

ÚRAD JADROVÉHO DOZORU SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Zváracie materiály na zváranie strojno-technologických komponentov vybraných zariadení jadrových zariadení. Technické požiadavky a pravidlá výberu

4. Vydanie

Vydal Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky

Neperiodická publikácia

Spracovateľ: Ing. Jozef Vrbenský, IWE, IBOK – Integrita a Bezpečnosť Oceľových
Konštrukcií, a.s., Bratislava

Recenzent: Ing. Jozef Balaj, riaditeľ odboru systémov, komponentov a stavebných
konštrukcií, Úrad jadrového dozoru SR, Trnava

BNS II.5.3/2011

ISBN 978-80-88806-85-1

EAN 9788088806851

Bratislava, máj 2011

Anotácia

V bezpečnostnom návode sa uvádzajú základné technické požiadavky Úradu jadrového dozoru Slovenskej republiky na zvaracie materiály a kontrolu ich kvality, pri obstarávaní, skladovaní, príprave na zváranie a pri používaní na zhotovenie zvarových spojov pri výrobe, montáži, opravách, výmenách a rekonštrukciách strojno-technologických komponentov vybraných zariadení jadrových elektrární typu VVER 440. Definujú sa podmienky výberu a atestácie nových značiek zvaracích materiálov ako ekvivalentných náhrad za zvaracie materiály špecifikované v pôvodnej výrobnotechnologickej a konštrukčnej dokumentácii. Vymedzuje sa rozsah platnosti návodu v súčinnosti s bezpečnostnými návodmi, pravidlami a technickými normami na ktoré sa odvoláva.

Kľúčové slová

bezpečnostný návod, technické požiadavky, pravidlá, jadrové zariadenia, zváranie, zvaracie materiály, kontrola kvality, certifikácia

Abstract

The safety guideline introduces the basic requirements of the Nuclear Regulatory Authority of the Slovak Republic laid down for welding consumables as well as for the control and inspection of their quality in the course of supply, store and treat in welding processes applied to manufacture, construction, maintenance, repairs and re-construction of welded components of nuclear power plants equipment of the VVER 440 type. Conditions and requirements for the choice and certification of new marks of welding consumables are defined with respect to their equivalence with consumables as specified in the former design documentation. Interactions with other documents and rules, with national and international standards concerning quality assurance systems in welding, requirements for the safety and reliability of welded joints and application of new materials and processes to be used for welded structures are specified in this document, as well

Key words

safety guideline, nuclear facility, welded structure, welding, welding consumables, quality control and inspection, choice and certification of new materials

Obsah**str.**

Zoznam tabuliek	
Predhovor	
Úvod	1
1 Predmet a účel	1
2 Rozsah platnosti	1
3 Použité skratky	2
4 Definície vybraných pojmov.....	5
5 Požiadavky na zvaracie materiály	8
5.1 Podmienky obstarávania	8
5.2 Evidencia, manipulácia a skladovanie zvaracích materiálov	8
6 Kontrola kvality zvaracích materiálov	10
6.1 Vstupná kontrola	10
6.2 Medzioperačná kontrola	10
6.3 Dokumentácia výsledkov kontroly	11
6.4 Záverečné hodnotenie kvality zvaracích materiálov	11
7 Výber a atestácia zvaracích materiálov nových značiek	12
8 Odkazy	13
9 Literatúra	15
10 Tabuľková príloha	16

Zoznam tabuliek

- Tabuľka 10.1 Prehľad značiek a technických podmienok na referenčné zvaracie materiály podľa pôvodnej dokumentácie na zváranie strojno-technologických komponentov zariadení JE typu VVER 440
- Tabuľka 10.2 Zvaracie materiály pôvodných značiek na zváranie strojno-technologických komponentov zariadení JE, vyrábaných z konštrukčných ocelí skupín 1 až 4
- Tabuľka 10.3 Zvaracie materiály pôvodných značiek na zváranie súčastí z ocelí skupiny 8 medzi sebou a so súčast'ami z ocelí skupín 1 až 4
- Tabuľka 10.4 Zvaracie materiály na zváranie súčastí z ocelí skupiny 8
- Tabuľka 10.5 Zvaracie materiály na zváranie súčastí z rôznorodých ocelí
- a) na prechodové návary na zvarové plochy súčastí z ocelí skupín 1 a 2
- b) na zváranie súčastí z ocelí skupín 1 až 3 so súčast'ami z ocelí skupiny 8
- Tabuľka 10.6 Zvaracie materiály na naváranie nehrdzavejúcej výstelky na súčasti z ocelí skupín 1 až 7
- Tabuľka 10.7 Limity chemického zloženia ZK (% hm) zvaracích drôtov na zváranie uhlíkových a nízko legovaných ocelí spôsobmi SAW, MIG a TIG
- Tabuľka 10.8 Limity chemického zloženia ZK (% hm) zvaracích materiálov na zváranie CrNi ocelí skupiny 8 a vysoko chrómových ocelí skupiny 7 spôsobmi SAW, MIG / MAG a TIG
- Tabuľka 10.9 Minimálne požadované hodnoty mechanických vlastností ZK obalených elektród referenčných značiek po TS/2 pre skúšobné teploty (T_s)
- Tabuľka 10.10 Minimálne požadované hodnoty mechanických vlastností ZK drôtov na zváranie spôsobmi SAW, TIG a MIG/MAG v stave po žíhaní na zníženie napätí v závislosti od teploty skúšania (T_s)
- Tabuľka 10.11 Minimálne požadované hodnoty mechanických vlastností ZK drôtov na SAW pri +20 °C v stave po zvarení (AW) a po TS/1
- Tabuľka 10.12 Požadované minimálne hodnoty mechanických vlastností návary AV v stave po navarení – v závislosti od teploty skúšania (T_s)

Predhovor

Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky (ďalej len Úrad) začal v roku 1995 vydávať v edícii Bezpečnosť jadrových zariadení vlastné neperiodické publikácie s cieľom zverejňovať vybrané všeobecne záväzné právne predpisy, bezpečnostné požiadavky, návody a smernice, súvisiace s predmetom činnosti Úradu. Tieto publikácie sú zoradené do troch skupín.

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

V druhej skupine sú bezpečnostné návody a smernice (BNS). Sú to návody postupov, ktoré Úrad akceptuje bez ďalšieho overovania pri posudzovaní a schvaľovaní dokumentácie, podľa ktorej sa vybrané zariadenia jadrových zariadení v SR navrhujú, stavajú, uvádzajú do prevádzky, prevádzkujú a vyradujú z prevádzky. BNS však nemajú obligatórny charakter. Publikácie druhej skupiny sú označené zeleným pruhom.

Obsahom tretej skupiny publikácií sú ostatné dokumenty informatívneho charakteru z oblasti jadrovej bezpečnosti.

Pri spracovaní publikácií druhej a tretej skupiny sa využívajú dokumenty Medzinárodnej agentúry pre atómovú energiu vo Viedni (MAAE) a iných medzinárodných organizácií, medzinárodné a národné technické normy, ako aj dokumenty vydané zahraničnými dozornými orgánmi a odbornými organizáciami.

Dokumenty sú spracovávané pracovníkmi Úradu alebo externými organizáciami. Pred ich publikovaním sú schválené vedením Úradu a prvé vydanie je určené na jednoročné overovacie používanie organizáciami, ktoré sa podieľajú na využívaní jadrovej energie v Slovenskej republike a od ktorých sa očakáva zaslanie pripomienok na základe skúseností s ich uplatnením. Po jednoročnom overení a zapracovaní akceptovateľných pripomienok sa vydá konečná verzia dokumentu, ktorého aktuálnosť bude periodicky prehodnocovaná.

Vydávaním BNS Úrad vytvára účinné nástroje riadenia a zabezpečovania vysokej kvality a jadrovej bezpečnosti jadrových zariadení.

Tento BNS je kompatibilný s požiadavkami pravidiel stavby a bezpečnej prevádzky zariadení jadrových elektrární typu VVER 440 špecifikovanými v dokumente PNAE G-7-008-89 [8].

V súlade so Smernicou Úradu na vydávanie bezpečnostných návodov [11] tento BNS II.5.3 sa delí na kapitoly, časti a články. Odkazy na predpisy a technické normy sú vyznačené poradovým číslom v šikmých zátvorkách /../. Odkazy na informácie z iných zdrojov z technickej literatúry sú vyznačené poradovým číslom v hranatých zátvorkách [..].

BNS II.5.3/2011

Toto vydanie BNS II.5.3 nahrádza v plnom rozsahu všetky predchádzajúce.

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.

Úvod

Toto vydanie BNS II.5.3 bolo diktované najmä nutnosťou aktualizovať v ňom nové zákony, vyhlášky a európske a medzinárodné technické normy a predpisy, ktoré vyšli po uvedení do platnosti 3. vydania a tiež inovovať postupy výberu a atestácie zvaracích materiálov nových značiek ako ekvivalentných náhrad za materiály značiek špecifikovaných v pôvodnej konštrukčnej a výrobnotechnologickej dokumentácii.

BNS II.5.3 je zostavený tak, aby sa zachoval a aktualizoval súbor doposiaľ vydaných BNS pre materiálovú a technologickú problematiku, významný pri kontraktácii dodávok materiálov a služieb pre súčasné potreby a podmienky výroby, montáže, opráv, výmen a rekonštrukcií strojno-technologických komponentov VZJZ vo výstavbe a v prevádzke v SR.

1 Predmet a účel

1.1. Predmetom BNS II.5.3 sú podmienky a postupy:

- a) obstarávania, evidencie, skladovania a manipulácie so zvaracími materiálmi,
- b) vstupnej a medzioperačnej kontroly kvality zvaracích materiálov,
- c) výberu a atestácie nových značiek zvaracích materiálov

1.2. BNS obsahuje prehľad doporučených (atestovaných) zvaracích materiálov na zvaranie pri výrobe, výstavbe, montáži, údržbe, opravách a rekonštrukcii strojno-technologických komponentov VZJZ.

1.3. Účelom BNS II.5.3 je špecifikácia jednotných pravidiel zabezpečovania kvality zvaracích materiálov pre potreby výroby, montáže, výstavby, údržby, opráv a rekonštrukcií strojno-technologických komponentov VZJZ.

2 Rozsah a doba platnosti

2.1 Rozsah platnosti BNS je vo všeobecnosti vymedzený nasledujúcimi bodmi:

2.1.1 Vybranými zariadeniami jadrových zariadení (VZJZ) sú zariadenia definované v atómovom zákone [1].

- 2.1.2 BNS predstavujú návody postupov, ktoré bez ďalšieho preverovania akceptuje Úrad jadrového dozoru SR (ďalej len úrad) pri posudzovaní a schvaľovaní dokumentácie VZJZ v etape ich výroby, montáže, výstavby, uvádzania do prevádzky, prevádzky, údržby, opráv, rekonštrukcií alebo vyradovania. BNS však nemajú obligatórny charakter.
- 2.1.3 Úrad akceptuje bez ďalšieho preukazovania vlastností použitého materiálu (konštrukčného alebo zvaracieho) iba strojno-technologické komponenty VZJZ vyrobené z materiálov doporučených pre použitie v jadrových zariadeniach uvedených v platných BNS II. 5.3 a BNS II.3.3. V prípade použitia iných materiálov vyžaduje úrad preukázanie ich vhodnosti pre dané použitie primeranými skúškami požadovaných materiálových charakteristík (tzv. atestované materiály).
- 2.1.4 VZJZ a ich komponenty dovezené pre použitie na území SR zo zahraničia, môžu byť navrhnuté a s výnimkou použitého materiálu (základného či zvaracieho) aj vyrobené, kontrolované a skúšané podľa noriem akceptovaných pre JE v krajine výroby.
- 2.1.5 V prípade nerozoberateľných spojov VZJZ vyrobených na území SR úrad akceptuje bez ďalšieho preukazovania vlastností iba spoje, vyrobené v súlade s postupmi, ktoré sú uvedené v BNS. V prípade použitia iných postupov vyžaduje úrad iné preukázanie plnenia požiadaviek na bezpečnosť VZJZ.
- 2.2 Navrhované 4. vydanie BNS II.5.3 je platné po dobu 5. rokov od jeho zverejnenia v neperiodickej publikácii Úradu Bezpečnosť jadrových zariadení, resp. na webovej stránke Úradu. V priebehu tejto doby sa návrhy na zmeny a doplnky príslušných častí a článkov daného vydania realizujú v súlade s požiadavkami Úradu. Pred uplynutím doby platnosti na základe vydaných zmien a doplnkov a tiež nových poznatkov vedeckého a technického pokroku v oblasti metalurgie zvarania a zvaracích materiálov a tiež nových technických noriem a nadobudnutých skúseností s jeho praktickým používaním BNS, Úrad pripraví nové vydanie tak, aby časovo bezprostredne nadväzovalo na predchádzajúce vydanie.
- 2.3 Toto vydanie BNS II.5.3 v plnom rozsahu nahrádza všetky predchádzajúce.

3 Použité skratky

Skratky orgánov a organizácií

EBO	SE, a.s., závod Atómové elektrárne Jaslovské Bohunice
EMO	SE, a.s., závod Atómové elektrárne Mochovce
ITP	inžiniersko-technickí pracovníci (technický personál)
NOO	Nezávislá odborná organizácia
SE a.s.	Slovenské elektrárne a.s., Bratislava
SNAS	Slovenská národná akreditačná služba
ÚJD SR	Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
ÚNMS SR	Úrad pre normalizáciu, metrologiu a skúšobníctvo SR

Skratky zariadení

JE	jadrové elektrárne
VVER	vodo-vodné energetické reaktory
VZJZ	vybrané zariadenia jadrových zariadení

Skratky materiálov (podľa /9/)

AV	austenitická výstelka
HN	hranica stavenia
KZS	kontrolný zvarový spoj
kzs	kategória zvarového spoja
PM	prídavný (zvárací) materiál
TOO	teplom ovplyvnená oblasť
ZK	zvarový kov
ZM	základný materiál
ZS	zvarový spoj

Skratky spôsobov zvárania (podľa /7/)

EW	zváranie elektrónovým lúčom - 76
MAG	zváranie taviacou sa elektródou v aktívnom plyne -135
MIG	zváranie taviacou sa elektródou v inertnom plyne – 131
MMAW	ručné oblúkové zváranie a naváranie obalenými elektródami - 111

SAW	zváranie a naváranie pod tavivom - 121, 122
TIG	zváranie volfrámovou elektródou v inertnom plyne s pridávaním i bez pridávania zvaracieho materiálu - 141

Skratky dokumentácie

BNS	bezpečnostné návody a smernice ÚJD SR
BT	bezpečnostná trieda
EPZK	etapový program zabezpečovania kvality (v súlade s [3])
NTD	normatívno-technická dokumentácia
KD	konštrukčná (projektová) dokumentácia
PLKVZ	plán kvality vybraného zariadenia
PK	príručka kvality
QAS	system zabezpečovania kvality (quality assurance system)
STD	sprievodná technická dokumentácia
TP	technické podmienky
VTD	výrobno-technologická dokumentácia
WPQR	schvaľovací protokol postupu zvarania (podľa /35/)
WPS	stanovený postup zvarania (podľa /36/)
WQAS	system zabezpečovania kvality pri zvaraní

Skratky spôsobov nedeštruktívneho skúšania

HT	skúšanie vnútorným tlakom (tlaková skúška)
LT	skúšanie tesnosti
MT	skúšanie magnetickou práškovou metódou
NDT	nedeštruktívne skúšanie (non-destructive testing)
PT	skúšanie kapilárnymi metódami
RT	skúšanie prežarováním
UT	skúšanie ultrazvukom
VT	skúšanie vizuálnymi metódami a meraním

4 Definície vybraných pojmov

Terminológia zvarovania a s ním súvisiacich pojmov, použitých v tomto BNS, zodpovedá STN EN 1792 /9/. Pod pojmom „zvaranie“ sa rozumie tiež „naváranie“, pokiaľ nie je v texte menovite použitý. Ďalšie vybrané pojmy sa pre účely tohto BNS definujú takto:

Atestácia materiálov nových značiek - posudzovanie materiálov nových značiek v zmysle požiadaviek prílohy VI k BNS II.3.3 /2/;

Inžiniersko-technickí pracovníci – pre účely tohto BNS sú to pracovníci technických profesií zabezpečujúci riadenie a kontrolu kvality zvarovania a tepelného spracovania pri výrobe, výstavbe, montáži, údržbe, opravách a rekonštrukciách strojno-technologických komponentov VZJZ;

Konštrukčná (projektová) organizácia – právnická osoba spôsobilá vykonávať činnosti a služby v oblasti projektovania VZJZ zodpovedajúcich požiadavkám na spoľahlivú a bezpečnú prevádzku podľa predpísaných limitov a podmienok stanovených Úradom v zmysle atómového zákona [1];

Kontrolný zvarový spoj - štandardizovaná vzorka ZS zhotovená s cieľom osvedčenia postupu zvarovania (pri príprave VTD alebo periodického v súlade s PZK) a/alebo pracovnej skúšky zvarača /operátora zvaracieho zariadenia);

Návar prechodový - jedno-, alebo viacvrstvový návar na zvarových plochách súčastí zvarovaných z rôznorodých ocelí;

Návar rovnorodý - jedno- alebo viacvrstvový návar, zhotovený zvaracími materiálmi jedného chemického zloženia;

Návar dvojitý - viacvrstvový návar, zhotovený zvaracími materiálmi odlišného chemického zloženia na prvú a na ďalšie vrstvy;

Návar zosilňujúci - návar na lokálne zosilnenie hrúbky;

Nehrdzavejúca austenitická výstelka - protikorózna ochrana vnútorných povrchov strojno-technologických komponentov zariadení JE, vytváraná zvyčajne naváraním s použitím CrNi austenitického zvaracieho materiálu (nezamieňať s obkladmi stien stavebných objektov hermetickej zóny JE!);

Nekonvenčné vlastností konštrukčných materiálov a zvarových spojov – pre účely tohto BNS sú to vlastnosti určené zo skúšok odolnosti proti porušeniu pri medzných stavoch prevádzkového zaťažovania: statického, dynamického, cyklického a korózneho, resp. ich kombinácií;

Nezávislá odborná organizácia - právnická osoba s certifikovaným QAS pre expertné činnosti a služby v oblasti materiálov a technológií pre výrobu, montáž, opravy a rekonštrukcie zariadení JE, právne nezávislá od výrobcov a prevádzkovateľov týchto zariadení;

Oprava - odstránenie neprípustných odchýlok od stanovených požiadaviek na celistvosť, tvar, vzhľad, mechanické, štruktúrne a iné špecifikované vlastnosti materiálov a zvarových spojov, zistených počas výroby, výstavby, montáže a/alebo v priebehu životnosti strojno-technologických komponentov VZJZ;

Posudzovanie zhody - technicko-právny úkon porovnania deklarovovaných (v STD) a skutočných (preukázaných predpísanými metódami a postupmi kontroly a skúšania) vlastností materiálov, hutníckych výrobkov a náhradných dielov v zmysle požiadaviek Zákona NR SR č. 264/1999 Z. z. [9] a Nariadenia vlády SR č. 576/2002 [10];

Pracovná skúška zvarača (operátora zvaracieho zariadenia) - zhotovenie KZS na osvedčenie praktickej spôsobilosti zhotovovať podľa stanoveného WPS konkrétne spoje na strojno-technologických komponentoch zariadení JE;

Prevádzkovateľ (užívateľ) zariadenia – držiteľ povolenia, ktoré mu vydal Úrad na využívanie jadrovej energie v súlade s požiadavkami a podmienkami podľa atómového zákona [1];

Zvárací materiál novej značky - materiál inej značky v porovnaní s referenčným materiálom;

Referenčný zvárací materiál – zvárací materiál pôvodnej značky doporučený na zhotovenie zvarových spojov súčastí strojno-technologických komponentov VZJZ; referenčné zvaracie materiály sú uvedené v tabuľkách 10.1 až 10.12; ďalšie značky referenčných materiálov sú uvedené v pôvodnej a platnej KD pre bloky VVER v SR;

Rekonštrukcia zariadenia - úprava zariadenia alebo jeho komponentov a uzlov, vedúca ku zmene výkonových, prevádzkových, alebo úžitkových parametrov a vlastností strojno-technologických komponentov zariadení JE;

Sprievodná technická dokumentácia – dokumentácia zodpovedajúca požiadavkám prílohy č. 4 k vyhláske ÚJD SR č. 56/2006 Z. z. [3];

Vybrané zariadenia jadrových zariadení – sú zariadenia definované v atómovom zákone [1];

Výrobca zvaracieho materiálu – certifikovaná právnická osoba spôsobilá zhotovovať a dodávať zvaracie materiály v súlade s požiadavkami technických podmienok a v kvalite, dokumentovanej príslušným certifikátom v súlade s požiadavkami EN 10204 /8/;

Výrobca (montážna organizácia) zariadenia – organizácia s certifikovaným QAS, spôsobilá zhotovovať, montovať, opravovať a rekonštruovať strojno-technologické komponenty VZJZ v súlade s požiadavkami KD na zabezpečenie limitov a podmienok ich prevádzky určených v súlade s požiadavkami atómového zákona [1];

Výrobno-technologická dokumentácia (VTD) - technologické inštrukcie, návody, postupy, technické podmienky, výkresy, tabuľky a plány kontroly pri výrobe, výstavbe, montáži, opravách a rekonštrukciách strojno-technologických komponentov zariadení JE;

Zváračský denník - dokumentácia úkonov a výsledkov medzioperačnej kontroly materiálov, prípravy a postupov zvarovania a tiež dokumentácia operatívnych opatrení a rozhodnutí, vykonaných v kompetencii pracovníkov riadenia a kontroly zvarovania v súlade s týmto BNS,

s BNS II.5.2/2007 /4/ a WPS, pokiaľ nie sú predmetom samostatných protokolov o vykonaných kontrolách. Akceptuje sa tiež overiteľný elektronický záznam tejto dokumentácie.

5 Požiadavky na zvaracie materiály

5.1 Podmienky obstarávania

Na zhotovenie zvarových spojov a návarov strojno-technologických komponentov VZJZ sa povoľuje používať zvaracie materiály značiek predpísaných v pôvodnej KD a VTD (PM t. zv. referenčných značiek) a/alebo nových značiek, ktorých vhodnosť na zváranie príslušných ZM bola preukázaná vyhovujúcimi výsledkami atestačných skúšok. PM musia súčasne vyhovovať týmto všeobecným požiadavkám:

- 5.1.1.1 Obstarávať PM sa povoľuje len od výrobcu, ktorý je právnickou osobou a držiteľom certifikátu QAS podľa požiadaviek technických noriem radu ISO 9000, vydaného renomovanou a medzinárodne uznanou klasifikačnou spoločnosťou. Tento QAS musí vylúčiť možnosť nekontrolovateľnej zámény surovín a materiálov použitých na výrobu PM a/alebo značiek vyrobených PM v priebehu ich výroby, dopravy, skladovania a manipulácie s nimi;
- 5.1.2 Požadované vlastnosti PM musí ich výrobca odskúšať a doložiť dokumentom kontroly kvality, ktorého druh (podľa STN EN 10204 /8/) musí ich objednávateľ špecifikovať v objednávke alebo v TP na dodávku podľa týchto zásad:
 - a) pre PM na zhotovenie ZS strojno-technologických komponentov VZJZ I. a II. BT - inšpekčný certifikát typu 3.2;
 - b) pre PM na zhotovenie ZS strojno-technologických komponentov VZJZ III. a IV. BT - inšpekčný certifikát typu 3.1;
- 5.1.3 Výrobca PM musí súčasne deklarováť zhodu dodaného PM s požiadavkami technických (dodacích) podmienok výrobcu, podľa ktorých bol daný PM objednaný a vyrobený;
- 5.1.4 Výrobca (montážna organizácia) komponentov VZJZ, ktorý obstaráva a používa PM, musí zabezpečiť náležitú vstupnú a medzioperačnú kontrolu dodaných PM a také podmienky pre manipuláciu, dopravu a skladovanie PM, ktoré vylučujú možnosť ich poškodenia, resp. zhoršenia vlastností ZS, na výrobu ktorých sa majú použiť.

5.2 Evidencia, manipulácia a skladovanie zväracích materiálov

- 5.2.1 Spôsoby evidencie, skladovania, vydávania, manipulácie a odovzdávania nespotrebovaných zväracích materiálov musia vylučovať možnosť neželateľnej zámény druhov a značiek pri ich použití na zhotovované ZS, alebo na KZS.
- 5.2.2 Zväracie materiály sa musia objednávať, baliť a skladovať v súlade s požiadavkami týchto technických noriem:
- pre obalené elektródy: STN 05 5010 /12/, STN 05 5020 /13/, STN 05 5050 /14/, STN EN 499 /37/, STN EN 757 /23/, STN EN ISO 544 /24/, STN EN 1599 /26/ a STN EN 1600 /27/
 - pre zväracie drôty a plyny na zváranie v ochranných plynch: STN 05 5310 /16/, STN EN 439 /20/, STN EN ISO 544 /24/ a STN EN 1668 /28/,
 - pre zväracie drôty a tavivá na zváranie pod tavivom: STN 05 5310 /16/, STN 05 5370 /17/, STN 05 5701 /19/, STN EN 756 /22/ a STN EN 760 /25/;
- 5.2.3 Podmienky dlhodobého skladovania musia zaručovať teplotu minimálne +15 °C a relatívnu vlhkosť vzduchu maximálne 50 %. Obalené elektródy a tavivá, určené na zváranie ocelí s kontrolovaným obsahom vodíka vo ZK, treba skladovať vo vzduchotesne uzavretých nádobách a/alebo vo vákuovaných obaloch. **Podmienky skladovania zväracích drôtov a pásových elektród pre mechanizované spôsoby zvárania a navárania určuje výrobca PM. Doba skladovania za týchto podmienok sa neobmedzuje, pokiaľ nedošlo k porušeniu pôvodného obalu.**
- 5.2.4 Zväracie materiály sa odporúča vydávať zväračom len v množstve, postačujúcom na zváranie počas jednej zmeny (podľa uváženia technológa zvárania i na kratšiu dobu). V priebehu zväracích prác treba elektródy udržiavať v príručných prenosných pieckach pri teplote 100 +20 °C a netavené tavivá podľa potreby v sušiacich skrinách.
- 5.2.5 Pri skladovaní vo vákuovanom obale alebo v sušiacich skrinách (po prvom alebo opakovanom presušení) môžu sa obalené elektródy a tavivá používať bez kontroly obsahu vlhkosti. Čas ich skladovania a používania bez dodatočného presušenia sa pritom neobmedzuje.
- 5.2.6 Obalené elektródy a netavené tavivá, u ktorých sa otvoril ich vákuový obal a neboli uložené v sušiacich pieckach alebo skrinách, sa môžu používať bez opakovaného sušenia po dobu maximálne 8 h, za predpokladu, že:
- výrobca PM neurčil kratšiu dobu,

b) teplota a vlhkosť vzduchu v ich okolí zodpovedajú požiadavkám článku 5.2.3.

5.2.7 Ak sa nesplnia podmienky skladovania podľa článku 5.2.5, alebo po uplynutí času uvedeného v článku 5.2.6, musia sa obalené elektródy a tavivá pred ich použitím vysušiť podľa režimu predpísaného výrobcom.

5.2.8 Ak sa skupina elektród alebo tavív sušila po častiach v rôznych termínoch, vzťahujú sa požiadavky článkov 5.2.4 až 5.2.6 na každú jednotlivú časť.

5.2.9 Elektródy sa môžu sušiť najviac trikrát a netavené tavivá najviac päťkrát, pričom sa do tohto počtu nezaratúva sušenie pri ich výrobe. Počet sušení tavených tavív sa neobmedzuje.

5.2.10 Kontrola režimov a termínov sušenia a podmienok skladovania PM musí byť súčasťou príslušného EPZK a jeho výsledky sa musia evidovať.

5.2.11 Požiadavky uvedené v tejto sekcii sa odporúča realizovať vydaním zodpovedajúcich interných smerníc ako súčasti QAS výrobcu, resp. EPZK pre danú etapu životnosti jadrového zariadenia.

5.2.12 Pri projektovaní a realizácii QAS sa odporúča rešpektovať požiadavky STN EN ISO 3834-1 a 2 /**10, 11**/. V primeranom rozsahu sa tieto požiadavky vzťahujú tiež na dovozné organizácie pri doprave zvaracích materiálov od ich výrobcu k spotrebiteľovi, či už priamo, alebo cez pohotovostné sklady.

5.2.13 S požiadavkami na manipuláciu, skladovanie a zabezpečovanie kvality zvaracích materiálov počas prípravy na zváranie a v priebehu zvárania musia byť evidentne a sústavne oboznamovaní všetci pracovníci podieľajúci sa na výrobe a kontrole zvárania.

5.2.14 Dodržanie návodu podľa článkov 5.2.1 až 5.2.13 nezbavuje zvaračského technológa povinnosti vykonať podľa potreby a v súlade s požiadavkami BNS II.5.1 a kapitoly 6 tohto BNS pred začiatkom zvárania výrobných (montážnych) ZS parametrickú skúšku, v rámci ktorej sa posúdi aj čistota a stav povrchu PM pred ich použitím.

6 Kontrola kvality zvaracích materiálov

Kontrola kvality PM zahrnuje:

- a) vstupnú kontrolu dodaných materiálov,
- b) medzioperačnú kontrolu,
- c) kontrolu vlastností ZK pred použitím PM.

Vstupnú a medzioperačnú kontrolu vykonávajú poverení pracovníci výrobcu zariadenia, montážnej organizácie alebo prevádzkovateľa v súlade s PLKVZ.

Skúšanie vlastností ZK pred použitím PM je súčasťou PLKVZ daného VZJZ alebo jeho komponentu a nie je predmetom tohto BNS.

6.1 Vstupná kontrola zvaracích materiálov

6.1.1 Všetky druhy dodaných PM (obalené elektródy, drôty, pásové elektródy, tavivá a ochranné plyny), ktoré sa používajú na zváranie súčastí strojno-technologických komponentov vybraných zariadení, podliehajú vstupnej kontrole po skupinách, alebo po jednotlivých baleniach.

6.1.2 Vstupnú kontrolu PM zabezpečuje organizácia, ktorá tieto materiály používa a musí ju vykonať pred ich použitím.

6.1.3 Vstupná kontrola PM zahrnuje:

- a) kontrolu sprievodnej dokumentácie,
- b) kontrolu údajov na obale PM,
- c) kontrolu stavu balenia.

6.1.4 Pri kontrole sprievodnej dokumentácie každej skupiny PM sa overuje zhodnosť a úplnosť údajov uvedených v sprievodnej dokumentácii (inšpekčný certifikát alebo iný dokument o kvalite podľa STN EN 10204 /8/) s požiadavkami TP PM kontrolovanej značky (fľaše s ochrannými plynmi sa povoľuje kontrolovať podľa štítkov pripevnených k ventilom a podľa farby náteru),

6.1.5 Pri kontrole údajov na obale PM sa overuje zhodnosť a úplnosť všetkých údajov na obale s údajmi uvedenými v sprievodnom dokumente kvality (inšpekčnom certifikáte).

6.1.6 Pri kontrole stavu balenia sa overuje, či nedošlo k porušeniu obalu alebo k poškodeniu samotného materiálu.

6.1.7 Ak sa zistilo porušenie obalu alebo materiálov, možnosť plného alebo čiastočného použitia PM kontrolovanej skupiny posúdi a rozhodne certifikovaný koordinátor zvárania.

6.2 Medzioperačná kontrola

6.2.1 Pred vydaním PM na ich výrobné použitie sa prekontroluje, či boli dodržané predpísané podmienky ich skladovania a prípadne presušenia tam kde je to relevantné v zmysle článkov 5.2.3 až 5.2.9.

6.2.2 V priebehu zhotovenia výrobných (montážnych) ZS alebo KZS sa kontroluje vydávanie a vracanie PM (vrátane vracania nedopalkov elektród) a podmienky udržiavania PM na výrobných a montážnych pracoviskách v zmysle požiadaviek sekcie 5.2.

6.3 Dokumentácia výsledkov kontroly

Výsledky všetkých druhov kontroly PM sa musia zaznamenať a archivovať v primeranom rozsahu v súlade s požiadavkami kapitoly 9 v BNS II.5.2/2007 /4/ a STN EURONORM 168 /18/.

6.4 Záverečné hodnotenie kvality zváracích materiálov

Celkový záver o kvalite kontrolovaných PM a súhlas s ich použitím na zhotovenie výrobných (montážnych) ZS vystaví orgán riadenia kvality výrobcu zváraných súčastí na základe výsledkov kontroly všetkými zodpovedajúcimi spôsobmi a postupmi (predpísanými v súlade s ustanoveniami kapitoly 6 tohto BNS a BNS II.5.2/2007 /4/).

7 Výber a atestácia zváracích materiálov nových značiek

7.1 Výber a atestácia PM nových značiek sa vykonáva podľa kritéria ekvivalentnosti s PM referenčných značiek.

7.2 Prehľad zváracích materiálov pôvodných značiek, dodávaných podľa TP PN ŽAZ-312-1-87 /31/ a tiež nových značiek, schválených na zváranie strojno-technologických komponentov VZJZ pred vstupom do platnosti tohto vydania BNS II.5.3 spolu s technickými požiadavkami na ich vlastnosti, je v tabuľkách 10.1 až 10.12.

7.3 Použitie nových značiek zváracích materiálov je podmienené vyhovujúcimi výsledkami atestačných skúšok, ktoré sa musia vykonať podľa týchto zásad:

7.3.1 Atestačné skúšky zváracích materiálov sa vykonajú v rozsahu a metodikou predpísanými v základnom a/alebo v špeciálnom programe, ktoré podliehajú osvedčeniu NOO;

7.3.2 Základný program atestačných skúšok spočíva v porovnaní chemického zloženia a základných mechanických vlastností a odolnosti voči korózii ZK zaručovaných výrobcom v TP, podľa ktorých sa PM novej značky dodáva, s hodnotami chemického zloženia a základných mechanických vlastností PM zodpovedajúcej referenčnej značky. Na základe porovnania NOO vyhotoví správu, ktorá je nutným podkladom k žiadosti výrobcu o atestáciu materiálu novej značky;

7.3.3 Špeciálny program atestačných skúšok sa uplatňuje v tých prípadoch, keď je použitie novej značky PM podmienené preukázaním odolnosti nimi vyhotoveného zvarového kovu proti porušeniu pri medzných stavoch namáhania (vysoko cyklovou a vysoko deformačnou únavou, krehkým lomom, koróziou a pod.). Špeciálny program môže pozostávať buď:

- a) z realizácie relevantných skúšok zo súboru uvažovaného v pravidlách atestácie podľa prílohy VI BNS II.3.3 a/ alebo
- b) vypracovania spoločného technického riešenia, predkladaného výrobcom (montážnou organizáciou), konštrukčnou organizáciou a NOO, ktoré sa opiera o teoretické poznatky a praktické skúsenosti s použitím analogických konštrukčných materiálov na obdobné komponenty VZJZ;

7.3.4 Rozsah a metodiku skúšok pri atestácii podľa špeciálneho programu podľa prílohy VI k BNS II.3.3 /2/ odporučí NOO v spolupráci s výrobcom daného komponentu. Takto vyhotovený program bude súčasťou PZK;

- 7.3.5 Atestačné skúšky PM nových značiek sú oprávnené vykonávať len skúšobné laboratóriá akreditované SNAS, alebo zahraničné laboratóriá a skúšobne akreditované v príslušnej krajine a zmluvne dohodnuté medzi užívateľom a výrobcom PM;
- 7.3.6 Výsledky skúšok, doložené protokolmi zo skúšok, sa spracujú do celkovej správy, ktorá je súčasťou STD vybraného zariadenia, ktorú dodávateľ odovzdáva prevádzkovateľovi (užívateľovi) zariadenia ako doklad o prípustnosti použitia PM novej značky.

8 Odkazy

- /1/ **BNS II.5.6/2007:** Pravidlá konštruovania, výroby, montáže a bezpečnej prevádzky strojno-technologických komponentov vybraných zariadení jadrových elektrární typu VVER 440 (1. vydanie) ÚJD SR, Bezpečnosť jadrových zariadení, 2007
- /2/ **BNS II.3.3/2007:** Hutnícke výrobky a náhradné diely na strojno-technologické komponenty zariadení jadrových elektrární typu VVER 440. Technické požiadavky a pravidlá výberu. (Revidované a doplnené 2. vydanie), ÚJD SR, Bezpečnosť jadrových zariadení, 2007
- /3/ **BNS II.5.1/2007:** Zváranie pri výrobe, montáži, opravách a rekonštrukciách strojno-technologických komponentov zariadení jadrových elektrární typu VVER 440. Základné požiadavky a pravidlá. (Revidované a doplnené 3. vydanie), ÚJD SR, Bezpečnosť jadrových zariadení, 2007
- /4/ **BNS II.5.2/2007:** Kontrola zvárania a kvality zvarových spojov strojno-technologických komponentov jadrových elektrární typu VVER 440 Požiadavky. (Revidované a doplnené 3. vydanie), ÚJD SR, Bezpečnosť jadrových zariadení, 2007
- /5/ **BNS II.5.5/2007:** 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. (1. vydanie) ÚJD SR, Bezpečnosť jadrových zariadení, 2007
- /6/ **BNS II.3.1/2007:** Hodnotenie prípustnosti defektov zisťovaných pri prevádzkových kontrolách strojno-technologických komponentov zariadení jadrových elektrární typu VVER 440. (Revidované a doplnené 2. vydanie), ÚJD SR, Bezpečnosť jadrových zariadení, 2007
- /7/ **STN EN ISO 4063:** Zváranie a príbuzné procesy. Zoznam spôsobov zvárania a ich číselné označovanie
- /8/ **STN EN 10204:** Kovové výrobky. Druhy dokumentov kontroly
- /9/ **STN EN 1792:** Zváranie. Viacjazyčný zoznam termínov zo zvárania a príbuzných procesov.
- /10/ **STN EN ISO 3834-1:** Požiadavky na kvalitu tavného zvárania kovových materiálov. Časť 1: Kritériá na výber primeranej úrovne požiadaviek na kvalitu (ISO 3834-1:2005)

- /11/ **STN EN ISO 3834 -2:** Požiadavky na kvalitu tavného zvarovania kovových materiálov. Časť 2: Úplné požiadavky na kvalitu
- /12/ **STN 05 5010:** Zváranie. Obalené elektródy na oblúkové zvarovanie a naváranie. Základné ustanovenia
- /13/ **STN 05 5020:** Zváranie. Obalené elektródy na zvarovanie nelegovaných ocelí. Technické dodacie predpisy
- /14/ **STN 05 5050:** Zváranie. Obalené elektródy na zvarovanie nízko a strednelegovaných ocelí. Technické dodacie predpisy
- /16/ **STN 05 5310:** Zváracie drôty na zvarovanie a naváranie . Základné ustanovenia
- /17/ **STN 05 5370:** Zváranie. Zváracie drôty na zvarovanie ocelí pod tavivom a na elektrotroskové zvarovanie. Technické predpisy
- /18/ **STN EURONORM 168:** Obsah dokumentov o skúšaní materiálov oceľových výrobkov
- /19/ **STN 05 5701:** Tavené tavivá na oblúkové zvarovanie a naváranie. Technické dodacie predpisy
- /20/ **STN EN 439:** Zváracie materiály. Ochranné plyny na oblúkové zvarovanie a rezanie
- /21/ **STN EN ISO 2560** Zváracie materiály. Obalené elektródy na ručné oblúkové zvarovanie nelegovaných a jemnozrnných ocelí. Klasifikácia
- /22/ **EN 756:** Zváracie materiály. Drôtové elektródy a kombinácie drôt - tavivo na zvarovanie pod tavivom nelegovaných a jemnozrnných ocelí. Klasifikácia.
- /23/ **STN EN 757:** Zváracie materiály. Obalené elektródy na ručné oblúkové zvarovanie vysokopevných ocelí. Klasifikácia
- /24/ **STN EN ISO 3651–1:** Stanovenie odolnosti nehrdzavejúcich ocelí proti medzikryštálovej korózii. Časť 1: Nehrdzavejúce austenitické a feritickoaustenitické (duplexné) ocele. Skúška korózie v kyseline dusičnej meraním úbytku hmotnosti (Hueyho test)
- /25/ **STN EN 760:** Zváracie materiály. Tavivá na zvarovanie pod tavivom. Klasifikácia.
- /26/ **STN EN 1599:** Zváracie materiály. Obalené elektródy na ručné oblúkové zvarovanie žiarupevných ocelí. Klasifikácia .
- /27/ **STN EN 1600:** Zváracie materiály. Obalené elektródy na ručné oblúkové zvarovanie nehrdzavejúcich a žiaruvzdorných ocelí. Klasifikácia.
- /28/ **STN EN 1668:** Zváracie materiály. Tyčinky, drôty a zvarový kov na zvarovanie nelegovaných a jemnozrnných ocelí volfrámovou elektródou v inertnom plyne. Klasifikácia

- /29/ ГОСТ 6032-57:** Методы испытания на межкристаллитную коррозию аустенитных и аустенитно-ферритных нержавеющей сталей
- /30/ STN EN 1597-1:** Zváracie materiály. Skúšobné metódy. Časť 1: Skúšobná vzorka na odber skúšobných tyčí zvarového kovu z ocele, niklu a niklových zliatin
- /31/ PN ŽAZ-312-1-87:** Podniková norma. Svařovací materiály pro výrobu, montáž a opravy jaderných energetických zařízení. Základní ustanovení
- /32/ STN EN ISO 3651-2:** Stanovenie odolnosti nehrdzavejúcich ocelí proti medzikryštálovej korózii. Časť 2: Nehrdzavejúce feritické, austenitické a feriticko-austenitické (duplexné) ocele. Skúška korózie v médiách obsahujúcich kyselinu sírovú
- /33/ TNI CR ISO 15608:** Zváranie Pokyn pre skupinový systém kovových materiálov
- /34/ STN EN ISO 13 445-5:** Nevyhrievané tlakové nádoby. Časť 5 : Kontrola a skúšanie.
- /35/ STN EN ISO 15607:** Stanovenie a schválenie postupov zvárania kovových materiálov Všeobecné zásady.
- /36/ STN EN ISO 15614-1:** Stanovenie a schválenie postupov zvárania kovových materiálov. Skúška postupu zvárania Časť 1: Oblúkové a plameňové zváranie ocelí a oblúkové zváranie niklu a niklových zliatin
- /37/ STN EN 10079:** Definície oceľových výrobkov

9 Literatúra

- [1] **Zákon NR SR č. 541/2004 Z. z.**, z 9. septembra 2004 o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [2] **Vyhláška č. 50/2006 Z. z.**, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť jadrových zariadení pri ich umiestňovaní, projektovaní, výstavbe, uvádzaní do prevádzky, prevádzke, vyradovaní a pri uzatvorení úložiska, ako aj kritériá pre kategorizáciu vybraných zariadení do bezpečnostných tried
- [3] **Vyhláška č. 56/2006 Z. z.**, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na dokumentáciu systému kvality držiteľa povolenia, ako aj podrobnosti o požiadavkách na kvalitu jadrových zariadení, podrobnosti o požiadavkách na kvalitu vybraných zariadení a podrobnosti o rozsahu ich schvaľovania
- [4] **ОП 1513-72:** Основные положения по сварке и наплавке узлов и конструкций атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок. Металлургия, Москва, 1975 г.
- [5] **ПК 1514 – 72:** Правила контроля сварных соединений и наплавки узлов и конструкций атомных электростанций, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок. Металлургия, Москва, 1975 г.
- [6] **ПНАЭ Г-7-009-89** - Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения. Госатомэнергонадзор СССР, Москва, 1989 г.
- [7] **ПНАЭ Г-7-010-89:** Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля. Госатомэнергонадзор СССР, Москва, 1989 г.
- [8] **ПНАЭ Г-7-008-89:** Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, Госатомэнергонадзор СССР, Москва, 1989 г
- [9] **Zákon č. 264/1999 Z. z.** o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmene a doplnení niektorých zákonov, zo 7. septembra 1999
- [10] **Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 576/2002**, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o technických požiadavkách a postupoch posudzovania zhody na tlakové zariadenie a ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky

č. 400/1999 Z. z., ktorým sa ustanovujú podrobnosti o technických požiadavkách na ostatné určené výrobky v znení neskorších predpisov

[11] **Smernica č. 372/230-96/2007** o vydávaní bezpečnostných návodov Úradu jadrového dozoru SR

10 Tabuľková príloha

Tabuľka 10.1 Prehľad značiek a technických podmienok na referenčné zváracie materiály podľa pôvodnej dokumentácie na zváranie strojno-technologických komponentov vybraných zariadení JE typu VVER 440

TP /31/	Referenčné značky v pôvodnej VTD	Typ chemického zloženia drôtu	Materiál. list /31/	Klasifikačná trieda
E-1020	E-B 121 JE, E-B 123 JE, EA 400/10 TA EA 898/21 B/LC ZIO-8, CL25	10CMn 10CMn 08Cr19Ni11Mo3V 08Cr19Ni10Mn2Nb 07Cr25Ni13	E 1.2 E 2.1 E 5.1 E 6.0 E 7.0	E 25 A B 22 H5 ¹⁾ - „ - E 19 12 2 R ²⁾ E 19 9 Nb B ²⁾ E 23 12 L B ²⁾
	Sv 08A+F-303 Sv 08A +F-209 Sv 08GS + I 1 ¹⁾	CMnSi CMnSi CMnSi	D 2.1 D 2.2 D 5.1	EN 756: S2 - „ - W 38 4 W3 Si ³⁾
D-1010	Sv-04Ch19N11M3 +F-303 Sv-04Ch19N11M3 +F-205 Sv-04Ch19N11M3 + I 1	04Cr19Ni11Mo3	D 15.2 D 15.3 D 15.1	S 19 12 3 L ⁴⁾ - „ - W 19 12 3 L ⁴⁾
	Sv-08Ch19N10G2B +F-205 Sv-08Ch19N10G2B + I 1 ⁶⁾	08Cr19Ni10Mn2Nb	D 16.2 D 16.1	S 19 9 Nb ⁴⁾ W 19 9 Nb ⁴⁾
	Sv-07Ch25N13+F-205 Sv-07Ch25N13 + I 1	07Cr25Ni13	D 20.1 D 20.0	S 23 12 L ⁴⁾ W 23 12 L ⁴⁾
	AN 42 M (F-849) VÚZ: F33 (2P) (F-303) VÚZ F29 (F-209) VÚZ F25- 4BaL (F-205)		T 1.0 T 6.0 T 7.0 T 8.0	⁵⁾

Poznámky: 1) podľa STN EN 499 /**37**/;
2) podľa STN EN 1600 /**27**/;
3) podľa STN EN 1668 /**28**/;
4) podľa STN EN 12072 /**29**/;
5) podľa STN EN 760 /**25**/;
6) podľa STN EN 439 /**20**/;

Tabuľka 10.2 Zváracie materiály referenčných značiek podľa pôvodnej KD na zváranie strojno-technologických komponentov zariadení JE typu VVER 440, vyrábaných z konštrukčných ocelí skupín 1 až 4 (podľa /33/)

Spôsob zvarovania	Skupiny ocelí zvaraných súčastí			
	1, 2 a 3		4	
111	E			
	UONI-13/45, UONI-13/45A E-B 121 JE, E-B 123 JE UONI-13/55		N3, N6	
121	D	T	D	T
	Sv-08A Sv-08AA Sv-06GA Sv-08GA Sv-08GS *) Sv-08GSMT*)	AN-42 AN-42M AN-348A AN-348AM F-209 FC-16	Sv-10NMA Sv-10GNMA Sv-10GN1MA Sv-10GN2MFA Sv-12Ch2NMFA Sv-12Ch2NMFAA Sv-08ChM Sv-08ChMA Sv-09ChGNMT	AN-42M FC-16 FC-16A
	D	OA	D	OA
135	Sv-08GS Sv-08MnSi2	Ar +CO ₂ Ar+O ₂	Sv-08GS 10GNMA 08ChM **)	Ar+O ₂
141	Sv-06A	Ar	Sv-08ChMFA 12Ch2N2MFA 09ChGNMT	Ar

Poznámky: *) D: Sv-08GSMT + FC-16 na zváranie súčastí z ocele 22K (pre s ≥ 36 mm); na zváranie koreňa je určený zvärací drôt Sv-08A.

**) Ak je obsah kremíka najmenej 0,22 %.

(D - drôt; E - obalené elektródy; OA - ochranný plyn; T - tavivo)

Tabuľka 10.3 Zváracie materiály pôvodných značiek na zváranie súčastí z ocelí skupiny 7 medzi sebou a so súčastami z ocelí skupín 1 až 4 (podľa /33/)

Spôsoby zvarovania	Vybrané typy zvaraných ocelí skupiny 7 Cr13, Cr12Ni3Cu, Cr13Ni6Mo0,5	
	111	E
UONI-10Ch13, CL-51, CT-45, E-B450		
121	D	T
	Sv-04Ch14, Sv-10Ch12N2-VI	AN-22, OF-6, FC-21
141	Sv-04Ch14, Sv-10Ch12N2MTi-VI	OA
	Sv-10Ch12N2-VI	Ar

Poznámky: (D - drôt; E - obalené elektródy; OA - ochranný plyn; T - tavivo; VI - vákuovo odlievané)

Tabuľka 10.4 Zváracie materiály na zváranie súčastí z ocelí skupiny 8 (podľa /33/)

Spôsoby zvárania	Vybrané značky pôvodných ocelí	
	08Ch18N10T, 08Ch18N12T, 17 247, 17 353 a pod.	
111 E :	EA-400/10T*, EA-400/10TA*, EA-898/21B, EA-898/21B-LC	
121	D	T
	Sv-04Ch19N11M3* Sv-08Ch19N10G2B Sv-04Ch20N10G2B	OF-6, F-303 FC-17, VUZ-T2
141	Sv-04Ch19N11M3* Sv-04Ch20N10G2B Sv-08Ch19N10G2B	OA
		Ar

Poznámky: *Drôty a obalené elektródy týchto značiek nie je povolené používať na zvarové spoje podrobujúce sa tepelnému spracovaniu, s výnimkou navárania zvarových plôch dielcov z ocelí skupín 1, 2 a 3
(D - drôt; E - obalené elektródy; OA - ochranný plyn; T - tavivo)

Tabuľka 10.5 Zváracie materiály na zváranie súčastí z rôznorodých ocelí
a) na prechodové návary na zvarové plochy súčastí z ocelí skupín 1 a 2 (podľa /33/)

Spôsob navárania	Druh návaru	Číslo vrstvy	Typ naváraného PM	
			CMn, MnSi, CrMo, CrNiMoV, Cr13Ni(Mo)	
111	Rovnorodý	Všetky	EA-395/9	
	Dvojité	1.		
		2. a ďalšie	EA-400/10T, EA-400/10TA, CT-26, CT-26M	
121	Rovnorodý	Všetky	D, P^{*)}	T
			Sv-10Ch16N25AM6-P	OF-10 FC-18 VÚZ-ETN2
	Dvojité	1.	Sv- 07Ch25N13 (Sv-10Ch16N25AM6-P)	OF-6 FC-17 VÚZ-ETN2
		2. a ďalšie	Sv-04Ch19N11M3-P	OF-10, FC-17 FC-18, F-303 VÚZ-ETN2
141	Rovnorodý	Všetky	(Sv-10Ch16N25AM6-D)	OA
	Dvojité	1.	Sv- 07Ch25N13	Ar
2 a ďalšie.		Sv-04Cr19Ni11Mo3-D		

Poznámky: *) Zváracie drôty a pásy (**P**) značky Sv-10Ch16N25AM6 nemajú v súčasnej ponuke zahraničných výrobcov ekvivalent s obdobným chemickým zložením (**D** - drôt; **E** - obalené elektródy; **OA** - ochranný plyn; **T** - tavivo; **P** - páskové elektródy)

Tabuľka 10.5 (pokračovanie)

b) na zváranie súčastí z ocelí skupín 1 až 3 so súčast'ami z ocelí skupiny 8 (podľa /33/)

Spôsob zvárania		pre hrúbky spojov - s (mm)		
		≤10	> 10 s návarom	
			rovnorodým	dvojitým
111		ZIO-8 EA-395/9 **	EA-400/10T* EA-400/10TA*	EA-898/21B EA-898/21B-LC
121	D	Sv-10Ch16N25AM6 ** Sv-07Ch25N13	Sv-04Ch19N11M3*	Sv-08Ch19N10G2B Sv-04Ch20N10G2B
	T	OF-6 FC-17 VÚZ-2T		
141	D + Ar	Sv-10Ch16N25AM6 ** Sv-07Ch25N13	Sv-04Ch19N11M3*	Sv-08Ch19N10G2B

Poznámky: *) nepovoľuje sa použiť na zvarové spoje podrobujúce sa relaxačnému žihaniu;
 **) zváracie drôty a obalené elektródy tohto typu čo do chemického zloženia ZK nemajú vhodný ekvivalent ;
 (D - drôt; E - obalené elektródy; T - tavivo)

Tabuľka 10.6 Zváracie materiály na naváranie nehrdzavejúcej výstelky na súčasti z ocelí skupín 1 až 4 (podľa /33/)

Druh návaru	č. vrstvy	Tepelné spracovanie po naváraní	
		bez	relaxačné žihanie
a) spôsobom 111			
rovnorodý	všetky	ZIO-8	EA-858/51 ³⁾
dvojitý	1.	ZIO-8	ZIO-8
	2. a ost.	EA-400/10T (A)	EA-898/21B (LC)
b) spôsobom 122 (pod tavivami OF-10, VÚZ ETN2)			
dvojitý- dvojvrstvomý	1.	Sv-07Ch25N13	Sv-07Ch25N13
	2.	-	Sv-04Ch20N10G2B
dvojitý- viacvrstvomý	1.	Sv-07Ch25N13	Sv-07Ch25N13
	2. a ost.	Sv-04Cr19Ni10Mo3 ¹⁾	Sv-04Ch20N10G2B Sv-08Ch19N10G2B ¹⁾
c) spôsobom 141 (v ochrane Ar)			
rovnorodý	všetky	Sv-07Ch25N13	
dvojitý- viacvrstvomý	1.	Sv-07Ch25N13	Sv-07Ch25N13
	2. a ost.	Sv-04Ch19N11M3	Sv-04Ch20N10G2B; Sv-08Ch19N10G2B ¹⁾

Poznámky: ¹⁾ Týmito zváracími materiálmi musia byť navarené najmenej dve vrstvy.

Tabuľka 10.7 Limity chemického zloženia ZK (% hm) zvaracích drôtov na zváranie uhlíkových a nízko legovaných ocelí spôsobmi SAW , MIG a TIG

Typ. zv. drôtu	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
08CMn	0,11	0,15 0,55	0,6 1,2	0,15	0,25	-
08MnSi	0,05 0,11	0,6 0,9	1,3 1,7	0,20	0,30	-
10MnNiMo	0,05 0,11	0,15 0,55	0,7 1,5	0,30	1,4	0,40
10CrNiMo	0,06 0,12	0,15 0,55	0,45 1,10	1,2 2,1	1,0 1,9	0,40 0,75

- Poznámky: 1 - Hodnoty uvedené jedným číslom udávajú hornú hranicu;
 2 - Horný obsah Cu = 0,25 % s výnimkou zvaracích materiálov určených na zváranie komponentov TN reaktora, kedy Cu = max 0,08 %;
 3 - V mikrolegovaných ZK obsah Ti = 0,01-0,06 %;
 4 - Prípustné obsahy P a S sú max 0,020 % a vo ZK spojov TNR max 0,010 %.
 5 - Obsah Co sa limituje v hodnote 0,025 % vo ZK komponentov konštruovaných na odolnosť proti radiačnému krehnutiu a v hodnote 0,05 % vo ZK ostatných komponentov hlavného cirkulačného okruhu, pracujúcich pod tlakom pracovného média;

Tabuľka 10.8 Limity chemického zloženia ZK (% hm) zvaracích materiálov na zváranie CrNi ocelí skupiny 8 a vysoko chrómových ocelí skupiny 7 spôsobmi SAW, MIG/MAG a TIG

Typ. zv.drôtu	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Nb
03Cr13Ni2	0,03	0,15 0,55	0,20 0,75	11 13,5	1,6 2,5	-	-
07Cr25Ni13	0,08	0,30 1,20	0,8 2,0	22 26,5	11 14	-	-
08Cr19Ni10Nb	0,08	1,0	1,30 2,20	17,5 20,5	8,0 11,0	-	0,7 1,2
04Cr20Ni10Nb	0,05	1,0	1,3 2,2	17,5 20,5	8,0 11,0	-	0,7 1,2
03Cr19Ni11Mo3	0,05	1,2	0,8 2,0	16 20	11 13,5	1,5 3,0	-

Poznámky 1-5 ako k tabuľke 10.7;

Tabuľka 10.9 Minimálne požadované hodnoty mechanických vlastností ZK obalených elektród referenčných značiek po TS/2 ¹⁾ pre skúšobné teploty (T_s)

Značka referenčnej elektródy	T _s [°C]	R _m [MPa]	R _{p02} [MPa]	A ₅ [%]	Z [%]	T _{ko} [°C]	KCV [J/cm ²]	
E-B 121 JE	+20	353	216	22	60	-10	78	
	+350	316	216	22	55			
E-B 123 JE	+20	431	255	20	18		0	59
	+350	372	216	18	50			
ZIO-8 ³⁾	+20	539	294	13	15		-	-
	+350	441	196	-	-			
EA 898/21B ³⁾	+20	539	343	10	30			49 ²⁾
	+350	441	245	-	-			
EA 400/10T ³⁾	+20	588	363	13	15	88 ²⁾		
	+350	490	294	-	-			
E-B 450	+20	800	650	15	-	60 ²⁾		
	+350	510	442	10	40			

Poznámky: ¹⁾ SR/2 : 620 °C/20 h + 650 °C/25 h, s výnimkou ZK E-B 450, pre ktorý sa režim tepelného spracovania stanovuje vo WPS a pre ZK označené ³⁾, ktoré sa skúšajú v stave bez tepelného spracovania po zvaraní;

²⁾ skúšky na tyčiach pre KCU2

Tabuľka 10.10 Minimálne požadované hodnoty mechanických vlastností ZK drôtov na zváranie spôsobmi SAW, TIG a MIG/MAG v stave po TS/2

Typ zamieňanej drôtovej elektródy	T _s [°C]	R _m [MPa]	R _{p02} [MPa]	A ₅ [%]	Z [%]	T _{ko} [°C]
08CMn ^{x)}	+20	353	196	20	55	-
	+350	314	176	13	50	
08MnSi	+20	431	245	18	55	0
	+350	392	255	13	50	
10MnNiMo	+20	539	343	16	55	-10
	+350	490	294	14	50	
10CrNiMo	+20	539	442	15	55	0
	+350	490	392	14	50	
Cr13Ni2	+20	637	490	12	35	+20
	+350	510	442	10	40	
07Cr25Ni13	+20	442	245	13	15	-
	+350	392	176	-	-	
08Cr19Ni10Nb (04Cr20Ni10Nb)	+20	539	343	20	35	-
	+350	441	196	-	-	

Poznámky: ^{x)} len pre SAW; SR/2 - ako v tabuľke 10.9; T_{ko} - podľa /31/

Tabuľka 10.11 Minimálne požadované hodnoty mechanických vlastností
ZK drôtov na SAW pri +20 °C v stave po zvarení (AW) a po TS/1

Typ zamieňanej drôtovej elektródy	T _s [°C]	R _m [MPa]	R _{p02} [MPa]	A ₅ [%]	Z [%]	T _{ko} [°C]
08CMn	AW	412	226	18	50	0
	SR/1	353	196	18	50	
08MnSi	AW	452	255	18	50	0
	SR/1	432	245	18	50	
10NiMo	AW	510	324	16	50	-10
	SR/1	471	314	16	55	
MnSiMoTi	AW	452	255	18	50	0
	SR/1	432	245	18	50	
10CrMoVTi	AW	-	-	-	-	
	SR/1	539	393	16	50	+10
04Cr19Ni11Mo3	AW	491	245	25	60	-
	SR/1	392	245	20	25	

Poznámky: AW- stav bez tepelného spracovania po zváraní (as-welded);

SR/1 - po žíhaní na zníženie napätí režimom : 640 °C/6h (stress-relieved)

Tabuľka 10.12 Minimálne požadované hodnoty mechanických vlastností návaru AV
v stave po navarení v závislosti od teploty skúšania (T_s)

Typ návaru a naváracieho drôtu	T _s [°C]	R _m [MPa]	R _{p02} [MPa]	A ₅ [%]	Z [%]
SAW a MIG / MAG	+20	539	343	25	35
04Cr20Ni10Nb (D)	+350	392	216	-	-
SAW a MIG / MAG	+20	490	294	25	35
04Cr20Ni10Nb (P)	+350	353	196	-	-
MMAW: Cr25Ni13	+20	539	294	25	35
	+350	392	245	-	-
MMAW: Cr19Ni10Nb	+20	588	343	25	35
	+350	441	294	-	-
MIG / MAG: Cr19Ni10Nb	+20	539	343	25	35
	+350	392	216	25	35

Poznámky: (D) - drôtová elektróda, (P) - pásková elektróda