

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

35 200

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01B 5/02

(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2021-38492**
(22) Přihlášeno: **26.01.2021**
(47) Zapsáno: **29.06.2021**

- (73) Majitel:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-
Staré Město, CZ
- (72) Původce:
doc. Ing. Dora Kroisová, Ph.D., Liberec, Liberec II-
Nové Město, CZ
doc. Ing. Štěpánka Dvořáčková, Ph.D., Liberec,
Liberec XIII-Nové Pavlovice, CZ
Ing. Miroslav Ledvina, Ph.D., Šluknov, CZ
- (74) Zástupce:
STRNAD Patentová a známková kancelář, Ing.
Václav Strnad, Rychtářská 375/31, 460 14 Liberec
14, Ruprechtice

- (54) Název užitého vzoru:
**Kalibrované koncové měrky jako etalon pro
měření délky zejména v technické praxi**

Kalibrované koncové měrky jako etalon pro měření délky zejména v technické praxi

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká materiálového složení a struktury kalibrovaných koncových měrek, také způsobu jejich přípravy a postupu úpravy pro dosažení standardizovaných rozměrů a získání povrchu požadované kvality.

10

Dosavadní stav techniky

Koncové měrky jsou nejpřesnějším hmotným etalonem pro měření délky v technické praxi. Standardní metody kalibrací koncových měrek se soustředí na přesné určení délky při laboratorní teplotě $20 \pm 2^\circ \text{C}$. Na přesnost měření má zásadní vliv velikost délkové teplotní roztažnosti materiálu, ze kterého je koncová měrka vyrobena, a která je podle normy EN ISO 3650 uváděna s nejistotou ± 1 mikrometr na metr při změně teploty o 1°C .

Strojírenské podniky, které využívají koncové měrky během výroby, jsou často limitovány jejich standardním složením. Většina běžně používaných měrek je vyrobena z oceli a tím pádem se nehodí pro použití v korozivních prostředích. Další alternativou k ocelovým měrkám jsou měrky keramické, které jsou v agresivních prostředích použitelné, a navíc nevykazují nežádoucí elektrickou vodivost. Koncové měrky vyráběné z tvrdokovu nejsou tak běžné a prodávají se jenom jednotlivě.

25

Hodnoty délkové teplotní roztažnosti standardně používaných koncových měrek pro sadu KM pro mikrometrová měřidla v rozsahu 2,5 až 25 mm ve třídách přesnosti 0 a K jsou následující: ocel $11,5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$, keramika $9,5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ a tvrdokov $4,5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

Hlavními výrobci koncových měrek v dnešní době jsou Mitutoyo, Mahr, Koba a Insize. Cena ocelové sady Insize se pohybuje okolo 7 tis. Kč, keramické sady Insize je 13 tis. Kč. Cena ocelové sady Mitutoyo se pohybuje okolo 16 tis. Kč, keramické sady Mitutoyo je 29 tis. Kč. Cena ocelové sady Mahr se pohybuje okolo 36 tis. Kč, keramické sady Mahr je 43 tis. Kč. Cena ocelové sady Koba se pohybuje okolo 50 tis. Kč, keramické sady Koba je 56 tis. Kč.

35

Koncové měrky z polymerů se běžně nevyužívají vzhledem k vysoké teplotní roztažnosti veškerých polymerních materiálů, která je oproti ocelím výrazně vyšší. Například neplněné epoxidové pryskyřice vykazují délkovou teplotní roztažnost na úrovni 55 až $65 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$, termoplasty vykazují hodnoty více než dvojnásobné. Podle současného průzkumu není problematika využití kompozitních materiálů jako materiálů pro koncové měrky řešena ani na národní ani na mezinárodní úrovni. Důvodem je mimo jiné také omezená kalibrovatelnost těchto měřidel.

Kompozitní koncové měrky mohou být výhodně využity v průmyslových podnicích pro běžné dílenské použití, např. pro kalibrace pracovních měřidel, dále v provozech, kde se pracuje s agresivními chemikáliemi jako jsou galvanizovny, lakovny, obrobny apod. Kompozitní koncové měrky vykazují nižší tvrdost v porovnání s měrkami ocelovými. Výhodou kompozitních koncových měrek je potenciální možnost jejich recyklace, spočívající v odstranění polymeru jeho pyrolýzou.

50

Podstata technického řešení

Kalibrované koncové měrky jako etalon pro měření délky jsou vyrobeny z uhlíkových podélných útvarů ve formě vláken, pásků, pramenů vláken a nemodifikované epoxidové pryskyřice s nízkou molekulovou hmotností na bázi bisfenolu smíchanou s tvrdidlem v hmotnostním poměru 26 dílů tvrdidla na bázi roztoku aminu v benzylalkoholu a 100 dílů epoxidové pryskyřice, přičemž podélné vláknenné struktury jsou ve výrobku paralelně uloženy vedle sebe a nad sebou v pracovním tedy funkčním směru koncové měrky a hmotnostní poměr uhlíkových podélných útvarů k množství epoxidové pryskyřice je 1 : 1 až 1 : 1,2. Vytzužujícími elementy kompozitních koncových měrek jsou rovnoběžně kladené uhlíkové útvary, které jsou zalaty ve vytvrzené epoxidové pryskyřici tak, aby uhlíkové útvary byly rovnoběžně uloženy v tom směru, ve kterém je koncová měrka pracově tedy funkčně využívána.

Přítomnost usměrněných uhlíkových struktur s nízkým koeficientem délkové teplotní roztažnosti na úrovni -1 až $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ vložených do epoxidové pryskyřice s koeficientem délkové teplotní roztažnosti $47 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ při teplotě $5 \text{ }^\circ\text{C}$ a $66 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ při teplotě $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ovlivní zásadní měrou výsledné délkové teplotní roztažnosti kompozitních koncových měrek v daném směru, které jak bylo naměřeno se pohybují od $3,4$ do $4,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ při teplotě $5 \text{ }^\circ\text{C}$ a od $2,0$ do $2,7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ při teplotě $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Poměr vložených uhlíkových struktur k množství epoxidové pryskyřice je 1 : 1,0 až 1 : 1,2 z hlediska hmotnostního poměru, tedy na 1 g použitých uhlíkových vláknenných struktur připadá 1,0 až 1,2 g epoxidové pryskyřice. Při tomto poměru dojde k požadovanému prosycení uhlíkových vláknenných struktur, respektive obalení uhlíkových vláken polymerem a zajištění požadovaného mezifázového rozhraní. Při tomto poměru dochází k uplatnění uhlíkových vláken z hlediska snížení délkové teplotní roztažnosti celého kompozitního systému, epoxidová pryskyřice slouží jako pojivo vláken a zajišťuje tvar výrobku.

Rovnoběžně kladené uhlíkové útvary jsou prosyceny uvedenou epoxidovou pryskyřicí smíchanou s příslušným tvrdidlem v množství daném výrobcem. Nadbytečná pryskyřice je z vláknenných uhlíkových struktur mírným tlakem odstraněna. Takto impregnované uhlíkové struktury jsou paralelně vrstveny do silikonové formy až do jejího vyplnění. Nadbytečná pryskyřice je z formy taktéž mírným tlakem odstraněna.

Naplněná forma je vložena do přetlakové nádoby, ve které dojde k vytvrzení připraveného kompozitního systému. Použití přetlakové nádoby je voleno z důvodu homogenizace kompozitního systému, respektive minimalizace množství vad – dutin a bublin, které byly do systému zaneseny v průběhu jeho přípravy a zejména zlepšení kvality mezifázového rozhraní mezi uhlíkovými podélnými útvary a epoxidovou maticí. Vytvrzování probíhá při teplotě $22 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, při přetlaku $0,7 \pm 0,1 \text{ MPa}$ po dobu 24 ± 1 hodina. Po vytvrzení je vytvořený kompozitní blok z formy vyjmut a dotvrzen při teplotě $50 \text{ }^\circ\text{C}$ až $60 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 10 ± 1 hodina. Dotvrzením dochází k vyššímu stupni zesílení makromolekulární sítě epoxidové pryskyřice, a tedy ke zvýšení požadovaných fyzikálních a mechanických parametrů celého kompozitního systému.

Vzhledem k několikaprocentnímu smrštění epoxidové pryskyřice v průběhu vytvrzovacího procesu je nutné, aby byla forma na výrobu kompozitní koncové měrky větší, než je požadovaný standardní rozměr měrky. Měrka je dále povrchově opracovávána frézováním a broušením. Další variantou je vytvoření bloku materiálu, ze kterého jsou měrky vyřezávány podle jejich plánovaného pracovního, resp. funkčního využití respektující podélné uspořádání uhlíkových vláknenných struktur či uhlíkových vláken.

Při výrobě kompozitních koncových měrek je nutné zajistit jejich standardizovaný rozměr a požadovanou drsnost povrchu. Z kompaktního bloku kompozitního materiálu jsou menší bloky pro výrobu měrek požadovaných rozměrů vyříznuty pásovou pilou AGR 300 H, popřípadě ruční pilkou s jemnými zuby. Pro dosažení požadovaného rozměru a kvality povrchu je nutné čela měrek ofrézovat a obrousit. Frézování čel kompozitních bloků se provádí na univerzální frézce

FNG 32 s čelní frézou 80B07R-S90AP15D-KT711 – \varnothing 80 mm s 7x VBD, při otáčkách nástroje 2000 otáček/min, rychlosti posuvu stolu 30 až 60 mm/min, hloubkou záběru 0,1 až 1,0 mm a bez použití procesního média.

- 5 Po frézování jsou čela výrobku broušena na rovinné brusce BPH 320 A s použitím broušicího kotouče s umělým korundem 98A46K9V30 40 při otáčkách nástroje 2 650 otáček/min, rychlosti posuvu stolu 15,5 mm/min, hloubkou záběru 0,005 až 0,05 mm a bez použití procesního média.

Vzhledem k prováděným operacím frézování a broušení je nutné zajistit přídavek na čelech bloků v pracovním tedy funkčním směru měřky minimálně 2,0 mm pro frézování a minimálně 0,6 mm pro broušení. Kontrola rozměrů kompozitních koncových měrek je prováděna digitálním posuvným měřidlem MITUTOYO 0 až 150 mm s dílkem 0,01 mm a digitálním třmenovým mikrometrem MITUTOYO 0 až 25 mm s dílkem 0,001 mm. Pro kontrolu rovnoběžnosti a kolmosti se používá příložného úhelníku, pro přesnou kontrolu digitálního úchylkoměre MITUTOYO s dílkem 0,01 mm. Kontrola drsnosti povrchu se provádí profilometrem MITUTOYO SV-2000N2, který stanovuje drsnost výrobku dotykovou metodou.

Uvedenými operacemi lze po frézování získat koncovou měrku požadovaného rozměru s drsností povrchu o střední aritmetické odchylce profilu v rozmezí $0,874 \pm 0,184$ až $1,139 \pm 0,196$ v závislosti na médiu použitým při frézování (za sucha, voda, procesní kapalina).

Délková teplotní roztažnost kompozitní koncové měřky se v pracovním tedy funkčním směru pohybuje v rozmezí od $3,1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ do $3,4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ s nejistotou měření $2,1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ v obou případech, a to v teplotním intervalu 20 až 30 °C, který je považován za standardní dílenské prostředí z hlediska teploty. Tvrdost výrobku je v rozmezí 55 až 60 HV1.

Vzhledem k tomu, že matricí použitého kompozitního systému je reaktoplastový polymer – epoxidová pryskyřice, je nutné zohlednit vliv standardního pracovního prostředí na chování kompozitní měřky. Za standardní prostředí, která se mohou v technických provozech vyskytnout, byla zvolena voda, nejběžněji používaná procesní kapalina a vodná prostředí kyselého a zásaditého charakteru. Pro posouzení chování kompozitních měrek ve výše zmíněných prostředích bylo zvoleno hodnocení nasákavosti, respektive přírůstku hmotnosti kompozitní koncové měřky v procentech v prostředích analogických průmyslovým provozům.

Výhodou kompozitních koncových měrek je také potenciální možnost jejich recyklace, spočívající v odstranění polymeru jeho pyrolýzou a znovuvyužití vyztužujících uhlíkových struktur pro jiné účely.

40 Objasnění výkresů

Technické řešení je v příkladném provedení a schematicky znázorněno na výkrese, na němž značí obr. 1 modelové uložení uhlíkových vláken v kompozitní koncové měrce a obr. 2 fotografie vzorové sady kompozitních koncových měrek v počtu osmi kusů pro kalibraci úchylkoměrů se jmenovitými hodnotami 2,5 mm, 5,1 mm, 7,7 mm, 10,3 mm, 12,9 mm, 15,0 mm, 17,6 mm a 20,2 mm.

50 Příklady uskutečnění technického řešení

Na obr. 1 je příkladné provedení kompozitní koncové měřky v jejímž podélném směru jsou paralelně vedle sebe a také nad sebou uložena uhlíková vlákna 1 prosycená vytvrzenou epoxidovou pryskyřicí. Protilehlé pracovní funkční plochy 2 koncové měřky jsou ofrézovány, broušeny a kalibrovány na požadovaný rozměr. Koeficient podélné teplotní roztažnosti kompozitní koncové měřky se v teplotním intervalu 20 až 30 °C pohybuje od 3,1 do $3,4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Koeficient

příčné teplotní roztažnosti kompozitní koncové měrky v teplotním intervalu 20 až 30 °C je 40 až 45 x 10⁻⁶ K⁻¹. Podélná teplotní roztažnost značí pracovní, resp. funkční směr kompozitní koncové měrky. Příčná teplotní roztažnost kompozitní koncové měrky znamená nepracovní tedy nefunkční směr výrobku, který je kolmý na funkční tedy pracovní směr koncové měrky. Uhlíková vlákna 1 jsou ve výrobku paralelně uložena tak, aby korespondovala s pracovním tedy funkčním směrem kompozitní koncové měrky.

Na obr. 2 je ukázána sada koncových měrek. Pro kompozitní koncové měrky daného složení jsou vždy uvedeny hodnoty jejich podélné teplotní roztažnosti ve standardně používaném teplotním rozsahu a hodnoty procentuálního přírůstku hmotnosti, pokud by byly měrky vystaveny vodným a jiným prostředím.

Příklad 1

Vytvoření kompozitní koncové měrky spočívá v následných po sobě jdoucích krocích, kterými je zajištěna výroba koncové měrky charakteristických parametrů.

Uhlíková vlákna ve formě pramenů nařezaných na odpovídající délku jsou prosycena komerční epoxidovou pryskyřicí s nízkou molekulovou hmotností na bázi bisfenolu smíchanou s tvrdidlem na bázi roztoku aminu v benzylalkoholu v poměru doporučeným výrobcem, tedy 100 g epoxidové pryskyřice + 26 g tvrdidla. Nadbytečné množství pryskyřice je z pramenů vytlačeno mírným přitlakem válečku. Pryskyřicí prosycené prameny vláken jsou kladeny do předem připravené silikonové formy. Počet a délka pramenů vláken kladených do formy odpovídá požadovanému rozměru koncové měrky, respektive kompozitnímu bloku, ze kterého budou měrky dále vyřezávány. Počet pramenů ve formě musí odpovídat podmínce poměru vložených uhlíkových vláken ku množství epoxidové pryskyřice 1 : 1,0 až 1 : 1,2 hmotnostně. Naplněná forma je vložena do přetlakové nádoby, ve které dojde k vytvrzení připraveného kompozitního systému a současně minimalizaci množství vad. Vytvrzování probíhá při teplotě 22 ± 2 °C, při přetlaku 0,7 ± 0,1 MPa po dobu 24 ± 1 hodina. Po vytvrzení je vytvořený kompozitní blok z formy vyjmut a dotvrzen při teplotě 50 °C až 60 °C po dobu 10 ± 1 hodina.

Kompozitní blok je nařezán na požadované rozměry podle předpokládaných rozměrů koncových měrek pásovou pilou AGR 300 H, popřípadě ruční pilkou s jemnými zuby. Pro dosažení požadovaného rozměru a kvality povrchu jsou čela měrek ofrézována a obroušena.

Frézování čel kompozitních bloků se provádí na univerzální frézce FNG 32 s čelní frézou 80B07R-S90AP15D-KT711 - ø 80 mm s 7x VBD, při otáčkách nástroje 2000 otáček/min, rychlosti posuvu stolu 30 až 60 mm/min, hloubkou záběru 0,1 až 1,0 mm a bez použití procesního média.

Broušení čel po frézování se provádí na rovinné brusce BPH 320 A s použitím brousícího kotouče s umělým korundem 98A46K9V30 40, při otáčkách nástroje 2 650 otáček/min, rychlosti posuvu stolu 15,5 mm/min, hloubkou záběru 0,005 až 0,05 mm a bez použití procesního média.

Přídavek na čelech bloků v pracovním tedy funkčním směru měrky je minimálně 2,0 mm pro frézování a minimálně 0,6 mm pro broušení. Kontrola rozměrů kompozitních měrek se provádí digitálním posuvným měřidlem MITUTOYO 0 až 150 mm s dílkem 0,01 mm a digitálním třmenovým mikrometrem MITUTOYO 0 až 25 mm s dílkem 0,001 mm. Pro kontrolu rovnoběžnosti a kolmosti se používá příložného úhelníku a pro přesnou kontrolu digitální úchylnost MITUTOYO s dílkem 0,01 mm. Kontrola drsnosti povrchu se provádí profilometrem MITUTOYO SV-2000N2, který stanovuje drsnost dotykovou metodou.

Podmínkou funkčnosti kompozitní koncové měrky je podélné uložení uhlíkových vláken ve směru využívané délkové teplotní roztažnosti měrky, ve které se uplatní minimální délková teplotní roztažnost uhlíkových vláken.

Příklad 2

Podélně uspořádaná uhlíková vlákna jsou nařezána na odpovídající délku a prosycena komerční epoxidovou pryskyřicí s nízkou molekulovou hmotností na bázi bisfenolu smíchanou s tvrdidlem na bázi roztoku aminu v benzylalkoholu v poměru doporučeným výrobcem (100 g epoxidové pryskyřice + 26 g tvrdidla). Nadbytečné množství pryskyřice je z uhlíkových vláken vytlačeno mírným přitlakem válečku. Pryskyřicí prosycená uhlíková vlákna jsou kladena do předem připravené silikonové formy. Počet a délka uhlíkových vláken kladených do formy odpovídá požadovanému rozměru koncové měrky, respektive kompozitnímu bloku, ze kterého budou měrky dále vyřezávány. Počet uhlíkových vláken ve formě musí odpovídat podmínce poměru vložených uhlíkových vláken ku množství epoxidové pryskyřice 1 : 1,0 až 1 : 1,2 hmotnostně. Naplněná forma je vložena do přetlakové nádoby, ve které dojde k vytvrzení připraveného kompozitního systému a současně minimalizaci množství vad. Vytvrzování probíhá při teplotě 22 ± 2 °C, při přetlaku $0,7 \pm 0,1$ MPa po dobu 24 ± 1 hodina. Po vytvrzení je vytvořený kompozitní blok z formy vyjmut a dotvrzen při teplotě 50 °C až 60 °C po dobu 10 ± 1 hodina.

Kompozitní blok je nařezán na požadované rozměry podle předpokládaných rozměrů koncových měrek pásovou pilou AGR 300 H, popřípadě ruční pilkou s jemnými zuby. Pro dosažení požadovaného rozměru a kvality povrchu jsou čela měrek ofrézována a obroušena. Frézování čel kompozitních bloků se provádí na univerzální frézce FNG 32 s čelní frézou 80B07R-S90AP15D-KT711 – ø 80 mm s 7x VBD, při otáčkách nástroje 2000 otáček/min, rychlosti posuvu stolu 30 až 60 mm/min, hloubkou záběru 0,1 až 1,0 mm a bez použití procesního média.

Broušení čel po frézování se provádí na rovinné brusce BPH 320 A, s použitím brousícího kotouče s umělým korundem 98A46K9V30 40, při otáčkách nástroje 2 650 otáček/min, rychlosti posuvu stolu 15,5 mm/min, hloubkou záběru 0,005 až 0,05 mm a bez použití procesního média.

Přídavek na čelech bloků v pracovním tedy funkčním směru měrky je minimálně 2,0 mm pro frézování a minimálně 0,6 mm pro broušení. Kontrola rozměrů kompozitních měrek se provádí digitálním posuvným měřidlem MITUTOYO 0 až 150 mm s dílkem 0,01 mm a digitálním třmenovým mikrometrem MITUTOYO 0 až 25 mm s dílkem 0,001 mm. Pro kontrolu rovnoběžnosti a kolmosti se používá příložného úhelníku a pro přesnou kontrolu digitální úchylkoměr MITUTOYO s dílkem 0,01 mm. Kontrola drsnosti povrchu se provádí profilometrem MITUTOYO SV-2000N2, který stanovuje drsnost dotykovou metodou.

Podmínkou funkčnosti kompozitní koncové měrky je podélné uložení uhlíkových vláken ve směru využívané délkové teplotní roztažnosti měrky, ve které se uplatní minimální délková teplotní roztažnost uhlíkových vláken.

Z forem vyjmuté kompozitní bloky, které byly upravovány řezáním, frézováním a broušením do dosažení požadovaných rozměrů vykazují drsnost povrchu v rozmezí $0,874 \pm 0,184$ až $1,139 \pm 0,196$ v závislosti na médiu použitém při frézování (za sucha, voda, procesní kapalina).

Kompozitní koncové měrky vykazují v pracovním tedy funkčním směru v teplotním intervalu 20 °C až 30 °C délkovou teplotní roztažnost v rozmezí od $3,1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ do $3,4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ s nejistotou měření $2,1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Maximální přírůstek hmotnosti kompozitní koncové měrky o rozměrech 25,0 x 35,0 x 9,0 mm je po 10ti denní expozici ve vybraném prostředí, teplotě 22 ± 2 °C a standardním atmosférickém tlaku následující: po expozici na vzduchu při relativní vlhkosti 60 % je nárůst hmotnosti měrky na úrovni 0 %, po expozici ve vodě s pH 4 je nárůst hmotnosti měrky na úrovni 0,65 %, po expozici ve vodě s pH 7 je nárůst hmotnosti měrky na úrovni 0,44 %, po expozici ve vodě s pH 10 je nárůst hmotnosti měrky na úrovni 0,11 %, po expozici v procesních kapalinách je nárůst hmotnosti měrky na úrovni 0,33 %.

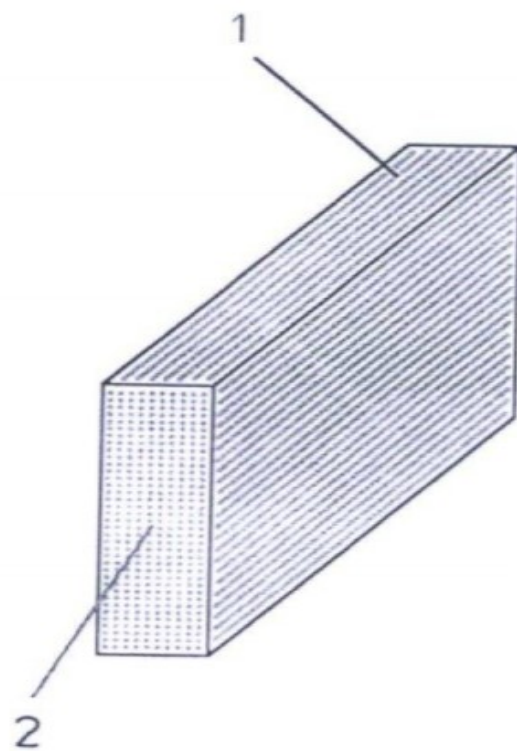
55

NÁROKY NA OCHRANU

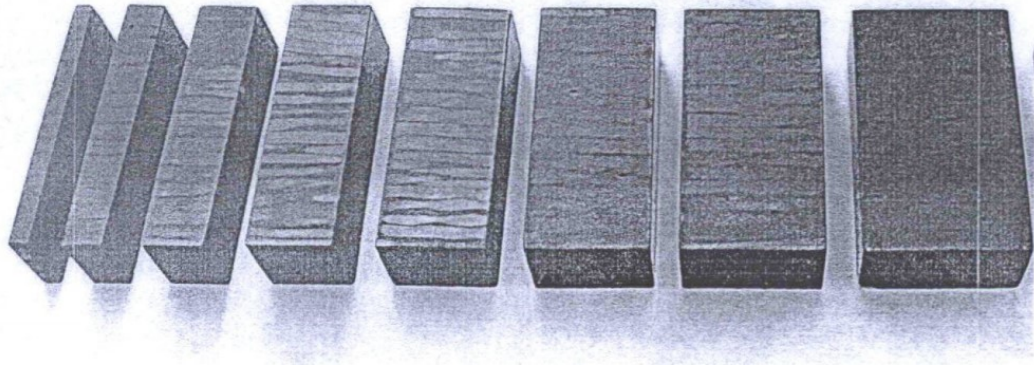
- 5 1. Kalibrovaná koncová měrka jako etalon pro měření délky zejména v technické praxi, **vyznačující se tím**, že je tvořena uhlíkovými podélnými útvary ve formě vláken, pásků, pramenů vláken a epoxidovou pryskyřicí smíchanou s tvrdidlem v hmotnostním poměru 26 dílů tvrdidla na bázi roztoku aminu v benzylalkoholu a 100 dílů nemodifikované epoxidové pryskyřice s nízkou molekulovou hmotností na bázi bisfenolu, přičemž uhlíkové podélné útvary jsou ve výrobku paralelně uloženy vedle sebe a nad sebou v pracovním tedy funkčním směru koncové měrky;
- 10 hmotnostní poměr uhlíkových podélných útvarů k množství epoxidové pryskyřice je 1 : 1 až 1 : 1,2; uhlíkové podélné útvary vykazují koeficient délkové teplotní roztažnosti na úrovni -1 až $2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ při teplotě $5 \text{ }^\circ\text{C}$; a epoxidová pryskyřice má koeficient délkové teplotní roztažnosti $47 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ při teplotě $5 \text{ }^\circ\text{C}$.
- 15 2. Kalibrovaná koncová měrka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že tvrdost výrobku je v rozmezí 55 až 60 HV1; a délková teplotní roztažnost v pracovním tedy funkčním směru koncové měrky je v rozmezí od $3,1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ do $3,4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ v teplotním intervalu $20 \text{ }^\circ\text{C}$ až $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

2 výkresy

20



Obr. 1



Obr. 2