

Josef P e n i š k a, VÚHU

Využití radioaktivních zářičů v SHR

Úvod

Vedle různých způsobů mírového využití jaderné energie mají pro celé národní hospodářství značný význam i radioaktivní zářiče. Není dnes již oboru vědy a techniky, kde by se jich nepoužívalo. Použití radioaktivních zářičů má velký hospodářský význam a rozsah jejich užití se v posledních letech značně rozšířil.

Hornictví je jedním z oborů, ve kterém se radioaktivních zářičů užívá nejčastěji a to při průzkumu, dobývání, úpravě, skladování i zpracování uhlí a při zvyšování bezpečnosti práce v dolech. Přístroje a zařízení obsahující radioaktivní zářiče jsou používány tam, kde to je provozně a ekonomicky výhodnější než použití klasických metod mechaniky, elektrotechniky apod. Často je použití radioaktivních zářičů i jediným možným řešením.

Aplikace radioaktivních zářičů v hornictví

Každý problém řešený s použitím radioaktivních zářičů má svoje specifické zvláštnosti, podle nichž je třeba volit určitý radionuklid. Z hlediska metodiky užití dělíme radionuklidy do dvou základních skupin:

- uzavřené zářiče jsou radioaktivní látky, zapouzdřené do pevného a těsného obalu, propouštějícího pouze záření a nikoliv částičky samotných látek.
- otevřené zářiče jsou radioaktivní látky, určené pro další fyzikálně-chemické manipulace, např. rozpouštění, ředění apod. Mohou mít konsistenci pevnou, kapalnou nebo plynnou.

Uzavřených radioaktivních zářičů se v hornictví užívá především:

- při průzkumu uhelných ložisek, kde zdroje gama a neutronového záření se staly základem jaderné karotáže. Metoda jaderné karotáže se v zá-

sadě rozděluje na dva způsoby:

na karotáž gama, spočívající v měření přirozené radioaktivity hornin v profilu vrtu a na karotáž neutron-gama, založenou na měření záření gama vznikajícího ozářením horniny neutrony. Dalšími modifikacemi jaderné karotáže jsou karotáž neutron-neutron, založená na ozařování hornin rychlými neutrony a na detekci tepelných neutronů a karotáž gama-gama, využívající detekce rozptýleného záření gama vznikajícího ozářením hornin zdrojem gama.

- při dobývání a dopravě uhlí, kde se využívá radioaktivních záříčů především jako automatizačních prvků - radioizotopových relé. Pracují na principu zeslabení radioaktivního záření gama nebo beta, které procházejí hmotou, materiálem, předmětem apod. Radioizotopové relé citlivě reaguje na změnu intenzity radioaktivního záření a pracuje bez dotyku s kontrolovanou hmotou. Měření a kontrola není také rušena různými vlivy prostředí jako světlem, prašností, vlhkem apod.
- při úpravě uhlí, především při indikaci obsahu popelovin v těženém uhlí. Metodika zjišťování obsahu popelovin v uhlí je založena na absorpci nebo zpětném rozptylu záření gama. Radiometrické analyzátory oproti klasickým metodám zkracují analytický proces z cca 5 hodin na 2 - 4 minuty, přičemž přesnost stanovení popelovin je srovnatelná.

Z poměrně rozsáhlého užití uzavřených radioaktivních záříčů v hornictví je třeba uvést ještě ionizační hlásiče vzniku požáru, jejichž součástí je zdroj záření alfa, přístroje na zjišťování vad kovových materiálů - gamadefektoskopy, měřiče rychlosti důlních větrů a měřiče hladiny kapaliny v tlakových nádobách.

Otevřených radioaktivních záříčů se v hornictví užívá především jako radioaktivních stopovačů v kapalných, plyných i pevných médiích. Podstata stopovacích metod spočívá v tom, že k látce, jejíž pohyb hodláme sledovat, se přidá malá část stejné nebo podobné látky, která se však liší tím, že je radioaktivnější. Pohyb stopované látky se pak zjišťuje proměřováním cest zavedené radioaktivity.

Veškeré manipulace s otevřenými radioaktivními záříči mohou provádět pouze speciálně vybavená pracoviště.

Využití radionuklidů v SHR

V průběhu uplynulého desetiletí byla postupně na některých podnicích v SHR zaváděna měřicí a průmyslová automatizační zařízení obsahující radioaktivní zářiče. Po překonání počáteční nedůvěry v nová, provozem dosud neověřená zařízení se v posledních letech, v důsledku potřeby objektivních a ekonomicky výhodnějších zařízení, situace změnila v jejich prospěch.

V současné době vlastní koncernové podniky SHR na 200 kusů radioaktivních uzavřených zářičů, převážně obsažených v zařízeních pro průmyslovou automatizaci a z menší části jsou součástí karotážních a měřicích přístrojů.

Aplikací radioizotopových gamarelé, ať už při hlídání zahlcení přesypů nebo hlídání stavu naplnění zásobníků, bylo umožněno postupně zavádět bezobslužnost, především při pásové dopravě těžené substance. Úspora pracovníků není jedinou výhodou těchto zařízení. Vyloučením "živé" obsluhy bylo dosaženo okamžité reakce na vzniklý zával nebo na maximální, resp. minimální stav hladin v zásobnících. Důležitým hlediskem při použití radioizotopových indikátorů poloh a hladin je jejich vysoká efektivnost, spočívající v rychlé ekonomické návratnosti.

Radioizotopová gamarelé pracují s vysokou spolehlivostí i ve velmi těžkých provozních podmínkách na většině koncernových podnicích SHR.

Neutronovou a gama karotáž provádějí pracovníci karotážního oddělení k.p. Báňské stavby - závod 04 v Oseku. Jejich karotážní soupravy umožňují s vysokou přesností v průzkumných vrtech stanovit:

- litologické rozčlenění profilu vrtu (existenci, mocnost a kvalitu uhelných slójí)
- určení jílovitosti
- určení skutečné objemové hmotnosti hornin
- kontrolu cementace
- vymezení porušených a propustných poloh v monopetrografickém masivu
- určení neutronové pórovitosti hornin.

V laboratoři užitě jaderné fyziky (LUJF) VÚHU k.ú.o. Most byla vypracována metodika neutronové moderační karotáže a zhotovena karo-

táží souprava pro posuzování stavu odvodnění kuřavkových horizontů v odvodňovacích vrtech. Tato metoda umožňuje rozeznat zda podlimitní vydatnost vrtu je způsobena odvodněním, nebo zanešením odvodňovací kolony.

K stanovení obsahu popelovin v těženém uhlí se v SHR používají diskontinuální a kontinuální radiometrické analyzátory.

Většina uhelných laboratoří je vybavena diskontinuálním přístrojem typu MNG 201 a 202. Měřicí metoda mnohonásobně zrychlila stanovení popelovin oproti klasickým chemickým rozborům.

Kontinuální radiometrický analyzátor je určen k průběžnému stanovení množství nespalitelných látek v uhlí. Řada provozů v revíru využívá tohoto zařízení a oceňuje především možnost operativních zásahů do technologického procesu.

V LUJF VÚHU byla teoreticky řešena možnost rozlišení uhlí a hlusiny při těžbě ze závalových polí prozařovací metodou. V současné době je toto zařízení ve stadiu poloprovozních zkoušek.

Otevřených radioaktivních zářičů využívá v SHR výhradně LUJF VÚHU, především jako radioaktivních stopovačů. Pro značný rozsah této aplikace odkazuje autor článku na výzkumné zprávy vydané LUJF VÚHU.

Přehled využití radionuklidů v SHR

V následujícím přehledu využití radionuklidů v SHR je v jednotlivých sloupcích uveden počet, užitý radionuklid, jeho aktivita a způsob užití.

Doly Nástup, k.p.

1 - 3.	Co 60	218,3 MBq	hladinoměr na přesypu
4.	Co 60	203,5 MBq	dtto
5 - 7.	Co 60	231,25 MBq	izotopová váha
8 - 9.	Sr 90	7,4 MBq	měřič popelnatosti
10.	Co 60	1387,5 MBq	hladinoměr na přesypu
11.	Co 60	1354,2 MBq	dtto

12.	Co 60	1435,6 MBq	hladinoměr na přesypu
13 - 14.	Co 60	436,6 MBq	izotopová váha
15 - 16.	Co 60	231,3 MBq	dtto
17 - 19.	Co 60	231,3 MBq	dtto
20.	Co 60	1361,6 MBq	hladinoměr na přesypu

Radioaktivní zářiče 10 - 19 byly demontovány z SRs 1500 a pásových přepravníků a jsou uloženy ve skladu radionuklidů na k.p. Doly Nástup.

HBZS Most

1 - 3.	Cs 137	55,5 MBq	měřič hladiny CO ₂
--------	--------	----------	-------------------------------

Tři detekční přístroje na zjištění hladiny CO₂ v tlakových nádobách nejsou využívány.

Báňské stavby, k.p. - Betonárka Dolní Jiřetín

1 - 4.	Co 60	nezjištěno	hladinoměry nákladních vozů
--------	-------	------------	-----------------------------

Hladinoměry demontovány, zářiče nevyužity.

- Závod 04 Osek

1.	Co 60	1073 MBq	karotáž
2.	Cs 137	4625 MBq	dtto
3.	Am 241	111 GBq	dtto

Krušnohorské strojírny, k.p.

1.	Ir 192	3,0 TBq	defektoskop
----	--------	---------	-------------

DJF, k.p. - ÚU Ledvice

1.	Co 60	5,55 MBq	tloušťkoměr
2.	Cs 137	50,7 MBq	indikátor hladin
3.	Cs 137	53,7 MBq	dtto
4 - 5.	Sr 90	14,8 MBq	kont. měřič popelnatosti
6 - 7.	Sr 90	14,8 MBq	náhradní sonda

8 - 11.	Sr 90	14,8 MBq	nevyužity
13 - 24.	Sr 90	7,4 MBq	měřič popelnatosti

PKAZ, k.p. - závod Tlaková plynárna

1 - 2.	Co 60	240,5 MBq	hladinoměry uhelné vpustě
3 - 8.	Sr 90	7,4 MBq	měřiče popelnatosti

- závod DAZ

1 - 17.	Co 60	277,5 MBq	hladinoměr na přesy- pu
18 - 19.	Sr 90	7,4 MBq	kont. měřiče popelna- tosti
20 - 23.	Sr 90	14,8 MBq	dtto
24 - 27.	Sr 90	18,5 MBq	dtto
28 - 34.	Sr 90	7,4 MBq	měřič popelnatosti

- závod 5. květen

1.	Cs 137	55,5 MBq	měřič hladiny CO ₂
2 - 7.	Sr 90	7,4 MBq	měřič popelnatosti

DVIL, k.p.

1 - 6.	Sr 90	7,4 MBq	měřič popelnatosti
7 - 8.	Sr 90	18,5 MBq	kont. měřiče popelna- tosti

DVÚZ, k.p.

1 - 4.	Am 241	11,8 MBq	měřiče rychlosti důl. větrů
--------	--------	----------	--------------------------------

Doly Ležáky, k.p.

- závod Šmeral

1 - 2.	Co 60	225,7 MBq	hladinoměry na přesy- pech
3 - 17.	Co 60	229,4 MBq	dtto
18 - 27.	Co 60	207,2 MBq	dtto

- závod Most

1 - 7.	Co 60	207,2 MBq	hladinoměry na přesyp.
--------	-------	-----------	------------------------

8 -22.	Sr 90	7,4 MBq	měřiče popelnatosti
	- závod Třískolupy		
1 - 2.	Sr 90	103,6 MBq	kont. měřiče popelnatosti
3 - 4.	Sr 90	7,4 MBq	dtto

VÚHU, k.ú.o.

1 - 3.	Sr 90	7,4 MBq	měřič popelnatosti
4.	Cs 137	9,5 GBq	měřič měrné hmotnosti a vlhkosti
5.	Cs 137	9,8 GBq	dtto
6.	Cs 137	21,3 GBq	dtto
7.	Cs 137	107,3 MBq	dtto
8.	Ra 226	5,94 mg Ra	zkušební zářič
9.	Ra 226	11,6 mg Ra	kontrola odvodnění
10.	Am 241	3,7 GBq	dtto
11.	Am 241	111 MBq	zkušební zářič
12.	Am 241	1 111 MBq	měřič měrné hmotnosti

K stopovacím zkouškám a dalším aplikacím jsou v LUJF VÚHU využívány následující otevřené radioaktivní zářiče:

^3H , ^{14}C , ^{32}P , ^{35}S , ^{60}Co , ^{85}Kr , ^{85}Sr , ^{86}Rb , ^{131}I , ^{133}Xe , ^{144}Ce , ^{147}Pm , ^{124}Sb .

Specifická aktivita užitých radionuklidů se pohybuje podle rozsahu užití od 10^3 do 10^{12} Bq.

Dozor nad využíváním radionuklidů v SHR

Laboratoř užitě jaderné fyziky VÚHU jako jediné specializované pracoviště v oboru jaderné fyziky v SHR byla pověřena prováděním centrálního dozoru nad využíváním radioaktivních zářičů v severočeském hnědouhelném revíru.

V rámci dozoru byli proškoleni odpovědní pracovníci a pracovníci přímo řídící práce se zařízeními, která jsou osazena radioaktivními zářiči. Dále LUJF provádí vyžádané operace s radionuklidy (montáž, de-

montáž apod.) a spolupracuje na zkouškách nových typů zařízení. Průběžně je sledován pohyb radioaktivních zářičů a je zavedena jejich centrální evidence. Některé podniky si vyžádaly konzultace o vhodnosti nákupu nových izotopových zařízení.

Pro pracoviště s netypickými zařízeními nebo tam, kde dosavadní provozní a havarijní směrnice nevyhovovaly, byly vypracovány provozní a havarijní směrnice s ohledem na konkrétní podmínky provozu.

Součástí dozoru jsou pravidelné kontroly využívání zařízení osazených radioaktivními zářiči.

V současné době vstoupil v platnost Příkaz generálního ředitele koncernu SHD č. 9/79, který doplňuje předchozí Opatření generálního ředitelství a uvádí do souladu ochranu zdraví před ionizujícím zářením v koncernu SHD s vyhláškou č. 59/72 Sb. ministerstva zdravotnictví České socialistické republiky.

Příkaz generálního ředitele koncernu SHD ukládá všem ředitelům koncernových podniků a ředitelům koncernových účelových organizací uvést všechna pracoviště, na kterých jsou nasazena zařízení s radionuklidy v soulad s výše jmenovanou vyhláškou.

Příkaz mimo jiné i nadále pověřuje LUJF VÚHU centrálním dozorem, evidencí a výběrem zařízení pracujících se zdroji ionizujícího záření.

Bezpečnost práce s radionuklidy

Práce s radionuklidy nese pochopitelně s sebou určité riziko. Toto riziko je však možno a nutno v případě průmyslových aplikací minimalizovat obdobně, jako je tomu u práce s vysokým napětím, nebo prudkými jedy.

Specializované laboratoře, mezi nimi i LUJF VÚHU jsou vybaveny poměrně rozsáhlou bezpečnostní technikou, zejména pro práce s otevřenými zářiči. Při běžných průmyslových aplikacích a nasazení uzavřených zářičů v provozu však zdaleka není takové bezpečnostní techniky třeba.

Nezbytností je ovšem proškolení dohlížejších pracovníků a pracovníků přímo řídících práce, dále vymezení bezpečnostních pásem a hra-

nice nebezpečných prostorů řádně označit.

Dodržováním Příkazu generálního ředitele koncernu SHD č. 9/79 a vyhlášky MZd č. 59 lze minimalizovat veškerá rizika spojená s provozem radioizotopových zařízení.

Tak jako jsou dnes samozřejmé ostatní nové technické prvky, stejně samozřejmá jsou pro mnohá pracoviště v SHR i zařízení osazená radionuklidy. Při dodržování všech bezpečnostních předpisů a pravidel jsou téměř vyloučeny jakékoliv škody na zdraví pracovníků vlivem ionizujícího záření.

Závěr

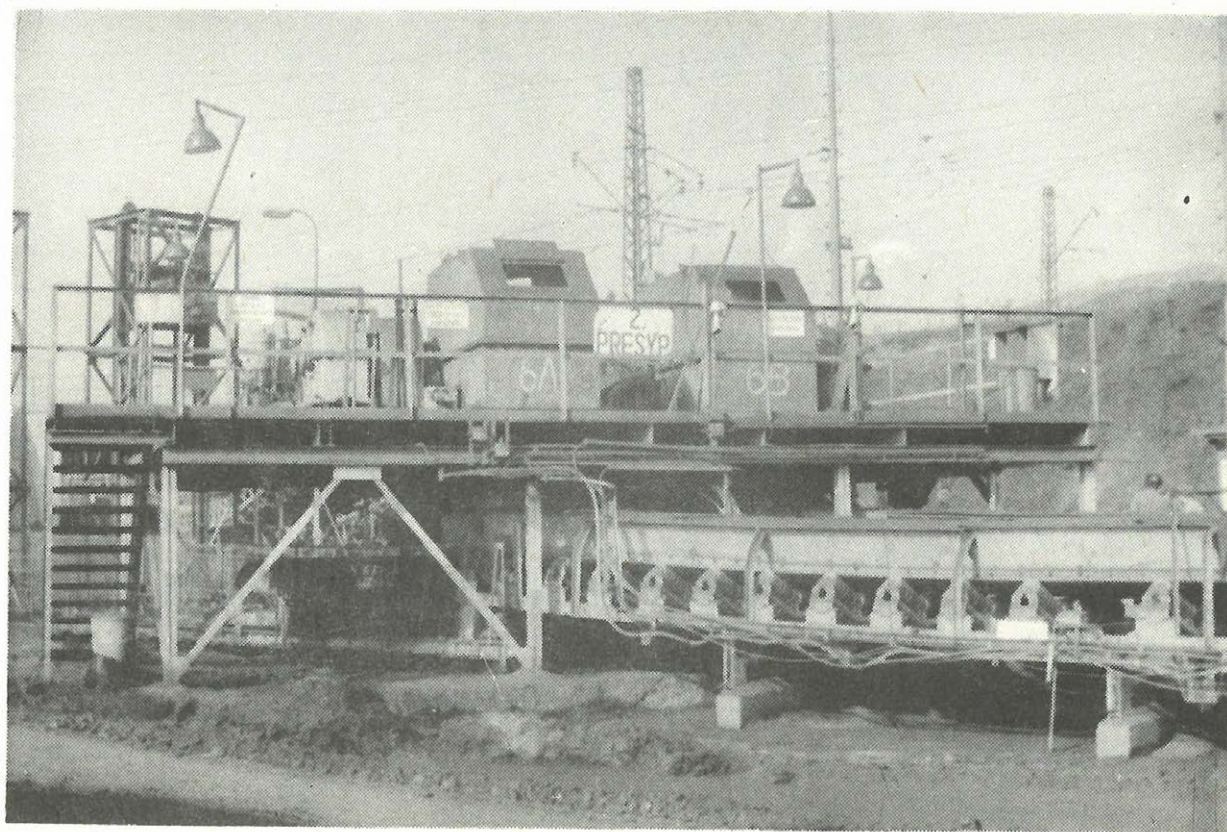
V tomto článku popsané aplikace radionuklidů a jejich využívání v hnědouhelném hornictví představují pouze stručný přehled vybraných metod. Vedle výše zmíněných metod a jejich využívání v hornictví je rozsáhlé použití otevřených radionuklidů. Jejich výzkumem a užitím se zabývá LUJF VÚHU.

Jak z uvedených skutečností vyplývá, vlastní koncernové podniky řadu automatizačních a měřicích zařízení, která jsou osazena velkým počtem radioaktivních zářičů. Aby se předešlo neúčelnosti nasazování těchto zařízení a současně se zvýšila bezpečnost práce se zdroji ionizujícího záření, doporučila LUJF VÚHU spolu s odborem bezpečnosti a hygieny práce GŘ koncernu SHD souhrnná opatření, která jsou součástí příkazu č. 9/79 generálního ředitele.

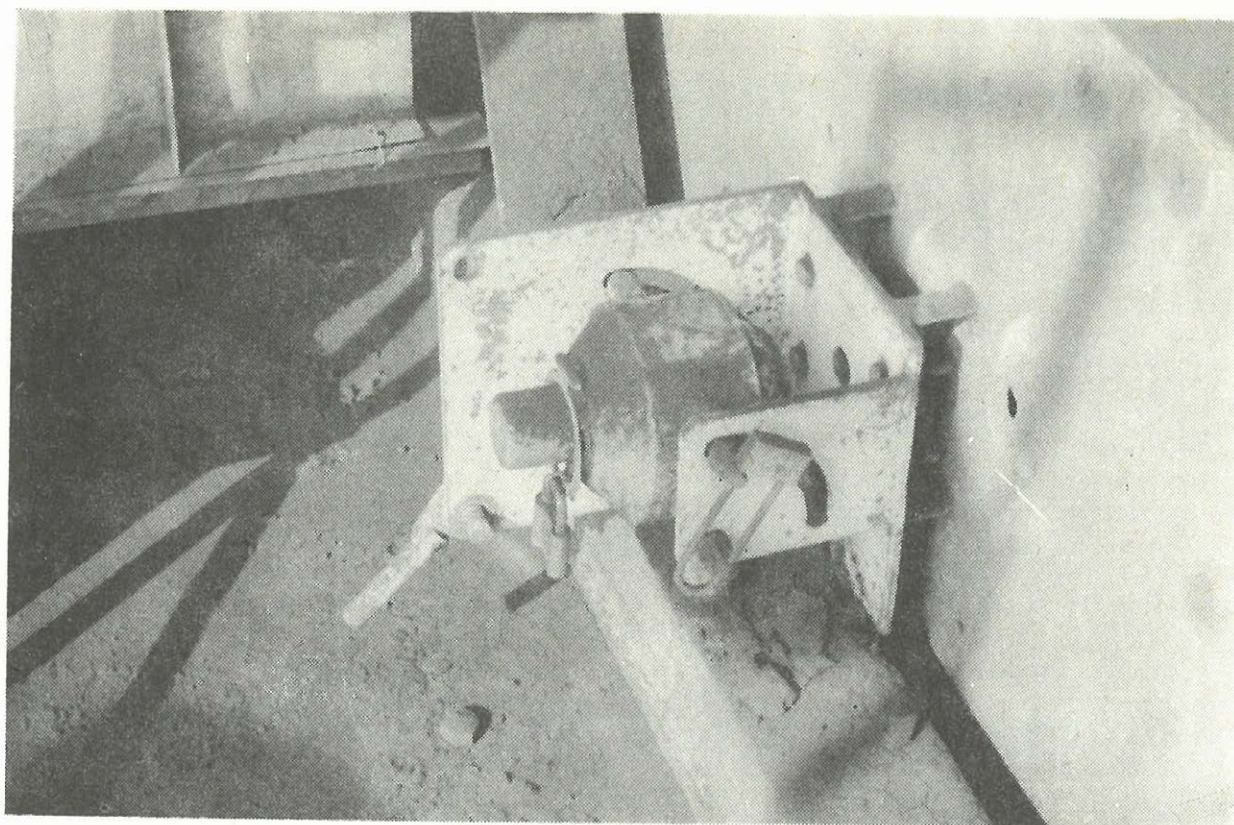
V každém případě je třeba konstatovat, že využívání metod jaderné fyziky se stalo v severočeském hnědouhelném revíru, stejně jako v četných jiných oborech, důležitou a užitečnou složkou technického pokroku.

Literatura

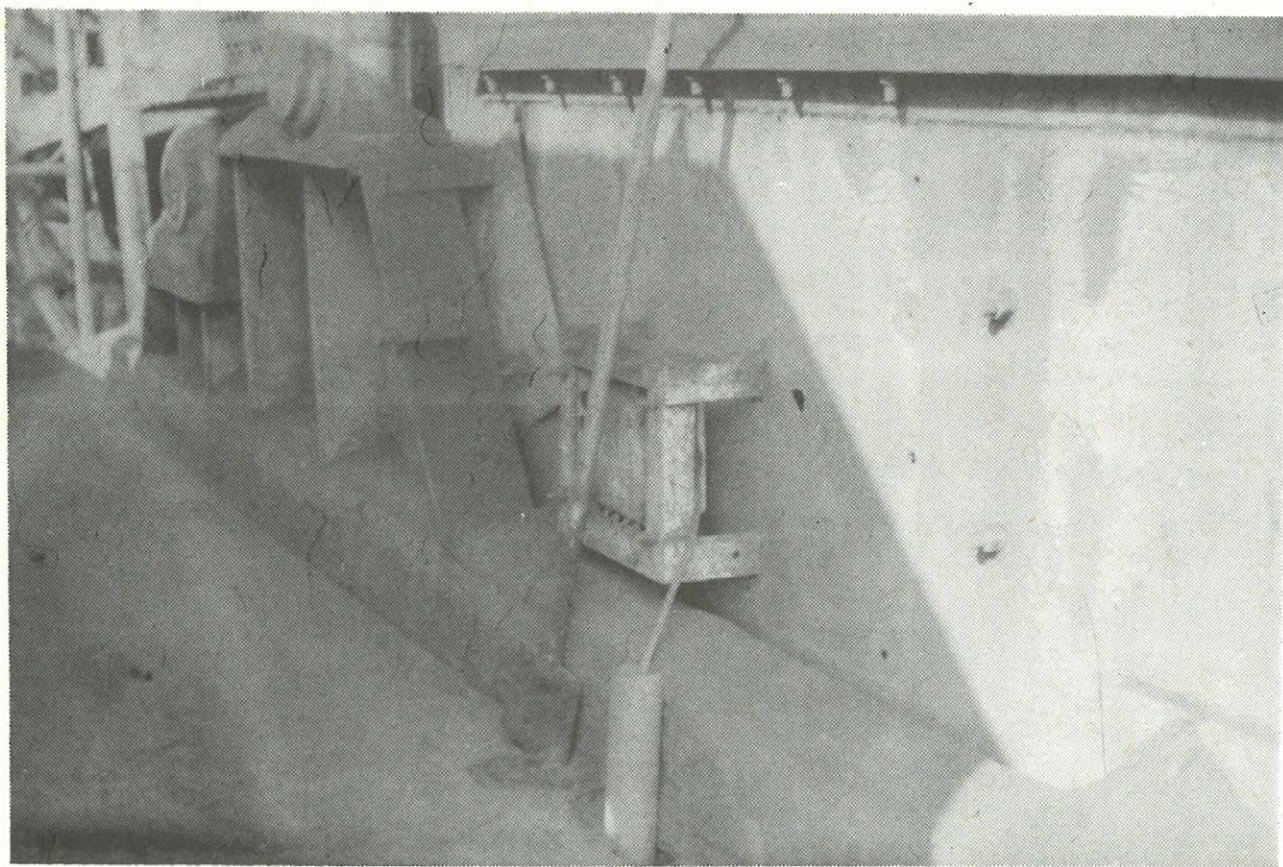
- /1/ P. Trýzna a kol.: "Provozní souprava pro neutron-neutronovou karotáž v kuřavkových odvodňovacích vrtech" - závěrečná zpráva, VÚHU 1965
- /2/ P. Trýzna a kol.: "Měření absorpce záření gama v hnědém uhlí" - závěrečná zpráva, VÚHU 1965



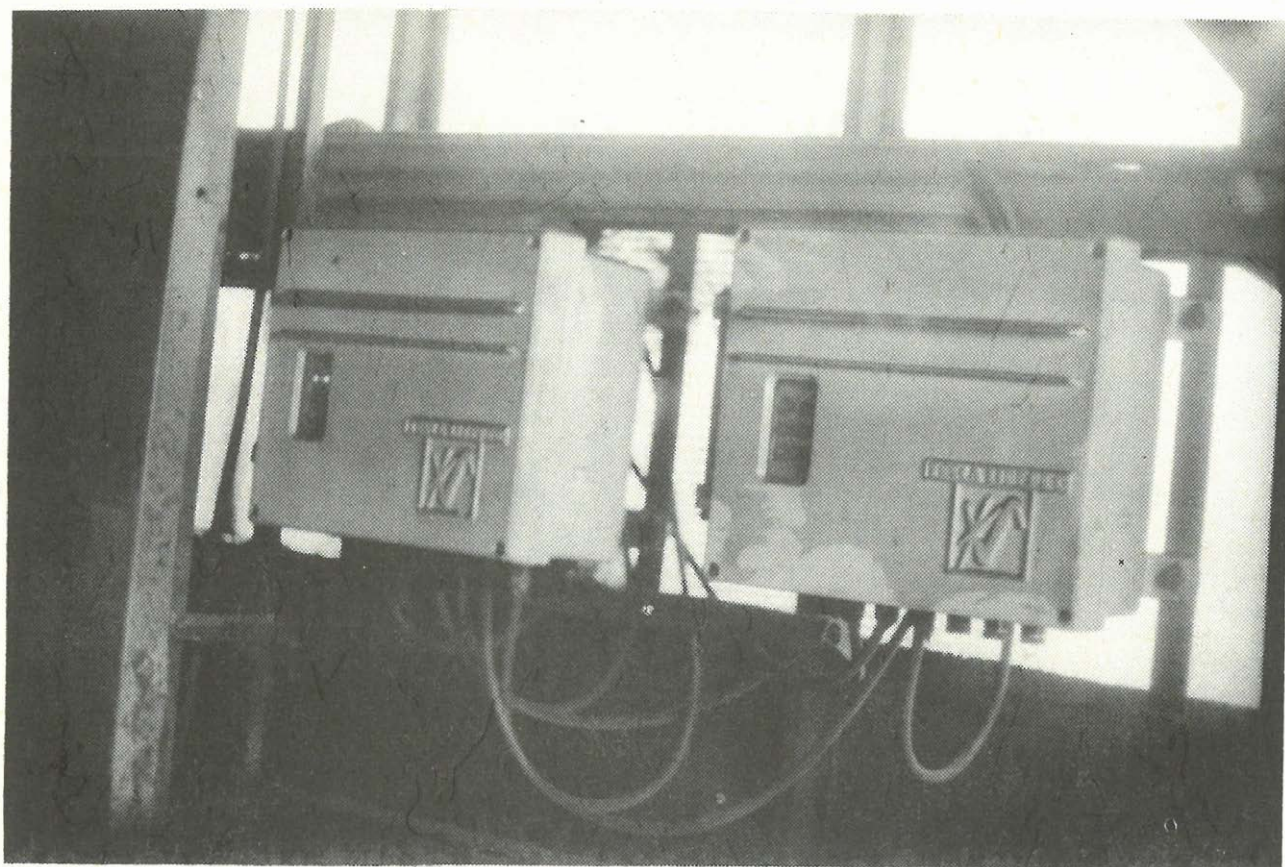
Radioizotopové relé na přesypu - závod Šmeral



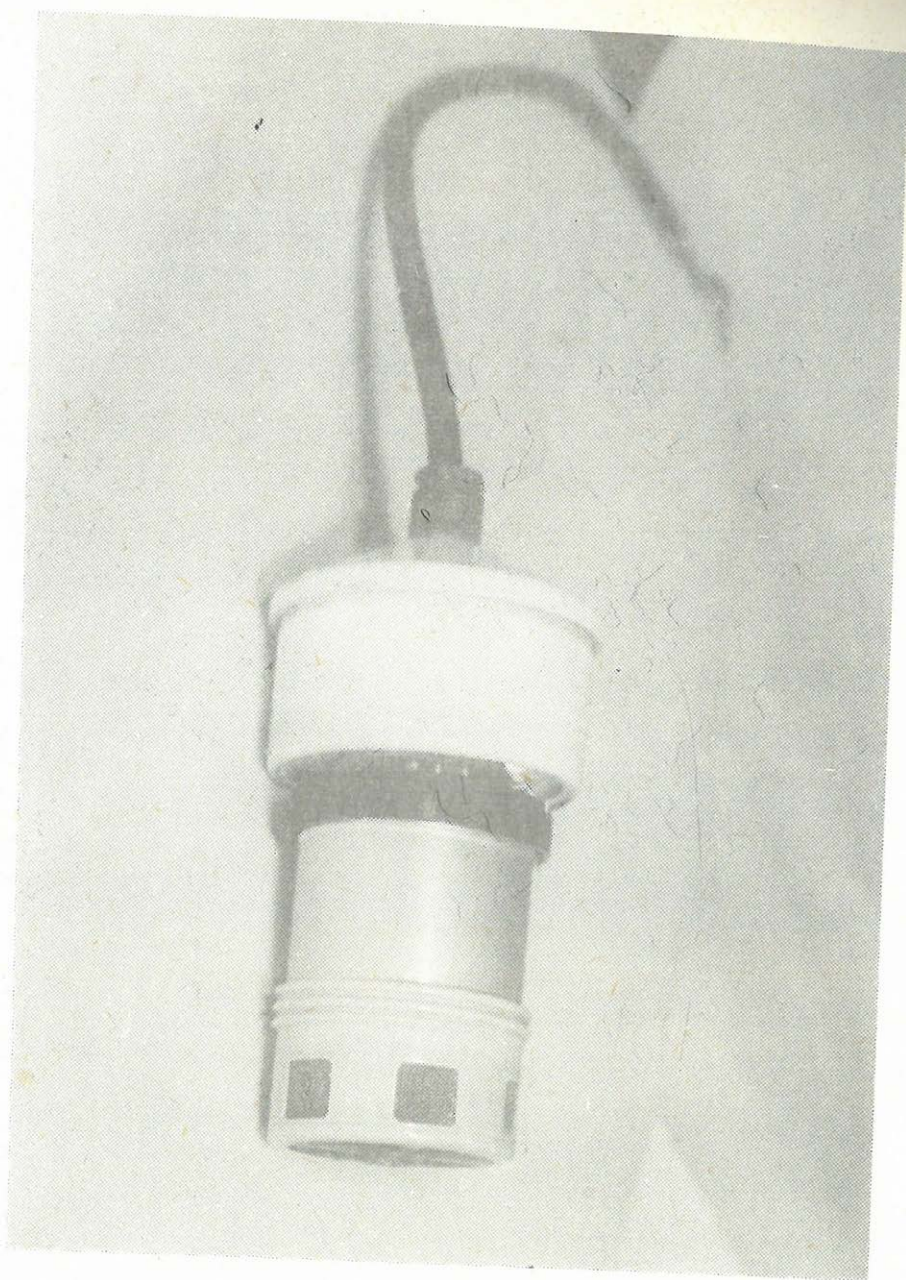
Zdroj ionizujícího záření v kolimačním krytu



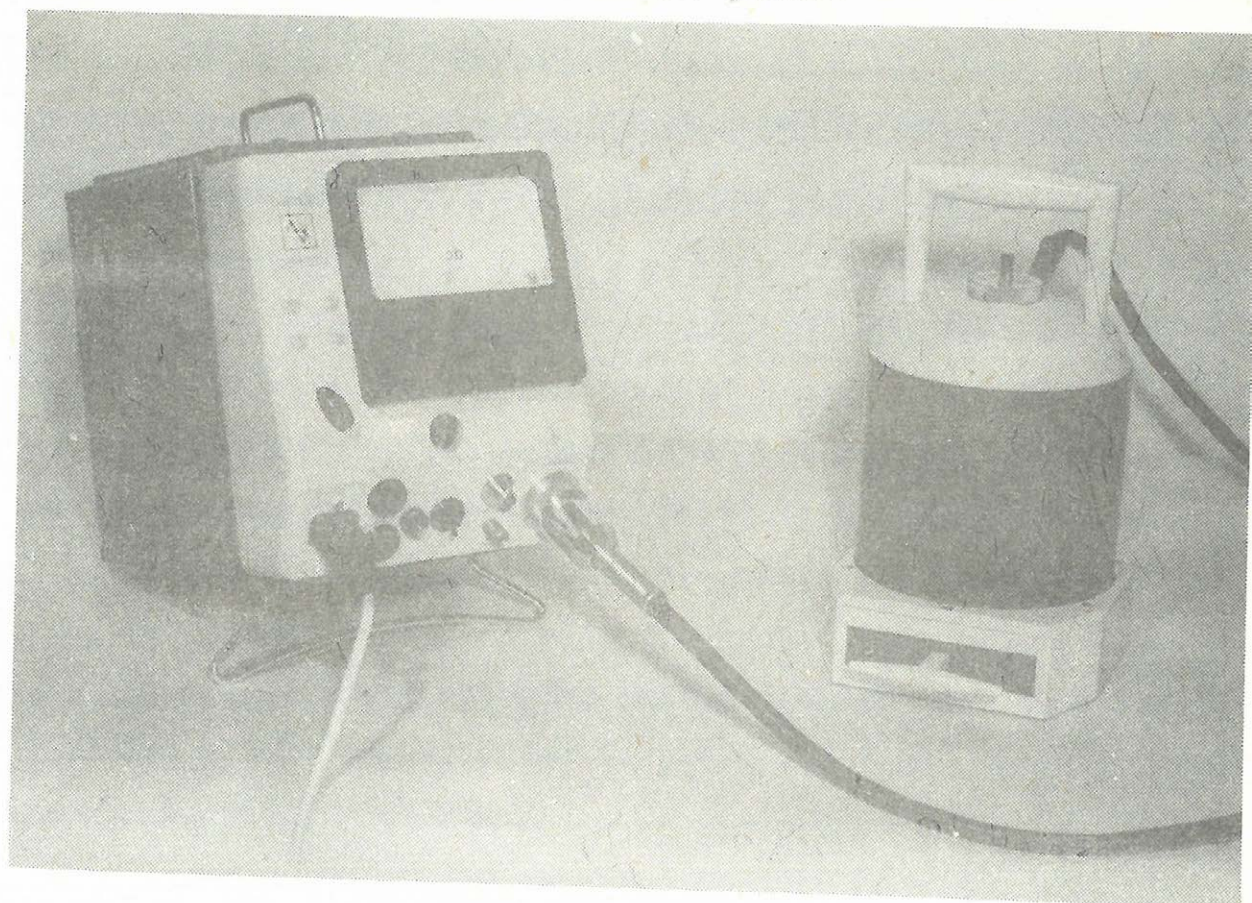
Měřicí sonda



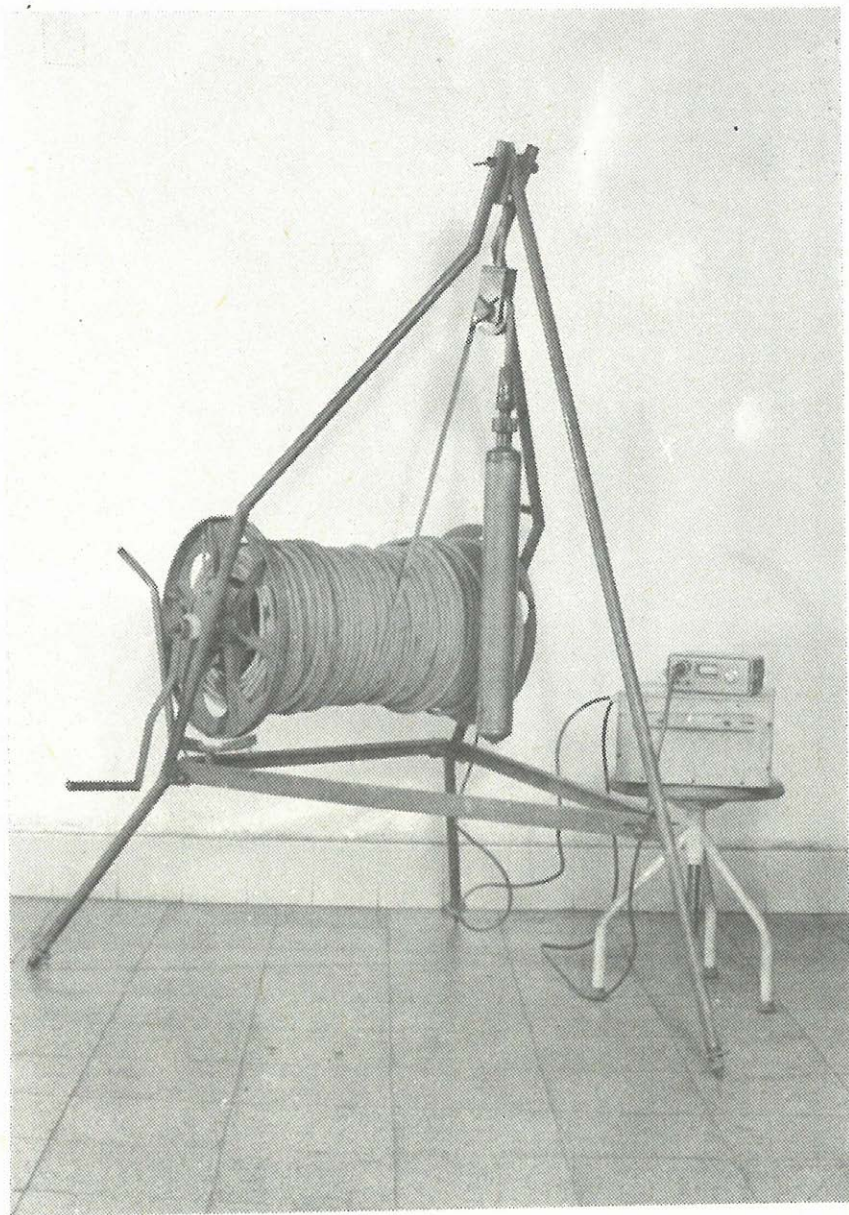
Vyhodnocovací jednotka



Ionizační hlásič požáru



Laboratorní analyzátor popela MNC - 201



Neutronová moderační karotážní souprava.