

Spolehlivé monitorování oxidu křemičitého podporuje efektivitu elektrárny

Úvod

West Burton B CCGT je elektrárna s paroplynovým cyklem nedaleko Nottinghamu ve Spojeném království. Její tři plynové turbíny s otevřeným cyklem jsou schopny dodávat dostatek elektrické energie pro přibližně 1,5 milionu britských domácností. Podobně jako u všech elektráren na bázi spalování je i v případě paroplynové elektrárny nutné monitorovat koncentrace oxidu křemičitého ve vodě i páře. Sean Todd, vedoucí týmu kontroly a měřicí techniky (C&I) elektrárny, říká: „Chemie kotelní vody je jednou z největších výzev, které musí vedení elektrárny čelit, a monitorovací systémy, které byly původně v této elektrárně nainstalovány, sice splňovaly požadované specifikace, ale nebyly schopny poskytovat výsledky s přesností a spolehlivostí, jakou potřebujeme.“

„Na začátku února 2014 jsme monitorovací systémy nahradili analyzátory oxidu křemičitého Hach® 5500sc a výsledek byl naprosto úžasný. Nové monitorovací přístroje za posledních deset měsíců prokázaly mimořádnou přesnost a spolehlivost, a přitom vyžadují jen minimální údržbu.“

Před instalací analyzátorů oxidu křemičitého Hach 5500sc bylo kvůli nespolehlivosti původních monitorovacích přístrojů nutné ručně odebírat vzorky na více místech dvakrát denně. Některé z těchto vzorků byly testovány v laboratoři elektrárny, jiné však musely být odesílány do sesterské laboratoře vzdálené přibližně 80 kilometrů. To znamenalo značné náklady a také zpoždění. Kromě toho původní monitorovací přístroje vyžadovaly časté překalibrování, což kladlo značné nároky na údržbu a vedlo k nadměrné spotřebě činidel.

Význam oxidu křemičitého

Křemík (Si), který tvoří velké procento zemské kůry, je po kyslíku druhým nejrozšířenějším prvkem v přírodě. Křemík je v malých koncentracích přítomen ve všech přírodních vodách, obvykle ve formě rozpuštěného oxidu křemičitého nebo jako malé nerozpuštěné částice křemičitanu (koloidní oxid křemičitý). Oxid křemičitý je chemická sloučenina s chemickým vzorcem SiO_2 a je vysoce rozpustný v páře. Pokud je tedy přítomen v dostatečném množství, může vytvářet na lopatkách turbíny a v kotelních trubkách usazeniny podobné sklu.

Usazeniny oxidu křemičitého na lopatkách turbíny mohou způsobovat vytváření důlků a jiných defektů. Mohou však také mít za následek nevyváženost lopatek, která je spojena se vznikem vibrací a může vést až k poruše turbíny, protože vzdálenosti mezi lopatkami a pláštěm turbíny jsou malé. Cena turbíny se pohybuje v desítkách milionů, proto má její kontrola a údržba vysokou prioritu. Usazeniny oxidu křemičitého v kotelních trubkách jsou rovněž nežádoucí, protože způsobují ztrátu tepelné účinnosti, a tudíž snížení efektivitu celé elektrárny.



Elektrárna West Burton B CCGT

Monitorovací systémy

Údaje o koncentraci oxidu křemičitého jsou vyžadovány k prokazování dodržování požadovaných koncentrací v kotelní napájecí vodě a nasycené páře. Tyto údaje jsou také nezbytné i z provozních důvodů, například při řízení pH v kotelní vodě pomocí dávkování amoniaku. Údaje jsou vyžadovány i pro účely pojištění provozu.

Aby se zabránilo usazování oxidu křemičitého, je nutné provádět velmi intenzivní úpravu vody, jejímž výsledkem je téměř zcela demineralizovaná voda. Paroplynová elektrárna (CCGT) odebírá vodu z řeky Trent a než je tato voda dostatečně čistá pro provozní použití, je nutné provést řadu úprav. Mezi tyto procesy patří sedimentace, filtrace, flokulace a iontová výměna. Analyzátoři oxidu křemičitého odebírají vzorky vody přímo z provozu a zjišťují, zda jsou koncentrace oxidu křemičitého v přijatelném rozmezí. Na strategických místech v elektrárně jsou rovněž odebírány online vzorky, aby bylo zajištěno, že koncentrace oxidu křemičitého v celém procesu zůstávají stále na přijatelných hodnotách.

Online monitorování se provádí na dvou místech: v provozu úpravní vody za účelem monitorování účinnosti procesu iontové výměny, a v provozu analyzátorů kotelní vody, kde jsou používány dva analyzátoři oxidu křemičitého Hach 5500sc, jeden analyzátor sodíku Hach 9240, dvě optické sondy pro měření rozpuštěného kyslíku Hach Orbisphere K1100 LDO, pět sond pro měření pH a 21 sond pro měření vodivosti. Do provozu analyzátorů kotelní vody jsou sítě odběrných trubek z celé elektrárny nepřetržitě přiváděny vzorky vody z parního okruhu i okruhu vypouštěné páry.

Nové sondy Hach Orbisphere K1100 LDO (technologie Luminescent Dissolved Oxygen) pomáhají minimalizovat požadavky na údržbu monitorovacího systému. Tyto sondy, které využívají technologii optického měření, vyžadují kalibraci pouze v intervalu 6-12 měsíců a výměnu optického spotu dokonce jen jednou za několik let. To je obrovský rozdíl v porovnání se staršími elektrochemickými membránovými senzory rozpuštěného kyslíku, které spotřebovávaly kyslík jako součást procesu měření a vyznačovaly se tendencí ke vzniku driftu, což znamenalo, že vyžadovaly časté překalibrování. Chemici mající na starost kotelní vodu elektrárny také používají přenosnou verzi přístroje Orbisphere 3100 LDO, která jim umožňuje provádět rychlá měření v jakémkoli místě v elektrárně.

Analyzátoři oxidu křemičitého Hach 5500sc provádějí měření vzorků z každého proudu každých 15 minut, což poskytuje Seanu Toddovi a jeho týmu téměř aktuální údaje o výkonu systému a umožňuje jim to přijmout příslušná preventivní opatření ještě předtím, než dojde k dosažení koncentrací spouštějících alarm.

Analyzátor 5500sc měří oxid křemičitý prostřednictvím reakce vzorku s molybdenanovými ionty v kyselém prostředí za vzniku komplexů silikomolybdenové kyseliny. Přídávek kyseliny citronové rozkládá fosforečnanové komplexy. Poté je přidáno aminokyselinové činidlo kvůli redukci žluté silikomolybdenové kyseliny na intenzivní modrou barvu, jejíž



Provoz analyzátorů kotelní vody

intenzita je přímo úměrná koncentraci oxidu křemičitého, a měří se opticky při vlnové délce 815 nm. Pro 90 dní provozu analyzátoru bez dozoru stačí obvykle pouhé dva litry činidla.

Důležitou inovací u analyzátorů 5500sc, která přinesla podstatné zvýšení přesnosti a spolehlivosti při současném snížení nákladů, je tlakový systém dodávání činidel, který je v současnosti v oboru jedinečný a který eliminuje častou údržbu spojenou s používáním čerpadel. „Skříňka uvnitř analyzátoru je pod tlakem, který při otevření dvířek klesne,“ říká technik týmu C&I Nick Craddock. „Výměna lahví tak představuje opravdu jednoduchou a čistou proceduru.“

Analyzátoři se automaticky kalibrují jednou týdně s použitím interního standardu oxidu křemičitého o koncentraci 500 ppb, a Nick Craddock k tomu říká: „Odečet je obvykle 501 nebo 502 ppb, proto jsou tyto nové monitorovací přístroje neuvěřitelně přesné a jejich provoz je mnohem levnější – činidla měníme každých 90 dní, zatímco dříve jsme je museli měnit po přibližně 30 dnech. Kromě měření oxidu křemičitého analyzátoři také poskytují kontinuální informace o svém „technickém stavu“, což umožňuje preventivní údržbu a pomáhá vyvarovat se odstávkám.“

Technický stav přístroje je sledován pomocí nástroje prediktivní diagnostiky softwaru Prognosys. Analyzátoři oxidu křemičitého 5500sc tento software samy provozují a konfigurují, přičemž zobrazují sloupcové grafy jako indikátor měření a jako indikátor servisu pro zbývající čas do provedení dalšího úkolu údržby – zelené, žluté a červené indikátory ukazují stav každého senzoru. Servisní zprávy přinášejí informace o úkolech údržby, které musí uživatel provést (například vyčistit senzor nebo vyměnit činidla). Všechny servisní zprávy jsou zobrazeny v dostatečném předstihu, aby bylo možné včas kontaktovat servisního technika nebo objednat náhradní díl, a čas zbývající do provedení servisních úkonů je odpočítáván.

Po instalaci nových monitorovacích přístrojů získala společnost Hach servisní smlouvu, která zahrnuje i půlroční kontrolní návštěvy pro kontrolu a modernizaci monitorovacích systémů.

Závěry

Na závěr Sean Todd říká: „Jako elektrárna s paroplynovým cyklem (CCGT) se soustředíme obzvláště na přesnost kvůli minimálním tolerancím v této elektrárně, takže klademe i větší důraz na výkonnost našich monitorovacích systémů a s menším týmem C&I neustále hledáme nové způsoby, jak snížit požadavky na údržbu a zvýšit efektivitu.“

“Chemie kotelní vody je pro nás důležitá otázka, proto vývoj přesných a spolehlivých přístrojů pro monitoring oxidu křemičitého přináší obrovskou výhodu. Provozovatelé jiných elektráren se o náš úspěch pochopitelně velmi zajímají a jsme rádi, že se s nimi můžeme o své zkušenosti podělit.“



Analýzátory oxidu křemičitého Hach 5500sc