

Instalace nového systému monitorování chemického režimu pro Elektrárny Opatovice

Kogenerační uhelná elektrárna Opatovice (obr. 1), dále jen EOP, která je jako firma Elektrárny Opatovice, a. s., součástí Energetického a průmyslového holdingu, je jedním z dodavatelů energií v České republice. Při modernizaci výrobních technologií dodala společnost JSP pro EOP nový systém monitorování chemického režimu. Realizace byla rozvržena do dvou etap. První etapa instalace pro kotle K2 a K3 proběhla při odstávce v roce 2017. Druhá etapa realizace pro kotle K5 a K6 byla úspěšně dokončena právě nyní, v roce 2018.

Úvod

Společnost JSP, s. r. o., je přední český výrobce a dodavatel měření a regulace. Vyrábí a dodává především snímače pro měření teploty, tlaku, průtoku a hladiny, pro chemickou analýzu a pro měření dalších veličin



Obr. 1. Elektrárna Opatovice

pro energetiku, chemii a jiné obory průmyslu. Rovněž dodává kompletní systémy měření a řízení pro výstavbu nových a rekonstrukce již existujících energetických celků. Jde většinou o ucelené dílo včetně kompletního inženýringu – od projektových prací přes vlastní dodávky, montáž nebo šefmontáž, testy a uvedení do provozu až po zajištění záručního a pozáručního servisu, dodávek náhradních dílů a další potřebné podpory, jako je např. pravidelná kalibrace čidel ve vlastní akreditované laboratoři (AKL) či ověření pro fakturační měření v autorizovaném metrologickém středisku (AMS) JSP.

Mezi hlavní dodávky patří také systémy kontinuální chemické analýzy vody a páry v energetice. Zažitá zkratka pro tyto systémy je SWAS (*Steam and Water Analytical System*).

Firma Elektrárny Opatovice kromě výroby elektřiny dodává teplo do několika měst, především do Hradce Králové a Pardubic. Ke kombinované výrobě elektrické a tepelné energie používá šest parních kotlů s práškovým spalováním, tři kondenzační, dvě odběrové a jednu protitlakou turbínu. Při modernizaci těchto technologií společnost JSP dodala pro kotle K2, K3, K5 a K6 nový systém

monitorování chemického režimu. První etapa instalace pro kotle K2 a K3 proběhla při odstávce v roce 2017, druhá etapa realizace pro kotle K5 a K6 v roce 2018.

Předchozí stav

V EOP byly dosud instalovány pouze omezené prostředky pro sledování chemických parametrů vody a páry. Jejich chemické vlastnosti byly sledovány prostřednictvím katexované a specifické vodivosti, přičemž byly měřeny vzorky přehřáté páry, syté páry, napájecí vody a kotelní vody všech kotlů.

Základem měření dosud tedy bylo pouze vyhodnocování vodivosti. Měření ostatních parametrů (pH, obsahu fosfátů, křemíku, kyslíku atd.) nebylo kontinuální, ale bylo prováděno ručními odběry. Při pochůzce byl odebrán vzorek a následně byl v laboratoři změřen. Delší doba od odebrání vzorku po jeho analýzu neumožňovala přesně stanovit aktuální hodnoty a měření bylo ovlivněno mnoha vnějšími činiteli.

Chemické složení páry a vod má přímý vliv na provoz a poruchovost zařízení pro výrobu a použití páry, především kotlů a turbogenerátorů. Nedodržování chemických parametrů mohlo vést k nadměrnému zatížení energetických zařízení a tím ke zkrácení jejich životnosti i snížení provozní spolehlivosti (tvorba nánosů i vyšší rychlost koroze).

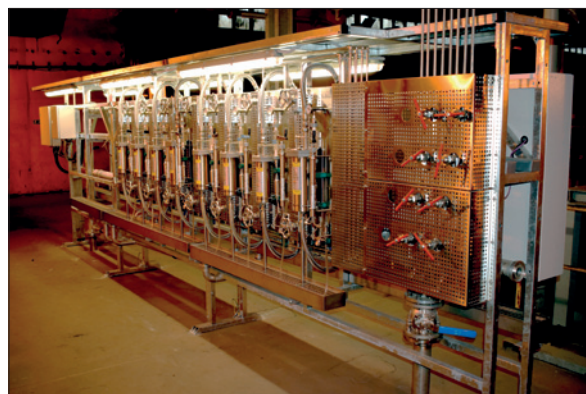
Oxid křemičitý SiO_2 se v kotelní vodě vyskytuje ve formě kyseliny ortokřemičité H_4SiO_4 , resp. metakřemičité H_2SiO_3 . Do páry procházejí hlavně nedisociované (neiontové) formy. Při expanzi v turbíně se snižuje jejich rozpustnost v páře a vypadlý SiO_2 se usazuje na lopatkách turbín a spolu s ostatními látkami (oxidy železa, mědi, vápníku, hořčíku apod.) vytváří tvrdé, jen velmi obtížně odstranitelné nánosy. Projevují se růstem tlaku za kondenzátorem kolem vysokotlakého dílu turbíny. Musí pak následovat

promývání turbíny sytou párou s přidávkem hydroxidu sodného. To je velmi nebezpečná a kritická operace.

Taktéž rozpuštěný kyslík zvyšuje rychlost koroze železných a měděných slitin a náchylnost k lokálním formám koroze materiálů. Zdrojem kyslíku bývá přísávání vzduchu na vakuové části okruhu voda–pára nebo špatně fungující termické odplynění, popř. okysličený zdroj přídavné vody nebo kondenzátu jdoucí do napájecí vody mimo termické odplynění v napájecí nádrži.

Bez instalace nového SWAS mohly vzniknout různé typy koroze:

- chemická koroze – pochody, kdy na sebe vzájemně působí kov a okolní prostředí chemicky (vznik okují, vodíková koroze z rozkladu páry),
- elektrochemická koroze – ve vodném prostředí, vnější a vnitřní články mezi kovem a jeho oxidy, také soustava Cu–Fe,
- místní koroze (skvrnitá, důlková, bodová, mezikrystalická, selektivní),
- celková koroze – vyznačuje se stejnoměrností po celém povrchu,
- plošná koroze – nejčastěji v kyselém nebo neutrálním prostředí vlivem účinku oxidu uhličitého,
- selektivní koroze – ve slitinách, např. odzinkování mosazi.



Obr. 2. Panely úpravy vzorků JSP

Speciálním případem chemické koroze, která se vyskytuje u turbín, je vodíková koroze z rozkladu páry, která působí křehnutí materiálů. Vzniká až za teplot nad $700\text{ }^\circ\text{C}$, proto ji výrazně omezí dobrá cirkulace vody v kotli.

Častým mechanismem vzniku důlkové koroze je kyslíková koroze. Vzniká kyslíkovou depolarizací v kape vody, kde se část větrná s obsahem kyslíku stává katodou, vytvořený elektrochemický článek rozpouští kov a vzniká důlek, který zeslabuje stěnu. Nej-

častěji vzniká na odstaveném a vypuštěném zařízení po špatném vypuštění.

Mezi jiné nepříjemné druhy místní koroze patří mezikrystalická koroze, která vzniká vlivem agresivního prostředí na styčných plochách krystalů kovu a šíří se do hloubky materiálu. Následně vypadává z trubky kus materiálu nebo se vytvoří „škleb“.

Nově instalovaný systém monitorování chemického režimu

Instalovaný systém chemické analýzy vody a páry pokrývá kompletní zjišťování provozně významných fyzikálně-chemických vlastností vody a páry, které umožňuje dálkově kontrolovat a registrovat všechny potřebné údaje v řídicím systému bez zásahů obsluhy. Systém je provozován v automatickém režimu a je trvale chráněn proti chybným manipulacím a nežádoucím provozním režimům jisticími prvky. Poskytuje provoznímu personálu i personálu údržby všechny potřebné údaje ve formě, která zajistí bezpečný a ekonomický provoz technologických zařízení při minimálních požadavcích na zatížení obsluhy.

Online monitorování parametrů vody a páry představuje v porovnání s periodickými ručními rozbory v laboratoři zcela jinou kvalitu získaných informací. Kvalitní kontinuální monitorování parametrů vody a páry spojené s řádným vyhodnocením a využitím měřených hodnot k řízení technologických procesů je především cenným nástrojem k zefektivnění provozu a hlavně k prodloužení životnosti zařízení.

Při realizaci projektu jsou instalovány dva zcela nové, moderní systémy chemické analýzy vody a páry. Zkompletované panely úpravy vzorku (napájecí voda, kotelní voda, sytá pára, přehřátá pára; obr. 2) od firmy JSP a panely s analyzátory od firmy Swan (obr. 3) jsou umístěny na kompaktním montážním rámu, je zajištěn společný přívod chladicí vody a společné odpadní potrubí pro odvod chladicí vody, vzorků z jednotlivých analyzátorů a ručních odběrů. Odběrové trasy jednotlivých technologických médií jsou připojeny ke vstupu daného panelu úpravy vzorku novým impulzním potrubím. Panely úpravy vzorku jsou pak propojeny impulzním potrubím z korozivzdorné oceli s jednotlivými analyzátorovými jednotkami (obr. 4). Odpad z analyzátorů a ručních odběrů je sveden nad žlab z korozivzdorné oceli s mřížkou pro možnost odkládat lahve pro ruční kontrolní odběry.

Rozsah dodávek společnosti JSP představuje:

- kompletní návrh řešení a projektovou dokumentaci,

- demontáž původních zařízení včetně potrubí a všech konstrukcí,
- dodávku dvou nových kompletních rámu s panely úpravy vzorků a analyzátory pro K2, K3 a K5, K6,
- nové odběrové potrubí vzorků od kotlů k panelům úpravy vzorků,
- dodávku napájecích, signálových a komunikačních kabeláží včetně napájecích a sdružovacích skříní,
- přenos měřených veličin do řídicího systému a zobrazení na stanicích operátorů kotlů a chemické úpravy vody,
- kompletní projekt, dodávky, instalaci a zprovoznění systémů, zhotovení a předání dokumentace skutečného stavu.



Obr. 3. Analyzátory Swan

Při řešení jsou tedy nahrazena dožitá měření vodivosti a rozšířeno měření dalších parametrů:

- u napájecí vody je rozšířen dosavadní analyzátor měření specifické a katexované vodivosti včetně výpočtu pH a koncentrace čpavku o online monitorování obsahu kyslíku a křemíku,
- původní měření vodivosti kotelní vody je nahrazeno novým měřením specifické vodivosti a doplněno měřením pH a měřením obsahu fosfátu,
- měření vodivosti syté páry je nahrazeno novým měřením katexované vodivosti,
- u přehřáté páry je současné měření nahrazeno novým měřením specifické a katexované vodivosti včetně výpočtu pH a koncentrace čpavku a měřením obsahu křemíku,
- u všech měření je přenos měřených hodnot řešen komunikační linkou s následnou vizualizací v řídicím systému.

Význam moderní chemické analýzy v energetických provozech

Kvalita, chemické složení a znečištění vody mají přímý vliv na životnost a spolehlivost zejména blokových zařízení (kotlů a turbin) klasických i jaderných elektráren. Tyto

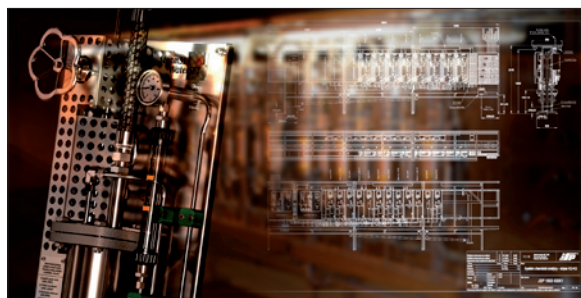
parametry mají přímou vazbu na opotřebení a celkově na ekonomiku provozu. Úroveň koncentrace některých chemických prvků či nečistot je v moderních provozech nutné monitorovat „online“, v reálném čase a s přímou vazbou do řídicího systému tak, aby obsluha mohla včas diagnostikovat stav a na měnící se parametry preventivně reagovat adekvátní úpravou či zásahem. V současnosti je dokonce řízení chemické úpravy vodních a parních okruhů postaveno na roveň řízení toku energie. Pomocí porovnání reakce a měření na různých místech okruhu lze také např. rychle diagnostikovat zdroj nečistot, odhadnout typ znečištění nebo poruchy chemické úpravy.

Řetězec vzniku informace o chemickém režimu od technologie k člověku zahrnuje:

- odběr vzorku z hlavního proudu média,
- úpravu vzorku (snížení teploty a tlaku či kondenzace páry na kapalínu),
- vlastní analýzu měřených hodnot,
- zpracování signálu (filtrace, mrtvé pásmo atd.),
- přenos do databáze a zobrazení v DCS,
- informace o validitě měření (mohu naměřenému údaji věřit),
- identifikaci příčiny poruchy a poškození technologie (varovný systém),
- zajištění vysoké bezpečnosti při provozu, obsluze a údržbě.

Závěr

Oba nové bloky systému chemického monitorování kotlů K2+K3 i K5+K6 v EOP významně přispějí k ekonomickému, spolehlivému a bezpečnému provozu těchto kotlů, stejně jako tomu je při podobných instalacích systémů kontinuálního měření chemického režimu realizovaných společnostmi JSP,



Obr. 4. Detail zařízení pro odběr a úpravu vzorku

např. u nového paroplynového bloku elektrárny Počerady 880 MW, při instalaci kontinuálního měření chemických vlastností vody a páry rekonstruovaných bloků C, D a E (3x 250 MW) Prunčova II při jejich komplexní obnově či v případě instalace v teplárně a dvou paroplynových blocích elektrárny Vřesová v Sokolovské uhelné a v mnoha dalších energetických provozech v České republice i v zahraničí.

Ing. Petr Fukač, MBA,
JSP Industrial Controls