

OPRAVY TĚLES VENTILŮ PARNÍCH TURBÍN SVAŘOVÁNÍM

WELDING REPAIR OF STEAM TURBINE VALVE BODIES

Karel Kaleta

ČEZ, a. s.

Abstrakt

Tělesa ventilů parních turbín mají mnoho geometrických prvků. Jsou vystavena vysokým teplotám, vysokým tlakům a poměrně rychlému cyklování mezi různými provozními stavy. Ventily jsou vyrobeny jako odlitky nebo výkovky. Charakter jejich provozní expozice je dán teplotou a tlakem, ale také technologií výroby těchto těles. Tělesa mají často relativně tlustostěnné průřezy, které ovšem zvyšují tepelné namáhání ventilu. Tepelné a provozní napětí způsobí, že se v tělesech ventilu vytvoří praskliny, které se pak monitorují při plánovaných odstávkách, případně se musí selektivně opravit na základě zkušeností a uvážení výrobce ventilu, resp. provozovatele.

Abstract

The valve bodies utilized in steam turbines have a multitude of geometric features and are subjected to high temperatures, high pressures, and rapid cycling to and from these conditions. The valves are manufactured from well-engineered castings or forgings. The working temperatures and pressures as well as manufacturing considerations often lead to relatively thick-walled valves which increase the thermal stresses on the valve. Often, the thermal and operational stresses cause the valve bodies to develop cracks which are then monitored at outages and selectively repaired based on the experience and discretion of the owner.

Úvod

Tělesa vysokotlakých ventilů parních turbín v uspořádání s kotlem pracují s parametry okolo 530 °C a 16 MPa. U 200 MW kotlů je obvykle plánovaná životnost pro použité materiály parovodů 200 000 hodin. U těles ventilů se tedy automaticky předpokládá splnění tohoto parametru. Při odstávkách bloku, zpravidla během generálních oprav turbín, není výjimkou, že jsou při diagnostikách rozebraného, resp. odizolovaného ventilu zachyceny trhliny na jeho vnitřním, resp. vnějším povrchu. Klíčovým problémem je rozhodnutí o možnosti provozu ventilu s takovým defektem, resp. nutnosti opravy nebo jeho výměny. Během napěťových stavů při spouštění a odstavování zařízení dochází k praskání tepelnou únavou materiálu. Dominujícím faktorem pro vznik a růst defektu je tepelné namáhání průřezu, představující kombinaci tloušťky stěny, geometrického uspořádání ventilu a teplotní gradient ve stěně.

Scénář opravy

Při zachycení defektu vizuální nebo defektoskopickou kontrolou (obr. 1) následuje detailnější proměření trhliny, aby mohlo být přijato rozhodnutí o dalším postupu. V praxi u menších defektů postačí zpravidla vybroušení trhliny do plynulých, oblých přechodů k okolnímu materiálu s následnou nedestruktivní kontrolou. Zbytková tloušťka stěny pak musí splňovat požadavky pevnosti. Pokud však je hloubka trhliny vzhledem ke zbytkové nezasažené tloušťce stěny větší, je nutno přistoupit po celkovém vybroušení zasažené oblasti a k nahrazení vybroušeného materiálu (tab. 1) svařováním. Problematické jsou situace, kdy defekt je na vnitřní straně tělesa, ale jeho odstranění je z důvodu manipulace s náradím možné probrušováním od vnějšího povrchu (obr. 4).

Specifika opravy svařováním

Jak už bylo zmíněno, tělesa ventilů jsou geometricky poměrně složité díly, s přechody o různých tloušťkách stěny. V samotném materiálu jsou pak obrobena další tvary, např. funkční těsnící plochy pro dosednutí těsnících elementů (obr. 3). Tyto vstupní podmínky, navíc v případě tělesa z odlitku (obr. 2), s sebou přinášejí určitá specifika zvoleného scénáře opravy svařováním. Uvedená problematika byla opakovaně úspěšně řešena u nás i ve světě propracováním ověřených opravných postupů, které využívají mimo jiné alternativní přístup k volbě přídavného materiálu a teplotě žíhání po svařování [1]. Při předchozích opravách byly bohužel vždy rostoucí trhliny beze zbytku odstraněny, aniž mohly být podrobeny podrobnější analýze o jejich původu. Představy o jejich vzniku však poskytly podklady EPRI [2].

Závěr

Díky dlouhodobé aktivitě odborníků ČEZ, a. s. v rámci členství v EPRI (Electric Power Research Institute) je realizován projekt vypsáný TAČR toto téma. Praktické poznatky z předchozích provedených oprav přímo v provozovnách ČEZ, a. s. jsou nyní podrobeny bližšímu zkoumání v rámci projektu národních center kompetencí (NCK). Byly odebrány vzorky z provozovaných ventilů (cca 180 000 provozních hodin), ve kterých byly obrobena svarové plochy simulující materiál, který je obvykle nutné odebrat pro úplné odstranění provozního defektu.

Technologický postup svařování byl vytvořen na základě předchozích zkušeností (tab. 3) s tímto typem oprav v podmínkách ČEZ, a. s. Parametry postupu byly podrobeny kritickému posouzení dle dokumentů EPRI, které poskytují bohatý zdroj informací [3], ze kterých bylo vycházeno při řešení problematiky.

Na počátku července tohoto roku bylo provedeno ve spolupráci s kolegy z JE svařování ve středisku TARC ETE (obr. 5), které je plně vybavenou technickou základnou vhodnou pro tyto účely. Následně na vzorcích proběhly nedestruktivní zkoušky organizované VZÚ Plzeň a jejich dělení na zkušební tělíska (obr. 6). Ta budou podrobena destruktivním mechanickým zkouškám v ZČU v Plzni.

V případě osvědčení vyhovujících výsledků všech zkoušek technici ČEZ, a. s. získají technické podklady (kvalifikovaný postup), které jim pomohou rozhodovat o vhodném scénáři opravy provozovaných komponent, které téměř nikdy nemohou být po nález defektu ihned vyměněny, ale musí být spolehlivě opraveny trvale nebo dočasně, pokud tomu nasvědčuje stav komponenty s již částečně vyčerpanou životností.

Tabulky

Tab. 1: Časté CrMoV materiály použité v KE u těles ventilů, oceli na odlitky

ŠN 422747										
C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ni	Al	S	P	
0,15	0,50	0,30	1,2	0,90	0,20	max	max	max	max	
0,20	0,80	0,50	1,5	1,10	0,30	0,60	0,04	0,030	0,030	
ČSN 422740										
C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ni	W	S	P	Cu
0,11	0,60	0,20	1,00	0,40	0,50	max	0,40	max	max	max
0,19	1,00	0,50	1,50	0,60	0,70	0,30	0,70	0,030	0,030	0,30
ČSN 422744										
C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ni	Cu	S	P	
0,11	0,40	0,20	0,50	0,40	0,20	max	max	max	max	
0,19	0,70	0,50	0,70	0,60	0,35	0,40	0,30	0,035	0,035	

Tab. 2: Některé nízkolegované CrMoV oceli na odlitky používané na tělesa ventilů v USA [4]

0.5Cr-0.5Mo-0.25V ocel+ 14MoV6-3 (EN 10216)									
C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Al	S	P	
0,10	0,40	0,15	0,30	0,50	0,22	max	max	max	
0,15	0,70	0,35	0,60	0,70	0,28	0,04	0,020	0,025	
1.25Cr-1Mo-0.25V									
C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Al	S	P	
0,15	0,50	0,30	1,00	0,90	0,20	max	max	max	
0,20	0,80	0,50	0,50	1,15	0,30	0,03	0,030	0,030	

Tab. 3: Některé příklady předchozích oprav

	Realizace	Zařízení	Parametry na ventilu	Materiál	Značka	Cca domnělá skupina (CR 15608)	PM použitý při opravě	Nízkoteplotní žhání během a po svaření
EPO	2014	Hlavní spouštěcí ventil	Pára, 500°C; 8,9MPa	422744	Cr-Mo-V	6.2	111/Phoenix Chromo 2 KS	„420°C“
EDE	2006	VT RZV TG 4 pravý	Pára, 550°C, 16MPa	422740	Cr-V-W-Mo	6/6.2???	111/Phoenix Chromo 2 KS	„420°C“
EDE	2016	VT RZV TG 3 pravý	Pára, 550°C, 16MPa	422740	Cr-V-W-Mo		???	„420°C“

Literatura

- [1] Brett, S. J. (2015): *Cold Weld Repair of Ferritic Components – Case Studies of UK Power Stations*. Technical report, 3002006758, EPRI, Palo Alto.
- [2] EPRI (2015): *Crack Growth and Arrest in High Temperature Valve Bodies*. Technical update, 3002006311, EPRI, Palo Alto.
- [3] Shingledecker, J., Siefert, J. (2013): *Steam Turbine Casing and Valve Body Repair Guidelines*. Technical Report, EPRI 3002001473.
- [4] Paterson, S. R., Siefert, J. A., Shingledecker, J. P. (2012): *Steam Turbine Casing and Valve Body Repair Guide. Proceedings to the EPRI International Conference on Welding and Repair Technology for Power Plants*, EPRI, Marco Island (FL, USA), paper G9.