

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **02.11.2006**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **14.05.2008**
(Věstník č. 20/2008)

(21) Číslo dokumentu:

2006-692

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

G01N 22/04

(2006.01)

(71) Přihlašovatel:

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ Fakulta
stavební Ústav pozemního stavitelství, Brno, CZ

(72) Původce:

Škramlík Jan Ing. Ph.D., Brno, CZ
Moudrý Ivan Doc. Ing. CSc., Brno, CZ
Šťastník Stanislav Doc. RNDr. Ing. CSc., Brno, CZ
Novotný Miloslav Doc. Ing. CSc., Brno, CZ

(74) Zástupce:

KANIA, SEDLÁK, SMOLA Patentová a známková
kancelář, Ing. Jiří Malůšek, Mendlovo nám. 1a, Brno,
60300

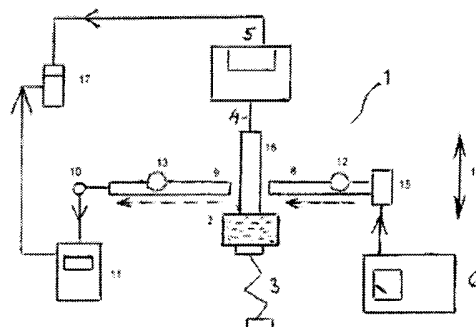
(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob sledování šíření vlhkosti v pórovitých
hmotách a zařízení k jeho provádění**

(57) Anotace:

Způsob sledování šíření vlhkosti v pórovitých hmotách, kdy se po zavěšení vzorku na váhu pod něj přivede nádržka s kapalinou pomocí polohovacího mechanismu tak, aby bylo čelo vzorku smáčeno kontaktem s hladinou kapaliny, načež se přivede ke vzorku mikrovlnné záření pomocí vlnovodů a nechá se procházet vzorkem u jeho čela a po spuštění přestavovacího zařízení se vlnovody kontinuálně posunují směrem nahoru v délce sledovaného vzorku a měří kontinuálně vlhkost v saturované oblasti od čela vzorku nahoru, přičemž se měří změna intenzity průchodu záření a změny hmotnosti vzorku v čase a výsledky jsou kvantifikovány a dále vyhodnocovány na připojeném počítači. Zařízení k provádění tohoto způsobu sestává z polohovacího mechanismu (3) pro přestavování výšky nádržky (2) a tím i hladiny kapaliny, přičemž závěs (4) je v horní části upevněn na digitální váze (5) umístěné nad ním, přičemž nad nádržkou (2) je uspořádán vysílací vlnovod (8) mikrovlnného záření na jehož okraji odvráceném od nádržky (2) je uspořádán zdroj (15) mikrovlnného záření, napojený na zdroj napětí (6), přičemž z druhé strany je proti vysílacímu vlnovodu (8) uspořádán ve stejné výšce přijímací vlnovod (9), přičemž oba vlnovody jako jedna jednotka jsou přestavitelně uspořádány na nosném rámu přes přestavovací zařízení (14), a vlnovody jsou provedeny z dutého kovového profilu a vzorek (16) je uspořádán mezi vzájemně přivrácenými konci vlnovodů (8,9), přičemž na přijímacím vlnovodu (9) je na odvrácené straně od

nádržky (2) uspořádán přijímač mikrovln (10), napojený na multimetr (11).



CZ 2006 - 692 A3

Způsob sledování šíření vlhkosti v pórovitých hmotách a zařízení k jeho provádění

Oblast techniky

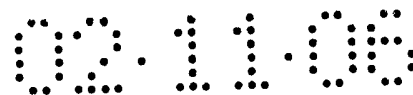
Vynález se týká způsobu sledování šíření vlhkosti v pórovitých hmotách, zvláště na principu využití elektromagnetického mikrovlnného záření a zařízení k jeho provádění.

Dosavadní stav techniky

Převážným typem realizovaných stěnových stavebních konstrukcí jsou zděné konstrukce z kusových staviv spojených maltou. Značná část stavebních poruch je zapříčiněna a provázena vlivem nežádoucího působení vlhkosti. Současné trendy ve stavebnictví jsou směřovány na využití nových, lehkých stavebních hmot a přitom jsou kladeny stále vyšší požadavky na bezporuchovou funkci stavebních konstrukcí, zejména na tepelně izolační schopnost obvodových plášťů. Stále nedostatečně vyřešeným tématem při studiu materiálových vlastností pórovitých staviv je zjišťování charakteristických materiálových parametrů pro posuzování vlhkostního stavu ve stavebních konstrukcích. Potřebnou veličinou je součinitel vodivosti kapilární vlhkosti, který se odvozuje z měření saturační a desaturační křivky (průběh navlhání a vysychání) podle pohybu polohy vlhkostního profilu v nestacionárním stavu (tj. před dosažením úplného provlhnutí) průběhu navlhání.

K tomuto účelu je běžně používána gravimetrická metoda, která je základním způsobem zjišťování obsahu vlhkosti v látce. Ta spočívá v tom, že se měřený vzorek o určité délce navlhčí na čele a voda se po určitou dobu nechá vzorkem vzlínat. Poté se vzorek rozdělí na několik segmentů – vzorků, které mají různou míru navlhčení. Změří se vlhkost v jednotlivých segmentech a na základě výsledku se stanoví křivka rozložení vlhkosti ve vzorku. Tato metoda obecně je zatížena nepřesnostmi při manipulaci se vzorkem a je prakticky nepoužitelná pro opakovaná měření na daném vzorku pro uplatnění integrální metody ke stanovení součinitele kapilární vodivosti. Na obr.8 je graficky vyjádřena navhací křivka gravimetrickou metodou, tj. rozlámáním.

Pro měření vlhkosti by bylo možno použít měřicí metodu absorpce neutronového záření, využívající principu jaderné magnetické rezonance. Tato metoda je ovšem velmi drahá a vyžaduje velké strojní vybavení a nároky na ochranu před nebezpečným zářením a proto ve stavební praxi nevhodná.



Cílem vynálezu je představit způsob pro sledování šíření vlhkosti v pórovitých hmotách a zařízení k jeho provádění, které by umožnilo přesné a opakovatelné měření pro uplatnění integrální metody ke stanovení součinitele kapilární vodivosti, které by bylo poměrně snadno a levně dostupné.

Podstata vynálezu

Výše uvedené nedostatky odstraňuje způsob sledování šíření vlhkosti v pórovitých hmotách podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že po zavěšení vzorku na váhu se pod něj přivede nádržka s kapalinou pomocí polohovacího mechanismu tak, aby bylo čelo vzorku smáčeno kontaktem s hladinou kapaliny, načež se přivede ke vzorku mikrovlnné záření pomocí vlnovodů a nechá se procházet vzorkem u jeho čela a po spuštění přestavovacího zařízení se vlnovody kontinuálně posunují směrem nahoru v délce sledovaného vzorku a měří kontinuálně vlhkost v saturované oblasti od čela vzorku nahoru, přičemž se měří změna intenzity průchodu záření a změna hmotnosti vzorku v čase a výsledky jsou kvantifikovány a dále vyhodnocovány na připojeném počítači.

Zařízení k provádění výše uvedeného způsobu sestává z polohovacího mechanismu pro přestavování výšky nádržky a tím i hladiny kapaliny, přičemž závěs je v horní části upevněn na digitální váze umístěné nad ním, přičemž nad nádržkou je uspořádán vysílací vlnovod mikrovlnného záření na jehož okraji odvráceném od sledovaného vzorku je uspořádán zdroj mikrovlnného záření, napojený na zdroj napětí, přičemž z druhé strany je proti vysílacímu vlnovodu uspořádán ve stejné výšce přijímací vlnovod, přičemž oba vlnovody jako jedna jednotka jsou přestavitelně uspořádány na nosném rámu přes přestavovací zařízení, a vlnovody jsou provedeny z dutého kovového profilu a vzorek je uspořádán mezi vzájemně přivrácenými konci vlnovodů, přičemž na přijímacím vlnovodu je na odvrácené straně od sledovaného vzorku uspořádán přijímač mikrovln, napojený na multimetr.

Ve výhodném provedení je polohovací mechanismus vlnovodů opatřen elektromotorem s regulací rychlosti posuvu vlnovodů v délce vzorku.

Takto lze zajistit kontinuální pohyb vlnovodů a tím i kontinuální měření.

V jiném výhodném provedení je zdroj mikrovlnného záření Gunnova dioda.

V dalším výhodném provedení jsou v obou vlnovodech zabudovány clony pro regulaci intenzity záření. Takto lze snadno měnit intenzitu podle povahy vzorku.

V dalším výhodném provedení jsou všechny prvky uspořádány na jednom rámu. Tak lze vytvořit kompaktní zařízení.

V jiném výhodném provedení je multimetr připojený k osobnímu počítači pro digitální vizualizaci a přenos výsledků ve formě křivek a záznamu detekovaných hodnot změny intenzity elektromagnetického mikrovlnného záření v závislosti na hmotnostní vlhkosti.

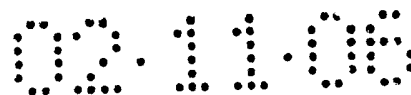
V dalším výhodném provedení je digitální váha rovněž připojena k přenosu indikovaných veličin k osobnímu počítači jako kontinuální sledování hmotnosti vzorku v průběhu jeho navlhání.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude dále přiblížen pomocí výkresů, na kterých obr.1 představuje konstrukční schema zařízení pro realizaci způsobu podle vynálezu, obr.2 představuje zobrazení předpokládaného průběhu navlhání vzorku materiálu, obr.3 představuje základní graf s vyjádřením parametrů potřebných pro stanovení součinitele kapilární vodivosti, obr. 4 znázorňuje graf získaný zkoumáním jednoho konkrétního vzorku na předmětném zařízení, obr.5 představuje graf získaný sledováním hmotnosti vzorku v průběhu navlhání na předmětném zařízení, obr.6 znázorňuje graf zachycení souřadnice polohy profilu vlhkostního čela ve zvoleném časovém intervalu od počátku navlhání, obr. 7 představuje výstupy měření zpracované v programu Maple a obr.8 je grafickým vyjádřením navhací křivky gravimetrickou metodou, tj. rozlámáním popsanou ve stavu techniky.

Příklad provedení vynálezu

Na obr.1 je vidět z konstrukčního schematu, že zařízení 1 pro sledování šíření vlhkosti v pórovitých hmotách podle vynálezu sestává z nádržky 2 na kapalinu, polohovacího mechanismu 3, který slouží k přestavování výšky nádržky 2 a tím i hladiny kapaliny. Nad nádržkou 2 je zkoušený vzorek 16 zavěšený na závěsu 4, který je uchycen na digitální váze 5 nad ním. V prostoru nad nádržkou 2, je uspořádán vysílací vlnovod 8 mikrovlnného záření, na jehož okraji vzdáleném od nádržky 2 je zdroj záření 15, což je v našem případě Gunnova dioda, napojený na zdroj napětí 6 potřebného pro funkci Gunnovy diody. Z druhé strany od nádržky je proti vysílacímu



vlnovodu 8 uspořádán přijímací vlnovod 9. Čárkované šipky znázorňují tok záření. Oba vlnovody jakožto jedna jednotka jsou výškově přestavitelně uspořádány na neznázorněném nosném rámu, a to pomocí přestavovacího zařízení 14, které je schematicky naznačeno oboustrannou šipkou. Vlnovody 8 a 9 jsou provedeny z dutého kovového profilu. I váha 5 je uspořádána na neznázorněném rámu. Na obou vlnovodech 8 a 9 jsou zabudovány clony 12 a 13, s jejichž pomocí lze regulovat intenzitu záření. Vzorek 16 je uspořádán mezi vzájemně přivrácenými konci vlnovodů 8 a 9. Na přijímacím vlnovodu 9 je na straně odvrácené od nádržky 2 uspořádán přijímač mikrovln 10, napojený na multimetr 11, kde lze odečítat hodnoty změny intenzity záření na výstupu. Multimetr 11 je připojený k počítači 17, kde lze pomocí odpovídajícího programu sledovat výsledky, např. ve formě křivek. K přenosu indikovaných veličin slouží také komunikační program k odečítání údajů na displeji digitální váhy a software programu k multimetru 11.

Před dalším popisem funkce zařízení podle vynálezu je dobré připomenout obecné vlastnosti zkoušených materiálů. Při smáčení čela vzorku 16 kontaktem s hladinou kapaliny dojde v určitém časovém úseku k nasátí vlhkosti do určité výše vzorku. To je dobře zobrazeno na obr. 2, který představuje zobrazení předpokládaného průběhu navlhání vzorku materiálu. Jde o tzv. profil vlhkostního čela. Vlhkost je nejvyšší ve vzorku u hladiny kapaliny a směrem nahoru v délce vzorku jí ubývá. Tato měnící se vlhkost je předmětem zkoumání.

Nejdříve je třeba zjistit gradient vlhkosti. Známe-li časové a prostorové rozložení vlhkosti, tedy tzv. gradient vlhkosti je možné z naměřených hodnot vypočítat hodnoty součinitele kapilární vodivosti K .

Na obr.3 je vyjádření parametrů potřebných pro stanovení součinitele kapilární vodivosti.

Při použití nestacionární metody pro určení součinitele kapilární vodivosti je vhodné znát několik křivek navlhání pro různé časy od začátku experimentu pro jeden stejný vzorek (metoda integrální) a pro metodu Matannovu postačí jedna navlhací křivka zjištěná v nestacionárním stavu, vhodně vybraná z měření ve zvolených časových intervalech.

Pro výpočet součinitele vlhkostní vodivosti se běžně uplatňuje metoda Matanova, kdy postačí znát jednu křivku navlhání, čas od počátku experimentu a souřadnice průběhu vlhkostního čela, odpovídající této křivce. Matanova metoda

využívá Boltzmannovu transformaci, kterou je možno použít v případě krátkých časů, kdy se ještě neuplatní okrajová podmínka na suchém konci vzorku.

Pro zjednodušení výpočtu je uplatněna transformace funkce dvou proměnných u, t na funkci jedné proměnné η :

$$\text{Boltzmannova transformace} \quad \eta = \frac{x}{2\sqrt{t}} \quad (1)$$

$$(u(x,t) = \omega(\eta) \quad , \quad u(0,t) = u_1 \quad , \quad u(x,0) = u_2) \quad (2)$$

převádí řešení parciální diferenciální rovnice (1) na řešení obyčejné diferenciální rovnice v nové proměnné η :

$$\frac{\partial}{\partial \eta} \cdot (\kappa(\omega) \cdot \frac{\partial \omega}{\partial \eta}) + 2\eta \frac{\partial \omega}{\partial \eta} = 0 \quad (3)$$

s okrajovými podmínkami $\omega(0) = u_1$, $\omega(\infty) = u_2$.

kde ω nová proměnná za předpokladu, že t je vybraný časový interval

η transformace, označ. jako Boltzmannova souřadnice [m.s-1/2]

u_1 určitá dosažená hodnota hmotn. vlhkosti, získaná v čase [-]

u_2 hmotn. vlhkost materiálu v ustáleném stavu jako vlhkost relativní [-]

Známe-li rozložení vlhkosti $u(x)$ v daném čase t , (t.j. t je konstanta a $u(x)$ je funkce jedné proměnné x můžeme rovnici (2) dále upravit a vyjádřit součinitele vlhkostní vodivosti:

$$\kappa(u(x)) = \frac{1}{2tu'(x)} \cdot \int_x^\infty \xi \cdot u'(\xi) d\xi \quad (4)$$

$\kappa(u(x))$ je souč. kapilární vodivosti, jako fce vlhkosti na délce sledovaného vzorku materiálu v délce vlhkostního čela [m².s⁻¹]

t čas. interval, ve kterém je vlhkost měřena jako funkce křivky $u(x)$ v délce profilu vlhkostního čela [s]

ζ je substitucí vzdálenosti měřené v délce vzorku od bodu na navlhací křivce u ve vzorku vyjádřená do ∞ , pro praktické uplatnění je brána do intervalu na měřeném vzorku do vzdálenosti, kde se projeví vlhkost v ustáleném stavu, to je u_2 , jako hodnota relativní vlhkosti měřeného materiálu [-]

x souřadnice v délce vzorku a pro identifikaci její přesné polohy jsou potřeba naměřené hodnoty postupu vlhkostního čela, zjistitelné od úrovně spodní plochy měřeného vzorku [m]

u' je derivace vlhkosti podle prostorové souřadnice, z počátku bude ∞ a s přibývajícím časem půjde k 0 substitucí x za ζ je u' derivací podle ζ [-]

K detekci polohy hmotnostní vlhkosti v pórovité struktuře inertní hmoty se využívá elektromagnetického mikrovlnného záření, které umožňuje nedestruktivní a kontinuální měření, má vysokou citlivost a výsledek měření není ovlivněn chemickým složením látky či množství chemicky vázané vody.

Mikrovlny pronikají do materiálu bez vlivu na jejich vlastnosti. Pro měření součinitele kapilární vodivosti pórovitých stavebních hmot vyhovuje frekvence okolo 10^{10} Hz.

Při práci se zařízením podle vynálezu se pracuje následovně:

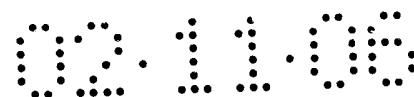
Pro sledování procesu šíření vlhkosti je využita detekce změny intenzity elektromagnetického mikrovlnného záření v závislosti na hmotnostní vlhkosti v pórovitém materiálu. Jedná se o zaznamenání jednorozměrného transportního procesu v laboratorních podmínkách ve vzorcích staviv při jejich přímém kontaktu s vodní hladinou. Sledování změny intenzity elektromagnetického mikrovlnného záření procházejícího vzorkem slouží k zachycení polohy a množství vlhkosti obsažené v porézní hmotě v důsledku synchronizovaného pohybu vlnovodů - vysílací a přijímací antény v čase podél sledovaného vzorku staviva. Detekované hodnoty vyjádřené v čase pojezdu vlnovodů lze převést přepočtem rychlosti pohonu na údaje délkové, viz obr. 6.

Měřicí aparatura je připojena k osobnímu počítači. K přenosu indikovaných veličin slouží komunikační program k odečítání údajů na displeji digitální váhy a software programu k multimetru.

Na obr.4 je graf získaný zkoumáním jednoho konkrétního vzorku na předmětném zařízení a představuje závislost změny intenzity elektromagnetického mikrovlnného záření na hmotnostní vlhkosti v mV u materiálu pálený střep. Jedná se o funkční závislost změny intenzity elektromagnetického mikrovlnného záření na hmotnostní vlhkosti.

Na obr. 5 je graf získaný zkoumáním jiného konkrétního vzorku na předmětném zařízení a představuje křivku vyjadřující navlhání vzorku v závislosti na čase u materiálu plynosilikát.

Na obr.6 je graf zachycení polohy profilu vlhkostního čela ve zvoleném časovém intervalu od počátku navlhání a převedení časových údajů na délkové pomocí synchronizované pohonné jednotky využitím programu Linregrese Excel.



Hodnoty získané měřením je možné použít pro výpočet součinitele kapilární vodivosti metodami, které vycházejí z určení rozložení vlhkosti ($u/x,t$) po délce vzorku ve zvolených časových intervalech, tj. určení křivek navlhání v nestacionárním stavu. K určení vlhkosti v daném místě vzorku je výhodné využít měření pomocí mikrovlnného záření. Čím větší vlhkost materiálu obsahuje, tím menší množství mikrovlnného záření materiálem prochází, neboť vodíková jádra molekuly vody absorbují mikrovlnné záření. Na základě měření pomocí mikrovlnného záření lze určit vlhkost v daném místě materiálu a určit křivky navlhání, které jsou potřebné pro výpočet součinitele kapilární vodivosti K .

Nejjednodušší typ závislosti je závislost lineární. Naměřené hodnoty sestavenou aparaturou v aproximaci polynomem k -tého řádu umožňuje zpracování výsledků měření v programu Microsoft Linregrese Excel a pro další výpočty z naměřených hodnot je výhodné používat matematický program Maple, který umožňuje pracovat s téměř libovolně velkými celými čísly, jednoduchým způsobem definovat funkční závislosti, množiny, atd. různými způsoby zobrazovat bodová data, křivky, plochy, řešit systémy lineárních, algebraických i diferenciálních rovnic a provádět výpočty pomocí numerických metod. Na obr.7 jsou výstupy měření zpracované v programu Maple.

Průmyslová využitelnost

Vynález poskytné možnost zjišťování vstupních údajů ke stanovení součinitele kapilární vodivosti pórovitých stavebních materiálů při využití vlastností elektromagnetického mikrovlnného záření. Proces je dán počátečními a okrajovými podmínkami při navlhání před dosažením stacionárního stavu, který představuje pro řadu stavebních materiálů stav úplného nasycení vodou. Ve srovnání se známými laboratorními metodami vykazuje srovnatelnou přesnost, menší technickou náročnost na přístrojové vybavení a na ochranu před vedlejšími účinky. Sestavená měřicí aparatura umožňuje kromě sledování pohybu vlhkostního profilu také sledování množství vody, které do porézní látky proniká vztlínáním a stanovení kalibrační závislosti pro převod naměřených hodnot elektrického potenciálu k vyjádření funkční závislosti změny intenzity elektromagnetického mikrovlnného záření v energetických jednotkách v milivoltech, případně jako útlum v decibelech pomocí vložených kalibrovaných clon 12 a 13 v závislosti na hmotnostní vlhkosti sledovaného materiálu.

Konkrétní přínos měřicí aparatury je možné spatřovat nejen v možnosti sestavení metodiky pro sledování šíření vlhkosti použitím popsaného měřicího zařízení, ale také v jeho dalším využití při výzkumu zaměřeném na vlhkostní problematiku stavebních konstrukcí, vedeného pro praktické uplatnění.

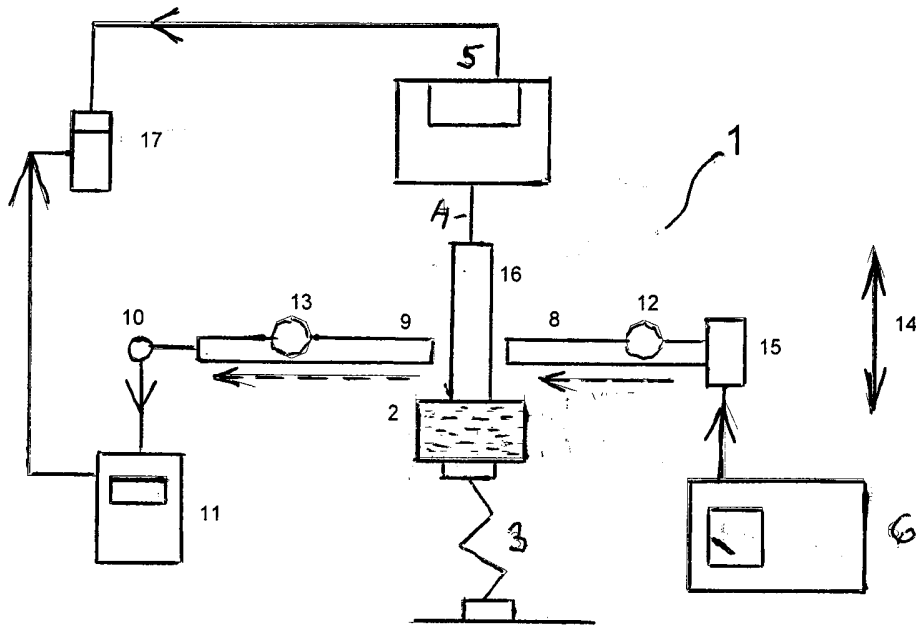
Dalšími příklady, které je možné uvést na využití sestavené měřicí aparatury jsou:

- sledování transportu vlhkosti ve stavebních hmotách při opakovaném navlhání a vysoušení
- dtto při vlivu a působení kontaminace vlhkosti s příměsí minerálních solí
- dtto při uplatňování metod k potlačování šíření vlhkosti ve stavebních konstrukcích vysoušecími metodami
- přímé vyvození závěrů o účinnosti navrhované elektroosmotické metody ve fázi projektu pro konkrétní případy
- experimentální sledování kapilární vzlínivosti
- šíření vlhkosti rozhraním mezi odlišnými stavebními materiály

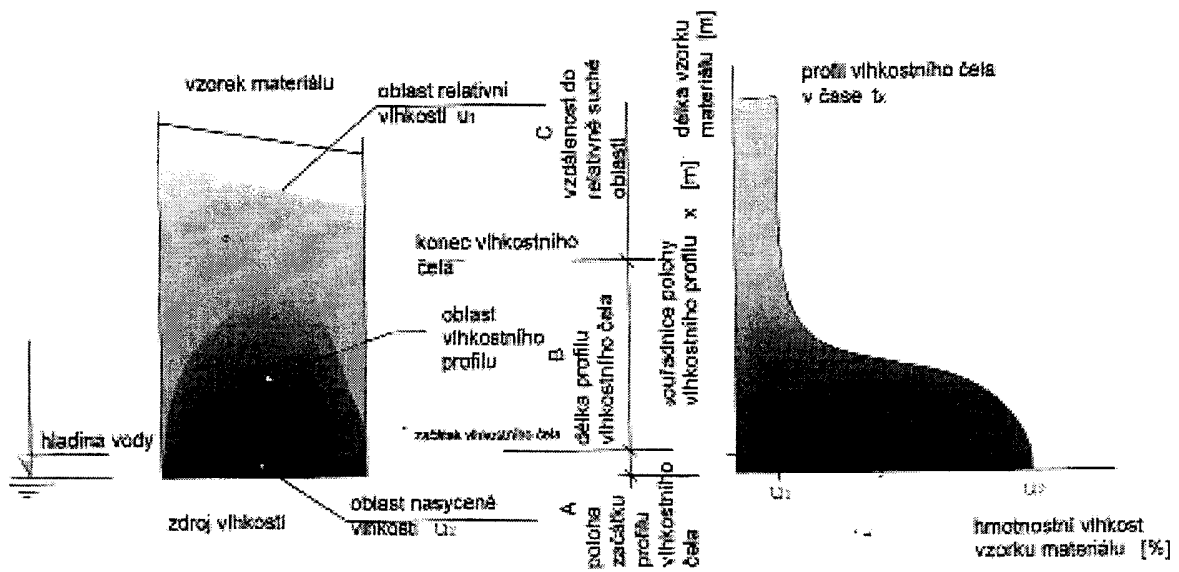
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob sledování šíření vlhkosti v pórovitých hmotách, kdy se smáčí čelo vzorku v kapalině v nádržce, **vyznačující se tím, že** po zavěšení vzorku na váhu se pod něj přivede nádržka s kapalinou pomocí polohovacího mechanismu tak, aby bylo čelo vzorku smáčeno kontaktem s hladinou kapaliny, načež se přivede ke vzorku mikrovlnné záření pomocí vlnovodů a nechá se procházet vzorkem u jeho čela a po spuštění přestavovacího zařízení se vlnovody kontinuálně posunují směrem nahoru v délce sledovaného vzorku a měří kontinuálně vlhkost v saturované oblasti od čela vzorku nahoru, přičemž se měří změna intenzity průchodu záření a změna hmotnosti vzorku v čase a výsledky jsou kvantifikovány a dále vyhodnocovány na připojeném počítači.
2. Zařízení pro provádění způsobu sledování šíření vlhkosti v pórovitých hmotách podle nároku 1, sestávající z nádržky 1 na kapalinu a závěsu pro vzorek, **vyznačující se tím, že** dále sestává z polohovacího mechanismu (3) pro přestavování výšky nádržky (2) a tím i hladiny kapaliny, přičemž závěs (4) je v horní části upevněn na digitální váze (5) umístěné nad ním, přičemž nad nádržkou (2) je uspořádán vysílací vlnovod (8) mikrovlnného záření na jehož okraji odvráceném od nádržky (2) je uspořádán zdroj (15) mikrovlnného záření, napojený na zdroj napětí (6), přičemž z druhé strany je proti vysílacímu vlnovodu (8) uspořádán ve stejné výšce přijímací vlnovod (9), přičemž oba vlnovody jako jedna jednotka jsou přestavitelně uspořádány na nosném rámu přes přestavovací zařízení (14), a vlnovody jsou provedeny z dutého kovového profilu a vzorek (16) je uspořádán mezi vzájemně přivrácenými konci vlnovodů (8,9), přičemž na přijímacím vlnovodu (9) je na odvrácené straně od nádržky (2) uspořádán přijímač mikrovln (10), napojený na multimetr (11).
3. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** přestavovací mechanismus (14) vlnovodů (8,9) je opatřen elektromotorem s regulací rychlosti posuvu.
4. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** zdroj mikrovlnného záření je Gunnova dioda (15).

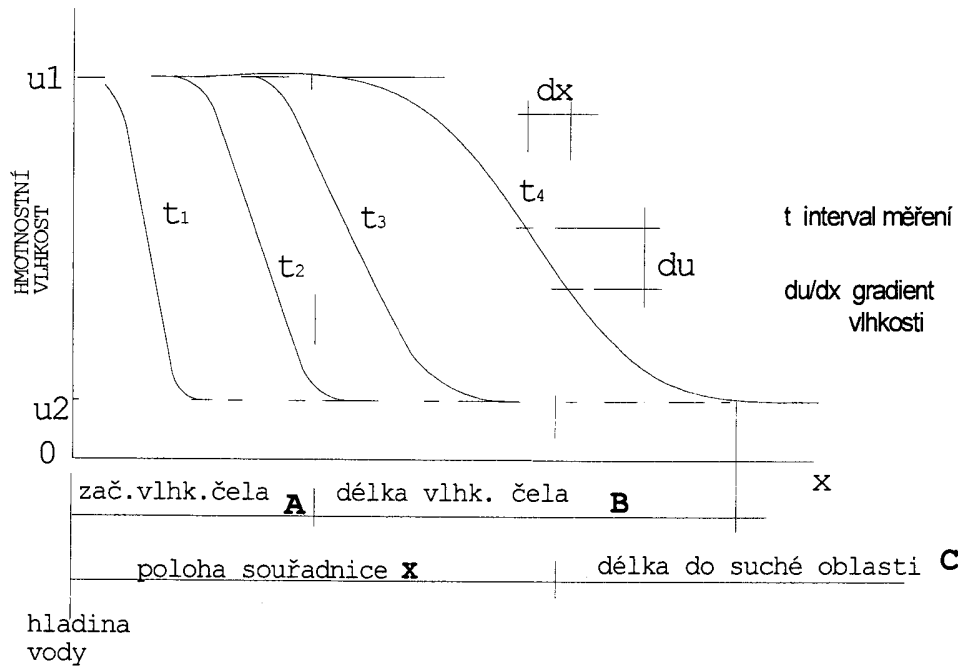
5. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** v obou vlnovodech (8,9) jsou zabudovány clony (12, 13) pro regulaci intenzity záření.
6. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** všechny prvky jsou uspořádány na jednom rámu.
7. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** multimetr (11) je připojený k osobnímu počítači (17) pro vizualizaci výsledků, např. ve formě křivek.
8. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** váha (5) je rovněž připojena k přenosu indikovaných veličin k osobnímu počítači (17).
9. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** polohovací mechanismus (3) umožňuje přesné vymezení a rektifikaci kontaktu sledovaného vzorku (16) s hladinou kapaliny v nádržce (2).



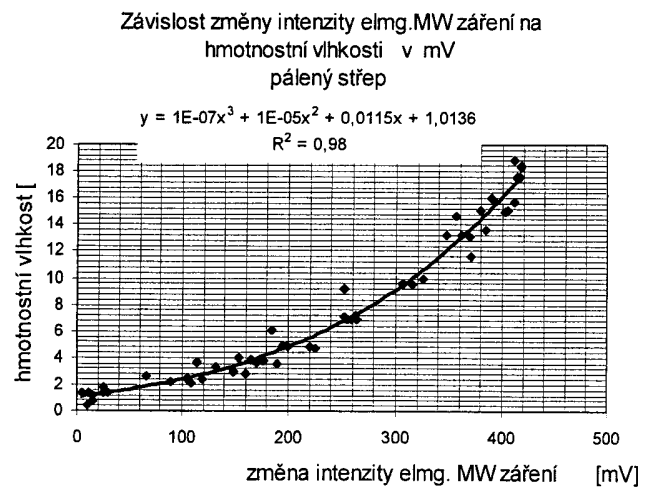
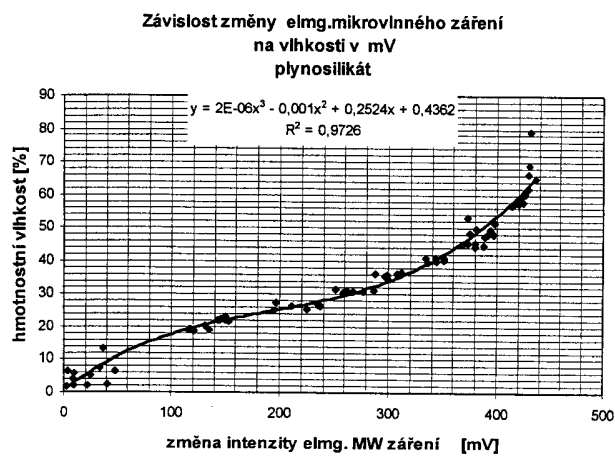
Obr. 1



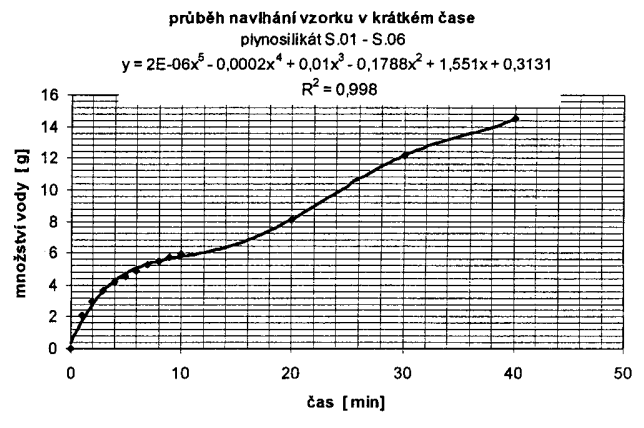
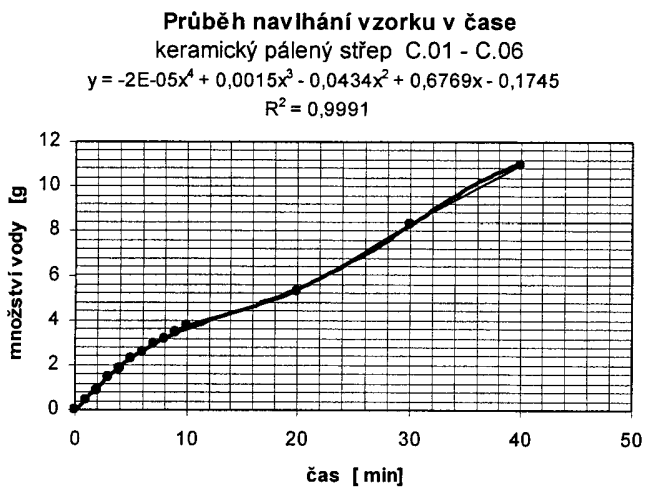
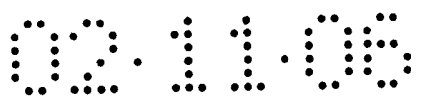
Obr. 2



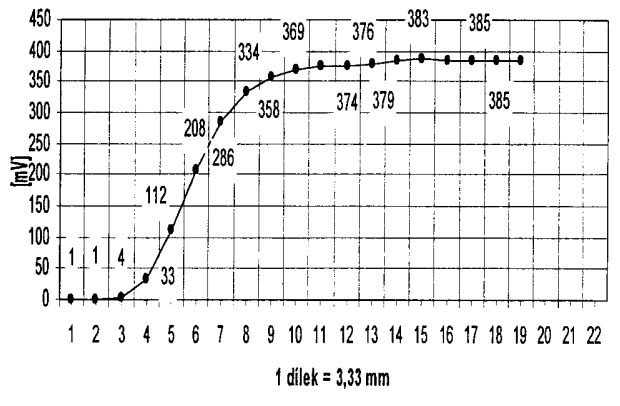
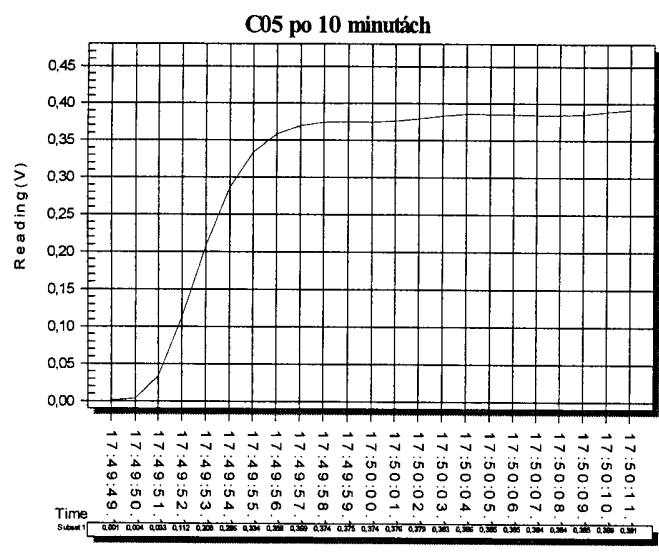
Obr. 3



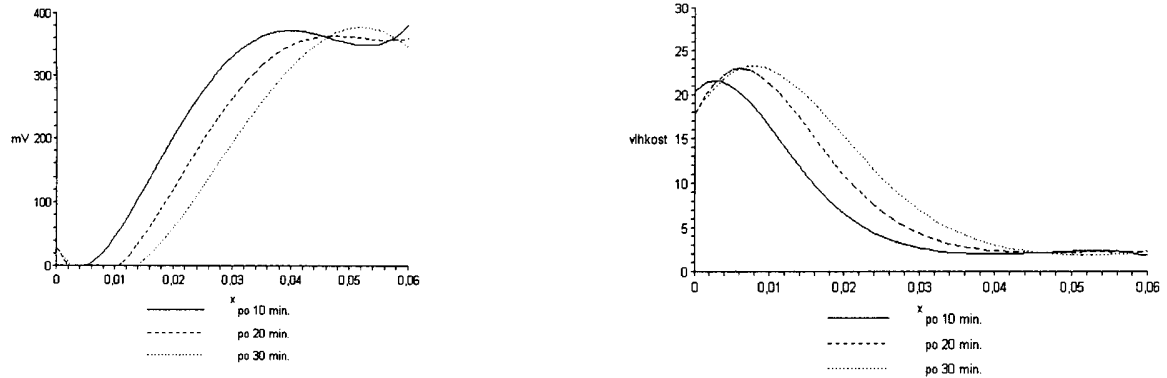
Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6

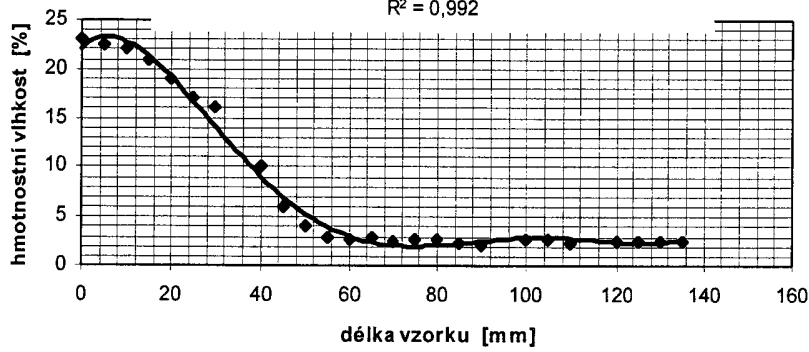


Obr. 7

Rozložení vlhkosti v délce vzorku
 podle gravimetrické zkoušky
 keramický pálený střep C.01 - C.06

$$y = 1E-08x^5 - 5E-06x^4 + 0,0007x^3 - 0,0394x^2 + 0,385x + 22,185$$

$$R^2 = 0,992$$



Obr. 8