



ÚRAD JADROVÉHO DOZORU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

EDÍCIA

Bezpečnosť jadrových zariadení

2016

BNS II.9.1/2016

**Priamy odber malých vzoriek z bezpečnostne významných
komponentov JZ**

Priamy odber malých vzoriek z bezpečnostne významných komponentov JZ

Vydal Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
Neperiodická publikácia

Spracovatelia: Ing. Martin Březina, CSc., špecialista, VUJE, a. s.

Ing. Jana Petzová, PhD., špecialista, VUJE, a. s.

Gestor: Ing. Jozef Balaj, riaditeľ odboru systémov, komponentov a stavebných
konštrukcií, Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky

Recenzenti: Ing. Jana Weisová, Slovenské elektrárne, a. s.

Ing. Ján Borák, Slovenské elektrárne, a. s.

BNS **II.9.1/2016**

ISBN **978-80-89706-10-5**

EAN **9788089706105**

Bratislava, november 2016

Anotácia

Tento bezpečnostný návod Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky určuje základné pravidlá pre návrh a realizáciu priameho odberu malých vzoriek z bezpečnostne významných komponentov JZ. Pred realizáciou odberov je potrebné vypracovať a schváliť dodatok plánu kvality, resp. individuálneho programu zaistenia kvality (IPZK) pre zvolený komponent. Pri zostavovaní BNS sa vychádzalo z požiadaviek normatívno-technickej dokumentácie v oblasti jadrovej energetiky a doterajších skúseností s priamym odberom malých vzoriek v SR a v zahraničí.

bezpečnostný návod, malé vzorky, priamy odber

Abstract

The safety guide of the Nuclear Regulatory Authority of the Slovak Republic defines the basic rules for the design and implementation of the direct sampling of small samples from the safety important components of nuclear facilities. Before sampling it is necessary to develop and approve an amendment of quality plan or individual quality assurance program for the selected component. The safety guide is based on the requirements of technical standards in the field of nuclear energy and the current experience with direct sampling of small samples in Slovakia and abroad.

Safety guide, small sample, direct sampling

Obsah

Úvod	1
1 Predmet a účel	2
2 Rozsah platnosti.....	2
2.1 Všeobecné ustanovenia.....	2
2.2 Podmienky platnosti	2
3 Použité skratky	3
3.1 Skratky orgánov a organizácií.....	3
3.2 Skratky v oblasti hodnotenia procesov teplotného starnutia.....	3
4 Použité pojmy	3
5 Odber vzoriek	4
5.1 Oblasť použitia	4
5.2 Spôsoby odberu malých vzoriek	5
5.3 Činnosti pred odberom vzoriek	5
5.4 Činnosti počas odberu vzoriek	6
5.5 Vyhodnotenie odberu vzoriek	7
6 Zodpovednosti	7
6.1 Všeobecne	7
6.2 Prevádzkovateľ	7
6.3 Expertná organizácia	7
6.4 Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky	8
7 Literatúra	9

Predhovor

Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky začal v roku 1995 vydávať vlastné neperiodické publikácie, ako edíciu Bezpečnosť jadrových zariadení, s cieľom zverejňovať vybrané všeobecne záväzné právne predpisy, bezpečnostné požiadavky, odporúčania a návody súvisiace s predmetom činnosti Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky.

V rámci edície Bezpečnosť jadrových zariadení Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky vydáva tri skupiny publikácií:

Obsahom prvej skupiny publikácií sú vybrané všeobecne záväzné právne predpisy a medzinárodné zmluvy z oblasti mierového využívania jadrovej energie; sú označené červeným pruhom.

V druhej skupine sú dokumenty z oblasti jadrovej bezpečnosti charakteru odporúčaní a návodov, ktoré konkretizujú a dopĺňajú požiadavky všeobecne záväzných právnych predpisov. Odporúčania dokumentov tejto kategórie nie sú všeobecne záväzné, avšak ich dodržiavanie zjednodušuje plnenie požiadaviek Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky zo strany dozorovaných organizácií; sú označené zeleným pruhom.

Obsahom tretej skupiny publikácií sú ostatné dokumenty z oblasti jadrovej bezpečnosti informatívneho charakteru, sú označené modrým pruhom.

Pri spracovaní dokumentov druhej a tretej skupiny sa využívajú dokumenty Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu vo Viedni a iných medzinárodných organizácií, medzinárodné a národné technické normy, ako aj dokumenty vydané zahraničnými dozornými orgánmi a odbornými organizáciami. Dokumenty sú spracované na základe rozhodnutia predsedu Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky zamestnancami úradu alebo externými organizáciami i s využitím vlastných skúseností a podmienok. Pred ich vydaním a zverejnením sú schválené predsedom úradu.

Predmetná publikácia Priamy odber malých vzoriek z bezpečnostne významných komponentov JZ je bezpečnostným návodom.

Tento BNS špecifikuje postupy pri príprave a realizácii priameho odberu malých vzoriek z bezpečnostne významných komponentov JZ.

Pripomienky a doplnky k tejto publikácii zasielajte na Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky, odbor legislatívno-právny, Bajkalská 27, P. O. Box 24, 820 07 Bratislava 27.

Bezpečnostné návody nie sú záväzné, avšak ich dodržiavanie napomáha zabezpečiť podmienky bezpečného využívania jadrovej energie alebo vykonávania činností súvisiacich s využívaním jadrovej energie.

Úvod

Materiály konštrukcií a komponentov jadrových zariadení (JZ) sú v priebehu prevádzky vystavené procesom starnutia v dôsledku prevádzkových záťaží a rôznych degradačných procesov, vedúcich k zmenám stavu a schopnosti zariadení plniť ich projektované funkcie. Ide o procesy, ktoré sú spôsobené prevádzkou za normálnych alebo abnormálnych prevádzkových podmienok a o vplyvy okolitého (vrátane pracovného) prostredia na tieto konštrukcie a komponenty.

Degradácia materiálov a konštrukcií JZ môže negatívne ovplyvniť ich bezpečnosť a spoľahlivosť prevádzky JZ, môže tiež zhoršovať ekonomické ukazovatele prevádzky a v konečnom dôsledku môže mať vplyv aj na životnosť JE. Proces starnutia materiálov je možné spomaliť, resp. zmierniť úpravou prevádzkových podmienok alebo výmenou komponentov, resp. celého vymeniteľného zariadenia. Pretože po iniciácii poškodenia v materiáli komponentu alebo konštrukcie dochádza ku strate funkčnosti zariadenia v relatívne krátkom čase, čo v prípade, že nie je vopred známa kinetika rozvoja degradácie jeho materiálov, môže viesť až k havarijným stavom s významnými bezpečnostnými a ekonomickými dôsledkami. Preto je v mnohých prípadoch potrebné poznať aktuálny stav vlastností materiálu daného zariadenia, realizovať priamy odber vzoriek a získať tak pre analýzy originálny materiál.

V prípade zistených defektov na povrchu zariadení je často potrebné odobrať z poškodeného miesta reprezentatívnu vzorku a na nej vykonať potrebné analýzy a stanoviť mechanizmus a príčiny vzniku zisteného defektu.

Všetky tieto požiadavky je možné splniť priamym odberom vzoriek z povrchu zariadení. Rozhodujúcim kritériom pre prevádzkovateľa je veľkosť a rozsah zásahu do povrchu zariadenia v mieste odberu. Prednosť preto musia dostať postupy, ktoré sú minimálne invazívne a nevyžadujú po odbere žiadne alebo iba minimálne opravy.

V princípe je možné malé vzorky odoberať nasledujúcimi postupmi:

1. mechanicky,
2. elektroiskrovo v prostredí kvapalného média.

Cieľom tohto návodu je poskytnúť prevádzkovateľom JE metodológiu pre realizáciu odberov malých vzoriek z dôležitých bezpečnostne významných komponentov.

1 Predmet a účel

Predmetom tohto bezpečnostného návodu je:

- a) stanoviť metodológiu a postup pri príprave priameho odberu malých vzoriek z bezpečnostne významných komponentov JZ,
- b) navrhnúť rámcový postup pri odbere vzoriek,
- c) odporučiť potrebné úkony po ukončení odberov.

Súčasťou dokumentu sú aj odporúčania pre organizačné zabezpečenie priameho odberu malých vzoriek z bezpečnostne významných komponentov JZ v reálnych prevádzkových podmienkach.

2 Rozsah platnosti

2.1 Všeobecné ustanovenia

Bezpečnostný návod stanovuje základné požiadavky Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky na realizáciu priameho odberu malých vzoriek z bezpečnostne významných komponentov JZ, t. j. z konštrukcií a komponentov dôležitých z hľadiska jadrovej bezpečnosti.

Bezpečnostný návod obecné platí pre všetky prípady priameho odberu malých vzoriek z bezpečnostne významných komponentov JZ, bez ohľadu na použitú techniku a spôsob odberu.

Požiadavky tohto bezpečnostného návodu je treba chápať ako požiadavky minimálne, rozsah ktorých si môže príslušný prevádzkovateľ rozšíriť v závislosti od špecifických podmienok miest odberu.

2.2 Podmienky platnosti

Tento bezpečnostný návod sa vydáva bez časového obmedzenia.

3 Použité skratky

3.1 Skratky orgánov a organizácií

MAAE	Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu (angl. IAEA)
JE	jadrová elektrárne
SE, a. s.	Slovenské elektrárne, a. s.
JE-EBO V2	Atómové elektrárne Bohunice
JE-EMO	Atómové elektrárne Mochovce
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky

3.2 Skratky v oblasti hodnotenia procesov teplotného starnutia

POV	programy overovacích vzoriek
EDM	elektroiskrové obrábanie (Electric discharge machining)
IPZK	individuálny program zaistenia kvality
JEZ	jadrovo-energetické zariadenie
JZ	jadrové zariadenie
LBB	únik pred roztrhnutím (Leak Before Break)
NDT	nedeštruktívna kontrola
SSam	Zariadenie na odber malých vzoriek z povrchu zariadení (Surface Sampling system) firmy Rolls-Royce
UTZ	ultrazvuková kontrola

4 Použité pojmy

Degradácia je poškodenie materiálu konštrukcie alebo komponentu v dôsledku vplyvu rôznych degradačných mechanizmov počas prevádzky zariadenia.

Elektroiskrové obrábanie je spôsob elektro-erozívneho obrábania elektricky vodivého materiálu, pri ktorom k úberu materiálu dochádza elektroabrazívnym pôsobením elektrickej iskry (pôsobením pulzného elektrického výboja). Jednou elektródou pri obrábaní je samotný obrobok.

Jadrové zariadenia sú také zariadenia a objekty, ktorých súčasťou je jadrový reaktor využívajúci štiepnu riadenú reťazovú reakciu, alebo zariadenia a objekty na výrobu, spracovanie a skladovanie jadrových materiálov príp. ukladanie vyhoreného paliva alebo rádioaktívnych odpadov.

Kapilárna/penetračná skúška (PT) sa využíva na odhalenie povrchových defektov materiálov pomocou farebnej látky - kvapaliny, ktorá vzlína z trhlin a necelistvostí na povrch skúšaného predmetu.

Kvázi-nedeštruktívny odber materiálu je spôsob odberu vzoriek ktorý negatívne neovplyvní dotknuté zariadenie a nevyžaduje žiadne dodatočné operácie na opravu odberového miesta (zváranie, brúsenie).

Odberové zariadenie je zariadenie, ktoré umožňuje odobratie požadovaných vzoriek z daného komponentu, pričom nedôjde negatívne ovplyvneniu daného komponentu a po ukončení odberu nie sú potrebné žiadne dodatočné operácie, opravy ani úpravy miesta odberu.

Porucha je neschopnosť alebo prerušenie schopnosti systému, konštrukcie alebo komponentu plniť projektovanú funkciu v rámci požadovaných kritérií.

Program riadenia starnutia je systém organizačných a technických opatrení na riadenie starnutia, vrátane optimálnej organizačnej štruktúry, stanovenia zodpovedností, vypracovania potrebných metodík, technologických postupov, materiálneho a personálneho zabezpečenia.

Riadenie starnutia je súbor inžinierskych, prevádzkových a údržbárskych opatrení na kontrolu a zmiernenie degradácie systémov, konštrukcií a komponentov starnutím a opotrebovaním v akceptovateľných medziach.

Starnutie zariadení JE je postupné zhoršovanie technických a materiálových vlastností zariadení JE vyvolané pôsobením degradačných procesov.

Stav zariadenia je úroveň charakteristických parametrov konštrukcie alebo komponentu, ktoré môžu mať vplyv na plnenie projektovej funkcie zariadenia.

Životnosť je doba od výroby do vyradenia systému, konštrukcie alebo komponentu z prevádzky.

5 Odber vzoriek

5.1 Oblasť použitia

Základným cieľom odberu malých vzoriek je kvázi-nedeštruktívne odobratie reprezentatívnej vzorky/vzoriek zo zvoleného miesta daného komponentu, bez poškodenia zariadenia a s minimálnou nutnosťou opravy alebo úpravy miesta odberu.

Vzorky sa môžu odoberať z nepoškodených lokalít, alebo z miest výskytu indikácií, defektov zistených nedeštruktívnymi technikami.

Odobratá vzorka/vzorky sa spravidla používa na stanovenie vlastností (mechanické, mikroštruktúralne, korózne a ďalšie) konštrukčných materiálov daného komponentu resp. na posúdenie ich zmien v dôsledku procesov starnutia.

Vzorky, ktoré boli odobraté z miest indikácií sa používajú na určenie typu indikácií a stanovenie príčin ich vzniku.

5.2 Spôsoby odberu malých vzoriek

Priamy odber malých vzoriek z bezpečnostne významných komponentov JZ je možné vykonávať iba špeciálnymi zariadeniami, ktoré kvázi-nedeštruktívne odoberú vzorku bez negatívneho ovplyvnenia daného komponentu.

Odberové zariadenia môžu pracovať na princípe mechanického odbrusovania veľmi malou rýchlosťou odberu tak, že nedochádza k ovplyvneniu odoberanej vzorky ani komponentu a to aj za situácie, že sa nepoužíva chladenie vodou.

Alternatívny spôsob odberu môže byť na princípe elektro-erozívneho obrábania. Tento spôsob vyžaduje prítomnosť nevodivého prostredia, napr. demineralizovanej vody, čo nie je z hľadiska uplatnenia na JZ najvhodnejšie.

5.3 Činnosti pred odberom vzoriek

Základným parametrom je presné definovanie potreby odberu vzoriek z daného komponentu a návrh metódy a spôsobu ich odberu. Súčasne je potrebné stanoviť minimálny počet odoberaných vzoriek.

Je nutné posúdiť efektívnosť odberu, zhodnotiť očakávaný prínos vzhľadom na nevyhnutný zásah do daného zariadenia, pričom dôležitú úlohu hrajú aj celkové náklady spojené s odberom.

Na základe výberu potenciálnych miest odberu sa musí preveriť praktická realizovateľnosť odberu z daného komponentu navrhovanou technikou odberu.

Musí sa vykonať pevnostná analýza komponentu s uvažovaním povrchových odberov v navrhovaných miestach, stanovenie maximálnej prípustnej hĺbky odberu resp. minimálnej zvyškovej hrúbky steny v mieste odberu. Výpočtová analýza sa musí vykonať aj v širších súvislostiach daného komponentu, napr. aj z hľadiska prístupu LBB.

Pre daný komponent, z ktorého sa budú odoberať vzorky, sa musí vypracovať dodatok plánu kvality, resp. IPZK.

Navrhovaný spôsob odberu vzoriek z daného komponentu, vrátane pevnostnej analýzy, musí posúdiť výrobca alebo iná kvalifikovaná organizácia a toto stanovisko musí byť prílohou dodatku plánu kvality resp. IPZK.

Odporúča sa posúdenie navrhovaného spôsobu odberu vzoriek z daného komponentu, vrátane pevnostnej analýzy.

Vypracovaný dodatok plánu kvality resp. IPZK, vrátane plnenia § 9 ods. 3 vyhlášky ÚJD SR č. 431/2011 Z. z., musí byť predložený na schválenie ÚJD SR.

Na základe schváleného dodatku plánu kvality resp. IPZK sa musí vypracovať operatívny program pre odber malých vzoriek, v ktorom budú detailne popísané činnosti, ktoré je potrebné vykonať pred odberom, počas odberu a po odbere.

Operatívny program musí riešiť aj neštandardné situácie, ktoré sa môžu počas odberu vyskytnúť ako:

- a) prerušenie odberu z dôvodu vzniku opraviteľnej poruchy odberového zariadenia,
- b) prerušenie a následné nedokončenie odberu vzorky z dôvodu vzniku v danom čase neopraviteľnej poruchy odberového zariadenia.

5.4 Činnosti počas odberu vzoriek

Pred začiatkom odberu sa musia vyznačiť miesta, z ktorých budú vzorky odoberané a v týchto lokalitách sa musí vykonať NDT kontrola.

Na vyznačených miestach sa musí UTZ metódou zmerať hrúbka steny zariadenia a potvrdiť prípustnosť odberu z hľadiska maximálnej dovolenej hĺbky odberu a súčasne aj minimálnej zostatkovej hrúbky steny po odbere.

Realizuje sa odber malých vzoriek z daného komponentu schváleným zariadením a postupom. Po odbere každej vzorky sa musí zmerať hĺbka jamky, ktorá vznikla odberom na povrchu komponentu. Odporúča sa aj zmeranie rozmerov vzorky, aby sa posúdila úspešnosť odberu z hľadiska daných požiadaviek.

Po ukončení odberu sa vykoná vizuálna kontrola vzniknutých jamiek na povrchu a prípadné ostré hrany sa musia odstrániť.

V každej jamke sa zmeria skutočne dosiahnutá hĺbka odberu a stanoví sa zostatková hrúbka steny.

Musí sa vykonať NDT kontrola vzniknutých jamiek a ich bezprostredného okolia penetračnou skúškou.

5.5 Vyhodnotenie odberu vzoriek

Po ukončení odberov vyhodnotí prevádzkovateľ úspešnosť odberov, splnenie požadovaných cieľov a podmienok vo forme protokolu resp. správy.

Vyhodnotenie úspešnosti odberov môže byť aj súčasťou expertíznej správy o výsledkoch analýz odobratých vzoriek.

6 Zodpovednosti

6.1 Všeobecne

Realizáciou odberu vzoriek sa má dosiahnuť:

- a) získanie reprezentatívnej vzorky/vzoriek materiálu z daného komponentu pre potreby ďalších analýz,
- b) minimálne negatívne ovplyvnenie funkčnosti a životnosti daného komponentu.

Za týmto účelom sú stanovené nasledovné zodpovednosti jednotlivých orgánov a organizácií priamo či nepriamo zúčastnených na realizácii odberu vzoriek.

6.2 Prevádzkovateľ

Vypracovať dodatok plánu kvality, resp. IPZK pre odber vzoriek z daného komponentu.

Zabezpečiť stanovisko výrobcu alebo nezávislej kvalifikovanej osoby k odberu vzorky/vzoriek z daného komponentu.

Predložiť ÚJD SR na schválenie vypracovaný dodatok plánu kvality, resp. IPZK na odber vzoriek vrátane stanoviska výrobcu alebo nezávislej kvalifikovanej osoby.

Na základe schváleného dodatku plánu kvality resp. IPZK vypracovať operatívny program odberu vzoriek.

6.3 Expertná organizácia

Vykonať pevnostnú analýzu možností odberu vzoriek z daného komponentu.

Na základe požiadavky prevádzkovateľa realizovať odber vzoriek z daného komponentu.

Spolupracovať s prevádzkovateľom pri vyhodnotení úspešnosti odberu malých vzoriek.

6.4 Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky

Posúdiť a schváliť vypracovaný dodatok plánu kvality, resp. IPZK pre daný komponent na odber vzoriek.

Podľa potreby stanoviť ďalšie požiadavky a podmienky pre spôsob a proces odberu vzoriek.

7 Literatúra

- /1/ Zákon č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.
- /2/ Riadenie starnutia jadrových elektrární - Požiadavky. BNS 1.9.2/2014, Bratislava, ÚJD SR 2014.
- /3/ Skúšanie mechanických vlastností, chemického zloženia a vybraných charakteristík odolnosti proti porušeniu pri medzných stavoch zaťažovania materiálov a zvarových spojov strojno-technologických komponentov zariadení jadrových elektrární typu VVER 440. BNS II.5.5/2009, Bratislava, ÚJD SR 2009.
- /4/ IAEA Safety Standards Series NS-G-2.12: Ageing Management for Nuclear Power Plants Safety Guide, (ISBN:978-92-0-112408-1), English, 2009.
- /5/ Unified Procedure for Lifetime Assessment of Components and Piping in WWER NPPs "VERLIFE", Version 2008 – Final, April 2008.
- /6/ Normy pevnostného výpočtu komponentov a potrubí JEZ, Energoatomizdat, Moskva, ZSSR, 1989.
- /7/ NTD MHS Interatomenergo, Normy výpočtu pevnosti zařízení a potrubí jaderných elektráren, Normalizace v jaderné technice 4/1988, ČSKAE.
- /8/ NTD A.S.I. Hodnocení pevnosti zařízení a potrubí jaderných elektráren typu VVER, SEKCE III, Praha a Brno 2000.
- /9/ Hermanský a kol.: Hodnotenie životnosti kritických uzlov potrubného systému PO VVER 440 s V213, odhad pravdepodobnosti porušenia komponentov a návrh na hodnotenie prípustnosti defektov v priebehu životnosti konštrukcií, správa VÚJE č. 251/93, 1993.
- /10/ David W. Mercaldi: Surface sampling device. US patent No.4845896 A.
- /11/ Rolls-Royce: SSamTM-2 Surface Sampling System. Operational manual, 2005.
- /12/ Koji Okamoto et al.: Development of electric discharge equipment for small specimen sampling. International Journal of Pressure Vessels and Piping, volume 86, Issue 9, September 2009, Pages 633–636.