

Ing. Oldřich Havránek, VÚHU

Ing. Hana Konvalinková, VÚHU

Současný stav automatizace kolesových rypadel v ČSSR

Úvod

V letošním roce je uzavírána téměř desetiletá etapa vývoje automatizace kolesových rypadel. S průběhem řešení tohoto problému bylo možné se seznámit již dříve v řadě dílčích zpráv i článků.

Chtěli bychom se proto v následujících řádcích zabývat výsledky řešení a podat tak stručnou informaci o současném stavu automatizace kolesových rypadel i jeho dalších perspektivách.

Hlavními řešiteli problémů automatizace rypadel byly: Uničovské strojírny, n. p. (US), Vývojový závod mechanizace a automatizace, n. p. Krušnohorské strojírny (VZMA Most) a Výzkumný ústav pro hnědé uhlí v Mostě (VÚHU).

Automatizační zařízení realizované uvedenými pracovišti můžeme rozdělit na :

- a) regulátory otoče
- b) zařízení pro vytváření roviny pláně
- c) analogo - programové řízení
- d) ostatní doplňkové automatizační prvky

Regulátory otoče

Regulovat automaticky rychlost otáčení horní stavby patří vůbec k prvním snahám při uplatňování automatizace v provozu rypadel.

Od původních pokusů s nahrazováním ručního řízení kontroleru stykačovými soupravami až po dnešní tyristorovou regulaci řídicího proudu budiče dynama W-L, či přímou regulaci stejnosměrných motorů otoče, vy-

užívají původci prototypů stejného principu regulace rychlosti otoče - závislosti na zatížení motorů kola. V provozu povrchových dolů pracuje na různých rypadlech pět prototypů regulátorů otoče. Na všech regulátorech byla provedena měření, potřebná k posouzení kvality regulace. Zmíníme se zde stručně o výsledcích hodnocení jednotlivých typů.

Výrobce kolesových rypadel US-Uničov používají dva typy. Prvý pracuje v SHR na rypadlech K 300 dolu ČSA, na dole A. Zápotocký a v revíru HDBS. Regulátor umožňuje přímé napájení otočných motorů (bez činnosti W-L soustrojí) pomocí řízeného usměrňovače, jehož činnost ovládá regulátor v závislosti na proudovém zatížení motoru kola. Se zvětšujícím se zatížením kola se snižují otáčky motorů otoče. Při dosažení určité hodnoty proudu motoru kola se otoč zastaví úplným uzavřením řízeného usměrňovače. Omezení rychlosti motorů otoče nastane také při zvýšení jejich proudu nad jmenovitou hodnotou vlivem zatížení.

Z naměřených hodnot přechodové a frekvenční charakteristiky je zřejmé, že tato regulovaná soustava je dokonale stabilní s nadměrně tlumenou přechodovou charakteristikou. Odezva na změnu vstupní veličiny má zpoždění asi 1,5 s. Vzhledem ke značným setrvačným hmotám horní stavby má však tato vlastnost příznivý vliv na zmenšení namáhání kolesového výložníku. Snižování nerovnoměrného průběhu proudu motoru kola zrychlením regulační odezvy zvýší se namáhání převodového ústrojí otoče. Do jaké míry lze vzhledem k namáhání konstrukce zvyšovat citlivost regulátoru a rychlost jeho působení, lze pravděpodobně říci jen na základě tensometrického měření namáhání vždy jen pro určité specifické pracovní podmínky (technologie dobývání, stav korečků, zubů, tvrdost materiálu apod.). Celkově je možné říci, že funkčně splňuje regulátor podmínky regulace při dodržení nutné bezpečnosti vzhledem ke stroji i k obsluze rypadla.

Druhý typ regulátor US instalovaný na rypadlech KU 800 Velkolomu Maxim Gorkij je součástí analogo-programového zařízení. Činnost regulátoru je v principu stejná jako u předcházejícího typu s tím rozdílem, že je plynule regulován budicí proud W-L soustrojí, které napájí otočové motory. Regulátor pracuje také v závislosti na údajích pásových vah, umístěných na kolesovém výložníku. Regulace v závislosti na množství

materiálu není plynulá, jako tomu je v závislosti na proudu motorů kola, ale nespojitá, neboť mezi dobou narýpnutí a dobou zvážení dochází k dopravnímu zpoždění asi 10 vteřin, což je pravidelně se opakující regulační interval, během něhož dochází k vyhodnocování regulační odchylky.

Regulace v závislosti na množství je nadřazena proudové regulaci v případě dobývání materiálu s malým rypným odporem.

Prototypy regulátorů, vyrobených VZMA Most, jsou obdobou popisovaných regulátorů US. Jsou v provozu na rypadle: KU 300 S dolu 5. květen a rypadle K 1000/29 dolu Jan Šverma. Základem obou regulátorů VZMA je řízení, tyristorový usměrňovač, napájecí buzení dynama W-L v závislosti na velikosti proudu motoru kola. Další řídicí veličinou regulátorů může být údaj pásových vah. Kromě jmenovaných rypadel bude regulátor VZMA instalován také na rypadle SRs 1500 dolu Merkur.

Regulátor otoče SPRO-04-VÚHU pracuje na stejném principu jako regulátory předešlé. Je instalován na rypadle K 1000/23 dolu ČSA.

Společným znakem uvedených pěti regulátorů otoče je: stejné principiální řešení, použití polovodičových prvků, možnost snadného přechodu na ruční řízení. Z hlediska údržby mají společný konstrukční rys v jednoduché vyměnitelnosti jednotlivých dílů (obvykle celých obvodů) zapojených na vysouvateľných deskách typu URS, REGIMAT či jiného obdobného provedení.

Závěrem lze o všech zařízeních říci, že umožňují hospodárnější provoz rypadel, zajištěním rovnoměrného výkonu a přispívají tak i ke snížení namáhání konstrukce a pohonů.

Zařízení pro vytváření roviny pláně

Dodržování požadovaného sklonu a roviny pláně je jedním z důležitých předpokladů efektivní těžby. Z dosavadních zkušeností s ručním řízením stroje při tzv. planýrce vyplývá, že využití automatizace by v tomto případě nejen zrychlilo proces, ale hlavně zvýšilo jeho efekt kvalitativně a omezilo tím na nejmenší míru nutnost použití pomocné mechanizace pro dodatečné zemní práce při úpravě pojezdové roviny.

V současné době lze říci, že zmíněné předpoklady se v praktické realizaci v podstatě splnily. Během posledních dvou let byla na rypadlech instalována dvě zařízení pro vytváření roviny pláně pomocí automaticky (AVP-01). Výrobce je VZMA Most a prototypy jsou umístěny v SHR na rypadle SRs 1500/2 dolu Merkur a rypadle KU 300 S dolu 5. květen. Zařízení AVP-01 je v podstatě jednocelovým analogovým počítačem, způsobeným pro plynulé vyhodnocování výšky kola nad požadovanou pojezdovou rovinou. Parametry pojezdové roviny nastavuje řidič rypadla na panelu umístěném v jeho kabině. Při zajišťování zvolených parametrů musí řidič ručním řízením zdvihu dodržovat během pracovní operace na planýrce pouze nulovou hodnotu zdvihové korekce. Zařízení není tedy plně automatizováno, konečná fáze řízení je ruční, ale vstupní veličiny - podélný a příčný sklon, úhel natočení horní stavby, velikost výsuvu výložníku, velikost zdvihu kola, vysunutí teleskopu (KU 300 S) - jsou automaticky snímány pomocí přesných potenciometrů (aripotů) nebo selsynů a převáděny na elektrické signály a regulátorem vyhodnocovány. Výsledné údaje ukazují měřicí přístroje oceňchované přímo v stupních (příčný a podélný sklon) a v centimetrech (výšková korekce zdvihu).

Regulátor je sestaven převážně z polovodičových prvků a jednotek stavebnicového systému URS. Toto řešení dává záruku dostatečné spolehlivosti a zajišťuje snadnou vyměnitelnost celků v případě poruchy. Pevnost zařízení udávaná výrobcem ± 4 cm, byla potvrzena kontrolním měřením. Sklonoměry a speciální převodovky jsou výrobkem VZMA, selsyny a aripoty jsou běžnými seriovými výrobky. Podrobné údaje o zařízení lze získat přímo u výrobce VZMA Most.

Analogo - programové řízení

Uničovské strojírny, n. p. vyvinuly a vyrobily a použily toto zařízení na svém rypadle KU 800/1 a KU 800/3. Zařízení zajišťuje při těžbě: předepsané úhly čelních svahů při současném dodržování zvolené tloušťky vertikální nebo horizontální třísky, vodorovnou nebo libovolně skloněnou rovinu pláně při současném dodržování předepsané třísky.

Princip činnosti zařízení spočívá ve vyhodnocování okamžité polohy středu kola ve zvolené souřadnicové soustavě. Matematické vztahy, odvozené z geometrie rypadla a platící mezi vzájemnými pohyby a odpovídající zvolenému souřadnicovému systému, jsou vyjádřeny pomocí střídavého elektrického napětí.

Jednoduchý analogový počítač, sestrojený speciálně k tomuto účelu, řeší zadané vztahy. Ke snímání vstupních údajů o zdvihu, výsuvu a otáčení je použito selsynů, které převádějí mechanické veličiny na elektrické napětí a zároveň obecnou souřadnicovou soustavu na pravouhlou. Po vyhodnocení vstupních hodnot (naměřených a požadovaných) ovládá počítač výstupními signály tyristorové řízené usměrňovače v budících obvodech dynam W-L soustrojí, která napájí stejnosměrné motory zdvihu, výsuvu i otoče.

Zařízení ovládá řidič rypadla tak, že provede nejdříve volbu vertikální nebo horizontální třísky a nastaví požadované parametry sklonů roviny pláně i čelního svahu na panelu analogové skříně. Ostatní ovládací a signalizační prvky programového řízení jsou umístěny na řídicím panelu v kabině řidiče. V případě okamžité potřeby může řidič provést přepnutí na ruční ovládání rypadla.

Konstrukční uspořádání jednotlivých obvodů zařízení je provedeno technikou plošných spojů na vyměnitelných rámečcích. V maximální míře je použito polovodičových součástek. Uvedené řešení je zárukou dostatečné spolehlivosti i minimální poruchovosti. Přesnost zařízení je velmi dobrá. Třísku lze nastavit s přesností ± 2 cm a nepřesnosti požadované roviny jsou maximálně ± 15 cm.

Ostatní doplňkové automatizační prvky

Do této skupiny je možné zařadit tak zvaný univerzální bezpečnostní sklonoměr - ÚBS-1 vyráběný VZMA Most. Je to pomocné zařízení, umožňující řidiči rypadla bezpečně zjišťovat okamžitý sklon rypadla a podle údajů provádět při rýpání potřebné korekce. Sklonoměr je určen pro všechny typy rypadel. Jeden z prvních sklonoměrů pracuje od roku 1970 na rypadle K 1000/29. Na základě dobrých zkušeností bude instalován i

na další stroje.

Jeho činnost spočívá v tom, že indikuje sklon v podélném i příčném směru pomocí dvou kyvadel a udává maximální sklon v obecném směru. Výchylka kyvadel je převáděna pomocí aripotů na elektrické napětí, vedena do vyhodnocovacích obvodů a indikována na panelu u řidiče přímo ve stupních. Sklonoměru tohoto typu bylo také použito jako snímače sklonů v již popisovaném zařízení pro vytváření roviny pláň AVP-01.

Kromě indikace na stupnici, je možné nebezpečné sklony signalizovat opticky, nebo je využít pro blokování.

Dalším automatizačním prvkem je zařízení pro signalizaci ucpání přesypu. V provozu HDBS pracuje několik radioizotopových zařízení Tesly Liberec. V případě zmenšení průchodnosti přesypu dojde ke snížení intenzity paprsku zářiče typu CXK na přijímač (GM trubice), trvá-li snížení déle než je nastavená hodnota (cca 1,5 s), zařízení vypne převáděcí pás. Poruchovost zařízení je minimální, což dokazuje téměř pětiletý spolehlivý provoz na rypadlech K 1000, K 300.

V SHR probíhají zkoušky indikátorů typu MZU 002, MKD 103. Na dole 5. květen je krátkou dobu zkoušeno zařízení hlídající přesyp zakladače pomocí ultrazvuku.

Na rypadlech typu KU 300 je instalována tak zvaná pojišťovací spojka kola. Funkce této spojky je následující: velikost krouticího momentu (M_k) je přímo snímána z vychýlení pružně uchyceného konce letmo uložené odpružené převodové skříně pohonu kola. Při překročení maximálního dovoleného momentu M_k dojde k odpružení závěsu a koncový vypínač přeruší buzení elektromagnetické lamelové spojky, která je umístěna mezi převodovou skříní a elektromotorem. Současně se přeruší přívod proudu do motorů. Vlivem pružného uložení převodovky dojde k utlumení rázu v oblasti $M_k \text{ max}$ a k zastavení kola na malé brzdě dráze. Kinetická energie dobíhajícího elektromotoru se v krouticím momentu kola neprojeví.

Do výčtu tak zvaných doplňkových automatizačních prvků je nutné zařadit také zařízení na indikaci železných předmětů v dopravovaném materiálu. Vyřešení tohoto problému má důležitý význam pro plynulou a bezporuchovou dopravu, zejména pak pro ochranu gumových pásů. V součas-

né době byl ukončen vývoj indikátoru železa ve VZMA; se zařízením se prodávějí na rypadle SRs 1500 dolu Merkur provozní zkoušky. Na základě jejich výsledků bude rozhodnuto o realizaci zařízení pro ostatní rypadla.

Na dole Merkur (K 800) je rovněž zkoušen indikátor železa, vyrobený pracovníky tohoto dolu.

Na závěr přehledu o automatizačních zařízeních na rypadlech, která jsou dnes vyráběna Uničovskými strojírnami, VZMA Most a jinými podniky lze říci, že také samotné doly instalují různá vylepšení provozu rypadel, zkonstruované a vyrobené pracovníky technického rozvoje dolů (důl Merkur, důl A.Z. aj.).

Závěr a perspektivy dalšího vývoje

Tímto článkem seznamujeme širší veřejnost se současným stavem automatizace kolesových rypadel. Zaměřili jsme se hlavně na základní informace bez hlubšího hodnocení jednotlivých zařízení ať už po stránce konstrukční nebo funkční, či ekonomické. Domníváme se, že uvedené údaje je postačí k získání přehledu o stavu automatizace a že budou i dostatečným podkladem k projevení zájmu o realizaci i v dalších provozech povrchových dolů. Podrobnější informace lze nalézt ve výrobní dokumentaci, případně v literatuře, jejíž seznam uvádíme v příloze.

Závěrem se zmíníme ještě o perspektivách využití jednotlivých zařízení.

Výrobce rypadel Uničovské strojírna, n. p. plánuje dodávky nových rypadel již kompletně s automatizačním zařízením, a to u rypadel typu KU 300 s regulací otoče a u KU 800 s analogo-programovým řízením. Rovněž dodávky pojišťovací spojky kola jsou již nedílnou součástí u všech rypadel typu KU 300. V současné době se také řeší mezi US a VŽKG dodávka automatizačního zařízení pro projektované velkorypadlo K 10000 v rozsahu automatiky KU 800.

VZMA Most by měl zajišťovat výrobu sklonoměrů regulátorů otoče i zařízení pro vytváření roviny pláně, hlavně pro použití na starších typech rypadel v rámci racionalizace jejich provozu, případně i na ry-

padlech typu KU 300. Použití hlídačů přesypů v širším měřítku má význam nejen pro provoz rypadel, ale hlavně u dálkové pásové dopravy. Doufáme, že podobně jako v HDBS bude radioizotopových indikátorů úspěšně používáno i v SHR přesto, že dosavadní zkušenosti s ověřovacím provozem na Velkodole Maxim Gorkij nejsou dosud úspěšné. Perspektivní je také použití ultrazvukového čidla pro hlídání přesypu, které je zatím ve zkušebním provozu. Zkušenosti z provozu indikátoru železa VZMA nejsou zatím zcela uspokojivé, ale po nezbytných úpravách bude jistě i toto zařízení jedním z důležitých prvků, zabezpečující bezporuchový provoz. Také prototyp indikátoru železa, sestavený pracovníky technického rozvoje dolu Merkur, se v provozu na rypadle K 800 zatím plně osvědčil.

Literatura:

- /1/ US-1969 - Technické údaje, popis, návod pro montáž, obsluhu a údržbu regulátoru (Zpráva č. 4-Ry-4146 S)
- /2/ US-1971 - Technický popis, návod pro obsluhu a servisní návod na seřízení programového řízení kolesového velkorypadla KU 800 (Zpráva 4-Ry-4799 S)
- /3/ OŘ-SHD - Dokumentace automatické regulace otoče - díl Jan Šverma - K 1000/29
- /4/ VZMA-1971 - Automatický regulátor otoče - technický popis, výkresová dokumentace
- /5/ VÚHU-1971 - Samočinný regulátor rychlosti otočného svršku kolesových rypadel - technická dokumentace pro regulátor rypadla K 1000; SPRO-04
- /6/ VZMA-1971 - Zařízení pro vytváření pláně a regulace otoče KU 300 S - výkresová dokumentace
- /7/ VZMA-1972 - Univerzální bezpečnostní sklonoměr UBS-1 - technický popis a výkresová dokumentace
- /8/ US-1969 - Závěrečná zpráva výzkumného úkolu "Omezovač kroutícího momentu pohonu kola" (Zpráva TK/KOR/300)