

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

27 565

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01K 11/02 (2006.01)
G01K 17/08 (2006.01)
G01N 25/20 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2013-28946**
(22) Přihlášeno: **16.12.2013**
(47) Zapsáno: **08.12.2014**

(73) Majitel:
Technická univerzita v Liberci, Liberec 1, CZ

(72) Původce:
Ing. Martin Seidl, Hradec Králové, CZ
Ing. Iva Nováková, Ph.D, Liberec, CZ
Ing. Pavel Brdlík, Kněžmost, CZ

(74) Zástupce:
RETROPATENT s.r.o., Mgr. Kamil Kolátor, Dolní
nám. 679/5, 466 01 Jablonec nad Nisou

(54) Název užitného vzoru:
**Měřicí zařízení k hodnocení účinnosti
chlazení zkapalněnými plyny**

CZ 27565 U1

Měřicí zařízení k hodnocení účinnosti chlazení zkapalněnými plyny

Oblast techniky

Technické řešení se týká měřicího zařízení osazeného alespoň jedním teplotním snímačem, které umožňuje sledování intenzity odvodu tepla a rozvoje teplotních polí v kovových materiálech při působení zkapalněného technického plynu.

Dosavadní stav techniky

V současné době je již velkého chladicího potenciálu kapalných plynů, zejména oxidu uhličitého, využíváno v řadě kryogenních aplikací a to jak ve zdravotnictví, tak v potravinářském či chemickém průmyslu. Mezi technická řešení využívající kapalně plyny, především oxid uhličitý, jako teponosné médium v uzavřeném systému patří například tepelné výměníky (tepelná trubice). Druhou kategorií jsou otevřené chladicí systémy, kdy je kapalně oxid uhličitý přiváděn do výrobního nástroje nebo na povrch obrobku, který ochlazuje, přičemž expanduje a odpařuje se do okolní atmosféry a to u technologií, jakými jsou například třískové obrábění, injekční vstřikování nebo tvarování skloviny. Rozsah a intenzitu chlazení výrobních nástrojů využívajícího zkapalněných technických plynů však doposud nebylo možné predikovat. Účinnost tohoto intenzivního odvodu tepla je dána nejen teplotou a fyzikálními vlastnostmi jak zkapalněného technického plynu, tak termofyzikální charakteristikou kovového materiálu nástroje, ale i geometrií expanzního prostoru, kam je zkapalněný plyn přiveden, pozicí kapiláry v expanzním prostoru a samozřejmě, množstvím přivedeného chladicího média. Separátní vliv těchto zásadních faktorů na komplexní účinnost chlazení výrobních nástrojů prostřednictvím zkapalněných technických plynů nebyl prozatím jednoznačně definován. Na odstranění této limitace, která omezuje aplikovatelnost chladicího systému, je cíleno níže popisované technické řešení, které zahrnuje jak konstrukční řešení měřicího zařízení, které umožňuje monitorizaci teplotních polí a/nebo teplotního gradientu pro účely predikce rozmístění a geometrie expanzních prostor pro maximální využití chladicího potenciálu zkapalněného technického plynu ve výrobních nástrojích a to v závislosti na výše uvedených faktorech, tak způsob měření účinnosti tohoto temperačního systému.

Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky jsou do značné míry odstraněny pomocí měřicího zařízení podle tohoto technického řešení, které obsahuje alespoň jeden teplotní snímač v účinné zóně měřicí části. Podstata měřicího zařízení spočívá ve výhodné dvoustupňové konstrukci, přičemž spodní kotevní část zajišťuje přesné vedení a centrování a tedy i polohování kapiláry přivádějící zkapalněný technický plyn do expanzního prostoru v měřicí části zařízení. Měřicí část je na kotevní části volně položená nebo obě části mohou být vzájemně spojené rozebíratelným způsobem. Dvoustupňové uspořádání zařízení umožňuje během přesunu mezi jednotlivými etapami měření manipulaci pouze s měřicí částí zařízení, což je výhodou především při monitorizaci teplotního gradientu a/nebo teplotních polí za zvýšených teplot.

Materiál kotevní části by měl mít malý koeficient tepelné vodivosti a zároveň dobrou tvarovou a rozměrovou stabilitu i za zvýšených teplot (až 500 °C). Případně může být měřicí a kotevní část zařízení oddělena tepelnou izolací. Pro tento účel se s výhodou používají slisovaná hlinítokřemičitá vlákna, která slouží i jako žáruvzdorné tepelné izolace a jsou dobře obrobitelná.

Měření pak spočívá v rozložení teplotních polí a/nebo teplotního gradientu v měřicím zařízení umístěném v prostředí tepelně izolovaném od okolí a to při současném působení zkapalněného technického plynu, který zajišťuje intenzivní odjímání tepelné energie.

Měření teplotního spádu a/nebo teplotních polí je tím přesnější, čím větší je hustota sítě měřicích bodů s teplotními čidly v účinné zóně na měřicí části zařízení.

Teploty zaznamenané na alespoň jednom teplotním čidle a teplota měřicí části zařízení zjištěná při kalorimetrické analýze zařízení nebo jeho měřicí části slouží jako výchozí hodnoty pro stanovení účinnosti chlazení kapalného technického plynu v závislosti na geometrii expanzního prostoru, pozici kapiláry a na velikosti dávky kapalného technického plynu uvolněné při chlazení kovového materiálu o známé termo-fyzikální charakteristice. Tyto hodnoty jsou zároveň zdrojem dat pro tvorbu simulačních a analytických modelů usnadňujících predikci rozmístění a tvaru expanzních prostor ve výrobních nástrojích.

Geometrie expanzního prostoru je limitována pouze možnostmi výrobní nebo obráběcí technologie, kterou je prostor vytvořen. Z hlediska proudění kapalného chladicího média a snadnosti tvorby jsou s výhodou využívány expanzní prostory ohraničené válcovými plochami, které vznikly vrtáním nebo frézováním. Při využití technologie výroby prototypových dílů přímým sintrováním z kovového prášku potom může mít expanzní prostor v příčném řezu i obdélníkový obrys nebo obrys vycházející z kruhových výsečí (čtvrtekruh, půlkruh, mezikruží).

Velikost a množství expanzních prostor vychází z požadavků jednotlivých aplikací. V závislosti na obrysu příčného průřezu expanzního prostoru může mít expanzní prostor v tomto průřezu plochu od 1 do 50 mm².

Výhodou celého řešení je zejména snadná a nenákladná modifikovatelnost expanzních prostor na měřicí části zařízení, pro testování různorodých geometrií a jejich vlivu na výsledný efekt chlazení s využitím zkapalněných technických plynů. Další výhodou dvoustupňového uspořádání zařízení je možnost přesného pozicování a centrování kapilár v kotevní části zařízení.

Chladicí efekt je sledován a hodnocen v účinné zóně, která je definovaná plochou ohraničující expanzní prostor z jedné strany a jejím soustředným zvětšením a rozšířením 30 mm do materiálu měřicí části zařízení, ve které je umístěn alespoň jeden teplotní snímač. Přesný gradient teploty je získán při aplikaci více teplotních snímačů, které umožňují podrobnější monitorizaci teplotního pole v účinné zóně v závislosti na čase.

Přehled obrázků na výkresech

Technické řešení bude blíže popsáno pomocí příkladů provedení na přiložených výkresech, kde je na obr. 1 znázorněno měřicí zařízení pro měření teplotního spádu a/nebo teplotních polí v řezu a to jak kotevní, tak měřicí část zařízení, přičemž expanzní prostor je ohraničen válcovou plochou. V řezu je rovněž znázorněna účinná zóna, do které zasahují teplotní čidla, dále kapilára ve vodícím žlábkem a její fixace ke kotevní části prostřednictvím přitlačného elementu. Obr. 2 znázorňuje další možné provedení zařízení vhodné pro provádění způsobu dle technického řešení, konkrétně varianta A s izolačním materiálem mezi částí měřicí a kotevní a varianta B, kde je zařízení tvořeno pouze měřicí částí.

Příklady provedení technického řešení

Jak vyplývá z obr. 1 zařízení pro stanovení a hodnocení efektivity přímého chlazení zkapalněnými technickými plyny umožňující následnou predikci optimální geometrie a rozmístění expanzních prostor a potřebné dávky zkapalněného plynu pro odvedení požadovaného množství tepla za nejkratší možnou dobu z výrobního nástroje se skládá ze dvou primárních částí a to z měřicí části 1 a kotevní částí 2. Geometrie částí 1 a 2 zajišťuje vzájemně přesné sesazení těchto částí s minimální vůlí, což umožňuje centrování a pozicování kapiláry 3 vůči expanznímu prostoru 4 v měřicí části 1. Mezi měřicí 1 a kotevní částí 2 může být i izolační materiál 5, který minimalizuje teplotní přestup mezi oběma částmi, viz obr. 2 (varianta A). Pohyb kapiláry 3 je omezen vodícím žlábkem na kotevní části 2 zařízení, kterým je vedena a dále je fixována prostřednictvím přitlačného elementu 6. V měřicí části 1 je alespoň jeden teplotní snímač 7 a to v účinné zóně 8, jejíž vnitřní obrys je definován plochou ohraničující expanzní prostor a vnější obrys je definován ekvidistantním posunem této plochy až 200 mm směrem do materiálu měřicí části

v závislosti na fyzikálních vlastnostech materiálu měřicí části. Geometrie expanzního prostoru je zaměnitelná.

Další možná varianta provedení zařízení je zachycena na obr. 2 (varianta B), v níž je zařízení tvořeno pouze měřicí částí 1, ke které je jedna nebo více kapilár 3 přímo připevněna pomocí přitlačného elementu 6. Proveditelnost měření pomocí takto zjednodušeného zařízení je ztíženo o manipulaci s kapilárou během jednotlivých přesunů mezi jednotlivými kroky měřicího postupu.

Měřicí postup analýzy účinnosti odvodu tepla při využití chladicí kapacity zkvalněného technického plynu v závislosti na teplotě kovového materiálu, geometrii expanzního prostoru a dávce chladicího média případně pozici kapiláry v expanzním prostoru začíná ohřevem měřicího zařízení na pracovní teplotu a výdrží na dané teplotě po minimální dobu jedné hodiny, aby došlo k dostatečnému prohřátí zařízení nebo jeho měřicí části 1 v celém objemu a to v temperačním zařízení, které je schopné udržet teplotu pracovního prostoru po potřebnou dobu v rozsahu plus/mínus 1 °C. V dalším kroku je zařízení nebo jeho měřicí část 1 přesunuta a ustavena do měřicí polohy na kotevní část 2 zařízení, ke které je již připevněna a vůči které je do pracovní pozice polohována kapilára 3 pro injektáž zkvalněného technického plynu do expanzního prostoru 4 měřicí části zařízení 1. Kotevní část 2 měřicího zařízení je tepelně izolována od okolí a to nejlépe tak, že je umístěna v termoizolačním boxu bez vlastního zdroje tepelné energie osazený alespoň jedním teplotním čidlem. Stěny termoizolačního boxu jsou obloženy tepelně izolačním materiálem tvořeným z keramických nebo minerálních vláken či jejich kombinací a to ve formě vaty, desek, tvarovek či rohože. Po kompletaci měřicího zařízení tvořeného z částí 1 a 2 a na ně napojených prvků, jakými je kapilára 3 a alespoň jeden teplotní snímač 7 je dokončeno odizolování měřicího zařízení v termoizolačním boxu a to tak, aby jej tepelně izolační materiál zcela obklopil. Před samotnou injektáží zkvalněného technického plynu se teplota měřicího zařízení v termoizolačním boxu ustaluje a to po dobu minimálně 5 minut. V okamžiku, kdy se k sobě teploty zaznamenané na teplotních snímačích 7 a teplotním snímači monitorizujícím vnitřní prostor termoizolačního boxu vzájemně přiblíží a další pokles teploty zaznamenaný minimálně jedním teplotním čidlem 7 je tedy minimální, je do měřicí částí zařízení prostřednictvím kapiláry 3 injektována přesná dávka zkvalněného technického plynu. Chladicí efekt provází endotermický děj, při kterém dochází ke změně skupenství chladicího média, přičemž výsledná plynná fáze se uvolňuje do okolí. Po ukončení fáze chlazení a ustálení teplot na teplotních snímačích 7 a teplotním snímači monitorizujícím vnitřní prostor termoizolačního boxu je zařízení nebo jeho měřicí část 1 přesunuta do nádoby pro kalorimetrickou analýzu, kterou je stanoven přesný objem tepla, které bylo ze zařízení nebo jeho měřicí části 1 odebráno. Pro hodnocení účinností chlazení je směrodatná znalost teplotních změn, proto získané teploty jsou relativní a naměřené teplotní rozdíly jsou vztažené k teplotě měřicí části zařízení 1 po jejím ustálení v termoizolačním boxu před injektáží zkvalněného technického plynu.

Průmyslová využitelnost

Toto řešení je využitelné v nástrojárnách, vývojových dílnách nebo laboratořích, vybavených a zaměřených na návrh, konstrukci a úpravu výrobních nástrojů s důrazem na přesné řízení teplotních polí.

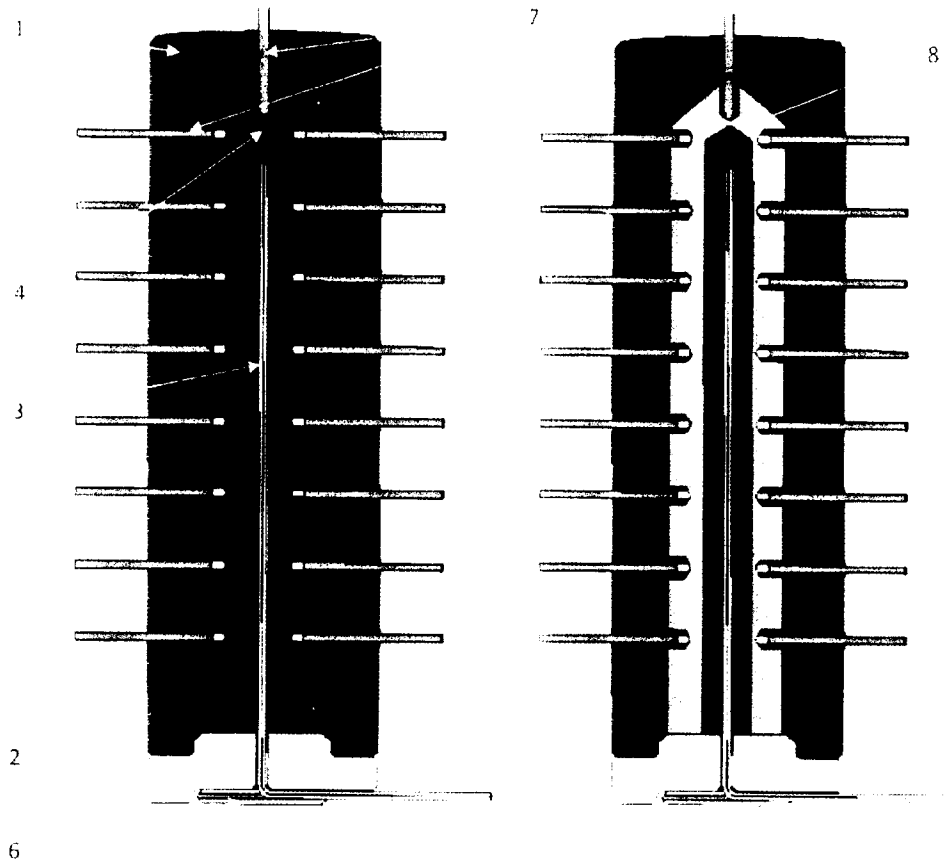
NÁROKY NA OCHRANU

1. Měřicí zařízení k hodnocení účinností chlazení zkvalněnými plyny, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že zařízení se skládá ze dvou primárních částí, měřicí částí (1) a kotevní částí (2), s geometrií zajišťující jejich vzájemné přesné sesazení s minimální vůlí, přičemž expanzním otvorem (4) měřicí části (1) a vodícím žlábkem kotvící části je vedena kapilára (3), která je fixována prostřednictvím přitlačného elementu (6), a přičemž měřicí část (1) je opatřena alespoň

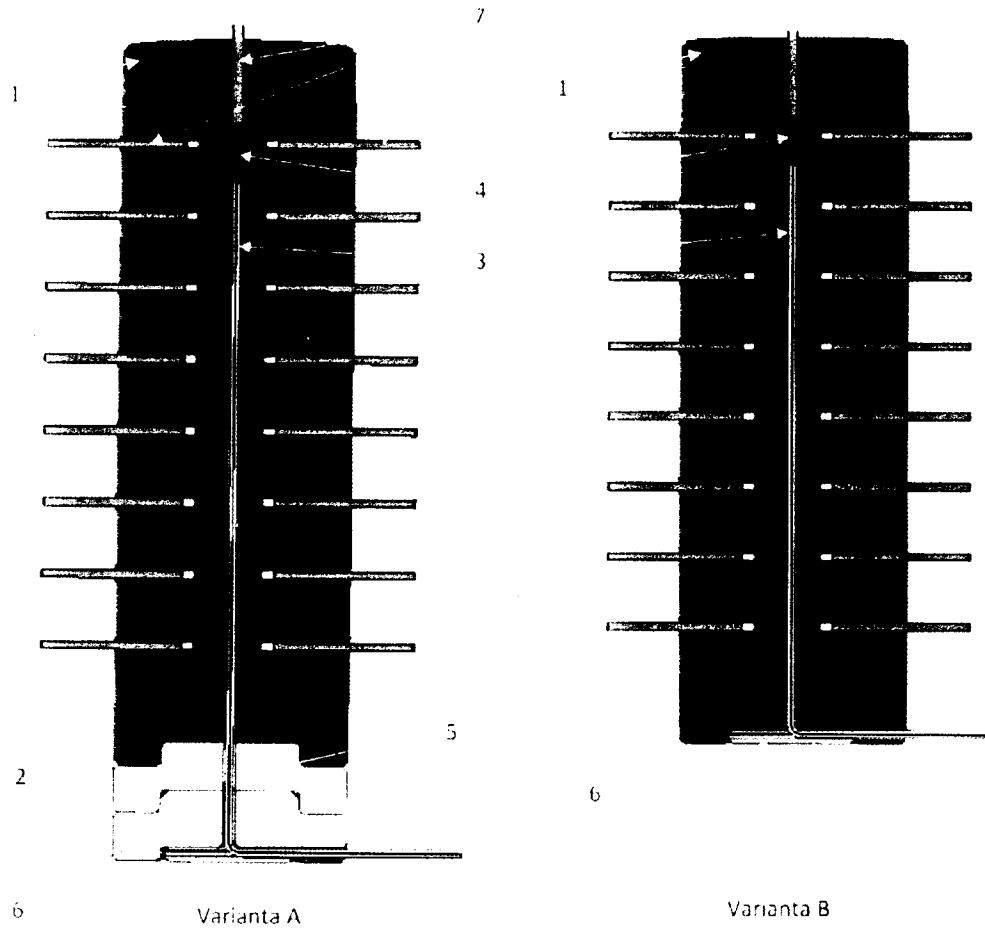
jedním teplotním snímačem (7), a to v účinné zóně (8), jejíž obrys je definován plochou ohraničující expanzní prostor (4) a vnější obrys je definován ekvidistantním posunem této plochy až 200 mm směrem k materiálu měřící části (1) v závislosti na fyzikálních vlastnostech materiálu měřící části (1).

- 5 **2.** Měřící zařízení podle nároku 1, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že mezi měřící částí (1) a kotevní částí (2) je umístěn izolační materiál (5) k minimalizaci teplotního přestupu mezi oběma částmi.

2 výkresy



Obr. 1



Obr.2

Konec dokumentu