



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

244 375

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 28 04 84
(21) PV 3220-84

(51) Int. Cl.³ 4
G 01 N 25/18

(40) Zveřejněno 15 02 84

(45) Vydáno 01 06 88

(75)

Autor vynálezu

LUBOVSKÝ JAROSLAV ing. CSc., PRAHA

(54)

Způsob měření koeficientu tepelné vodivosti
živých tkání a tekutin v klidu

Měření se provádí jediným teplotně závislým odporovým prvkem. Teplotně závislý odporový prvek je vyhříván pulzně a z jeho přechodové odezvy se určí ustálená hodnota jeho oteplení aniž prvek tohoto oteplení dosáhne. Oteplení prvku je veličinou závislou na měřeném koeficientu tepelné vodivosti.

Způsobu měření koeficientu tepelné vodivosti se může využít jak ve farmakologii a v medicíně pro měření změn lokálního prokrvení tkáně in vivo, tak i například ve farmaceutickém, potravinářském, chemickém a petrochemickém průmyslu pro měření koeficientu tepelné vodivosti kapalin.

Vynález se týká způsobu měření koeficientu tepelné vodivosti živých tkání a tekutin v klidu, a to jediným teplotně závislým odporovým prvkem, jehož přechodová odezva se vyhodnocuje.

Dosud užívané způsoby měření koeficientu tepelné vodivosti pomocí teplotně závislých prvků využívají dvou nebo více prvků v můstkovém zapojení, z nichž jeden, resp. jedna část, je vyhříván nad teplotu měřeného prostředí, druhý, resp. druhá část, provádí kompenzaci vlastní teploty měřeného prostředí. Pokud se k měření využívá jednoho prvku, musí být měření prováděno při známé teplotě měřeného prostředí a tato teplota musí být udržována konstantní. Použití prvků v můstkovém zapojení vyžaduje jejich výběr podle shodnosti statických i dynamických vlastností. Protože prvky pracují v ustáleném stavu, může být měření zkresleno jednak přestupem tepla konvekcí vlivem termocirkulace, vyvolané ohřevem prostředí v místě měření, při měření v tekutinách, jednak reakcí organismu na přivedené teplo při měření v tkáni. Laboratorní měřicí metody vyžadují navíc definované uspořádání geometrie měřicího prvku i měřeného prostředí a jsou časově náročné.

Výše uvedené nevýhody jsou odstraněny způsobem měření koeficientu tepelné vodivosti živých tkání a tekutin v klidu podle vynálezu. Podstata měření spočívá v tom, že se do měřeného prostředí umístí teplotně závislý odporový prvek, například termistor nebo tenkovrstvý kovový odpor, který se ohřívá impulzem přiváděné elektrické energie. Během trvání tohoto impulzu se měří průběh přechodové odezvy prvku, například jako průběh napětí v čase nebo odvozeně jako průběh teploty prvku v čase. Doba trvání impulzu přiváděné elektrické energie je $1 \cdot 10^{-4}$ s až $6 \cdot 10^2$ s a rozsah oteplení teplotně závislého odporového prvku je 0,01 K až 50 K. Impulz přiváděné elektrické energie je ukončen dříve, než oteplení

teplotně závislého odporového prvku dosáhne ustálené hodnoty.

Hlavní výhody způsobu měření podle vynálezu spočívají v tom, že do měřeného prostředí se umístí jediný teplotně závislý odporový prvek, jehož vyhřívání se ukončí dříve, než oteplení prvku dosáhne ustálené hodnoty. Tím je omezeno množství tepla přivedeného do místa měření. Při měření v tkáni se tak předejde reakci organismu, při měření v tekutině zůstane měřené prostředí v klidu a výsledek není ovlivněn přestupem tepla konvekci. Vyhodnocením přechodové odezvy prvku se určí jednak oteplení prvku jako veličina závislá na koeficientu tepelné vodivosti měřeného prostředí, jednak vlastní teplota měřeného prostředí. Tato teplota nemusí být předem známa ani stabilizována. Měření může být prováděno periodicky, takže je možné sledování časových závislostí i vzájemných souvislostí koeficientu tepelné vodivosti a teploty. K měření je nutné znát jen statické parametry teplotně závislého odporového prvku, výběr není nutný.

Měření koeficientu tepelné vodivosti podle vynálezu probíhá tak, že podle změřené hodnoty odporu R teplotně závislého odporového prvku je určen vyhřívací proud I pro zvolený příkon P v okamžiku připojení vyhřívacího proudu. Tímto vyhřívacím proudem je prvek po zvolenou dobu ohříván a zaznamenávají se hodnoty průběhu jeho přechodové odezvy. Příkon P se volí podle typu použitého teplotně závislého odporového prvku a doba ohřevu se volí podle rychlosti jeho přechodové odezvy. Po ukončení ohřevu se vypočte počáteční teplota prvku, a tím vlastní teplota měřeného prostředí a metodou regrese oteplení prvku, z něho pak koeficient tepelné vodivosti měřeného prostředí. Po ochladnutí prvku na teplotu měřeného prostředí se může měření opakovat.

Následující příklady uvedený vynález pouze ilustrují, ale neomezují. Uvedeného způsobu lze využít k měření změn lokálního prokrvení tkáně in vivo ve farmakologii a v medicíně, a to i v tkáních situovaných hluboko pod povrchem organismu. Uvedeného způsobu lze rovněž využít k měření koeficientu tepelné vodivosti tekutin v klidu například kapalin s obsahem sedimentujících látek, emulzí a vodných roztoků a to například v chemickém, petrochemickém, farmaceutickém a potravinářském průmyslu.

Příklad 1

244 375

Měření koeficientu tepelné vodivosti roztoku metanolu ve vodě. Jako teplotně závislý odporový prvek použit miniaturní perličkový termistor, vyhřívání termistoru konstantním proudem, vyhřívací příkon v okamžiku připojení vyhřívacího proudu 12,5 mW, doba ohřevu 4,2 s. Z napětí na termistoru v okamžicích $t = 0; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6; 4,2$ s vypočteno jeho oteplení metodou lineární regrese modifikované pro exponenciální průběh a měřený koeficient tepelné vodivosti. Hodnoty oteplení ΔT a koeficientu tepelné vodivosti λ jsou pro různé váhové koncentrace Q metanolu ve vodě, změřené za uvedených podmínek, uvedeny v následující tabulce.

$Q(\%)$	0	20	40	60	80	100
$\Delta T(K)$	2,0387	2,1811	2,3763	2,5453	2,7538	2,9825
$\lambda(W/mK)$	0,6270	0,5008	0,3948	0,3088	0,2428	0,1970

Příklad 2

Měření koeficientu tepelné vodivosti tkáně in vivo.

Jako teplotně závislý odporový prvek použit miniaturní perličkový termistor, vyhřívání termistoru konstantním proudem, vyhřívací příkon v okamžiku připojení vyhřívacího proudu 12,5 mW, doba ohřevu 4,2 s. Z napětí na termistoru v okamžicích $t = 0; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6; 4,2$ s vypočteno jeho oteplení metodou lineární regrese modifikované pro exponenciální průběh a měřený koeficient tepelné vodivosti. Měření prováděna v intervalech pěti minut na anestetizovaném králíkovi. Termistor zaveden dutinou injekční jehly přibližně do středu metatarzu pravé zadní končetiny. Do organismu vpravován intravenózně infuzní pumpou střídavě fyziologický roztok a injekční roztok vazodilatačního preparátu. Koeficient tepelné vodivosti během infuze fyziologického roztoku $\lambda = 0,464 \pm 0,012$ W/mK, během infuze roztoku vazodilatačního preparátu $\lambda = 0,528 \pm 0,008$ W/mK.

1. Způsob měření koeficientu tepelné vodivosti živých tkání a tekutin v klidu, vyznačený tím, že se do měřeného prostředí umístí teplotně závislý odporový prvek, například termistor nebo tenkovrstvý kovový odpor, který se ohřívá impulzem přiváděné elektrické energie, přičemž se během trvání tohoto impulsu měří průběh přechodové odezvy prvku, například jako průběh napětí v čase nebo odvozeně jako průběh teploty prvku v čase.
2. Způsob měření podle bodu 1, vyznačený tím, že doba trvání impulsu přiváděné elektrické energie je $1 \cdot 10^{-4}$ s až $6 \cdot 10^2$ s, přičemž rozsah oteplení teplotně závislého odporového prvku je 0,01 K až 50 K.
3. Způsob měření podle bodu 1, vyznačený tím, že impuls přiváděné elektrické energie je ukončen dříve, než oteplení teplotně závislého odporového prvku dosáhne ustálené hodnoty.