RNDr. Jaroslav J o ch m a n, VÚHU

Přístroj na měření obsahu vody ve vložkách pryžotextilních dopravních pásů

1. Úvod

Mezi nejdůležitější parametry, které ovlivňují kvalitu spojování pryžotextilních dopravních pásů vulkanizací za tepla patří obsah vody v textilních vložkách. Negativní působení vody v procesu vulkanizace spoje se obzvlášť projevuje u nerovnoměrně opotřebených pásů, kdy hrozí vznik dutin, které patří k nejčastějším příčinám havárií spojů dopravních pásů.

Nejvyšší povolená hodnota vlhkosti pásu je dle údajů výrobce GIM Púchov 1 %. Této hodnotě odpovídá obsah vody v textilních vložkách cca 2 %, protože obsah vody v pryžových krycích vrstvách je zanedbatelný.

V SHR ani jinde v ČSSR nebyla dosud k dispozici žádná metoda stanovení obsahu vody ve vložkách pryžotextilních dopravních pásů použitelná v podmínkách povrchových dolů a proto výrobce předepisuje v technologickém postupu spojování vysoušení obou konců pásu s odstupňovanými textilními vložkami na spodní části vulkanizační soupravy při teplotě 110 °C po dobu tří hodin.

Vysušování pásu pomocí vulkanizační soupravy je velmi časově a energeticky náročné, přičemž při malém obsahu vody v textilních vložkách vznikají zbytečné časové a energetické ztráty a naopak při vysokém obsahu vody není zaručeno dokonalé vysušení dle požadavků technologického postupu.

Měření obsahu vody ve vložkách pryžotextilních dopravních pásů odstraňuje časové a energetické ztráty a zaručuje dodržování technologického postupu dle požadavků výrobce dopravních pásů.

Vzhledem k výše uvedeným důvodům byl v letech 1981 - 83 na MFF UK v Praze vyvinut ve spolupráci s VÚHU Most k.ú.o.

způsob stanovení obsahu vody ve vložkách pryžotextilních dopravních pásů /PV - 72 79 - 83/ a přístroj na měření této veličiny výše uvedeným způsobem.

2. Princip měření

Měření obsahu vody ve vložkách pryžotextilních dopravních pásů je založeno na měření admitance /převrácené hodnoty impedance/ kondenzátoru, jehož dielektrikum tvoří upravený dopravní pás. Úprava pásu je shodná s odstupňováním jeho textilních vložek před spojováním, tj. provádí se strženim pryžové krycí vrstvy a jednotlivých vložek.

Při měření je dielektrikum kondenzátoru tvořeno částí upraveného pásu se třemi nebo dvěmi vložkami a jednou pryžovou krycí vrstvou. Volná napěťová elektroda s ochranným prstencem se přikládá na obnažený textil, druhou část kondenzátoru ze strany vodivé pryžové krycí vrstvy tvoří uzeměná kovová deska.

Obsah vody lze obecně stanovit na základě měření jak reálné tak i imaginární složky admitance. U daného typu přístroje však k měření využíváme pouze reálné admitance, její vodivostní část. Imaginární část admitance /kapacitní složka/ je automaticky vyvažována varikapy zapojenými v jedné větvi měřicího můstku. Napětí úměrné reálné části admitance je měřeno ručkovým přístrojem na čelní straně přístroje. Stupnice přístroje musí být ocejchována po tři nebo dvě textilní vložky.

3. Technická data

Napájecí napětí:	220 V ± 10 %	50 Hz
Příkon:	6 VA	
Rozměry:	šířka 200 mm	
	výška 140 mm	
	délka 250 mm	
Hmotnost	4,1 kg	

Měřicí sonda: rozměry: výška 120 mm
průměr 100 mm
hmotnost: 8 kg
provedení: tříelektrodový kondenzátor s ochranným prstencem

Rozsah měření:

a/ pásy se třemi vložkami
0 - 1 000 g H_2O / m^2
500 - 1 500 g H_2O / m^2 /posunutý rozsah při stlačeném tlačítku + △ /

b/ pásy se dvěmi vložkami
0 - 500 g / m^2
250 - 750 g / m^2 /posunutý rozsah při stlačeném tlačítku + △ /

Přesnost: ± 5 % nominálního rozsahu

4. Popis přístroje

Přední část / obr. 1/

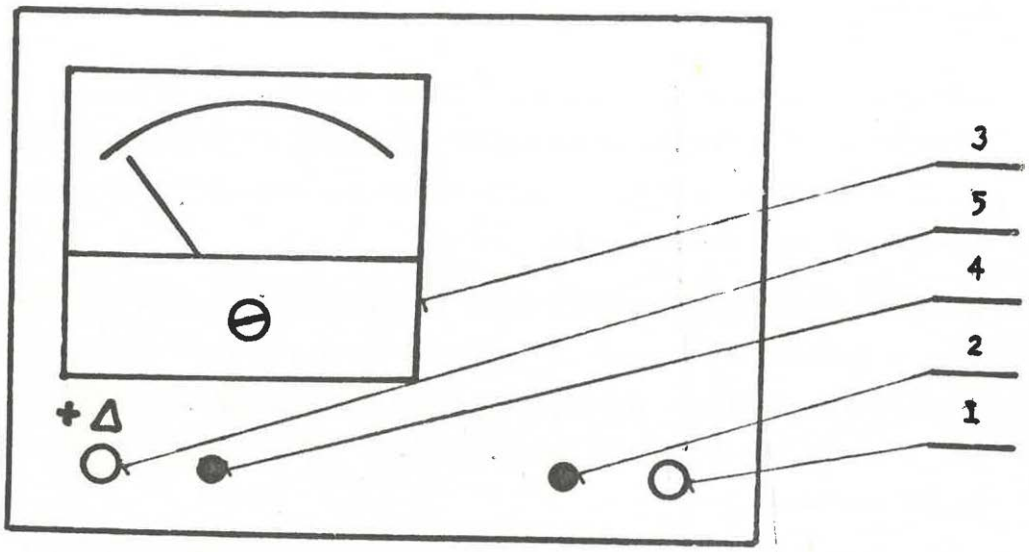
1 - tlačítko zapínání a vypínání přístroje

2 - žlutá svítivá dioda /LED/ indikující zapojení přístroje

3 - ručkový přístroj se stupnicí pro měření obsahu vody

4 - červená svítivá dioda /LED/ indikující, že měřená hodnota je mimo nastavený rozsah přístroje

5 - tlačítko pro změnu rozsahu přístroje



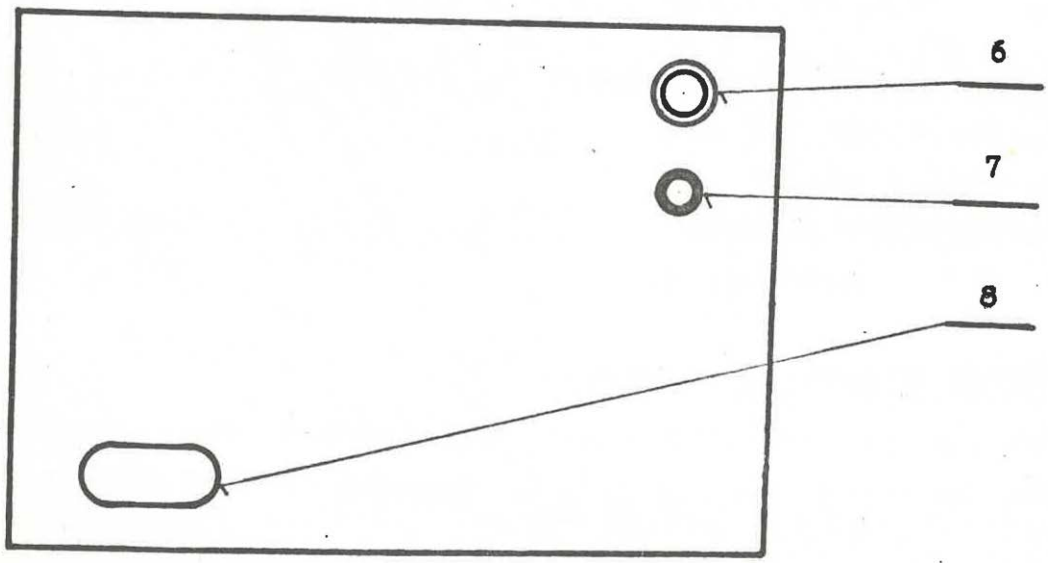
obr. 1 Přední část

Zadní část /obr. 2/

6 - konektor pro připojení přístroje k měřicímu kondenzátoru(volné napěťové elektrodě)

7 - zemnicí svorka pro uzemění kovové podložky tvořící elektrodu měřicího kondenzátoru

8 - zásuvka pro připojení přístroje do sítě.



5. Obsluha přístroje

a/ Upravený dopravní pás položíme vodivou pryžovou krycí vrstvou na uzeměnou kovovou podložku. Uzemění lze provést vodivým spojením podložky se zemnicí zdířkou na zadní straně přístroje.

b/ Volnou napěťovou elektrodu spojenou koaxiálním přívodem s přístrojem položíme v měřeném místě na obnažené textilní vložky. Vzniká měřicí kondenzátor. Nerovnosti a voda na povrchu vložek ovlivňují negativně přesnost měření.

c/ Přístroj zapojíme do sítě a zapneme tlačítkem 1, zapojení signalizuje svítivá žlutá dioda 2.

d/ Pokud nesvítí červená dioda 4, odečteme obsah vody v textilních vložkách na stupnici přístroje. Pokud červená dioda svítí, změníme tlačítkem 5 rozsah přístroje.

Upozornění: při měření se nesmíme dotýkat volné napěťové elektrody, jejíž části jsou spojeny s ochranným prstencem. Jinak narušíme funkci ochranného prstence a výsledky mohou být chybné.

6. Funkce přístroje

Přístroj na měření obsahu vody ve vložkách pryžotextilních dopravních pásů se skládá z těchto částí:

1. Zdroj napájecího napětí
2. Generátor 100 kHz
3. Měřicí můstek
4. Detektor signálu
5. Měřicí kondenzátor

6.1. Zdroj napájecího napětí

Pro napájení přístroje byl zkonstruován zdroj symetrického stabilizovaného napětí ± 12 V. Správná činnost zdroje je

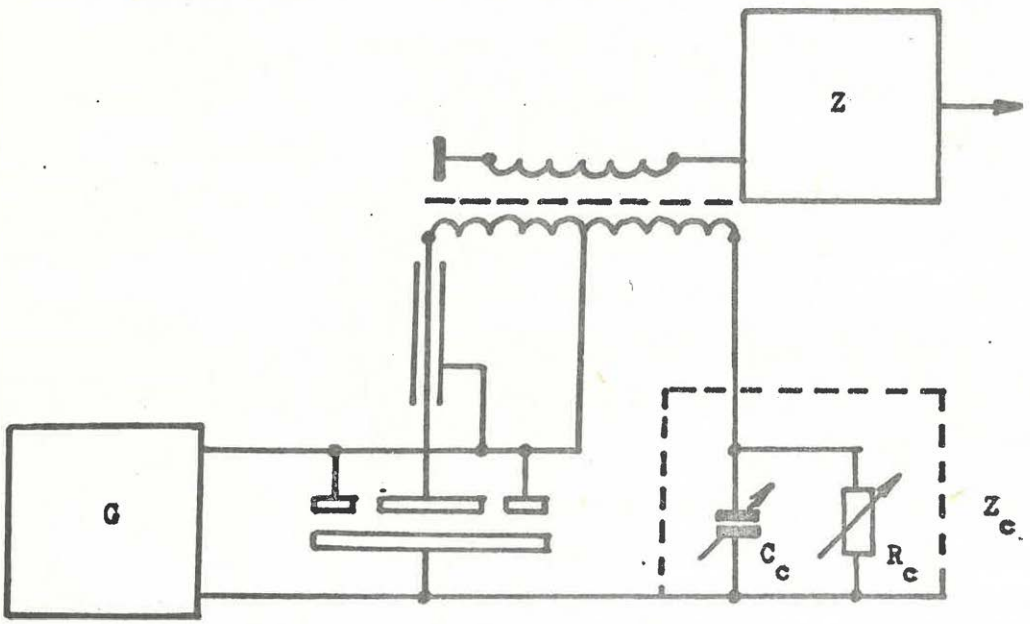
indikována luminiscenční diodou.

6.2. Generátor 100 kHz

Frekvence generátoru 100 kHz se ukazuje jako nejvýhodnější, protože při této frekvenci lze použít běžně dostupných tuzemských elektronických prvků a citlivost měření je dostatečná. Podstatné zvýšení frekvence by mohlo znamenat zvýšení přesnosti měření, ale vzrostly by nároky na konstrukci měrného můstku a synchronního detektoru.

6.3. Měřicí můstek

Funkce transformátorového měřicího můstku je zřejmá z obr.3. Výstupní napětí z generátoru G se přivádí na střední svorku primárního vinutí transformátoru. Měřicí kondenzátor je připojen mezi jednu krajní svorku primáru a zemi, mezi druhou krajní svorkou primáru a zemí je připojena vyrovnávací impendance Z_c tvořená paralelní kombinací kondenzátoru C_c a odporu R_c.



Obr. 3 Schema transformátorového měřicího můstku

Transformátor je konstruován tak, že jeho vstupní impedance je velmi malá. Spády napětí na primárním vinutí jsou proto zanedbatelné a oběma sekcemi primáru protékají proudy úměrné admitanci měřicího kondenzátoru, resp. vyrovnávací admitanci $Z_c^{-1} = j\omega C_c + R_c^{-1}$. Oba proudy mají opačný smysl, takže v sekundárním vinutí se indukuje napětí, resp. proud s amplitudou přímo úměrnou rozdílu obou admitancí. Po zesílení zesilovačem Z se tento signál přivádí na vstupy detektorů. Signálové napětí můžeme pokládat za součet dvou složek, které jsou navzájem proti sobě fázově posunuty o 90^o. Amplituda jedné složky je úměrná rozdílu kapacit měřicího kondenzátoru a srovnávací admitance, amplituda složky druhé rozdílu jejich vodivostí.

Ke stanovení obsahu vody využíváme vodivostní složky. Kapacitní složka, která by měla několikrát větší amplitudu a mohla by tím nepříznivě ovlivnit funkci detektoru, se automaticky kompenzuje nastavením kapacity C_c v porovnávací větvi můstku. Vyrovnávací admitance Z_c^{-1} je v přístroji realizována pomocí kondenzátoru a dvou paralelně zapojených varikapů.

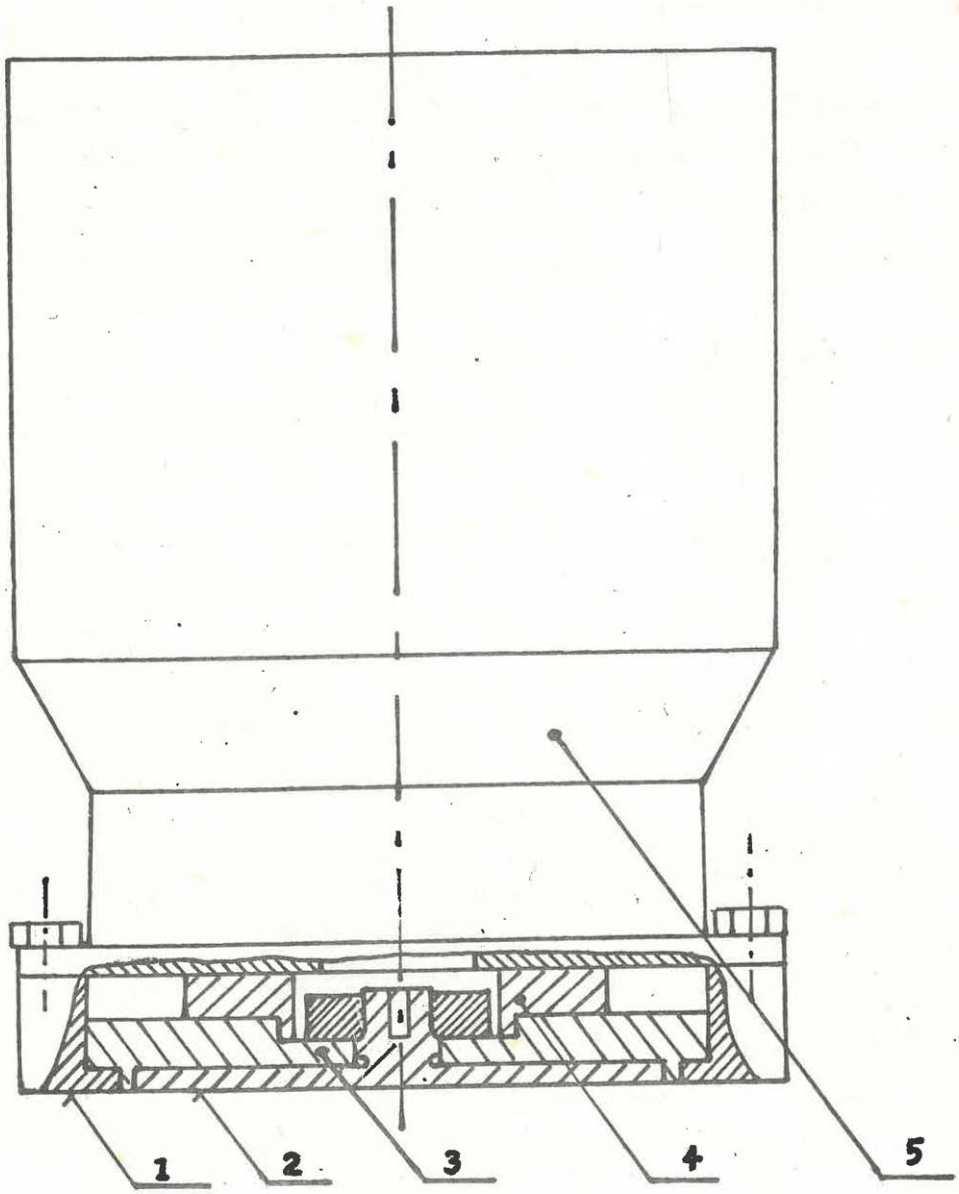
6.4. Detektor signálu

Zesílený signál z měřicího můstku je dále zpracováván dvojicí synchrondetektorů, realizovaných integrovanými obvody MAA 661. Synchrondetektor vybírá z detekovaného střídavého signálového napětí pouze jeho jednu složku, jejíž fáze je shodná s fází referenčního čili řídicího napětí. Výstupní napětí synchrondetektoru je úměrné amplitudě této složky a mění svou polaritu při změně její polarity. Referenční napětí má stejnou frekvenci jako napětí signálové a přivádí se na druhý, řídicí vstup synchrondetektoru.

Protože kapacitní složka signálového napětí z můstku několikanásobně převyšuje složku vodivostní, zahltila by při nevyrovnaném můstku již při malém obsahu vody v textilních vložkách synchrondetektory. Pro plné využití dynamického rozsahu synchrondetektoru je proto tato složka vykompenzována varikapy zapojenými ve vyrovnávací větvi můstku. Nevyrovnaný stav měřicího můstku je indikován červenou svítivou diodou 4.

6.5. Měřicí kondenzátor

Volná napěťová elektroda je konstruována jako dvouelektrodová s ochranným prstencem, druhá část kondenzátoru je tvořena libovolnou uzemněnou vodivou kovovou podložkou. Dielektrikum představuje upravený dopravní pás, přičemž měřená hodnota admitance je závislá na obsahu vody v textilních vložkách. Volná napěťová elektroda je znázorněna na obr. 4.



Obr. č. 4 Volná napěťová elektroda

Ochranný prstenec 1 homogenizuje elektrické pole na okraji měrné elektrody 2. Tím se eliminuje vliv parazitních kapacit a kapacita mezi měrnou elektrodou a spodní elektrodou je podstatně lépe definována. Na elektrodách 1 a 2 je přibližně stejný potenciál, což je nutné pro správnou funkci ochranné elektrody. Znamená to ovšem, že během měření se nesmíme dotýkat měřicího kondenzátoru, neboť by se vytvářel svod a zatěžoval se nedefinovatelně měrný obvod.

Teflonový prstenec 3 slouží ke středování měrné elektrody 2 a výškově je tato elektroda nastavena teflonovým kroužkem 4. Přítlak elektrody je zajišťován závažím 5, které je vodivě spojeno s ochranným prstencem. Volná napěťová elektroda je s elektronickou částí přístroje propojena koaxiálním kabelem o impedanci 75 Ω. Délka kabelu nesmí být větší než 5 m, neboť kabel by kapacitně příliš zatěžoval měrný obvod.

7. Měření a vyhodnocení výsledků

Z ověřovacích zkoušek, které se uskutečnily ve VÚHU Most k.ú.o., je zřejmé, že přístrojem lze provádět poměrně přesná a reprodukovatelná měření za předpokladu, že provedeme ocejchování stupnice pro dané podmínky měření, t.j. pro daný typ dopravního pásu a teplotu pásu /hlavně pokud požadujeme měření během vysoušení/. Cejchování stupnice je do určité míry závislé na geometrii volné napěťové elektrody, proto nedoporučujeme záměny elektrod u jednotlivých přístrojů.

Měřené hodnoty jsou velmi dobře reprodukovatelné, rozdíly měřené veličiny na různých místech dopravního pásu jsou způsobeny nerovnoměrným rozdělením vody v textilních vložkách nebo rozdílným počtem vložek v místech kde dochází k překládání vložek.

Nejvyšší povolená vlhkost je 1 %, t.j. cca 200 g vody/m^2.

Ve velmi nepříznivých podmínkách je obsah vody v dopravním pásu až 800 g/m^2, běžné hodnoty obsahu vody u pásů, které

nejsou chráněny proti vnikání vody jsou 400 až 500 g vody/m^2.

Dopravní pásy provozované v suchém prostředí a pásy dlouhodobě skladované v krytých skladech vykazují minimální obsah vody v textilních vložkách. Totéž platí o pásech dodávaných přímo od výrobce.

Lze předpokládat, že použitím přístroje na stanovení obsahu vody v textilních vložkách dopravních pásů odpadnou časové a energetické ztráty zbytečným sušením u značného počtu spojů dopravních pásů prováděných v podmínkách SHR.

Pravidelným využíváním přístroje lze zaručit ve všech případech splnění náročných požadavků technologie spojování dopravních pásů vulkanizací za tepla a tím vytvořit podmínky pro zvýšení životnosti a spolehlivosti spojů dopravních pásů.

Literatura:

/1/ Doc. dr. Roman Bakule,CSc. a kol. Stanovení obsahu vody v kostrách dopravních pásů Praha MFF UK 1982

/2/ RNDr. Jaroslav Jochman a kol. PV - 72 79 - 83

/3/ Dokumentace dodávaná k měřiči vlhkosti typ MV 01 - 07 MFF UK Praha 1983

S h r n u t í

Přístroj na měření obsahu vody ve vložkách pryžotextilních dopravních pásů

V článku je popsán princip měření, technická data přístroje, popis a obsluha přístroje. Zvláštní pozornost je věnována popisu funkcí jednotlivých částí přístroje a výsledkům měření.

Recenzoval: d.t. Jiří Kutal
GŘ SHD Most