

Ing. Hana Z e l e n k o v á, VÚHU

Aplikace metodiky RVHP pro výpočty ekonomických ukazatelů strojního zařízení

Schopnost technologických zařízení, plnit požadavky na ně kladené, je determinována provozními podmínkami a bezporuchovým chodem zařízení. Provozoschopnost zařízení je precendentně ovlivňována správným výběrem zařízení podle dobývacích podmínek v místě nasazení.

Výběr vhodných variant, struktura zařízení na základě znalostí, či odhadu podmínek, ve kterých bude pracovat, je záležitostí technicko-technologickou. Ekonomické vyhodnocení, případně technicky a technologicky rovnocenných variant, pomůže určit variantu nejvýhodnější.

Důležitým mezníkem ve způsobu ekonomických vyhodnocení bylo vydání sovětské metodiky /1/ jako materiálu SUK RVHP. Tato metodika rozvádí způsoby stanovení optimálních parametrů lomů v různých podmínkách s různým technickým vybavením. Část metodiky byla převzata právě k účelům ekonomického vyhodnocení a zatím bez zásadních změn využita v některých studiích VÚHU.

Na základě sledování provozních nákladů na technologických celcích s pásovou dopravou v našem revíru za poslední roky (1970-1972) a poznatků, vyplývajících ze sovětské metodiky, byla zpracována metodika ekonomického vyhodnocení variantně zpracovaných investičních záměrů ve vybavení strojním zařízením. Popis této tematiky je předmětem článku.

Stanovení závislostí váhových a energetických charakteristik důlně dopravních zařízení a jejich parametrů

Váhy dobývacích, dopravních a zakládacích strojů jsou většinou určeny jako parametr zařízení již v technologickém zadání. Pro případné určení váhy jsou však v Jednotné metodice /1/ uvedeny potřebné vzorce.

Vzorec pro výpočet instalovaného výkonu dobývacího stroje byl sta-

noven na základě rozboru vah a instalovaných výkonů výpočtem odpovídajícího typu závislosti podle metodiky RVHP. Stejně tak i instalovaný výkon zakladače.

Instalovaný výkon dopravníků bývá obvykle zadán technologickým schématem, pro opačné případy je možné orientačně využít vzorce uvedeného v metodice, kde je instalovaný výkon vypočten v závislosti na délce a počtu sekcí, teoretickém výkonu a předpokládaném sklonu dopravníků.

Vzorce:

$$\text{dobývací stroj} \quad N = 0,3164 \cdot U^{1,198}$$

$$\text{zakladač} \quad N = 0,102 \cdot U^{1,383}$$

$$\text{dopravníky} \quad N = (0,01 \cdot Q + 0,001 \cdot Q^{0,85} \cdot L)(1 + 0,223 \varphi_k)^n$$

kde N - instalovaný výkon zařízení /kW/

U - váha zařízení /Mp/

L - $\varnothing$ délka sekce

Q - teoretický výkon m^3/h

φ_k - průměrný úhel nasazení dopravníku (stupňů)

n - počet sekcí

Určení investičních nákladů

Vyhodnocení investičních nákladů na technologické zařízení tvoří významnou součást ekonomického rozboru. Ceny stanovené teoretickou cestou se však většinou nekryjí se skutečnými cenami. Důvodem je promítání vlivů, teoreticky nezachycených a neodhadnutelných, do cen velkých zařízení. Vypočtené ceny, které bylo možno konfrontovat s cenami skutečnými, jsou vesměs nižší.

V rámci navrhované metodiky byla použita k výpočtu cen dobývacích a zakládacích strojů metoda navržená Ing. J. Romportlem /2/, vycházející ze znalosti ceny výchozího typu stroje a jeho parametrů a parametrů navrhovaného stroje.

Cena se vypočte takto:

$$C = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{3}$$

- kde C_1 - cena nového stroje vypočtená podle metody kilogramových cen
 C_2 - cena nového stroje vypočtená podle metody Berima
 C_3 - cena nového stroje vypočtená podle metody Melnikova

Cenu dopravních zařízení stanovíme na základě znalosti konstrukčních parametrů navrhované dopravy. Je vypočtena jako součet cen jednotlivých elementů pásové dopravy. Jejich ceny jsou určeny na základě známých cen již vyráběných prvků podle podkladů TRA Chrudim. Byly sestaveny do řad a určena jejich závislost na šířce, instalovaných výkonech, pevnosti, délce a váze. Takto stanovené ceny nejsou přesné, vzhledem k tomu, že výchozích údajů pro stanovení bylo málo a byla určována závislost vždy jen na jednom parametru. Proto takto stanovené ceny vyhovují především pro účely ekonomických srovnání několika variant.

Rovnice, vyjadřující cenu ve vztahu k určujícímu parametru, byly určeny metodou nejmenších čtverců. Přehled všech stanovených závislostí je uveden v následující tabulce:

Cena	porubní	stabilní	zakládací
poháněcích stanic	$-928.10^3 + 1310,5 B$	$-199.10^4 + 72,6\sqrt{B}$	$-928.10^3 + 1310,5 B$
pohonné jednotky	$85,7.10^3 + 477 N$	$85,7.10^3 + 477 N$	$85,7.10^3 + 477 N$
vrátne stanice	$33,1.10^3 + 0,03 B^2$	$23,4.10^3 + 0,03 B^2$	$33,1.10^3 + 0,03 B^2$
středních dílů	$(-455 + 1,4 B)L$	$(-539 + 1,41 B)L$	$(-455 + 1,4 B)L$
kolejiště	$(647 + 0,06 B)L$	-	$(-112 + 38,9\sqrt{B})L$

pojízdné násypy	$77 \cdot 10^3 + 0,02 B^2$		
shazovacího vozu			$10^3(-2,5 \cdot 10^3 + 93,6\sqrt{B})$
rozvodu po páse	330 L	330 L	330 L
strojní montáž	$1,1 \cdot 10^3 U$	$1,1 \cdot 10^3 U$	$1,1 \cdot 10^3 U$
pásma	$/(20,2\varphi + 1,5\sigma + 17,2)B \cdot 10^{-3}/2L$		

Veličiny uvedené v tabulce mají tento význam:

φ - měrná hmotnost pásma	- kp/m^2
U - váha zařízení	- kp
B - šířka pásma	- mm
L - délka trasy	- m
N - instalovaný výkon	- kW
σ - pevnost pásma	- kp/cm

Pro určení investičních nákladů na pomocná zařízení bylo třeba nalézt taková vztahy, aby nebylo nutné předem pro každou variantu řešení konkrétně určovat druh a počet pomocných zařízení a jejich ceny. Při sledování vztahu investičních nákladů na pomocná a hlavní strojní zařízení byly vypořizovány určité závislosti, měnící se podle předpokládané dopravní vzdálenosti a teoretického výkonu technologického celku. Na základě údajů Sborníku BPT /3/ lze stanovit tabulku, popř. vypočíst závislost (vyššího stupně) k_{pom} pro daný výkon na dopravní vzdálenosti, z nichž se k_{pom} pro konkrétní příklad navržené varianty určí interpolací.

Investiční náklady na technologický celek včetně pomocných zařízení jsou součtem cen dobývacího stroje, dopravního zařízení (včetně pásma) a zakladače a vypočtených investičních nákladů na pomocná zařízení.

Výpočet provozních nákladů

Výpočet provozních nákladů se u všech hlavních procesů provádí podle jednotlivých položek: odpisy, běžné opravy, pomocné a mazací materiály, elektrická energie, mzdy včetně sociálního zabezpečení a ostatní. Postup určování provozních nákladů podle jednotlivých položek kalkulačního vzorce byl řízen podle způsobu udaného Jednotnou metodikou. Kvantifikace koeficientů byla provedena na základě závislostí, vyplývajících ze vztahů vybraných parametrů a skutečných nákladů podle účetních dokladů na vyjmenovaných řezech, metodou nejmenších čtverců.

Výchozím podkladem pro stanovení nákladů na odpisy je cena zařízení a odpisová procento, které je dáno pro jednotlivé zařízení sazbou. Pak

$$N_o = a_o \cdot C \cdot 10^{-5}$$

kde a_o - odpisová sazba v procentech
 C - cena zařízení v Kčs
 N_o - odpisy za rok v 10^3 Kčs

Náklady na běžné opravy a materiál jsou v ekonomickém vyhodnocení shrnuty do jediné položky z toho důvodu, že v některých položkách se tyto náklady prolínají. Pro náklady na běžné opravy a materiál existuje závislost na době oprav a váze zařízení:

$$N_{mat + opr} = a_{mat} \cdot T_{opr}$$

přičemž $a_{mat} = f(U)$

Tato funkce je na základě výpočtu ze sledovaných údajů definována pro jednotlivé typy zařízení takto:

- dobývací stroj $a_{mat} = 0,78 + U \cdot 10^{-4}$

- pro zakladač $a_{mat} = 0,198 + U \cdot 10^{-4}$

- pro dopravní linku

$$a_{\text{mat}} = (0,09 + 1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U_{\phi})n$$

Veličiny v těchto výrazech znamenají:

- $N_{\text{mat+opr}}$ - náklady na materiál a běžné opravy za rok v 10^3 Kčs
- T_{opr} - doba oprav zařízení za rok v hodinách
- U - váha zařízení v Mp
- U_{ϕ} - průměrná váha 1 sekce dopravní linky v Mp
- n - počet sekcí v lince

Náklady na energii jsou především závislé na ceně energie, instalovaném výkonu a době provozu zařízení. Při závislosti sledovaných nákladů a instalovaného výkonu zařízení se tvoří parabola, která má tvar

- pro dobývací stroj $N_e = (-0,1711 + 0,0082 \sqrt{N_{\text{inst}}}) T_{\text{rok}}$

- pro zakladač $N_e = (-0,087 + 0,006 \sqrt{N_{\text{inst}}}) T_{\text{rok}}$

Při zkoumání nákladů na energii pro dopravu je vhodné použít přímo vztahu uvedeného v Jednotné metodice

$$N_e = C_e \cdot K_{\text{sp}} \cdot T_{\text{rok}} \cdot N_{\text{inst}}$$

Význam jednotlivých veličin je následující:

- N_e - roční náklady na energii v 10^3 Kčs
- N_{inst} - instalovaný výkon zařízení v kW
- T_{rok} - předpokládaná doba provozu zařízení za rok v hodinách
- C_e - cena energie Kčs/ 1 kWh
- K_{sp} - koeficient, vyjadřující účinnost elmotorů, vliv chodu naprázdno, vliv sklonu atd. Podle tabulek uvedených v Jednotné metodice byl pro průměrné podmínky stanoven zhruba - 0,4 pro přesuvné dopravníky a 0,7 pro dopravníky stabilní.

Náklady na mzdy a sociální zabezpečení se počítají jako souhrn

všech mezd a platů vyplacených dělníkům na hlavních technologických zařízeních.

Náklady na sociální zabezpečení tvoří podle našich předpisů 25 % mzdových nákladů, takže

$$N_{m+s.z} = 1,25 M_{rok} \cdot O_{str} \cdot a_a \cdot a_{sm}$$

Ostatní náklady jsou podle Jednotné metodiky určeny v závislosti na součtu předcházejících nákladových položek

$$N_{ost} = 0,01 \cdot a_{ost} (N_o + N_{mat} + N_e + N_{m+s.z})$$

Podle sledování skutečných nákladů byl průměrný koeficient a_{ost} vypočten

pro dobývací stroj	=	0,50
pro dopravu	=	0,84
pro zakladač	=	0,27

Pomocná zařízení, to je zařízení sloužící k zajišťování provozu hlavní výroby (buldozery, překladače, čistící zařízení apod.) se obvykle nerozúčtovávají na procesy, ale jsou spolu s dalšími (např. cesty na řez, osvětlení mimo hlavní zařízení) uvedena v jedné skupině jako náklady společné.

Výpočet nákladů je možný způsobem, který vyčísluje provozní náklady podle druhu pro jednotlivá pomocná zařízení. K tomuto způsobu výpočtu však obvykle není dost podkladů o druhu, cenách a parametrech pomocné mechanizace a nebyl by ani vyčerpávající.

Komplexní, i když přibližné vyjádření je procentuálním podílem na nákladech všech hlavních technologických zařízení.

Podíl byl stanoven průměrným koeficientem na základě sledovaných nákladů zmíněných řezů a je roven 25 %.

Celkové provozní náklady na řezu jsou součtem nákladů na rypadlo, nákladů na dopravu, nákladů na zakladač a nákladů společných.

$$N_{TC} + 1,25 (N_{ryp} + N_{dopr} + N_{zakl}),$$

příčemž

$$N_{ryp(dopr, zakl)} = N_o + N_{mat} + N_e + N_{m+s.z} + N_{ost}$$

Výpočet produktivity práce

Ekonomické vyhodnocení je třeba uzavřít přehledným srovnáním provozních nákladů a vypočtených produktivit práce jednotlivých variant.

Produktivita práce se vypočítává v tis. m³ za rok na jednoho dělníka na výkon na technologickém celku a je rovna

$$PP = \frac{Q_{rok}}{PL_{dob} + PL_{dopr} + PL_{zakl} + PL_{ost}} \cdot 10^{-3}$$

kde

$PL_{dob(dopr, zakl)}$ - je počet lidí na procesu - dělníků na výkon

PL_{ost} - počet lidí pro pomocná zařízení - podle podkladů
BPT bylo toto % stanoveno v průměru 12, takže pak

$$PP = \frac{Q_{rok}}{1,12 (PL_{dob} + PL_{dopr} + PL_{zakl})} \cdot 10^{-3}$$

Úpravy Jednotné metodiky RVHP a návrh této metodiky byly prováděny na základě údajů shromážděných z jednotlivých závodů s různými těžebními podmínkami. Jsou v ní tedy promítnuty nejen zprůměrované podmínky, což nám pro účely, pro které zatím metodika slouží, vyhovuje, ale i nepřesnosti a anomálie v nákladech se dosud projevující.

Je proto třeba koeficienty v metodice udávané, po získání dalších údajů, upřesňovat.

Popsaná metodika je vhodným orientačním podkladem pro ekonomické vyhodnocení prognózovaných variant ve stadiu dlouhodobých výhledů. Ekonomické vyhodnocení nových progresivních technologií, jejichž technický a technologický popis bude již projektově propracován, si ovšem vyžádá nový metodický přístup ke svému provádění.

Literatura

- /1/ Jednotná metodika technicko-ekonomických výpočtů volby optimálních parametrů lomového zařízení a elementů dobývacích systémů - UkrNIIprojekt, červenec 1968
- /2/ Závislosti ceny velkostrojů na jejich geometrických parametrech - Zpráva - ing. J. Romportl, Most 1966
- /3/ Sborník vybraných THU provozních souborů povrchových hnědouhelných dolů - BPT, 1966

S h r n u t í

Aplikace metodiky RVHP pro výpočty ekonomických ukazatelů strojního zařízení

Obsahem článku je návrh metodiky ekonomického vyhodnocení navržených variant technologického řešení těžby technologickými celky s pásovou dopravou. Základem návrhu je Jednotná metodika RVHP, upravená podle závislostí vyplývajících ze sledování nákladů na lomech s technologickými celky v SHD. Metodika se zabývá určením investičních nákladů, výpočtem provozních nákladů a produktivity práce. Do vyhodnocení zahrnuje procesy dobývání, dopravy, zakládání a náklady společné.

Р е з ю м е

Применение методики СЭВ для определения экономических показателей механического оборудования карьеров

В статье предложена методика экономической оптимизации технологических вариантов рассчитанных на применение конвейерного транспорта. В основу настоящего предложения положена Единая методика СЭВ, модифицированная с учетом зависимостей, вытекающих из анализа расходов затраченных на работу технологических комплексов на разных угольных карьерах бассейна СБВ. Описанная в статье методика позволяет определение суммы капитальных расходов, определение