ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1980

Seria: GÓRNICTWO z. 104 Nr kol. 640

Henryk KOSTRZEWA

UKŁAD BADAWCZY DO BADAŃ OPORU TARCIA TOCZNEGO TAŚMY PRZENOŚNIKOWEJ Z UWZGLĘDNIENIEM JEJ TEMPERATURY)

Streszczenie. W artykule przedstawiano przesłanki badań oporu tarcia tocznego taśmy przenośnikowej z uwzględnieniem jej temperatury*). Opisano układ badawczy do badań oporu tarcia tocznego taśmy przenośnikowej oraz jego zespoły składowe. Przedstawiono zastosowane w stanowisku badawczym metody pomiarowe. Podano wzory analityczne umożliwiające wyznaczenie wartości wielkości pomiarowych.

1. PRZESŁANKI BADAŃ OPORU TARCIA TOCZNEGO TAŚMY PRZENOŚNIKOWEJ Z UWZGLĘDNIENIEM JEJ TEMPERATURY

Z przedstawionego w pracy doktorskiej [4] przeglądu ważniejszych teorii tarcia tocznego przy toczeniu sztywnego walca po materiale lepkosprężystym wynika, że tarcie to jest głównie skutkiem strat histerezowych występujących w tym materiale. W nawiązaniu do tarcia tocznego występującego w przenośniku taśmowym (działa między krążnikami nośnymi a taśmą przenośnikową), krążnik nośny w porównaniu z taśmą przenośnikową można traktować jako sztywny walec, natomiast taśma jest niejednorodnym i anizotropowym ciałem lepkosprężystym. Tak więc o tarciu tocznym występującym w strefie kontaktu krążnika nośnego i taśmy przenośnikowej decydują jej własności lepkosprężyste.

W związku z powyższym składową sumarycznego oporu ruchu taśmy, wynikającą z jej omawianej właściwości fizykalnej, można nazwać oporem tarcia tocznego taśmy przenośnikowej przy współpracy z krążnikami nośnymi. W artykule opór ten będzie nazywany także oporem tarcia tocznego taśmy przenośnikowej lub krótko oporem tarcia tocznego. Tę składową sumarycznego oporu ruchu taśmy w literaturze krajowej określa się jako opór wgniatania bieżnika w płaszcz krążnika [1] [1k]. Proponowana nomenklatura tego oporu ruchu taśmy przedstawia wyraźnie jego fizykalną przyczynę.

Jak stwierdzono powyżej, tarcia toczne przy toczeniu sztywnego walca po materiale lepkosprężystym jest głównie wynikiem strat histerezowych w

*) Ściśle badania dotyczą wpływu objętościowej temperatury taśmy na opór tarcia tocznego. W artykułach autora przyjęto dla uproszczenia określenie "temperatura taśmy" [6].

tym materiale. Wobec tego zależność strat histerezowych przy toczeniu od temperatury materiału lepkosprężystego określa pośrednio wpływ tej wielkości fizykalnej na opór tarcia tocznego taśmy przenośnikowej.

Jedną z przesłanek przeprowadzenia badań oporu tarcia tocznego taśmy przenośnikowej z uwzględnieniem temperatury był wniosek otrzymany z pracy teoretycznej Bueche i Floma [3]. Autorzy na podstawie rozwiązań teoretycznych dotyczących tarcia tocznego przy toczeniu sztywnego walca po materiale lepkosprężystym doszli do wniosku, że tarcie to zależy od temperatury materiału lepkosprężystego w tym stopniu, w jakim straty histerezowe są zależne od tej wielkości fizykalnej. Należy zaznaczyć, że suma strat energii odkształcenia (straty histerezowe) podczas zmiennej deformacji materiału lepkosprężystego jest znaczna i zależy wyraźnie od jego temperatury [5].

W celu wyznaczenia zależności strat histerezowych gumy okładkowej taśmy przenośnikowej od temperatury autor wykonał badania za pomocą elastometru Schoba. Badania przeprowadzono w zakresie temperatury 263 ÷ 303 K zgodnie z normą [12]. Różnica wysokości upadku i odbicia wahadła elastometru Schoba od powierzchni próbki materiału lepkosprężystego charakteryzuje straty energii odkształcenia na histerezę [7]. Jako miarę strat histerezowych przyjęto wyrażenie:

$$s = \frac{h_{spd} - h_{odb}}{h_{spad}}$$

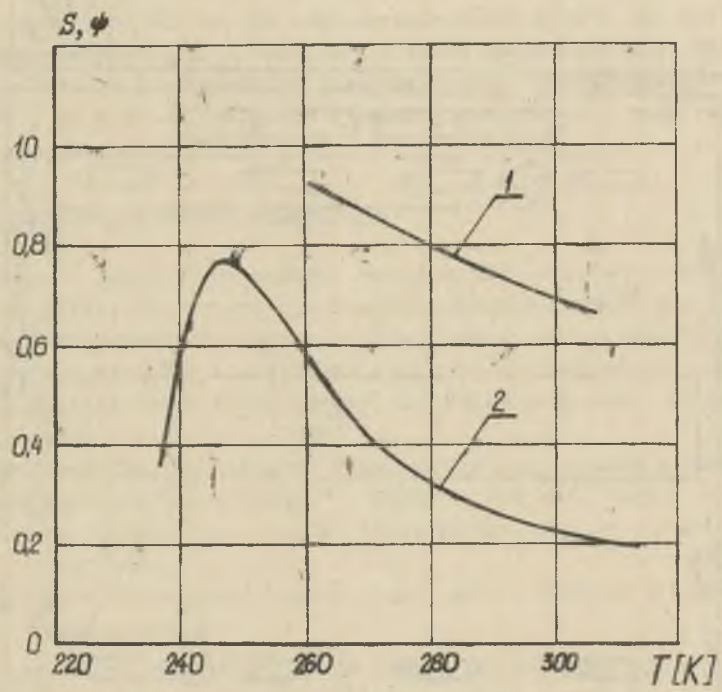
gdzie:

h_{odb} - wysokość odbicia wahadła od powierzchni próbki,
h_{spd} - wysokość spadku wahadła na powierzchnię próbki.

Wysokość odbicia wahadła malała w miarę obniżania temperatury próbki gumy okładkowej. Uzyskane wyniki badań przedstawiano na rys. 1 (krzywa 1). Z wykresu wynika, że straty energii odkształcenia na histerezę gumy okładkowej wyraźnie rosną w miarę obniżania jej temperatury.

Znaczną zależność strat histerezowych gumy od jej temperatury potwierdzają badania opisane w publikacji [2]. Badania przeprowadzono za pomocą przyrządu Aleksandrowa-Gajewa, wyznaczając współczynnik histerezy metodą pętli histerezy. Otrzymany charakter zależności współczynnika histerezy od temperatury przedstawiano na rys. 1 (krzywa 2). W zakresie temperatury 245÷303 K zależność ta jest jakościowo podobna jak dla gumy okładkowej taśmy przenośnikowej (krzywa 1).

Z przebiegu zależności współczynnika histerezy od temperatury wynika, że poniżej temperatury 245 K wartość tego współczynnika maleje. Ogólnie, poniżej temperatury odpowiadającej maksimum współczynnika histerezy guma traci własności elastomeru i przechodzi w stan szklisty, charakteryzujący się dużą sztywnością.



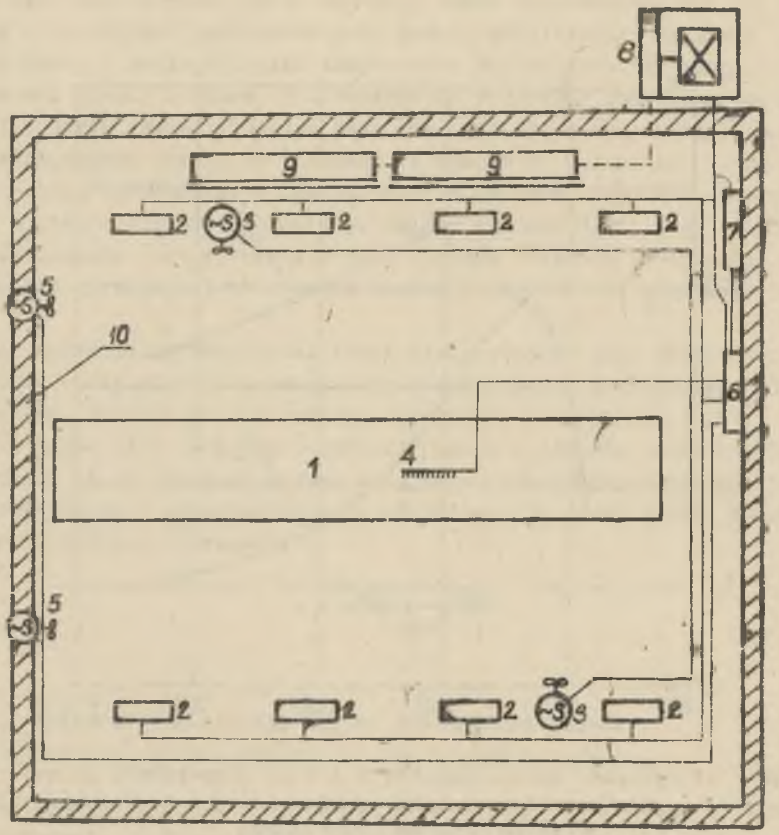
Rys. 1. Zależność współczynników s i ψ od temperatury gumy:
1 - s = f(T) wyznaczone elastometrem Schoba, 2 - ψ = f(T) wyznaczone przyrządem Aleksandrowa-Gajewa

2. OPIS UKŁADU BADAWCZEGO I METODY POMIARU OPORU TARCIA TOCZNEGO TAŚMY PRZENOŚNIKOWEJ

2.1. Komora stabilizacji temperatury

Przeprowadzenie badań oporu tarcia tocznego w zależności od temperatury taśmy w zakresie 263 ÷ 303 K wymaga umieszczenia stanowiska pomiarowego w komorze o regulowanej i stabilizowanej temperaturze. W tym celu w Instytucie Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej wykonano wg projektu autora komorę stabilizacji temperatury o wymiarach 6 x 6 x 3 m, którą przedstawiano schematycznie na rys. 2.

Ściany pomieszczenia wyłożono płytami styropianowymi o grubości 15 cm, natomiast sufit pokryto płytami z tego samego tworzywa o grubości 6 cm. Tworzywo to zastosowano ze względu na jego bardzo mały współczynnik przewodności cieplnej. Zastosowanie w komorze stabilizacji temperatury tego rodzaju izolacji cieplnej oraz układu ogrzewczego i chłodniczego pozwala uzyskać założony zakres temperatur około 263÷303 K.



Rys. 2. Komora stabilizacji temperatury:
1 - stanowisko badawcze, 2 - termowentylatory, 3 - wentylatory, 4 - termometr kontaktowy, 5 - wentylatory, 6 - układ sterowania, 7 - tablica zasilająca, 8 - agregat chłodniczy, 10 - wykładzina styropianowa

Na środku komory ustawione jest stanowisko (1) do badań oporu tarcia tocznego. Uzyskanie w komorze temperatur w zakresie około 293÷303 K jest możliwe dzięki zastosowaniu układu grzewczego, składającego się z termowentylatorów (2), które są ustawione symetrycznie względem stanowiska badawczego. Zakres temperatur około 263÷283 K osiąga dzięki zastosowaniu układu chłodniczego. Układ chłodniczy składa się: z agregatu chłodniczego typu F5xb (8) i parowników (9) typu CLx.

Układ grzewczy jak i układ chłodzenia są sterowane rtęciowym termometrem kontaktowym (4), zawieszonym nad stanowiskiem badawczym.

Układy te są przełączane sygnałem termometru kontaktowego poprzez układ stycznikowo-przekaźnikowy (6). Termometr kontaktowy jest nastawiany

na podstawie wskazań dokładnego termometru rtęciowego o wartości działki 0,2 K, otrzymanych na poziomie stanowiska badawczego.

Wyrównanie temperatury w komorze stabilizacji temperatury (mały gradient), można uzyskać dzięki zastosowaniu wentylatorów (3) oraz w wyniku działania wentylatorów, wchodzących w skład parowników (9). Różnica temperatur w otoczeniu stanowiska badawczego waha się maksymalnie w granicach ± 0,5 K. Wymianę powietrza w komorze stabilizacji temperatury umożliwiają wentylatory (5).

2.2. Koncepcja stanowiska badawczego

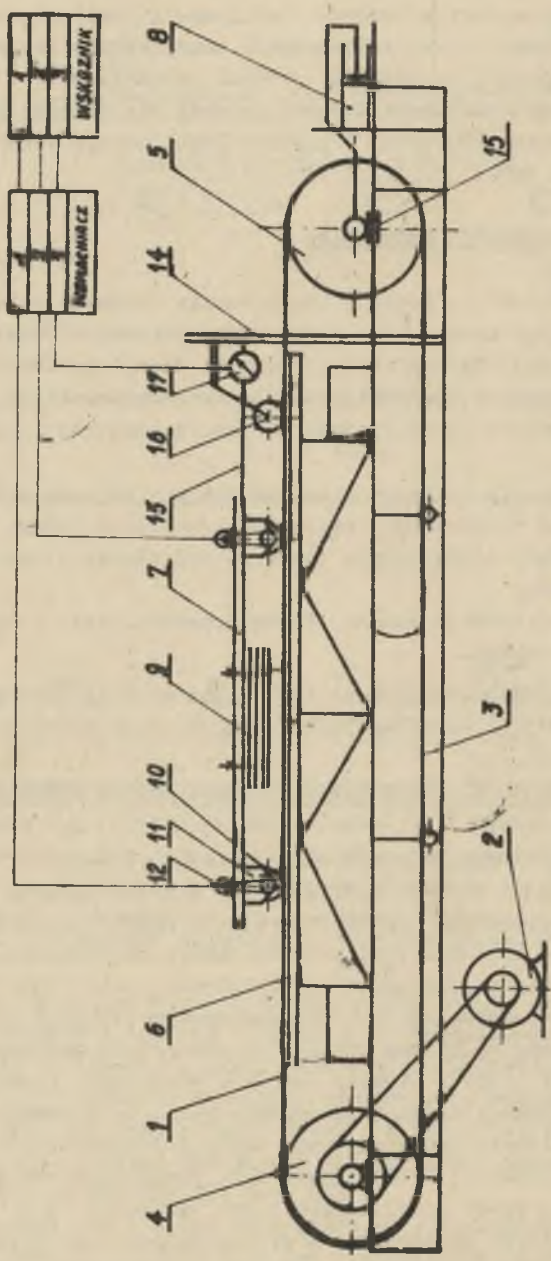
Stanowisko badawcze do pomiaru oporu tarcia tocznego taśmy przenośnikowej, przedstawione na rys. 3, zostało zaprojektowane przez autora w Instytucie Mechanizacji Górnictwa Politechniki Śląskiej. Koncepcja stanowiska badawczego wynikła z przyjętego modelu eksperymentalnego [4] oraz z następujących warunków określających zakres, dokładność i poprawność wykonanych badań:

- pomiaru oporu tarcia tocznego w zależności od: nacisku liniowego, średnicy krążnika oraz temperatury, prędkości i napięcia taśmy,
- wyłącznego pomiaru oporu tarcia tocznego bez udziału innych składowych oporu ruchu taśmy,
- ograniczenia nagrzewania badanej taśmy przenośnikowej w czasie pomiaru oporu tarcia tocznego.

Warunek pierwszej zdeterminował ogólną postać konstrukcyjną stanowiska badawczego, dobór jego poszczególnych zespołów oraz cechy geometryczne elementów składowych.

Spełnienie warunku drugiego wymagało zastosowania odpowiedniego rozwiązania wózka pomiarowego (7). Badania zjawisk fizykalnych występujących podczas toczenia prowadzono najczęściej przy użyciu kul, gdyż w przypadku toczenia walca istnieje możliwość wystąpienia składowej oporu ruchu, wynikającej z tarcia posuwistego [3]. Składowa ta w przypadku ruchu taśmy występuje wtedy, gdy oś krążnika jest nieprostopadła do kierunku wektora prędkości taśmy. Eliminację działania tej składowej oporu ruchu osiągnięto poprzez przegubowe zamontowanie w wózku pomiarowym (7) jego przedniego krążnika oraz połączenie go z ramą stałą (14) stanowiska badawczego za pomocą sztywnego łącznika (13). W efekcie uzyskano prawidłowe prowadzenie wózka pomiarowego na badanych taśmach przenośnikowych. Zastosowanie płyty ślizgowej (6) jako elementu podpierającego taśmę (1) pozwoliło w przeprowadzonych badaniach całkowicie wyeliminować opór przeginania taśmy.

W ruchu badanej taśmy przenośnikowej (1) następuje jej nagrzewanie. Jest to wynikiem strat histerezowych występujących przy zginaniu taśmy na bębnach (4), (5) stanowiska badawczego oraz jej tarcia o płytę ślizgową (6). W celu zmniejszenia oddziaływania powyższych czynników na proces nagrzewania taśmy przewidziano i zastosowano następujące środki:



Rys. 3. Schemat stanowiska badawczego do badań oporu tarcia tocznego taśmy przenośnikowej:
1 - próbka taśmy przenośnikowej, 2 - napęd, 3 - konstrukcja nośna, 4, 5 - bęben napędowy, zwrotny, 6 - płyta ślizgowa, 7 - wózek pomiarowy, 8 - układ napinania, 9 - obciążniki, 10 - krążnik, 11 - uchwyt krążnika, 12 - napęd tulejek, 13 - łącznik, 14 - rama, 15 - prowadnice, 16 - przyrząd do pomiaru prędkości, 17 - przetwornik tensometryczny

- zmniejszenie współczynnika tarcia w kontakcie płyty ślizgowej i taśmy poprzez zastosowanie grafitu,
- zastosowano krążniki o specjalnej konstrukcji, charakteryzujące się stosunkowo nieznacznym oporem obrotu i małą jego zależnością od czasu pracy krążnika,
- przyjęto po raz pierwszy zasadę jednoczesnego pomiaru oporu tarcia tocznego i oporu obrotu krążników.

Poprzez nacieranie okładki taśmy kontaktującej się z płytą ślizgową(6) grafitem, który posiada bardzo dobre własności smarne, można znacznie zmniejszyć wartość współczynnika tarcia pary ciernej. Obniżeniu wartości współczynnika tarcia odpowiada zmniejszenie pracy tarcia, występującej w czasie ruchu badanej taśmy. W efekcie praca tarcia zamieniająca się na ciepło powoduje w mniejszym stopniu nagrzewanie m.in. badanej taśmy przenośnikowej.

Zastosowanie krążników (10) o specjalnej konstrukcji i zasady jednoczesności pomiaru oporów ruchu pozwala w badaniach oporu tarcia tocznego stosować krótki czas właściwego pomiaru. W przypadku oddzielnego pomiaru oporu obrotu krążników na osobnym stanowisku badawczym czas właściwego pomiaru oporu tarcia tocznego byłby dłuższy, ze względu na zależność oporu obrotu krążnika od jego czasu pracy. Obracanie krążników przed właściwym pomiarem oporu tarcia tocznego, w celu doprowadzenia ich oporów obrotu do ustalonej wartości, jest technicznie bardzo kłopotliwe.

2.3. Zespoły składowe stanowiska badawczego

Stanowisko badawcze do pomiaru oporu tarcia tocznego taśmy przenośnikowej przedstawione na rys. 3, składa się z następujących zespołów: napęd, bębny (napędowy, zwrotny), konstrukcja nośna, układ napinania, wózek pomiarowy.

Jedną z wielkości wpływowych oporu tarcia tocznego jest prędkość taśmy, którą to zależność stwierdzono w poprzednich badaniach [8], [9]. W związku z tym zastosowano napęd (2) stanowiska badawczego, umożliwiający ciągłą regulację prędkości liniowej badanej taśmy. Napęd składa się z silnika asynchronicznego o mocy 10 kW, przekładni w postaci wariatora łańcuchowego typ BWP i przekładni pasowej. Zmiana prędkości taśmy (1) realizowana jest poprzez obrót tarczy regulacyjnej wariatora łańcuchowego, której średnica została zwiększona trzykrotnie w celu uzyskania większej czułości regulacji. Moment napędowy silnika asynchronicznego przekazywany jest poprzez przekładnie na bęben napędowy (4), który nadaje badanej taśmie określoną prędkość. Zadaniem bębna zwrotnego (5) jest umożliwienie nawrotu taśmy oraz jej napinanie.

Trzecim zespołem składowym stanowiska badawczego jest konstrukcja nośna (3) wykonana z kształtowników profilowych. W konstrukcji nośnej zamontowana jest płyta ślizgowa (6). Zadaniem jej jest podtrzymywanie badanej taśmy, w wyniku czego uzyskano jej prostoliniowe ułożenie.

Ze względu na zależność oporu tarcia tocznego od napięcia taśmy, którą wykazał Schwarz [8], [9], w konstrukcji stanowiska badawczego przewidziano układ napinania taśmy. Zmienne napięcia taśmy uzyskuje się wskutek przesuwania bębna zwrotnego (5) w prowadnicach (15) konstrukcji nośnej. Bęben zwrotny poprzez jego oprawy łożyskowe połączony jest z siłownikiem hydraulicznym (8) przy pomocy łańcuchów krótkoogniwowych. Siłownik hydrauliczny jest zasilany z układu hydraulicznego.

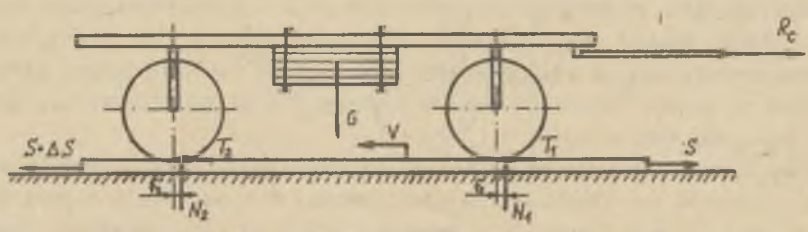
Wózek pomiarowy stanowiska badawczego wykonano z ramy spawanej, do której zamontowane są cztery uchwyty (11). Umożliwiają one zamocowanie krążników (10) do ramy wózka pomiarowego. W celu ustalenia położenia wózka pomiarowego względem konstrukcji nośnej jest on połączony za pomocą łącznika (13) poprzez przetwornik tensometryczny (17) ze stałą ramą (14) stanowiska badawczego. Przedni krążnik wózka pomiarowego (krążnik od strony łącznika) jest połączony z ramą wózka pomiarowego za pomocą przegubu. Krążniki (konstrukcji autora) posiadają łożyska wahliwe, smarowane olejem o małej lepkości (olej do maszyn precyzyjnych). Konstrukcja ramy (14) pozwala na zmianę punktu zamocowania łącznika (13), którego poziom jest zależny od średnicy krążników zamontowanych w wózku pomiarowym. Obciążenie krążników składa się z ciężaru własnego wózka pomiarowego i legalizowanych płyt stalowych (9), mocowanych do ramy wózka za pomocą uchwytów śrubowych. Każda para uchwytów krążnikowych (11) posiada własny napęd (12) ich tulejek. Elementy te zostaną opisane w dalszej części publikacji.

2.4. Zastosowane metody pomiarowe

Wyznaczenie powyżej opisanego za pomocą stanowiska badawczego oporu tarcia tocznego taśmy przenośnikowej wymaga mierzenia oporów ruchu działających na wózek pomiarowy oraz ich wielkości wpływowych.

2.4.1. Metody pomiaru oporu ruchu wózka pomiarowego

W ruchu ustalonym badanej taśmy działa na wózek pomiarowy układ sił, który przedstawiono na rys. 4. Teoretyczny rozkład obciążeń promieniowych, działających na krążniki wózka pomiarowego, nie jest równy. Przeprowadzone przez autora obliczenia wykazały, że dla cech geometrycznych wózka pomiarowego i wartości sił działających praktycznie można przyjąć: $N_1=N_2=G/2$.



Rys. 4. Układ sił działających na wózek pomiarowy

W strefie kontaktu każdego krążnika wózka pomiarowego i badanej taśmy działa siła tarcia T równa sumie sił tarcia T' i T", wobec czego można napisać:

$$T_1 = T_1' + T_1'' \tag{1}$$

$$T_2 = T_2' + T_2'' \tag{2}$$

Działające na krążniki wózka pomiarowego siły tarcia T_1' i T_2' wynikają z tarcia tocznego. Siły te, działające na taśmę (posiadają zwrot przeciwny), nazywany oporem tarcia tocznego taśmy przenośnikowej. Wobec powyższego oraz uwzględniając także równomierny rozkład obciążeń promieniowych działających na krążniki wózka pomiarowego można napisać, że $T_1' = T_2' = R_t$.

Z warunku równowagi sił poziomych działających na wózek pomiarowy oraz przy uwzględnieniu powyższych równań otrzymujemy wzór:

$$R_c = 2\,R_t + T_1'' + T_2'' \tag{3}$$

Po przekształceniu równania (3) wzór na opór tarcia tocznego taśmy przenośnikowej, przypadający na krążnik, ma postać:

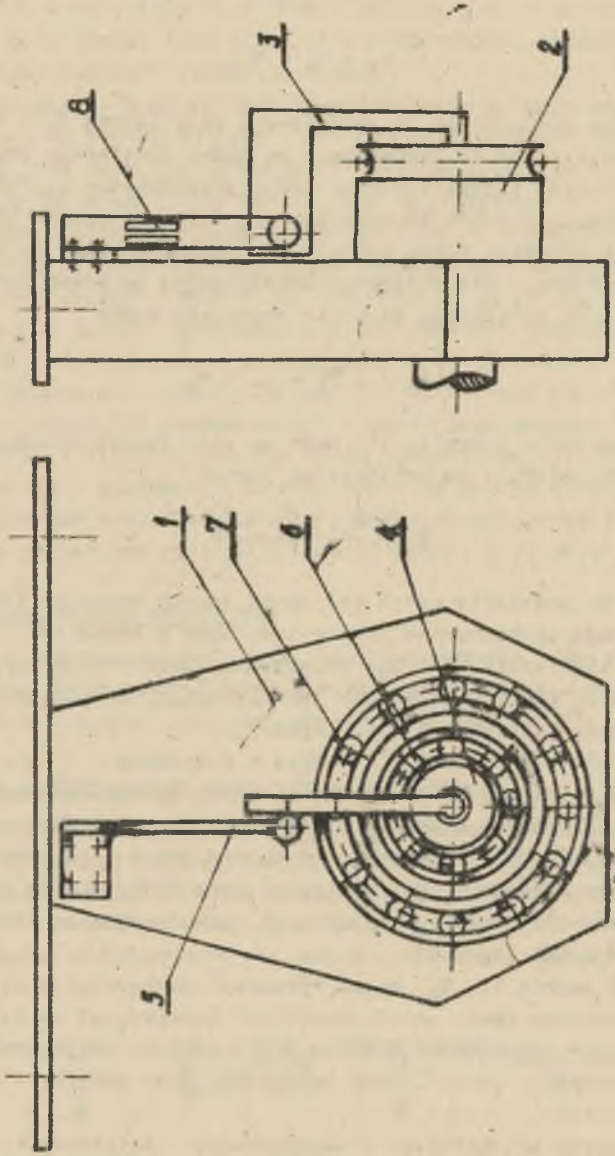
$$R_t = \frac{R_c - T_1'' - T_2''}{2} \tag{4}$$

Obliczenie na podstawie wzoru (4) oporu tarcia tocznego taśmy przenośnikowej R_t wymaga eksperymentalnego wyznaczenia w badaniach, sumarycznego oporu R_c oraz sił tarcia T_2' i T_2'. Do pomiaru sumarycznego oporu ruchu wózka pomiarowego R_c służy przetwornik tensometryczny do pomiaru siły w układzie rozciąganego pierścienia (17) (rys. 3).

Siły tarcia T_1' i T_2' wynikają z tarcia w łożyskach i uszczelnieniach krążnika i ich działanie na taśmę można nazwać oporem obrotu krążników. Tę składową sumarycznego oporu tuch taśmy określa się jako opór toczenia krążników [1], [11]. Proponowana przez autora nazwa tego oporu jest bardziej prawidłowa, gdyż opór ten występuje przy działaniu na krążnik tylko jednej składowej złożonego ruchu tocznego, jaką jest ruch obrotowy płaszcza krążnika wokół jego osi.

Wartość sił tarcia T_1, T_2 można wyznaczyć eksperymentalnie poprzez pomiar reakcji momentu oporu tarcia krążnika, działającej na jego oś. W tym celu dany krążnik zamontowano w wózku pomiarowym z zastosowaniem dwóch specjalnych uchwytów. Jeden z nich wyposażony jest dodatkowo w przetwornik tensometryczny.

Schemat uchwytu krążnikowego z zamontowanym przetwornikiem tensometrycznym przedstawiono na rys. 5. Pod wpływem działania momentu oporu tarcia, wkręcona w oś krążnika (4) dźwignia (3) oddziaływuje na przetwornik tensometryczny (5). Dużą dokładność pomiaru momentu oporu tarcia uzyskano dzięki zastosowaniu specjalnego rozwiązania konstrukcyjnego uchwytów krąż-



Rys. 5. Schemat uchwytu krążnika z przetwornikiem tensometrycznym
1 - korpus, 2 - tulejka, 3 - dźwignia, 4 - oś krążnika, 5 - przetwornik tensometryczny, 6, 7 - łożyska, 8 - tensometry

nika. Każdy uchwyt posiada obrotową tulejkę (2), ułożyskowaną za pomocą łożysk (6), (7). Tulejki uchwytów danego krążnika napędzane są silniczkiem prądu stałego, poprzez przekładnie pasowe (12) (rys. 3) o tych samych przełożeniach. Jedna z tulejek napędzona jest przez skrzyżowany pasek. Wskutek tego tulejki uchwytów danego krążnika obracają się z równymi prędkościami kątowymi o przeciwnych zwrotach. Przy wysokiej klasie wykonania łożysk tocznych można praktycznie założyć, że opory tarcia łożysk tocznych (6) są równe i wobec powyższego następuje kompensacja tych oporów działających na oś krążnika. W sumie to rozwiązanie konstrukcyjne umożliwia dokładny pomiar reakcji momentu tarcia działającej na oś krążnika, pozbawiony strat tarcia w jego zamocowaniu.

Wartości sił tarcia T_1^*, T_2^* można analitycznie wyznaczyć za pomocą wyprowadzonego wzoru o postaci [4]:

$$T^* = \frac{k \cdot \alpha}{d} \tag{5}$$

gdzie:

α - wartość odczytu miernika pomiarowego,
k - stała przetwornika tensometrycznego,
d - średnica krążnika.

Zastosowane w stanowisku pomiarowym przetworniki tensometryczne należy w badaniach wzorcować zarówno w zakresie występujących obciążeń jak i temperatur otoczenia. Niemniej zastosowanie pełnego mostka oraz tensometrów o bardzo zbliżonej oporności pozwala uzyskać praktycznie całkowitą kompensację wpływu temperatury [10].

2.4.2. Metody pomiaru wielkości wpływowych

W trakcie badań oporu tarcia tocznego taśmy przenośnikowej, oprócz pomiaru oporów działających na wózek pomiarowy, należy prowadzić także pomiary wielkości wpływowych. Do pomiaru prędkości służy przyrząd (16) konstrukcji autora, w skład którego wchodzi przetwornik prędkości obrotowej OT - 01 (rys. 3).

Napięcie taśmy można określać na podstawie wskazań momentu wskazówkowego klasy 1,5. W celu dokładnego pomiaru tej wielkości fizykalnej układ napinania stanowiska pomiarowego należy poddać wzorcowaniu.

3. WNIOSKI

Z rozważań zawartych w artykule wynikają następujące wnioski:

1. Istnieją przesłanki badań oporu tarcia tocznego taśmy przenośnikowej z uwzględnieniem jej temperatury.

2. Opracowana koncepcja stanowiska badawczego oraz rozwiązania konstrukcyjne jego poszczególnych zespołów i podzespółów składowych zapewniają poprawność i dokładność wyników badań.

LITERATURA

[1] ANTONIAK J.: Urządzenia i systemy transportu podziemnego w kopalniach. Wyd. "Śląsk", Katowice 1976.

[2] BARTENEV G.M., ZELENEV A.G.: O svjazi meždu koefficentom morozostojkosti i maksimum mechaničeskich potier kaučukopodobnych polimerov pri mnogokratnych deformacjach v obłasti stekłovanija. Kaučuk i Rezina. 1960, nr 8.

[3] BOWDEN F.P., TABOR D.: The Friction and Lubrication of Solids T. II Oksford 1964 (przekład rosyjski: Trenie i smaska tverdych teł. Masinostr. Moskwa 1968, ss. 276÷315).

[4] KOSTRZEWA H.: Badania wpływu czynników tarcia tocznego na opór ruchu taśmy przenośnikowej przy współpracy z krążnikami nośnymi z uwzględnieniem jej temperatury. Praca doktorska. Gliwice 1975.

[5] MAY W.D., MORRIS E.L., ATACK D.: Rolling Friction of a Hard Cylinder over a Viscoelastic Material. Journal of Asplied Physics 1959, nr 11.

[6] REICH K.: Problemy temperatur chwilowych styku pory ciernej w ujęciu probabilistycznym. Praca ZKMPW z. 89. Wyd. "Śląsk", Katowice 1978.

[7] REZINIKOWSKIJ M.M., ŁUKOMSKAJA A.U.: Mechaniceskie ispytanija kaucuka i reziny. Chimija, Moskwa 1964.

[8] SCHWARZ F.: Untersuchungen zum Eindruckrollwiderstand zwischen Fordergurt und Tragrolle. Praca doktorska. Hannower 1966.

[9] SCHWARZ F.: Zum Eindruckrollwiderstand zwischen Fördergurt und Tragrolle Fördern und Heben 1967 nr 12.

[10] STABURSKI W.: Przetworniki tensometryczne, WNT, Warszawa 1971.

[11] ŻUR T.: Urządzenia transportowe w górnictwie. Cz. II. Transport taśmowy. Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1974.

[12] Norma PN-71/G-04255. Guma. Oznaczanie elastyczności metodą Schoba.

СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ КОНВЕЙЕРНОЙ ЛЕНТЫ С УЧЕТОМ ЕЁ ТЕМПЕРАТУРЫ

Р е з ю м е

В статье рассматриваются предпосылки исследований сопротивления трения качения конвейерной ленты с учётом её температуры. Приводится описание схемы исследователя для исследования сопротивления трения качения конвейерной ленты, а также его составные узлы. Даются тоже применённые в испытательном стенде измерительные методы. Даны аналитические формулы, которые позволяют определить значения измерительных величин.

THE SYSTEM FOR TESTING ROLLING FRICTION RESISTANCE IN THE CONVEYOR BELT WITH THE ACCOUNT OF ITS TEMPERATURE

S u m m a r y

The paper deals with the data concerning the rolling friction resistance of the conveyor belt with the account of its temperature. The system for testing rolling friction resistance of the conveyor belt as well as its units are described. The methods of measurements applied on a testing stand are presented. The analytical formulas that make the definition of measurement values easier to define are also given.