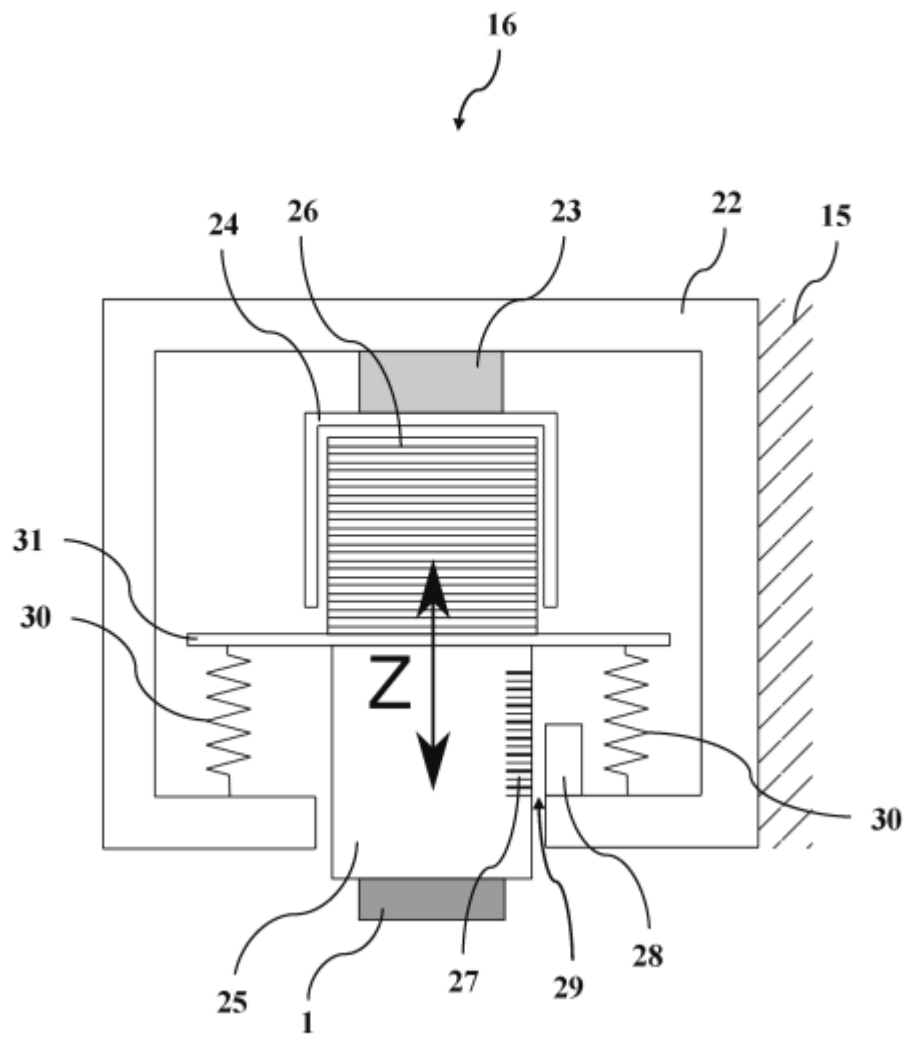
## 2 výkresy

Seznam vztahových značek:

1	vzorek
2	referenční sloupek
3	optická soustava
4	unašeč
5	vysoušecí jednotka
6	tvrdoměr
7	první siloměr
8	brusná jednotka
9	stacionární lože
10	indentační hrot
11	brusný kotouč
12	pohonná jednotka
13	převodová jednotka
14	klínový řemen
15	polohovací zařízení
16	aktuátor s kmitající cívkou
17	přívodní potrubí
18	kamera
19	objektiv
20	smáčecí potrubí
21	posuvný kryt
22	rám aktuátoru
23	druhý siloměr
24	permanentní magnet
25	distanční sloupek
26	cívka
27	odměřovací pásek
28	vyčítací hlava
29	druhý lineární enkodér
30	tlačná pružina
31	vymešovací kroužek
X	první horizontální osa
Y	druhá horizontální osa
Z	vertikální osa.



Obr. 1



Obr. 2