ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Seria: GÓRNICTWO z. 201

Nr kol. 1159

Włodzimierz SIKORA Marian DOLIPSKI Tadeusz GIZA Piotr SOBOTA Jan OSADNIK

BADANIA DOŚWIADCZALNE PRZENOŚNIKA ZGRZEBŁOWEGO ZE SPRZĘGŁAMI PODATNYMI

Streszczenie. Zaprezentowano wyniki badań doświadczalnych przenośnika zgrzebłowego z napędem głównym i pomocniczym, wyposażonego w sprzęgła podatne SPP-1002. Przedstawiono wpływ stanu napięcia łańcuchów i natężenia obciążenia nosiwem na dynamikę przenośnika zgrzebłowego. Przeanalizowano osobliwe zjawiska dynamiczne towarzyszące niejednoczesnemu włączeniu silników asynchronicznych w napędzie głównym i pomocniczym. Zamieszczono przebiegi napięć zasilania i poboru mocy przez silniki napędowe oraz przebiegi momentów obrotowych na wałach wyjściowych sprzegieł podatnych w czasie rozruchu i w ruchu ustalonym przenośnika zgrzebłowego.

Summary. Results of experimental studies of a scraper conveyor with main and ancillary drive supplied with flexible couplings SPP-100Z have been presented. The effect of the state of chain tension and intensity of loading with the material handled on the dynamics of the scraper conveyor has been demonstrated. Singular dynamic phenomena accompanying not simultaneous starting of asynchronous motors in the main and ancillary drive have been analyzed. The coruses of supply voltage and power consumption by the driving motors, and the courses of torque in output shafts of flexible couplings during the starting and in steady motion of a scraper conveyor, have been given.

Резюме. В работе представлены результаты испытаний скребкового конвейера с главным и вспомогательным приводами, оснащенного подвижными муфтами SPP-100².Показано влияние натяжения цепей и величимы нагрузки транспортируемым материалом на динамику скребкового конвейера. Проанализированы специфические динамические явления, сопутствующие неодновременному включению асинхронных двигателей в главном и вспомогательном приводах. Показаны ход напряжений питания и потребления мощности приводными двигателями, а также ход вращающих моментов на ведомых валах подвижных муфт во время запуска и во время установныенося движения скребкового конвейера.

1. WSTĘP

Budowa układów napędowych przenośników zgrzebłowych stosowanych w wyrobiskach ścianowych kopalń węgla kamiennego znacznie się różni od standardowych przenośników zgrzebłowych wytwarzanych przez Rybnicką Fabrykę Maszyn RYFAMA. Użytkownicy wprowadzają własne zmiany, podyktowane swoim doświadczeniem i nie zawsze uzasadnioną intuicją, a polegające głównie na:

- eliminowaniu sprzęgieł hydrokinetycznych i wprowadzaniu w ich miejsce sprzęgieł podatnych SPP-100Z,
- stosowaniu silników asynchronicznych o mocy 132 kW w miejsce silników o mocy 90 kW,
- stosowaniu mieszanych napędów zdwojonych, w których bęben łańcuchowy napędowy jest z jednej strony przez silnik o mocy 132 kW.

Wszystkie te zabiegi są poszukiwaniem drogi ułatwiającej rozruch załadowanego przenośnika zgrzebłowego, co jest aktualnie podstawowym problemem do rozwiązania w dziedzinie przenośników ścianowych. Przyczyną zamiany sprzęgieł hydrokinetycznych typoszeregu SH na sprzęgła podatne typu SPP są wady sprzęgieł hydrokinetycznych, do których można zaliczyć:

- stosowanie palnych cieczy roboczych,
- wrażliwość na napełnienie cieczą roboczą (znaczenie ma nie tylko ilość cieczy, lecz również podłużne i poprzeczne nachylenie układów napędowych),
- zależność przenoszonego momentu od dokładności wykonania wirników sprzęgła i ciężaru właściwego cieczy roboczej,
- dodatkowe koszty związane z obsługą i kontrolą tych sprzęgieł (sprawdzanie szczelności i dokładności napełnienia oraz magazynowanie zapasów cieczy roboczej i bezpieczników termikowych),
- obniżenie mocy nominalnej na wale wyjściowym sprzęgła o procentową wartość jego poślizgu w stosunku do mocy silnika asynchronicznego,
- większy koszt wytwarzania sprzęgieł hydrokinetycznych w porównaniu ze sprzęgłami podatnymi.

Aby sprawdzić rzeczywisty efekt zamiany sprzęgieł hydrokinetycznych na podatne, przeprowadzono doświadczalne badania przenośnika zgrzebłowego wyposażonego w sprzęgła podatne SPP-100 Z [6].

2. STANOWISKO BADAWCZE

Przedmiotem badań był przenośnik zgrzebłowy RYBNIK-80 o długości 100 m, z napędem głównym i pomocniczym, wyposażony w dwa silniki asynchroniczne o mocy nominalnej 90 kW i sprzęgła podatne SPP-100Z, a usytuowany na powierzchni Kopalni Węgla Kamiennego "Knurów". W fabrycznych napędach przenośnika zgrzebłowego RYBNIK-80 zamieniono sprzęgła hydrokinetyczne na podatne, pozostawiając pozostałe elementy układów napędowych i układy pomiarowe momentu obrotowego i obrotów, przy czym zamontowano silniki elektryczne do podwójnych obudów sprzęgieł, łącząc piasty sprzęgieł z momentomierzami poprzez tuleje redukcyjne. W czasie badań realizowano cztery podstawowe warianty obciążenia przenośnika zgrzebłowego nosiwem przedstawione na rys. 1. W tablicach, na rysunkach oraz w tekście użyto następujących oznaczeń:

NA - pobór mocy elektrycznej przez silnik asynchroniczny w napędzie głównym, [kW]



Rys. 1. Warianty obciążenia przenośnika zgrzebłowego nosiwem Fig. 1. Alternatives of the loading of a scraper conveyor with the material handled

NB	-	 pobór mocy elektrycznej przez silnik asynchroniczny w napędzie po-
		mocniczym, [kW]
U.A.	-	napięcie zasilania silnika asynchronicznego w napędzie głów-
		nym, [V]
UB	-	napięcie zasilania silnika asynchronicznego w napędzie pomocni-
		czym, [V]
MSPA	-	moment obrotowy na wale sprzęgła podatnego w napędzie głów-
		nym, [Nm]
M SPB	-	moment obrotowy na wale sprzęgła podatnego w napędzie pomoczni-
(1)		czym, [Nm]
AMSPA	-	i-ty przyrost momentu obrotowego na wale sprzęgła podatnego w na-
(5)		pędzie głównym podczas rozruchu przenośnika (i = 1,2,3,4), [Nm]
AMSPB		i-ty przyrost momentu obrotowego na wale sprzęgła podatnego w na-
		pędzie pomocniczym podczas rozruchu przenośnika (i = 1,2,3,4),
		[Nm]
ⁿ o	-	liczba dodatkowych ogniw wpiętych w kontur łańcuchowy,
t	-	czas mierzony od chwili włączenia pierwszego silnika, [s]
t _{RI}	-	czas trwania pierwszej fazy rozruchu, [s]
tRII	-	czas trwania drugiej fazy rozruchu, [s]
tR	-	czas rozruchu przenośnika zgrzebłowego (suma czasu trwania pier-
		wszej i drugiej fazy rozruchu), [s]
∆T _{OA}	-	opóźnienie we włączeniu silnika asynchronicznego napędu głównego,
		[s]
ⁿ SPA	-	znacznik obrotów wału sprzęgła podatnego w napędzie głównym,
ⁿ SPB	-	znacznik obrotów wału sprzęgła podatnego w napędzie pomocniczym,
ωSPA	-	prędkość kątowa wału sprzęgła podatnego w napędzie głównym,
		[rad s ⁻¹]
ωSPB		prędkość kątowa wału sprzęgła podatnego w napędzie pomocniczym,
		[rad s ⁻¹]
S(5)	-	obciążenie w łańcuchu prawym w miejscu zbiegania z bębna napędu
		pomocniczego, [kN]
S ₍₆₎	-	obciążenie w łańcuchu lewym w miejscu zbiegania z bębna napędu po-
		mocniczego, [kN].

3. DYNAMIKA ROZRUCHU I RUCHU USTALONEGO PRZENOŚNIKA ZGRZEBŁOWEGO ZE SPRZĘGŁAMI PODATNYMI

3.1. Wływ stanu napięcia łańcuchów i natężenia obciążenia przenośnika nosiwem

Przy II wariancie obciążenia przenośnika nosiwem i napięciu wstępnym łańcucha zgrzebłowego odpowiadającym $n_0 = 3$ (w kontur łańcucha wpięto dodatkowo odcinki trzyogniwowe) poszczególne fazy rozruchu przenośnika trwały (rys. 2):



Rys. 2. Przebieg rozruchu przenośnika zgrzebłowego ze sprzegłami podatnymi $(\Delta T_{OA} = 0, 12 \text{ s, wariant II, } n_{O} = 3)$

Fig. 2. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA} = 0, 12 \text{ s}, \text{ variant II}, n_O = 3)$

- faza I (od chwili włączenia silnika w napędzie pomocniczym od chwili włą- czenia silnika w napędzie głównym) t $_{\rm RI}$ = 0,12 s,
- faza II (od chwili włączenia silnika w napędzie głównym do osiągnięcia ustalonego napięcia zasilania) t_{RII} = 0,86 s,
- faza porozruchowa (od chwili osiągnięcia ustalonego napięcia zasilania do chwili ustabilizowania się poboru mocy przez silnik napędowy) t_{RIII} = = 6,13 s.



Rys. 3. Przebieg rozruchu przenośnika zgrzebłowego ze sprzęgłami podatnymi $(\Delta T_{OA} = 0,12 \text{ s, wariant II, } n_{O} = 1)$

Fig. 3. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA} = 0, 12 \text{ s, variant II, } n_O = 1)$

Zarówno w napędzie głównym, jak i pomocniczym występują dwa przyrosty momentów obrotowych na wałach sprzęgieł. Pierwsze przyrosty momentów obrototowych posiadają charakter nagły. W napędzie głównym wystąpił on po czasie 0,06 s, a w napędzie pomocniczym po 0,12 s. Po tych czasach nastąpiła zmiana kierunku przyrostów momentów obrotowych, która trwała aż do olągnięcia wartości szczytowych na poziomie 500 Nm i 550 Nm.

Zwiększenie napięcia wstępnego łańcuchów (n $_{o}$ = 1) spowodowało znaczny wzrost oporów ruchu. Konsekwencją tego ostatniego jest (rys. 3):



Rys. 4. Przebieg rozruchu przenośnika zgrzebłowego ze sprzęgłami podatnymi $(\Delta T_{OA} = 0, 12 \text{ s, wariant IV, } n_O = 3)$

Fig. 4. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA} = 0, 12 \text{ s, variant IV, } n_o = 3)$

- wydłużenie drugiej fazy rozruchu do 1,25 s,
- wystąpienie trzech przyrostów momentów obrotowych na wałach sprzęgieł podatnych w napędzie głównym i pomocniczym.

W napędzie głównym maksymalny był trzeci przyrost i wynosił 675 Nm, a w napędzie pomocniczym drugi przyrost, który wynosił 725 Nm.

Przy IV wariancie obciążenia przenośnika nosiwem nastąpiło wydłużenie drugiej fazy rozruchu z 0,86 s do 1,95 s dla n_o = 3 (rys. 4). Natomiast dla n_o = = 1 druga faza rozruchu wydłużyła się z 1,25 s do 1,69 s (rys. 5). Nastąpił przy tym również wzrost maksymalnych momentów obrotowych na wałach sprzegieł





Rys. 5. Przebieg rozruchu przenośnika zgrzebłowego ze sprzęgłami podatnymi $(\Delta T_{OA} = 0, 12 \text{ s, wariant IV, } n_{OA} = 1)$

Fig. 5. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA} = 0, 12 \text{ s, variant IV, } n_{OA} = 1)$

do wartości 675 Nm i 750 Nm dla n $_{\rm o}$ = 3, a do wartości 700 Nm i 825 Nm dla n $_{\rm o}$ = 1.

3.2. Wpływ niejednoczesnego włączenia silników asynchronicznych

Niejednoczesnemu włączeniu silników asynchronicznych w napędzie głównym i pomocniczym towarzyszy występowanie osobliwych zjawisk dynamicznych. Jako pierwszy włączony został silnik napędu pomocniczego, którego napięcie zasilania wynosiło 467,5 V (rys. 6). Po przejściu fali sprężystej przez gałąż dolną nastapiło wzbudzenie drgań w układzie napędowym niewłączonego napędu głównego. Moment obrotowy na wale sprzęgła w tym układzie przyjmuje najpierw wartość ujemna (rys. 6), ponieważ taki jest zwrot momentu oporowego i bezwładności wirnika silnika. W chwili minimalnej ujemnej wartości momentu obrotowego na wale sprzegła niewłączonego napędu głównego, moment obrotowy na wale sprzegła napędu pomocniczego osiąga wartość szczytową równą 1325 Nm (tabl.1). Moment obrotowy na wale sprzęgła niewłączonego napędu głównego rozpoczyna przyrost dodatni dopiero po czasie 1,19 s. Włączenie silnika asynchronicznego w napędzie głównym nastąpiło dopiero po czasie 1,41 s, a jego napięcie zasilania wynosiło 387,5 V. Włączenie silnika w napędzie głównym spowodowało dodatkowy spadek napięcia zasilania silnika w napędzie pomocniczym do wartości 440 V. Czas trwania drugiej fazy rozruchu jest bardzo krótki i wynosi tylko 0,67 s. Czas rozruchu trwający 2,08 s został wydłużony przez fazę pierwszą, co wynika z opóźnionego włączenia silnika w napędzie głównym.

Zwiększenie opóźnienia we włączeniu silnika napędu głównego do 2,08 s wywołało jeszcze silniejsze obciążenie dynamiczne układu napędowego włączonego napędu pomocniczego. Po szczytowym przyroście momentu obrotowego na wale sprzęgła w napędzie pomocniczym o wartości 1325 Nm wystąpił kolejny przyrost szczytowy o wartości 1050 Nm (rys. 7). Na wale sprzęgła w napędzie głównym wystąpiły cztery przyrosty momentu obrotowego, lecz żaden z nich nie przekroczył wartości 425 Nm. Czas trwania drugiej fazy jest krótki (0,92 s), natomiast faza porozruchowa wydłużyła się do 8,83 s.

Zmiana napięcia wstępnego łańcuchów na n_o = 1 przy zachowaniu tego samego obciążenia nosiwem (wariant II) i tego samego ΔT_{OA} = 2,08 s, wywołała silny wzrost obciążenia sprzęgieł podatnych w obydwóch układach napędowych (rys.8). Pierwszy przyrost momentu obrotowego na wale sprzęgła w napędzie pomocniczym wzrósł do wartości 500 Nm, drugi przyrost do wartości 1350 Nm, a trzeci do wartości 1175 Nm. W napędzie głównym maksymalny przyrost (trzeci) momentu obrotowego na wale sprzęgła zwiększył się do wartości 1075 Nm.





Rys. 6. Przebieg rozruchu przenośnika zgrzebłowego ze sprzęgłami podatnymi $(\Delta T_{OA} = 1,41 \text{ s, wariant II, } n_O = 3)$

Fig. 6. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA}\ =\ 1,41\ s,\ variant\ II,\ n_{O}\ =\ 3)$

Zmniejszenie opóźnienia we włączeniu silnika napędu głównego do wartości $\Delta T_{OA} = 1,44$ s spowodowało obniżenie obciążeń szczytowych sprzęgieł podatnych w obydwóch układach napędowych (rys. 9). Przy wariancie II obciążenia przenośnika zgrzebłowego nosiwem czas drugiej fazy rozruchu zawierał się w przedziale od 0,67 do 0,92 s (tabl. 1).

Zwiększenie obciążenia przenośnika nosiwem do wartości według wariantu IV wywołało wyraźne wydłużenie drugiej fazy rozruchu do około 2 s (tabi. 2).

przenośnika
rozruchu
podczas
podatnych
sprzęgieł
szczytowe
Obciążenia

zgrzebłowego

tRIII			6,13		3,68		8,83			3,81		5,75		7,54							
t _{RI} + t _{RII}	= t _R								0,12 + 0,86	= 0,98	1,41 + 0,67	= 2,08	2,08 + 0,92	= 3,00		0,12 + 1,25	= 1,35	1,44 + 0,81	= 2,25	2,08 + 0,80	= 2,88
A M/4/	4						1	I	1	1	1	1		1	1	1	I	1	ł		
$\Delta \mathrm{M}_{\mathrm{SPB}}^{/3/}$	4							1	1	1	I	1050	2,21		450 -	1,25	800	1,70	1175	2,08	
AM/2/	ц							550	0,61	1325	0,80	1325	0,74		725	0,37	1300	0,65	1350	0,67	
ΔM ^{/1} / BISB	4	8	1 004	0,12	425 f	0,12	1004	0,12	7	500 /	0,12	525 r	0,12	500 1	0,12						
$\Delta M/4/SPA$	¢	Т, n _o =	1	1	1	1	425	3,19	т, п _о =	I	1	1	1	1	1						
$\Delta M/3/$ SPA	4	osiwem I		1	1	ŀ	275	2,37	osiven I	675	0,92	750	2,10	1075	2,81						
$\Delta M_{SPA}^{/2/}$	сĻ	ženla no	500	+6*0	500	1,75	200	1,44	żenia no	175	0,31	225	1,30	275	1,37						
$\Delta M_{SPA}^{/1/}$	د,	ant obcią	175 Y	0,06	275	~0.75	-275	~0,81	ant obcią	225 Y	0,06	-275	~ 0*77	-275	~0,37						
ΔT_{OA}	[s]	Wari	0,12		1,41		2,08		Wari	, , ,	2 0	4.4. 6	‡ -	00							
Pomtar		0	64.0	0	0	0	- •			62 0 /	, F	IC•)	LL N	B 35							

Tablica 1



Rys. 7. Przebieg rozruchu przenośnika zgrzebłowego ze sprzęgłami podatnymi $(\Delta T_{OA} = 2,08 \text{ s, wariant II, n}_{O} = 3)$

Fig. 7. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA} = 2,08 \text{ s, variant II, } n_{O} = 3)$



Rys. 8. Przebieg rozruchu przenośnika zgrzebłowego ze sprzęgłami podatnymi $(\Delta T_{OA} = 2,08 \text{ s, wariant II, n}_{O} = 1)$

Fig. 8. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA} = 2,08 \text{ s, variant II, } n_O = 1)$







Fig. 9. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA} = 1,44 \text{ s, variant II, } n_O = 1)$

Przy $n_o = 3$ (stan stałego luzowania łańcuchów) w pierwszej fazie rozruchu stagnacja momentu obrotowego na wale sprzęgła podatnego w napędzie głównym wywołana jest obniżaniem się napięcia zasilania silnika w napędzie pomocniczym (rys. 10). Stagnacja tego momentu obrotowego zakończyła się dopiero z chwilą właczenia silnika napędu głównego. Przy $n_o = 1$ zjawisko stagnacji momentu obrotowego nie występowało (rys. 11), przez co rozruch trwał krócej i wynosił 3,27 s. W stanie nieluzowania łańcuchów faza porozruchowa była krótka i wynosiła 1,67 s, w odróżnieniu od trwającej 7,5 s w stanie stałego luzowania łańcuchów (rys. 10 i rys. 11). Porównanie pomiaru 6.15 (rys. 12) i pomiaru 7.11 (rys. 13) nie może być dokonane bezpośrednio ze względu na nieObciążenia szczytowe sprzęgieł podatnych podczas rozruchu przenośnika

zgrzebłowego

Tablica 2

	tRITI			6,89		7,50		7,32			6,54	,	1,67		7,44	
	t _{RI} + t _{RII}	н ра		0,12 + 1,95	= 2.07	1,40 + 1,95	= 3,35	2,56 + 1,95	= 4,51		0,12 + 1,69	= 1,81	1,40 + 1,87	= 3,27	2,25 + 2,00	= 4,25
	∆ ^{µ/4/} SPB	ц		1	1	ę	I	725	4,33		1	1	1	ł	925	3,56
	$\Delta M_{SPB}^{/3/}$	et 		I	I	850	5,11	1325	2,44		825	1,69	750	2,62	1250	2,19
	AM/2/ BPB	t t		750	0,94	1400	62*0	1450	16.0		800	0,37	1375	0,81	1325	0,81
	A M/1/ A SPB	ц	5	100	0,12	375 f	0,12	375 F	0,12	11	500 1	0,12	525 r	0,12	500 1	0,12
	∆ M(4/	t, t	² IV, ⁿ o	1	1	200	2,39	775	3,71	LU, BO	1	I	1	1	875	4,13
	$\Delta M_{SPA}^{/3/}$	¢	nosiwer	675	1,87	625	1,76	600	3,08	DOSIWED	- 700	1 ,05	700	3,15	1050	2,90
	A M/2/ SPA	44	ciążenia	575	0,75	125 5	1,07	225	1,70	ciążenia	550	0,68	750	2,04	225	1,54
	A MSPA	42	riant ob	187 f	0,06	-250	0,63	-275	0,75	riant ob	250 r	0,06	-275	0,49	-275	0,55
_	Δ T _{OA} [s]		Wa	0,12		07 7	1,40			181	070	1	07		30 0	C 1 4 0
	Pomiar			N	9	,c v					u C			1.01	11	•



Rys. 10. Przebieg rozruchu przenośnika zgrzebłowego ze sprzegłami podatnymi $(\Delta T_{OA}~=~1,40~s,~wariant~IV,~n_{o}~=~3)$

Fig. 10. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA}~=~1,40~s,~variant~IV,~n_{O}~=~3)$



Rys. 11. Przebieg rozruchu przenośnika zgrzebłowego ze sprzęgłami podatnymi $(\Delta T_{OA} = 1,40 \text{ s, wariant IV, } n_{O} = 1)$

Fig. 11. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA} = 1,40 \text{ s, variant IV, } n_O = 1)$



Rys. 12. Przebieg rozruchu przenośnika zgrzebłowego ze sprzęgłami podatnymi $(\Delta T_{UA} = 2,56 \text{ s, wariant IV, } n_o = 3)$

Fig. 12. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA}~=~2,56~s,~variant~IV,~n_{O}~=~3)$



Rys. 13. Przebieg rozruchu przenośnika zgrzebłowego ze sprzęgłami podatnymi $(\Delta T_{OA} = 2,25 \text{ s, wariant IV, } n_o = 1)$

Fig. 13. Course of the starting of a scraper conveyor with flexible couplings $(\Delta T_{OA}=2,25~{\rm s},~{\rm variant~IV},~n_{O}=1)$



Rys. 14. Wpływ niejednoczesnego włączenia silników napędowych w przenośniku ze sprzęgłami podatnymi na przebieg prędkości kątowych sprzęgieł $(\Delta T_{OA} = 0, 12 \text{ s})$

Fig. 14. The effect of not simultaneous starting of the driving motors in a conveyor with flexible couplings on the course of the angular velocity of the



Rys. 15. Wpływ niejednoczesnego włączenia silników napędowych w przenośniku ze sprzęgłami podatnymi na przebieg prędkości kątowych sprzęgieł (ΔT_{OA} = 1,40 s)

Fig. 15. The effect of not simultaneous starting of the driving motors in a conveyor with flexible couplings on the course of the angular velocity of the couplings ($\Delta T_{OA} = 1,40$ s)

jednakowy czas opóźnienia we włączeniu silnika napędu głównego. Mimo to widoczne jest większe obciążenie dynamiczne sprzęgła podatnego w napędzie głównym przy n_o = 1. Trzeci przyrost momentu wynosi 1050 Nm, a przy n_o = 3 tylko 600 Nm. W napędzie pomocniczym stan obciążenia sprzęgła w porównywanych pomiarach jest bardziej złożony. Pierwszy i czwarty przyrost momentu obrotowego jest większy w pomiarze 7.11, a drugi i trzeci przyrost momentu obrotowego na wale sprzęgła jest większy w pomiarze 6.15.

Wpływ niejednoczesnego włączenia silników napędowych na przebieg prędkości kątowych sprzęgieł (lub po uwzględnieniu przełożenia reduktora – bębnów łańcuchowych) podczas rozruchu przenośnika zgrzebłowego przedstawiono na przykładzie pomiarów 6.3 (rys. 14), 6.9 (rys. 15) i 6.15 (rys. 16). Drgania



Rys. 16. Wpływ niejednoczesnego włączenia silników napędowych w przenośniku ze sprzęgłami podatnymi na przebieg prędkości kątowych sprzęgieł $(\Delta T_{OA} = 2,56 \text{ s})$

Fig. 16. The effect of not simultaneous starting of the driving motors in a conveyor with flexible couplings on the course of the angular velocity of the couplings ($\Delta T_{CA} = 2,56$ s)

prędkości kątowej sprzęgła podatnego w napędzie głównym i pomocniczym silnie zależą od ΔT_{OA} . Dla $\Delta T_{OA} = 0,12$ s przebiegi prędkości kątowych sprzęgieł napędu głównego i pomocniczego przecinają się dwukrotnie, dla $\Delta T_{OA} = 1,40$ s trzykrotnie, a dla $\Delta T_{OA} = 2,56$ s aź pięciokrotnie. Wykresy prędkości kątowych nie mają charakteru ciągłego, ponieważ sporządzono je metodą pośrednią polegającą na odczytaniu z oscylogramów liczby obrotów sprzęgła w przedziale czasu.

1. WNIOSKI

 Sprzęgła podatne typu SPP- 100Z, którymi użytkownicy przenośników zgrzebłowych zastępują sprzęgła hydrokinetyczne, wykazują następujące zalety:
 tłumienie drgań skrętnych w układach napędowych,

- zdecydowanie łatwiejsza eksploatacja, transport (masa własna wynosi 62 kg w porównaniu ze 110 kg sprzęgła hydrokinetycznego) i montaż,
- wyższa sprawność układu napędowego,
- brak konieczności magazynowania cieczy roboczej,
- możliwość współdziałania z silnikami dwubiegowymi,
- mniejszy koszt użytkowania i wytwarzania.

Sprzęgła podatne nie zabezpieczają jednak układów napędowych przed przeciążeniem i nie mogą wyrównywać obciążeń pomiędzy silnikami napędowymi.

2. W przenośniku zgrzebłowym ze sprzęgłami podatnymi pierwszy przyrost momentu obrotowego na wale sprzęgła w napędzie pomocniczym posiada zawsze charakter nagły. Są to jednak wartości od 400 do 525 Nm występujące po czasie 0,12 s od chwili włączenia silnika.

 Podczas rozruchu przenośnika zgrzebłowego występują duże spadki napięcia zasilania silników asynchronicznych:

 od 12,5% do 15,0% spadku U_B w chwili włączenia silnika napędu pomocniczego,

- od 27,3% do 31,8% spadku⁻ U_A w chwili włączenia silnika napędu głównego,
- od 20,0% do 22,5% spadku⁻ U_B w chwili włączenia silnika napędu głównego.
W ruchu ustalonym przenośnika zgrzebłowego ze sprzęgłami podatnymi występuje jednakowe napięcie zasilania silnika w napędzie pomocniczym (550 V) oraz w napędzie głównym (512,5 V), bez względu na natężenie obiążenia nosiwem, stan napięcia łańcuchów i opóźnienie w niejednoczesnym włączeniu silników.

4. W przenośniku zgrzebłowym z napędem głównym i pomocniczym niedopuszczalne jest włączanie w pierwszej kolejności silnika w napędzie głównym, ponieważ w napędzie głównym występuje wówczas silne obciążenie dynamiczne tego napędu i wydłużenie czasu rozruchu przenośnika.

Z opóźnieniem należy włączyć silnik napędu głównego. Opóźnienie to nie powinno jednak przekraczać czasu Lc⁻¹, gdzie L jest długością przenośnika zgrzebłowego, zaś c prędkością propagacji fali sprężystej w gałęzi dolnej. W przeciwnym razie napęd pomocniczy znajdzie się w gorszym stanie dynamicznym aniżeli w przenośniku jednonapędowym, ponieważ silnik napędu pomocniczego wprawia dodatkowo w ruch układ napędowy niewłączonego napędu głównego.

5. Zwiększanie opóźnienia we włączaniu silnika napędu głównego wydłuża czas trwania trzeciej fazy rozruchu przenośnika zgrzebłowego oraz silnie zwiększa obciążenie dynamiczne układu napędowego napędu pomocniczego i łańcuchów w gałęzi dolnej.

6. Rozruch przenośników zgrzebłowych powinien odbywać się w stanie stałego luzowania łańcuchów, a ruch ustalony w stanie nieluzowania łańcuchów. Przy aktualnej konstrukcji przenośników zgrzebłowych zmiana stanu napięcia łańcuchów w czasie ruchu przenośnika nie jest możliwa. W związku z tym, zanim powstaną przenośniki zgrzebłowe z regulowanym napięciem wstępnym łańcuchów, w aspekcie łatwiejszego rozruchu zalecamy eksploatację przenośników zgrzebłowych w stanie stałego luzowania łańcuchów.

LITERATURA

- Dolipski M.: Dynamika górniczych przenośników zgrzebłowych. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., s. Górnictwo z. 177, 1989.
- [2] Dolipski M., Giza T., Osadnik J., Puchała W., Sobota P.: Stanowisko do badania zjawisk dynamicznych w górniczych przenośnikach zgrzebłowych. Intern. Conf.: Dynamics of Mining Machines. DYNAMACH'89. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., s. Górnictwo z. 181, 1989.
- [3] Dolipski M., Giza T., Osadnik J., Sobota P.: Przebiegi poboru mocy elektrycznej przez silniki ścianowego przenośnika zgrzebłowego. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., s. Górnictwo z. 186, 1990.
- [4] Dolipski M., Fober St., Giza T., Osadnik J., Sobota P.: Stanowisko do pomiarów drgań w przenośniku zgrzebłowym w warunkach dołowych. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., s. Górnictwo z. 186, 1990.
- [5] Antoniak J., Sikora W., Dolipski M., Osadnik J., Sobota P.: Rozruch ścianowych przenośników zgrzebłowych. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., s. Górnictwo z. 186, 1990.
- [6] Sikora W., Dolipski M., Giza T., Osadnik J., Sobota P.: Badania doświadczalne przenośników ścianowych ze sprzęgłami hydrokinetycznymi. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., s. Górnictwo (w druku).

[7] Dolipski M., Giza T., Sobota P., Osadnik J.: Bilans energetyczny przenośnika zgrzebłowego. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., s. Górnictwo (w druku).

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Adam KLICH

Wpłynęło do redakcji w maju 1991 r.

EXPERIMENTAL STUDIES ON A SCRAPER CONVEYOR WITH FLEXIBLE COUPLINGS

Abstract

The driving systems of scraper conveyors used in longwall excavations of hard coal mines differ from the standard systems supplied by the manufacturers. The users introduce changes of their own, dictated by their experience and intuition, consisting mainly in an increase of the power of the driving motors and an elimination of fluid couplings, and the introduction, in their place, of flexible couplings of the type SPP-100Z. All these manipulations are the search for a way facilitating the starting of the loaded scraper conveyor which is, at present, the basic problem to be solved.

Results of experimental studies of a scraper conveyor with main and ancillary drive supplied with flexible couplings SPP-100Z have been presented. The effect of the state of chain tension and intensity of loading with the material handled on the dynamics of the scraper conveyor has been demonstrated. Singular dynamic phenomena accompanying not simultaneous starting of asynchronous motors in the main and ancillary drive have been analyzed. The coruses of supply voltage and power consumption be the driving motors, and the courses of torque in output shafts of flexible couplings during the starting and in steady motion of a scraper conveyor, have been given. In the steady motion, the supply voltage in the main and ancillary drive is constant regardless of the loading with the material handled, the state of the chain tension and delay in notsimultaneous starting of the motors. During the starting, the voltage drops varied within 12,5% to about 32%. The motor of the main drive should be started with delay in relation to the ancillary one, which should not exceed $t = L \cdot c^{-1}$ (s). During the starting there occur increments of the torque, with their value and number being dependent on the initial tension of the chain and the loading with the material handled. The first increments are of a sudden character. The starting of scraper conveyors should take place in the state of a constant slackening of chains, and the steady motion - in the state of not-slackening.