

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **16.10.2001**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **16.10.2000**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **2000/240062**
(33) Země priority: **US**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu:
(Věstník č. 8/2004)
(86) PCT číslo: **PCT/US2001/032191**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 2002/044700**

(21) Číslo dokumentu:

2003-1288

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. :
G 01 N 25/00

(71) Přihlašovatel:

PHILIP MORRIS PRODUCTS INC., Richmond, VA,
US

(72) Původce:

Watkins Michael L., Chester, VA, US

(74) Zástupce:

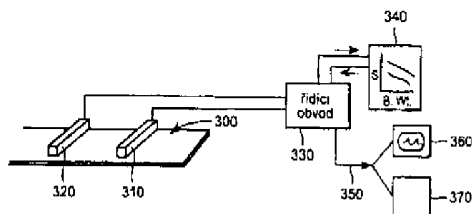
PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1, Praha 4,
14000

(54) Název přihlášky vynálezu:

Termografický kontrolní systém

(57) Anotace:

Termografická kontrolní stanice obsahuje zdroj (310) záření přilehlý k papírovému pásu (17) nebo u měřicího místa, snímač (320) v místě podél papírového pásu (17) za zdrojem (310) záření a řídicí obvod (330) ve funkčním spojení se snímačem (320) a zdrojem (310) záření pro přijímání výstupního signálu ze snímače (320) a jeho zpracování v řídicím obvodu (330). Zdroj (310) a snímač (320) mohou působit přes celou příčnou část papírového pásu (17) pohybujícího se měřícím místem. Papírový pás (17) může být cigaretový papír s proužkovanou oblastí.



Termografický kontrolní systém

Oblast techniky

Vynález se obecně týká optického kontrolního systému pro určování vlastností pohyblivého se papírového pásu. Přesněji se vynález týká optického kontrolního systému používajícího přechodnou termografii pro rychlé charakterizování nestejnorodosti pohyblivého se pásu cigaretového papíru obsahujícího proužky.

Dosavadní stav techniky

Propustnost, hustota, tloušťka a základní hmotnost jsou důležité vlastnosti cigaretového papíru. Předmětem zájmu je například požadavek ovládat propustnost papírů určených pro snižování sklonu ke vzplanutí cigaret. Jak je vysvětleno v běžně udělených US patentech č. 5 263 999, 5 417 228, 5 474 095, 5 534 114 a 5 997 691 může to být dosaženo vytvořením proužků o nízké propustnosti pro úpravu průběhu doutnání. Úspěšné provedení a výroba těchto papírů se proto opírá o schopnost monitorovat a ovládat úroveň rozdělení různých složek. Běžně udělené US patenty č. 5 966 218, 6 020 969 a 6 198 537 popisují způsoby kontroly proužkovaného cigaretového papíru.

Běžně udělené US patenty č. 5 417 228, 5 474 095 popisují cigaretový papír obsahující základní papírový pás a proužkové plochy přídavného materiálu. Jak je ilustrováno na obr. 1, příkladná cigareta 7 by mohla obsahovat dva proužky 5 materiálu vytvořené nanesením vrstvy celulózy vlákenniny o zvýšené základní hmotnosti na základní cigaretový papír 3. Cellulon, mikrokrystalická celulóza, lněná nebo dřevěná vlákennina nebo amylopektin jsou některé z různých přednostních složek, které mohou být použity k vytvoření proužků.

Běžně udělený US patent č. 5 534 114 odhaluje, že proužky přídavného materiálu mohou být vytvořeny úpravou běžného Fourdrinierova papírenského stroje pro ukládání přídavných vrstev celulózy v některém stadiu výroby základního cigaretového papíru 3. Pro zmodernizování procesu jsou proužky přednostně nanášeny když se papír pohybuje vysokými rychlostmi, např. 500 stop za minutu ($152,4 \text{ m/min} = 2,54 \text{ m/s}$). Při těchto vysokých rychlostech poruchy a další činitele (např. ucpané nanášedce proužků) mohou mít za následek výrobu základního papírového pásu s chybně umístěnými proužky. Například běžné nepravidelnosti vznikají když se šířka proužku odchyluje od požadované šířky nebo se proužek zešíkí tak, že již není kolmý k okraji papíru. Další nepravidelnosti vznikají když se odstup mezi dvěma proužky odchyluje od požadované oddělovací šířky (také zde nazývané „rozestup proužků“). Mimoto nepravidelný nanášedce proužků může vytvořit proužek s mezerami, nebo proužek s kontrastem, který je buď příliš vysoký nebo příliš nízký.

Kontrolní prostředky papírového pásu byly navrženy pro použití ve výrobě látek, fólií, papíru a podobných materiálů. Viz, například, běžně udělený US patent č. 6 013 915. Některé z těchto prostředků obsahují světelný zdroj pro promítání elektromagnetického záření na pohybující se pás materiálu. Světlo naráží na povrch pohybujícího se papírového pásu, kde je odraženo a přijímáno detektorovým prostředkem. Jakékoliv nepravidelnosti pohybujícího se papírového pásu mohou být detekovány vyšetřením povahy odraženého záření. Například trhлина, pór nebo skvrna v papírovém pásu se projeví špičkou úrovně signálu z detektoru (která je připisována zvýšení nebo snížení odraženého záření). Tato špička může být pozorována připojením výstupu detektoru k osciloskopu, jak je doloženo příkladem v US patentu č. 5 426 509 (Peplinski).

Zatímco způsoby využívající světelné zdroje byly určeny pro kontrolu pohybujících se papírových pásů, nespolehají takové způsoby při charakterizování situací ve výrobním procesu na přechodné tepelné stavy v materiálu papírového pásu. Bylo by vhodné, jestliže by monitorování výroby papírového pásu v reálném čase, mohlo být dosaženo zavedením přechodných tepelných stavů do papírového pásu pro kontrolu různorodosti papírového pásu během jeho výroby.

Podstata vynálezu

Vynález poskytuje způsob kontroly vlastností papírového pásu, který obsahuje kroky pohybu papírového pásu po dráze; v prvním místě podél dráhy, ohřev napříč částí papírového pásu; v druhém místě podél dráhy v odstupu od prvního místa, snímání tepelné charakteristiky napříč částí papírového pásu a vytvoření signálu udávajícího uvedenou charakteristiku a

zpracování uvedeného signálu v souladu se známým vztahem mezi signálem a uvedenou vlastností pro vytvoření výstupu udávajícího vlastnost papírového pásu. Papírový pás přednostně obsahuje cigaretový papír a přednostněji proužkováný cigaretový papír.

Podle přednostního způsobu je kontrolovanou vlastností základní hmotnost. Ohřívání může být prováděno s použitím ohřívacích lamp, laserů, mikrovln a/nebo elektromagnetické indukce nebo dalších vhodných prostředků a je přednostně prováděno použitím širokopásmového pulsního budícího zdroje. Podle přednostního způsobu podle vynálezu, ohřívání postupuje téměř okamžitě po celé tloušťce papírového pásu a snímání je prováděno s použitím infračervené kamery vybavené vhodným detektorem, např. detektorem na bázi indium-antimon. Podle přednostního způsobu, jak zahřívání, tak snímání probíhá po celé příčné části papírového pásu.

Vynález také poskytuje zařízení pro kontrolu vlastností papírového pásu, obsahující prostředky pro pohyb papírového pásu podél dráhy; prostředky působící ohřívání napříč částí papírového pásu v prvním místě dráhy; snímač působící vytváření signálu odpovídajícího tepelné charakteristice napříč částí papírového pásu v druhém místě dráhy v odstupu od prvního místa a procesor provádějící zpracování signálu v souladu se známým vztahem mezi signálem a vlastností papírového pásu pro vytvoření výstupu udávajícího vlastnost papírového pásu. Papírový pás přednostně obsahuje cigaretový papír a přednostněji cigaretový papír s proužky.

Podle přednostního provedení je kontrolovanou vlastností základní hmotnost a ohřívací prostředek obsahuje širokopásmový pulsní budící zdroj. Podle přednostního provedení ohřívací prostředek obsahuje ohřívací lampy, lasery, mikrovlny a/nebo elektromagnetické indukční prostředky. Ohřívací prostředek přednostně působí ohřátí téměř současně po celé tloušťce papírového pásu. Snímací prostředek je přednostně infračervená kamera využívající vhodný detektor, např. detektor na bázi indium-antimon. Podle přednostního provedení, jak ohřívací prostředek, tak snímací prostředek působí napříč celé příčné části papírového pásu.

Přehled obrázků na výkresech

Obr. 1 (předchozí stav techniky) znázorňuje příkladnou cigaretu obsahující základní papírový pás a proužkované oblasti přidaného materiálu;

obr. 2 znázorňuje příkladný stroj pro výrobu papírového pásu z vláknitého materiálu;

obr. 3 znázorňuje kontrolní systém podle vynálezu;

obr. 4 ilustruje geometrii kontroly;

obr. 5 ilustruje snížení kontrastu když se vzorek přibližuje rovnováze;

obr. 6 znázorňuje transpozici morfologických vlastností spojených s kontrolou opačných stran vzorku;

obr. 7 znázorňuje časovou závislost tepelného útlumu pro odlišné základní hmotnosti;

obr. 8 ilustruje útlum součinitele variační statistiky ve sledované oblasti;

obr. 9 znázorňuje závislost tepelné odezvy na celkové základní hmotnosti;

obr. 10 ilustruje citlivost způsobu;

obr. 11 znázorňuje mikrosnímky z řádkovacího elektronového mikroskopu porovnávající morfologii základního papíru s morfologií proužku;

obr. 12 je tepelný obraz vzorku papíru opatřeného proužkem sejmutý 33 ms po tepelném pulsu

Příklady provedení vynálezu

V následujícím popisu jsou pro účely vysvětlení ale ne pro omezení, předloženy specifické podrobnosti pro zajištění celkového pochopení vynálezu. Odborníkovi v oboru bude však zřejmé, že vynález může být využit v dalších provedeních odlišujících se od těchto specifických podrobností. V dalších případech byly vynechány podrobné popisy dobře známých způsobů, prostředků a obvodů, aby nezatěžovaly popis vynálezu nadbytečnými podrobnostmi.

Běžné cigaretové papíry mají zjistitelné prostorové odchylky skutečných celkových vlastností. Tyto odchylky mohou vycházet z rozdělení velikostí vláken, orientace vláken,

přísad a podrobné mikrostruktury. Různorodost papíru se běžně projevuje jako odchylky v místním přenosu tepla v papíru.

Analýza odezvy papíru na přechodné tepelné stavy poskytuje základ pro vyšetření provedení papíru a odchylky vlastní procesu výroby papíru. Způsoby schopné rychle a nedestruktivně určit tyto odchylky mohou poskytnout významné výhody ve vývoji a výrobě papírových výrobků.

Přechodová termografie je způsob, který může dovolit rychlé on-line monitorování výrobních procesů papíru v reálném čase. Přechodová termografie s výhodou poskytuje celková data a podstatné je, že je nenásilná; nevyžaduje přímý dotyk s papírovým materiálem. Dále způsob vyžaduje pouze minimální ohřívání papíru a má vysokou prostorovou rozlišitelnost.

Termografické způsoby se běžně dělí do dvou kategorií: pasivní a aktivní. Pasivní termografie je v podstatě kvalitativní způsob, který spočívá v detekování existujících tepelných gradientů vytvořených během běžných zpracovacích nebo provozních stavů, například únik tepla z budov, teplo vytvářené třením nebo jinými mechanickými procesy, reakčními procesy a ohmickým ohřevem. Aktivní termografie je naopak založena na vytváření a monitorování tepelných gradientů ve strukturách vyvoláním ohřevu a/nebo chlazení a může tedy být přizpůsobena pro optimalizaci požadované charakteristiky vlastností. Vybuzení může být časově a/nebo prostorově modulováno. Například, protože cigaretový papír, který má být kontrolován podle vynálezu, účinně integruje tepelný vstup na jednotku plochy, místní vzrůst teploty má minimální závislost na přenosu tepla mikrostrukturou. Je však možné zpřístupnit informaci o mikrostruktuře monitorováním přenosu tepla v rovině, které může být provedeno prostorovým modulováním pulsního buzení. V porovnání s pasivní termografií, aktivní termografie vytváří zlepšené rozlišení strukturálních

vlastností vyvoláním tepelných gradientů použitím, například tepelných zdrojů jako jsou ohřívací lampy, lasery, mikrovlny a elektromagnetická indukce. Alternativně mohou být tepelné gradienty vyvolány v již ohřátém objektu použitím například konvekčním ochlazením, zchlazováním tekutým dusíkem a pasivním odvodem. Volba způsobu vybuzení se řídí materiálovými vlastnostmi vzorku. Například mikrovlny mohou být použity k ohřevu počáteční vody ve vzorku. Musí být věnována pozornost, aby nebyly překročeny teplotní meze, při kterých může být poškozen hostitelský materiál.

Podstata kvantitativní termografie je vyhodnocení interakce mezi teplotními poli a sledovanou strukturou. Matematické vyjádření vedení tepla v tuhých látkách poskytuje teoretický základ pro pochopení těchto interakcí. Když sledovaný materiál je neprůhledný, analytické řešení rovnice spojitosti pro vedení tepla v nehybné tuhé látce může být použito ve spojení s časově rozlišenými tepelnými daty pro proniknutí do podstaty podpovrchových vlastností struktury. V případě cigaretových papírů nastává významný přenos budicí energie. Protože odchylky absolutní teploty jsou malé, ztráty zářením mají účinek druhého řádu. Pro pozorování časů dlouhých v poměru k budicímu pulsu v trvání 10 μ s a krátkých v poměru k době během, které nastávají ztráty prouděním a vedením, je první přiblížení výsledné teploty při ΔT vzrůstu dáno rovnicí 1.

$$\Delta T = \{Q(\Delta t)\} / \{C_v\}$$

$Q(\Delta t)$ je absorbovaná energie, která je obecně spektrálně závislá. C_v je měrné teplo na jednotku objemu a ρ je hustota. Čas po který tento adiabatický předpoklad platí závisí na okrajových podmínkách přenosu tepla a vlastnostech materiálu.

Úspěšné použití přechodové termografie se opírá za prvé o schopnosti přístupu a monitorování odpovídajících tepelných informací a za druhé o schopnost odvodit z těchto informací podrobnosti morfologie a mechanismů utváření. Vývoj vysoce citlivých detektorů pole ohniskové roviny a čtecí architektury zvýšil rychlosti infračerveného zobrazování. Navíc pokrok operační rychlosti a zmenšené velikosti obvodů ve své kombinaci poskytuje výkonnost nezbytnou pro provádění zpracování dat téměř v reálném čase nezbytného pro kvantitativní vyhodnocení materiálů.

Žpůsob podle vynálezu využívá širokopásmový pulsní budící zdroj pro vyvolání tepelných gradientů o nízké úrovni v papíru. Výsledný tepelný tok je pak monitorován s použitím vysokorychlostní, vysoce citlivé infračervené kamery. Podrobné chování přechodného tepelného pole závisí na okrajových podmínkách a místních hodnotách měrného tepla, tepelné vodivosti a hustoty. Cigaretové papíry běžně vykazují jemné prostorové odchylky těchto celkových vlastností. Tyto odchylky mohou vznikat vlivem rozdělení velikosti vláken, orientace vláken, přísad, tloušťky a obsahu vlhkosti kombinovaných, aby poskytovaly jedinečnou mikrostrukturu. Analýza těchto doprovodných tepelných přechodných stavů poskytuje základnu pro vyšetřování provedení papíru a odchylek spočívajících v procesu výroby papíru.

V souladu s příkladnými aspekty je kontrolní systém podle vynálezu určen ke kontrole charakteristik cigaretového papíru během jeho výroby. Tak před probíráním kontrolní stanice samotné je užitečné nejprve popsat příkladné aspekty výrobního systému cigaretového papíru.

Obr. 2 znázorňuje příkladný stroj na výrobu papírového pásu 17 z vláknitého materiálu. Jak je zde znázorněno, z centrální nádrže 53 je rafinovaná papírovina (např.

rafinovaná lněná nebo dřevná vláknina) dodávána do nálevky 51 prostřednictvím množiny vedení 50. Fourdrinierovo síto 49 přepravuje suspendovanou papírovinu z nálevky 51 ve směru šipky 54. V tomto bodě má papírovina vysoký obsah vlhkosti. Vodě je umožněno odtékat ze suspenze a případně je také odstraňována pod tlakem (není znázorněno). Je také znázorněna vratná smyčka Fourdrinierova síta 49.

Za nálevkou 51 je umístěna sestava 99 pro nanášení proužků 34. Sestava 99 obecně obsahuje rám ukrývající nekonečný perforovaný ocelový pásek 105, který je vedený hnacím kolem 27, vodícím kolem 29 a hnaným kolem 46. Pásek 105 sestává z otvorů 101, které mohou být stejné nebo různé velikosti, a které mohou být v pravidelných nebo proměnných vzdálenostech od sebe. Spodek sestavy 99 obsahuje komorovou skříň 103 obsahující jímku suspenze dodávané z nádrže 14 pomocí vedení 15. Průtok suspenze vedeními 15 je udržován na odpovídajících úrovních průtokovým rozdělovacím systémem obsahujícím řady čerpadel ve spojení s tlakovým monitorovacím systémem 16.

Suspense je rozdělována otvory 101 v nekonečném ocelovém pásku 105 jak prochází spodní částí komorové skříně. Pásek 105 se pohybuje jak je suspenze rozdělována, čímž kompenzuje pohyb papírového pásu pohybujícího se pod komorovou skříní. Podle příkladných provedení se pásek pohybuje rychlostí 1000 stop za minutu ($304,8 \text{ m/min} = 5,08 \text{ m/s}$) pro kompenzaci pohybu Fourdrinierova síta pohybujícího se rychlostí 500 stop za minutu ($152,4 \text{ m/min} = 2,54 \text{ m/s}$). Jako výsledek této kompenzace komorová skříň nanáší proužky 34 tak, že jsou kolmé k okrajům papírového pásu 17. Jestliže proužky nejsou zcela kolmé může být úhel sestavy 99 pro nanášení proužků upraven. Alternativně může být nekolmé nanášení proužků vyžadováno. Sestava 99 pro nanášení proužků je přednostně umístěna šikmo přes

Fourdrinierovo síto 49 v místě, kde jsou podmínky papírového pásu takové 17, že může přijímat přídatný materiál bez toho, aby se rozptýlil do v daném místě příliš řídké hmoty základní suspenze papírového pásu. Přednostně je pod komorovou skříní 103 sestavy 99 pro nanášení proužků umístěna stejně rozsáhlá podtlaková skříň 38, která poskytuje v daném místě opěru pro Fourdrinierovo síto 49 a zlepšuje spojení přídatné suspenze se základním papírovým pásem 17. Podtlaková skříň 19 pracuje při poměrně mírné úrovni podtlaku, například přibližně 60 palců vody (14,95 kPa) nebo méně. Další podrobnosti týkající se sestavy 99 pro nanášení proužků 34 jsou popsány ve společně uděleném US patentu č. 5 534 114, jehož celý popis je sem začleněn odkazem.

Proužkovaný papír pak prochází jednou nebo více dvojicemi stlačovacích válců 24, které vymačkávají co největší množství vody z papíru, dosažitelné mechanickým tlakem. Zbývající voda může být pak z papíru odpařena jeho průchodem přes povrch jednoho nebo více sušicích válců 20. Tyto způsoby odstranění vlhkosti jsou v oboru běžné. Dále je odborníkům v oboru zřejmé, že mohou být použity další způsoby odstranění vlhkosti, které nahradí nebo doplní výše uvedené způsoby, např. běžné použití plstěného pásu pro odstranění vlhkosti z papíru.

Podle příkladných aspektů vynálezu kontrolní stanice podle vynálezu je umístěna za sušicími válci 20, právě před tím, než je papír navíjen na cívku 32 hotového papíru. Přesněji, v příkladném provedení znázorněném na obr. 2 je kontrolní stanice umístěna nad válcem 30, který následuje po válci 31, v poloze označené čarou A-A. Válec 30 může být tvořen nepohyblivou nerezovou trubkou o průměru šest palců (152,4 mm). Odborníkům v oboru bude zřejmé, že kontrolní stanice může být umístěna na různých místech za sestavou 99

pro nanášení proužků, nebo může být využita více než jedna kontrolní stanice pro kontrolu papírového pásu. Tak příkladná termografická kontrolní stanice 300 působí na papírovém pásu 17 v místě 300a, přednostně za sušicími válci 20, nebo alternativně v jiném místě 300a' papírového pásu 17 před sušicími válci 20.

Na obr. 2 a 3 obsahuje termografická kontrolní stanice 300 přednostně zdroj 310 záření přiléhající k papírovému pásu 17 v místě 300a nebo blízko něho a řídicí obvod 330 je funkčně spojený se snímačem 320 a zdrojem 310 tak, že výstupní signál snímače 320 je přijímán a zpracován řídicím obvodem 330. Přednostně jsou zdroj 310 a snímač 320 konstruovány v souladu s výše uvedenými poznatky a přednostně působí po celé příčné části papírového pásu 17 při jeho průchodu místem 300a.

Řídicí obvod 330 je přednostně naprogramován nebo jinak uspořádán aby obsahoval vyhledávací tabulku 340 nebo jinou formu databáze nebo algoritmus realizující vztah signálu získaného z čidla 320 k základní hmotnosti papírového pásu 17 nebo jiné zvolené vlastnosti papírového pásu 17. Například řídicí obvod 330 může odkazovat na vyhledávací tabulku 340 realizující vztah snímačového signálu ke změnám základní hmotnosti papírového pásu v daném čase (t), jak je znázorněno na obr. 9.

Výstup řídicího obvodu 330 je přednostně předáván na monitor 360 a/nebo do řídicí jednotky 370 a 380. Řídicí jednotka 370 je programována nebo jinak uspořádána pro nastavení činnosti sestavy 99 pro nanášení proužků v odezvě na měření základní hmotnosti v proužkovaných oblastech papírového pásu 17 kontrolní stanicí 300, zatímco řídicí jednotka 380 je programována nebo jinak uspořádána pro řízení výroby papírového pásu 17 z vláknitého materiálu. Řídicí obvod 330 termografické kontrolní stanice 300, řídicí jednotka 370

sestavy 99 pro nanášení proužků a řídicí jednotka 380 výroby papírového pásu 17 mohou být provozovány koordinovaně pro monitorování, charakterizování a řízení různorodosti pohybuujícího se pásu cigaretového papíru obsahujícího proužky podle vynálezu. Tepelný výstup zdroje 310 je třeba výhodně zvolit tak, aby teplo prostupovalo téměř okamžitě hloubkou (tloušťkou) papírového pásu tak, že přechodný tepelný účinek vytvářený zdrojem 310 se projevuje v podstatě po rovině papírového pásu 17 při jeho postupu k snímači 320, s pouze minimálními nebo nematoucimi účinky, přisouditelnými vlivu proměnné tloušťky papírového pásu.

PŘÍKLAD

Papírové vzorky byly nařezány na obdélníky o rozměrech přibližně 30 mm krát 50 mm a byly pak zavěšeny do hliníkového rámu, který se dotýkal vzorků podél jejich okraje. Rám byl schopen přidržovat šest vzorků. Povrch rámu byl opatřen hladkým černým nátěrem, který se blížil spektrální odezvě černého tělesa. Tak povrch rámu přiléhající ke vzorkům poskytoval porovnání pro vyhodnocení jednotnosti budícího pole a kamerové odezvy.

Způsob využíval širokopásmové pulsní buzení vytvářené dvěma zábleskovými lampami Balcar®. Lampy poskytly tepelný puls trvající přibližně 10 μ s. Špičkové povrchové teploty byly odhadnuty na méně než 30 °C nad okolní teplotu bez známek trvalých změn v papíru. Výsledné nízkoúrovňové tepelné gradienty v papíru byly monitorovány s použitím infračervené kamery Raytheon Radiance HS® umístěné na stejné straně vzorků jako papír. Obr. 4 ilustruje geometrii zkoušky znázorňující povrch 400 držáku vzorku, kolmý k optické ose kamery 410, dvojici zábleskových lamp 420 a datovou sběrnou a synchronizační jednotku 430.

Kamera Radiance HS® obsahuje 256 x 256 indium/antimon (InSb) pole ohniskové roviny a má schopnost detekovat rozdíly ekvivalentní teploty černého tělesa tak nízké jako 0,025 mK. Byla použita 25 mm čočka v kombinaci se vzdáleností kamery od vzorku, která poskytla zorné pole 10 cm x 10 cm. Toto uspořádání bylo zvoleno tak, aby v zorném poli kamery byla celá šířka držáku vzorků. Technika InSb detektoru byla zvolena z několika důvodů. Za prvé v porovnání s populárnějšími a méně nákladnými kamerami s polem ohniskové roviny platina/křemík (PtSi), které mají kvantovou účinnost menší než 10 %, InSb detektor má vysokou kvantovou účinnost větší než 85 %. Za druhé, výstupní elektronika InSb kamery poskytovala „snímkový“ sběr dat. Tato schopnost umožňuje integrování všech 66 536 CCD detektorů během stejného časového úseku. Kombinace vysoké účinnosti, souběžné integrace detektorů a dvanácti bitového digitálního výstupu poskytla požadovanou prostorovou rozlišitelnost a požadovanou rychlou odezvu. Vzorky byly běžně kontrolovány s použitím obrazového kmitočtu 120 Hz.

Pro uspořádání přístrojové techniky a zjištění citlivosti způsobu pro detekování jemných rysů v cigaretovém papíru byla použita předběžná sada vzorků. Doba tepelné difuze byla však odhadnuta s použitím běžné tepelné difusivity $0,003 \text{ cm}^2/\text{s}$ jiných materiálů z celulózových vláken. Použití typické tloušťky papíru 0,045 mm dává tepelný přechodný čas v řádu 4 ms. Tepelný gradient kolmý k povrchu papíru se rozptyluje velmi rychle a neočekává se jeho pozorování přítomným způsobem.

Obr. 5(a) je zobrazení vzorku obdržené 33 ms po budicím pulsu. Úroveň šedé stupnice udává relativní povrchovou teplotu papíru. Jedinečné rozložení hmoty se jasně projevuje rozdílným ohřátím vzorku. Obr. 5(b) je stejný vzorek 492 ms po záblesku. Je jasné, že mnoho z morfologických podrobností se ztratilo.

Navíc, tepelná ztráta k rámu vzorku se projevuje strmým gradientem podél okraje vzorku. I když teplota vzorku je vyšší než teplota prostředí několik sekund po záblesku, malé podrobnosti zůstávají. To naznačuje, že pozorované podrobnosti nejsou závislé na povrchu, ale naznačují rozložení materiálu v objemu papíru.

Pro vyšetření vlivu povrchu papíru byl stejný vzorek zobrazen z opačné strany. Obr. 6(a) a 6(b) porovnávají výsledek. Všimněte si, že morfologické znaky se transponují a naznačují, že pozorovaná různorodost je přítomna v objemu vzorku. Vzorek byl otočen kolem osy x.

Druhá skupina vzorků byla použita pro kvantitativní charakterizování papírů, kde byla propustnost modifikována změnami přísady uhličitanu vápenatého (CaCO_3) a jemností vláken. Výrobní údaje pro tyto materiály jsou uvedeny v tabulce 1. Charakterizace homogenního provedení papíru poskytla základ pro interpretaci výsledků získaných pro proužkovaný papír.

Tabulka 1 předkládá údaje týkající se cigaretového papíru s rozsahem propustnosti a základní hmotnosti. Odchytky v hmotnosti jsou udávány jako horní a spodní kontrolní mez procesu. Odchytky propustnosti jsou udávány jako standardní odchytky vzorků odebrané v oblasti vyhodnocovaných vzorků.

Tabulka 1

kód papíru	200	354	362
základní hm. (g/m^2)	$26,0 \pm 0,2$	$26,5 \pm 0,2$	$27,0 \pm 0,2$
propustnost (CU)	$64 \pm 9,5$	$83 \pm 5,9$	$91 \pm 10,9$

Pro zajištění společné časové základny a budicího toku byly uvedené tři papíry ohřívány současně. Analýza tepelných odezev byla dosažena vymezením obdélníkové pozorované oblasti, která obsáhla přibližně 80 % povrchu vzorku. Obr 7 ilustruje průměrný úbytek tepla v pozorované oblasti. Ačkoliv statistická způsobilost způsobu nebyla přesně vyhodnocena, úroveň uspořádání křivek je shodná s úrovní uspořádání očekávaného z rovnice 1. Papír o nejnižší základní hmotnosti vykázal nejvyšší počáteční teplotu, zatímco vzorek o nejvyšší hmotnosti vykázal nejmenší ohřátí. Prostorově zprůměrovaný signál odráží průměrnou základní hmotnost určitého typu vzorku a posiluje výklad, že podrobná mezivzorková morfologie je důsledkem místních odchylek hmotnosti. Obr. 8 ilustruje úbytek variačního koeficientu v pozorované oblasti. Variační koeficient je jedním měřítkem kontrastu ve zobrazení a poskytuje kvantifikovaný výsledek ztráty podrobností ilustrované na obr. 5(b). Fyzicky úbytek variačního koeficientu odráží v rovině tepelný přenos v papíru. Vyrovnání různých oblastí o různé hustotě snižuje odchylky v zobrazení.

Obr. 9 znázorňuje závislost tepelné odezvy na celkové základní hmotnosti. Je zřejmé, vzhledem k tabulce 1, že základní hmotnost je ve vzájemném vztahu s propustností. Zvětšení hmoty má za následek vyšší tepelnou kapacitu a nižší teplotu. Obr. 10 ilustruje citlivost způsobu a je odvozen ze strmostí z obr. 9 pro každý čas. Citlivost je největší v dřívějších časech.

Zatímco způsoby optické odrazivosti byly vyvinuty pro rychlé měření rozměrů proužku v rovině základního papíru, rychlé prostředky posuzování rovnoměrnosti rozložení hmoty a propustnosti jsou s nimi kombinovány pro uskutečnění kontroly proužkovaných papírů v reálném čase. Proužky jsou vytvářeny ukládáním vysoce rafinovaných lněných vláken na povrch

standardního cigaretového papíru, zatímco základní papír je ještě vlhký. T umožňuje dostatečnou pohyblivost vláken proužku pro pronikání do základního papíru. Výsledkem je kombinace mechanického a vodíkové vazby dvou vrstev do jedné struktury. Výsledný papír může mít docela vysokou prostupnost spojenou se základním materiálem (např. 45 CU) a mnohem nižší propustnost (např. 10 CU) v proužkované oblasti.

Mikrostruktura jakéhokoliv materiálu má významný dopad na transportní vlastnosti jako je propustnost a tepelný přenos. Obr. 11 znázorňuje mikrosnímky z řádkovacího elektronového mikroskopu srovnávající morfologii základního papíru s morfologií proužku. Obr. 11(a) je pohled na příčný průřez. Zvýšená hustota proužku je jasně viditelná nalevo. Obr. 11(b) je pohled shora. Nižší hustota spojená s větší délkou vláken základního papíru (vpravo) je snadno odlišitelná od hustšího proužku. Oba obr. 11(a) a 11(b) ilustrují zvýšenou hustotu spojenou s vysoce rafinovanými vlákny v proužku.

Obr. 12 je tepelné zobrazení vzorku proužkovaného papíru získané 33 ms po ohřívacím pulsu. Rozdělení hmoty proužku je jasně viditelné jako tmavý obdélník na spodu zobrazení. Navíc je také ilustrována spojitost v morfologii základního papíru. Tak zobrazení poskytuje mapu rozdělení hmoty ve vzorku. Všimněte si, že když je tento vliv hmoty souhlasný s výsledky ilustrovanými na obr. 9 je tento výsledek opačný k tomu, který by byl očekáván extrapolací korelace základní hmotnosti s propustností (tj. nižší propustnost dává nižší signál). Rozdíl může být přisouzen rozdílům v mikrostrukturách. Menší odchylka v základní hmotnosti základního papíru byla dosažena změnou rozdělení CaCO_3 a možná vláken. Tyto výrobní parametry mírně modifikují mikrostrukturu ovládající cesty průtoku vzduchu a prostupnost. Na rozdíl od toho, byly proužky vytvořeny s použitím vláken mnohem kratších než v základním

materiálu. Výsledkem je mnohem hustší papír s významně odlišnou mikrostrukturou. Takže v později uvedeném případě je zvětšení hmoty doprovázeno poklesem propustnosti.

Vynález byl popsán prostřednictvím příkladu v souvislosti s detekcí proužků umístěných na cigaretovém papíru. Běžnému odborníkovi v oboru bude však zřejmé, že vynález nabízí detekování jakékoliv informace vytvořené v plošném materiálu. Například vynález může být použit pro detekování proužků na jiných papírech, včetně papírů připravených pro zabezpečovací účely, např. bankovky, akciové certifikáty, převoditelné dluhopisy na doručitele apod.

Prostřednictvím použití pulsně buzené termografie vynález prokazuje rychlé vyhodnocování rozdělení hmoty v rovině v cigaretových papírech. Analýza přidružené tepelné odezvy umožňuje charakterizaci jemných odchylek vlastních výrobnímu procesu papíru. V dané soustavě výrobních parametrů a celkovém typu mikrostruktury (např. základního papíru nebo mikrostruktury proužku) popsáný ohřívací způsob může odrazit rozdělení propustnosti ve vzorku.

Vaše popsaná příkladná provedení jsou určena k ilustrování všech aspektů spíše než k omezení vynálezu. Tak je vynález způsobilý k mnoha obměnám v podrobném provedení, která mohou být odvozena ze zde obsaženého popisu odborníkem v oboru. Předpokládá se, že všechny obměny a modifikace spadají do rozsahu a myšlenky vynálezu jak je definován v následujících nárocích.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob kontroly atributu papírového pásu obsahující kroky:

pohybování papírovým pásem po dráze;

v prvním místě na dráze ohřívání alespoň části papírového pásu;

v druhém místě na dráze v odstupu od prvního místa, snímání tepelné charakteristiky napříč alespoň části papírového pásu a vytváření signálu udávajícího tepelnou charakteristiku; a

zpracování signálu podle předem stanoveného vztahu mezi signálem a atributem pro vytvoření výstupu udávajícího atribut papírového pásu.

2. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že papírový pás obsahuje cigaretový papír.

3. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že papírový pás obsahuje proužkovaný cigaretový papír.

4. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že atributem je základní hmotnost papíru.

5. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že ohřev je prováděn s použitím jedné nebo více ohřívacích lamp, laserů, mikrovln a/nebo elektromagnetických indukci.

6. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že ohřev je prováděn s použitím širokopásmového pulsního budicího zdroje.

7. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že ohřev postupuje v podstatě okamžitě po celé tloušťce papírového pásu.

8. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že snímání je prováděno použitím infračervené kamery.

9. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že kamera obsahuje detektor na bázi InSb.

10. Způsob podle nároku 1, vyznačující se tím, že ohřívání a snímání působí oboje napříč celé příčné části papírového pásu.

11. Zařízení pro kontrolu atributu papírového pásu obsahující:

prostředek pro pohyb papírového pásu po dráze;

v prvním místě na dráze prostředek pro ohřívání alespoň části papírového pásu;

v druhém místě na dráze v odstupu od prvního místa, snímač pro vytváření signálu udávajícího tepelnou charakteristiku napříč části papírového pásu;

procesor pro zpracování signálu podle předem stanoveného vztahu mezi signálem a atributem papírového pásu pro vytvoření výstupu udávajícího atribut papírového pásu.

12. Zařízení podle nároku 11, vyznačující se tím, že papírový pás obsahuje cigaretový papír.

13. Zařízení podle nároku 11, vyznačující se tím, že papírový pás obsahuje proužkovaný cigaretový papír.

14. Zařízení podle nároku 12, vyznačující se tím, že atributem je základní hmotnost papíru.

15. Zařízení podle nároku 11, vyznačující se tím, že ohřívací prostředek obsahuje jednu nebo více ohřívacích lamp, laserů, mikrovln a/nebo elektromagnetických indukčních prostředků.

16. Zařízení podle nároku 11, vyznačující se tím, že ohřívací prostředek je širokopásmový pulsní budicí zdroj.

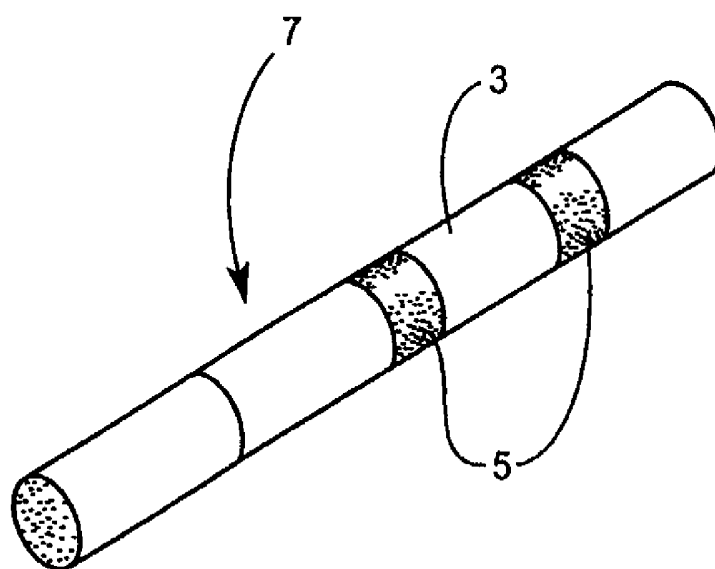
17. Zařízení podle nároku 11, vyznačující se tím, že ohřívací prostředek vytváří ohřev v podstatě okamžitě po celé tloušťce papírového pásu.

18. Zařízení podle nároku 11, vyznačující se tím, že snímací prostředek je infračervená kamera.

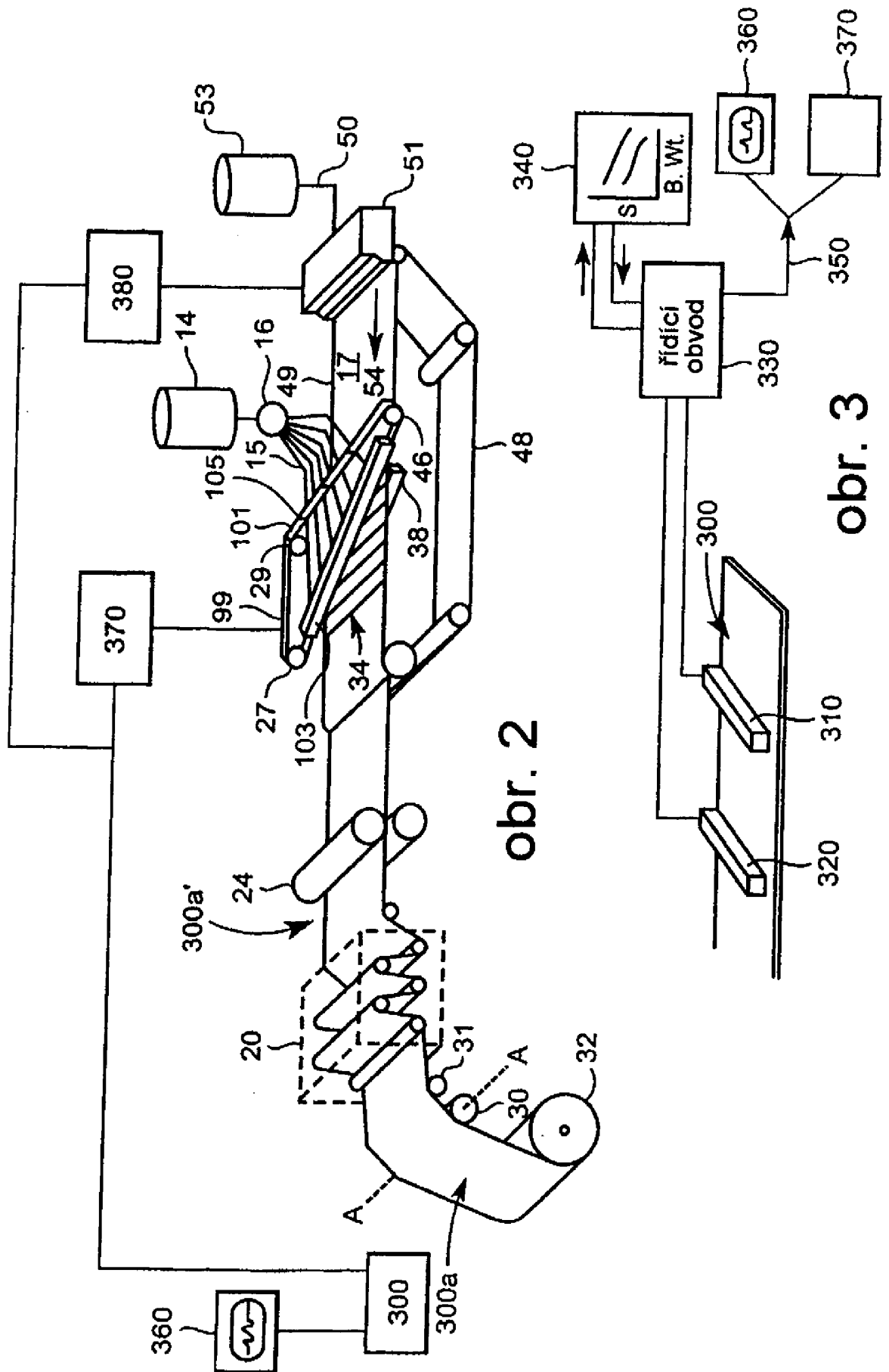
19. Zařízení podle nároku 11, vyznačující se tím, že kamera obsahuje detektor na bázi InSb.

20. Zařízení podle nároku 11, vyznačující se tím, že ohřívací prostředek a snímací prostředek působí oba napříč celé příčné části papírového pásu.

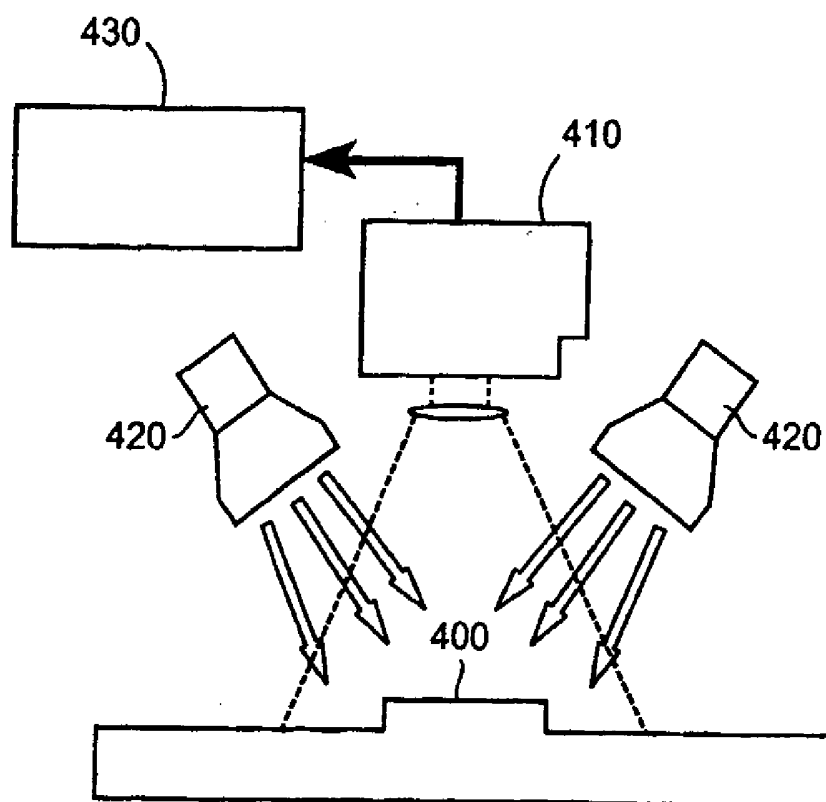
1/8



obr. 1



3/8



obr. 4

$t = 33 \text{ ms}$



obr. 5A

$t = 492 \text{ ms}$



obr. 5B

přední strana



obr. 6A

X

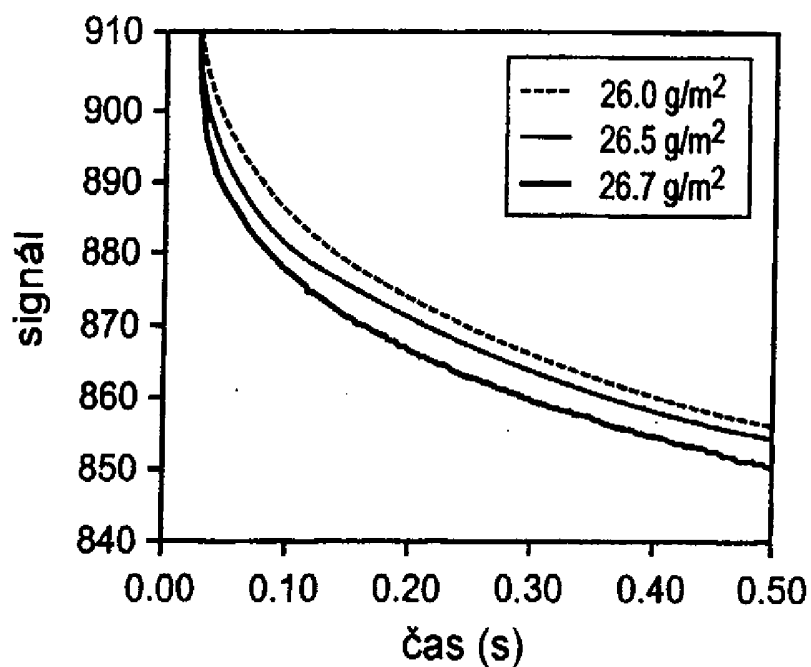


zadní strana



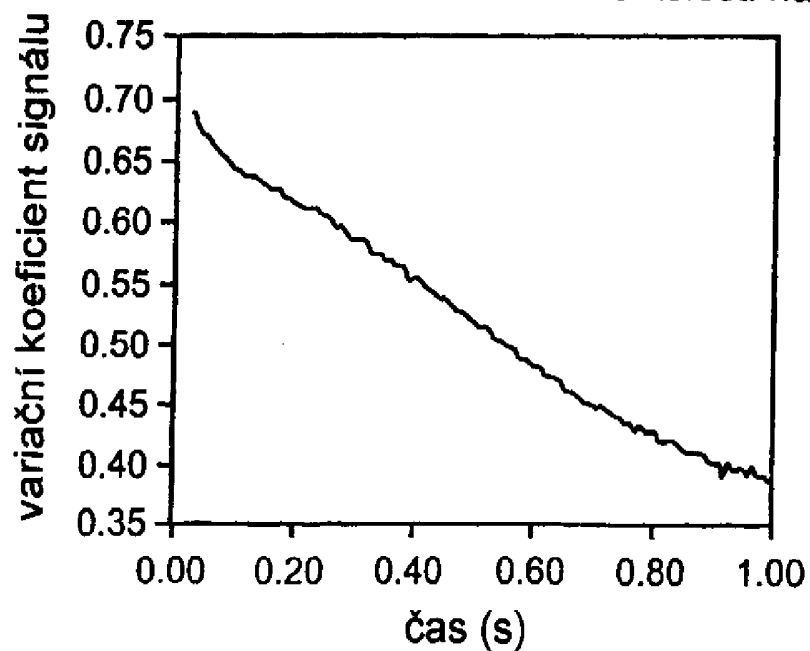
obr. 6B

signál pro papíry o různé základní hmotnosti



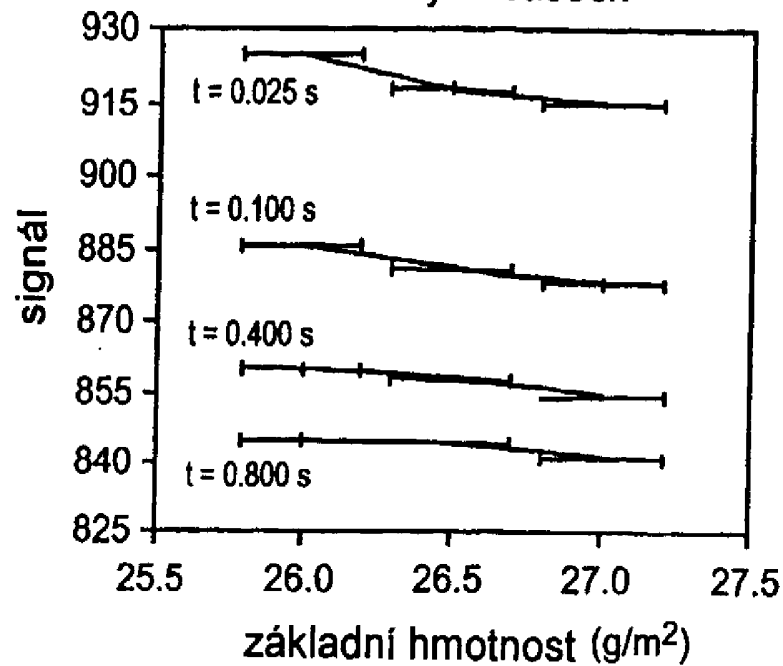
obr. 7

variační koeficient vzorku v závislosti na času



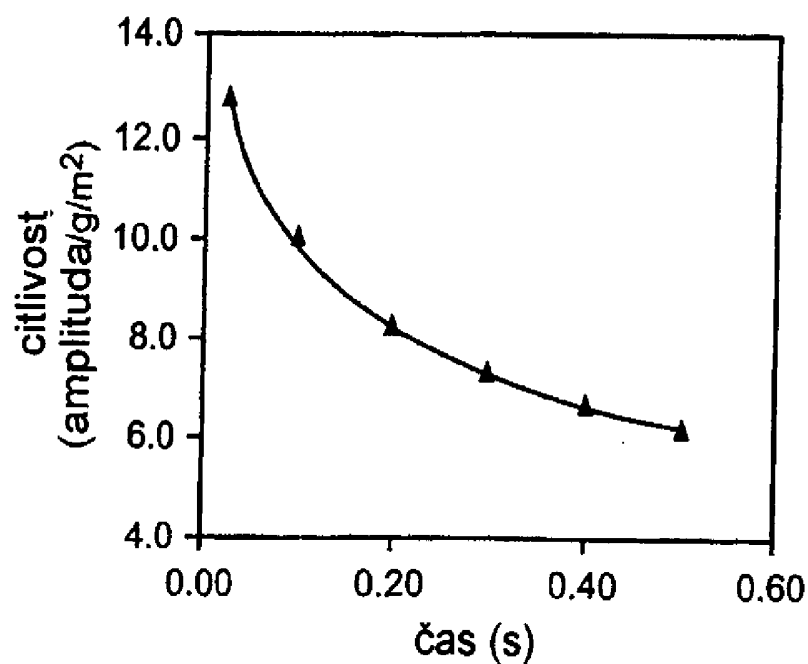
obr. 8

závislost signálu na základní hmotnosti
v různých časech



obr. 9

citlivost signálu k základní hmotnosti



obr. 10

$t = 33 \text{ ms}$ 

obr. 5A

 $t = 492 \text{ ms}$ 

obr. 5B

přední strana



obr. 6A

zadní strana



obr. 6B

X

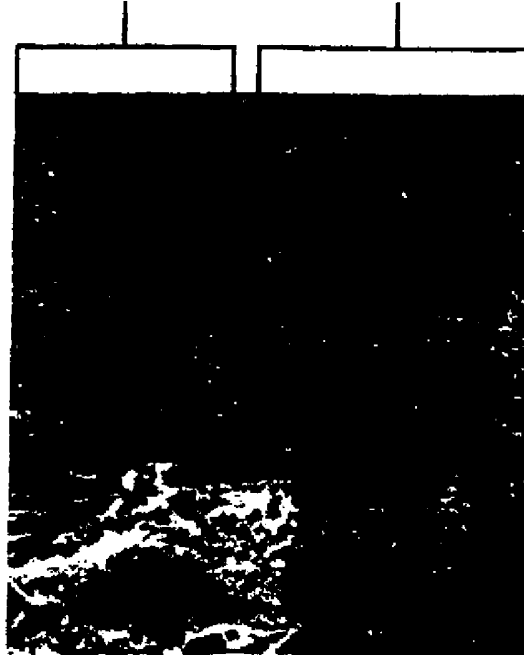


7/8

nanesený
proužekzákladní
papír

10 μm

obr. 11A

nanesený
proužekzákladní
papír

100 μm

obr. 11B



obr. 12