

KAROL REICH

ANALIZA PRACY PRZENOŚNIKA TAŚMOWEGO TYPU TTS

Streszczenie. W artykule podano opis konstrukcji i zasadę pracy przenośnika taśmowego projektu autora. Przenośnik z taśmą bez końca pracuje w układzie "taśma - taśma - spąg" (TTS), przy czym taśma dolna ślizga się po spągu, zaś taśma górna stanowiąca nośnik urobku, bezpośrednio po taśmie dolnej. W dalszej części podano wyniki badań i prób nad doświadczalnym przenośnikiem typu TTS zbudowanym w ZKMPW Gliwice.

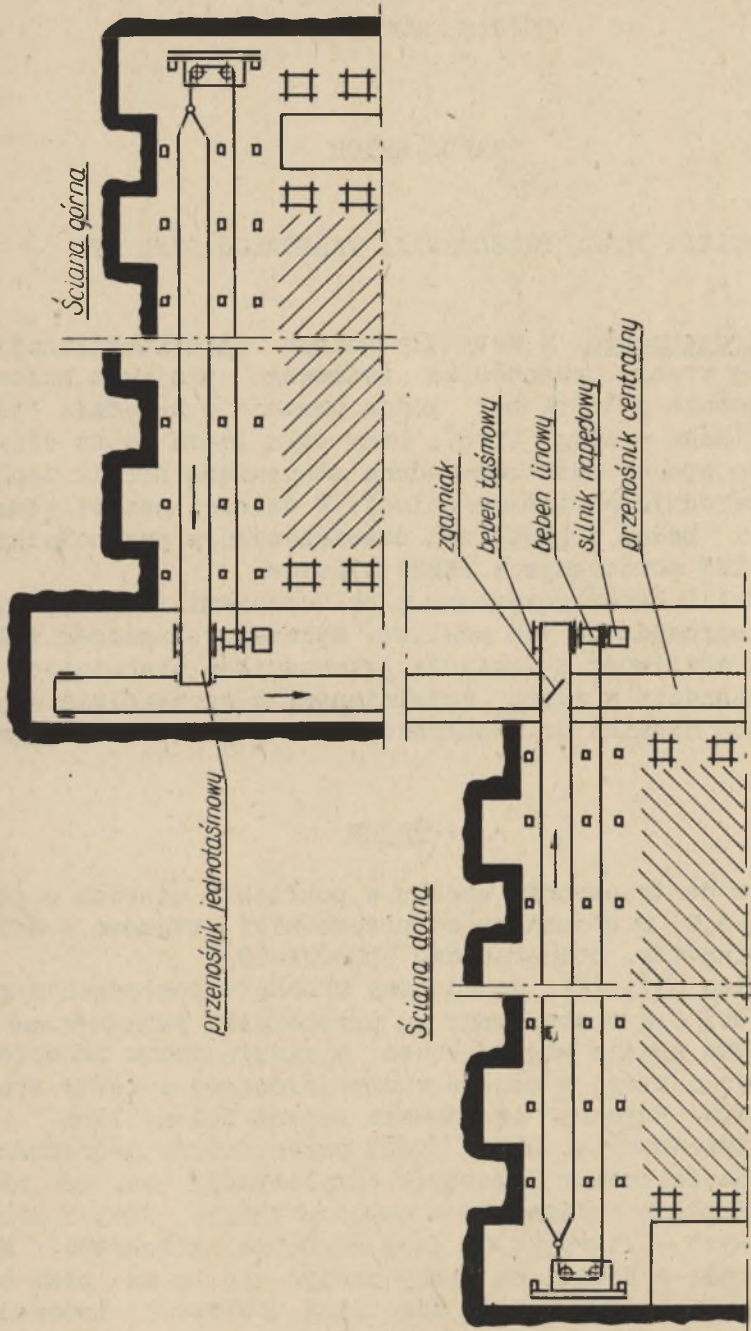
Wyniki badań porównano z obliczeniami teoretycznymi i przeprowadzono ich analizę. Wykazano słuszność założeń i możliwość stosowania przenośników pracujących na tej zasadzie w ruchu kopalnianym, a szczególnie w pokładach niskich do współpracy z kombajnami ścianowymi.

1. Wstęp

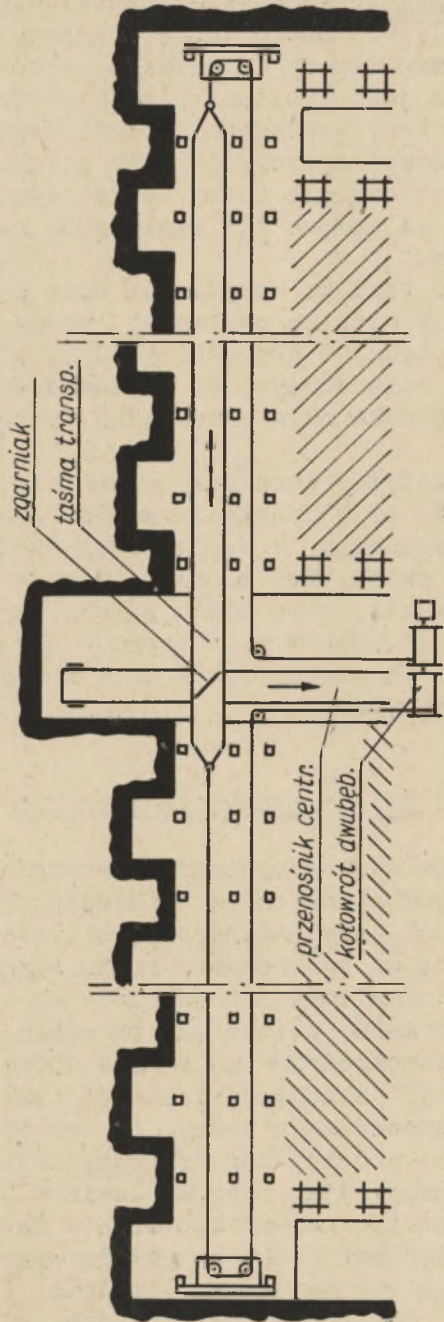
W Polsce do transportu urobku w pokładach niskich o grubości (0,6-1,0) m stosowane są przenośniki taśmowe z dolną taśmą roboczą tzw. dolnorobocze (DOROTA-60).

Za granicą [1], [2], do odstawy urobku w pokładach o grubości poniżej 0,6 m stosowane są przenośniki jednotaśmowe (w których taśma nawija się na bęben w czasie ruchu roboczego i odwija się z niego w czasie ruchu jałowego) i taśmy transportujące tzw. "dywany" przesuwane wzdłuż ściany lina.

Rys. 1 przedstawia układ dwóch przenośników jednotaśmowych przy dwuścianowym systemie eksploatacji pokładu niskiego. Przenośnik składa się z napędu, taśmy, liny i kraźników linowych - kierujących linę do bębna kołowrotu. Napęd składa się z bębna, na który nawija się taśma oraz bęben na linowego, na który nawija się lina stalowa. Ładowanie urobku odbywa się ręcznie, rozładowanie za pomocą zgarnia-



Rys. 1



Rys. 2

ka umieszczonego nad przenośnikiem centralnym. Przy przejściu do nowego pola roboczego taśmę przesuwają się liną prowadzoną przez krążek linowy umieszczony w nowym polu. Przekładka przenośnika jest prostsza niż przy przenośniku z dolną taśmą roboczą. Przy prowadzeniu eksploatacji pokładu systemem dwu ścian równoległych, jak to pokazuje rys. 2, przenośnik składa się z odcinka taśmy przeciąganej z jednej ściany do drugiej za pomocą lin stalowych, napędzanych koło wrotem dwubębnowym.

Przy stosowaniu takiego urządzenia obie ściany muszą mieć jednakowy postęp. W niskich pokładach można również używać krótkich odcinków taśmy o długości 5-10 m, które łącznie z lekkim kołowrotem mogą służyć do transportu materiałów, przewozu ludzi, do dokonania przekładki przenośnika i innych prac.

Zastosowano również przenośnik jednotaśmowy w ścianie zmechanizowanej [2] przy urabianiu węgla kombajnem "Hlubinak". W czasie wykonania 1 cyklu pracy ściany przenośnik wykonuje 25 cykli pracy, zaś kombajn pracuje z przerwami.

Powyższe urządzenia, mimo wielu zalet, mają tę zasadniczą wadę, że pracują ruchem wahadkowym - dają więc przerywaną strugę węgla. To powoduje, że nie znalazły szerszego zastosowania w przemyśle.

2. Opis przenośnika typu TTS

W wyniku studiów nad opracowaniem przenośnika dla zmechanizowanych ścian kombajnowych w pokładach niskich kopalń ROW, autor opracował oryginalny projekt przenośnika taśmowego bez trasy z taśmą bez końca o ruchu ciągłym.

W przenośniku taśma dolna (podobnie jak w przenośniku dolnoroboczym DOROTA-60) ślizga się po spagu, zaś taśma górna przesuwają się bezpośrednio po taśmie dolnej. Przenośnik składa się ze stacji napędowej i stacji zwrotnej - nie ma trasy nośnej dla prowadzenia taśmy. W ten sposób uzyskano przenośnik o bardzo prostej konstrukcji, znikomej wysokości i ciągłym ruchu taśmy. Rys. 3 przedstawia w formie wykresu wyniki analizy teoretycznej przenośnika w układzie "taśma - taśma - spąg" z napędami dwubębnowymi na wysypie i zwrotni, w którym bębny mogą być napędzane wspólnie (jeden silnik, bębny sprzężone), lub indywidualnie (dwa silniki napędza-

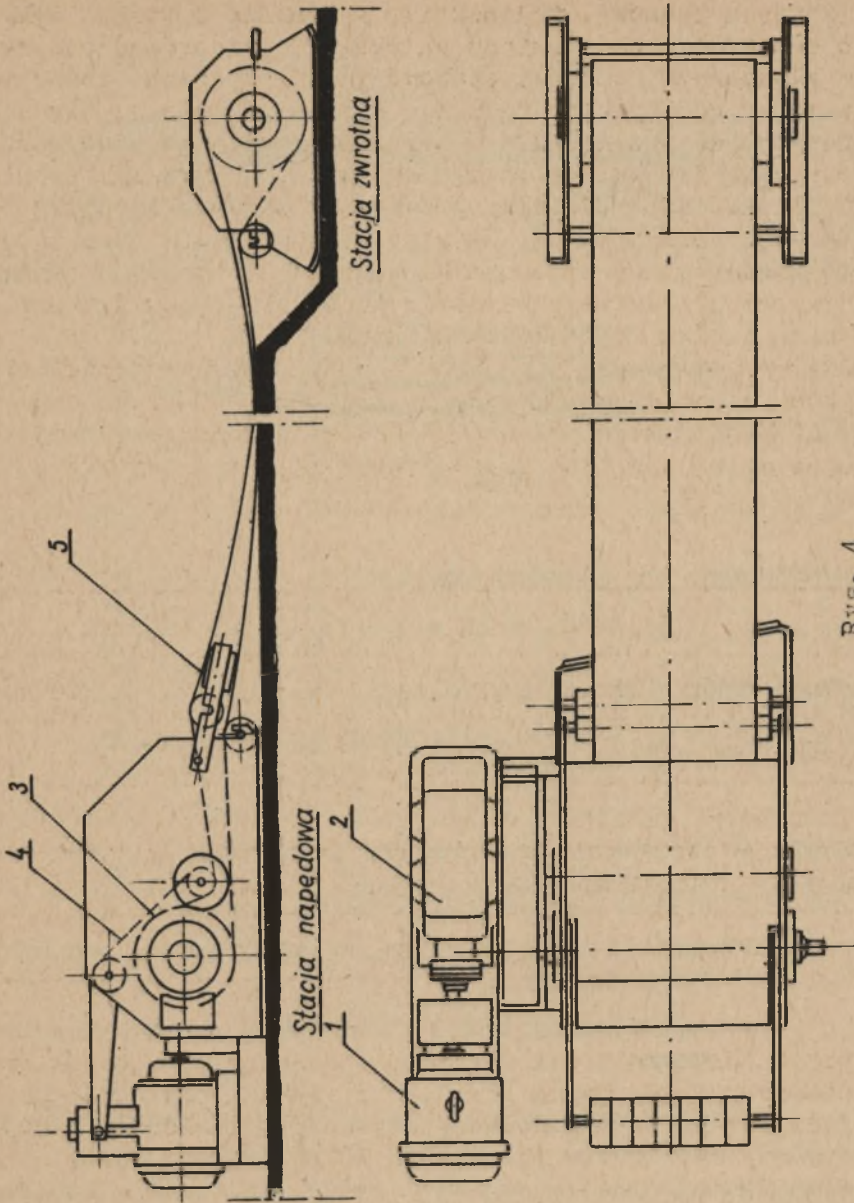
jące każdy z bębnow). Obliczenia, w oparciu o które wykreślono nomogram przedstawiony na rys. 3, przeprowadzono zgodnie z klasycznymi wzorami stosowanymi w napędach taśmowych dla założeń podanych na rysunku. Wykres pozwala na określenie parametrów przenośnika w zależności od jego długości. Na podstawie projektu opracowanego przez autora wykonano w ZKMPW Gliwice doświadczalny przenośnik taśmowy typu TTS o konstrukcji uproszczonej, którego głównym celem było sprawdzenie zasady pracy przenośnika w układzie "taśma - taśma - spąg" oraz ustalenie parametrów konstrukcyjnych dla prototypu przenośnika do pokładów niskich.

Przy opracowywaniu konstrukcji przenośnika doświadczalnego wykorzystano elementy typowe przenośników produkowanych w kraju. Konstrukcję przenośnika doświadczalnego przedstawia rys. 4, a dane techniczne podane są w tabelicy 1.

Tabelica 1

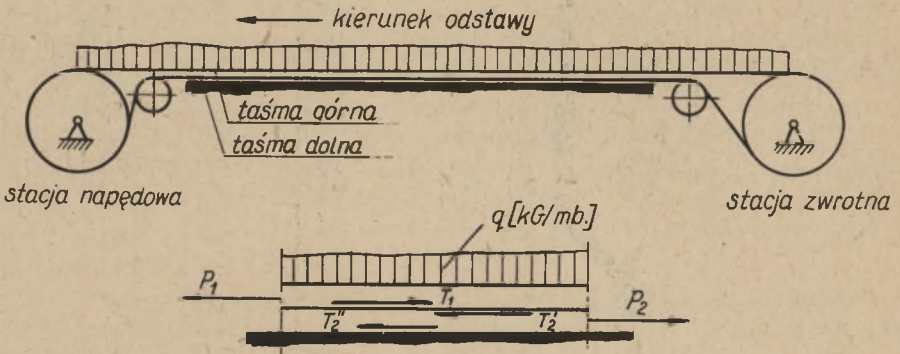
Wydajność	25 T/godz.
Prędkość taśmy (bezwzględna)	0,5 m/sek. i 1,06 m/sek
Długość przenośnika	50 m
Moc nominalna silnika	10 kW
Prędkość obrotowa silnika	980 min ⁻¹
Szerokość taśmy	650 mm

Sposób obliczenia sił tarcia i jednostkowych oporów ruchu podaje rys. 5. Taśma górna, obciążona urobkiem i przesuwająca się po taśmie dolnej, daje na powierzchni styku jednostkowy opór ruchu T_1 . Taśma dolna, przesuwająca się względem taśmy górnej i względem spągu, daje na powierzchniach styku opór ruchu T_2 , który jest sumą oporów ruchu taśmy dolnej względem taśmy górnej i spągu.



Rys. 4

1 - silnik napędowy, 2 - przekładnia, 3 - bęben napędowy, 4 - taśma dźwiskowa, 5 - oczyszczacz taśmy



Rys. 5

Jednostkowy opór ruchu taśmy górnej:

$$T_1 = (q + q_t) f_1$$

Jednostkowy opór ruchu taśmy dolnej:

$$T_2 = T_2' + T_2'' = (q + q_t) \cdot f_1 + (q + 2 q_t) \cdot f_2$$

gdzie:

q kG/mb - obciążenie przenośnika urobkiem,

q_t kG/mb - ciężar jednostkowy taśmy,

f_1 - współczynnik oporu ruchu taśmy górnej względem taśmy dolnej,

f_2 - współczynnik oporu ruchu taśmy dolnej względem spągu,

η_m - sprawność mechaniczna układu napędowego przenośnika.

Moc silnika do napędu przenośnika o długości L (m) i prędkości bezwzględnej taśmy v ($\frac{m}{sek}$) obliczono orientacyjnie z wzoru:

$$N = \frac{(P_1 + P_2) \cdot L \cdot v}{102 \cdot \eta_m} \quad (\text{kW})$$

gdzie:

P_1 i P_2 - siły czynne ciągnące taśmę.

Do obliczeń mocy silnika napędowego przenośnika doświadczalnego TTS przyjęto:

$q = 14,0$ kG/mb - obciążenie jednostkowe taśmy,

$q_t = 8,8$ kG/mb - dla taśmy o szerokości 650 mm z 6 przekładkami,

$L = 50$ m - długość przenośnika,

$v = 0,5$ m/sek - prędkość bezwzględna taśmy,

$\eta_m = 0,8$ - sprawność mechaniczna układu napędowego przenośnika,

$f \cong f_1 \cong f_2 \cong 0,5$ - średni współczynnik oporu ruchu taśm.

Uwaga: Współczynnik oporu ruchu przyjęto orientacyjnie przypuszczając, że opór ruchu taśm po sobie i taśmy dolnej po spągu będzie mniejszy od współczynnika tarcia gumy po spągu. Zmniejszenie oporów ruchu jest możliwe dzięki powstaniu warunków tarcia potoczysatego, w wyniku dostawania się między ruchome elementy miazki węglowej i kawałków węgla.

Po wstawieniu wartości liczbowych otrzymuje się:

$$N = \frac{(3q+4q_t)f \cdot L \cdot v}{102 \eta_m} = \frac{(3 \cdot 14 + 4 \cdot 8,8) \cdot 0,5 \cdot 50 \cdot 0,5}{102 \cdot 0,8} = 11,8 \text{ kW}$$

3. Badania ruchowe i pomiary

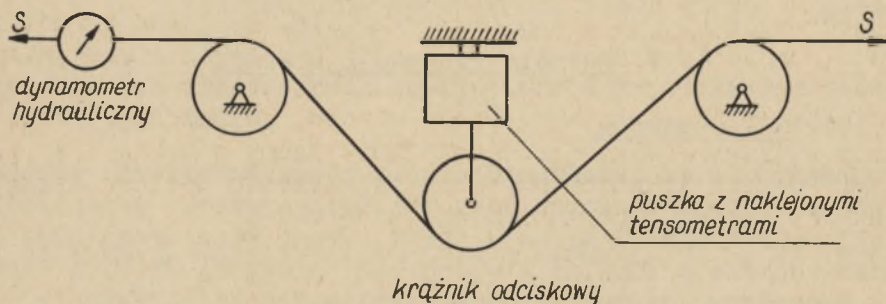
3.1. Cel pomiarów

Głównym celem badań na I etapie było sprawdzenie założeń i obliczeń teoretycznych oraz możliwości pracy przenośnika w układzie "taśma - taśma - spąg". Drugi etap przewiduje badania ruchowe w kopalni w warunkach dołowych. Próby i badania prowadzono na Centralnych Zwałach Kopalni "Walenty - Wawel" w Rudzie Śląskiej [3].

Przeprowadzono następujące pomiary:

1. Pomiar poboru mocy silnika napędowego przy różnych prędkościach, na biegu luzem i pod obciążeniem.
2. Pomiar temperatury taśmy i ewentualne ustalenie granicznej prędkości ze względu na grzanie i opory ruchu przenośnika.
3. Pomiar sił w taśmie w pobliżu napędu.
4. Zbadanie wpływu naciągu wstępnego na bieg taśmy, pracę napędu i zapotrzebowanie mocy.
5. Pomiar poboru mocy silnika na pokonanie oporów ruchu stacji napędowej i zwrotni.
6. Określenie wpływu ciężaru obciążnika urządzenia dociskowego na efektywność pracy bębna napędowego.
7. Zbadanie możliwości pojawienia się ładunku elektrycznego na taśmie.
8. Obserwacja pracy napędu i zachowania się taśmy.
9. Chromometraż poślizgu taśmy na bębnie napędowym.

Do przeprowadzenia pomiarów użyto następujących aparatów pomiarowych: watomierz typu Goerz kl.2,5 dynamometry tensometryczne, rejestrator trójkanałowy, dynamometry hydrauliczne, akcesoria pomocnicze.



Rys. 6

3.2. Wyniki pomiarów

Pomiar mocy silnika napędowego. Pomiarzy prowadzono przy prędkościach bezwzględnych ruchu taśmy 0,5 i 1,06 m/sek, na biegu luzem i przy różnych obciążeniach. Wyniki pomiarów przedstawia tablica 2 i wykres rys. 7. Rys. 8 i 9 przedstawiają diagramy poboru mocy przy różnych obciążeniach taśmy węglem i prędkości 0,5 m/sek. Rys. 10 przedstawia diagramy poboru mocy przy prędkości 1,06 m/sek.

Pomiar temperatury taśmy. Temperatura taśmy po 6 godz. nie przerwanej pracy na biegu luzem i $v = 0,5$ m/sek wynosiła 19°C , i była niższa od temperatury kawałka taśmy eksponowanego na słońcu. Po około 3 godz. pracy przenośnika przy $v = 1,06$ temperatura taśmy nie uległa podwyższeniu.

Pomiar sił w taśmie w pobliżu napędu. Schemat układu pomiarowego pokazano na rys. 6, zaś wyniki pomiarów na rys. 7.

Zbadanie wpływu naciągu wstępnego na bieg taśmy, prace na pędzie i zapotrzebowanie mocy. Do zwrotni zamocowano dwa dynamometry hydrauliczne, przy pomocy których mierzono siłę naciągu taśmy rejestrując jednocześnie pobór mocy. Wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 7.

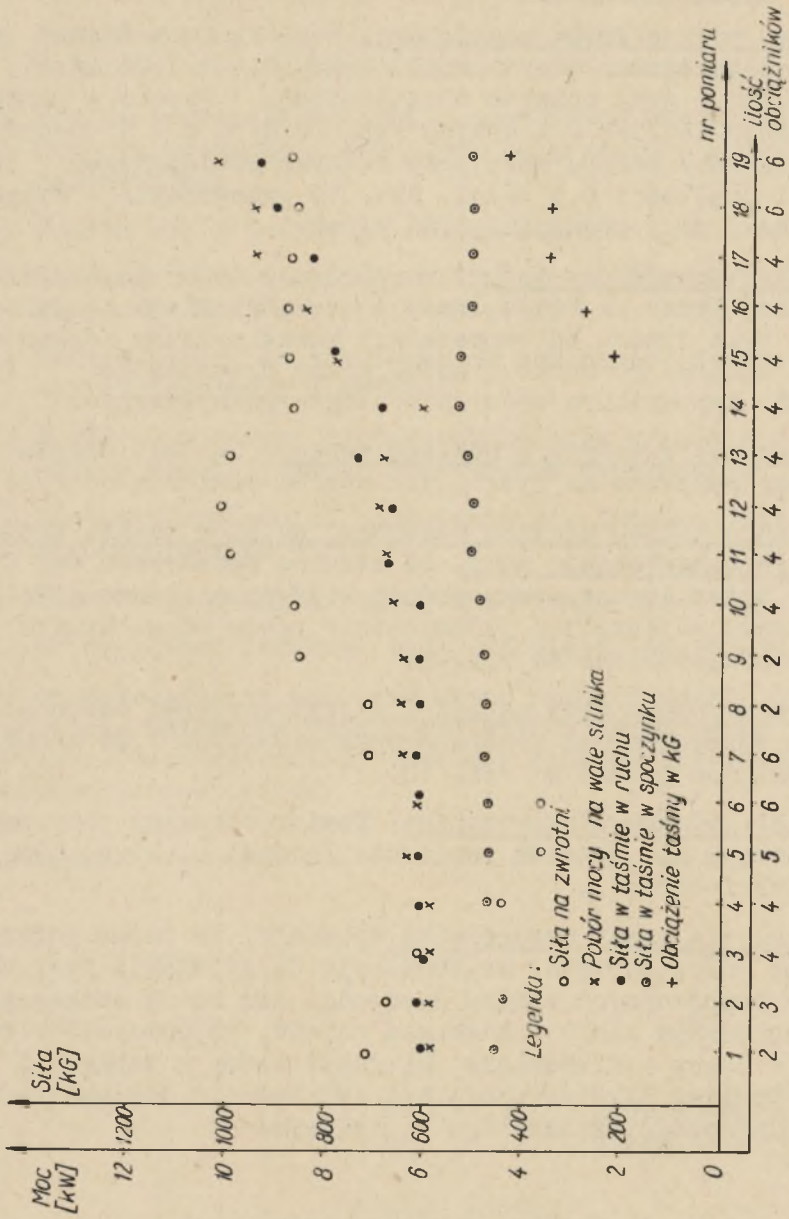
Pomiaru poboru mocy napędu i stacji zwrotnej dokonano po zdjęciu taśmy. Pomiar wykonano przy szybkości 1,06 m/sek. Wyniki pomiarów podano na rys. 10.

Pomiar ładunku elektrycznego. Pomiar dokonany przy pomocy elektroskopu nie wykazał powstania ładunku elektrycznego na powierzchni taśmy.

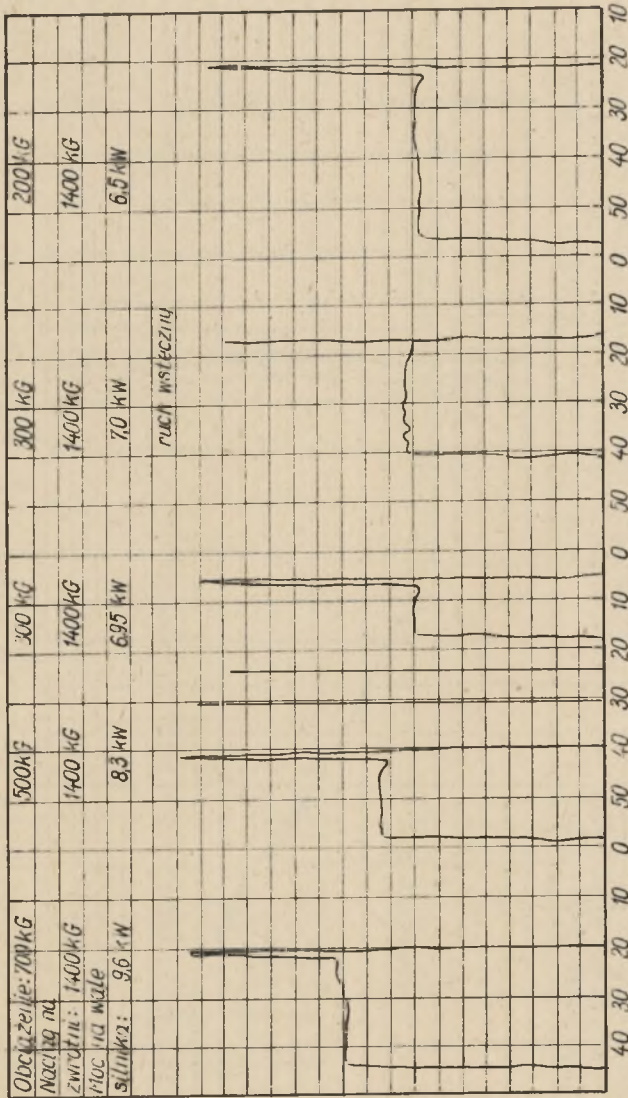
Obserwacja pracy przenośnika wykazała, że taśma górna, ja ko stale mniej napięta, ma tendencję do zbiegania przy nachyleniach poprzecznych spągu. Wysuwanie się taśmy dolnej powoduje zabieranie miazgu w kierunku napędu, co powoduje zaburzenia w pracy - mianowicie zbieganie taśmy z bębna i poślizg. Poślizg likwidowano przez zwiększenie docisku taśmy do bębna napędowego urządzeniem dociskowym.

4. Analiza wyników pomiarowych

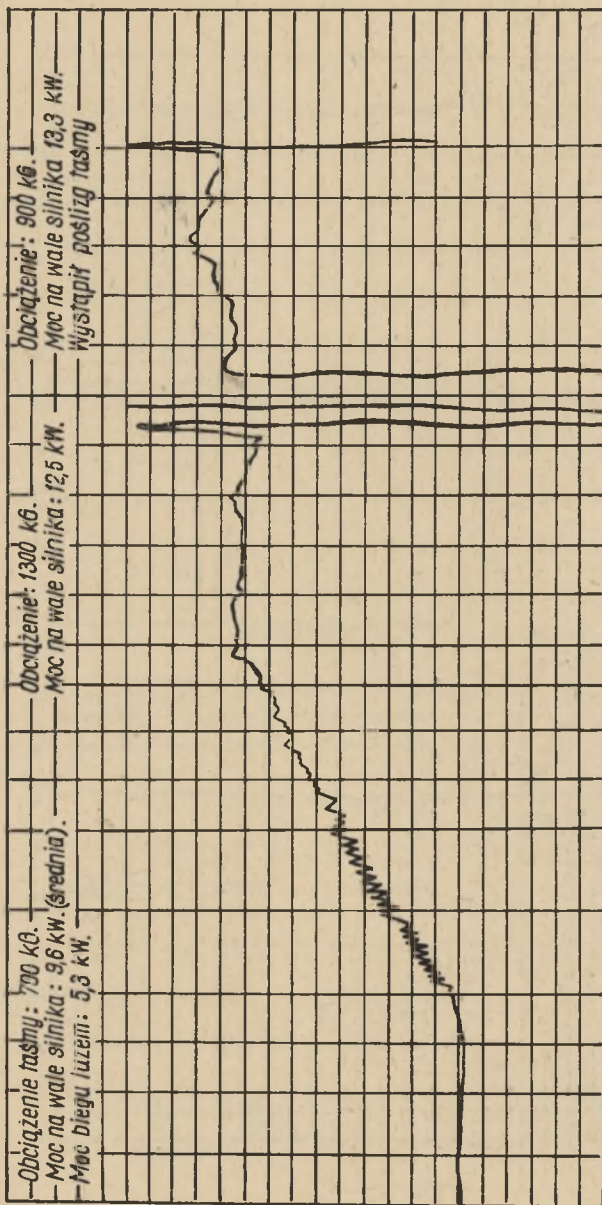
Przy obciążeniu przenośnika $q = 14$ kG/mb moc na wale silnika kształtuje się w granicach 10 kW, co wskazuje, że



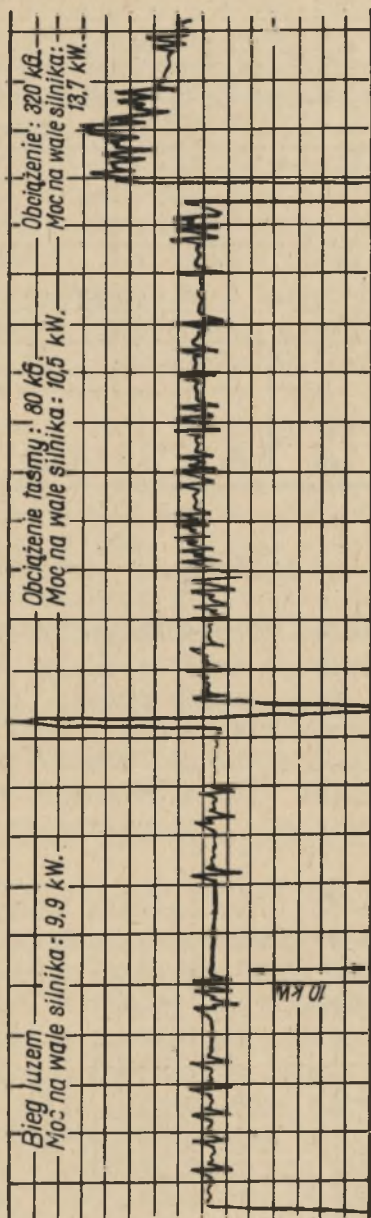
Rys. 7



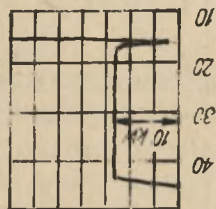
Rys. 8



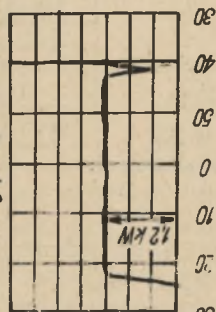
Rys. 9



Pobór mocy przez przekładnię: 0,5 kW.



Pobór mocy przez napęd: 0,66 kW.



RYS. 10

Tablica 2

	Prędkość taśmy $v = 1,06$ m/sek.						
	Obciążenie układu przenośnika w T/godz.						
	Q = 0		Q = 6,0			Q = 25	
Moc na wale silnika w kW	9,9		10,5			13,7	
	Prędkość taśmy $v = 0,5$ m/sek						
	Obciążenie układu przenośnika w T/godz.						
	Q=0	Q=7	Q=11,0	Q=18	Q=25	Q=32,5	Q=47
Moc na wale silnika w kW	5,3	6,5	7,0	8,3	9,6	13,3	12,5

pobór mocy jest nieco mniejszy od obliczonej orientacyjnie wartości 11,8 kW.

Potwierdzone zostało założenie, że współczynnik oporu ruchu taśm po sobie będzie mniejszy od współczynnika tarcia gumy po gumie. Wynika to stąd, że w czasie pracy pomiędzy taśmą i taśmą dolną a spąg dostają się drobne kawałki węgla i miazgi, które tocząc się stwarzają warunki tarcia potoczystego. Po podniesieniu taśmy można było obserwować uszeregowane "elementy toczne" ułatwiające przesuwanie się taśmy po taśmie i taśmę po spągu.

Pobór mocy w funkcji prędkości i obciążenia taśmy wymaga dokonania dokładnych pomiarów, ponieważ zależność ta nie jest liniowa. Wynika to stąd, że wraz z prędkością zmieniają się warunki tarcia potoczystego, a ponadto prędkości względne ruchu taśmy górnej i dolnej są różne. Dokładne przeprowadzenie pomiarów i ustalenie zależności $N = f(v, Q)$ z uwagi na brak napędu o zmiennym przełożeniu, było niemożliwe. Siła statyczna w taśmach od naciągu zwrotni (mierzona przy napędzie), jest z reguły wyższa w taśmie dolnej. Zmiany tej siły w zależności od różnych naciągów zwrotni nie dadzą się ująć w prostą zależność na skutek histerezy taśm, wzajemnego oddziaływania taśm przy wydłużaniu, nacisku taśmy górnej na dolną i zaczepianiu niłosów o spąg. Wyniki pomiarów wykazały, że naciąg na zwrotni nie ma większego wpływu na pracę napędu.

Pobór mocy przy różnych naciągach zwrotni, jest praktycz- nie stały. Stosunkowo duże opory ruchu taśmy wystarczają do uzyskania koniecznych naciągów w taśmie nabiegającej na bę- ben i zbiegającej z bębna. W miarę wydłużania przenośnika oddziaływanie zwrotni na napęd jest coraz mniej uchwytne.

Pomiary i obserwacje wykazały, że taśmy nie mają skłon- ności do grzania się. Wynika to stąd, że warstwa miazgi między taśmami ułatwia wymianę ciepła z otoczeniem. Tak samo ujemne wyniki dał pomiar ładunku elektrycznego taśmy. Taśma i złącze nilosowe po blisko 80 godzinach pracy nie wykazały nadmiernego zużycia.

Wnioski

1. Próby i pomiary wykazały słuszność założeń projekto- wych i możliwość stosowania przenośników z taśmą bez końca w układzie "taśma - taśma - spąg" w ruchu kopalnianym.

2. Rozwiązanie konstrukcyjne stacji napędowej powinno za- wierać przewidziany w projekcie napęd dwubębnowy, który po- zwoli na:

- a) zwiększenie długości przenośnika,
- b) zlikwidowanie taśmy dociskowej i poślizgów taśmy na bębnie,
- c) zwiększenie kąta opasania bębnow napędowych,
- d) zmniejszenie wstępnego naciągu taśm i sił w taśmie,
- e) wyeliminowanie zjawiska gromadzenia się miazgi węgl- owego, na stacji napędowej przy odpowiedniej konstruk- cji urządzeń oczyszczających.

3. Dalsze poprawienie efektywności napędu można uzyskać drogą zwiększenia współczynnika tarcia taśmy o bęben przez stosowanie na bębnach okładzin z tworzywa sztucznego typu PCV o dużym współczynniku sprzężenia ciernego.

4. Proponuje się, aby drugi etap badań (badania ruchowe) przenośnika z taśmą bez końca w powyższym układzie przepro- wadzić na przenośniku "Dorota-60", po zlikwidowaniu kraźni- ków nośnych taśmy górnej i ułożeniu jej na taśmie dolnej. Pozwoli to na szybkie uzyskanie wyników badań bez koniecz-

ności budowy nowego przenośnika. Badania prowadzić przy zmiennej prędkości taśmy celem ustalenia zależności $N=f(v, Q)$.

5. Przy dłuższym przenośniku należy końce taśmy łączyć przez wulkanizację, celem zwiększenia wytrzymałości złącza na zerwanie.

6. Wydaje się celowe i możliwe zastosowanie przenośników typu TTS w różnego rodzaju urządzeniach transportowych, takich jak: podawarki, krótkie przenośniki w ładowarkach itp.

LITERATURA

- [1] Karl Blank: "Erfahrungen beim Abbau dünner Flöze". Glück auf 1957 r.
- [2] Edwin Bartos: "Tezeni jednou vetvi pasu w porubech slabych sloji mine uklononych". Uhli 1957 r.
- [3] ZKMPW - Zakład Badań: Sprawozdanie z badania przenośnika doświadczalnego dla niskich pokładów typu TTS.

ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ РАБОТЫ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА ТИПА ТТС

Резюме

В настоящей статье даётся конструкция и режимы работы ленточного конвейера запроектированного автором. Конвейер с бесконечной лентой работает в системе лента - лента - почва (ТТС), причём нижняя лента скользит по почве, в верхняя лента являющаяся транспортирующим элементом полезного ископаемого скользит не посредственно по нижней ленте. В дальнейшем приведены результаты исследования над опытным конвейером типа ТТС произведенным З.К.М.П.В.-г. Гливице.

Результаты исследований сопоставлены с теоретическими расчётами и проведён их анализ, который подтверждает правильность положений и надёжность работы конвейеров работающих по этому принципу в условиях шахтного транспорта, особенно при добыче угля с пластов малой мощности при взаимодействии с комбайном работающим на лаве.

ANALYSE DES BANDFÖRDERERS TYP TTS

Zusammenfassung

Im vorstehenden Artikel werden Aufbau und Arbeitsweise eines Bandförderers nach dem Projekt des Autors erläutert. Diese Förderanlage arbeitet mit endlosem Band nach dem Prinzip "Band - Band - Sohle" (ohne Tragrollen). D.h. der Untergurt bewegt sich längst der Sohle, während der Obergurt, welcher das Födergut trägt, unmittelbar auf dem Untergurt läuft.

Im weiteren Verlauf des Artikels werden Ergebnisse von durchgeführten Proben, an dem vom Konstruktionsbüro ZKMPW-Gliwice entwickelten Versuchstyp TTS angeführt. Es werden die Untersuchungsergebnisse mit den Projektions-Berechnungen verglichen und deren Analyse angegeben. Die dabei erlangten Ergebnisse stimmen mit den zur Grunde gelegten Projektionsdaten überein und weisen auf die Möglichkeit eines Einsatzes des Bandförderers im Grubenbetrieb hin, im Besonderen, aber, in Zusammenarbeit mit Schrämlader beim Abbau dünner Flöze.