

**KONTINUÁLNE MERANIE A REGULOVANIE OBSAHU
SUŠINY ŠPENÁTOVÉHO PRETLAKU**

JOZEF BIRTOK

Pri výrobe mrazeného špenátového pretlaku je dôležité vedieť obsah sušiny. Príslušná norma predpisuje minimálny obsah sušiny špenátového pretlaku 6,4 %. Obsah sušiny sa teraz laboratórne meria a kontroluje nasledovným spôsobom: Odoberatá vzorka sa odváži a po rozotretí s morským pieskom sa nechá 20—30 minút vysušiť do konštantnej váhy pod infralampou. Lampa je vzdialená maximálne 15 cm od povrchu vzorky. Po opätovnom zvážení výpočtom zistíme percento sušiny v materiáli.

Táto metóda má tie nevýhody, že je pomerne zdĺhavá a neposkytuje možnosť súčasného kontinuálneho regulovania obsahu sušiny a ani dodatočného nastavenia žiadaného obsahu sušiny v hotovom výrobku.

Požiadavky a podmienky

Na základe príslušnej platnej normy a prevádzkových skúseností boli na meranie obsahu sušiny v špenátovom pretlaku kladené tieto požiadavky:

1. Prístroj musí merať obsah sušiny v špenátovom pretlaku kontinuálne s presnosťou $\pm 0,1$ % obsahu sušiny, nezávisle od teploty pretlaku;
2. možnosť priameho odčítania obsahu sušiny;
3. regulovať obsah sušiny tak, že nad 7 % obsahu sušiny privádza sa vhodná štava do pretlaku v takom množstve, aby obsah sušiny špenátového pretlaku bol pri plnení 7,0 %;
4. možnosť inštalovania prístroja v prevádzke;
5. možnosť použitia prístroja pri výrobe iných druhov výrobkov.

Z uvedených požiadaviek vyplýva, že

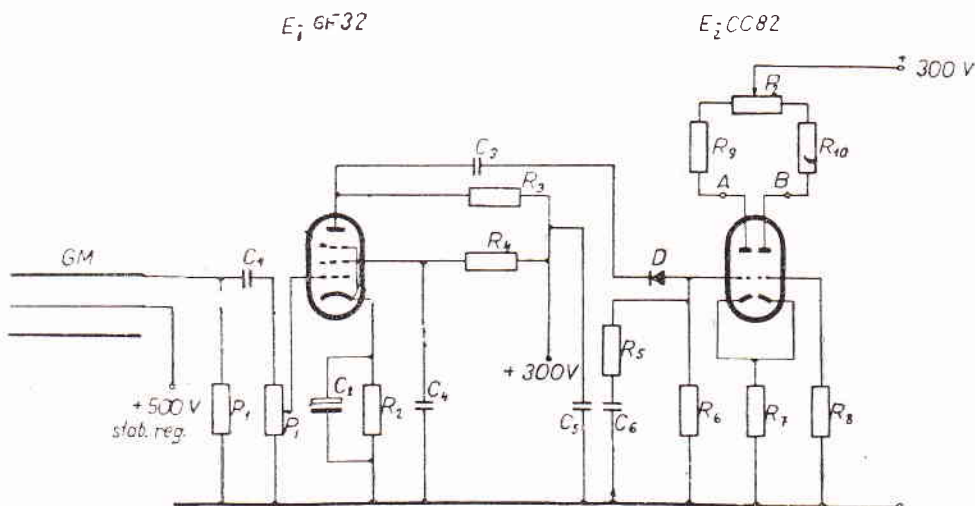
1. teplotu pretlaku pred vstupom do meracej kyvety je potrebné nastaviť na určenú stále rovnakú teplotu. Meracia kyveta musí byť prietoková. Pre žiadanú presnosť treba vhodne voľiť geometrické rozmery kyvety, druh a aktivitu žiaríča a konečne treba zaručiť stabilný chod elektronickej časti prístroja.
2. Prístroj musí byť vybavený ukazovacím meracím prístrojom kalibrovaným na obsah sušiny v percentách.
3. Prístroj nad 7,0 % obsahu sušiny musí uvádzať do chodu vhodnú regulačnú časť, pomocou ktorej vyšší obsah sušiny sa zníži až na požadovanú hodnotu.
4. Konštrukcia prístroja musí byť čo najjednoduchšia, musí zniesť prevádzkové pomery a treba zabezpečiť dokonalú ochranu proti žiareniu.

5. Splnením bodov 1 až 4 vyhovuje sa aj požiadavke 5 s tým, že použitie prístroja pri iných výrobkoch vyžaduje vhodne volené geometrické rozmery meracej kyvety a vhodnú voľbu druhu a aktivity žiariča.

Po uvážení týchto podmienok navrhli sme jednotlivé funkčné časti prístroja. Pritom sme mali stále na zreteli to, aby merač a regulátor sušiny dal sa používať tak u tradičných špenátových liniek ako aj u liniek mechanizovaných a automatizovaných ako samostatná jednotka, ktorá neporuší technológiu a výrobný proces ani v jednom z uvedených prípadov.

Návrh prevádzkovej meracej časti

Po vyskúšaní viacerých zapojení meracej časti a so stálym zreteľom na uvedené požiadavky, vypracovali sme dvojelektrónkové zapojenie meracej časti, ktorej schému vidno na obr. 1.



Obr. 1.

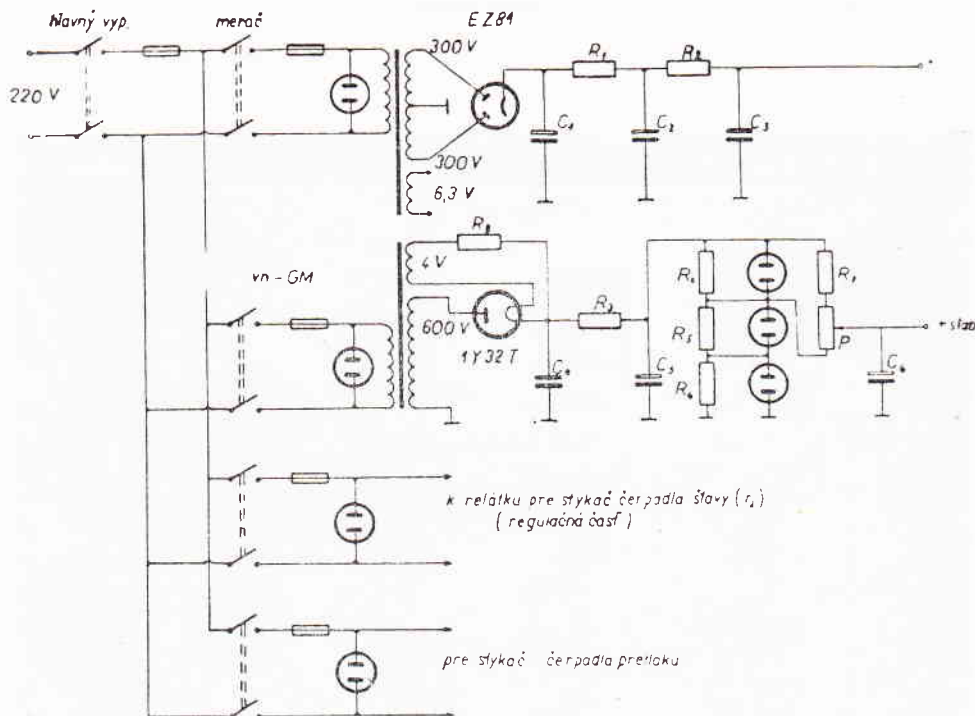
Z hľadiska funkčného možno na nej rozlišovať vstupnú, zosilňovaciu a vyhodnocovaciu časť, ktorá je ďalej spojená s ukazovateľom hodnoty obsahu sušiny a regulačnou časťou. Meracia časť je napájaná zo sieťového prúdu pomocou samostatného usmerňovacieho zdroja, ktorého schéma je na obr. 2.

Vstupná časť sa skladá z pracovného odporu R_1 , oddeľovacieho kondenzátora C_1 a Geiger-Müllerovej trubice. Geiger-Müllerová trubica je napájaná z časti usmerňovača s vysokým napätím cez stabilizátor a regulátor napätia. Pri prelete beta častíc Geiger-Müllerovou trubicou vzniklé impulzy vstúpia na pracovnom odpore R_1 cez oddeľovací kondenzátor C_1 do zosilňovacej časti.

Zosilňovacia časť pozostáva zo zvyklého zosilňovacieho obvodu elektrónky E_1 — 6F 32. Impulzy z oddeľovacieho kondenzátora C_1 cez regulátor citlivosti P_1 dostanú sa na prvú mriežku elektrónky E_1 . Elektrónka E_1 je v normálnom zosilňovacom zapojení s katódovým odporom R_2 a katódovým konden-

zátorom C_2 , pomocou ktorých sa získa potrebné predpätie na prvej mriežke elektrónky E_1 .

Regulátor citlivosti potenciometer P_1 slúži súčasne ako regulovateľný mriežkový odpor. Napájanie druhej mriežky sa deje pomocou zrážacieho odporu R_4 ; prúd druhej mriežky je filtrovaný kondenzátorom C_4 . Zosilnené signály získame pomocou pracovného odporu anódy R_3 , ktoré sú po výstupe cez oddeľovací kondenzátor C_3 ďalej spracované vo vyhodnocovacej časti.



Obr. 2.

Vyhodnocovacia časť pozostáva z usmerňovača impulzov a mŕstkového elektrónkového voltmetra. Uvedené zapojenie elektrónkového voltmetra bolo zvolené pre jeho vynikajúcu linearitu a stabilitu, čo je jedna z najprísnejších požiadaviek pri meraní obsahu sušiny špenátového pretlaku. Pre tento elektrónkový voltmeter, ktorý je vlastne symetrickým zosilňovačom s elektrónkou E_2 — ECC 82 platí

$$\Delta I_B = -\Delta U_1 \frac{S}{2 + \frac{R_B}{R_1} + \frac{R_B}{R_2}} \quad (A) \quad (1)$$

kde ΔI_B — diferenčný prúd medzi anódami dvoch systémov elektrónky;

ΔU_1 — zmena napätia mriežkového prúdu pri prvom — vstupnom — systéme elektrónky;

S — strmosť elektrónok;

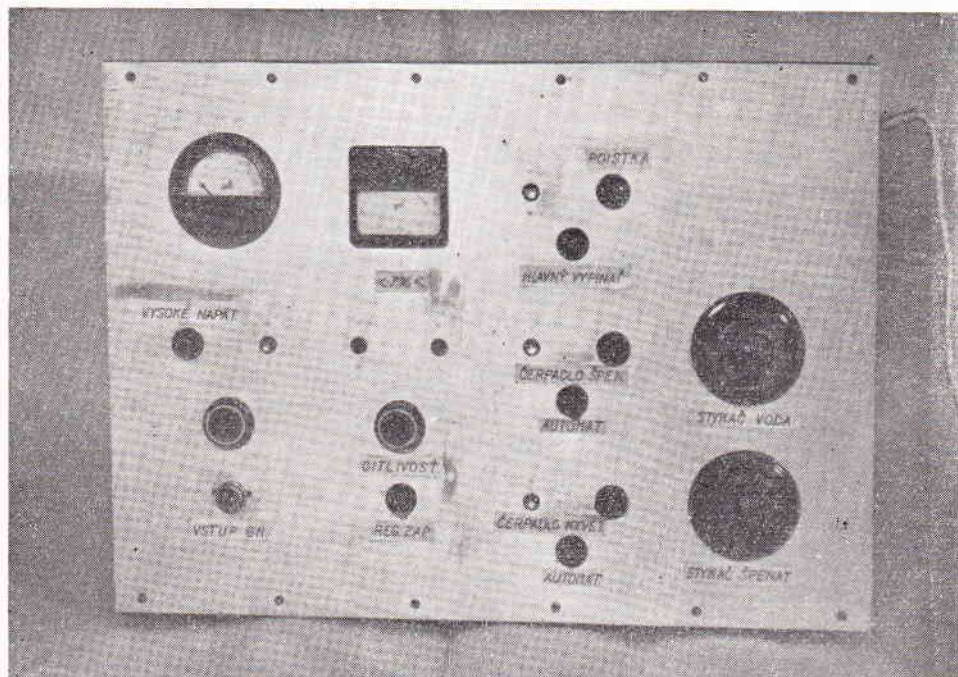
R_b — odpor medzi anódami dvoch systémov elektrónky — odpor medzi bodmi A a B, čiže rezultantný odpor ukazovateľa obsahu sušiny a relátkového obvodu regulačnej časti;

R_1 — vnútorný odpor elektrónok;

R_a — anódový odpor elektrónok.

V prípade, že $R_b \ll R_1$ a $R_b \gg R_a$ platí vzťah

$$\Delta I_B = - \Delta U_1 \frac{S}{2} \quad (\text{A}) \quad (2)$$



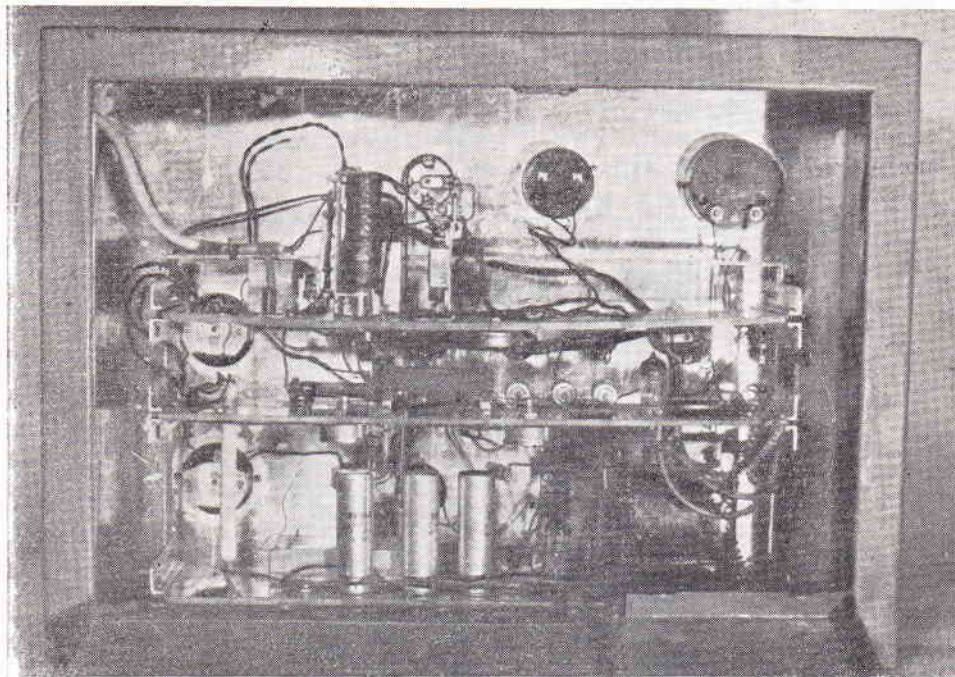
Obr. 3.

čo je aj v našom prípade. Treba k tomu ešte dodať, že linearita je závislá jedine od hodnoty katódového odporu R_7 . Hodnotu tohto spoločného katódového odporu obidvoch systémov elektrónky treba tak voliť, aby začiatkový pracovný bod elektrónok bol asi v prvej štvrtine lineárnej časti charakteristiky elektrónok nad zakrivenou časťou. V našom prípade je táto hodnota katódového odporu R_7 v medziach 50 až 60 kohm.

Z hľadiska elektrického prvá vetva elektrónkového mostkového zapojenia sa skladá z vnútorného odporu prvého systému elektrónky, anódového odporu R_a a mriežkového odporu R_{g1} ; druhá vetva z vnútorného odporu druhého systému elektrónky, anódového odporu R_{10} a mriežkového odporu R_{g2} . Pre vyrovnanie výrobnej tolerance vnútorných odporov obidvoch systémov elektrónky a tolerance

medzi anódovými — R_9 a R_{10} — a mriežkovými odpormi — R_6 a R_7 — slúži potenciometer P_2 . Filtračný obvod pozostávajúci z odporu R_5 a kondenzátora C_6 slúži na tlmenie a formovanie usmernených impulzov. Tento obvod ináč nenaruší rovnováhu mostkového zapojenia, nakoľko v tejto časti sa pracuje už len s rovnomernými impulzmi napätia, ktoré sú práve pomocou tlmiaceho kondenzátora C_6 galvanicky oddelené.

Ako to už bolo pri vysvetlivke (1) naznačené, indikátorom tohto mostkového zapojenia je ukazovateľ obsahu sušiny a relátková časť regulačnej časti, ktoré reprezentujú hodnotu odporu medzi anódami obidvoch systémov elektrónky — R medzi bodmi A a B.



Obr. 4.

Pohľad na kompletný prístroj ako aj usporiadanie jednotlivých častí prístroja je vidieť na obraze 3 a 4.

Treba tu ešte spomenúť napájaciu časť prístroja (obr. 2), kde sme kládli zvláštny dôraz na filtráciu napájacích napätí. Ináč je zapojenie obvyklé. Anódové napätie elektrónok E_1 a E_2 je usmernené elektrónkou EZ 81 a filtrované filtračným členom R_1 — R_2 a C_1 — C_3 .

Pre Geiger-Müllerovu trubicu prúd je usmernený elektrónkou 1Y 32 T. Pre žhavenie elektrónky bolo použité vinutie transformátora o napätí 4 V, ktoré je zrážané pomocou odporu R_8 na potrebných 1,2 V. Prvé filtrovanie obstaráva filtračný člen R_3 a C_4 , C_5 . Potom nasleduje stabilizovanie napätia s tromi tlejivkami a deličom R_4 , R_7 , P — R_5 — R_6 . Dodatočné filtrovanie robí kondenzátor C_6 .

V tejto časti prístroja je umiestnený vypínač regulačnej časti a vypínač stykača pre čerpadlo špenátového pretlaku.

Použitý žiarič, meracia kyveta a Geiger-Müllerova trubica

Pri meraní obsahu sušiny špenátového pretlaku sme používali žiarič Sr 90 — Y 90 o celkovej aktivite 20 mc typu SIC. 4.

Tento žiarič má:

rozmery — šírka 20 mm, dĺžka 128 mm;

rozmery aktívnej zóny: šírka 3 mm, dĺžka 114 mm;

špecifickú aktivitu: 2 mc/cm;

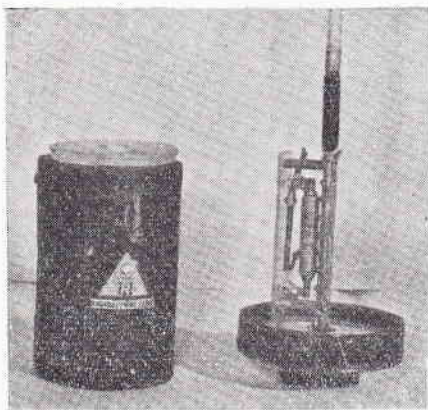
maximálnu energiu žiarenia: $E_{\max \text{ Sr } 90} = 0,6 \text{ MeV}$

$E_{\max \text{ Y } 90} = 2,2 \text{ MeV}$

polčas rozpadu: 29 rokov

Maximálny počet rozpadov: $7,4 \cdot 10^8$ rozpadov/sek — 1 c = $3,7 \cdot 10^{10}$ rozp./sek;
1 mo = $3,7 \cdot 10^7$ rozp./sek. typ rozpadu: -e.

Použitá meracia kyveta je na obr. 5. Kyveta je zostavená z dvoch hliníkových fólií o hrúbke 0,1 mm, medzi ktorými sa nachádza rozperná vložka z nerezocle



Obr. 5.

o hrúbke 1,5 mm. Hliníkové fólie sú pritlačené z oboch strán k rozpernej vložke pomocou dvoch rámov s priebežnými skrútkami. Rozmery výrezu v rámoch zodpovedajú rozmerom aktívnej zóny žiariča. Vonkajšie rozmery rámov sú totožné s geometrickými rozmermi žiariča. Tak isto veľká je aj rozperná vložka, ku ktorej je pripevnená vstupná a výtoková trubica. Hliníková fólia je z Al 99,5 na tvrdo valcovaná pre zabezpečenie konštantnej hrúbky vrstvy prežiareného špenátového pretlaku.

Ako to už bolo spomínané, hrúbka rozpernej vložky, čiže aj hrúbka prežiarenej absorpčnej vrstvy špenátového pretlaku je 1,5 mm. Túto hrúbku sme volili jednak z toho dôvodu, aby bol umožnený bezprekážkový prestup špenátového pretlaku cez meraciu kyvetu, jednak z toho dôvodu, aby k meraniu bolo využité jedine rozpadové žiarenie izotopu Y 90 s max. energiou 2,2 MeV.

Najprv sme hodnotu experimentálne priblížili k hrúbke špenátového pretlaku potrebnej pre celkovú absorpciu rozpadového žiarenia Sr 90 o max. energii 0,6 MeV. Potom sme výpočtom potvrdili správnosť hodnoty nameranej hrúbky 1,5 mm. Vo výpočtoch sme postupovali takto:

Nakoľko ide o energie $E_{\max} > 0,5$ MeV, na masový absorpčný koeficient platí

$$u / \rho = \frac{22}{E_{\max}^{4/3}} \quad (3)$$

čiže

$$u = \frac{22 \cdot \rho}{E_{\max}^{4/3}} \quad (\text{cm}^{-1}) \quad (4)$$

kde $E_{\max} = 0,6$ MeV.

Berme najprv absorpčný koeficient v hliníkových fóliách, kde $\rho_{\text{Al}} = 2,7 \text{ g/cm}^3$.

$$\text{Bude teda } u_{\text{Al}} = \frac{22 \cdot 2,7}{0,5^{4/3}} = 114 \text{ cm}^{-1}$$

Pri špenátovom pretlaku pre hodnotu ρ_s sme volili rozmedzie 1,0 až 1,2 g/cm³. (Pri hodnote ρ špenát = 1,1 g/cm³ je obsah sušiny špenátového pretlaku 9,1 %). Výpočet uvádzame na volené krajné hodnoty a pre strednú hodnotu, čiže

$$\rho_s = 1,0; \quad \rho_s = 1,1 \text{ a } \rho_s = 1,2 \text{ g/cm}^3.$$

Bude teda podľa (4)

$$u_{1,0} = \frac{22}{0,6^{4/3}} = 42,3 \quad \text{cm}^{-1}$$

$$u_{1,1} = \frac{22 \cdot 1 \cdot 1}{0,6^{4/3}} = 46,5 \quad \text{cm}^{-1}$$

$$u_{1,2} = \frac{22 \cdot 1 \cdot 2}{0,6^{4/3}} = 50,8 \quad \text{cm}^{-1}$$

Použitím týchto hodnôt je teraz potrebné zistiť resultantnú intenzitu žiarenia po jeho prestupe cez meráciu kyvetu. Pre jednoduchší výklad a markantnejšie znázornenie predpokladajme, že radiačná intenzita má pred vstupom hodnotu 1.

Použitím výrazu na absorpciu beta žiarenia a za uvedeného predpokladu, že $I_0 = 1$ môžeme písať pre hliníkovú fóliu.

$$I_{\text{Al}} = e^{-u_{\text{Al}} \cdot d_{\text{Al}}} \quad (5)$$

čiže

$$I_{\text{Al}} = e^{-114 \cdot 0,01} = 0,32$$

Kde $d_{\text{Al}} = 0,01 \text{ cm}$ — hrúbka jednej hliníkovej fólie.

Ďalej pri špenátovom pretlaku, kde dosadíme vypočítané hodnoty

$u_{1,0}$, $u_{1,1}$, $u_{1,2}$ a $d_s = 0,15 \text{ cm}$ — hrúbka vrstvy špenátového pretlaku — dostane me, že

$$I_{1,0} = e^{-42,3 \cdot 0,15} = 0,0018$$

$$I_{1,1} = e^{-46,5 \cdot 0,15} = 0,0009$$

$$I_{1,2} = e^{-50,8 \cdot 0,15} = 0,00056$$

Celkový stupeň zoslabenia dostaneme znásobením hodnôt I. Nakoľko žiarenie musí prestupovať cez 2 hliníkové fólie, výrazy pre jednotlivé hodnoty budú nasledovné:

$$I_{\text{rez } 1,0} = I_{\text{Al}} \cdot I_{\text{Al}} \cdot I_{1,0} = I_{\text{Al}}^2 \cdot I_{1,0} \quad (6 \text{ a})$$

$$I_{\text{rez } 1,1} = I_{\text{Al}}^2 \cdot I_{1,1} \quad (6 \text{ b})$$

$$I_{\text{rez } 1,2} = I_{\text{Al}}^2 \cdot I_{1,2} \quad (6 \text{ c})$$

$$\text{čiže } I_{\text{rez } 1,0} = 0,32^2 \cdot 0,0018 = 0,000184$$

$$I_{\text{rez } 1,1} = 0,32^2 \cdot 0,0009 = 0,000092$$

$$I_{\text{rez } 1,2} = 0,32^2 \cdot 0,00056 = 0,000057$$

Ako je z uvedených výsledkov vidieť, resultantná intenzita žiarenia Sr 90 je proti jeho predpokladanej pôvodnej hodnote len radu 10^{-4} až 10^{-5} , čiže je zanedbateľná.

Pozrime sa teraz na pomery žiarenia izotopu Y 90 o $E_{\text{max}} = 2,2 \text{ MeV}$. Použitím výrazu (4) vypočítame podobným postupom hodnoty u.

$$u_{\text{Al}} = \frac{22 \cdot 2,7}{2,2^{4/3}} = 20,8 \text{ cm}^{-1}$$

$$u_{1,0} = \frac{22}{2,2^{4/3}} = 7,7 \text{ cm}^{-1}$$

$$u_{1,1} = \frac{22 \cdot 1,1}{2,2^{4/3}} = 8,5 \text{ cm}^{-1}$$

$$u_{1,2} = \frac{22 \cdot 1,2}{2,2^{4/3}} = 9,25 \text{ cm}^{-1}$$

Ďalej pre hodnoty I dostávame:

$$I_{\text{Al}} = e^{-20,8 \cdot 0,01} = 0,81$$

$$I_{1,0} = e^{-7,7 \cdot 0,15} = 0,31$$

$$I_{1,1} = e^{-8,5 \cdot 0,15} = 0,28$$

$$I_{1,2} = e^{-9,25 \cdot 0,15} = 0,25$$

Z tohto potom vyplývajú resultantné intenzity a to:

$$I_{\text{rez } 1,0} = I_{\text{Al}}^2 \cdot I_{1,0} = 0,65 \cdot 0,31 = 0,195$$

$$I_{\text{rez } 1,1} = 0,65 \cdot 0,28 = 0,175$$

$$I_{\text{rez } 1,2} = 0,65 \cdot 0,25 = 0,157$$

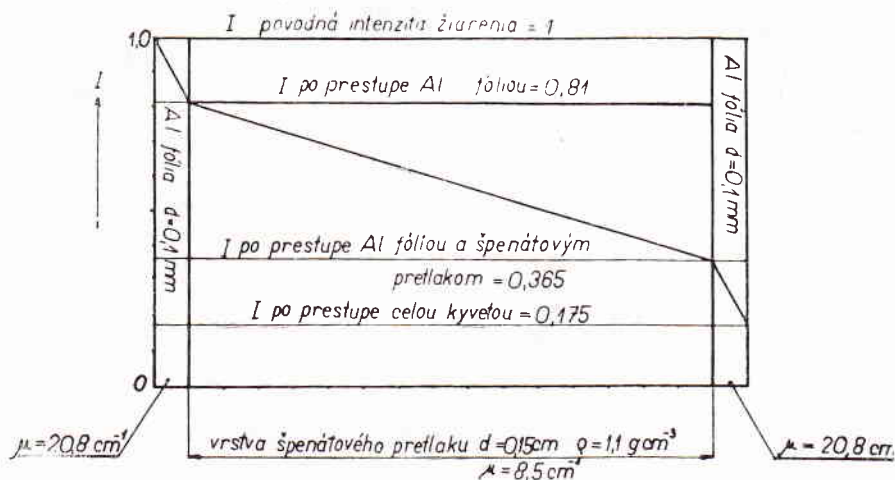
Tieto výsledky, o rad menšie ako predpokladaná hodnota 1, presvedčivo dokazujú správnosť voľby hrúbky prežiarenej vrstvy špenátového pretlaku. Pre znázornenie uvádzame na obr. 6 graf, ktorý ukazuje absorpciu žiarenia v meracej kyvete pre strednú hodnotu $I_{\text{rez } 1,1}^0$

Ako detektor sme použili Geiger-Müllerovu trubicu typu GM 16/50B. Tento typ sme zvolili z dvoch dôvodov. Trubica má halogénovú náplň a tak na rozdiel od vákuových trubíc vyžaduje pomerne nízke napájacie napätie (okolo 400 V namiesto asi 1.500 V), čo je veľmi výhodné hlavne v prevádzkových pomeroch vzhľadom na izolačné ťažkosti pri vyšších napätiach vo vlhkom prostredí. Dru-

hou výhodou je pomerne vysoká životnosť tohto typu trubíc, ktorá zabezpečí i viacsezónne použitie. Jedinou nevýhodou týchto trubíc je ich malá účinná dĺžka (50 mm), čo vyžaduje použitie žiariča o dostatočnej špecifickej aktivite.

V našom prípade špecifická aktivita je 2 mc/cm. Účinná dĺžka trubice je 5,0 cm, čiže k meraniu je využité čiste 10 mc, čo zodpovedá namerateľným počtom rozpadov $3,7 \cdot 10^8$ za sekundu pri geometrickom faktore 1,0 a účinnosti tru-

PRIEREZ KYVETY, $M = 100 : 1$



Obr. 6.

bice = 100 %. V usporiadaní použitej meracej kyvety je hodnota geometrického faktora 0,03 a účinnosť trubice $\eta = 0,65 \%$. Teoreticky máme teda namerať berúc do úvahy $I_{\text{rez } 1,1} = 0,175$,

$$3,7 \cdot 10^8 \cdot 0,03 \cdot 0,0065 \cdot 0,175 = 1,252 \cdot 10^4 \text{ imp/sek.}$$

Kontrolné merania v praxi dávali nám o niečo väčšie hodnoty (okolo $1,5 \cdot 10^4$ imp./sek.). Príčinou toho je, že Geiger-Müllerova trubica je umiestnená uprostred dĺžky aktívnej zóny a z krajných častí vystupujúce častice môžu tiež zasiahnuť trubicu.

Presnosť merania

Pri skúmaní otázky presnosti merania, vzhľadom na pomerne veľký počet impulzov, je potrebné sa zaoberať strednou relatívnou chybou, danou výrazom 7. Potrebným údajom pre výpočet strednej relatívnej chyby je počet nameraných impulzov za jednotku času. Treba voliť ešte časovú bázu, na ktorú vzťahujeme strednú relatívnu chybu. Nakoľko je cez kyvetu špenátový pretlak dopravovaný nepretržite, volíme za časovú bázu 1 minútu (odôvodnenie nasleduje). Dosađením do vzorca (7) dostaneme:

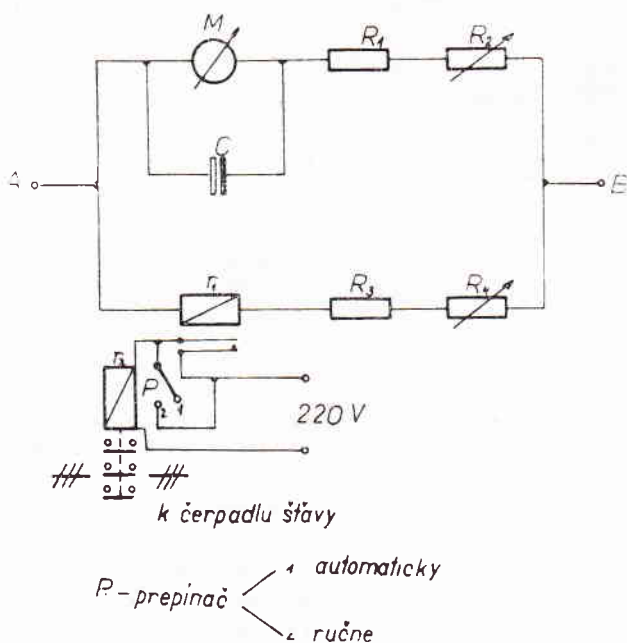
$$\sigma = - \frac{1}{\sqrt{n \cdot t}} \cdot 100 = \frac{100}{\sqrt{1,5 \cdot 10^4 \cdot 60}} = 0,105 \% \quad (7)$$

čo zodpovedá presnosti 0,00105.

Ukazovateľ a regulačná časť

Ako už bolo spomenuté, odpor R_0 medzi anódami obidvoch systémov elektrónky E_2 , čiže medzi bodmi A a B (pozri obr. 1) je reprezentovaný rezultantným odporom ukazovateľa a relátkovej časti regulátora. Zapojenie celého obvodu medzi bodmi A a B je na obraze 7.

Jedna vetva obvodu, ukazovacia, pozostáva z prístroja M, premosteného kondenzátorom C, z pevného a regulovateľného predradného odporu R_1 , resp. R_2 . Pomocou R_2 možno jemne regulovať rozsah prístroja v úzkych rozmedziach. Pôvodne



Obr. 7.

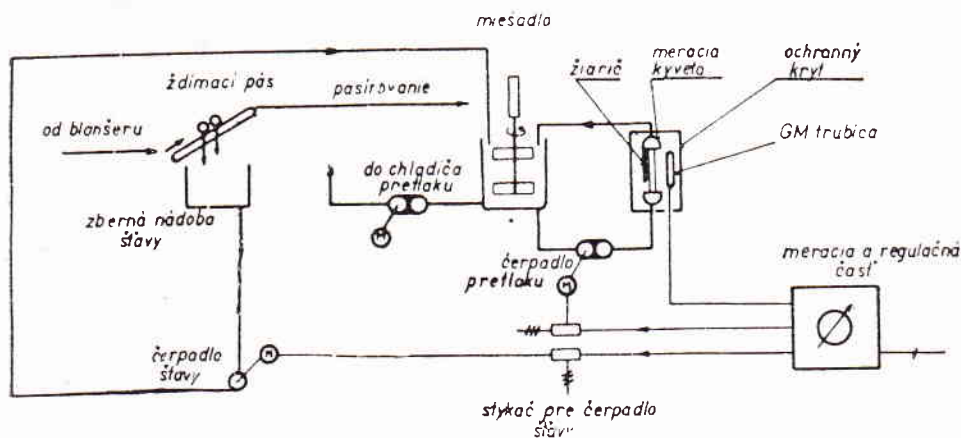
sme mali prístroj tak nastavený, aby v strednej polohe ukazoval 7,0 % obsahu sušiny. V tomto prípade pri celkovej výchylke ručičky rozsah merania bol medzi 6,4 až 7,6 % obsahu sušiny špenátového pretlaku. Pri nastavení odporu R_2 na maximálnu hodnotu možno rozsah posunúť smerom dolu, a to od 6,7 až do 5,5 % obsahu sušiny.

V druhej vetve, ktorá je obdobná ako prvá, sa nachádzajú taktiež predradné odpory R_3 a regulovateľný odpor R_4 , ďalej namiesto prístroja je zapojená cievka relátka r_1 . Odpor R_4 sme tak nastavili, aby relátko zapínalo pri obsahu sušiny

7,0 %. Treba tu ešte poznamenať, že pri ciachovaní ukazovacieho prístroja a súčasnom nastavení relátka, ktoré má zapínať pri požadovanej hodnote obsahu sušiny, treba dbať na vyregulovanie pomocou odporov R_2 a R_4 , nakoľko sa vzájomne ovplyvňujú.

Relátka r_1 priamo zapína stykač čerpadla šťavy, ktorá sa získa spod žmýkacieho pásu do zbernej nádoby. Pre prípad nutného vyprázdnenia zbernej nádoby alebo vyčistenia miešačky slúži prepínač automat-ručne, pomocou ktorého možno zapínať čerpadlo šťavy nezávisle od meracej a regulačnej časti.

Na obr. 8 je celkové usporiadanie zariadenia pre regulovanie obsahu sušiny. Ako z obrazu vidno, regulácia sa robí integračným spôsobom nasledovne: Od blanšéra prichádzajúce predvarené špenátové listy dostanú sa na žmýkací pás, pod ktorým je uložená zberná nádoba šťavy. Špenát sa dostane ďalej na mletie



Obr. 8.

a pasírovanie a potom do miešačky. Pretlak je z dolnej časti miešačky prepravovaný malým lopatkovým čerpadlom cez meraciu kyvetu naspäť do hornej časti miešačky. Prečerpávanie celého obsahu miešačky odľahčujúcim potrubím trvá asi 1 minútu (cez kyvetu prechádza len čiastka pretlaku). Treba tu poznamenať, že pri plnom chode plničiek obsah miešačky sa obnovuje počas 3 minút.

Podľa toho, aký je obsah sušiny pretlaku mení sa počet impulzov a podľa toho ukazuje ručička prístroja. Pri dosiahnutí a prekročení určitého obsahu sušiny, v našom prípade 7,0 %, zapne relátka r_1 stykač čerpadla šťavy a tak čerpadlo začne dopravovať šťavu do miešačky. Tento proces trvá až dovtedy, dokiaľ obsah sušiny neklesne na požadovanú hodnotu. Priebeh tohto procesu má trvať maximálne 1 minútu aj pri veľmi vysokom obsahu sušiny v surovine. Toto usporiadanie regulačného zariadenia má najväčšiu výhodu v tom, že naruší chod ostatných automatizačných prvkov a je použiteľné v rôznych iných výrobných linkách.

Meranie v prevádzke

Po inštalovaní prístroja do špenátovej linky bratislavského závodu začali sme merať za prevádzkových podmienok 23. V. 1962. Najprv sme preverili správnu funkciu prístroja tak, že sme kontrolovali obsah sušiny obvyklou laboratórnou metódou. Pre vzájomnú kontrolu boli brané vzorky z troch miest linky, a to tesne po mletí, pred vstupom do chladiča a z plničiek. Kontrola bola robená vždy s tromi paralelnými vzorkami. Získané stredné hodnoty sú uvedené v grafe na obraze 9.

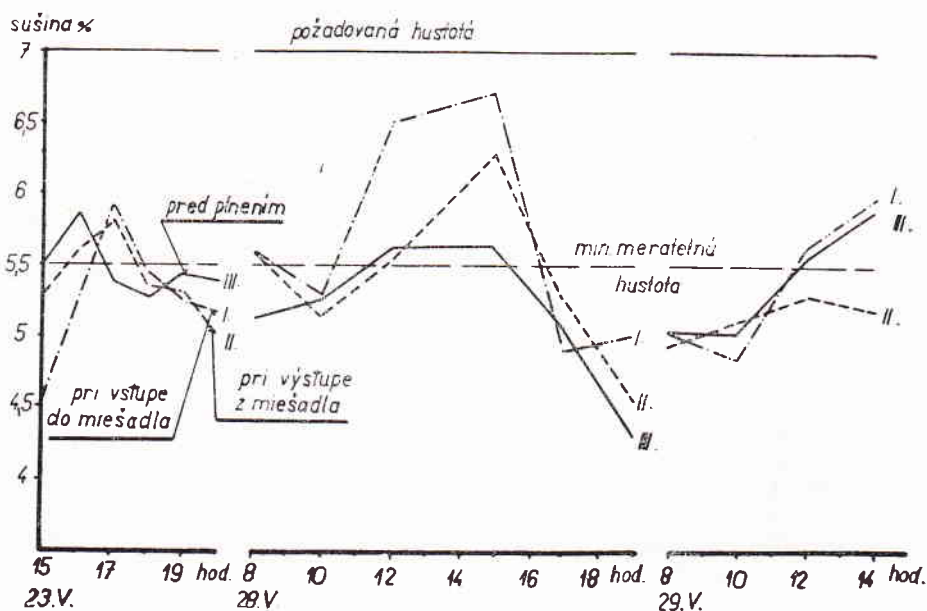
Na grafe je vyznačená požadovaná hodnota (7 %) a minimálne merateľná hodnota (5,5 %) obsahu sušiny. Ako je vidieť, požadovaná hodnota nebola v dňoch 23., 28. a 29. mája 1962 ani v jednom prípade dosiahnutá.

Po získaní údajov zo závodného laboratória a vzhľadom na nezvykle nízky obsah sušiny v surovine sme v ďalšom postupovali nasledovne: Rozsah ukazovateľa sme presunuli smerom dolu do medzí obsahu sušiny 5,5 % 6,7 %. Nakoľko v tomto prípade relátko r_1 (pozri obr. 7) zapína pri obsahu sušiny približne pri 6,1 %, vyradili sme z činnosti čerpadlo šťavy, aby nedošlo k ďalšiemu klesaniu obsahu sušiny.

Dňa 28. mája 1962 a v ďalších dňoch robili sme len merania pomocou prístroja — bez regulácie — súčasne s odberom vzoriek.

Podľa predpokladu prístrojom namerané hodnoty dobre súhlasili so strednou aritmetickou hodnotou obsahu sušiny vzoriek braných pri vstupe a výstupe z miešacej nádoby (grafy označené na obr. 9 s I. a II.) a nameraných laboratórne.

Výsledky týchto meraní dňa 28. a 29. mája 1962 uvádzame v tabuľke:



Obr. 9. Špenát.

Deň	Hod.	Suš. I.	Suš. II.	Stredná hodnota $\frac{I + II}{2}$	Prístrojom nameraná hodnota	Odchýlka
28. 5	8	5,60	5,60	5,60	5,60	0
	10	5,30	5,10	5,20	—	—
	12	6,50	5,50	6,00	5,90	—0,1
	14	6,60	6,00	6,30	6,25	—0,05
	16	6,75	6,70	6,73	6,75	+0,02
	18	4,80	4,80	4,80	—	—
29. 5.	8	5,00	5,00	5,00	—	—
	10	4,80	5,00	4,90	—	—
	12	5,60	5,25	5,43	—	—
	14	6,00	5,20	5,60	5,62	+0,02

Ekonomické vyhodnotenie

Použitie rádioizotopov v celom priemysle na meracie a automatizačné účely všeobecne prináša veľké úspory za pomerne nízkych nákladov. Veľké úspory vznikajú hlavne tým, že umožnia priamo v linkách kontrolovať také výrobné procesy, ktoré sú bez použitia rádioizotopov nákladné, komplikované, časovo náročné, alebo vôbec nemožné.

Podobná je situácia aj v mraziarenskom priemysle, a to najmä pri výrobe špenátového pretlaku. Možno dnes hovoriť, že za daných okolností reguláciu obsahu sušiny špenátového pretlaku možno zvládnuť len pomocou využitia rádioizotopov a ešte k tomu s veľkým hospodárskym efektom.

V prípade 8,0 %-ného obsahu sušiny namiesto 7,0 %, získame v 1 tоне hotového výrobku nadbytok 100 %-nej sušiny o váhe 10 kg. Po odčítaní toho zostáva 990 kg hotového výrobku o obsahu sušiny 7 %. Nadbytok o váhe 10 kg a obsahu sušiny 100 % je potrebné zriediť šťavou o zaokrúhlenej váhe 130 kg, čo znamená hotový výrobok 140 kg o obsahu sušiny taktiež 7 %. Keď spočítame obidve množstvá, dostaneme z 1 tony hotového výrobku a obsahu sušiny 8 % dohromady 1,13 tony hotového výrobku o obsahu sušiny 7 % len vyregulovaním na požadovanú hodnotu. V uvedenom prípade znamená to vzrast výroby o 13 % bez nároku na použitie ďalšieho množstva suroviny a bez zmeny doterajšej technológie. Z predošlého je jasné, že každé percento zvýšenia sušiny nad požadovanú hodnotu znamená zvýšenie výroby o 13 % jedine použitím regulačného zariadenia.

Rekapitulácia

Váha 1000 kg	8 % obsahu sušiny	
	<u>-7 % obsahu sušiny požadovaných</u>	
	-10 kg	1 % zvyšok, t. j. 10 kg o 100 %
	990 kg	7 % obsahu sušiny potrebné riedenie =
	+140	= 10 kg suš. : 130 kg šťavy
Spolu	1130 kg	7 % obsahu sušiny 10 kg
pôvodne	<u>-1000 kg</u>	+130 kg
	130 kg	7 % obsahu sušiny = 140 kg 7 % obs. suš.

= zvýšenie výroby pri výrobe 1 tony, čiže v hmotnom vyjadrení zvýšenie zisku — resp. rentability o 482,— Kčs na 1 tonu.

Za predpokladu, že bude možné minimálne u 1000 t hotového výrobku získať 1 % ný nadbytok obsahu sušiny, môžeme rátať so zvýšením rentability za 1 rok $482 \times 1000 = 482\,000,—$ Kčs.

S ú h r n

Popis meracieho a regulačného zariadenia obsahu sušiny v špenátovom pretlaku pracujúci na základe absorpcie beta žiarenia. Prístroj udržiava obsah sušiny na hodnote 7 % automaticky. Prístroj je možno používať aj v iných odvetviach potravinárskeho priemyslu.

НЕПРЕРЫВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ И РЕГУЛИРОВКА СОДЕРЖАНИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА В ШПИНАТЕ—ПЮРЕ

Резюме

В работе помещено описание измерительного и регулировочного устройства для регулировки содержания сухого вещества в шпинатном пюре, действующего на принципе поглощения бета-лучей. Аппаратура автоматически поддерживает наличие сухого вещества на густоте 7%. Это устройство применимо и в других отраслях пищевой промышленности.

KONTINUELLES MESSEN UND REGULIEREN DES TROCKENSUBSTANZINHALTES VON SPINATPÜREE

Zusammenfassung

Beschreibung der mit Absorption von Beta-Strahlung arbeitender Messgeräte- und Regelanlage des Trockensubstanzinhaltes von Spinatpüree. Durch diese Vorrichtung wird der Trockensubstanzinhalt automatisch auf dem Wert von 7 % gehalten. Man kann den Apparat auch in anderen Zweigen der Lebensmittelindustrie anwenden.

Literatúra

1. Kuba J., Langer V., Müller J., Rádioizotopy v průmyslu, Praha 1958.
2. Espe W., Kuhn A., Elementare Grundlagen der Kernphysik, 2. vyd. Leipzig 1958.
3. Kmet A., Kuhn A., Technik der Messens Radioaktiver Strahlung, Leipzig 1960.
4. Richter H., Rádioaktív sugárzások elektronikus műszerei, Budapest 1958.
5. Tölgyessi J., Jadrové žiarenie v chemickej analýze, Bratislava 1962.
6. Anglicev K.K., Dosimetrie ionizačního záření, Praha 1961.
7. Spicyn V. I., Kodočigov P. N., Golutvin A. M. a iní. Methody práce s rádioaktivními indikátory, Praha 1957.
8. Petržílka V., Metody pro detekci a registraci jaderného záření, Praha 1959.
9. Fassbender H., Úvod do měřicí techniky záření a využití rádioizotopů, Praha 1960.
10. Broda E., Schönfeld T., Využití radioaktivity v technice, Praha 1959.
11. Birtok J., Literárne štúdium k výskumnej úlohe: „Využitie rádioizotopov v potravinárskom priemysle“ VÚM, Bratislava 1960.