

FEDERÁLNÍ ÚŘAD  
PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

# 267 427

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl. 4

G 01 N 23/04

(21) PV 4384-88.C

(22) Přihlášeno 22 06 88

(40) Zveřejněno 13 06 89

(45) Vydáno 31 07 92

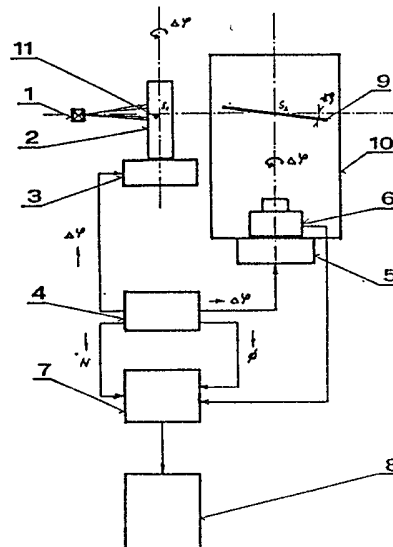
(75) Autor vynálezu ZAVADIL ZBYNĚK ing.,  
KOMANEC JAN ing.,  
BÍZEK VÁCLAV ing.CSc., PRAHA

(54)

Způsob zjišťování polohy vady v tloušťce materiálu

(57)

Způsob spočívá v tom, že vada je zobrazena na luminiscenční zobrazovací stínítka, které je umístěno tak, že rovina stínítka svírá úhel 1 až 10° s rovinou určenou zdrojem ionizujícího záření a sledovaného řezu objektu a průsečnice obou rovin je kolmá na osu svazku ionizujícího záření a leží na ní. Zobrazení vady je snímáno televizní kamerou umístěnou tak, že optická osa kamery, která je totožná s osou otáčení kamery a rovnoběžná s osou otáčení zkoušeného objektu, leží v rovině určené zdrojem ionizujícího záření a osou otáčení objektu. Videosignál zobrazení na stínítku je zapisován po zvolenou dobu v obrazové paměti, přičemž tato doba je realizována přes spínací blok, který řídí také identické pootočení obou manipulátorů o zvolený úhel. Toto pootočení je prováděno kontinuálně nebo krokově pro celkový úhel pootočení 180°. Zápisy videosignálu pro jednotlivá pootočení jsou v obrazové paměti zapisována na sebe a výsledný obraz řezu objektu je zobrazen vyvoláním na sebe zapísaných videosignálů z obrazové paměti.



Vynález se týká způsobu lokalizace vady v tloušťce materiálu zkoušeného objektu prozařovací metodou.

Určení polohy vady v tloušťce materiálu je jedním z nejdůležitějších požadavků, který je kladen na metodu prozařování. Určením polohy vady lze podstatně seriozněji ohodnotit jakost a provozuschopnost zkoušeného výrobku nebo lze optimalizovat případné opravy vadných uzlů výrobku. Většinou je vada lokalizována pouze plošně, t. j. její x-ové a y-ové souřadnice. Informací o prostorovém uložení vady se získává minimálně. V tomto případě se uvažuje přítomnost vady v nejnepříznivější poloze a tím může být výrobek klasifikován jako nevyhovující, i když při znalosti polohy vady v tloušťce materiálu výrobku by jakost mohla být klasifikována jako vyhovující. V současné době se k určení polohy vady používá stereografické nebo tomografické metody. Stereografická metoda je založena na zpětné projekci dvou spojnic zdroje ionizujícího záření s obrazem vady na filmovém detektoru. Jsou tedy vytvořeny dva radiogramy při různých, přesně definovaných polohách zdroje ionizujícího záření. Ze znalosti polohy zdroje, polohy detektoru a zobrazení vady lze potom jednoznačně rekonstruovat spojnicí zobrazení vady a zdroje, na které musí ležet i vada samotná. Stereografická metoda je při svém provádění značně složitá a pracná - je nutná přesná lokalizace zdroje, expozice dvou radiogramů (manuální zpracování výsledků mimo pořízené radiogramy). Pro opakovanou kontrolu je tato metoda nevhodná. Další nevýhodou je možnost lokalizovat jednoznačně nejvýše dvě vady.

Tomografická metoda je založena na sběru intenzitních profilů, které jsou vlastně rozložením hustoty toku částic ve svazku prostorově modulovaném průchodem zkoušeného výrobku v rovině v níž leží vada a která je kolmá na osu otáčení výrobku a to v několika definovaných polohách výrobku, realizovaných pootočením výrobku kolem osy otáčení. Tyto profily jsou počítačově zpracovány iterační, analytickou metodou, čímž se získá korelační funkce k hustotnímu řezu výrobku v rovině vady. Nevýhodou této metody jsou především vysoké pořizovací náklady na přístrojové vybavení a programové zabezpečení (v zemích RVHP nejsou tomografy pro nedestruktivní zkoušení materiálu prozatím k dispozici - neexistuje komerční produkce tomografů). Získání hustotního řezu zároveň vyžaduje nenulový časový interval. Uvedené nedostatky odstraňuje způsob zjišťování polohy vady v tloušťce materiálu prozařením zkoušeného objektu ionizujícím zářením a indikací prošlého záření podle vynálezu. Podstata řešení spočívá v tom, že vada je zobrazena na luminiscenční stínítka, které svírá se spojnicí zdroje ionizujícího záření a vady úhel  $1$  až  $10^\circ$ . Zobrazení vady a identifikačních značek je snímáno televizní kamerou umístěnou tak, že optická osa kamery, která je totožná s osou otáčení kamery, leží v rovině určené zdrojem ionizujícího záření a osou otáčení zkoušeného objektu a je kolmá ke spojnicí zdroje ionizujícího záření a vady. Videosignál se zobrazením stínítka je zapsán do obrazové paměti. Po zapsání definovaného počtu realizací se objekt i kamera pootočí kolem svých os otáčení o stejný volitelný úhel  $\Delta \varphi$  o velikosti  $2$  až  $90^\circ$  a nové zobrazení vady a objektu se zapíše na předešlý zápis v obrazové paměti. Tato operace se opakuje  $N$  - krát, přičemž platí  $\Delta \varphi \cdot N \leq 180^\circ$ . Zápis videosignálu se zob-

razením stínítka je případně zapisován během spojitého otáčení kamery a objektu.

Výhodou způsobu zjišťování polohy vady prozařovací metodou podle vynálezu je především nízká pořizovací cena zařízení, jednoduchá interpretace výsledků a okamžitá přístupnost výsledků a zejména možnost určení prostorového uložení vady, t. j. polohy vady v třetím rozměru.

Způsob zjišťování polohy vady v tloušťce materiálu podle vynálezu je blíže znázorněn na obr. 1 až 4, kde na obr. 1 je schematicky znázorněno sestavení zařízení pro provádění způsobu, na obr. 2 postavení zkoušeného objektu a stop na stínítku na počátku zkoušení, na obr. 3 postavení zkoušeného objektu a stop na stínítku po 1. pootočení a na obr. 4 postavení zkoušeného objektu a stop na stínítku po 2. pootočení.

Zkoušený objekt 2 znázorněný na obr. 1 je umístěn na otočném manipulátoru 3 a je ozařován ionizujícím zářením ze zdroje 1. Vada 11 ( $V_1, V_2$  na obr. 2 až 4) ve zkoušeném objektu 2 je zobrazena na luminiscenčním zobrazovacím stínítku 9, které svírá se spojnici zdroje 1 ionizujícího záření a vady 11 úhel  $\rho$  o velikosti 1 až  $10^\circ$ . Průsečnice zobrazovacího stínítka 9 s rovinou určenou zdrojem 1, vadou 11 a kolmicí k ose otáčení zkoušeného objektu 2 je přitom kolmá na rovinu určenou zdrojem 1 a osou otáčení zkoušeného objektu 2. Na zkoušený objekt se ve vhodných místech připevní identifikační značky 12 (na obr. 2 až 4 označení A, B, C, D) vyrobené z materiálu špatně prozařitelného použitým typem ionizujícího záření: z olova pro  $\gamma$  a rtg. záření, z kadmia pro tepelné neutrony. Vady 11 ( $V_1, V_2$  na obr. 2 až 4) a identifikační značky 12 se na stínítku 9 zobrazí ve formě pásků - vektorů -  $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}, \vec{d}, \vec{v}_1, \vec{v}_2$  - s odlišným jasnem od pozadí (viz obr. 2). Toto zobrazení je snímáno snímací televizní kamerou 6 umístěnou spolu se zobrazovacím stínítkem 9 ve světlotěsném obalu 10 tak, že optická osa kamery 6, která je totožná s osou otáčení kamery leží v rovině určené zdrojem 1 ionizujícího záření a je kolmá na spojnici zdroje 1 a vady 11. Videosignál se zobrazením zobrazovacího stínítka 9 s vektory  $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}, \vec{d}, \vec{v}_1, \vec{v}_2$  je zapsán do obrazové paměti 7, realizované obrazovou pamětí typu RWM, paměťovou elektronikou LITHOCON. Po zapsání definovaného volitelného počtu realizací videosignálu, který je řízen řídicím blokem 4, což může být počítač nebo manuálně ovládaný spínací blok, se zkoušený objekt 2 a snímací televizní kamera 6 pootočí pomocí otočného manipulátoru 3 zkoušeného objektu a otočného manipulátoru 5 snímací televizní kamery 6 o stejný volitelný úhel  $\Delta \varphi$  (viz obr. 3) a nové zobrazení vad 11 ( $V_1, V_2$ ) ve formě vektorů (pásků)  $\vec{v}'_1, \vec{v}'_2$  a identifikačních značek 12 (A, B, C, D) ve formě pásků (vektorů)  $\vec{a}', \vec{b}', \vec{c}', \vec{d}'$  je opět zapsán do obrazové paměti 7. Tato operace se opakuje N-krát, přičemž součet úhlů  $N \cdot \Delta \varphi = \Phi$  pro N pootočení zkoušeného objektu 2 a snímací kamery 6 je menší nebo nejvýše roven  $180^\circ$ . Obdobně lze zapisovat videosignál zobrazení zobrazovacího stínítka 9 při spojitém otáčení zkoušeného objektu 2 a snímací kamery 6 o úhel  $\Phi$ . Zobrazením sumovaných zápisů obrazové paměti 7 na monitoru 8 jsou získány údaje o poloze vad 11 ( $V_1, V_2$ ) a identifikačních značek 12 (A, B, C, D) ve

formě průsečíků  $A'$ ,  $B'$ ,  $C'$ ,  $D'$ ,  $V_1'$ ,  $V_2'$  (viz obr. 4), přičemž poloha  $A'$ ,  $B'$ ,  $C'$ ,  $D'$  identifikačních značek 12 jednoznačně určuje obrvs zkoušeného objektu 2.

Příkladná použití způsobu zjišťování polohy vady v tloušťce materiálu podle vynálezu jsou popsána v následujících příkladech 1 až 4.

#### Příklad 1

Pro určení polohy vad v turbinových lopatkách je použito zařízení sestávající z rentgenky Seifert RC 160 při napětí  $U = 150$  kV, proudu  $I = 4$  mA, s malým ohniskem  $0,4 \times 0,4$  mm. Lopatka je umístěna v otočném manipulátoru poháněném krokovým motorem Z 22 QX 109 s osou otáčení vzdálenou 1500 mm od zdroje ionizujícího záření, zobrazovací stínítko  $\text{CaWO}_4$  (Spolana Kaznějov) je umístěno ve vzdálenosti 300 mm od osy otáčení objektu pod úhlem  $4^\circ$ . Zobrazení na stínítku je snímáno kamerou TFK 500 (RFT, NDR) se snímací elektronikou typu endicon. Pro zápis videosignálu je použita obrazová paměť typu RWM (VPZ VU Praha). Pootočení manipulátorů, počet zapsaných realizací do paměti a blokování obrazové paměti (selektce časového intervalu zápisu videosignálu) blokovacím signálem (TTL úroveň) je řízeno mikropočítačem PMD-85 (Tesla Piešťany). Manipulátor pro otáčení kamery je poháněn krokovým motorem Z 22 QX 109. Počet pootočení je 20 s počtem realizací pro jedno pootočení 25. Řez je zobrazen na monitoru TESLA MERKUR.

#### Příklad 2

Pro určení polohy vad ve svaru o tloušťce 30 mm je použito zařízení sestávající z rentgenky MÜLLER MG 300 s nastavením  $U = 290$  kV,  $I = 4$  mA, malé ohnisko, svařenec je umístěn v manipulátoru poháněném motorem s osou otáčení vzdálenou 1500 mm od zdroje, zobrazovací stínítko  $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S:Tb}$  (Riedel de Haen, NSR) je umístěno ve vzdálenosti 300 mm od svařence (osy otáčení). Zobrazení na stínítku je snímáno kamerou Minilux CCTV Camera (MLR) se snímací elektronikou typu vidicon, která je upevněná v manipulátoru poháněném motorem prvního manipulátoru přes ozubený řemen. Otáčení je kontinuální o celkový úhel  $90^\circ$ . Počáteční a koncová poloha je opatřena spínači, které přes řídicí blok startují a ukončují zápis do videografické paměťové jednotky. Pro zápis videosignálu je použita videografická paměťová jednotka typu 31 QZ 26 (Tesla Bratislava). Zobrazení řezu je na monitoru TESLA MERKUR. Svařenec je pro vymezení zobrazovaného řezu (pootočení je pouze o  $90^\circ$  a ne  $180^\circ$ ) objektu opatřen identifikačními značkami válcového tvaru z olova, dvě jsou umístěny na přilehlé straně svařence ke zdroji a dvě na protilehlé straně. Počet realizací zápisu je 360.

#### Příklad 3

Pro určení polohy vad v odlitku ojnice v místě s rozměry žádaného řezu  $52 \times 20$  mm je použito zařízení sestávající z radioisotopového zdroje Iridium - 192 o aktivitě 270 GBq. Ojnice je umístěna v manipulátoru, který je poháněn krokovým motorem Z 22 QX 109 ve vzdálenosti 1200 mm od zdroje. Fluorometalické stínítko SM - 308 (Kvokko Dai Nippon) je umístěno pod úhlem  $5^\circ$  k spojnici zdroje a žádaného řezu ve vzdálenosti 350 mm. Zobrazení na stínítku je snímáno kamerou LLL TV Camera 732 ST JAI se snímací

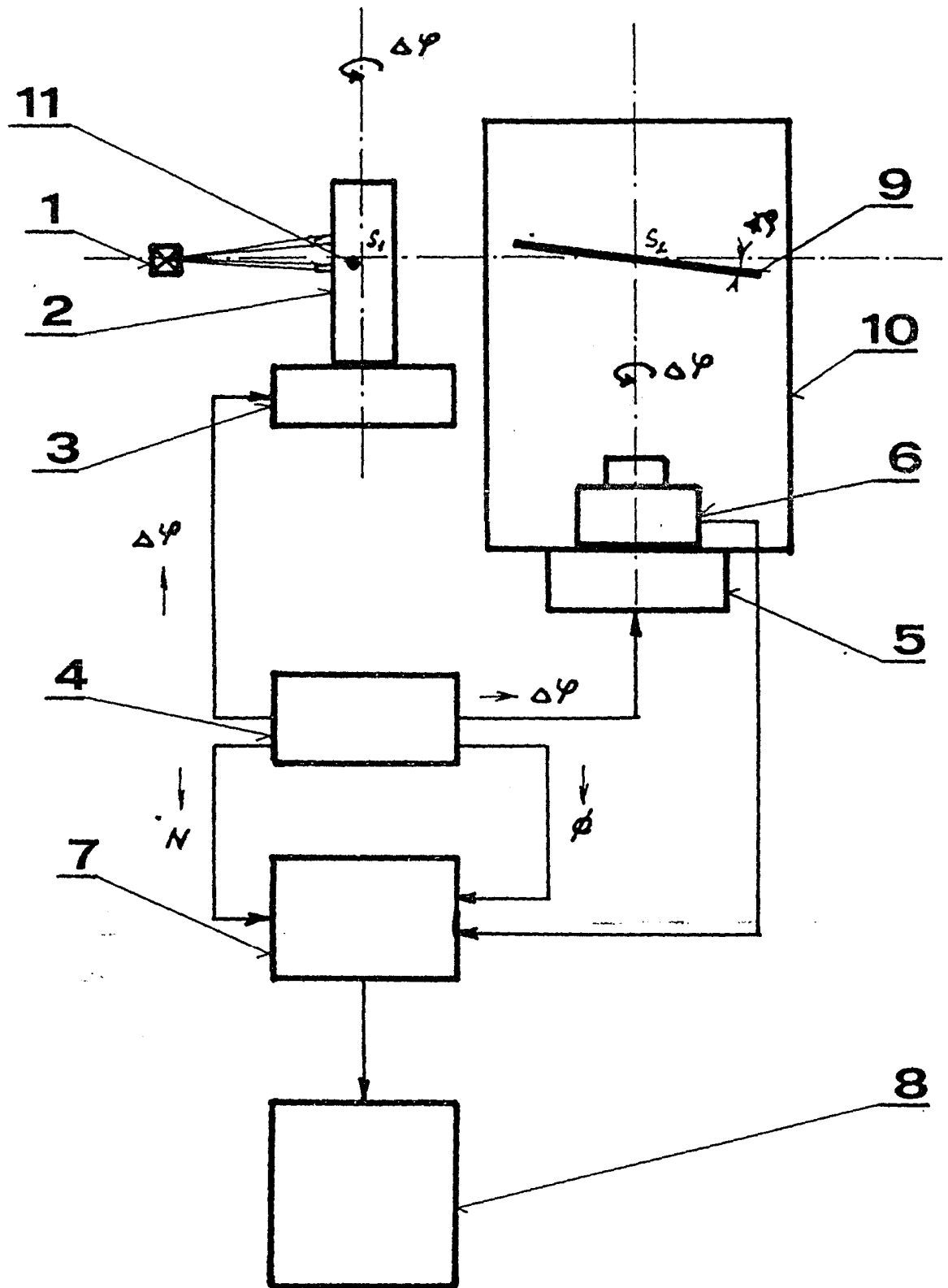
elektronkou SIT vidicon, umístěnou 1200 mm od stínítka. Kamera je otáčena manipulátorem poháněným krokovým motorem Z 22 QX 109. Pro zápis videosignálu je použita aparatura GAMMASCOPE GS 220 (Isotopen - Technik Dr.Sauerwein GMBH) řízená počítačem LSI 11/23. Startování a blokování obrazové paměti aparatury GAMMASCOPE je prováděno manuálně, řízení krokových motorů manipulátorů je řízeno mikropočítačem PMD - 85 (Tesla Piešťany). Pro realizaci řezu je použito 30 zápisů po 60 realizacích s celkovým úhlem pootočení 174°. Řez je zobrazen na monitoru aparatury GAMMASCOPE.

#### Příklad 4

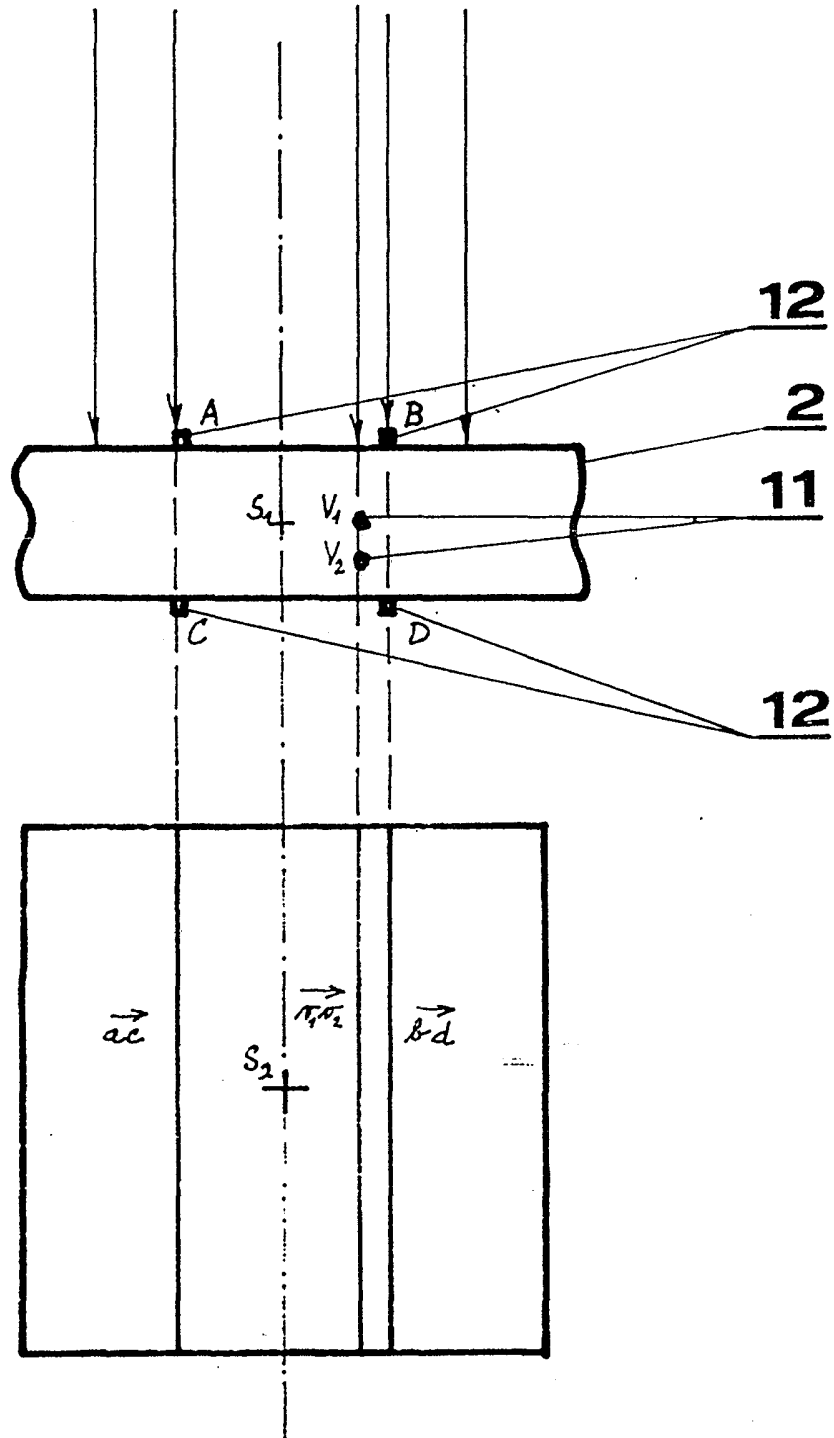
Pro určení polohy vady v uranových odlitcích stínících krytů je použito zařízení sestávající z neutronografického kanálu reaktoru VVR S - 5 při kolimačním poměru  $L/d=300$  a výkonu reaktoru 6 MW. Odlitek je umístěn v manipulátoru poháněném v kontinuálním režimu motorem. Stínítka NE 426 na bázi  ${}^6\text{LiF} + \text{ZnS/Ag}$  (Nuclear Enterprises Ltd.) je umístěno ve vzdálenosti 200 mm od osy otáčení odlitku pod úhlem  $7^\circ$ . Zobrazení na stínítka je snímáno kamerou TFK 500 (RFT, NDR) se snímací elektronkou typu chalnikon ve vzdálenosti 500 mm od stínítka. Kamera je otáčena manipulátorem poháněným přes mechanický převod motorem prvního manipulátoru. Jako obrazová paměť pro zápis videosignálu je použita aparatura CRYSTAL (Quantel, USA) řízená mikroprocesorem Motorola 68 000. Náběr videosignálu je startován manuálně pro kontinuální pootočení  $179^\circ$  v čase 5 minut. Zobrazení řezu uranového odlitku je provedeno na monitoru aparatury CRYSTAL.

### P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U ...

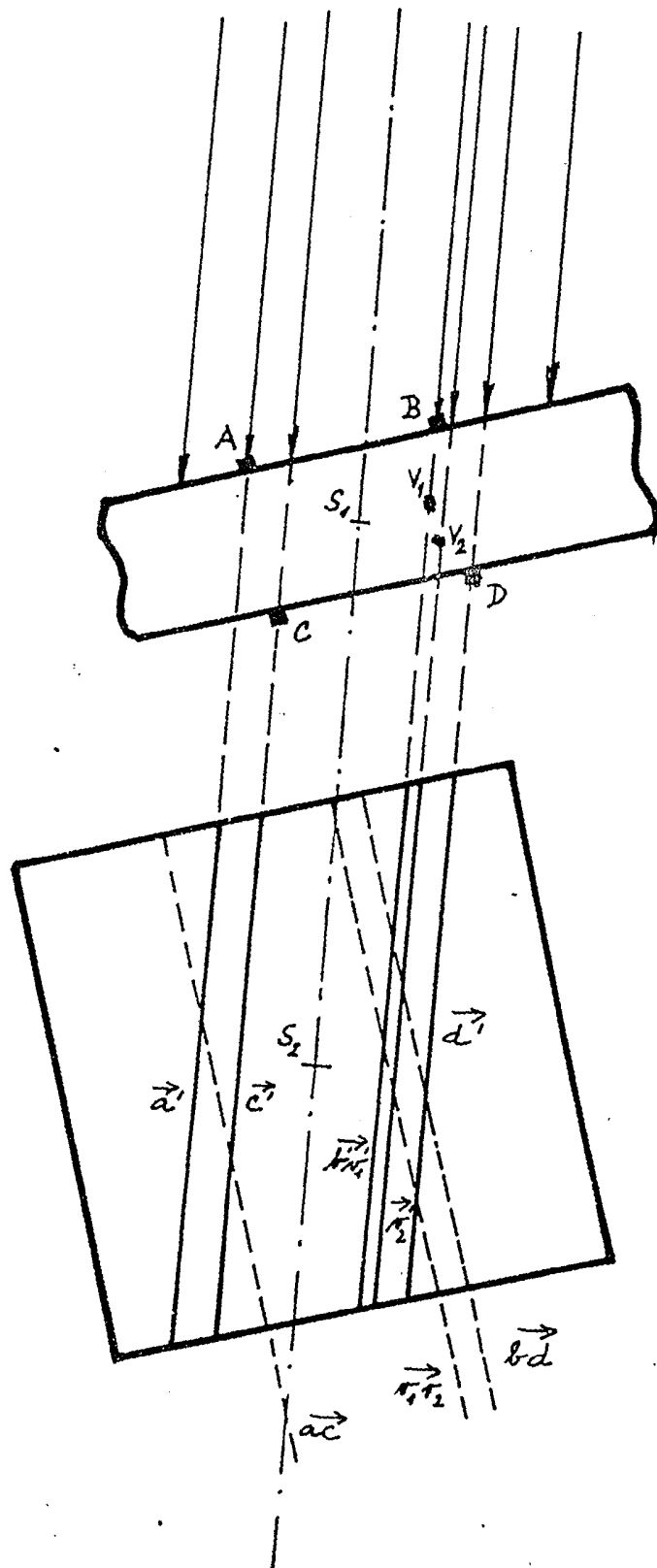
Způsob zjišťování polohy vady v tloušťce materiálu prozářením zkoušeného objektu ionizujícím zářením a indikací prošlého záření, vyznačený tím, že vada je zobrazena na luminiscenční stínítka, které svírá se spojnicí zdroje ionizujícího záření a vady úhel  $\rho$  1 až  $10^\circ$ , přičemž zobrazení vady a objektu je snímáno televizní kamerou, jejíž optická osa je totožná s osou otáčení kamery, leží v rovině určené zdrojem ionizujícího záření a osou otáčení zkoušeného objektu a je kolmá ke spojnicí zdroje ionizujícího záření a vady, a videosignál se zobrazením stínítka je zapsán do obrazové paměti, načež po zapsání definovaného počtu realizací se objekt i kamera pootočí kolem svých os otáčení o stejný, volitelný úhel o velikosti 2 až  $90^\circ$ , a nové zobrazení vady a objektu se zapíše na předešlý zápis v obrazové paměti, přičemž se tato operace opakuje N-krát, přičemž součet úhlů je menší nebo roven  $180^\circ$ , nebo je zápis videosignálu se zobrazením stínítka zapisován během spojitého otáčení kamery a objektu.



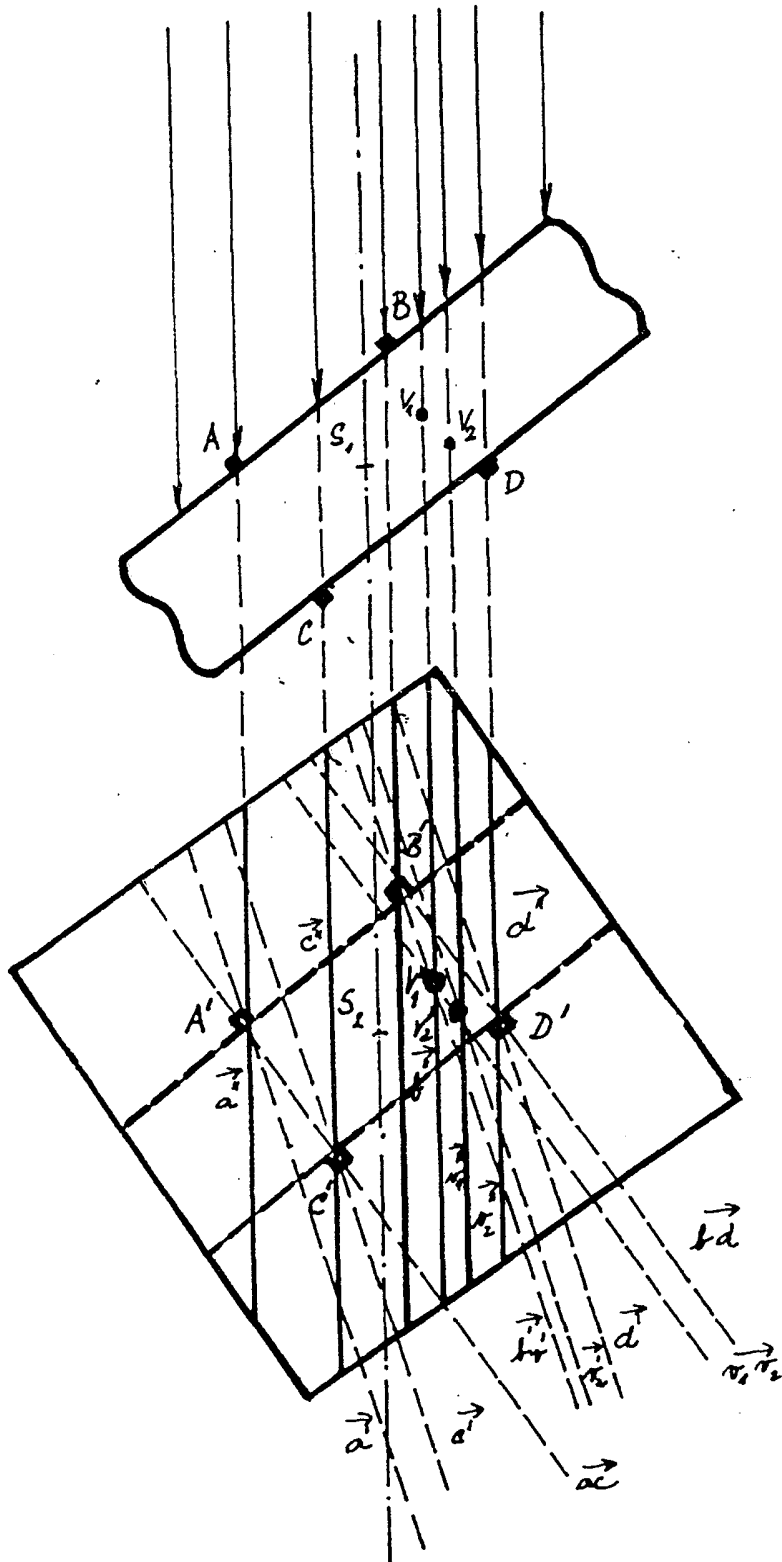
Obr. 1



Obr. 2



Obr.3



Obr. 4