

Jan Rynik

CHARAKTER I PRZEBIEG WSPÓŁPRACY KÓŁ GNIAZDOWYCH
I ŁAŃCUCHÓW OGNIWOWYCH

Streszczenie. W pracy wykazano na podstawie badań doświadczalnych, że decydujący wpływ na współpracę koła gniazdowego z łańcuchem ogniowym wywiera wartość stosunku podziałek ogniwi łańcucha i koła. Odchyłki tego stosunku od wartości nominalnej są źródłem okresowych poślizgów ogniwi w gniazdach koła. Na podstawie badań eksploatacyjnych określono charakter i przebieg współpracy kół gniazdowych i łańcuchów ogniowych napędów łańcuchowych przenośników zgrzebiwowych.

1. Wpływ wielkości stosunku podziałek łańcucha i koła na charakter współpracy kół gniazdowych i łańcuchów ogniowych

Badania współpracy kół gniazdowych i łańcuchów ogniowych przeprowadzono w Instytucie Mechanizacji Górnictwa na stanowisku badawczym do badań napędów łańcuchowych. Stanowisko badawcze wyposażono w układ z łańcuchem w obiegu zamkniętym. Koło gniazdowe napędowe napędzane było silnikiem asynchronicznym poprzez przekładnię zębatą, koło zwrotne hamowane było prądnicą prądu stałego.

Położenia ogniwi łańcucha w czasie współpracy z kołem napędowym rejestrowane były przez specjalnie przystosowaną do badań kamerę filmową i zestawem aparatów fotograficznych.

Przedmiotem badań były łańcuchy ogniowe $\emptyset 18 \times 64$ mm oraz koła gniazdowe 6 i 9 zębne. Badania dla różnych wartości stosunku podziałek prowadzone były przy obciążonym łańcuchu roboczym.

Średnia wartość obciążenia roboczego łańcucha wahała się w czasie badań w zakresie od $1,2 \cdot 10^4$ N \div $1,5 \cdot 10^5$ N, a jego prędkość w zakresie od 0,49 - 1,52 m/s.

Badania procesu zazębienia łańcucha z kołem napędowym, a w szczególności obserwacja śladów poślizgów ogniwi w gniazdach koła i filmowa rejestracja położenia ogniwi na kole wykazują, że charakter oraz przebieg współpracy zależy od wielkości stosunku podziałek łańcucha i koła:

$$\frac{t}{T} = a$$

(1)

gdzie:

t - podziałka łańcucha

T - podziałka koła (rys. 2).

Podziałka koła określona jest zależnością:

$$T = 2 \cdot \sqrt{t^2 \cos^2 \frac{\pi}{2z} + d^2 \sin^2 \frac{\pi}{2z}} \quad (2)$$

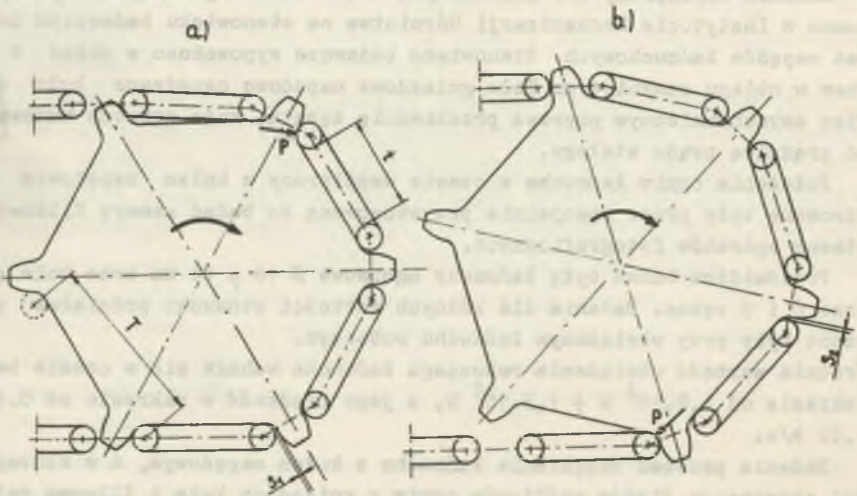
gdzie:

- d - średnica pręta ogniwa
z - ilość gniazd koła.

Współpraca przy nominalnym stosunku podziałek $\frac{t}{T} = a_n$ kiedy to ogniwa poziome (czynne) osiadają bezpośrednio w gniazdach koła na średnicy podziałowej praktycznie nie zachodzi w normalnych warunkach pracy napędu łańcuchowego ze względu na odchyłki wykonawcze i postępujące zużycie ogniw łańcucha i gniazd kół.

W procesie współpracy koła gniazdowego z łańcuchem ogniwowym odróżnić należy dwa charakterystyczne sposoby zazębienia:

- 1) zazębienie przy stosunku podziałek większym od nominalnego $\frac{t}{T} > a_n$,
- 2) zazębienie przy stosunku podziałek mniejszym od nominalnego $\frac{t}{T} < a_n$.



Rys. 1. Charakter zazębienia koła gniazdowego z łańcuchem ogniwowym
a - przy $\frac{t}{T} > a_n$, b - przy $\frac{t}{T} < a_n$

Zdecydowany charakter zazębienia występuje zasadniczo dopiero przy stosunku podziałek większym lub mniejszym o około 0,5% od stosunku nominalnego. W obszarze $a_n \pm 0,5\%$ występuje najczęściej tzw. zazębienie mieszane.

2. Charakter i przebieg zazębienia przy $\frac{t}{\pi} > a_n$

Przy stosunku podziałek większym od nominalnego: $\frac{t}{\pi} > a_n$ punkt zetknięcia się nabiegającego poziomego ogniwa z kołem znajduje się na powierzchni roboczej zęba i przemieszcza się on ku wierzchołkowi zęba w miarę wzrostu podziałki łańcucha (rys. 1a). Po zetknięciu się z kołem ogniwo poziome przesuwa się w dół po powierzchni zęba w zakresie obrotu koła o kąt: $\sim \frac{2x}{\pi}$ aż do zetknięcia się z dnem gniazda koła, niezależnie od wartości stosunku podziałek. Wielkość poślizgu ogniwa po powierzchni zęba zależy od stopnia zużycia ogniw łańcucha i gniazd kół (rys. 2).

Po wejściu w zazębienie kolejnego ogniwa poziomego ogniwo osadzone na dnie gniazda traci kontakt z zębem i w miarę obrotu koła przemieszcza się po dnie gniazda zgodnie z kierunkiem obrotu koła (rys. 1a). Zjawisko przemieszczania się ogniw w czasie obrotu koła uleg może zaburzeniom w przypadku kiedy jedno z poziomych ogniw zakleszczy się w gnieździe koła tj. w przypadku jeśli jedno z ogniw nie posiada warunków do swobodnego przemieszczania się po dnie gniazda (niewystarczająca długość gniazda, gniazdo nadmiernie zużyte).

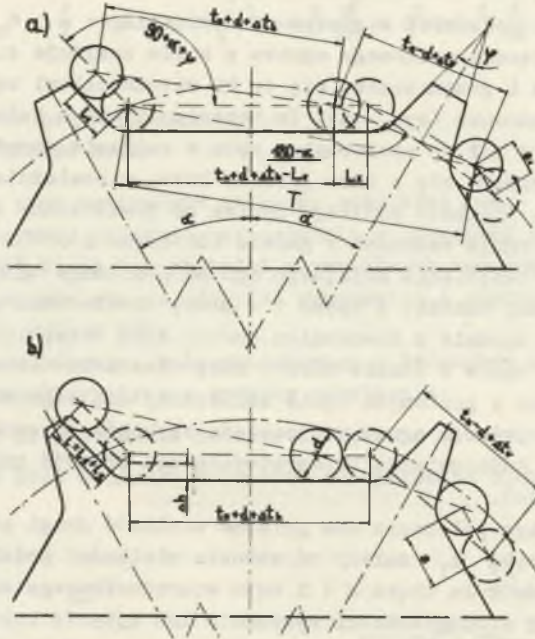
Przy nominalnym położeniu dna gniazda wielkość drogi poślizgu ogniwa po powierzchni zęba l_1 zależy od wzrostu wielkości podziałki łańcucha Δt , ilość zębów koła (kąta α) i kąta wierzchołkowego zęba φ (rys. 2a).

Jeśli wskutek niedokładności wykonania lub zużycia koła położenie dna gniazda znajduje się poniżej położenia nominalnego (odległość dna gniazda od osi koła b pomniejszona jest o Δb) to droga poślizgu ogniwa po powierzchni roboczej zęba powiększona zostanie o wielkość l_2 i jej wartość całkowita wyniesie $l = l_1 + l_2$ (rys. 2b). Wartość dodatkowa poślizgu l_2 zależy głównie od stopnia dokładności wykonania lub zużycia koła (rys. 3) i od liczby zębów koła (rys. 4).

Na rys. 3 przedstawiono wykresy wzrostu wartości l_1 i l_2 oraz całkowitego poślizgu $l = l_1 + l_2$ w funkcji procentowych przyrostów podziałki łańcucha i ubytków na dnie gniazd kół (przy założeniu, że przyrosty te są jednakowe). Jak widać z wykresu na kole o $z = 9$ zębach dla $\Delta t/t$ i $\Delta b/b = 5\%$ całkowity poślizg l wynosi około 21 mm.

Przy zazębieniu normalnym następstwem poślizgu i usadowienia się ogniwa poziomego "A" na dnie gniazda jest poślizg poprzedzającego ogniwa poziomego "B" po dnie gniazda o wartość $s = s_1 + a_2$ w kierunku obrotu koła (rys. 2b).

Na wartość poślizgu s_1 ogniw łańcucha wydłużonego, przy nominalnym położeniu den gniazd, decydujący wpływ wywiera wzrost podziałki Δt (rys. 2a). Na wartość natomiast dodatkowego poślizgu s_2 , wynikającego z przesunięcia den gniazd względem położenia nominalnego wpływ decydujący wywiera wartość tego przesunięcia Δb (rys. 2b).

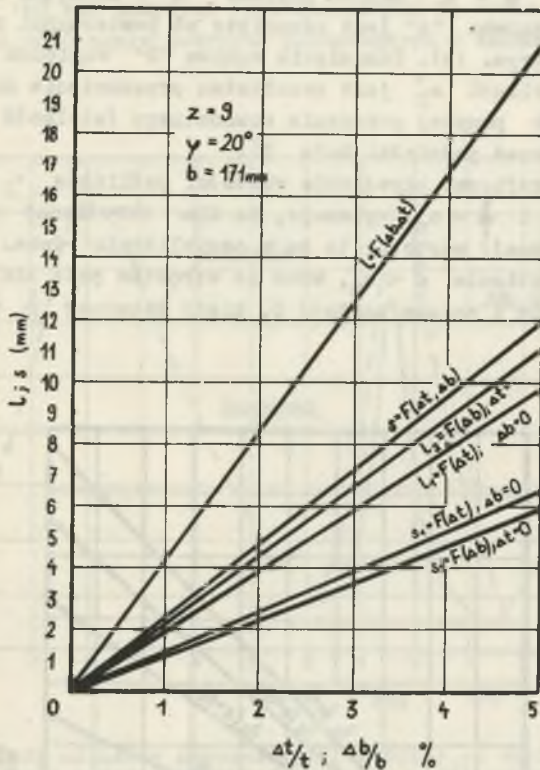


Rys. 2. Poślizgi ogniw poziomych (czynnych) przy zazębieniu $\frac{t}{T} > a_n$

a - koło nowe wykonane wg wymiarów nominalnych i łańcuch wydłużony, b - koło zużyte i łańcuch wydłużony

Na wartość poślizgu s_2 istotny wpływ wywiera również liczba zębów koła i tak np. przy $z = 6$ s_2 jest około 50% większy niż w przypadku $z = 9$ (rys.4).

Na rys. 3 przedstawiono wykres wzrostu wartości całkowitego poślizgu $s = s_1 + s_2$ w funkcji procentowych przyrostów podziałki łańcucha i ubytków na dnie gniazd kół (przy założeniu, że przyrosty te są jednakowe). Jak widać z wykresu np. na kole o $z = 9$ zębach dla $\Delta t/t$ i $\Delta b/b = 5\%$ całkowity poślizg S wynosi około 12 mm.



Rys. 3. Wykresy poślizgów ogniw na kole dziewięciozębnym w funkcji wzrostu wydłużenia łańcucha i położenia den gniazd względem położenia nominalnego

3. Charakter i przebieg zazębienia przy $\frac{t}{\pi} < a_n$

Przy stosunku podziałek mniejszym od nominalnego: $\frac{t}{\pi} < a_n$ nabiegające na koło ogniwo poziome układa się w gnieździe koła w określonej odległości od zęba koła (rys. 1b).

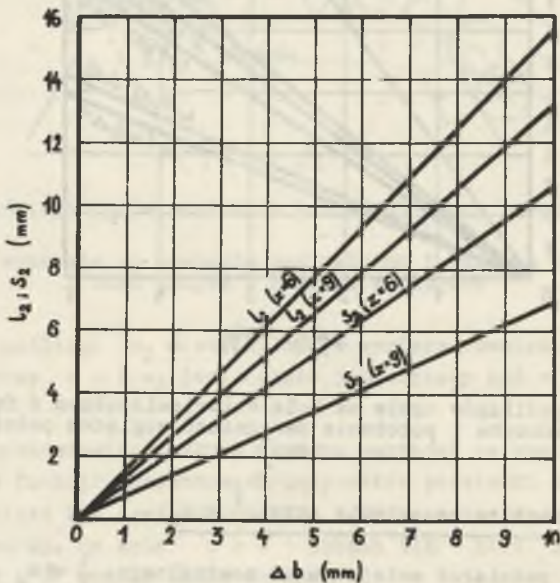
W miarę obrotu koła ogniwo to przemieszcza się po dnie gniazda w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu koła. Przemieszczenia (poślizgi) ogniw poziomych na kole rozpoczynają się w momencie wyjścia z zazębienia ogniwa poziomego (czynnego) A i trwają do momentu zetknięcia się z powierzchnią roboczą zęba kolejnego ogniwa poziomego B (rys. 1b). Badania zazębienia $\frac{t}{\pi} < a_n$ prowadzone dla kół o dotychczasowym zarysie gniazd, wykazały duże zaburzenia współpracy wynikające z zakleszczania się ogniw poziomych we wrębach międzyzębnych koła. Prawidłowa współpraca koła z łańcuchem wymaga

powiększonych den gniazd i wyrzutnika łańcucha. (Wyjście ogniów z ząbienia jest bowiem utrudnione przez tarcie i zakleszczenie).

Przy ząbieniu $\frac{t}{T} < a_n$ ogniwo poziome "B" znajdujące się za będącym w ząbieniu ogniwem "A" jest odsunięte od powierzchni roboczej zęba o wielkość s'_2 (rys. 1b). Odsunięcie ogniwa "B" względem powierzchni roboczej zęba o wielkość s'_2 jest rezultatem przesunięcia den gniazd na kole o wielkość Δb powyżej położenia nominalnego (wielkość Δb wpływa bezpośrednio na wzrost podziałki koła T).

Analityczne i graficzne określenie wartości poślizgów s_2 i s'_2 dla ząbienia $\frac{t}{T} > a_n$ i $\frac{t}{T} < a_n$ wykazuje, że dla określonej wielkości Δb (dodatniej lub ujemnej) wartości te są w przybliżeniu równe.

W przypadku ząbienia $\frac{t}{T} < a_n$, wraz ze wzrostem podziałki łańcucha, wielkość s'_2 maleje i osiąga wartość 0, kiedy stosunek $\frac{t}{T}$ osiąga wartość nominalną.

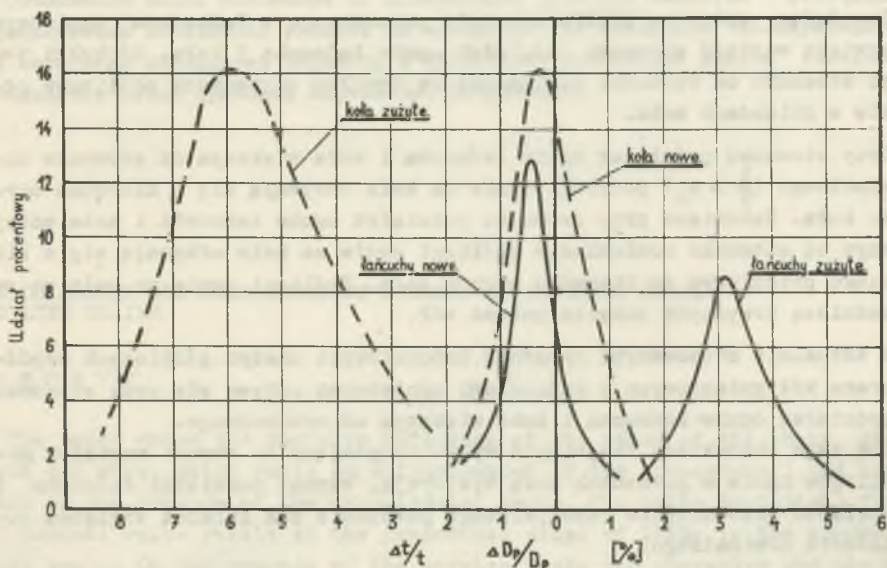


Rys. 4. Wykresy poślizgów ogniów w zależności od stopnia zużycia gniazd kół sześciu i dziewięćzębnych

4. Określenie charakteru ząbienia dla aktualnie stosowanych napędów łańcuchowych przenośników zgrzeblowych

Celem określenia charakteru ząbienia w napędach przenośników zgrzeblowych przeprowadzono badania statystyczne stopnia dokładności wykonania i zużycia kół gniazdowych oraz łańcuchów ogniowych.

Badaniom poddano koła gniazdowe i łańcuchy ogniwowe stosowane w pancernych przenośnikach zgrzeblowych "Śląsk" i "Samson". Pomiar wartości średnic podziałowych kół gniazdowych i podziałek ogniw przeprowadzono dla 104 kół nowych i 160 kół zużytych (przeznaczonych do wymiany) oraz dla 800 ogniw nowych i 1060 ogniw zużytych pochodzących z łańcuchów ϕ 18 x 64 mm klasy B.



Rys. 5. Rozkłady udziałów procentowych odchyłek od wartości nominalnej podziałek i średnic podziałowych łańcuchów oraz kół nowych i zużytych stosowanych w przenośnikach zgrzeblowych typu "Śląsk" i "Samson" ($z = 8$, $t = 64$ mm, $D_p = 328,5$ mm)

Wyniki tych pomiarów w formie udziałów procentowych odchyłek od wartości nominalnych podziałek łańcuchów ogniwowych nowych i zużytych oraz średnic podziałowych kół nowych i zużytych przedstawiono na rys. 5. Okazało się, że około 86% ogniw nowych mieściło się w zakresie odchyłek wykonawczych $64 \pm 0,5$ mm. Procentowe wydłużenie względne ogniw zużytych zawarte było w przedziale od około 1,5 do 5,5%, a średnia wartość tego wydłużenia wynosiła około 3,3%. Około 60% badanych kół nowych posiadało średnicę podziałową mniejszą od nominalnej. Dla kół zużytych procentowy względny ubytek wartości średnic podziałowych wahał się w zakresie od 2,4 do 8,2% (średnia wartość około 5,5%).

Wynika stąd, że w aktualnie produkowanych przenośnikach zgrzeblowych współpraca kół gniazdowych i łańcuchów ogniwowych odbywa się przy stosunku wartości podziałek łańcucha i koła większym od stosunku nominalnego $\frac{t}{T} > a_n$.

Średni przyrost procentowy tego stosunku dla określonych powyżej średnich wartości $\frac{\Delta t}{t} = 3,3\%$ i $\frac{\Delta D_p}{D_p} = 5,5\%$ kół i łańcuchów zużytych wynosił około 8%.

5. Wnioski

1. Decydujący wpływ na współpracę koła gniazdowego z łańcuchem ogniowym wywiera wartość stosunku podziałek ogniów łańcucha i koła. Odchyłki tego stosunku od wartości nominalnej są źródłem okresowych poślizgów ogniów w gniazdach koła.
2. Przy stosunku podziałek ogniów łańcucha i koła większym od stosunku nominalnego ($\frac{t}{T} > a_n$) poślizgi ogniów na kole odbywają się w kierunku obrotu koła. Natomiast przy stosunku podziałek ogniów łańcucha i koła mniejszym od stosunku nominalnego poślizgi ogniów na kole odbywają się w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu koła. Poślizgi ogniów na kole są zasadniczą przyczyną zużycia gniazd kół.
3. W aktualnie stosowanych napędach łańcuchowych maszyn górniczych współpraca kół gniazdowych z łańcuchami ogniowymi odbywa się przy stosunku podziałek ogniów łańcucha i koła większym od nominalnego. Dla tego charakteru ząbienia wpływ decydujący na wzrost wartości poślizgów ogniów w gniazdach koła wywierają, wzrost podziałki łańcucha i wielkość przesunięcia rzeczywistego położenia dna gniazda względem położenia nominalnego.
4. Niedokładność wykonania, postępujące zużycie i nierównomierność procesu zużycia ogniów łańcucha i kół gniazdowych są przyczyną, że rzeczywiste kształty wieloboków współpracy łańcucha z kołem odbiegają znacznie od założonego przez konstruktorów kształtu nominalnego (półforemnego). Wieloboki współpracy koła z łańcuchem przybierają często kształty przypadkowe.

ХАРАКТЕР И ПРОТЕКАНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ЗВЕЗДОЧЕК
И КОЛЬЦЕВЫХ ЦЕПЕЙ

Р е з ю м е

В работе доказано на основании экспериментальных испытаний, что действительное влияние на совместную работу звездочки и цепи имеет соотношение шага цепи и звездочки.

Отклонение этого отношения от номинальной величины является источником периодических скольжений звеньев на звездочке. На основании эксплуатационных испытаний определено характер и протекание совместной работы звездочек и кольцевых цепей приводов скребковых конвейеров.

THE CHARACTER AND COLLABORATION PROCESS OF SPROCKET WHEELS
AND LINK CHAINS

S u m m a r y

The paper shows the decisive influence of the value of the chain link pitch and wheel pitch ratio on collaboration of the sprocketwheel and link chain on the grounds of the experimental tests. The ratio deviations from the nominal value result in the periodical slips of links in the sprocketwheel seats. On the grounds of the service tests the character and the collaboration process of pair: sprocket wheel and link chain were determined, in the case of the chain drive of the push-plate conveyors.