

Modifikace výrobního zařízení realizované v průběhu odstávek

V odstávkách výrobních bloků JE Temelín jsou realizovány projekty modifikací zařízení (modernizace zařízení, obnova po vyčerpání životnosti, modifikace s cílem zvýšení bezpečnosti a efektivity provozování, aj.), které nelze realizovat za provozu bloku. Většina těchto technických modifikací je zajišťována útvarem Centrální inženýring (CI), který je součástí divize Výroba ČEZ a. s., přičemž na vlastní realizaci se podílí celá řada dodavatelů. Činnost musí být připraveny tak, aby byl dodržen harmonogram každé akce a nedošlo k nežádoucímu prodloužení délky odstávky při bezpodmínečném požadavku na zajištění úrovně bezpečnosti. Tento článek uvádí příklady nejvýznamnějších modifikací realizovaných v odstávkách v roce 2012 a výhled na další roky. V odstávkách 2012 se na přípravě a realizaci modifikací zařízení podílelo 21 firem.

Do odstávek hlavních výrobních bloků jaderné elektrárny (JE) je soustředěna řada modifikací zařízení, které nelze realizovat za provozu bloku. Tyto modifikace představují projekty postupné obnovy zařízení po vyčerpání jeho technické životnosti nebo pro zabránění ztrátě jeho udržovatelnosti, projekty jejichž cílem je zvýšení úrovně bezpečnosti JE nebo dostupnosti a ekonomické efektivity provozu jaderné elektrárny v souladu s podnikatelským plánem ČEZ a.s. Součástí některých modifikací z poslední jmenované skupiny je také vytvoření předpokladů pro budoucí zkrácení délky odstávek bloku JE instalací moderních zařízení s delšími revizními periodami, menším rozsahem revizních činností či umožňujícími efektivnější provádění činností v odstávce. Některé příklady jsou uvedeny dále. Útvar CI zajišťuje všechny fáze jednotlivých projektů technických změn, tj. předprojektovou přípravu (definování technického řešení), výběr zhotovitele (ve spolupráci s útvarem Nákup), projektovou přípravu, technický dozor při realizaci a zprovoznění a uvedení nových či modifikovaných zařízení do majetku.

V odstávkách obou temelínských bloků v roce 2012 bylo realizováno 116 projektů s celkovým objemem investičních nákladů téměř tři čtvrtě miliardy korun. Mezi nejvýznamnější z nich patří:

Záměna lineárních krokových pohonů regulačních orgánů reaktoru a systému indikace polohy

Regulační orgány (tzv. klastry) obsahují materiál pro absorpci neutronů a změnou jejich vertikální polohy v aktivní zóně reaktoru je řízen výkon. Změna polohy je zajišťována pomocí lineárních krokových pohonů umístěných na víku nádoby reaktoru (v podstatě systém tří magnetů se západkami fixujícími závěsnou tyč klastru), viz obr. 1. Záměna všech 61 pohonů vč. ukazatelů polohy byla vyvolána vyčerpáním technické životnosti původních pohonů a proběhla v odstávce na výměnu paliva na 2. bloku v r. 2012 v časovém intervalu 27 dní (na 1. bloku byla realizována již v 2011). Dodavatelem nového zařízení byla Škoda JS a.s. Nové pohony (LKP-M/3) mají životnost 40 let, přičemž řešení modernizovaného systému měření polohy (UP2) umožní snížení rozsahu seřizovacích prací při náběhu bloku po odstávkách a tím zkrácení kritické cesty odstávek o cca 14 hodin.

Modernizace Pultu fyzikálního spouštění

Významnou část náběhu bloku po odstávce představují tzv. testy fyzikálního spouštění (FS), jejichž cílem je ověření neutronové fyzikálních

charakteristik nově zavezené aktivní zóny reaktoru. Klíčovou roli pro vyhodnocení těchto testů hraje tzv. pult fyzikálního spouštění (PFS) obsahující

samostatné komory měření neutronového toku vně reaktoru a navazující systém měření a vyhodnocení signálu z komor (zahrnující mj. výpočet



Obr. 1 – LKP, nové bloky elektromagnetů a montáž bloků elektromagnetů do horního bloku reaktoru



Obr. 2 – Nová skříň systému měření polohy regulačních orgánů



Obr. 4 – pohled do rozvaděčové skříně s novými ochranami



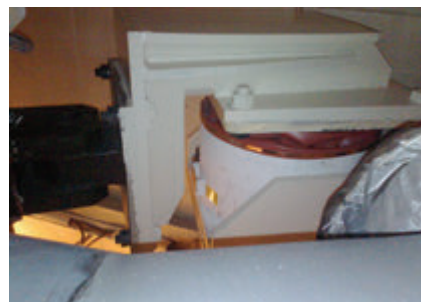
Obr. 5 – Celkový pohled na turbosoustrojí bloku 1 JE Temelín (Pozn. v pravém dolním rohu je vysokotlaký díl - žlutomodrý kryt, za ním na společné hřídeli tři nízkotlaké díly, u kterých dojde v roce 2014 k záměně)

reaktivity reaktoru). Výstupním signálem z komor jsou velmi malé proudy (jejichž velikost je úměrná výkonu reaktoru) a u původního systému existoval problém významného „zašumění“ signálů (zejm. na velmi malých výkonech). To v minulosti komplikovalo realizaci testů FS, někdy i vynutilo opakování některých testů, což potom mělo negativní dopad do celkové délky odstávky. Proto útvar CI ve spolupráci s útvarem reaktorové fyziky a s dodavatelem PFS (VÚJE Trnava) zahájil v r. 2010 projekt modernizace PFS spočívající v záměně zařízení v „analogové“ části PFS, tj. zejm. v záměně původních komor měření za nový typ (fy. Rolls-Royce) a záměně převodníků (zajišťují zpracování proudového signálu z komor) za inovovaný typ (fy. VÚJE). Implementace projektu byla úspěšně dokončena v odstávkách 2012 a byla základem pro hladký průběh testů FS. Spolehlivá funkce PFS dále umožnila paralelní realizaci některých činností v rámci testů FS a seřizování provozní instrumentace měření

neutronového toku, což přineslo zkrácení kritické cesty odstávky cca šest hodin.

Záměna tlumičů GERB na parogenerátorech, hlavním cirkulačním čerpadle a parovodech v ochranné obálce

Tlumiče GERB (viz. obr. 3) představují elastické uložení hlavních komponent primárního okruhu (parogenerátor, hlavní cirkulační čerpadla, ...). Musí správně fungovat při obvyklém pracovním rozmezí teplot v ochranné obálce cca 20 až 50°C (rozmezí teplot během provozu bloku – odstávka, náhřev, nominální provoz, dochlazování) i při podmínkách okolního prostředí při havárii (teplota až do 150°C). Funkce těchto tlumičů je také základním předpokladem tzv. seismické kvalifikace, tzn. zajištění integrity a správné funkce technologických zařízení i při seismické události. Pro zajištění nejlepší možné funkce tlumičů v celém rozsahu teplot probíhá projekt postupně záměny



Obr. 3 – tlumič GERB

původních tlumičů za nové tlumiče fy. GERB se silikonovou náplní, které nejlépe splňují požadavky v celém spektru teplot. Jedná se o realizačně náročnou akci (transporty a manipulace s tlumiči, vlastní záměna) a proto bylo nutné rozdělit realizaci do několika odstávek tak, aby akce neměla dopad do kritické cesty odstávky. Realizace probíhá postupně ve čtyřech odstávkách (v každé odstávce na jedné smyčce primárního okruhu) 2011÷14 (blok 1), resp. 2012÷15 (blok 2). Standardní doba pro záměnu tlumičů na jedné smyčce je cca 30 dní v rámci kterých je nutné transportovat a instalovat 15 ks tlumičů (každý o hmotnosti 650 kg). Dodavatelem je Škoda JS.

Záměna ochran rozvodů 6 kV a 0,4 kV

Záměna zastaralých analogových ochranných terminálů typu REX31X, ALOX za moderní mikroprocesorové terminály typu REX670, REF615 fy. ABB (viz. obr. 4) probíhá na rozvodnách bezpečnostních systémů a nesystémových rozvodnách 6 kV a 0,4 kV. Práce probíhají vždy jen při odstavení jedné ze tří divizí bezpečnostních systémů. Nové terminály jsou sekundárně odzkoušeny na dílně, po montáži přístrojových panelů do rozváděčů jsou pak prováděny zkoušky vnějších návazností, signalizace a ovládní. Montáž na jedné divizi je časově omezena dobou 120 hod., kdy zaměníme a odzkoušíme 16 vývodů rozváděče 6kV. Akce je realizována postupně v letech 2011÷2014, přičemž bude záměněno celkem 285 elektrických ochranných. Akce umožní prodloužit revizní periody rozváděčů. Dodavatelem terminálů je fa ABB, montáž zajišťuje fa I&C Energo.

Skupina modifikací pro zvýšení nominálního výkonu reaktoru jaderné elektrárny

Útvar CI realizuje (po vzoru ruských JE typu VVER-1000) na JE Temelín projekt zvýšení nominálního tepelného výkonu reaktoru na 3 120 MWt (104 % stávajícího Nnom). Projekt povede ke zvýšení elektrického výkonu dodávaného do sítě o cca 40 MWe na každém bloku při minimálních nákladech na tuto modifikaci (jedná se o využití rezerv založených v projektu VVER-1000). Vyšší přenášený výkon vyžaduje úpravy zařízení vyvedení výkonu (generátor, generátorový vypínač, budící souprava) pro zajištění jejich lepšího chlazení. Skupina těchto modifikací byla úspěšně realizována v odstávce 1. bloku v 2012.

1. blok je tak technicky připraven na zvýšení nominálního tepelného výkonu (vlastní zvýšení je vázáno na povolení státního dozoru).

V průběhu odstávky bloku existuje striktně definovaný časově omezený interval, kdy existují vhodné podmínky pro realizaci modifikací zařízení, tj. stav, kdy dotčené zařízení nemusí být v režimu provozu nebo pohotovosti. To vyžaduje důslednou přípravu jednotlivých kroků realizace a následnou koordinaci ze strany ČEZ a.s. a dodavatelů a bezchybný průběh prací při realizaci tak, aby byl dodržen harmonogram každé akce a nedošlo k nežádoucímu prodloužení délky odstávky při bezpodmínečném požadavku na zajištění úrovně bezpečnosti. Tento klíčový cíl se v oblasti realizace modifikací zařízení dlouhodobě daří plnit.

Z důvodu šestileté periody kontrol hlavních zařízení jaderné elektrárny Temelín (zejm. tlaková nádoba reaktoru) je v periodách 6 let plánována delší odstávka bloku. Nejrozsáhlejší modifikace jsou proto směřovány do těchto „dlouhých“ odstávek. V takových odstávkách v roce 2014 (blok 1, v současnosti plánovaná délka 66 dní) a 2015 (blok 2, 60 dní) proběhne investičně i technických rozsahem nejnáročnější akce za poslední řadu let, a to:

Záměna nízkotlakých dílů turbogenerátoru a záměna jeho hydraulické regulace

Cílem akce je zvýšení provozní spolehlivosti stávajících nízkotlakých (NT) dílů TG (a tím odstranění časových a finančních nákladů, které vznikají z důvodu nutnosti každoročních oprav ve výrobním závodě v Plzni). Dalším cílem je zvýšení účinnosti přeměny energie, které bude dosaženo moderní konstrukcí a vyšší termodynamickou účinností nových NT dílů (v konečném důsledku tak dojde ke zvýšení svorkového výkonu bloku). V rámci akce budou implementovány nové statorové části i rotory NT dílů TG (tři díly na soustrojí (blok), celkový pohled na turbosoustroj viz obr. 5). Dále bude zaměřen stávající systém hydraulické regulace TG (jeho hlavní funkcí je řízení polohy ventilů na vstupu páry do TG na základě povelů ze systému řízení) za zcela nový vysokotlaký systém. V současnosti připravujeme harmonogram, jehož cílem je provést realizaci akce v časovém intervalu 50 dní. Dodavatelem nového



Obr. 6 – pohled na kontejner CASTOR na vyhořelé jaderné palivo na servisním místě na reaktorovém sále

zařízení je plzeňská Škoda Power (součást jihokorejské společnosti Doosan Heavy Industries), na akci se bude podílet několik dalších firem.

Zásadní část kritické cesty odstávek na výměnu paliva v Temelíně v současnosti tvoří naplnění a odbavení kontejneru na vyhořelé jaderné palivo (Jaderné elektrárny Temelín používá kontejnery Castor™ od firmy GNS). Celkem 19 vyhořelých palivových souborů (které předtím „chladly“ 10 let v bazénu vyhořelého paliva v ochranné obálce) je pod vodou zavezeno do kontejneru, na reaktorovém sále je na servisním místě (viz obr. 6) provedeno odvodnění a vysušení kontejneru a kontejner je poté odtransportován do skladu vyhořelého paliva v areálu JE Temelín. Ve standardní odstávce jsou odbaveny dva kontejnery, přičemž tato činnost představuje 10 dní na kritické cestě odstávky. Útvar CI v tomto roce rozpracoval záměr projektu, jehož cílem je vybudování nového pracoviště, které by umožnilo realizovat zejm. časově velmi náročnou činnost sušení kontejneru s vyhořelým palivem

mimo reaktorový sál. Tím by byl následně reaktorový sál uvolněn pro pokračování dalších prací, což v konečném důsledku přinese významné zkrácení délky odstávky. Toto pracoviště dle záměru vznikne v nové budově, která bude přístavkem k transportnímu koridoru budovy reaktoru. V současnosti probíhá projektová příprava akce, vlastní realizace je plánována na rok 2017. Pracoviště pro odbavení kontejneru s vyhořelým jaderným palivem mimo reaktorový sál je unikátním projektem, který umožní snížení standardní délky odstávky na výměnu paliva o cca 2,5 dne a představuje tak klíčový příspěvek pro budoucí zvýšení disponibility a efektivity provozování jaderné elektrárny Temelín.

Pozn. Kolektiv autorů by chtěl využít tohoto příspěvku k poděkování pracovníkům řady útvarů ČEZ a.s. a dodavatelů za jimi odvedenou práci.

Ing. Miroslav Krása, specialista řízení projektů, Ing. Martin Bica, manažer útvaru Inženýring JE, ČEZ a.s.

Modifications to the generating equipment performed during the outages of units in Temelín NPP

Projects of modifications of equipment (upgrades, refurbishment after lifetime expiry, modifications to increase safety and efficiency of operation, etc.) that cannot be carried out during operation are performed during outages of the units in the Temelín NPP. Most of these technical modifications are provided by the Central Engineering (CI), which is a part of the Production Division of ČEZ a.s.; actual implementation of the foregoing is undertaken by a number of suppliers. The activities must be prepared so as to comply with the schedule for each project and to avoid any undesirable prolongation of the outage, subject to the unconditional requirement to ensure a specific level of safety. This article provides examples of the most important modifications implemented during the outages in 2012 and the outlook for the years to come. Twenty-one companies participated in the preparation and implementation of modifications during the outages in 2012.

Модификация производственного оборудования, проведённая во время профилактических остановок блоков АЭС Темелин

Во время профилактических остановок блоков АЭС Темелин были проведены проекты модификации оборудования (модернизация оборудования, обновление по окончании срока эксплуатации, модификация с целью повышения безопасности и эффективности эксплуатации и т. д.), которые невозможно проводить во время эксплуатации блока. Большинство этих технических модификаций обеспечивает подразделение Центрального инжиниринга (CI), которое является составной частью отделения Производство ЧЕЗ, причем в самой реализации проекта принимает участие целый ряд поставщиков. Работы должны быть спланированы так, чтобы каждая акция проходила в соответствии с графиком и не возникало нежелательное удлинение времени остановки. При этом безусловно соблюдение всех требований безопасности. В этой статье описано проведение самых важных модификаций во время профилактических остановок в 2012 году, а так же говорится о планах на будущее. Во время остановок 2012 года в подготовке и проведении модификаций оборудования принимала участие 21 фирма.