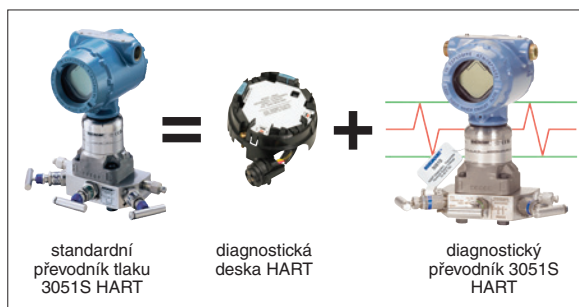


Převodník tlaku 3051S HART s diagnostickou funkcí Statistical Process Monitoring

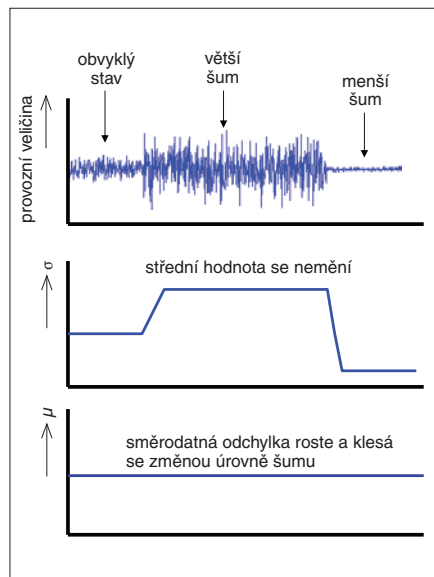
Společnost Emerson Process Management vyvinula novou unikátní diagnostickou metodu *Statistical Process Monitoring*, umožňující včas detekovat abnormální situace v technologických zařízeních. Článek, v návaznosti na technickou informaci [1], objasňuje podstatu a přínosy nové metody a uvádí příklady jejího použití.

Metoda *Statistical Process Monitoring* (SPM) umožňuje včas detekovat abnormální situace v technologických zařízeních nad rámec vnitřní diagnostiky převodníku Rosemount 3051S. Je založena na předpokladu, že dynamické technologické procesy se za normálního chodu vesměs vyznačují určitým jedinečným šumem neboli kolísáním hodnot některé z charakteristických veličin. Změny úrovně tohoto šumu mohou signalizovat, že v technologickém procesu, technologickém zařízení nebo v instalaci převodníku nastala nebo nastane významná změna. Zdrojem šumu je např. provozní zařízení jako čerpadlo nebo míchačka nebo přirozené kolísání rozdílů tlaků při turbulentním proudění či kombinace obojího.

vodník tlaku Rosemount 3051S se zabudovanou diagnostickou deskou (*Diagnostics Feature Board*) s patentovaným softwarem, který vypočítává hodnoty statistik charakterizujících a kvantifikujících šum či kolísání signálu vstupního tlaku do převodníku (obr. 1). Statistikami jsou zde střední hodnota a směrodatná odchylka signálu tlaku.



Obr. 1. Převodník tlaku 3051S HART s pokročilou diagnostikou SPM



Obr. 2. Vliv změn úrovně šumu na střední hodnotu a směrodatnou odchylku provozní veličiny

Základní vlastnosti metody SPM

Příslušný unikátní šum v zařízení snímá a vyhodnocuje rychle reagující základní pře-

dukci šumu v signálu určeném k řízení zpravidla buď přímo v převodníku, nebo v distribuovaném řídicím systému (DCS), nebo programovatelném automatu (PLC) použit určitý způsob tlumení nebo filtrace. Tím se výrazně potlačí, popř. zcela odstraní šumová složka signálu. Počítat hodnoty statistik na úrovni systému je navíc bezúčelné z důvodu omezeného přenosového pásma a malých vzorkovacích frekvencí typických pro běžné DCS či PLC. Většina jich vzorkuje signál jednou za sekundu, tj. s frekvencí nejméně o řád menší, než s jakou převodník 3051S vzorkuje měřený tlak (22 Hz). Výpočet hodnot statistik se v převodníku provádí paralelně s filtrací a výpočtem hodnoty primárního výstupního signálu (např. 4 až 20 mA). Doplňková pokročilá diagnostika tudíž nemá na primární výstupní signál žádný vliv. K uživateli lze diagnostickou informaci z převodníku dostat dvěma způsoby.

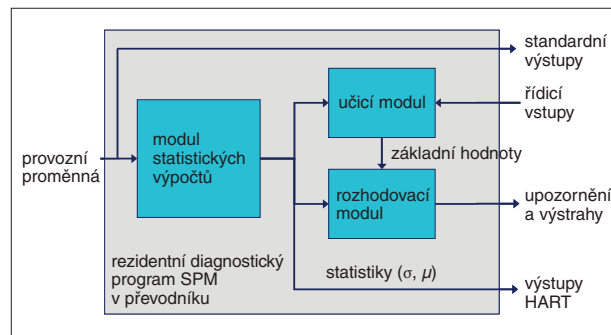
Jednak lze hodnoty statistik přenést do nadřazeného systému při použití komunikačního protokolu HART. Systém pak může tyto údaje využít k indikaci nebo detekci změny v provozních podmínkách. Hodnoty statistik lze např. ukládat do archivu v DCS. Nastane-li porucha v procesu, lze v uložených údajích ověřit, zda ji jejich změny nenaznačovaly či neindikovaly. Výsledek šetření může být okamžitě dán k dispozici operátorovi anebo softwaru pro správu výstrah.

Současně je v převodníku obsažen vnitřní program umožňující určit základní charakteristický šum vstupního signálu tlaku cestou samoučení. Po skončení učícího procesu může převodník sám detekovat významné změny šumu či kolísání signálu tlaku a informovat o této události prostřednictvím LCD, výstražným výstupním signálem 4 až 20 mA či výstrahou odeslanou cestou protokolu HART.

lísání signálu tlaku a informovat o této události prostřednictvím LCD, výstražným výstupním signálem 4 až 20 mA či výstrahou odeslanou cestou protokolu HART.

Činnost programu SPM

Základní blokové schéma programu (SPM) je na obr. 3. Signál tlaku jako provozní proměnná nejprve vstoupí do modulu s funkcí hornofrekvenční propusti. Ze signálu před propustí se určuje μ (průměr) a z filtrovaného signálu σ . Hodnoty těchto statistik jsou pomocí protokolu HART dostup-



Obr. 3. Blokové schéma programu Statistical Process Monitoring (SPM)

Filtrační funkce softwaru odděluje pomalé změny signálu tlaku (následek změn žádané hodnoty tlaku) od jeho šumové složky, která se dále zpracovává. Souvislost mezi úrovní šumu a velikostí směrodatné odchylky σ , přičemž střední hodnota μ signálu se nemění, ukazuje obr. 2.

Nejdůležitější jsou přitom rychlost jak samotného převodníku, tak i vnitřního programu pro výpočet statistik. Pomalejší převodníky, s menším frekvenčním rozsahem, neumožňují adekvátně zachytit šum v zařízení nebo systému. Protože převodníky se typicky používají k řízení procesů, je pro re-

né z ručních komunikátorů (např. 375 Field Communicator) či prostřednictvím softwaru pro správu výrobních prostředků, např. nástroje AMS™ Device Manager od společnosti Emerson Process Management. Lze je také zařadit mezi sekundární proměnné a zpřístupnit je uživateli rovněž jinými nástroji, např. pomocí modulu Rosemount 333 HART Triloop.

Program SPM obsahuje mj. učící modul, který zjišťuje základní hodnoty sta-

liš malý, statistický modul bude pokračovat ve výpočtu statistik až do splnění zadaného kritéria (nebo se učení ukončí). Po skončení této kontroly se vypočítá druhá sada statistik a získané hodnoty se porovnají s prvotními. Tím se ověří, zda sledovaný proces je stabilní a opakovatelný. Po dobu ověřování je diagnostika ve stavu „ověřující se“. Je-li proces shledán stabilním, program SPM přijme naposledy zjištěné hodnoty statistik za základní a přepne se do režimu „sledování“.

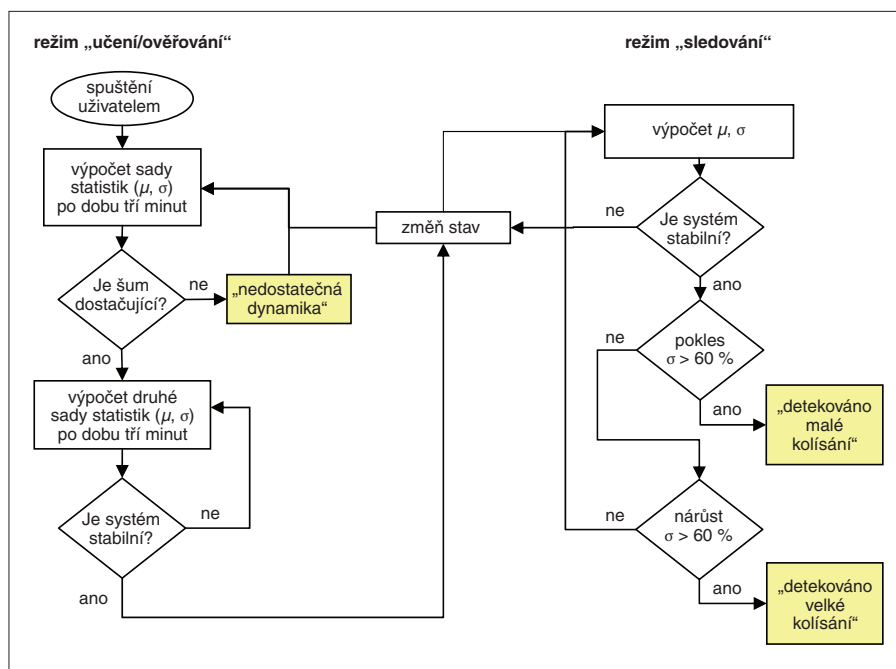
změna μ je pravděpodobně důsledkem změny v chodu procesu, a může být tudíž provázána i významnou změnou úrovně šumu (hodnoty σ). Jestliže se hodnota μ nezměnila, porovnává se aktuální σ s její základní hodnotou. Je-li zjištěna významná změna hodnoty σ , při níž jsou překročeny nastavené citlivosti, může to znamenat změnu v chodu procesu, v technologickém zařízení nebo v instalaci převodníku je proto generováno a prostřednictvím protokolu HART odesláno patřičné upozornění.

Vyskytne-li se diagnostická událost, je spuštěn interní časovač v převodníku sledující dobu, která uplynula od výskytu diagnostické události. Uživatel tak může spojit diagnostické nálezy převodníku 3051S s ostatními událostmi v závodě. Časovač současně sleduje celkovou dobu provozu převodníku. Časové údaje se uchovávají v permanentní paměti na diagnostické desce v převodníku.

Převodník tlaku 3051S HART s pokročilou diagnostikou také využívá všechny přednosti nové metody Enhanced EDDL, která uživateli usnadňuje komunikaci s převodníkem pomocí jak ručních komunikátorů, tak i konfiguračních nástrojů na bázi PC i těch, které jsou součástí řídicích systémů (např. produkt AMS Device Manager od společnosti Emerson Process Management). Ukázka stavového panelu pokročilé diagnostické funkce SPM v nástroji AMS™ Device Manager je na obr. 5. Grafy zobrazují současně aktuální hodnoty μ a σ (červené čáry), jejich základní hodnoty (modře) a nastavené toleranční meze (citlivosti diagnostiky; šedě). Panel zobrazuje také vydaná upozornění, aktuální režim diagnostiky a časovou značku případné diagnostické události a lze v něm zapnout/vypnout diagnostickou funkci či vymazat již potvrzenou událost (povel *Reset, Reset and Relearn*). V dalších panelech jsou dostupné i ostatní konfigurovatelné parametry, podrobně popsané v návodu k obsluze produktu.

Příklady použití metody SPM

Diagnostickou metodu SPM lze použít při měření libovolného tlaku. Nejužitečnější je u stabilních procesů, kde změny úrovně šumu nebo kolísání při jinak stálých provozních podmínkách mohou být známkou významných změn, které nastaly nebo nastanou v chodu procesu, v technologickém zařízení nebo v instalaci převodníku. Užitečná může být i u statických procesů, např. při měření polohy hladiny, kde významná změna střední hodnoty nebo směrodatné odchylky může indikovat určitý problém. V dalším textu je uvedeno několik příkladů použití.



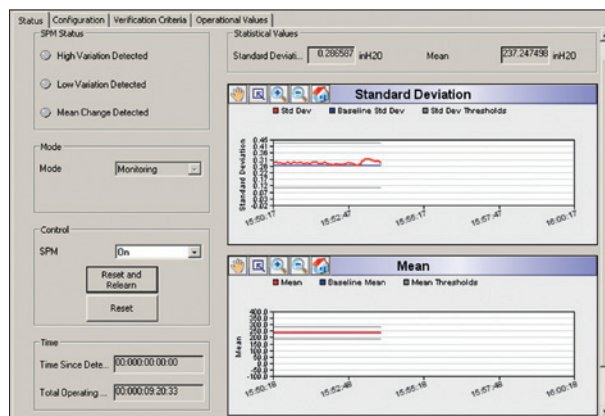
Obr. 4. Zjednodušený vývojový diagram činnosti programu SPM

tistik procesu. Učení probíhá za provozních podmínek považovaných pro daný proces a instalaci za obvyklé. Potřebné povelé zadává uživatel prostřednictvím protokolu HART. Zjištěné základní hodnoty statistik jsou k dispozici rozhodovacímu modulu, kde se porovnávají s aktuálně zjištěnými hodnotami μ a σ . Zjistí-li se významná změna některé statistiky, program SPM generuje upozornění a výstrahy a popř. spouští i další činnosti podle toho, jak uživatel přes řídicí vstup SPM nastavil citlivosti a předvolil příslušné akce.

Podrobněji ukazuje činnost programu SPM vývojový diagram na obr. 4. Jde o zjednodušenou verzi činnosti SPM při použití implicitních hodnot jeho parametrů. Zatímco statistický modul vypočítává statistiky procesu nepřetržitě, učící a rozhodovací modul vyžadují aktivaci. Po jejich spuštění program SPM přechází do režimu učení/verifikace. Statistický modul vypočítává hodnoty μ a σ po dobu nastavenou uživatelem (tzv. doba učení/sledování; implicitně tři minuty) a diagnostika je ve stavu „učící se“. Poté se zkontroluje, zda proces generuje dostatečně velký šum (nad úroveň vnitřního šumu samotného převodníku). Je-li šum při-

Při nestabilním procesu se bude pokračovat v ověřování tak dlouho, dokud se nedosáhne stability. Kritéria stability přitom také stanovuje uživatel.

V režimu „sledování“ program SPM nepřetržitě, vždy po sekundě, vypočítává nové hodnoty μ a σ . Hodnoty μ se porovnávají se základní střední hodnotou a při zjištění významné odchylky se diagnostika automaticky vrátí do režimu učení. Důvodem je, že významná



Obr. 5. Stavový panel diagnostické funkce SPM v nástroji AMS Device Manager (při využití techniky Enhanced EDDL)

Indikace ucpání impulzního potrubí

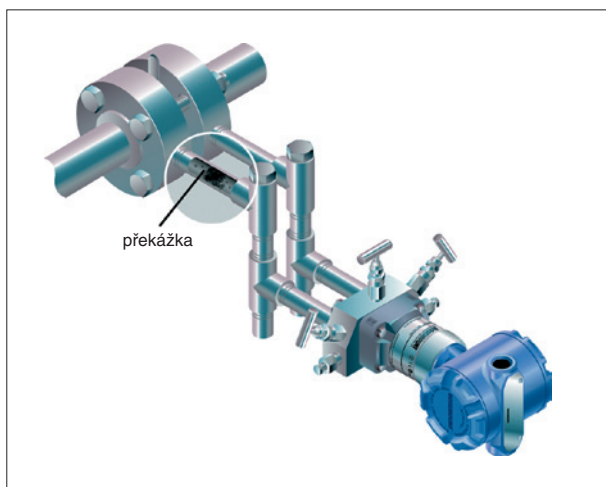
Převodníky tlaku se zpravidla připojují trubkami o malé světlosti, tzv. impulzním potrubím. V některých případech může dojít k ucpání impulzního potrubí pevnými částicemi nebo k jeho zamrznutí, čímž se fakticky zablokuje průchod tlakových signálů (obr. 6). Uživatel zpravidla vůbec netuší, že něco takového nastalo, neboť v ucpaném potrubí je tlak *de facto* „uzavřen“ a převodník může dál poskytovat stejný signál jako před ucpáním. Že je impulzní potrubí ucpané, lze zjistit, např. jen když změna skutečného průtoku nevyvolá odpovídající změnu výstupu z převodníku tlaku.

Diagnostickou funkci SPM lze zkonfigurovat tak, aby odhalila ucpané impulzní potrubí. Výzkum ukázal, že ucpání se při typickém měření průtoku průřezovými měřidly jedna (převodníky rozdílů tlaků, absolutního tlaku nebo přetlaku) nebo obě větve impulzního potrubí, směrodatná odchylka výstupu z převodníku charakteristická pro daný průtok výrazně vzroste. Konkrétní chování závisí na několika faktorech, zejména na typu škrticího prvku, délce a stavu větvi impulzního potrubí a míře ucpání.

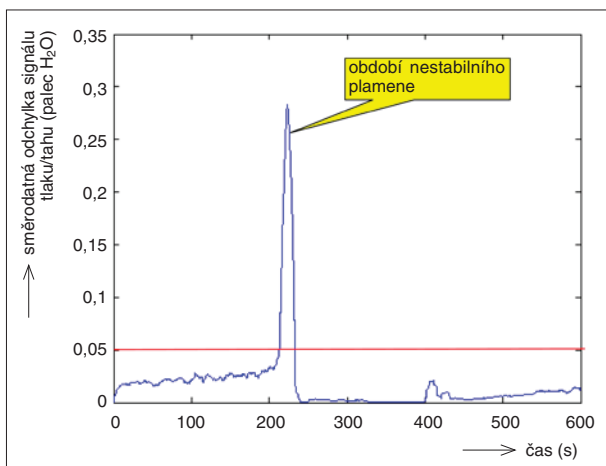
Detekce změny složení tekutiny

Výzkum dále ukazuje, že při průtoku několikafázových směsí průřezovými měřidly vzniká šum výrazně jiného charakteru než při průtoku čistých (jednofázových) tekutin, což se obecně projevuje nárůstem směrodatné odchylky signálu rozdílů tlaků. Diagnostickou metodu SPM lze použít k detekci přítomnos-

ti významných množství kapaliny v suchém plynu nebo významné změny podílu kapaliny (Lockhart-Martinelli) v mokřém plynu. Zkoušky ukazují, že totéž platí pro kapaliny unášející větší množství nerozpuštěného plynu.



Obr. 6. Ucpání impulzního potrubí při měření průtoku průřezovým měřidlem



Obr. 7. Časový průběh směrodatné odchylky signálu tlaku (tahu) v topeništi rafinerické pece zjištěný metodou SPM indikuje období nestabilního plamene

Další doložené možnosti použití

Jednou z dalších možností využití metody SPM je detekce nestability plamene v rafinerických pecích. Při spalování odpadních plynů se značně proměnlivou výhřevností zde plamen v peci může ztrácet stabilitu, až

zhasnout. Tomu se provozovatel pece chce vyhnout. Při zkouškách provedených u významného výrobce pecí byly záměrně navozeny podmínky nestabilního plamene. Cestou filtrace a změření šumové signálu z převodníku sledujícího tlak v topeništi (tah v peci) při použití metody SPM bylo možné nestabilní plamen detekovat (obr. 7), což uživateli umožňuje udělat včas nápravná opatření.

Dále lze metodu SPM použít např. k indikaci počátku zaplavování destilační kolony, detekci netěsností spojů v potrubních systémech anebo k detekci chyby při měření průtoku v důsledku pulzací v potrubí. Podrobnosti je možné nalézt na webových stránkách www.rosemount.com/3051s pod odkazem *3051S Advanced Diagnostics*.

Závěr

Od technologií, techniků měření a pracovníků údržby je požadováno, aby snižovali náklady na údržbu, zlepšovali kvalitu výroby a prodlužovali dobu, po kterou je zařízení provozuschopné. Společnost Emerson Process Management nyní s převodníkem tlaku Rosemount 3051S HART nabízí sadu diagnostických nástrojů ASP™ Diagnostic Suite s pokročilými diagnostickými funkcemi, včetně metody Statistical Process Monitoring. Cílem je umožnit uživatelům soustředit pozornost na ty přístroje a zařízení, které možná pracují hůře, než by měly, a tak redukovat počet i dobu odstávek výrobních provozů.

Avšak v důsledku statistické povahy metody a nemožnosti přesně předpovědět, jaké zdroje šumu se kdy uplatní, jaký bude jejich vliv na hodnoty statistik a jak se tyto zdroje budou měnit v čase, nelze v žádném případě zajistit nebo zaručit, že diagnostická metoda SPM vždy a za všech okolností přesně zjistí každý jednotlivý stav procesu nebo zařízení.

Literatura:

- [1] – Rozšířená diagnostika přístrojů řady Rosemount 3051S. Automa, 2010, roč. 16, č.12. s. 4.
- [2] WEHRS, D.: *3051S HART Pressure Transmitter with Advanced Diagnostics Statistical Process Monitoring Diagnostic Technology*. Emerson Process Management/Rosemount White Paper, 2009.

(Emerson Process Management, s. r. o.)

www.svetlo.info

**nové webové stránky
s vylepšeným vyhledávačem
a možností stahovat články v PDF**

