Řízení a regulace rozdružování uhlí na sazečkách pomocí modulárního systému Adis

Vladimír Sivek & Ing. Roman Danel
ATP Soukup s.r.o.

Řízení a regulace sazeček používaných při úpravě uhlí představuje z pohledu teorie regulace poměrně složitý úkol. Úprava uhlí sazečkou je specifický technologický proces, při jehož řízení je nutno zvládnout několik regulačních smyček. V článku je popsáno řešení řízení sazečky pomocí modulárního systému Adis, které navrhla a realizovala firma ATP Soukup.

Popis řízené technologie - sazečky

Při dobývání nerostných surovin je těžen surový produkt, který následně musí projít procesem úpravy. Kromě úpravy na požadovanou zrnitost produktu (obvykle drcením a tříděním) se provádí také rozdružování, což je proces, který vede k rozdělení vstupní suroviny na dva nebo více kvalitativně odlišných produktů. V případě uhlí je cílem rozdružování oddělit uhelnou hmotu od nespalitelných hlušin a balastních podílů. Výsledkem činnosti úpravny uhlí je tedy prané uhlí určité zrnitostní třídy s požadovaným maximálním obsahem popelovin a odpad ve formě hlušin.

Obvykle používané rozdružovací technologie úpravy uhlí na uhelných úpravnách v OKD (Ostravsko-karvinské doly):

- rozdružování v těžké suspenzi
- rozdružování v hydrocyklonech
- rozdružování flotací
- rozdružování na sazečkách

Proces rozdružování v sazečkách patří do skupiny dynamického gravitačního rozdružování. Je založen na rozdělování zrn suroviny podle měrné hmotnosti a velikosti ve střídavém vzestupném a sestupném vertikálním proudu vody. Proud je vyvolán vpouštěním a vypouštěním tlakového vzduchu do vzduchových komor pod hladinou sazečky za současného horizontálního posuvu vrstvy rozdružovaného materiálu působením průtoku spodní vody. Ta současně přemisťuje podíly s nižší měrnou hmotností do následných sekcí sazečky a nakonec splavuje prané uhlí – hlavní produkt rozdružování. Kleslé produkty s větší měrnou hmotností

se z každého pole sazečky vynášejí. Vstupní vsázka surového uhlí je tak obvykle rozdružena na hlušinu, meziprodukt a prané uhlí.
Sazečky se používají pro střední zrnitostní třídu, tj. zrna o velikosti 0,5 – 60 mm.

Rozdružovací proces je tedy ovlivněn:

- měrnou hmotností materiálu
- velikostí a tvarem rozdružovaných částic
- amplitudou, tvarem a frekvencí pulzů vodního prostředí
- výškou vrstvy rozdružovaného materiálu

Při průchodu sazečkou dojde k rozložení částic různých měrných hmotností a velikostí do horizontálních kvalitativně rozdílných vrstev. Kleslé podíly s největší měrnou hmotností jsou vynášecím zařízením ze sazečky vyneseny. Poté jsou odvodněny a tvoří výsledný produkt konkrétního pole sazečky. Podíly s nižší měrnou hmotností jsou splaveny do následného pole, kde probíhá podobný proces. Na výstupu sazečky vytéká voda, která unáší nejlehčí uhelný produkt . Sazečky pro úpravu uhlí jsou většinou tříproduktové (hlušina, meziprodukt a prané uhlí). V podélném řezu může mít sazečka několik polí. V každém poli lze získat konečný produkt jiné kvality. Pro vyvolání pulzace vody se používá stlačený vzduch vpouštěný do a vypouštěný ze vzduchových komor sazečky.

Systém řízení a regulace sazečky

Systém řízení vyvinutý firmou ATP Soukup s.r.o. pro řízení a regulaci sazečky OM 24 na uhelné úpravně Dolu Darkov (OKD a.s., Karviná) je založený na modulárním systému Adis od české firmy AMiT s.r.o.. Realizace řízení spočívá ve zvládnutí několika regulačních smyček.

Prioritní regulace, která tvoří samostatný celek je ***automatické řízení pulzace***. Umožňuje výběr z několika typů pulzace. Pulzací rozumíme střídavé vpouštění a vypouštění pracovního vzduchu do vzduchových komor sazečky. To způsobuje vznik vertikálního proudu vody v sazečce, který zrna suroviny unáší a rozdružuje.

a) *jednoduchá pulzace s možností nastavení počtu pulzů za minutu* – pod pojmem pulz rozumíme dobu otevření vpouštěcího ventilu, jeho uzavření, pauza, otevření vypouštěcího ventilu, jeho uzavření, pauza.

b) *jednoduchá pulzace s postupnou vlnou a s možností nastavení počtu pulzů za minutu* - v případě, že jednotlivé vpouštěcí a vypouštěcí ventily lze ovládat samostatně, lze časovým posuvem mezi začátky pulzů v jednotlivých polích vyvolat postupné vzdutí hladiny v podélné ose sazečky, což napomáhá k posuvu materiálu a rozdružení.
c) *vícenásobná (dvojitá) pulzace s možností nastavení doby cyklu v sekundách* – vzduch je do vzduchových komor dávkován ve dvou (nebo více) za sebou následujících intervalech, mezi nimiž existuje definovaná prodleva. Po určeném časovém úseku je celý objem vzduchových komor vypuštěn a celý cyklus se opakuje.

Systém řízení může dále provádět:
a) automatickou regulaci vynášení těžkých produktů
b) automatickou regulaci vznosu lůžka

Pro udržení výše uvedených regulačních smyček se ovládá:
a) tlak vzduchu v kolektorech jednotlivých polí sazečky – podle požadované hodnoty
b) průtok spodní vody – podle požadované hodnoty

Použité technické prostředky

Řízení a regulace zajišťuje modulární řídicí systém s mikroprocesorem AMiT AD-CPU167 (jednotka je vybavena rozhraním RS232 i RS485 a umožňuje připojit 16 vstupně/výstupních komunikačních modulů s možností dalšího rozšíření pomocí expanzních jednotek). Mikroprocesor je vybaven českým operačním systémem ADIS, který je určen k řízení a regulaci průmyslových technologických procesů.

Řídicí systém pro regulaci sazečky byl vybaven binárními (8 vstupů) a analogovými (16 vstupů) vstupy, relé (výstup OUT 230 V AC/6A), binárními výstupy (OUT 24V DC/500 mA), průmyslovým terminálem (připojeným přes sériové rozhraní) a převodníky R/I pro odporový vysílač 100 Ω (výstup 4 – 20 mA).

Systém je dále pro potřeby řízení vybaven těmito snímači a akčními členy:
a) akční člen k regulaci vynášení kleslých frakcí (6 kusů hydraulických válců HM 63/32 180, včetně hydraulického agregátu s příslušenstvím od firmy Hydac s.r.o.)
b) šest snímačů výšky hladin a vznosu (ultrazvukové snímání T 30 UINA, dodává Turck)

c) šest limitních snímačů otevření hydraulického servopohonu vynášení (Bevaro)
d) tři tenzometrické snímače tlaku vzduchu v kolektorech jednotlivých polí – DMP 31 (BD Sensors)
e) tři akční členy regulace tlaku vzduchu – servoklapky M1-11E firmy Mapol s.r.o.
f) magneticko-indukční průtokoměr Altoflux IFM 4080D/F (Krohne CZ s.r.o.)
g) klapa pro regulaci průtoku spodní vody
h) dva hladinoměry (BOS/L) k signalizaci zahlcení sazečky a následné blokádě přísunových cest (ZAM-servis)
i) solenoidní ventily pro vpouštění a vypouštění vzduchu (součást polské dodávky ventilové sekce sazečky vybavené ventily firmy Festo)

Popis regulačních smyček

a) Prioritní je **regulace vpouštění a vypouštění pracovního vzduchu** do vzduchových komor jednotlivých polí sazečky prostřednictvím elektropneumatických rozvaděčů vzduchových talířových ventilů. Tyto ventily podle podkladů výrobce vyžadují napájení stlačeným vzduchem o tlaku 600 kPa a jsou popisovány pouze jako akční člen řízení pulzace. Ventily jsou provozní záležitostí vybavení sazečky.
Řídicí systém vydává povel do jednotlivých 5 ks solenoidových ventilů v sekcích vpouštění vzduchu a do 5 ks solenoidových ventilů v sekcích pro vypouštění vzduchu. Typ pulzace lze zvolit a systém ji pak udržuje bez ohledu na ostatní regulační smyčky.

b) **Regulace vynášení kleslých frakcí** probíhá následovně (pro jednoduchost je popsána regulace jednoho oddělení sazečky, respektive jedné poloviny oddělení):
Na hladině kleslých frakcí klouže plovák, který má pracovní zdvih 360 mm a je mechanicky zavěšen 150 mm od roštu (dna) sazečky. Pohyb plováku je s snímán ultrazvukovým snímačem a je převeden na normalizovaný signál 4 – 20 mA. Vyhodnocovací rychlost snímače umožňuje zachytit vertikální pohyb plováku v průběhu jednoho pulzačního cyklu a tím dává informaci o velikosti vznosu. Poloha plováku odpovídající výšce lože a pohyb odpovídající vznosu jsou řídicím programem ošetřeny a vstupují jako řídicí veličina pro pohyb akčního členu - hydraulického válce. Tento hydraulický válec je mechanicky spojen s vypouštěcím šoupátkem, které řídí množství vynesených kleslých podílů.

Jsou umožněny dva způsoby regulace:

1. Systém udržuje zadanou výšku lůžka, kdy od polohy plováku reguluje otevíráním a přivíráním odběrné štěrbiny hydraulickým lineárním motorem. Podobný způsob regulace byl už dříve uplatněn na sazečkách ruské výroby OM 18 (úpravna Dolu Dukla) a na sazečkách ŠKODA (úpravna Dolu ČSM), kde se regulovaly otáčky vynášecích turniketů. Systém udržuje zadanou hodnotu tlaku vzduchu v kolektorech jednotlivých polí sazečky. Průtok spodní vody je udržován podle údaje průtokoměru na zadané hodnotě.

2. Je zadána velikost vznosu a výška hladiny, od které tato regulace započne. Regulačními klapkami v kolektorech jednotlivých polí sazečky reguluje systém množství vzduchu pro pulzaci a tím udržuje vznos v nastavených mezích. Regulace hladiny běží na pozadí. (Tento typ regulace je nutno odzkoušet a nastavit v rámci provozních zkoušek).

c) **Regulace množství spodní vody**. Je nastaven potřebný průtok a jeho hodnota je podle údaje průtokoměru regulační klapkou udržována na požadované hodnotě. Průtok spodní vody je zobrazen na displeji vyhodnocovací jednotky průtokoměru, která také poskytuje údaj o celkovém protečeném množství.

Závěr

Řídicí software umožňující činnost a regulaci sazečky prezentuje důležité parametry a informace prostřednictvím zabudovaného displeje APT 100.

Zaškolená obsluha sazečky může sledovat prezentované údaje a měnit dle potřeby zadávané parametry, vypínat nebo zapínat základní funkční prvky, případně měnit způsob činnosti celé regulace sazečky.

Při nasazení systému řízení sazečky na úpravně Dolu ČSM (1996) provedla katedra úpravnictví a technologií pro životní prostředí Hornicko geologické fakulty VŠB–TU srovnávací vyhodnocení, v němž se, kromě jiného, konstatuje zvýšení výnosu praného uhlí až o 1,9%.

Literatura

1. Nováček, J.: Vývoj technologie a techniky úpravy uhlí v OKR od roku 1970, skripta VŠB TU Ostrava, 1997
2. Nováček, J.: Technologie úpravy uhlí I, skripta VŠB TU Ostrava, 2000
3. Sivek, V.: Rekonstrukce sazečky OM 24 – technická zpráva, 2000
4. Sivek,V. - Janík, J.: Vliv dvojnásobné pulzace na úpravu uhlí v sazečkách – referát, 1996
5. Kozina, A. - Schenk, J.: Úprava uhlí, SNTL Praha, 1959
6. <URL> http://www.amit.cz

Autoři

Vladimír Sivek

0603 / 701 959

Ing. Roman Danel

0603 / 473 219

roman.danel@volny.cz

ATP Soukup s.r.o.

Pikartská 7

716 07 Ostrava Radvanice

tel. (069) 623 31 93