KOMBINOVANÉ SNÍMAČE TEPLOTY URČENÉ PRE JADROVÉ ELEKTRÁRNE

1. Vymedzenie meradiel a spôsob ich metrologickej kontroly

1.1 Táto príloha upravuje kombinovaný snímač teploty určený pre jadrovú elektráreň typu VVER 440 (ďalej len „kombinovaný snímač teploty“) ako určené meradlo podľa § 11 zákona.

1.2 Kombinovaný snímač teploty sa používa na určenie vstupnej a výstupnej teploty chladiva jadrového reaktora. Využíva sa v kontrolnom meracom systéme (ďalej len „kontrolný systém“) teplôt chladiva jadrového reaktora, ktorý slúži na nastavovanie a prevádzkovú kontrolu dlhodobých meraní teplôt chladiva vo vetvách chladiacich slučiek a na výstupe z palivových kaziet.

1.3 Kombinovaný snímač teploty pred uvedením na trh podlieha schváleniu typu a prvotnému overeniu.

1.4 Kombinovaný snímač teploty, ktorý pri overení vyhovuje ustanoveným požiadavkám, sa označí overovacou značkou a vydá sa doklad o overení.

1.5 Kombinovaný snímač teploty počas jeho používania ako určené meradlo podlieha následnej prevádzkovej kontrole a dlhodobému sledovaniu správnosti merania.

2. Pojmy a označenia

2.1 Kombinovaný snímač teploty je snímač teploty s konektorom, ktorý pozostáva z dvoch meracích odporov a troch termoelektrických článkov.

2.2 Chladiaca slučka reaktora je ucelená časť chladiaceho systému reaktora, ktorou preteká chladivo.

2.3 Studená vetva je časť chladiacej slučky reaktora, ktorou sa privádza chladivo do reaktora.

2.4 Horúca vetva je časť chladiacej slučky reaktora, ktorou sa odvádza chladivo z reaktora.

2.5 Kváziizotermický stav reaktora je teplotne vyrovnaný režim reaktora pri jeho najmenšom výkone, počas ktorého je teplota chladiva na úrovni 260 °C ± 10 °C a stredný ohrev chladiva na reaktore neprekročí 0,3 °C, pri ktorom odvod tepla z primárneho okruhu je minimalizovaný na najnižšiu dosiahnuteľnú mieru a teplota chladiva sa mení najviac o 0,2 °C/h len v dôsledku prívodu tepla z čerpacej práce čerpadiel v chladiacich slučkách.

2.6 OTIj a OTIIj alebo OTIi a OTIIi sú meracie odpory I a II kombinovaného snímača teploty na j-tej vetve alebo na i-tej slučke.

2.7 TCIj, TCIIj a TCIIIj alebo TCIi, TCIIi a TCIIIi sú termoelektrické články I, II a III kombinovaného snímača teploty na j-tej vetve alebo na i-tej slučke.

2.8 t_{OTIj} alebo t_{OTIIj} je teplota chladiva určená meracím odporom OTIj alebo OTIIj na j-tej vetve, ktorá sa vypočíta podľa ITS-90, v °C,

2.9 t_{HOTIi} alebo t_{HOTIIi} je teplota chladiva určená meracím odporom OTIi alebo OTIIi na horúcej vetve i-tej slučky, ktorá sa vypočíta podľa ITS-90, v °C,

2.10 t_{SOTIi} alebo t_{SOTIIi} je teplota chladiva určená meracím odporom OTIi alebo OTIIi na studenej vetve i-tej slučky, ktorá sa vypočíta podľa ITS-90, v °C,

2.11 t_{TCIIj} alebo t_{RTCIIj} je teplota chladiva určená termoelektrickým článkom TCIIj na j-tej vetve, v °C,

2.12 Δt_{ROTi} je ohrev chladiva na i-tej slučke reaktora, v °C, určený podľa vzťahu:

$$\Delta t_{ROTi} = \frac{t_{HOTIi} + t_{HOTIIi}}{2} - \frac{t_{SOTIi} + t_{SOTIIi}}{2},$$

2.13 $\overline{\Delta t}_{ROT}$ je stredný ohrev chladiva na reaktore, v °C, určený podľa vzťahu:

$$\overline{\Delta t}_{ROT} = \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{6} \Delta t_{ROTi},$$

2.14 Δt_{RTCIIi} je ohrev chladiva na i-tej slučke reaktora, v °C, určený ako rozdiel teplôt termoelektrických článkov TCII umiestnených na i-tej slučke na horúcej a studenej vetve,

2.15 $\bar{t}_{HOT}$ je stredná teplota horúcich vetiev, v °C, určená podľa vzťahu:

$$\bar{t}_{HOT} = \frac{1}{12}\sum_{i=1}^{6} (t_{HOTIi} + T_{HOTIIi}),$$

2.16 t_{OTj} alebo t_{ROTj} je stredná teplota j-tej vetvy meraná meracími odpormi OTIj a OTIIj, v °C, určená podľa vzťahu:

$$t_{OTj} = \frac{t_{OTIj} + t_{OTIIj}}{2},$$

2.17 s_{HOT} je smerodajná odchýlka teplôt horúcich vetiev, v °C, určená podľa vzťahu:

$$s_{HOT} = \sqrt{\frac{1}{11}\sum_{i=1}^{6}\left[\left(t_{HOTIi} - \bar{t}_{HOT}\right)^2 + \left(t_{HOTIIi} - \bar{t}_{HOT}\right)^2\right]},$$

2.18 $\bar{t}_{SOT}$ je stredná teplota studených vetiev, v °C, určená podľa vzťahu:

$$\bar{t}_{SOT} = \frac{1}{12}\sum_{i=1}^{6} (t_{SOTIi} + T_{SOTIIi}),$$

2.19 s_{SOT} je smerodajná odchýlka teplôt studených vetiev, v °C, určená podľa vzťahu:

$$s_{SOT} = \sqrt{\frac{1}{11}\sum_{i=1}^{6}\left[\left(t_{SOTIi} - \bar{t}_{SOT}\right)^2 + \left(t_{SOTIIi} - \bar{t}_{SOT}\right)^2\right]},$$

2.20 Δt_{MOTj} je rozdiel meraných teplôt, v °C, určených z dvoch meracích odporov umiestnených v jednom kombinovanom snímači teploty na j-tej vetve podľa vzťahu:

$$\Delta t_{MOTj} = t_{OTIj} - t_{OTIIj},$$

2.21 $\overline{\Delta t}_{MOT}$ je stredný rozdiel meraných teplôt, v °C, určený podľa vzťahu:

$$\overline{\Delta t}_{MOT} = \frac{1}{12}\sum_{j=1}^{12} \Delta_{MOTj},$$

2.22 s_{MOT} je smerodajná odchýlka, v °C, ktorá vyjadruje náhodnú chybu merania s meracími odpormi, určená podľa vzťahu:

$$s_{MOT} = \sqrt{\frac{1}{11}\sum_{j=1}^{12}\left(\Delta t_{MOTj} - \overline{\Delta t}_{MOT}\right)^2},$$

2.23 $(\delta_{\Delta t})_k$ je systematická chyba merania ohrevu chladiva reaktora počas kampane vyjadrená v °C a určená podľa vzťahu:

$$(\delta_{\Delta t})_k = \left[\frac{1}{6}\sum_{i=1}^{6}\left(\Delta t_{RTCIIi} - \Delta t_{ROTi}\right)\right]_k ,$$

2.24 $(\delta_{\Delta t})_0$ je systematická chyba merania ohrevu chladiva reaktora pri prvom dosiahnutí nominálneho výkonu reaktora na začiatku novej kampane vyjadrená v °C a určená podľa vzťahu:

$$(\delta_{\Delta t})_0 = \left[\frac{1}{6}\sum_{i=1}^{6}\left(\Delta t_{RTCIIi} - \Delta t_{ROTi}\right)\right]_0 ,$$

2.25 $\delta_{\Delta t}$ je systematická chyba merania ohrevu chladiva reaktora, ktorá môže vzniknúť v priebehu kampane vyjadrená v °C a určená podľa vzťahu:

$$\delta_{\Delta t} = (\delta_{\Delta t})_k - (\delta_{\Delta t})_0 ,$$

2.26 $(\delta_t)_k$ je systematická chyba merania teploty chladiva reaktora počas kampane reaktora, v °C

$$(\delta_t)_k = \left[\frac{1}{12}\sum_{j=1}^{12}\left(t_{TCIIj} - t_{OTj}\right)\right]_k ,$$

2.27 $(\delta_t)_0$ je systematická chyba merania teploty chladiva reaktora pri prvom dosiahnutí nominálneho výkonu reaktora na začiatku novej kampane vyjadrená v °C a určená podľa vzťahu:

$$(\delta_t)_0 = \left[\frac{1}{12}\sum_{j=1}^{12}\left(t_{TCIIj} - t_{OTj}\right)\right]_0 ,$$

2.28 δ_t je systematická chyba merania teploty chladiva reaktora, ktorá môže vzniknúť v priebehu kampane vyjadrená v °C a určená podľa vzťahu:

$$\delta_t = (\delta_t)_k - (\delta_t)_0 .$$

3. Technické požiadavky a metrologické požiadavky

3.1 Pracovný merací rozsah kombinovaného snímača teploty je od 0 °C do 400 °C.

3.2 Konštrukčné vyhotovenie kombinovaného snímača teploty a schéma zapojenia sú znázornené na obrázku č. 1. V puzdre kombinovaného snímača teploty je keramická izolácia, dvojitý merací odpor a tri kusy termoelektrických článkov, pripojených na dolnú časť konektora. Kombinovaný snímač teploty je rozoberateľný a meracie prvky vymeniteľné. V zmontovanom stave je kombinovaný snímač teploty s konektorom vodotesný. Do tuľajky sa snímač upevňuje pomocou prevlečnej skrutky alebo pripájacích skrutiek na prírube.

3.3 Puzdro kombinovaného snímača teploty je vyrobené z nehrdzavejúcej ocele a jeho povrch je matne upravený. Merací odpor je vyrobený z platiny. Ako elektródy termoelektrických článkov sa používajú chromel-alumel typu K alebo chromel-kopel typu L. Termoelektrický článok slúž nielen na meranie teploty, ale aj na napájanie meracieho odporu a meranie napäťového úbytku na meracom odpore. Krytie kombinovaného snímača teploty s nasadeným protikusom konektora vyhovuje odolnosti proti prachu a vode podľa IP 68, podľa technickej normy alebo inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami. Z hľadiska bezpečnosti práce a vyhotovenia vyhovuje kombinovaný snímač teploty technickej norme alebo inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami.

3.4 Hodnota základného odporu meracieho odporu je 100 Ω pri teplote 0 °C.

3.5 Základná hodnota pomeru R_{100}/R_0 meracieho odporu je 1,385055 pre Medzinárodnú teplotnú stupnicu ITS-90.

3.6 Odporučená hodnota napájacieho prúdu meracieho odporu je 0,5 mA a najvyššia prípustná hodnota napájacieho prúdu meracieho odporu je 5 mA.

3.7 Termoelektrický článok použitý v kombinovanom snímači teploty zodpovedá svojimi technickými charakteristikami požiadavkám technickej normy alebo inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami.

3.8 Termoelektrické napätie na nesúhlasných elektródach prívodných vodičov zodpovedá technickej norme alebo inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami.

3.9 Dovolená odchýlka základného odporu R_0 meracieho odporu je do ±0,12 %.

3.10 Základná hodnota odporu meracieho odporu R_t zodpovedá hodnote vypočítanej podľa vzťahu:

$$R_t = W_t \cdot R_0 \,,$$

kde hodnota pomerného odporu W_t je určená v technickej norme alebo v inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami.

3.10 Dovolená odchýlka elektrického odporu meracieho odporu od základnej hodnoty R_t, vyjadrená v °C, zodpovedá hodnotám:

$$\pm\,(0{,}30 + 0{,}005.|t|),$$

kde: |t| je absolútna hodnota meranej teploty.

3.11 Zmena hodnoty elektrického odporu meracieho odporu pri skúške stability nie je väčšia ako $1{,}2\times10^{-4}\times R_0$.

3.12 Hodnota izolačného odporu kombinovaného snímača teploty je väčšia ako 2 MΩ pri teplote 395 °C ± 5 °C a väčšia ako 10 MΩ pri teplote 300 °C ± 5 °C pri skúšobnom jednosmernom elektrickom napätí najmenej 20 V a najviac 50 V. Izolačný odpor kombinovaného snímača teploty sa nezmení ani po skúške tesnosti.

3.13 Kombinovaný snímač teploty je chránený pred nárazmi a pred ohybom pri doprave a montáži. Počas prevádzky nevyžaduje žiadnu údržbu. Pri nutnosti rekalibrácie je potrebné ho po odpojení a vybratí z tuľajky umyť pod tečúcou vodou, alebo v dekontaminačnom roztoku, a nechať skontrolovať rádioaktívnu kontamináciu. Kombinovaný snímač teploty sa skladuje v suchom prostredí pri teplote od 5 °C do 35 °C a pri relatívnej vlhkosti do 75 %. Kombinovaný snímač teploty sa ukladá tak, že je chránený pred nečistotami, mechanickým poškodením a pred namáhaním na ohyb.

3.14 Hraničné hodnoty parametrov prostredia, v ktorom sa kombinovaný snímač teploty prevádzkuje, sú

a) teplota okolitého vzduchu 85 °C,
b) relatívna vlhkosť okolitého vzduchu 90 % a
c) teplota meraného média 400 °C.

4. Nápisy a značky

Na kombinovanom snímači teploty je štítok, na ktorom je uvedené

a) meno výrobcu alebo značka výrobcu,
b) druh a počet meracích odporov a termočlánkov,
c) rok výroby a
d) výrobné číslo.

5. Metódy technických skúšok pri schvaľovaní typu

5.1 Pri technickej skúške pri schvaľovaní typu kombinovaného snímača teploty sa vykonávajú rovnaké skúšky ako pre platinový odporový snímač teploty s týmito doplnkovými skúškami:

5.1.1 Vizuálna obhliadka, pri ktorej sa zisťujú nedostatky identifikovateľné zrakom sa vykonáva tak, že sa zisťuje správnosť zapojenia konektora a polarita vývodov podľa schémy na obrázku č. 1 a úplnosť predpísaného označenia.

5.1.2 Skúška odporu elektrickej izolácie sa vykonáva tak, že postup skúšky a namerané hodnoty spĺňajú požiadavky podľa technickej normy alebo inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami. Izolačný odpor sa meria jednosmerným elektrickým napätím najmenej 20 V a najviac 100 V pri teplote okolia 20 °C ± 5 °C a jednosmerným elektrickým napätím najmenej 20 V a najviac 50 V pri teplote 300 °C ± 5 °C a 395 °C ± 5 °C.

5.1.3 Skúška stability meracieho odporu OTI, OTII sa vykonáva tak, že postup skúšky a namerané hodnoty spĺňajú požiadavky podľa technickej normy alebo inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami.

5.1.4 Skúška tesnosti sa vykonáva tak, že sa snímač s kompletným konektorom ponorí do vody na 24 h tak, že je pod vodou ponorený celý snímač s konektorom a časť kabeláže o dĺžke približne 100 mm. Izolačný odpor sa nezmení o viac, ako je chyba merania.

5.1.5 Skúška slučkového odporu termoelektrického článku sa vykonáva podľa bodu 6.8.

6. Metódy skúšania pri overení

6.1 Vizuálna obhliadka.

Pri vizuálnej obhliadke sa zisťuje, či kombinovaný snímač teploty nie je poškodený alebo či na ňom nie sú viditeľné chyby.

6.2 Skúška odporu elektrickej izolácie.

Odpor elektrickej izolácie R_{iz_KST} kombinovaného snímača teploty sa skúša jednosmerným napätím najmenej 20 V a najviac 50 V. Hodnota R_{iz_KST} je pri teplote 300 °C ± 5 °C viac ako 10^7 Ω.

6.3 Skúška stability meracieho odporu OTI, OTII.

Skúška stability meracieho odporu sa vykonáva podľa technickej normy alebo inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami pre platinové odporové snímače teploty. Zmena odporu meracieho odporu nie je vyššia ako $\pm 1{,}2\times 10^{-4}\times R_0$.

6.4 Výsledky skúšky teplotnej závislosti odporu meracieho odporu vyhovujú požiadavkám technickej normy alebo inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami pre platinový odporový snímač teploty; etalón 3. rádu. Teplotná závislosť odporu sa meria pri

a) prvej teplote, kedy je teplota 300 °C ± 5 °C,

b) druhej teplote, kedy je teplota 260 °C ± 5 °C,

c) tretej teplote, kedy je teplota 0 °C.

6.5 Zo zistených hodnôt odporov a teplôt sa vypočítajú konštanty A, B; A_1, B_1 pre merací odpor č. 1 a A_2, B_2 pre merací odpor č. 2, polynómu na výpočet teploty meracieho odporu podľa základného vzťahu:

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2),$$

kde: R_t je hodnota odporu v Ω pri teplote t podľa ITS 90,
R_0 je hodnota odporu v Ω pri teplote 0 °C,
A je konštanta meracieho odporu $(°C)^{-1}$,
B je konštanta meracieho odporu $(°C)^{-2}$,
t je teplota podľa ITS'90 (°C).

6.6 Skúška teplotnej závislosti termoelektrického napätia termoelektrických článkov TCI, TCII, TCIII.

Závislosť termoelektrického napätia od teploty sa skúša pri teplote 300 °C ± 5 °C. Po inštalovaní v prevádzke sa termoelektrický článok TCII kalibruje v skutočných podmienkach meracím odporom v rámci každého kombinovaného snímača teploty podľa technickej normy alebo inej obdobnej technickej špecifikácii s porovnateľnými alebo prísnejšími požiadavkami.

6.7 Skúška tesnosti.

Na kombinovanom snímači teploty sa skúša tesnosť, ak izolačný odpor nevyhovuje podmienkam podľa bodu 6.2. Kombinovaný snímač teploty sa skúša s konektorom tak, že sa ponorí do vody celý snímač aj s konektorom a časťou kabeláže o dĺžke približne 100 mm na 24 h. Meria sa izolačný odpor, ktorého hodnota sa nezníži pod 10^8 Ω pri teplote 23 °C ± 10 °C.

6.8 Skúška slučkových odporov termočlánkov.

Meria sa odpor jednotlivých slučiek TCI, TCII, TCIII pri teplote 23 °C ± 10 °C. Namerané hodnoty odporu jednoznačne preukážu, že nie je prerušená ani jedna slučka.

6.9 Po vykonaní skúšok sa ku každému kombinovanému snímaču teploty vydá „Doklad o overení“ a označí sa overovacou značkou. V doklade o overení okrem údajov podľa § 25 ods. 10 zákona je navyše uvedená

a) identifikácia použitých predpisov a postupov,
b) podmienky pri overení,
c) tabuľka nameraných hodnôt s uvedenými chybami,
d) konštanty *A*, *B* pre každý merací odpor,
e) údaj o hodnote R_{iz_KST} kombinovaného snímača teploty pri uvedenej teplote,
f) hodnoty slučkových odporov TCI, TCII, TCIII pri teplote 23 °C ± 10 °C.

7. Metódy skúšania pri prevádzkovej kontrole

7.1 Kontrolný systém pozostáva z 12 kombinovaných snímačov teploty, predlžovacích vedení a meracieho a vyhodnocovacieho zariadenia. Kontrolný systém merania teploty zabezpečí meranie elektrického odporu s chybou menšou ako 40 mΩ a meranie napätia s chybou menšou ako 10 μV. Odporový normál R_N a analógovo číslicový prevodník sú kalibrované.

7.1.1 Prvá prevádzková kontrola, ktorou je nastavenie kontrolného systému sa vykonáva na začiatku novej kampane reaktora počas kváziizotermického stavu reaktora pri teplote chladiva 260 °C ± 10 °C. Nároky na správnosť merania teploty na reaktore z pohľadu jadrovej bezpečnosti a ekonomiky prevádzky sú vysoké a pravidelné overenie alebo kontrola snímačov v laboratórnych podmienkach sú technicky náročné, vykonáva sa ich kontrola v podmienkach používania počas kváziizotermického stavu reaktora. Pri kontrole sa využíva meracie a vyhodnocovacie zariadenie kontrolného systému a štatistické spracovanie súboru nameraných údajov. Kontroluje sa stálosť charakteristík súboru snímačov, dodržiavanie najväčších prípustných hodnôt teplotných rozdielov, ohrevov a ich smerodajných odchýlok za určených medzných podmienok.

7.1.2 Druhá prevádzková kontrola, ktorou je nastavenie kontrolného systému sa vykonáva na začiatku novej kampane reaktora, po prvom dosiahnutí ustáleného nominálneho výkonu. Dlhodobé prevádzkové sledovanie troch parametrov správnosti kontrolného systému na výkonových stavoch sa uskutočňuje počas celej kampane reaktora v každom meracom cykle. Ide o parametre s_{MOT}, $\delta_{\Delta t}$, δ_t.

7.1.3 Prevádzkové kontroly sa vykonávajú podľa § 27 zákona.

7.2 Kontrola počas kváziizotermického stavu pozostáva z kontroly

a) správnosti nastavenia kváziizotermického stavu reaktora,
b) správnosti merania s meracími odpormi OTIj, OTIIj,
c) správnosti merania s termoelektrickými článkami TCIIj,
d) izolačného odporu kontrolného systému a
e) parazitných napätí na trasách meracích odporov.

7.2.1 Kontrola správnosti nastavenia kváziizotermického stavu reaktora pozostáva z určenia

a) stredného ohrevu chladiva na reaktore $\overline{\Delta t}_{ROT}$,

b) smerodajnej odchýlky teplôt horúcich vetiev s_{HOT},

c) smerodajnej odchýlky teplôt studených vetiev s_{SOT}.

7.2.2 Kváziizotermický stav reaktora je nastavený správne, ak určené hodnoty $|\overline{\Delta t}_{ROT}|$, s_{HOT}, s_{SOT} sú menšie ako 0,3 °C.

7.2.3 Kontrola správnosti merania meracích odporov OTIj, OTIIj pozostáva z určenia

a) rozdielov meraných teplôt z dvoch meracích odporov umiestnených v jednom kombinovanom snímači teploty na j-tej vetve Δt_{MOTj},

b) smerodajnej odchýlky, ktorá vyjadruje náhodnú chybu merania s_{MOT},

d) rozdielov teplôt $t_{HOTIi} - \bar{t}_{HOT}$, $t_{HOTIIi} - \bar{t}_{HOT}$, $t_{SOTIi} - \bar{t}_{SOT}$, $t_{SOTIIi} - \bar{t}_{SOT}$.

7.2.4 Výsledky kontroly správnosti merania meracích odporov OTIj alebo OTIIj pri kváziizotermickom stave sú správne, ak

a) absolútna hodnota $|\Delta t_{MOTj}|$ je menšia ako 0,3 °C,

b) dvojnásobok smerodajnej odchýlky $2 \cdot s_{MOT}$ sa rovná 0,18 °C, alebo je menší,

c) absolútne hodnoty rozdielov teplôt $|t_{HOTIi} - \bar{t}_{HOT}|$, $|t_{HOTIIi} - \bar{t}_{HOT}|$, $|t_{SOTIi} - \bar{t}_{SOT}|$, $|t_{SOTIIi} - \bar{t}_{SOT}|$ sú menšie ako 0,5 °C,

d) v čase merania teplôt, z ktorých sa vychádza pri kontrole správnosti meracieho odporu, sú splnené podmienky na správne nastavenie kváziizotermického stavu podľa bodu 7.2.2.

7.2.5 Kontrola správnosti merania termoelektrických článkov TCIIj vrátane požiadaviek podľa bodu 3.6 pozostáva z určenia rozdielov

a) ohrevov chladiva meraných termoelektrickými článkami a meracími odpormi na jednej slučke ($\Delta t_{RTCIIi} - \Delta t_{ROTi}$),

b) teplôt chladiva meraných termoelektrickými článkami a meracími odpormi na jednej vetve ($t_{RTCIIj} - t_{ROTj}$).

7.2.6 Výsledky kontroly termoelektrických článkov TCII sú správne, ak absolútne hodnoty rozdielov ohrevov chladiva na jednotlivých slučkách $|\Delta t_{RTCIIi} - \Delta t_{ROTi}|$ sú menšie ako 2 °C a absolútne hodnoty rozdielov teplôt chladiva na jednotlivých vetvách $|t_{RTCIIj} - t_{ROTj}|$ sú menšie ako 8 °C.

7.2.7 Kontrola izolačného odporu kontrolného systému.

Kontrolný systém spĺňa podmienku správnosti merania, ak $R_{iz_KMS} > 10^7\ \Omega$.

7.2.8 Kontrola parazitných napätí na trasách meracích odporov.

Kontrola pozostáva z merania parazitných napätí na trasách meracích odporov a zavedení nameraných hodnôt do výpočtov za vzťažné parazitné napätia.

7.2.9 Výsledky merania pri kontrole kombinovaných snímačov teploty sa uvedú v zázname o kontrole počas kváziizotermického stavu.

7.2.10 V zázname o kontrole je uvedený

a) dátum a čas kontroly,

b) čísla kontrolovaných kombinovaných snímačov teploty,

c) namerané hodnoty t_{OTIj}, t_{OTIIj} a izolačný odpor kontrolného systému R_{iz_KMS},

d) hodnoty $\Delta\bar{t}_{ROT}$, s_{HOT}, s_{SOT}, Δt_{MOTj}, s_{MOT}, $|t_{HOTIi} - \bar{t}_{HOT}|$, $|t_{HOTIIi} - \bar{t}_{HOT}|$, $|t_{SOTIi} - \bar{t}_{SOT}|$, $|t_{SOTIIi} - \bar{t}_{SOT}|$, $|\Delta t_{RTCIIi} - \Delta t_{ROTi}|$, $|t_{RTCIIj} - t_{ROTj}|$, R_{iz_KMS}; hodnoty parazitných napätí.

7.2.11 Ak kombinovaný snímač teploty vyhovie požiadavkám podľa bodov 7.2.4, 7.2.6 a 7.2.7, je možné ho ďalej prevádzkovať, pričom konštanta platinového meracieho odporu uvedená v dokladoch o jeho overení zostáva v platnosti.

7.2.12 Kombinovaný snímač, ktorý nevyhovie požiadavkám podľa bodov 7.2.4 alebo 7.2.6 pri nábehu bloku jadrovej elektrárne na novú kampaň, je demontovaný a odoslaný na overenie v laboratórnych podmienkach.

7.2.13 Kontrolu správnosti merania kombinovaného snímača teploty v prevádzkových podmienkach podľa bodov 7.2.1 až 7.2.11 je prípustné vykonať najviac pri dvoch po sebe idúcich kampaniach reaktora počas kváziizotermického stavu. Pri nasledujúcej tretej kampani je potrebné kombinovaný snímač teploty znovu overiť v laboratóriu.

7.3 Kontrola kombinovaného snímača teploty a kontrolného systému počas prvého dosiahnutia nominálneho výkonu N_{nom} pozostáva z

a) kontroly stredného ohrevu chladiva $\overline{\Delta t}_{ROT}$,

b) kontroly smerodajnej odchýlky s_{MOT},

c) kontroly parazitných napätí na predlžovacích vedeniach meracích odporov,

d) určenia systematických chýb merania ohrevu a teploty chladiva reaktora, ktoré sa môžu vyskytnúť v priebehu kampane reaktora počas každého meracieho cyklu $\delta_{\Delta t}$, δ_t,

e) dlhodobého sledovania správnosti počas výkonových stavov v priebehu celej kampane reaktora s_{MOT}, $\delta_{\Delta t}$, δ_t.

7.3.1 Kontrola správnosti nastavenia nominálneho výkonu sa vykonáva podľa stredného ohrevu chladiva $\overline{\Delta t}_{ROT}$. Pre každý blok je určená limitná hodnota $\overline{\Delta t}_{ROT}$ pre nominálny výkon.

7.3.2 Kontrola náhodnej chyby merania kontrolného systému sa vykonáva prostredníctvom smerodajnej odchýlky s_{MOT}. Ak je dvojnásobok smerodajnej odchýlky $2 \cdot s_{MOT} \leq 0{,}18$ °C, správnosť merania kontrolného systému z hľadiska náhodných chýb je vyhovujúca.

7.3.3 Kontrola parazitných napätí na trasách meracích odporov pozostáva zo zmerania parazitných napätí na trasách meracích odporov a zavedení nameraných hodnôt do výpočtov za vzťažné parazitné napätia.

7.3.4 Určia sa veľkosti systematických chýb merania ohrevu a teploty chladiva na reaktore pri prvom dosiahnutí nominálneho výkonu reaktora na začiatku novej kampane $(\delta_{\Delta t})_0$, $(\delta_t)_0$. Na určenie veľkosti týchto systematických chýb sa vzťahujú požiadavky na veľkosť náhodnej chyby merania podľa bodu 7.3.2.

7.4 Dlhodobé sledovanie parametrov správnosti kontrolného systému merania teplôt počas kampane jadrového reaktora.

7.4.1 Dlhodobé sledovanie správnosti merania počas kampane reaktora v každom meracom cykle sa vykonáva prostredníctvom určenia veľkosti náhodnej chyby merania s_{MOT}, prostredníctvom určenia výskytu systematickej chyby merania ohrevu chladiva reaktora počas kampane reaktora $\delta_{\Delta t}$ a prostredníctvom určenia výskytu systematickej chyby merania teploty chladiva δ_t. Správnosť merania je vyhovujúca, ak

a) $2 \cdot s_{MOT} \leq 0{,}18$ °C,

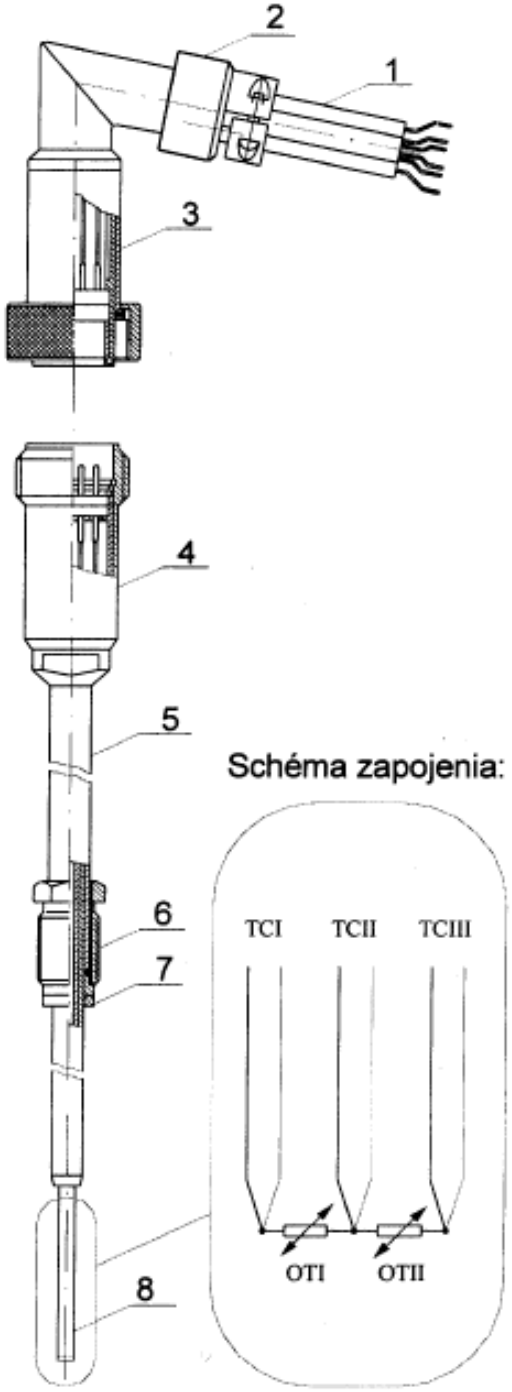
b) $|\delta_{\Delta t}| \leq 0{,}30$ °C,

c) $|\delta_t| \leq 0{,}30$ °C.

7.4.2 Hodnoty $\overline{\Delta t}_{ROT}$, s_{MOT}, $\delta_{\Delta t}$ a δ_t sa archivujú najmenej raz za deň.

Obrázok č. 1

Výkres a schéma zapojenia kombinovaného snímača teploty
určeného pre jadrové elektrárne typu VVER 440



Legenda:
1. Prívodná kabeláž
2. Matica upchávky s upevnením káblov
3. Horná časť konektora
4. Dolná časť konektora
5. Puzdro snímača
6. Prevlečná skrutka
7. Tesnenie
8. Citlivá časť snímača