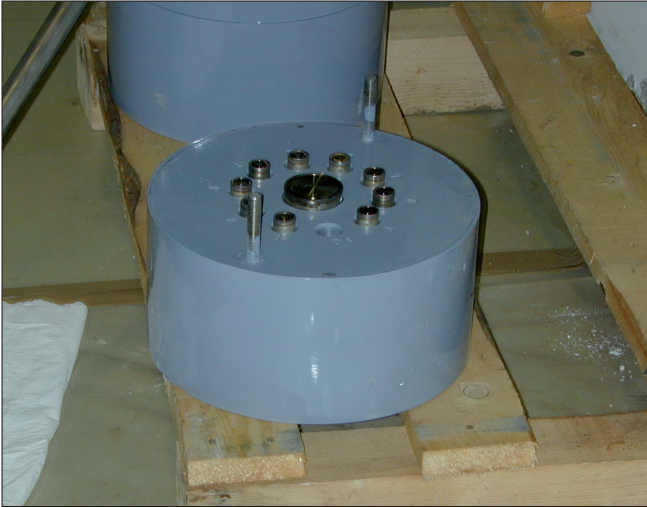




VZNIK RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ A JEJICH KLASIFIKACE

Tyto zářiče lze členit podle aktivity a poločasu rozpadu a z toho vyplyne i způsob, jak s nimi bude moci být naloženo. Jednu skupinu zářičů představují radionuklidy s poločasy rozpadu kratšími než 100 dní, které bude třeba přechovávat ve vymíracích skladech, než se dosáhne poklesu jejich aktivity pod uvolňovací úroveň, kdy bude moci být s nimi nakládáno jako s neradioaktivními látkami bez omezení. Jde například o Y-90 nebo Au-192, používaných k brachyterapii v množstvích okolo 100 MBq; ještě větší množství (až 5 TBq) ke stejnému účelu slouží zářič Ir-192. Zdroje záření v typických obalových soubořech (pouzdrech) se nalézají na obr. 2-3 a 2-4³.



Obr. 2-3. Starší typ pouzdra pro zářič gama k ozařování krve

➔ Obr. 2-4. Novější typ přenosného pouzdra s gama zářičem o vysoké energii



Silné kobaltové a cesiové zářiče, jejichž aktivita po ukončení životnosti může dosahovat až 100–1000 TBq, budou spadat do kategorie odpadů ukládaných na úložiště budovaná pro středně aktivní odpady ve větších hloubkách. Slabší cesiové zářiče pro brachyterapii o aktivitách pod 10 MBq pak bude možno umísťovat do přípořvrchových úložišť.

Konečně je zde skupina zářičů s dlouhodobými radionuklidy jako plutonium, americi-um nebo radium, jejichž aktivita se pohybuje od 10 MBq po 10 GBq. Tyto zářiče jsou používány jako požární hlásiče nebo ke kalibraci a způsob jejich uložení bude totožný se způsobem ukládání dlouhodobých odpadů o nízkých nebo středních aktivitách.

³ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Identification of Radioactive Sources and Devices, IAEA Nuclear Security Series No.5, IAEA, Vienna, 2007



NAKLÁDÁNÍ S RADIOAKTIVNÍMI ODPADY PŘED JEJICH ZPRACOVÁNÍM

Sterilizace

V případě biologických odpadů vyvstává často nutnost jejich chemické sterilizace (vložením do formaldehydu nebo chlorovaného vápna), zejména tehdy, nebudou-li okamžitě zpracovávány a upravovány například zmrazováním, vysoušením, radiační sterilizací, sterilizací parou, anebo mikrovlnnou sterilizací.

Chemická úprava

Odpady se podrobují radiochemické a chemické analýze za účelem zjištění radionuklidového a chemického složení. Podle získaných výsledků je možné rozhodnout o možnosti provedení dekontaminace, chemická analýza pak umožní stanovit další potřebné kroky pro případ, že by chemická forma odpadů mohla negativně ovlivnit podmínky a výsledky dalšího zpracování. Tím se myslí alkalizace kyselých roztoků, destrukce pěnnotvorných, komplexotvorných a organických látek, odstraňování amoniových iontů, anebo snižování chemické toxicity radioaktivního odpadu.

V Centru pro nakládání s radioaktivními odpady provozuje Ústav jaderného výzkumu v Řeži dekontaminační a fragmentární středisko (viz obr. 5–4) pro pevné, velkorozměrné odpady a pro kontaminované odpady, připadající v úvahu pro opětovné používání. Jde o převážnou většinu všech institucionálních odpadů vznikajících v České republice z aplikace radionuklidů ve zdravotnictví, průmyslu a výzkumu. Centrum disponuje laboratorii pro charakterizaci radioaktivních odpadů a laboratorii pro vývoj dekontaminačních postupů pro různé typy materiálů i různé druhy kontaminantů⁵.

Obr. 5–4. Fragmentační a dekontaminační středisko v ÚJV Řež (Zdroj ÚJV Řež, a.s.)



5.6. RECYKLACE ODPADŮ

5.6.1. RECYKLAČNÍ PROCES

V jaderném palivovém cyklu, ale i při výzkumu a v medicínských nebo průmyslových aplikacích, vzniká celá řada vedlejších produktů a odpadů kontaminovaných radioaktivními látkami, z nichž část má stále ještě jistou užitnou hodnotu a může být tudíž podrobena recyklaci a opětovně používána buď přímo, nebo po určité úpravě. Touto úpravou se rozumí odstranění nebo alespoň snížení obsahu radioaktivních látek dekontaminací, nebo různými fyzikálními či chemickými separačními metodami⁶.

Jak již bylo zmíněno v předešlých kapitolách, účinné třídění odpadů pro recyklaci nebo opětovné použití se může ukázat jako vhodná cesta k minimalizaci odpadů vyžadujících zneškodnění.

⁵ ÚJV Řež, a.s., Úspěchy a milníky, Řež, 2005, ÚJV Řež, a.s., Vstupujeme do 21. století, Řež, 2005

⁶ INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Recycle and Reuse of Materials and Components from Waste Streams of Nuclear Fuel Cycle Facilities, IAEA-TECDOC-1130, IAEA, Vienna, 2000

Obr. 8-9. Nakládka pouzdra s použitým zářičem



→ Obr. 8-10. Umístování pouzdra do přepravního kontejneru

Obr. 8-11. Převoz zářiče v kontejneru na úložiště



sestává z nakládání pouzdra, jeho umístování do přepravního kontejneru a z odvozu do přípoверхového úložiště disponujícího prostorem pro použité zdroje záření, je znázorněna na obr. 8-9 – 8-11.

8.3. PŘEPRAVA VYHOŘELÉHO JADERNÉHO PALIVA

Podobně jako pro radioaktivní odpady slouží k přepravě vyhořelého jaderného paliva silniční, železniční, nebo lodní dopravní prostředky. Všechny tyto způsoby přepravy lze označit jako velmi bezpečné; svědčí o tom skutečnost, že ve více než 20 000 dodávkách v celkovém množství více než 50 000 tun a celkové vzdálenosti zhruba 30 miliónů kilometrů nedošlo dosud k takové havárii, která by znamenala únik radioaktivních látek z přepravovaných obalů a zátěži člověka a životního prostředí nad přijatelnou mírou.

Mezi těmito druhy přepravy převažuje transport po železnici. Vedle již dříve zmíněných transportů vyhořelého paliva z Československa do bývalého SSSR, se v České republice vrátilo v polovině devadesátých let palivo z JE Dukovany dočasně skladované v Jaslovských Bohunicích do nově vybudovaného skladu v areálu jaderné elektrárny. Kromě



UKLÁDÁNÍ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ DO PŘÍPOVRCHOVÝCH A PODZEMNÍCH ÚLOŽIŠŤ

Úložiště Bratrství v Jáchymově⁵

Úložiště bylo uvedeno do provozu v roce 1974 a slouží k umístování odpadů obsahujících přírodní radionuklidy. Jde o bývalý uranový důl, z něhož bylo využito pro ukládání 5 komor, které jsou přilehlé k Těžní štole.

Celkový objem úložných prostor je 1 200 m³, z toho asi 900 m³ je využitelných pro ukládání. Doposud byly využity necelé čtvrti pětiny. V roce 2007 bylo do úložiště přijato 19 m³ odpadu o celkové aktivitě 74,2 GBq. Radioaktivita uložených odpadů dosahuje nyní 1,8 TBq, což znamená čerpání limitu (který obnáší 10 TBq) ve výši 18 %. Z toho Ra-226 jsou přítomny 1,3 TBq.

Na čerpání limitů, pokud jde o objem a aktivitu ukládaných odpadů, se podílela hlavně praxe z let 1975–1999, zatímco během posledních let byly přírůstky do úložiště minimální. Ukládané radioaktivní odpady v úložišti Bratrství obsahují především Ra-226 ve formě síranu radia v platinových pouzdrech pro dřívější využívání v lékařství. Dále jsou přítomny Ra-Be neutronové zdroje, laboratorní odpad s přírodními radionuklidy, ochuzený uran a přírodní thorium hlavně ve formě dusičnanu nebo oxidu.

Úložiště Hostim u Berouna

Toto úložiště sloužilo k ukládání odpadů z Ústavu jaderného výzkumu v Řeži a z Ústavu pro výzkum, vývoj a využití radioizotopů v letech 1959–1964. Ve vápencovém lomu byly zprovozněny dvě vytěžené stoly o celkovém objemu 1 690 m³, do nichž byly ukládány institucionální odpady především z těchto dvou organizací.

Po odstranění části odpadů (odpady s dlouhodobými radionuklidy a uzavřené

Obr. 10–16. Přístupová chodba do úložiště Bratrství (Zdroj SÚRAO, ČR)



Obr. 10–17. Odpady uložené v jedné z komor v úložišti Bratrství (Zdroj SÚRAO, ČR)

⁵ SPRÁVA ÚLOŽIŠŤ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ, Bratrství – úložiště radioaktivních odpadů, SÚRAO, Praha, doplněno 2008, ke stažení <http://www.surao.cz/>



ZNEŠKODŇOVÁNÍ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ ZE STARŠÍCH RADIČNÍCH ZÁTĚŽÍ

14.2.3. DŘÍVĚJŠÍ PRAXE VE VÝROBĚ A POUŽÍVÁNÍ RADIA

Jako typické případy, kdy došlo ke kontaminacím v závodech pracujících s radiem, lze označit belgický Olen, kanadské Scarborough a Town of Port Hope, francouzský Arcueil anebo maďarský Pestvidék.

V Olenu probíhala v letech 1922–1977 výroba radia, během níž došlo ke kontaminaci zhruba 100 000 m² až do 1 mSv/rok, přičemž kontaminovány byly též okolní budovy a obydlí.

Podobná situace byla zjištěna v maďarském Pestvidéku, kde se vyráběly svítící barvy. Výsledkem byla kontaminace půdy radiem na úrovni až 100 Bq/g. Ve Scarboroughu se od čtyřicátých let vyráběly produkty s radiem, čímž došlo k zamoření 1 800 m³ půdy radiem-226 (<0.07 Bq/g) a 1 000 m³ radiem-226 (0.07–0.5 Bq/g). V kanadském Town of Port Hope dosahovala kontaminace půdy radiem v některých místech až 1040 Bq/g, ve zbývajících částech lokality 1–100 Bq/g. Konečně Arcueil, kde se nalézaly laboratoře Marie Curiové, byla zjištěna kontaminace půdy a rostlin aktiniem-227, protaktiniem-231 a okovem-210.

Obr. 14-2. Sud vybavený stíněním z betonu pro uložení Ra-226



Shromáždění starých radiových zdrojů používaných k terapii a jejich zpevnění ve vhodných obalových souborech bylo provedeno v řadě členských zemí MAAE. Na obr. 14-2 je znázorněn sud vybavený vnitřní vrstvou betonu k odstínění záření gama z Ra-226. Po uzavření je sud připraven k umístění do skladu (obr. 14-3) před jeho definitivním uložením do podzemního nebo hlubinného úložiště (obr. 14-4).

◀ Obr. 14-3. Uzavřený sud s Ra-226

Obr. 14-4. Dočasné skladování Ra-226 před jeho konečným uložením



16.

PRÁVNÍ PROSTŘEDÍ PŘI NAKLÁDÁNÍ S RADIOAKTIVNÍMI ODPADY