Využití systému Promotic při řízení a vizualizaci technologických procesů v úpravnách uhlí těžebních společností OKD a ČMD

Ing. Roman Danel, Ph.D.

ATP Soukup, spol. r. o.

Systém Promotic společnosti Microsys se v průběhu devadesátých let stal dominantní v oblasti vizualizace technologických procesů v úpravě černého uhlí na Ostravsku. Používá se nejen pro vizualizaci stavu technologických uzlů, ale i pro přímé řízení a regulaci na procesní řídicí úrovni. Článek popisuje využití systému Promotic v úpravnách černého uhlí v těžebních společnostech OKD a.s. a ČMD a.s.

Úvod do technologie úpravy uhlí

Hlubinné doly těží černé uhlí v surovém stavu. Uhlí v surovém stavu většinou nemá kvalitativní parametry požadované odběrateli a musí proto nejdříve projít procesem úpravy v úpravně uhlí. Úpravna ze suroviny odstraní nespalitelnou hlušinu a vyprodukuje uhlí s kvalitativními parametry vyhovujícími jednotlivým odběratelům (požadovaný obsah popele, vody, síry atd. podle uzavřených smluv). Z technologického pohledu se úprava uhlí skládá ze tří procesů: třídění, rozdružování a odvodnění. Zásadní vliv na ekonomickou stránku produkce má rozdružování, což je proces, který ovlivňuje kvalitu. V úpravě černého uhlí se používají následující technologie rozdružování: rozdružování v těžké suspenzi, rozdružování v sazečkách a rozdružování flotací. Výsledkem rozdružování je oddělení hlušiny a balastních podílů od produkovaného uhlí. Protože ve všech případech probíhá proces rozdružování ve vodním prostředí, musí se výsledný produkt odvodnit. Odvodňování se v OKD provádí buď s využitím odstředivé síly (odstředivky), využitím přetlaku (hyperbarické filtry) nebo podtlaku. V současné době je v ČR v provozu sedm úpraven černého uhlí: Lazy, Dukla, Jan Karel (ČSA), Darkov, ČSM, Paskov a Kladno.

Přímé řízení technologických uzlů systémem Promotic

V průběhu devadesátých let se v oblasti HMI/SCADA systémů používaných pro řízení a vizualizaci technologických procesů úpravy černého uhlí v OKD a ČMD stal dominantní systém Promotic od ostravské firmy Microsys. Promotic je využíván ve dvou oblastech: distribuované přímé řízení technologických procesů a pro vizualizaci technologických uzlů v rámci řídicích systémů úpravny.

Technologie třídění, rozdružování i odvodňování jsou v úpravnách prezentovány nebo řízeny systémem Promotic; v závislosti na době uvedení do provozu je u starších realizací použit Promotic pracující v operačním systému MS-DOS, u novějších realizací jsou pro vizualizaci použity aplikace pro systém Windows 9x [2]. Promotic je nasazen pro sledování všech nejdůležitějších technologií úpravy; výjimkou jsou pouze hyperbarické filtry pro odvodňování výstupních produktů úpravy, kde je použito přímé řízení zařízení pomocí PLC Simatic s vizualizací systémem InTouch, dodané výrobcem zařízení, rakouskou firmou Andritz.

Pro přímé řízení technologických uzlů jsou zatím používány výhradně systémy pracující pod operačním systémem MS-DOS. Přímé řízení systémem Promotic je realizováno počítačem PC v průmyslovém provedení, vybaveným kartami pro sběr dat z procesu (např. Micronova). Počet veličin snímaných v reálném čase se pohybuje v řádu několika desítek.

Přehled nasazení systému Promotic pro přímé řízení technologických uzlů v úpravnách OKD a ČMD je uveden v tabulce 1. V dalším textu jsou příklady některých realizací rozebrány podrobněji.

Při řízení ***homogenizace energetického uhlí*** systémem Promotic (úpravna Darkov, obr 1) je výstupní energetické uhlí regulováno na nastavený konstantní obsah popela. Obsah popela je stabilizován automatickým přimícháváním meziproduktu ze sazečky do surového prachu (meziprodukt je ta část suroviny, kterou se nepodařilo rozdělit na uhlí a hlušinu, a musí se proto dále zpracovávat). Cílem je proto dosáhnout homogenizované směsi prachu s proplástkem tak, aby byla dodržena zákazníkem požadovaná kvalita energetického prachu. To vede ke zlepšení ekonomiky výroby a prodeje energetického prachu.

Řídicí systémy v úpravnách jsou často nasazovány v těžkých provozech vyznačujících se značnou prašností a silnými vibracemi. Například jedna z realizací, v úpravně Dolu Jan Karel (ČSA), je také přímo na plovoucích sacích bagrech pro ***těžbu kalů z kalových rybníků.*** Zde dochází k vytěžování kalových rybníků, přičemž těžená surovina je přidávána do vstupní suroviny na flotační lince úpravny. Dnešní technologie tak umožňuje zpracovat a ekonomicky zhodnotit surovinu, která byla dříve nevyužitelná; kalové rybníky navíc představují značnou ekologickou zátěž pro okolní krajinu. Náklady na využití jsou oproti nákladům na hlubinnou těžbu přibližně čtvrtinové, což se také velmi příznivě projevuje na celkové bilanci úpravny. Těžba je prováděna třemi sacími bagry, odkud je sváděna do vstupní jímky čerpací stanice. Zde dochází k určité homogenizaci surových kalů a regulaci na konstantní zahuštění (přibližně 230 $g.dm^{-3}$). Reguluje se také hladina v jímce. Z jímky se surové kaly čerpají do úpravny, míchají v poměru 1:1 s těženou surovinou a upravují ve flotační lince. Pro řízení je prioritní regulace měrné hmotnosti. Měrná hmotnost na výstupu se měří radionuklidovým hustoměrem KROHNE. Akčním zásahem je připouštění vody. Pokud hladina ve vstupní jímce klesne pod určitou úroveň, kterou nastavuje obsluha, přechází se na regulaci hladiny tak, aby bylo zajištěno zavodnění čerpadla. Systém je dále vybaven tlakoměrem (tenzometrický, BD Senzors) na vstupní cestě do úpravny, kde je převýšení asi 40 metrů. Dále je v systému zapojen kontinuální průtokoměr s lokální smyčkou, umožňující chod i bez počítače (při dosažení spodní meze hladiny je čerpadlo vypnuto). Regulace je zcela autonomní a je řešena počítačem pomocí systému Promotic.

Dalším příklad řízení technologie pomocí systému Promotic je ***profylaxe expedovaných produktů proti zamrzání***. Profylaxe se provádí přidáváním nemrznoucích prostředků do produktů před nakládáním do vagónů. Složitost řízení spočívá v tom, že prostředky se dávkují podle odhadované teploty u koncového odběratele (aby vozy nezamrzly a šly vyklopit). Jako směsi se používá například Reaflot firmy FLOTALEX (zředěný v poměru 1:1 s vodou). Dávkuje se přibližně 1 dm^3 na tunu pro teplotu –20 °C. V OKD jsou nasazeny dva systémy řízení profylaxe od firmy ATP Soukup, v úpravně Darkov a druhý v úpravně ČSM. Systém v úpravně ČSM je komplexnější. Do systému se podle odhadu meteorologických předpovědí zadá teplota u odběratele. Měří se množství materiálu na páse buď pásovou váhou nebo přepočtem z výšky vrstvy měřené kontinuálním popeloměrem (radionuklidovou metodou, na principu vyhodnocení ztráty energie záření, která je přímo úměrná výšce vrstvy). Systém je vybaven blokovacími podmínkami. Nesplněním kterékoliv z těchto podmínek dojde

k přerušení regulace a uzavření trysek nad dopravníkem. Vlastní regulace probíhá podle změny výšky vrstvy na dopravníku matematickým výpočtem potřebného průtoku směsi a následným otevíráním tří ventilů, regulujících množství zkrápějící nemrznoucí směsi. Reguluje se bez uzavřené smyčky – čím více materiálu tím více kapaliny se přidává (v poměru 1 : 1000). Tři solenoidové ventily dávají sedm kombinací průtoku podle toho, který ventil je otevřen. Kontrola se provádí měřením průtoku nemrznoucí směsi. Průtok musí být úměrný počtu otevřených trysek a je konstantní, což je dáno konstrukcí. Menší průtok signalizuje ucpání trysek, větší mechanické poškození. Systém umožňuje přepnout mezi automatickým a ručním řízením, signalizovat alarmní stavy (včetně zvukové signalizace), sledovat vybrané technologické poruchy nebo provozní stavy a evidovat historický průběh zvolených měřených veličin nebo analyzovat trendy.

Tab 1. Přehled nasazení systému Promotic pro řízení technologických uzlů v úpravnách OKD a ČMD

Úpravna	**Rok uvedení do provozu**	**Aplikace systému Promotic**
Jan Karel (ČSA)	1993	regulace flotace
	1993	měření hladin v zásobnících flotačního koncentrátu
	1997	regulace měrné hmotnosti surových kalů čerpací stanice
	1998	inovace systému regulace flotace
9. květen	1995-1996	řízení odstředivky
	1995-1996	regulace rozdružování v těžké suspenzi
	1995	regulace flotace
Staříč	1995	řízení plnění odměrných zásobníků v dole pro plnění skipových nádob
Dukla	1997	řízení odstředivky
Paskov	1997	měření stavu zásob uhlí v zásobnících
	1997	regulace flotace
		regulace rozdružování v SM-vaně
	2001	vizualizace řízení sazečky; samotné řízení je realizováno prostřednictvím systému Amit
Lazy	1998-2000	řízení odstředivek
	1998	regulace měrné hmotnosti a hladiny v nádrži kalů pro hyperbarický filtr
	1998	regulace otáček čerpadla frekvenčním měničem pro fugáty z odstředivek
Darkov	1999	řízení homogenizace (obsahu popela) energetického uhlí
	1999-dosud	řízení soustavy odstředivek; dosud realizovány dvě odstředivky, další dvě jsou ve stavu řešení, v cílovém stavu by mělo být řízení pěti odstředivek
	2000	řízení profylaxe nakládky proti zamrzání
ČSM	2000	řízení profylaxe nakládky proti zamrzání

Jedním z nejdůležitějších využití systému Promotic pro řízení technologických procesů v úpravnictví je ***řízení odstředivek***. Odstředivka slouží k odvodňování výsledných produktů využitím odstředivé síly. Cílem regulace je optimální výkon odstředivky, tj. regulace zatížení tak, aby využití odstředivky bylo maximální a přitom nedošlo vlivem přetížení k zablokování nebo poškození zařízení. Optimální zatížení je kolem 60%. Při řízení odstředivky se při zatížení 70% uzavírá vstup suroviny. Druhá mez je zatížení na 80%, kdy se odstředivka odpojuje od napětí a zastaví se motor. Meze pro odstavení jsou nastavitelné parametricky a na různých lokalitách jsou nastaveny odlišně. Regulace se snaží zabránit dosažení zatížení na 100%, kdy pojistný kolík vypne odstředivku bez ohledu na stav materiálu a ten se poté musí ručně ze zastavené odstředivky vybrat.

Požadované zatížení při nájezdu odstředivky nemá lineární průběh (je krokováno), z důvodu plynulého zatížení odstředivky (aby nedošlo k překmitu a odstředivka se rázově nepřetížila). Regulaci na nastavené požadované zatížení provádí počítač. Okamžité zatížení je ovlivněno výškou hladiny v jímce kalů před vstupem do odstředivky a kolísajícími změnami měrné hmotnosti suspenze. Regulace je realizována softwarovým řešením PID regulátoru v kaskádním zapojení, což umožňuje kombinovanou regulaci podle zatížení i podle výšky hladiny. Výsypka je navíc chráněna snímačem (kapacitní, Pointec) proti ucpání – např. při zastavení dopravníku nebo při vzniku nálepů (materiál by začal brzdit rotor odstředivky aniž by se došlo ke změně na zatížení a hrozí poškození řemenů).

Využití systému Promotic v řídicím systému úpravny pro vizualizaci technologických procesů

Podnikové řídicí a informační systémy v úpravnách uhlí v OKD (Ostravsko-Karvinské doly) a ČMD (Česko-moravské Doly) jsou systémy řízení v reálném čase a v rozlišení řídicích úrovní působí v oblasti dispečerského řízení. Jedná se o řízení nepřímé – informace poskytované takovým systémem dávají řídicím pracovníkům a technologům podklady nezbytné pro lepší kvalitu řízení výrobního procesu. Řídicí systémy úpraven vyvinula firma ATP Soukup (Ostrava), jsou postaveny na řídicím počítači ALPHA s operačním systémem VMS, sběru dat z procesu přes koncentrátory dat a prezentací výsledků pomocí terminálové sítě [1].

Systém Promotic je součástí terminálové sítě a slouží k vizualizaci technologických procesů v reálném čase. V systému řízení úpravny se označuje jako „grafická stanice“. Podle zaměření pracoviště je vybaven několika technologickými schématy, s možností sledovat a archivovat průběh zvolených snímaných technologických veličin (snímačů). Samotný počítač PC se systémem Promotic v tomto případě není napojen přímo na technologický proces a není vybaven kartami pro sběr technologických údajů, ale je propojen s řídicím počítačem informačního systému úpravny.

Spojení je realizováno proudovou smyčkou po RS 232, a na straně řídicího počítače přes multiplexor nebo DecServer. Ve výjimečných případech, kdy je vzdálenost pracoviště od řídicího počítače příliš velká, je spojení po síti, přes sdílené soubory. Sběr dat ze snímačů v technologickém procesu zajišťuje řídicí počítač úpravny, grafická stanice se systémem Promotic tedy funguje jako klient systému.

Z hlediska software je spojení mezi Promoticem a řídicím počítačem zajištěno pomocí protokolu ADLP10 (Asea Data Link Protocol švédské firmy ASEA). Použití protokolu ADLP10 je dáno historickými důvody – nejstarší realizace řídicích systémů úpravny z počátku devadesátých let byly postaveny na mikropočítači PDP 11/83 v roli řídicího počítače. Pro komunikaci s připojenými zařízeními se používal SM-driver (součást operačního systému RSX 11M), jenž komunikoval protokolem ADLP10. Proto zůstal protokol zachován, z důvodu kompatibility i u řídicích systémů nové generace s operačním systémem VMS. Ovladač protokolu ADLP10 pro prostředí operačního systému VMS vyvinula pro řídicí systémy úpraven firma ProSystem s.r.o. (Český Těšín).

V současné době jsou v provozu tři řídicí systémy úpravny (Lazy, Darkov, ČSM), přičemž vizualizace technologických uzlů je v řídicích systémech ATP realizována výhradně prostřednictvím systému Promotic.

Ukázka vizualizace technologického procesu pomocí systému Promotic je na obr. 2 (vizualizace odvodňování flotačních hlušin v kruhových zahušťovačích Dorr).

Aplikace Promotic pro přímé řízení technologických procesů, popisované v předchozí kapitole, mohou být také propojeny s řídicím systémem úpravny. V tomto případě ovšem slouží pro řídicí systém úpravny jako zdroj informací k jejich následné prezentaci na dalších pracovištích. Propojení s řídicím systémem úpravny je realizováno např. u řízení odstředivky v úpravně Darkov a v úpravně Lazy nebo při řízení homogenizace energetického prachu v úpravně Darkov. Samotné řízení nebo řešení regulační smyčky je v systému Promotic zcela autonomní. V některých případech je umožněno z řídicího systému úpravny v systému Promotic měnit parametry regulace (příkladem je vzdálené nastavování parametrů regulace flotace v úpravně ČSM).

Závěr

Systém Promotic se pro použití pro řízení technologických uzlů a pro vizualizaci stavu a průběhu technologických procesů v řešeních firmy ATP Soukup plně osvědčil a předpokládá se jeho nasazení i na budoucích projektech.

Literatura

1. Danel, R.: Řídicí a informační systémy v úpravnách OKD a ČMD. Automatizace, časopis, Nr. 2, 2002, s. 102-103.

2. Malina, Z.: Promotic – současnost a historie. Automatizace, časopis, Nr. 5, 2001, s. 292-293.

3. Malina, Z.: Promotic 2000 – moderní a výkonné řešení pro Vaše aplikace. Automatizace, časopis, Nr. 10, 2001, s. 643-644.

Autor:

Ing. Roman Danel, Ph.D.
0603 / 473 219
roman.danel@volny.cz

ATP Soukup s.r.o.
Pikartská 1337/7
716 07 Ostrava Radvanice
tel. (069) 623 31 93