

JAN RYNIK

ROZKŁAD NAPIĘC W KOMBAJNOWYCH ŁAŃCUCHACH POCIĄGOWYCH
W ŚWIETLE BADAŃ DOŁOWYCH

Streszczenie: W pracy omówiono badania kombajnowych układów pociągowych przeprowadzonych w warunkach dołowych w czasie normalnej ich pracy. W oparciu o wyniki pomiarów dokonano analizy rozkładu napięć statycznych i dynamicznych w łańcuchu pociągowym oraz wykazano, że sztywne zamocowanie końców łańcucha pociągowego lub stosowanie kompensatorów o niewłaściwie dobranych charakterystykach elementów sprężystych prowadzi do powstawania w łańcuchach znacznych nadwyżek sił statycznych.

1. Wstęp

Celem pomiarów kombajnowego układu pociągowego było zbadanie zjawisk dynamicznych zachodzących w łańcuchu pociągowym rozpiętym wzdłuż ozoła wyrobiska, a w szczególności było zbadanie wpływu napięcia wstępnego na rozkład napięć w łańcuchu pociągowym i sprawdzenie teoretycznych zależności wyprowadzonych w pracy [1] dla powyższych układów pociągowych.

Pomiary zdecydowano przeprowadzić w przodkach górniczych w czasie normalnej pracy maszyn i urządzeń w warunkach odpowiadających najbardziej typowemu zakresowi pracy układu pociągowego. W środowisku górniczym charakteryzującym się trudnymi i zmiennymi warunkami eksploatacyjnymi, tylko takie badania dać mogą wyniki zadowalające.

Trudności w konstrukcji odpowiedniego stoiska badawczego, zwłaszcza w konstrukcji specjalnego urządzenia imitującego zmienne i przemieszczające się wzdłuż układu obciążenia ciągną, wykluczyły możliwość badań stanowiskowych. Przystosowanie natomiast stoiska badawczego typowego dla badań układów łańcuchowych krótkich (przekładnie łańcuchowe) do badań układów łańcuchowych długich, nie może dać wyników pozytywnych przede wszystkim z uwagi na możliwość obciążenia łańcucha pociągowego tylko na kole zwrotnym

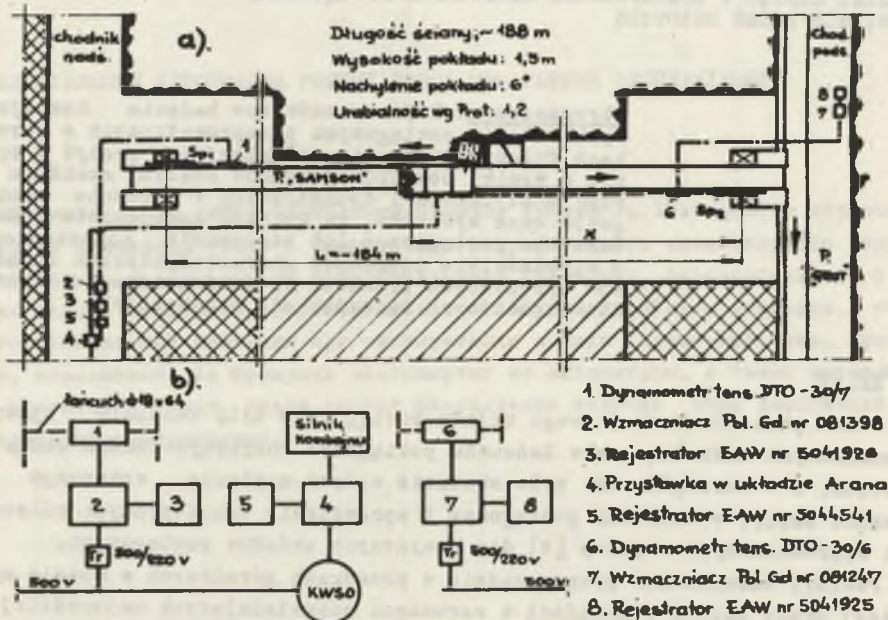
Badania zasadnicze obejmowały pomiary napięć w poszczególnych gałęziach ciągną, pobór mocy silnika kombajnowego oraz określenie usytuowania kombajnu w ścianie względem przyjętego początku układu.

Pomiary przeprowadzono zmieniając napięcie wstępne układu oraz sposób zamocowania łańcucha pociągowego (umocowanie sztywne i umocowanie podatne). Prócz tego przeprowadzono pomiary pomocnicze (pomiary wzorcowe zestawy

pomiarowe, pomiary charakterystyk kompensatorów sprężystych i prędkości kombajnu dla ustalonych położeń dźwigni regulacji prędkości posuwu).

2. Aparatura pomiarowa i metodyka pomiarów

Schemat układu pomiarowego kombajnu bębnowego typu KWB-3 przedstawiono na rys. 1.

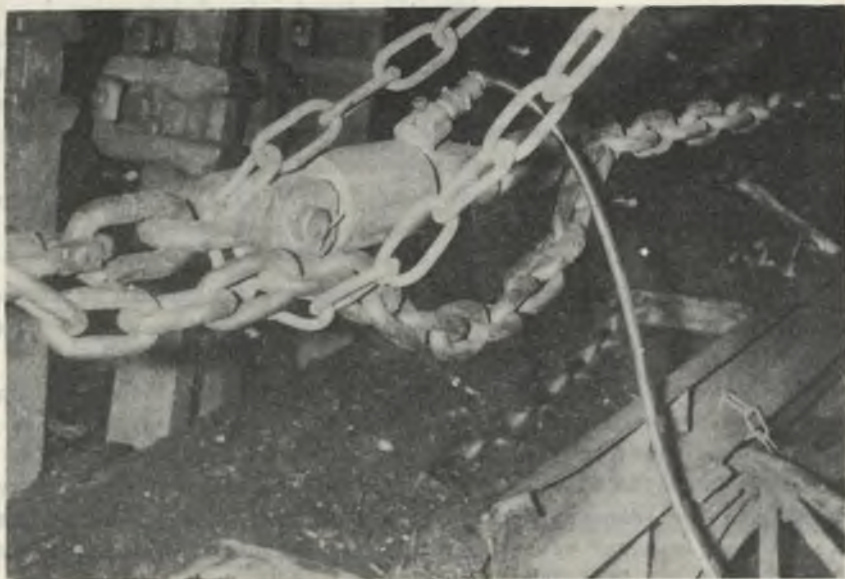


Rys. 1. Schemat układu pomiarowego kombajnu KWB-3

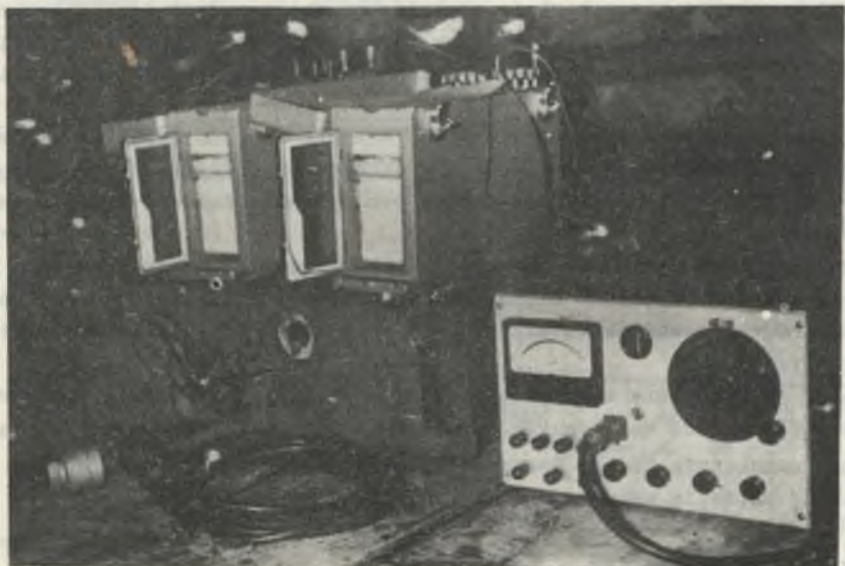
a - schemat wyrobiska ścianowego z układem pomiarowym, b - schemat ideowy układu pomiarowego

Pomiary napięć w łańcuchu pociągowym przeprowadzono metodą elektrycznej tensometrii oporowej. Siły w gałęziach łańcucha przed i za kombajnem mierzono za pomocą dynamometrów tensometrycznych wpiętych w łańcuch poprzez ogniwa łączące. Zastosowano dynamometry tensometryczne konstrukcji ZKMPW typu DTO-30 o zakresie 30 ton (fot. 1). Dynamometry DTO-30 o kształcie okrągłym wyposażone są w tensometry typu RL-120 w układzie pełnomostkowym naklejone symetrycznie na obwodzie części pomiarowej kształtując walca o przekroju $2,75 \text{ cm}^2$.

Sygnały elektryczne dynamometrów proporcjonalne do sił w łańcuchu przekazywano na wzmacniacze tensometryczne produkcji Politechniki Gdańskiej o zakresie pomiarowym 0,2-10%. (fot. 2). Zapisu odczytu wielkości mierzonych sił dokonywano za pomocą rejestratorów typu EAW (fot. 2). Posuw taśmy był jednakowy dla obydwu rejestratorów i wynosił 6 cm/min.



Fot. 1. Dynamometr tensometryczny wpięty w łańcuch pociagowy



Fot. 2. Aparatura pomiarowa w chodniku nadścianowym

Moc silnika elektrycznego mierzono w układzie Arona za pomocą przystawki włączonej poprzez typowe sprzęgła górnicze SWO-200 w obwód zasilania kombajnu. Przebieg poboru mocy rejestrowano watomierzem dwusystemowym samopiszącym, przyłączonym do obwodów wtórnych przystawki. Zakres watomierza przy uwzględnieniu przekładni przekładników prądowych 200/5 A/A i przekładni przekładników napięciowych 500/100 V/V wynosił 200 kW, co odpowiada pełnej szerokości taśmy rejestracyjnej. Posuw taśmy był stały i wynosił 6 cm/min.

Parametry sił i mocy rejestrowano przy jednoczesnym określeniu położenia kombajnu w ścianie względem przyjętego w badaniach początku układu (punktu umocowania cięgna biernego).

Określenie położenia kombajnu w miarę jego przesuwania się wzdłuż ściany dokonywano za pomocą pomiarów czasu stoperem. Pomiaru te powtarzano co około 3 m (co dwie rynny przenośnika pancernego). Odnotowywanie czasu i przebytej drogi kombajnu było niezbędne, przede wszystkim z uwagi na możliwość powstania konieczności zredukowania przyjętej w badaniach prędkości posuwu maszyny, wskutek np. pogorszenia się warunków urabiania lub konieczności zatrzymania kombajnu.

W celu ułatwienia synchronizacji taśm mierzonych parametrów i określenia drogi przebytej przez kombajn względem początku układu, znakowano również (co 2 min) czas na poszczególnych taśmach. Ponadto, w razie postojów w punktach pomiarowych odnotowywano czasy postojów i ponownego uruchomienia kombajnu.

Przed rozpoczęciem pomiarów określono średnie wartości prędkości posuwu roboczego i manewrowego kombajnu dla ustalonych położań dźwigni regulacji prędkości, mierząc stoperem czasy pokonywania odcinków drogi o znacznej długości.

Charakterystyki elementów sprężystych kompensatorów wprowadzonych do układu ciągnięcia określono napinając ciągnikiem zespół sprężyń kompensatora siłą rejestrowaną na taśmie i mierząc odpowiadające tym siłom wartości ich ugięcia.

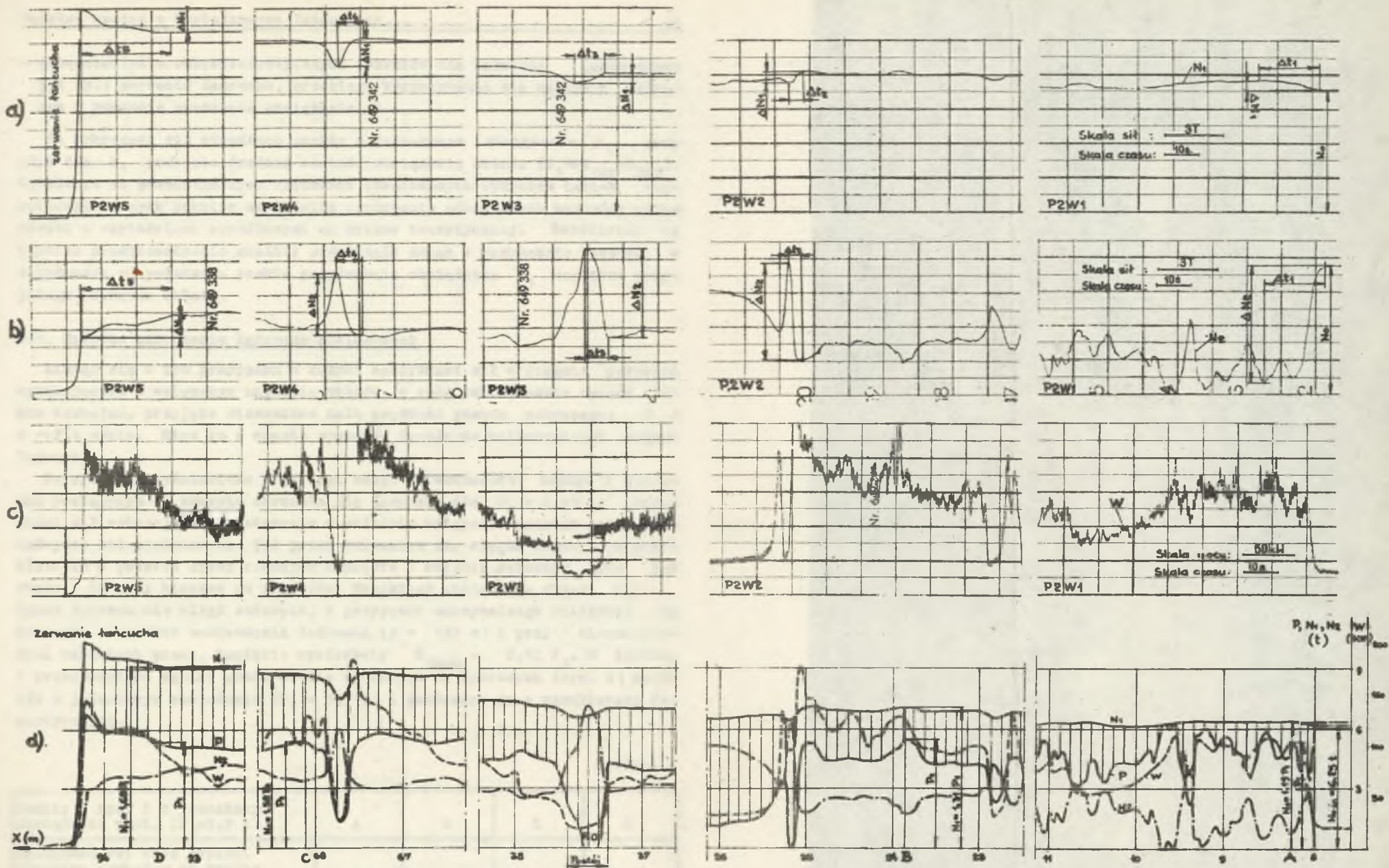
Pomiary sił i poboru mocy przeprowadzono w kilku seriach dla ruchu roboczego i dla zjazdu kombajnu połączonego z ładowaniem urobku zmieniając:

1. sposób umocowania cięgna (umocowanie sztywne i umocowanie podatne),
2. wielkość napięcia wstępnego w granicach $N_0 = 2-6,5$ t.

3. Analiza wyników pomiarów

Przy opracowaniu oscylogramów kierowano się następującymi zasadami:

- przedstawienie fragmentów przebiegów zmian sił w ciągnięciu i poboru mocy obrazujących pełny cykl pracy kombajnu,
- przedstawienie wyników o zbliżonym obciążeniu średnim P_1 i jednakowej prędkości posuwu kombajnu, aby umożliwić dokonanie właściwej analizy wyników pomiarów,



Rys. 2. Rozkład napięć w kombajnowym łańcuchu pociągowym przy sztywnym umocowaniu jego końców
 $(N_0 = \sim 6,25r, L = \sim 184 \text{ m})$

a - oscylogramy sił w ciągu roboczym, b - oscylogramy sił w ciągu biernym, c - oscylogramy poboru mocy silnika kombajnu, d - wykresy napięć w łańcuchu (N_1 i N_2), obciążenia $P (P = N_1 - N_2)$ i poboru mocy W (wartości W z oscylogramów uśredniono w przedziałach czasu $t = 1 \text{ sek}$), A, B, C, D - wybrane na wykresach punkty o jednakowym obciążeniu ($P_1 = 5,5 \text{ t}$)

- przedstawienie charakterystycznych momentów dla łańcucha pociągowego jak np.: serwanie łańcucha, przebiegi wyrównywania się napięć w łańcuchu w momencie usunięcia obciążenia P.

Na wykresach sił określono punkty o jednakowym obciążeniu P_1 , przy czym dla P_1 przyjęto średnią wartość obciążenia układu ($P_1 \approx N_{16x} - N_{26x}$). Ustalenie na poszczególnych wycinkach opracowanych wykresów takich charakterystycznych punktów umożliwiło porównanie odczytanych wartości pomiarowych z wartościami określonymi na drodze teoretycznej. Umożliwiło to również przeprowadzenie analizy przebiegów zmian w rozkładzie napięć, w zależności od położenia punktu przyłożenia obciążenia P_1 względem przyjętego początku układu.

3.1. Sztwne umocowanie łańcucha pociągowego

Łącząc się w tym przypadku z dużymi nadwyżkami sił w ciągu roboczym wynikających z wstępnego napięcia układu, w celu zmniejszenia oporów ruchu kombajnu, przyjęto stosunkowo małą prędkość posuwu roboczego: $V = \sim 2,4$ m/min. Mimo to w czasie pomiarów doszło do kilkakrotnych zerwań łańcucha.

Na rys. 2 przedstawiono przebiegi zmian w rozkładzie napięć w łańcuchu pociągowym do momentu serwania się łańcucha dla $N_0 = 6,25$ t. Przebiegi sił wskazują na powstawanie w układzie wstępnie napiętym znaczących nadwyżek sił statycznych. Tuż przed serwaniem się ciągu (rys. 2) w przybliżeniu w połowie trasy kombajnu napięcie w ciągu roboczym było już około 1,68 razy większe od wielkości średniego obciążenia układu P_1 , Gdyby łańcuch nie uległ serwaniu, w przypadku maksymalnego zbliżenia się kombajnu do punktu samocowania łańcucha ($x = 182$ m) i przy niezmiennych warunkach pracy, napięcie wyniosłoby $N_{1max} = 2,12 P_1$. W tabelicy 1 przedstawiono wyniki pomiarów dla wybranych na wykresach (rys. 2) punktów o jednakowym obciążeniu ($P_1 = 5,5$ t) i porównano je z rezultatami teoretycznymi.

Tabela 1

Punkty z rys. 2 o jednakowym obciążeniu użyt. ($P_1=5,5$ t)	A	B	C	D
Odległość osi koła gwiazd. ciągnika kombajnu od punktu przymocowania łańc. x(m)	8,25	22,85	68,15	93,4
Wartości pomiarowe N_{1p} (P_1) odczytane na wykresach	1,19	1,31	1,58	1,68

od. tablicy 1

Wartości teoretyczne obliczone wzorem (1)	$N_{1t}(P_1)$	1,18	1,27	1,51	1,64
	$\frac{N_{1t} - N_{1P}}{N_{1t}} \cdot 100(\%)$	-0,8	-3,05	-4,4	-2,4

Obliczenia teoretyczne wykonano w nparciu o zależności wyprowadzone w pracy [1]:

$$N_1 = N_0 + \frac{P \cdot x}{L} \quad (1)$$

$$N_2 = N_0 - \frac{P(L-x)}{L}, \quad (2)$$

gdzie:

N_0 - napięcie wstępne

N_1 - napięcie w oięgnie roboczym

N_2 - napięcie w oięgnie biernym

P - obciążenie użyteczne układu

L - długość układu pociągowego

x - odległość osi koła gwiazdowego oięgnika kombajnu od punktu przy-mocowania łańcucha.

Analiza zależności (1) i (2) wykazuje, że zmianom w obciążeniu P o wartości ΔP towarzyszą zmiany w napięciach łańcucha, i tak w oięgnie roboczym napięcie zmienia się o wielkość:

$$\Delta N_1 = \Delta P \frac{x}{L} \quad (3)$$

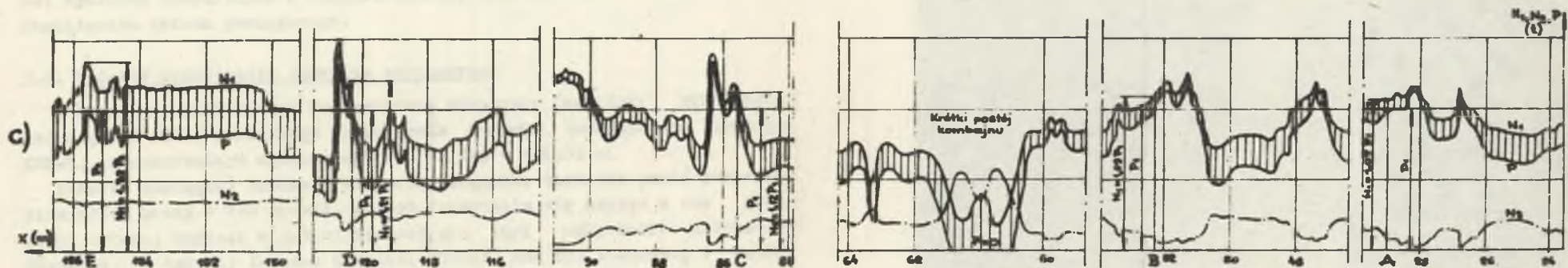
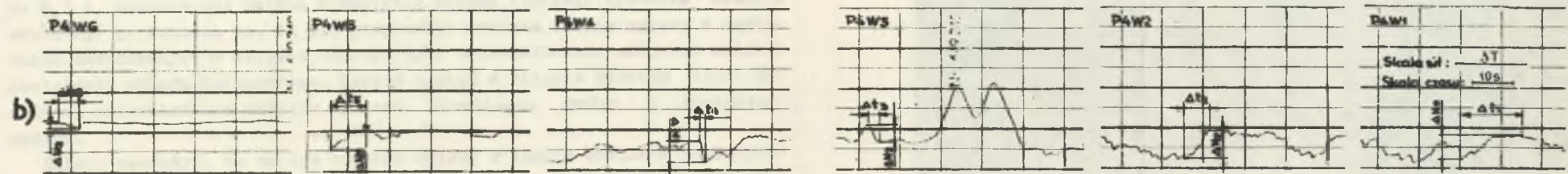
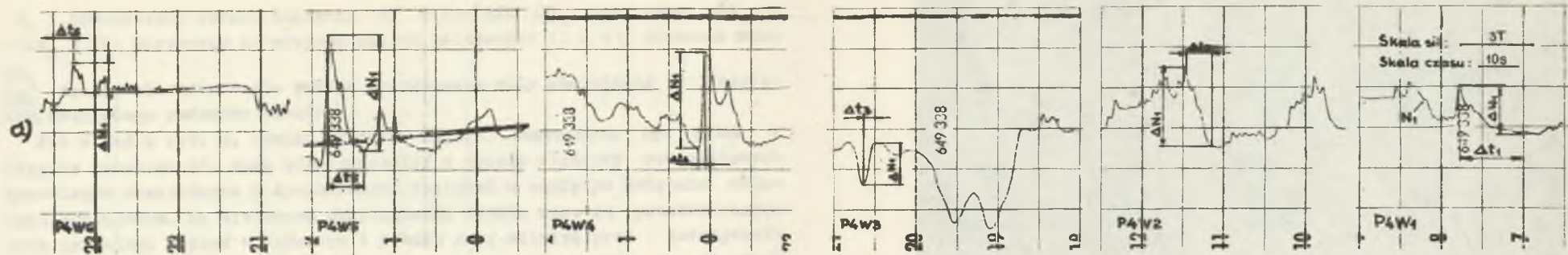
a w oięgnie biernym o wielkość:

$$\Delta N_2 = -\Delta P \frac{L-x}{L}, \quad (4)$$

gdzie:

ΔP - przyjmować może wartości dodatnie (wzrost obciążenia) i wartości ujemne (spadek obciążenia).

Wpływ zmian obciążenia ΔP zachodzących w określonym czasie Δt na przebiegi zmian w rozkładzie napięć w łańcuchu pociągowym sztywnie umocowanym uwidocznił na rys. 2a i b. Jak widać przyrost obciążenia ΔP powoduje wzrost napięć w oięgnie roboczym o wartości ΔN_1 i równoczesny spadek napięcia w oięgnie biernym o wartość ΔN_2 , a przeseiwnie zmniejszenie obciążenia o wartość ΔP powoduje spadek napięcia ΔN_1 o wartość



Rys. 3. Rozkład napięć w kombajnowym łańcuchu pociągowym przy podatnym umocowaniu jego końców
 ($N_0 = 3,8 \text{ t}$, $L = 184 \text{ m}$, $\frac{E_0}{\rho} = 272 \text{ m}$)

a - oscylogramy sił w cięgnie roboczym, b - oscylogramy sił w cięgnie biernym, c - oscylogramy poboru mocy silnika kombajnu, d - wykresy napięć w łańcuchu (N_1 i N_2), obciążenia $P(P = N_1 - N_2)$ i poboru mocy W (wartości W z oscylogramów uśredniono w przedziałach czasu $t = 1 \text{ sek}$), A, B, C - wybrane na wykresach punkty o jedynkowym obciążeniu $P_1 = 6,8 \text{ t}$

N_1 i równoczesny wzrost napięcia N_2 o wartość ΔN_2 , przy czym $\Delta N_1 + \Delta N_2 = \Delta P$. Stosownie do wyprowadzonych zależności (3 i 4), stosunek zmian

$\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2}$ zależy od usytuowania punktu przyłożenia siły obciążenia P względem przyjętego początku układu.

Jak widać z rys. 2, wyniki pomiarów napięć dokonanych np. tylko w ciągu roboczym nie mogą odzwierciedlić w sposób właściwy rzeczywistych przebiegów statycznych i dynamicznych obciążeń w napiętym wstępnie układzie pociągowym. Na wycołkach oscylogramów (P1W1, rys. 2) przedstawiających przebiegi napięć w łańcuchu i poboru mocy silnika przy pokonywaniu przez kombajn odcinka śiary oddalonego od początku układu o odległość około 10 m widać, że przy zmiennym obciążeniu układu wahająco się w granicach około 3 t., zmiana w napięciu ciężna roboczego wynosiła tylko około 0,3 t, podczas gdy zmiana w napięciu ciężna biernego wynosiła średnio około 2,7 t. Oznacza to, że dla powyższego odcinka śiary zmiany w napięciach zachodzących w ciężnie biernym były w przybliżeniu odbiciem zmian w obciążeniu układu pociągowego. Wykres napięć w ciężnie biernym (rys. 2d) stanowi zwierciadlane odbicie wykresu przebiegów zmian w obciążeniu układu.

Należy zauważyć, że na tym odcinku śiary w czasie pomiarów zaobserwowano w ciężnie biernym intensywne drgania (buczenie łańcucha). Przypuszczając należy, że przyczynami tego zjawiska były gwałtowne zmiany wielkości wydłużeń sprężystych w ciężnie biernym łańcucha spowodowane zmiennym obciążeniem układu pociągowego.

3.2. Podatne zamocowanie łańcucha pociągowego

W pomiarach zastosowano kompensatory sprężyste (napinaki sprężynowe) wchodzące w skład normalnego wyposażenia układu pociągowego kombajnu KWB-3, o maksymalnym ugięciu sprężyn - $f_{sp} = \sim 0,55$ m.

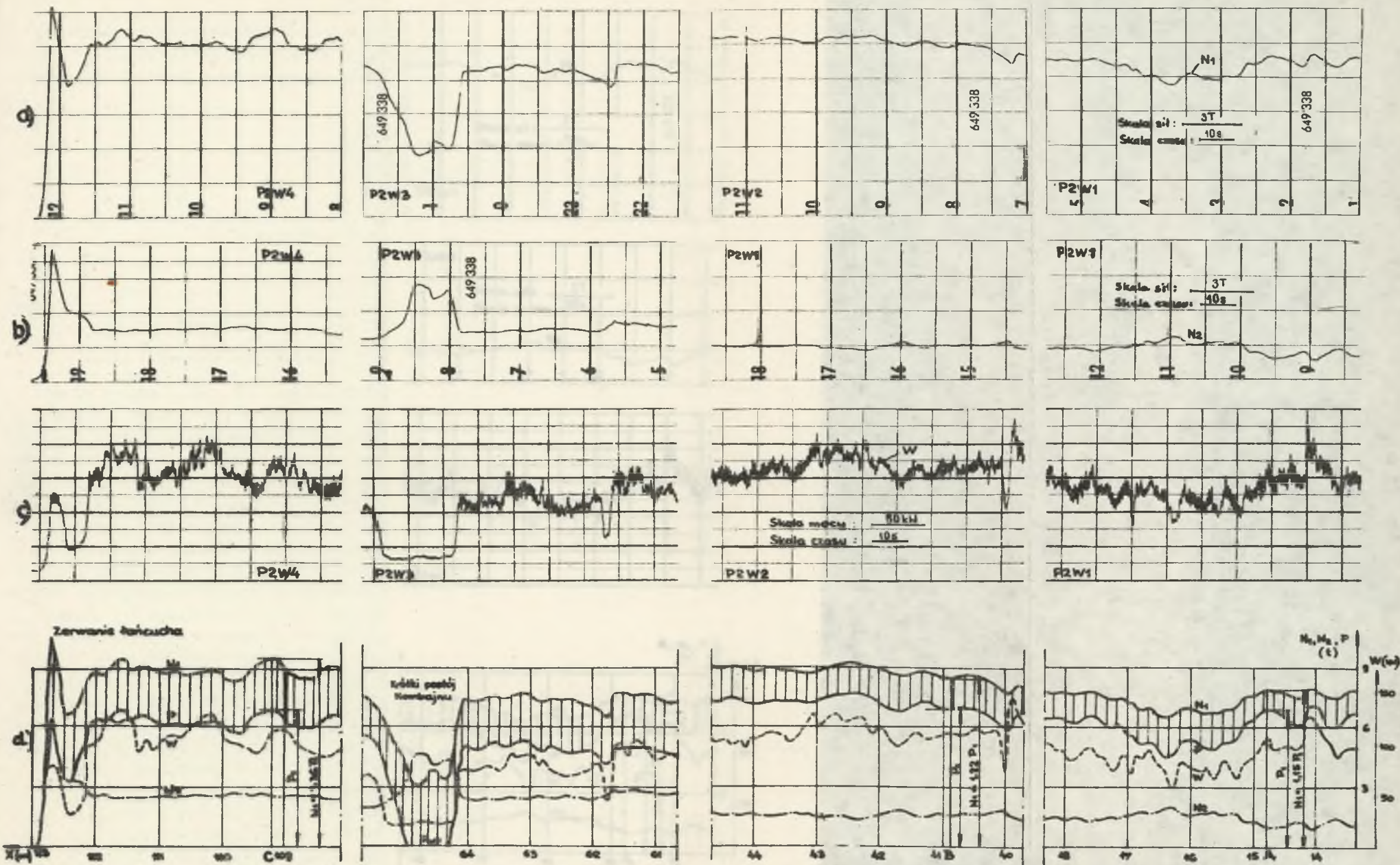
Łańcuch pociągowy napinano za pomocą ciężnika kombajnu przed rozpoczęciem cyklu pracy w ten sposób, aby po wyrównaniu się napięć w obu gałęziach układu, napinak w gałęzi biernej nie był całkowicie zablokowany ($H_0 \leq P_{sp}$) i tak aby łańcuch w gałęzi biernej nie był siusowany w czasie normalnej pracy układu.

Na rys. 3 przedstawiono przebiegi zmian w rozkładzie napięć w łańcuchu pociągowym dla skrawu kombajnu do momentu zerwania się łańcucha. Dla powyższego cyklu pracy kombajnu napięcie wstępne wynosiło około 3,8 t. Wartość napięcia wstępnego w łańcuchu była więc zbliżona do maksymalnej siły działającej na kompensator przy maksymalnym ugięciu sprężyn ($P_{sp} \approx 4,4$ t przy $f_{sp} = 0,55$ m).

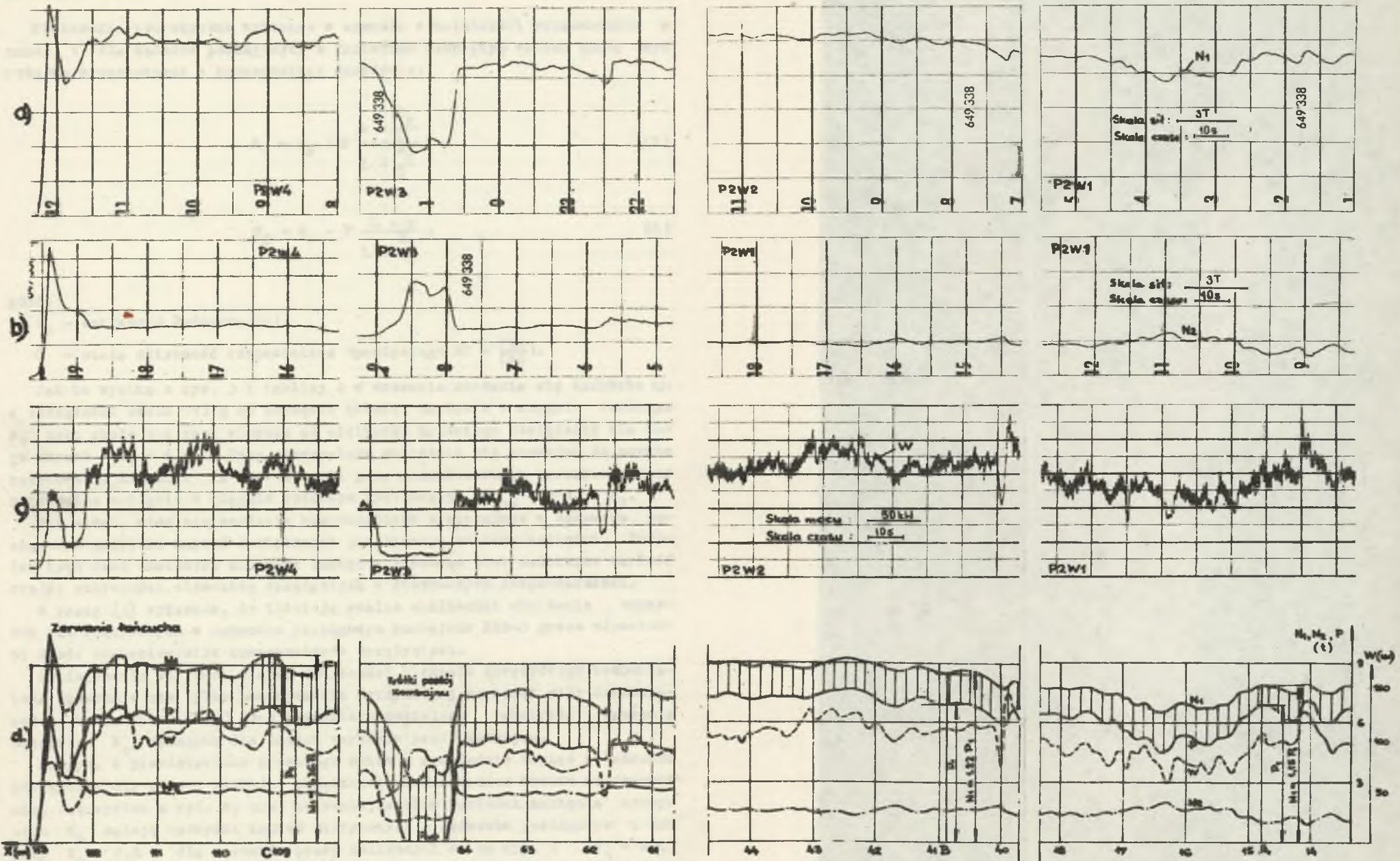
W tabelicy 2 przedstawiono wyniki pomiarowe dla wybranych na wykresach z rys. 3 punktów o jednakowym obciążeniu i porównano je z rezultatami teoretycznymi.

Tablica 2

Rodzaj cyklu pracy kombajnu i nr ryb.	Skraw (rys. 3)			Zjazd i ładowanie (rys. 4)				
	A	B	C	A	B	C	D	E
$N_0, P_1, \frac{E}{C}$	$N_0 = 3,8 \text{ t}, P_1 = 6,8 \text{ t}, \frac{E}{C} = 272 \text{ m}$			$N_0 = 2,4 \text{ t}, P_1 = 6 \text{ t}, \frac{E}{C} = 264 \text{ m}$				
Punkty o jednakowym obciążeniu P_1								
Odległość osi koła gwiazdowego ciągn. kombajnu od punktu przymocowania żądoucha x(m)	14,8	41,0	109,2	29,0	52,3	85,5	120,4	155,6
Wartości pomiar. N_{1P_1} odczyt. na wykresach	1,15	1,22	1,36	1,07	1,09	1,12	1,21	1,32
Wartości teor. $N_{1t}(P_1)$ obł. wzorem (5)	1,19	1,24	1,40	1,05	1,11	1,18	1,26	1,32
$\frac{N_{1t} - N_{1P_1}}{N_{1t}} \cdot 100\%$	3,4	1,6	2,9	-1,9	1,8	5,1	4,0	0



Rys. 4. Rozkład napięć w kombajnowym łańcuchu przy podatnym zamocowaniu jego końców, dla zjazdu kombajnu połączonego z ładowaniem urobku na przenośnik ($N_0 = \sim 2,4$ t, $L = \sim 184$ m, $r = 264$ m)
 a - oscylogramy sił w ciągu roboczym, b - oscylogramy sił w ciągu biernym, c - wykresy napięć w łańcuchu (wartości N_1 i N_2 - oscylogramów uśrednionych w przedziałach czasu $t = 1$ sek) i obciążenia F ($P = N_1 - N_2$), A, B, C, D, E - wybrane na wykresach punkty o jednakowym obciążeniu $P_1 = \sim 6$ t.



Rys. 4. Rozkład napięć w kombajnowym łańcuchu przy podatnym zamocowaniu jego końców, dla zjazdu kombajnu połączonego z ładowaniem urobku na przenośnik ($N_0 = \sim 2,4 \text{ t}$, $L = \sim 184 \text{ m}$, $\frac{L}{r_{\text{po}}} = 264 \text{ m}$)
 a - oscylogramy sił w ciągu roboczym, b - oscylogramy sił w ciągu biernym, c - wykresy napięć w łańcuchu (wartości N_1 i N_2 z oscylogramów uśredniono w przedziałach czasu $t = 1 \text{ sek}$) i obciążenia F ($P = N_1 - N_2$), A,B,C,D,E - wybrane na wykresach punkty o jednakowym obciążeniu $P_1 = \sim 6 \text{ t}$.

Obliczenia teoretyczne wykonano w oparciu o zależności wyprowadzone w pracy 1 dla układów pociągowych z łańcuchem rozpiętym wzdłuż czoła wyrobiska wyposażonych w kompensatory sprężyste:

$$N_1 = N_0 + P \frac{x + \frac{E_0}{C}}{L + \frac{E_0}{C}} \quad (5)$$

$$N_2 = N_0 - P \frac{L - x}{L + \frac{E_0}{C}}, \quad (6)$$

gdzie:

E_0 - sztywność łańcucha [2]

C - stała sztywność kompensatora sprężystego ($C = \frac{P_{sp}}{f_{sp}}$).

Jak to wynika z rys. 3 i tablicy 2 w momencie zerwania się łańcucha tj. w odległości około 113 m od początku układu, napięcie w ciężkim roboczym N_1 było około 1,4 razy większe od wielkości średniego obciążenia dla tego skrawu - $P_1 = 6,8$ t. Przy maksymalnym zbliżeniu się kombajnu do punktu zamocowania łańcucha ($x = \sim 182$ m) i przy niezmiennych warunkach pracy maksymalne napięcie w ciężkim roboczym wyniosłoby $N_{1max} = \sim 1,56 P_1$.

Jak widać, mimo zastosowania kompensatorów występujące w łańcuchu pociągowym nadwyżki napięć statycznych przybierają znaczne wartości. Źródłem tych dość znacznych nadwyżek napięć w łańcuchu jest nadmierna wartość stałej sztywności elementów sprężystych w stosowanych kompensatorach.

W pracy [1] wykazano, że istnieją realne możliwości obniżenia nadwyżek sił statycznych w łańcuchu pociągowym kombajnów KWB-3 przez odpowiedni dobór charakterystyk kompensatorów sprężystych.

Zmniejszenie wartości stałej sztywności elementu sprężystego kompensatora spowoduje nie tylko zmniejszenie maksymalnej wartości siły działającej na kompensator (P_{sp}) lecz i wydatnie zmniejszy wielkość napięcia wstępnego N_0 , wymaganą dla danych warunków pracy kombajnu.

Na rys. 4 przedstawiono przebiegi zmian w rozkładzie napięć w łańcuchu pociągowym dla zjazdu kombajnu połączonego z ładowaniem urobku na przenośnik. Jak wynika z rys. 4, wraz ze zmniejszeniem wartości napięcia wstępnego N_0 maleją nadwyżki napięć statycznych w łańcuchu pociągowym i tak przy $N_0 = 2,4$ t dla warunków pracy zbliżonych do na rys. 3 ($P_1 = 6$ t, $x = \sim 120$ m) napięcie w ciężkim roboczym było znacznie mniejsze ($N_1 = 1,2 P_1$). Nadmienić należy, że przy napięciu wstępnym $N_0 = 2,4$ t, tylko w około 50% wykorzystany był maksymalny skok roboczy napinaka f_{sp} .

W tablicy 2 przedstawiono wyniki pomiarowe dla wybranych na wykresach rys. 4, punktów o jednakowym obciążeniu P_1 i porównano je z rezultatami teo-

retyznymi. Wyniki pomiarowe różnią się od teoretycznych maksymalnie 5,1% co uznać należy za dobre zbliżenie wyników.

Pomiary wykazały, że podczas zjazdu kombajnu, siły dynamiczne w łańcuchu pociągowym przybierają duże wartości. Osiągają one nierzadko w ciągu roboczym średnią wartość obciążenia P_1 (rys. 4).

Dynamiczny charakter obciążeń w układzie pociągowym spowodowany jest dużą zmiennością oporów ruchu kombajnu występującą podczas zjazdu kombajnu, przy ładowaniu urobku na przenośnik pancerny.

Analiza zależności (5) i (6) wykazuje, że zmianom w obciążeniu P o wartość ΔP towarzyszą zmiany w napięciach łańcucha i tak w ciągu roboczym o wielkość:

$$\Delta N_1 = \Delta P \frac{x + \frac{E_0}{C}}{L + \frac{E_0}{C}} \quad (7)$$

a w ciągu biernym o wielkość:

$$\Delta N_2 = -\Delta P \frac{L - x}{L + \frac{E_0}{C}}, \quad (8)$$

gdzie ΔP przyjmować może wartości dodatnie (wzrost obciążenia) i wartości ujemne (spadek obciążenia).

Dynamiczny charakter przebiegów napięć w łańcuchu pociągowym wyposażonym w kompensator sprężysty przedstawiono na wyolbrzaskach oscylogramów sił (rys. 4a i b). Z przebiegów napięć widać, że stosownie do wyprowadzonych zależności (7) i (8) zmiany w rozkładzie napięć, występujące pod wpływem zmian w obciążeniu układu zależą od usytuowania punktu przyłożenia siły obciążenia P względem przyjętego początku układu i od wartości stosunku stałych sztywności łańcucha i elementu sprężystego kompensatora. Stosunek amplitud napięć wynosi:

$$\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2} = \frac{x + \frac{E_0}{C}}{L - x}. \quad (9)$$

W tabelicy 3 przedstawiono wartości pomiarowe stosunku amplitud napięć $\frac{\Delta N_1}{\Delta N_2}$ w rozpatrywanych na oscylogramach przedziałach czasu Δt (rys. 4) i porównano je z wartościami wyznaczonymi zależnościami (9).

Z oscylogramów przedstawionych na rysunkach 2, 3 i 4 wynika, że istnieje ścisła zależność między poborem mocy silnika kombajnu a napięciami w łańcuchu pociągowym. Dzięki temu, synchronizacja poszczególnych taśm oscylogramów nie nastęrczała trudności. Niemniej jednak z uwagi na liczne przerwy i postoje w pracy kombajnu, znakowanie czasu na taśmach było niezbędne

dla dokładnego określenia położenia kombajnu względem przyjętego początku układu.

Tablica 3

Rozpatrywane na osył. rys. 4 przedziały czasu Δt	Δt_1	Δt_2	Δt_3	Δt_4	Δt_5	Δt_6
Czas trwania przebiegów zmian napięć (sek)	15,5	6,5	2,8	1,8	8,5	5
Odległość od początku układu $x_{\delta r}$ (m)	25,8	51	63,1	86,5	120,2	156
$n_p = \frac{\Delta N_1}{\Delta N_2}$ (pomiar.)	2	2,5	2,6	4	6,3	11
$n_t = \frac{\Delta N_1}{\Delta N_2}$ (teor.)	1,83	2,36	2,7	3,6	6,05	15
$\frac{n_t - n_p}{n_t} \cdot 100\%$	-9,3	-6,0	3,7	-10,8	-4,1	26

4. Wnioski końcowe

1. Pomiarы potwierdziły wnioski zawarte w pracy [1], wyprowadzone w oparciu o teoretyczną analizę wpływu napięcia wstępnego na rozkład napięć w układach pociągowych z łańcuchem rozpiętym wzdłuż osiła wyrobiska.
2. Sztynne zamocowanie końców łańcucha prowadzi do powstawania znacznych nadwyżek napięć statycznych w kombajnowych układach pociągowych, które wydatnie obniżają trwałość elementów układów.
3. Kompensatory sprężyste stosowane w kombajnach KWB-3 dla ograniczenia tych nadwyżek napięć statycznych nie zapewniają układom pociągowym optymalnych warunków pracy. Za sztywna charakterystyka elementów sprężystych kompensatorów jest źródłem powstawania w łańcuchach pociągowych dość znacznych nadwyżek sił statycznych.
4. Pomiarы obciążeń w łańcuchach pociągowych przeprowadzać należy równocześnie w cięgnach roboczym i biernym. W układach wstępnie napiętych pomiarы sił wykonywanych tylko w cięgnie roboczym nie mogą stanowić podstawy do właściwego określenia przebiegów obciążeń statycznych i dynamicznych.

LITERATURA

- [1] Rynik Jan: Rozkład napięć w układach podługowych z łańcuchem rozpiętym wzdłuż ozoła wyrobiska wyposażonych w kompensatory sprężyste, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górniczo, z. 37.
- [2] Rynik Jan: Analityczno-empiryczne określenie statycznej sztywności łańcuchów ogniowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Górniczo z. 36.

РАЗЛОЖЕНИЕ НАТЯЖЕНИИ В КОМБАЙННЫХ ТЯГОВЫХ ЦЕПЯХ
В СВЕТЛЕ ИСПЫТАНИЙ НИЗОВЫХ

Р е з ю м е

В работе обсуждано испытание комбайнных систем движения переводных в условиях низовых в нормальной служебной время. В упоре о результаты намерения статических и динамических в нагруженных цепях а также доказано, что жесткости зачалка тягового цепи или применение компенсаторов о неуместно подобранных характеристиках упругой элементом веде к образованию в цепи значных излишек сил статических.

STRESS DISTRIBUTION IN POWER LOADER HAULAGE CHAINS IN THE
LIGHT OF UNDERGROUND TRIALS

S u m m a r y

Researches discussed in the paper are those of power loader haulage systems and have been investigated at the normal work in underground conditions. The analysis of dynamic and static stress distribution in the haulage chain is accomplished on the basis of results of those researches. It is shown that a stiff fixing of the chain ends or wrong characteristics of springy elements in tensioners are the reasons of valuable excesses of static loads in the haulage chains.