

JANUSZ ZIPSER
HELMUT WEISS
COBPGO - "POLTEGOR"
WROCLAW

MOŻLIWOŚCI ZWIĘKSZENIA ŻYWOTNOŚCI ŁAŃCUCHÓW
GAŚIENICOWYCH I NACZYNIOWYCH PODSTAWOWYCH
MASZYN ODKRYWKOWYCH

W pracy przedstawiono problemy związane ze zwiększeniem żywotności maszyn odkrywkowych. Omówiono zmiany cech konstrukcyjnych ogniów łańcuchów, rozstawu kół wporczych oraz wpływ tych cech na trwałość łańcuchów.

1. Wstęp

Proces wzajemnych oddziaływań między gaśienicami podstawowych maszyn odkrywkowych a podłożem gruntowym wykazuje bardzo nierównomierny rozkład wzajemnych reakcji gaśienic i podłoża i duże miejscowe koncentracje naprężeń w członach gaśienicowych i w gruncie podłoża, co odbija się niekorzystnie na trwałości łańcuchów gaśienicowych i na nośności podłoża. Przez odpowiednio wypukłe uformowanie dna członów gaśienicowych można zmienić przebieg wzajemnych oddziaływań gaśienic i gruntu podłoża, czyniąc go równomierniejszym i pozbawionym większych koncentracji naprężeń. Dzięki temu praca wszystkich elementów łańcucha staje się łagodniejsza i łańcuch zyskuje na trwałości, a nośność podłoża gruntowego wzrasta.

Większość eksploatowanych obecnie w PWB ogniów gaśienicowych posiada niewłaściwy, ze względu na kierunek obciążeń, kształt żeber wzmacniających, powodujący występowanie dodatkowych naprężeń w czasie pracy. Również stosowana obecnie technologia tulejowania otworów w ogniwach jest niedoskonała. Proponuje się dla podniesienia trwałości ogniów zmianę kształtu żebrowania ogniów oraz zastosowanie kalibrowanych tulei spawanych.

COBPGO "Poltegor" we współpracy z Politechniką Krakowską opracował oryginalną i nowoczesną metodę obliczeń konstrukcyjnych ogniów gaśienicowych

oraz określania rozkładu reakcji kontaktowych gąsienic z podłożem i osiadiania gąsienic w zależności od parametrów konstrukcyjnych układu wsporczonego gąsienic. Tym samym uzupełniono dotychczasowy brak odpowiednich podstaw naukowych dla projektowania gąsienic.

2. Możliwości zwiekszenia żywotności łańcuchów gąsienicowych i naczyniowych podstawowych maszyn odkrywkowych

Łańcuchy gąsienicowe i naczyniowe maszyn podstawowych górnictwa odkrywkowego należą do grupy części szybko zużywających się.

Uszkodzenia łańcuchów gąsienicowych obejmują wszystkie ich elementy.

Są więc:

- takie uszkodzenia płyt jak miejscowe wgniecenia dna i rozerwania brzegów płyty, podginanie do góry całych połaci blachownicy płyty po obu stronach ogniwa, pęknięcie spawów łączących blachownicę płyty z ogniwem, wичhrowanie blachownicy,
- uszkodzenia ogniw w postaci rozbicia otworów w uchach, rozwałcowania powierzchni tocznej dla kół wsporczych, ścierania grzebieni zazębienia ogniw z zabierakami kół napędowych, urwanie uszu i pęknięcie trzonu ogniwa,
- pęknięcie i wypadanie tulei w uchach,
- pęknięcie i wypadanie sworzni łączących człony gąsienicowe.

Zużywanie się i uszkodzenia łańcuchów gąsienicowych stanowią poważny problem dla Przemysłu Węgla Brunatnego tak ze względu na czas przestoju maszyn z powodu awarii podwozi gąsienicowych jak i pracochłonność napraw i wymiany zużytych członów łańcuchów gąsienicowych.

Analizując przyczyny uszkodzeń i nadmiernego zużycia elementów łańcuchów gąsienicowych stwierdzić trzeba, że są one wielorakie. Składają się na nie: nienależyte przystosowanie konstrukcji do warunków pracy, niedobra technologia wykonawstwa części i nienajlepszy dobór materiałów. Obecny referat naświetla parę najważniejszych, naszym zdaniem, problemów związanych z podniesieniem trwałości łańcuchów gąsienicowych:

- przystosowanie członów gąsienicowych do współpracy z gruntem podłoża,
- dobór kształtu ogniw gąsienicowych,
- ulepszenie technologii tulejowania ogniw.

Ostatnie zagadnienie dotyczy również łańcuchów naczyniowych.

Dla znalezienia przyczyn niszczenia się płyt gąsienicowych rozpoczęto w Zakładzie Maszyn Odkrywkowych COBPGO badanie procesu oddziaływań pomiędzy gąsienicą a podłożem gruntowym. Do lat 70-tych dziedzina ta nie była należycie znana. Hipotetycznie zakładano równomierny rozkład nacisków pod gąsienicą, ewentualnie jak w przekroju mimośrodowo ściskanym. Na tej podstawie, w oparciu o tzw. nacisk średni, konstruktorzy dobierali wielkość powierzchni oparcia gąsienic na podłożu gruntowym, przy czym niedostatek powierzchni posadowienia nadrabiali rozszerzaniem gąsienic w dość dowolnym stopniu.

Tymczasem, jak pokazały badania prowadzone w ostatnich latach w różnych ośrodkach naukowo-badawczych, m.in. i w COBPGO, takie rozwiązanie nie ma odzwierciedlenia w zjawiskach zachodzących w podłożu gruntowym. Rzeczywisty

obraz wzajemnych oddziaływań układu gąsienica - podłoże gruntowe jest bardzo zróżnicowany i nie ma nic wspólnego z równomiernością zakładaną jako podstawa projektowa. W wyniku przetaczania się kół wsporczych gąsienicy po członach łańcucha leżącego na odkształcającym się podłożu tworzą się na dnie koleiny gąsienicy fałdy gruntowe, na których kołyszą się człony gąsienicowe. Pod wpływem kołysania się członów odbywa się kształtowanie oddziaływań między członami łańcucha i podłożem. Kołysanie się członów powoduje wahania tych oddziaływań, tak że w rezultacie mają one pod różnymi częściami dna człona odmienne przebiegi w czasie przetaczania się kół wsporczych po łańcuchu. Wahania obciążeń na różnych częściach członów gąsienicowych wywołują podział łańcucha na partie więcej i mniej zaangażowane w przeniesieniu obciążeń oraz zupełnie odciążone.

Nierównomierność rozkładu obciążeń w łańcuchu gąsienicowym wynika z kinematyki łańcucha członowego. Nie da się jej całkowicie uniknąć, jednak rozwiązania konstrukcyjne w zakresie układu wsporczego gąsienicy mogą ją bądź łagodzić, nie dopuszczając do stanów krytycznych lub też potęgować.

Stosowane obecnie w maszynach odkrywkowych łańcuchy gąsienicowe nie sprzyjają polepszeniu szkodliwych dla trwałości łańcuchów i niepożądanych ze względu na nośność podłoża gruntowego zjawisk. Używane teraz powszechnie do budowy łańcuchów człony gąsienicowe z płaskim dnem wykazują bardzo zróżnicowany rozkład naprężeń na powierzchni styku łańcucha płytowego z podłożem gruntowym. Płaskie dno członów ułatwia kołysanie się członów na fałdach gruntowych koleiny, a w momencie najazdu koła wsporczego na złącze ogniwo- we ukosujące się pod kołem sąsiednie płyty gąsienicowe tworzą klin wbijający się w podłoże gruntowe. Klin wywołuje w gruncie naprężenia przekraczające wartości graniczne i stwarza dodatkowe opory boczne w czasie skrętu gąsienic, nadwyrężając złącze ogniwo- we. Także nadmierne poszerzenie gąsienic nie daje dobrych rezultatów. Skutkiem występujących w okolicach brzegowych koncentracji naprężeń gruntowych nie uzyskuje się obniżenia nacisków pod gąsienicami, tak jakby to wynikało z poszerzenia gąsienic, natomiast powstają niedogodności związane ze wzrostem ciężaru i rozmiarów członów gąsienicowych. Pomiary polowe na obecnie eksploatowanych maszynach odkrywkowych, przeprowadzone w COBPGO, wykazały znaczne koncentracje naprężeń, duże zróżnicowanie obciążeń elementów /części brzegowe i przyłączeniowe płyt są kilkakrotnie przeciążane w porównaniu z częściami środkowymi/ i występowanie obszarów w ogóle nie biorących udział w przeniesieniu obciążeń.

Wspomniane zjawiska odbijają się szkodliwie na trwałości łańcuchów gąsienicowych, powodują przedczesne niszczenie się przeciążonych złączy, miejscowe wgniecenia płyt itp. Poza tym taki sposób obciążania gruntu, jaki wykazują obecnie gąsienice maszyn odkrywkowych, wywołuje obniżenie nośności podłoża i sprzyja grzęźnięciu gąsienic.

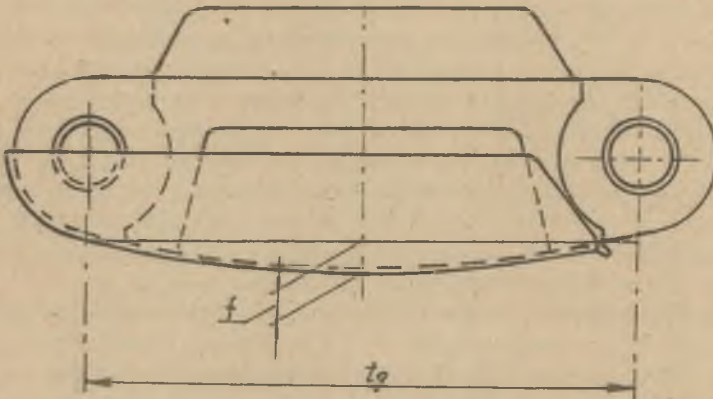
Najprostszym sposobem przeciwstawienia się nadmiernemu zużyciu się łańcuchów gąsienicowych jest wzmocnienie ich elementów. W zakładzie Maszyn Odkrywkowych COBPGO postanowiono jednak nie przewymiarowywać członów gąsienicowych, lecz nadać procesowi wzajemnych oddziaływań między gąsienicą a pod-

łożem gruntowym inny przebieg niż obecny. Podjęto próbę zmiany przebiegu zjawisk gruntowych pod gąsienicą w kierunku zlikwidowania koncentracji naprężeń, wyrównania rozkładu obciążeń, wyzyskania całej powierzchni spodniej gąsienicy przy przenoszeniu obciążeń i nade wszystko odciążenia złącza ogniwowego, stanowiącego szczególnie podatny na awarie element łańcucha. Okazało się to możliwe poprzez zmiany w dotychczasowym układzie wsporczym gąsienicy, jako że zmiany konstrukcji układu wsporczego powodują nowe formy przekazywania obciążeń maszyny na podłoże. Stosownie do nich zmienia się z kolei odpór podłoża i inaczej układają się naprężenia w gruncie i konstrukcji.

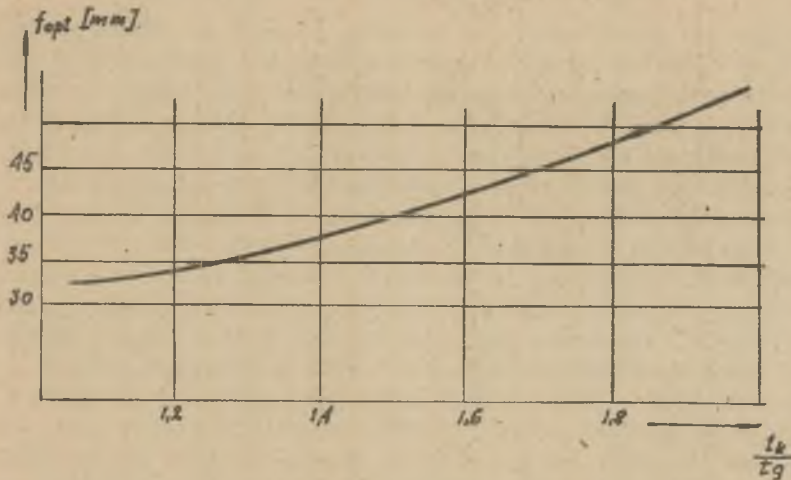
Badając wpływ kształtu, sztywności i wielkości powierzchni posadowienia gąsienic na zjawiska gruntowe pod gąsienicami stworzono w COBPGO koncepcję łańcucha gąsienicowego z przestrzennie uformowaną powierzchnią styku łańcucha z podłożem gruntowym, rozstawem kół wsporczych, utrzymanym w określonym stosunku do podziałki łańcucha członowego i ograniczonej szerokości łańcucha. Na podstawie badań modelowych, eksploatacyjnych i obliczeń teoretycznych stwierdzono, że taki łańcuch w porównaniu z łańcuchami stosowanymi dotychczas na maszynach odkrywkowych wykazuje szereg zjawisk natury gruntowej, mechanicznej i eksploatacyjnej kwalifikujących go jako konstrukcję bardziej trwałą i lepiej przystosowaną do podłoża w kopalniach odkrywkowych.

Przestrzenne uformowanie spodniej powierzchni łańcucha gąsienicowego polega na nadaniu każdej płycie łańcucha wypuklenia w kierunku podłoża. Powierzchnia owej wypukłości, ukształtowana według pobocznic walca prostego, którego tworząca przebiega prostopadle do wzdłużnej osi gąsienicy, obejmuje równomiernie całą powierzchnię płyty - rys. 1. Przy krótszych brzegach, na których nie ma złączy, płyty są podgięte ku górze, w kierunku od podłoża.

Ukształtowanie płyt gąsienicowych w opisany sposób zmienia przebieg procesów gruntowych pod gąsienicami.



Człon gąsienicowy wypukły



Rys.1. Wykres zależności optymalnej wielkości wypukłości płyty od stosunku rozstawu kół wsporczych do podziałki łańcucha gąsienicowego

Wybrzuszenia płyt gąsienicowych sprawiają, że naciski pod środkowymi częściami płyt ulegają zwiększeniu, a pod złączami płytowymi zmniejszeniu. Obserwowano 2-krotny spadek naprężeń w okolicy złącza. Dzięki temu praca złącza członowego, stanowiącego szczególnie wrażliwy i podatny na awarie element łańcucha gąsienicowego, może odbywać się w korzystniejszych warunkach niż ma to miejsce w łańcuchu z płytami płaskimi. Zmieniając promień krzywizny wypukłości płyty można regulować stopień obciążenia części środkowej w stosunku do części przyzłączowej płyty.

Poza tym przestrzenne uformowanie płyty. nadaje jej większą sztywność, odporność na wgniecenia i wytrzymałość, przeciw zwichrowaniu. Łańcuchy gąsienicowe z członami wypukłymi cechuje też mniejsze kolebanie się członów w czasie przejazdu po nich kół wsporczych i nietworzenie się klinów z sąsiadującymi członami w momencie, gdy nad złączem członów ustawi się koło wsporcze.

W efekcie następuje poprawa trakcyjności gąsienicy, poprawa warunków pracy, wszystkich elementów mechanizmu jazdy, zmniejszenie awaryjności gąsienicy i zwiększenie trwałości członów gąsienicowych. Badania eksploatacyjne trzech łańcuchów próbnych, trwające 5 lat, wykazały 3-krotnie mniejszą konieczność wymian, zużytych członów wypukłych w porównaniu z dotychczasowymi łańcuchami członów płaskich, pracującymi równocześnie z wypukłymi na tej samej maszynie.

Służby eksploatacyjne kopalni podkreślały walory członów gąsienicowych wypukłych i celowość powszechnego ich wdrożenia. To też od lipca 1975 r. zaczęto w PWB zużytych członom gąsienicowym nadawać kształt wypukły, w czasie ich regeneracji.

Zmiana kształtu powierzchni dna członów gąsienicowych z płaskiego na

wypukły, odbija się też korzystnie na przebiegu procesów gruntowych pod gąsienicami. Zmniejsza się osiadanie gąsienic i zwiększa wytrzymałość graniczna podłoża gruntowego. Dowiodły tego teoretyczne prace Instytutu Mechaniki Budowli Politechniki Krakowskiej, w których stwierdzono istnienie wyraźnej zależności charakteru rozkładu naprężeń gąsienic z podłożem od kształtu płyt gąsienicowych. Za najkorzystniejsze uznano nadanie płytom gąsienicowym właśnie kształtu wypukłego i to zarówno z punktu widzenia stanu naprężeń jak i deformacji i nośności podłoża.

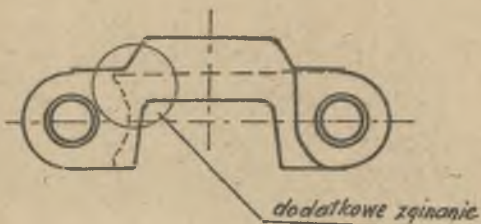
Jak wspomniano, w dążeniu do podniesienia trwałości łańcuchów gąsienicowych ustalono też w COBPGO wytyczne konstrukcyjne odnośnie doboru rozstawu kół wsporczych w stosunku do podziałki łańcucha gąsienicowego i doboru szerokości gąsienic. Badając wzajemne oddziaływania gąsienic i podłoża gruntowego stwierdzono, że dla wykorzystania całej spodniej powierzchni gąsienic do przenoszenia obciążeń w możliwie równomierny sposób należy stosunek rozstawu kół wsporczych do podziałki łańcucha utrzymać poniżej wielkości 1,6 a szerokość gąsienicy-1400 + 2000 mm. Spełnienie tych postulatów przyczynia się do zmniejszenia koncentracji naprężeń.

Istotnym mankamentem używanych aktualnie łańcuchów gąsienicowych są ogniwa gąsienicowe. Przyczyny uszkodzeń ogniw gąsienicowych są różne. Oprócz błędnych kształtów korpusu ogniwa i źle dobranych przekrojów winę ponosi też nienależyte wykonawstwo i niestaranna obróbka cieplna tych elementów.

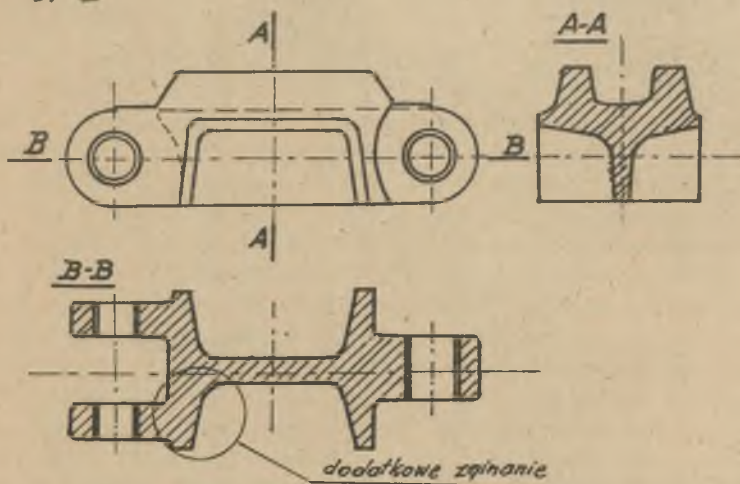
Większość maszyn podstawowych w PWB wyposażona jest w ogniwa /rys.2/ posiadające wybranie w środkowej części trzonu ogniwa i siodłowo posadowione na korytku przebiegającym pod tym wybraniem. Inne maszyny cechuje ogniwo z pojedynczym żebrzem biegnącym wzdłuż całego trzonu ogniwa pod środkiem bieżni. Obie te konstrukcje posiadają kształt nieodpowiedni dla przenoszenia obciążeń od sił jazdy. Bowiem rozciąganie tych ogniw siłami jazdy wywołuje pojawianie się w nich dodatkowych naprężeń gnących, zawdzięczających swe powstanie tylko kształtowi korpusu ogniwa. W pierwszym wypadku powodem jest wygięcie trzonu ogniwa tworzące przemostkowanie nad korytkiem, w drugim umiejscowienie żebra między uchami /podwójnymi/ i połączenie go z uchami za pośrednictwem "poprzeczki" tworzącej z żebrzem kształt litery T. Przy obciążeniu rozciągającym ogniwo dodatkowe momenty gnące we wznoszącej się części przemostkowania względnie w "poprzeczce" przyczyniają się do pęknięcia trzonu ogniwa lub urywania uszu.

Bardziej prawidłowy sposób przeniesienia obciążeń od sił jazdy zapewniają ogniwa posiadające dwa spodnie żebra pomyślane jako elementy łączące bezpośrednio oba ucha z jednej strony ogniwa z uchem pojedynczym po stronie przeciwnej. Na terenie PWB wśród podstawowych maszyn jedynie maszyny firmy KRUPP wyposażone są w takie ogniwa. Są to ogniwa nowoczesne, ale i w ich konstrukcji można zauważyć rozwiązania wymagające ulepszenia. W szczególności nienajlepsze jest usytuowanie żebra poprzecznego "rozpierającego" żebra wzdłużne od strony podwójnych uszu. W ogniwach koparki SchRs4600, reprezentanta firmy KRUPP, żebra wybiegające z pojedynczego ucha trafiają na przedłużenia wzdłużnych osi obu przeciwległych uszu poza obręb samych

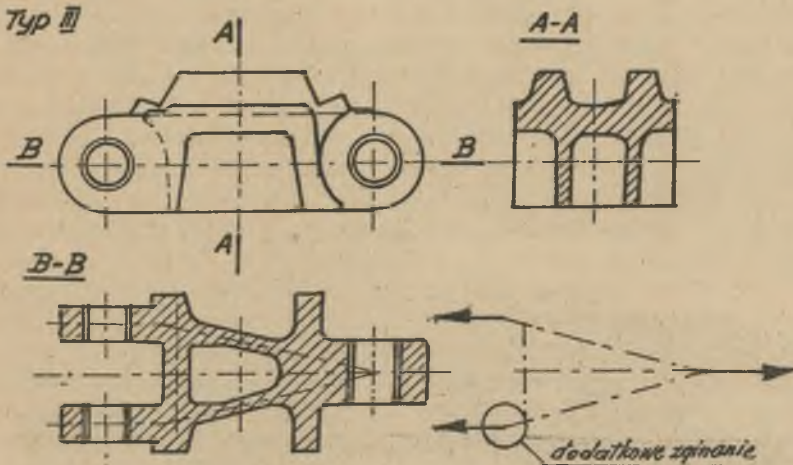
Typ I



Typ II



Typ III



Rys.2. Ogiwa gąsienicowe stosowane obecnie w maszynach podstawowych PWD.

uszu, za poprzeczny element między żebrami - żebro poprzeczne przejmujące naprężenia ściskające - wstawiony jest poza punkty przecięcia osi żeber i uszu. W takim układzie części ogniwa składające się z podwójnych uszu i dołączonych do nich pod kątem części żeber do miejsca rozpierania ich żebrzem poprzecznym są pod ciągłym obciążeniem gnącym, zginającym ucha ku sobie, jako że siły jazdy w uchach działają w kierunku osi wzdłużnych uszy, a ten kierunek nie pokrywa się z kierunkiem żeber.

Dla podniesienia trwałości ogniw gąsienicowych należałoby je przekonstruować. Wg naszego rozeznania należałoby wprowadzić w dolnej partii trzonu ogniwa 3 wzdłużne żebra. Żebra zewnętrzne poprowadzić od pojedynczego ucha w kierunku obu uszy wzdłuż całego ogniwa. Żebro poprzeczne wstawić dokładnie pomiędzy punktami przecinania się osi żeber i wzdłużnych osi obu uszy, ku którym żebra dążą. W ten sposób ów układ żeber wzdłużnych razem z żebrzem poprzecznym i uchami ogniwa tworzy element kratownicy,



który przy obciążeniach od sił jazdy narażony jest tylko na naprężenia ściskające i rozciągające wzdłuż osi elementów.

Trzecie wzdłużne żebro, leżące między omówionymi żebrami przenoszącymi siły jazdy, miałoby za zadanie podparcie jezdni kół wsporczych i dodatkowe wzmocnienie trzonu ogniwa. W wypadku konieczności stosowania w zewnętrznych żebrach wybrań technologicznych, potrzebnych dla podtrzymania rdzenia odlewniczego, żebro środkowe może zachować pełny kształt.

Jako materiał na ogniwa wprowadza się obecnie w PWB Staliwo L35GSM w miejsce stosowanego dotąd L30GS. Prowadzi się też próby nad możliwością zastosowania staliwa Hadfielda, tak jak to czynią zachodniemieckie fabryki maszyn odkrywkowych.

Istotną przeszkodą przy konstruowaniu ogniw gąsienicowych był brak sprecyzowanego sposobu prowadzenia obliczeń konstrukcyjnych zarówno jeśli chodzi o określenie rodzaju i wielkości obciążeń jak i schematu prowadzenia obliczeń. Ostatnio we współpracy z Instytutem Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Krakowskiej ustaliliśmy warunki obciążeń dla ogniw gąsienicowych i sprecyzowany został nowatorski sposób prowadzenia obliczeń wytrzymałościowych ogniw na podstawie teorii sprężystości. Owa metoda obliczeniowa razem z opracowaną w Instytucie Mechaniki Budowli Politechniki

Krakowskiej nowoczesną i oryginalną metodą obliczania naprężeń i osładek pod gąsienicami, pozwalającą oceniać parametry układu wsporczego gąsienic ze względu na przystosowanie do podłoża gruntowego, stwarzają naukowe podstawy do konstruowania lepszych zestawów gąsienicowych, bardziej trwałych.

Najbardziej awaryjnym elementem łańcuchów gąsienicowych jest złącze ogniwo. Analogiczne złącze występuje również w łańcuchach naczyniowych podstawowych maszyn górnictwa odkrywkowego. Awarie spowodowane uszkodzeniami złączy ogniwowych są bardzo pracochłonne; procentowy udział czasów postojów wynikłych z powodu awarii złączy ogniw naczyniowych dochodzi nie raz do 90 % czasu wszystkich awarii maszyny /np. koparka D1120 na odkrywce "Kazimierz"/. W przypadku ogniw gąsienicowych odpowiedni udział zniszczeń złączy wynosi średnio 27 %.

Zagadnienie opanowania przedwczesnego zużycia i uszkodzeń złączy ogniwowych nabiera szczególnego znaczenia, gdy się zważy fakt, że w obecnej praktyce eksploatacyjnej czas pracy łańcuchów uwarunkowany jest żywotnością czerpaków w łańcuchach naczyniowych względnie płyt gąsienicowych w przypadku gąsienic. Przyjęcie tej zasady często powoduje, że w momencie wymiany czerpaków złącza ogniwo są tak zniszczone, że nie nadają się nie tylko do dalszej pracy, ale nawet nie można ich już regenerować. W przypadkach tego rodzaju występowało całkowite zniszczenie wzgl. wypadnięcie tulei, przy czym w 20 wypadkach na 100 występowało znaczne wytarcie rodzimego materiału ogniwa, ponaddozwolzone jednostronne wytarcie sworzni, znaczne ubytki materiału na powierzchniach czołowych i bocznych ogniw środkowych i naczyniowych w łańcuchach naczyniowych, oraz ubytki w otworach ogniw gąsienicowych.

Przyczyn większości wymienionych uszkodzeń i nadmiernego zużycia złączy ogniwowych należy upatrywać w niedoskonałej technologii wykonywania i osadzania tulei w ogniwach. Stosowane w obecnej postaci tuleje, zwijane ze stali 11G12, nie zapewniają prawidłowej pracy złączy. Niedokładność ucinania płaskownika, zmienna grubość płaskownika oscylująca w granicach $\pm 0,5$ mm oraz sam sposób wykonania tulei przez zawijanie płaskownika wokół sworzni powodują, że tuleje wykazują owalizację dochodzącą do 2,5 mm na średnicy 102 mm. Powoduje to nie trwałe osadzenie tulei w uchach ogniwa będące źródłem późniejszych nieprawidłowości pracy złączy ogniwego i jego uszkodzeń. Dla poprawienia takiego stanu rzeczy i zabezpieczenia tulei przed obrotem po wprasowaniu jej do ogniwa zaklepuje się pewne odcinki obrzeża tulei do wybrania w ogniwie na brzegu tulejowanych otworów. Odbywa się to przy miejscowym podgrzaniu tulei w stanie wprasowanym, co wywołuje szkodliwe zmiany w strukturze materiału tulei i w jej wcisku.

Dla zapobieżenia wyszczególnionym mankamentom i podniesienia trwałości złączy ogniwowych opracowano w Zakładzie Maszyn Odkrywkowych nową technologię wykonywania tulei zwijanych z płaskownika. Wg niej wykonaną jak dotychczas tuleję wprasowuje się w specjalnym urządzeniu /kalibratorze hydraulicznym/ do oczka kalibrującego. Ściśniętą w oczku tuleję o dokładnie określonej średnicy zewnętrznej /niezależnej od grubości płaskownika/ zespawuje się w kalibratorze elektrodą ES18-8-6 B lub ES2-18B i wyjmuje z oczka.

Tak sporządzone tuleje zachowują zewnętrzną średnicę o tolerancji $\pm 0,2$ mm i mogą być wprasowane do otworów w ogniwach z wymaganą wielkością wcisku, gwarantującą ich pewne osadzenie, zabezpieczające prawidłową pracę złącza.

ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ ГУСЕНИЧНОЙ И
СКРЕБКОВОЙ ЦЕПЕЙ ОСНОВНЫХ ДОБЫЧНЫХ МАШИН

Резюме

В статье представлены вопросы связанные с увеличением живучести добычных машин. Обсуждены конструкционные свойства звеньев цепей, колеи колёс, а также влияние этих свойств на прочность цепей.

POSSIBILITIES OF IMPROVEMENTS IN DURABILITY
OF TRACK AND BUCKET CHAINS IN OPENCAST
MACHINES

Summary

The paper deals with problems of durability improvements in opencast machines. Modifications in chain links construction as well as those in bracket wheels have been discussed both with their influence on durability of chains.