

Nasadenie prevodníkov teploty v atómovej elektrárni Mochovce

V každom podniku sa priebežne uskutočňuje modernizácia technickej časti. Výnimkou nie je ani jadrová elektráreň v Mochovciach, kde nedávno vymenili pôvodné prevodníky teploty za nové, moderné programovateľné prevodníky. Dodávateľom prevodníkov pre elektráreň bola firma JSP Nová Paka. O tom, čo podnietilo výmenu prevodníkov v elektrárni Mochovce a aké sú prínosy nových prevodníkov, sme sa porozprávali s Ing. Marcelom Hanulom, vedúcim oddelenia systémov kontroly a riadenia.

Základné informácie o elektrárni

Jadrová elektráreň v Mochovciach pozostáva zo štyroch blokov. V súčasnosti sú v prevádzke dva bloky, výstavba tretieho a štvrtého bloku bola dočasne pozastavená. Prvý blok bol spustený do trvalej prevádzky v januári 1999, druhý v júli 2000. Odtedy vyrobila elektráreň v Mochovciach už 20 857 715 MWh elektrickej energie.

V elektrárni sú tlakovodné reaktory VVER V-213, každý s menovitým výkonom 440 MW. Jeden reaktorový blok ročne vyrobí približne 3 miliardy kWh, čo predstavuje približne 10 % z celkovej energetickej potreby Slovenska. Ušetrí sa tak denne asi 46 vagónov uhlia, ktoré by bolo potrebné spáliť v tepelnej elektrárni na získanie rovnakého množstva elektrickej energie.

Elektráreň spotrebuje pre svoju vlastnú prevádzku 8 % menovitého výkonu reaktora. Účinnosť každého bloku je 32 %.

Činnosť jadrovej elektrárne

Činnosť jadrovej elektrárne je rozdelená do troch okruhov – primárneho, sekundárneho a okruhu chladiacej vody. Primárny okruh tvorí samotný reaktor a parogenerátor. V sekundárnom okruhu sa nachádza turbína a elektrický generátor. Tretí okruh tvorí potrubie, v ktorom cirkuluje chladiaca voda a jeho súčasťou sú aj chladiace veže. Palivom je UO_2 , obohatené o izotop uránu U_{235} .

V jadrovom reaktore sa pri štiepnej reakcii paliva generuje tepelná energia, ktorá je odovzdávaná chladiču reaktora – vode. Chladiaca voda je po ohriatí odvádzaná do parogenerátorov. Rúrkami v parogene-

rátore preteká ohriate chladiivo z reaktora a zohrieva chladnejšiu vodu obmývajúcu rúrky. Táto sa v parogenerátore mení na paru, pričom ochladená voda sa vracia späť do reaktora. Para vstupuje do sekundárneho okruhu, kde poháňa parnú turbínu. Turbína je pomocou hriadeľa spojená s generátorom elektrického prúdu. Para po odovzdaní energie turbíne kondenzuje v kondenzátore a v kvapalnom skupenstve cez ohrievače prúdi späť do parogenerátora. Para je v kondenzátoroch chladená vodou z tretieho okruhu, okruhu chladiacich veží. V tomto okruhu sa voda ochladzuje tzv. komínovým efektom, t. j. vzduchom prúdiacim zo spodnej do hornej časti chladiacej veže. Prúd vzduchu unáša so sebou aj čiastočky vodnej pary a vody, preto sa nad vežami vytvárajú oblaky pary.

Bezpečnosť

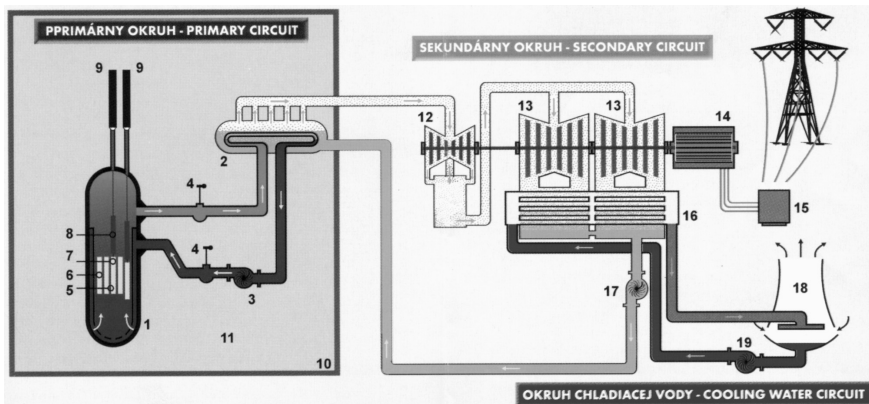
Bezpečnosť je v jadrovej elektrárni prioritná. Okrem toho, že je zabezpečená konštrukčným riešením jednotlivých „kritických“ častí viacerými bezpečnostnými bariérami, striktné sa dodržiavajú aj prísne bezpečnostné predpisy. V lokalite elektrárne sa nachádza plnorozsahový simulátor technologických procesov elektrárne, ktorý je vernou kópiou blokovej dozorne. Na ňom absoluuje prevádzkový personál pravidelné školenia, pri ktorých sa nacvičuje činnosť v rôznych štandardných i neštandardných situáciách. Eliminácia poruchy spôsobenej ľudským faktorom je najvýznamnejším príspevkom ku zvýšeniu bezpečnosti a spoľahlivosti elektrárne.

Proces výmeny prevodníkov teploty

Meranie teploty predstavuje v elektrárni významnú zložku prevádzkového monitoringu. Počet obvodov v celej elektrárni predstavuje hodnotu niekoľko tisíc (pribl.

reaktor	
typ reaktora	VVER 440/V-213, tlakovodný
tepelný výkon reaktora	1375 MWt
menovitý výkon reaktora	440 MWt
materiál	legovaná Cr-Mo-V ocel
počet palivových kaziet	349 (312 pracovných, 37 regulačných)
primárny okruh	
počet chladiacich slučiek	6
prietok chladiča	42 600 m ³ /h
pracovný tlak	12,26 MPa
teplota chladiča na výstupe z reaktora	297,3 °C
teplota chladiča na vstupe do reaktora	267,9 °C
celkový objem	242 m ³
parogenerátor (6 ks/1 blok)	
typ	PGV - 213
množstvo vyrobenej pary	450 t/h
tlak pary na výstupe	4,61 MPa
teplota pary na výstupe	255 °C
teplota napájacej vody	222 °C
kondenzátor	
množstvo chladiacej vody	35 000 m ³ /h
max. teplota chladiacej vody	33 °C

Tab.1 Niektoré vybrané údaje o jadrovej elektrárni Mochovce



- 1 – reaktor, 2 – parogenerátor, 3 – hlavné cirkulačné čerpadlo,
- 4 – hlavná uzatváracia armatúra, 5 – aktívna zóna, 6 – palivová kazeta,
- 7 – automatická regulačná kazeta (ARK) – palivová časť,
- 8 – automatická regulačná kazeta: absorpčná časť, 9 – pohony ARK, 10 – ochranná obálka,
- 11 – hermetická zóna, 12 – vysokotlakový diel turbíny, 13 – nízkotlakový diel turbíny,
- 14 – elektrický generátor, 15 – blokový transformátor, 16 – kondenzátor,
- 17 – napájacie čerpadlo, 18 – chladiaca veža cirkulačnej vody, 19 – čerpadlo cirkulačnej vody

Obr.1 Schéma výroby elektrickej energie v jadrovej elektrárni

do 3000). V primárnom okruhu sú tieto obvody riešené inak ako v sekundárnom, a tiež s iným prístrojovým vybavením. V primárnom okruhu boli v minulosti preferované ruské prístroje. Na dnešnú dobu sú už tieto analógové prevodníky (prevodníky Š 78 a Š 79) pomerne zastaralé a rozmerné. Na sekundárnom okruhu boli všetky merania teploty prevádzané cez prevodníky zo stavebnice Modin. S Modinom mali v elektrárni trochu väčšie problémy, pretože tieto jednotky neboli k dispozícii presne podľa potrieb, preto boli potrebné určité úpravy zo strany dodávateľa. Problém bol s náhradnými dielmi, pretože dnes sa už nevyrobajú, ako aj s presnosťou obvodov.

Práve na základe problémov s Modinom sa v elektrárňach rozhodli, že ich vymenia za iné. Urobili si vlastný prieskum trhu. Záujem bol prevažne o slovenského výrobcu, najmä z finančného hľadiska. Bohužiaľ, slovenský trh nie je v tejto oblasti dostatočne zastúpený. Vybrali si niekoľko firiem a navštívili ich. Výrobky existujúcich slovenských dodávateľov elektrárňam v Mochovciach z technických dôvodov príliš nevyhovovali. Technické parametre v súlade s cenou ich napokon nasmerovali k prevodníkom teploty P 5201 od firmy JSP Nová Paka.



zovanej skúšobni preskúšanie do daného prostredia, najmä preskúšanie na seizmicitu. Ďalším krokom bolo urobiť si individuálny program zaistenia kvality, čo opäť predstavovalo schvaľovací proces.

Po všetkých týchto procedúrach už bolo možné počítať s prevodníkmi aj do primárneho okruhu, aj na vybrané okruhy v sekundárnom okruhu. Celý projekt výmeny, teda projekciu aj dodávky realizovalo PPA Energo Bratislava, samozrejme, na základe výberu prevodníkov elektrárňou. Tento projekt sa uskutočnil v roku 2001 na prvom bloku. Paralelne s projektom výmeny prevodníkov teploty sa realizoval aj projekt, ktorý mal za úlohu zlepšiť podmienky pre prácu vstupných obvodov do regulačných obvodov, aby nedochádzalo ku samovoľným prepínaniam regulátorov do manuálneho režimu. V tomto projekte sa súčasne podarila zrealizovať ďalšia výmena prevodníkov teploty v primárnom okruhu.

Táto výmena nastala v roku 2002 a išlo o cca 1300 ks prevodníkov teploty. Výmena sa realizovala v primárnom okruhu druhého bloku a v sekundárnom okruhu prvého bloku. Tento rok sa ďalšia výmena prevodníkov realizuje opačne, t. j. v primárnom okruhu prvého bloku a v sekundárnom okruhu druhého bloku. To znamená, že doposiaľ sa v Mochovciach použilo už 2600 prevodníkov z JSP Nová Paka.

Spokojnosť s prevodníkmi na strane elektrárni je vysoká. Počet chybných kusov počas oživovania zráтали na prstoch jednej ruky. V súčasnosti je už situácia stabilizovaná.

Aplikácie prevodníkov v Mochovciach

V celom primárnom okruhu sa realizuje množstvo meraní teploty, najmä na sluč-

kách, čiže na každej horúcej a studenej vetve sa vyskytujú merania teploty. Prevodníky teploty sa v tomto okruhu použili však len na merania, ktoré vstupujú do radiačného a bezpečnostného systému. Neboli použité pri systéme ochrán reaktora, ani na vnútroreaktorové merania. Tam je prevod realizovaný zo snímača do počítačov. Zavedením nových prevodníkov by sa narušila koncepcia ochrán reaktora, a ten možno prevádzkovať len v pôvodnom stave. Ďalej sa menili merania teploty veľkých pohonov, napr. na hlavných cirkulačných čerpadlách, na výtlaku dôležitých čerpadiel a rôznych nádrží. V primárnom okruhu bolo meraní viac ako v sekundárnom – okolo 730 ks na jednom bloku. V sekundárnom okruhu sa táto hodnota pohybuje približne okolo 490 – 500 ks.

V sekundárnom okruhu sa menili prevodníky teploty na miestach okolo napájacích čerpadiel, na meranie teplôt plechov statora, generátora a budiča, havarijných napájaciek. Taktiež sa teploty pomocou nových prevodníkov merajú pri dôležitých veľkých pohonoch, t. j. čerpadlách - elektronapájacích a kondenzačných. Ďalšou aplikáciou je aj meranie teplôt médií v rôznych nádržiach.

Prínosy

Prínosom zavedenia nových programovateľných prevodníkov z JSP Nová Paka je, okrem iného, aj ich univerzálnosť, keďže ich možno použiť na rôzne vstupy. V Mochovciach vyriešili novými prevodníkmi aj otázku kalibrácie a metrologickej kontroly. Metrologická kontrola sa dnes vykonáva priamo na mieste bez toho, aby bola nutná demontáž, nosenie do laboratória, pretože časté odpájanie a zapájanie vnáša do meraní zbytočné chyby. Na to, aby bolo možné robiť kalibráciu na mieste, je potrebné mať príslušné vybavenie – presný kalibrátor. Kalibrátor sa naprogramuje, pripojí sa k prevodníku, zosnímajú sa charakteristiky, a potom sa kalibrátor odnesie späť do laboratória, kde sa údaje zhodnotia a vytlačia príslušné protokoly.

*Zdroj údajov a obrázkov:
Propagačné materiály SE, a. s.,
a internetová stránka SE, a. s.,
<http://www.seas.sk>.*

Andrea Potančoková