

WYBRANE PROBLEMY JAKOŚCI OBUDÓW ZMECHANIZOWANYCH

SITKO Jacek, MICHALSKI Krzysztof

Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania,
Instytut Inżynierii Produkcji, PL
E-mail: jacek.sitko@polsl.pl, krzysztof.michalski@polsl.pl

Streszczenie: Artykuł prezentuje wybrane problemy eksploatacyjne elementów obudów mechanicznych. Zwrócono uwagę na przyczyny najczęstszych niezgodności oraz sugerowany zakres potencjalnych możliwości ich eliminacji.

Słowa kluczowe: obudowa, zużycie, układ, korozja.

1 Wprowadzenie

Badania obudów zmechanizowanych zarówno pod kątem awaryjności jak i funkcjonalności to wieloetapowy proces, który rozpoczyna się od etapu prób pojedynczych elementów a kończy na fazie prób z całą sekcją [1].

Badania te mają charakter analityczno-pomiarowy. Przeprowadza się je przed dopuszczeniem obudowy do pracy, po wszelkich modernizacjach i po wystąpieniu awarii celem znalezienia przyczyny.

Zakres badań podstawowych, które wykonywane są w fazie przed dopuszczeniem nowej obudowy do eksploatacji lub po jej modernizacji czy remoncie generalnym jest ujęty w wymaganiach konstrukcyjnych [3].

Cykl badań rozpoczyna się od najprostszych działań jakimi są: identyfikacja wyrobu, pomiar cech geometrycznych w następnej kolejności przeprowadza się próby: materiałowe, zmęczeniowe, przeciążalności, funkcjonalności, stateczności i pokryć galwanicznych.

Badania i próby zwłaszcza całych podzespołów hydrauliki czy gotowej sekcji mają odzwierciedlać naturalne warunki pracy tych elementów oraz sytuacje awaryjne na które mogą one być narażone. Przy wykorzystaniu najnowszej techniki, komputerowych systemów pomiarowych wyposażonych w specjalistyczne oprogramowanie dokonuje się pomiaru i analizy otrzymanych danych porównując je potem z wymaganiami, które muszą być spełnione przed dopuszczeniem do dalszej eksploatacji.

Ze względu na ciągłe doskonalenie w procesie modernizacji podczas remontów sekcji przeprowadza się badanie zużytych elementów i wykonuje próby pracujących już przez pewien okres elementów hydrauliki siłowej i sterowniczej. Badania mają charakter sprawdzenie szczelności podzespołu i oceny wizualnej.

Aby przeprowadzić badania poszczególnych elementów należy dokonać analizy niezgodności w poszczególnych cyklach, od początku do zakończenia cyklu życia wyrobu [2]. Z uwagi na poziom skomplikowania całego układu, skupiono się na wybranych składnikach.

2 Niezgodności powstałe na etapie produkcji elementów obudowy

Są to defekty, uszkodzenia poszczególnych elementów, części lub fragmentów konstrukcji, które powstają w kolejnych fazach procesu produkcji lub po jego zakończeniu, przed momentem kiedy staną się częścią całej obudowy i zaczną spełniać swoje funkcje robocze.

Najczęściej pojawiają się one podczas obróbki skrawaniem czyli podczas toczenia, frezowania, wiercenia są też następstwem nieprawidłowości związanych ze złym wykonaniem połączeń spawanych lub brakiem ostrożności podczas transportu.

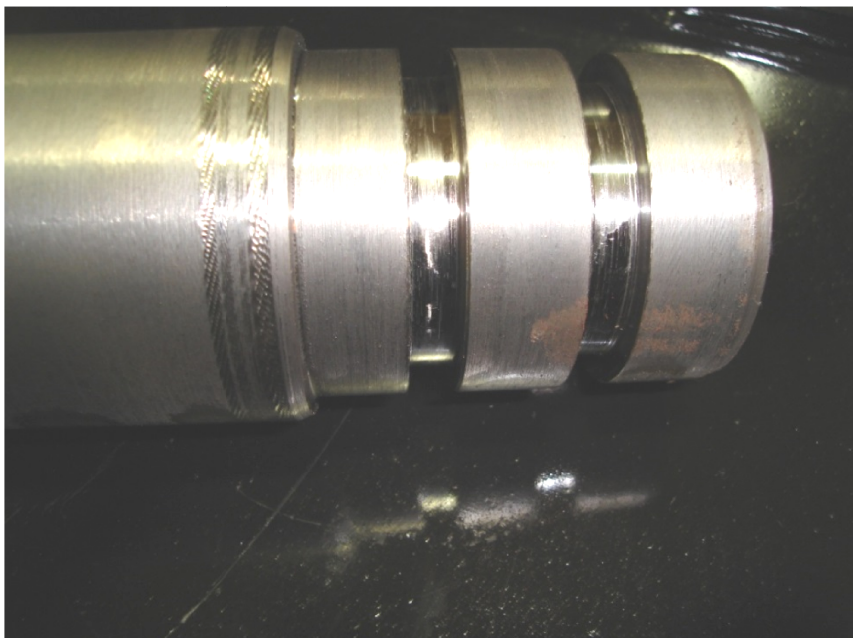
Niezgodności te są problemem pojawiającym się bezpośrednio w czasie cyklu produkcyjnego dlatego nie są one zazwyczaj przedmiotem reklamacji ponieważ identyfikowane i likwidowane są na bieżąco przez osoby biorące udział w procesie produkcji.

2.1 Uszkodzenia powstałe podczas obróbki skrawaniem - nierówna powierzchnia

Do najczęstszych uszkodzeń powstałych podczas obróbki skrawaniem należy nierówna, pofalowana powierzchnia (Rys. 1), która w następstwie nie odpowiada dokładnym wymiarom narzuconym przez konstruktora i może prowadzić podczas pracy do uszkodzeń innych elementów współpracujących z powierzchnią takich jak uszczelnienia.

Przyczynami takiego zjawiska mogą być:

- źle dobrane parametry skrawania względem obrabianego materiału, nieodpowiednia wartość posuwu do obrotów i obrotów względem średnicy i twardości materiału,
- nieodpowiedni typ narzędzia obrabiającego lub płytki noża,
- luzy na wrzecionie maszyny lub łożyskach kła podpierającego obrabiany element.



Rys. 1. Uszkodzenie mechaniczne (maszynowe) tłoczyska wskutek drgań

Przyczyny uszkodzeń, powodujące awarie bywają różne, dlatego konieczna jest dokładna analiza, mająca podać prawdziwą przyczynę i wskazać czy wina leży po stronie producenta elementów, zakładu remontującego czy użytkownika.

Poza przedstawionym przykładem uszkodzeniom ulegają fragmenty konstrukcji jak i elementy hydrauliki sterowniczej czy hydrauliki siłowej. Przeprowadzone badania i analizy dowiodły, że najczęstszą przyczyną awarii są uszkodzenia hydrauliki sterowniczej a następnie uszkodzenia uszczelnień hydrauliki siłowej.

2.2 Uszkodzenia hydrauliki sterowniczej

Poniższa Tabela 1 przedstawia przyczyny uszkodzeń.

Tabela 1. Wykaz przyczyn uszkodzeń elementów hydrauliki sterowniczej

	Rozdzielacze czterodrogowe	Bloki zaworowe	Zawory odcinające	Zawory dławiąco-zwrotne
Korozja	1890	1410	270	175
Brak szczelności	1871	857	202	80
Utrata funkcjonalności	1428	705	74	30
Uszkodzenia mechaniczne	626	170	119	130

Zródło: [4].

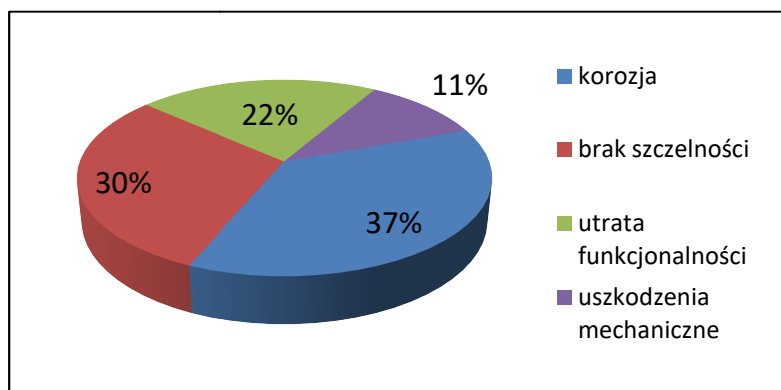
Z danych zawartych w tabeli wynika, że najczęstszym uszkodzeniom ulegają:

- rozdzielacze czterodrogowe,
- bloki zaworowe,
- zawory odcinające,
- zawory dławiąco-zwrotne.

Powodem tych defektów są :

- korozja,
- brak szczelności,
- utrata funkcjonalności,
- uszkodzenia mechaniczne.

Rysunek 2 zawiera zestawienie przyczyn uszkodzeń hydrauliki sterowniczej control.



Rys. 2. Główne przyczyny uszkodzeń elementów hydrauliki sterowniczej

Korozja

- nieodpowiedni gatunek stali;
większość elementów hydrauliki sterowniczej wykonana jest ze zwykłej stali konstrukcyjnej niskostopowej (S355, 45) jedynie elementy robocze decydujące o niezawodności układu wykonuje się ze stali nierdzewnej: martenzytycznej 2H13 i 4H13 oraz austenitycznej 1H18N9 [5].
- nieprawidłowa obróbka materiału;
na skutek niewłaściwego doboru materiału do obróbki stali nierdzewnej w procesie szlifowania lub polerowania dochodzi do wprowadzenia wolnego węgla, który łącząc się z chromem tworzy ziarna o obniżonej zawartości chromu, jeśli zawartość chromu spadnie poniżej 12% wówczas rozpoczyna się proces korozyjny [6,7].
- niewłaściwe proporcje składników cieczy roboczej;
ciecz roboczą stanowi mieszanka:
95% woda o odpowiedniej twardości
4,25% oleju bazowego produktu rafinacji ropy naftowej
0,75% emulgatora, substancji zmniejszającej napięcie powierzchniowe pomiędzy olejem a wodą [8].
Olej pełni dodatkową funkcję konserwującą i jeśli jest go zbyt mało w stosunku do wody albo woda jest zbyt twarda wówczas rozpoczyna się korodowanie elementów.

Brak szczelności

- gromadzenie się zanieczyszczeń w cieczy roboczej,
- niewłaściwe proporcje składników cieczy roboczej;
w przypadku gdy w cieczy roboczej jest więcej oleju względem pozostałych składników koncentratu dochodzi do zmian w twardości i objętości uszczelnień.
- uszkodzenia mechaniczne.

Utrata funkcjonalności

- uszkodzenie mechaniczne elementów wewnętrznych,
- podwieszenie sprężyn,
- zatkanie przez zanieczyszczenia wewnętrznych kanałów przepływowych.

Uszkodzenia mechaniczne

- oddziaływanie sił zewnętrznych;
na skutek spadającego urobku dochodzi do zgnieceń, wyłamania, skrzywień, szczególnie narażone są elementy nie przymocowane trwale do konstrukcji np. zawory dławiające zwrotne aż 31% uszkodzonych w ten sposób.

2.3 Uszkodzenia uszczelnień hydrauliki siłowej

Hydrauliczne Elementy hydrauliki siłowej należą do podstawowego i zasadniczego wyposażenia obudów zmechanizowanych, odpowiadają one za podporność i bezpieczeństwo [9]. Ich prawidłowe funkcjonowanie i bezawaryjność to sprawa priorytetowa.

W skład hydrauliki siłowej wchodzi:

- stojaki hydrauliczne,
- podpory,
- siłowniki pomocnicze.

Wszystkie te elementy znane są pod wspólną nazwą siłowniki hydrauliczne łączy je wspólne podobieństwo jeśli chodzi o budowę i zasadę działania.

To właśnie uszczelnienia odpowiadają za prawidłową pracę siłownika a ich uszkodzenia powodują niebezpieczne zewnętrzne wycieki lub wewnętrzne przecieki cieczy roboczej czego

następstwem są gwałtowne zmiany ciśnienia panującego w cylindrze prowadzące do utraty stabilności stojaka hydraulicznego lub podpory.

Do głównych przyczyn uszkodzeń uszczelnień siłowników możemy zaliczyć uszkodzenia powstałe na skutek oddziaływania zewnętrznych sił czyli mechaniczne oraz spowodowane przez wpływ szkodliwych czynników środowiska takich jak pyły i piasek.

Uszkodzenia mechaniczne

- uszkodzenia warstwy ochronnej chromu;

dochodzi do niej wskutek nieprawidłowego zabezpieczenia elementów podczas transportu są to głównie zarysowania i wgniecenia, podczas eksploatacji dochodzi do uderzeń odławkami w tłocznisko pojawiają się odpryski, rozpoczyna się proces korozyjny. Wszystkie powstałe nierówności działają niszcząco na powierzchnię uszczelnienia.

- uszkodzenia elementów siłownika;

skrzywienia tłoczniska, dławicy powoduje to nieprawidłowe odkształcenia uszczelnień tłoka i dławicy podczas pracy siłownika.

Uszkodzenia spowodowane czynnikami środowiskowymi

- uszkodzenia powstałe wskutek oddziaływania piasku i pyłu;

na skutek długotrwałego oddziaływania drobin piasku i pyłu powstają zarysowania na części siłownika pracującej na zewnątrz np. tłoczniska na warstwie ochronnej chromu pojawiają się zarysowania,

- zabrudzona ciecz hydrauliczna;

dochodzi do uszkodzeń powierzchni wewnętrznej cylindra i ścierania się uszczelnień tłoka.

Podobnie jak w przypadku elementów hydrauliki sterowniczej podejmowane są działania prewencyjne w postaci analizy uszkodzeń uszczelnień spośród grupy losowo wybranych siłowników. Celem analizy jest identyfikacja uszkodzeń i znalezienie ich przyczyny przy jednoczesnym ukazaniu skali zjawiska. Charakter poznawczy służy podjęciu działań zapobiegawczych zmniejszających liczbę defektów co w znaczący sposób wpłynie na liczbę reklamacji. Wyniki analizy zostały umieszczone w Tabeli 2. Badanie polegało na dokonaniu próby szczelności dostarczonych do remontu siłowników a następnie ocenie wizualnej już zdemontowanych części.

Tabela 2. Wyniki identyfikacji uszkodzeń uszczelnień i prawdopodobne przyczyny ich powstawania

Rodzaj uszkodzenia	Ilość sztuk	Uszkodzenia mechaniczne		Zabrudzona ciecz hydrauliczna (czynnik wewnętrzny)	Oddziaływanie piasku, pyłu (czynnik zewnętrzny)
		Uszkodzenie gładzi (uszkodzenie ciągłości warstwy chromu)	Uszkodzenie elementów siłownika (skrzywienie tłoka itp.)		
Uszkodzenie pierścienia zgarniającego	82	20	4	0	58
Uszkodzenia pierścienia prowadzącego	45	0	35	5	5
Uszkodzenie uszczelnienia dławicy	30	14	0	8	8
Uszkodzenia uszczelnienia tłoka	25	16	0	9	0
Uszkodzenia uszczelnienia statycznego dwóch nieruchomych powierzchni	12	0	12	0	0
SUM	194	50	51	22	71

Wnioski

1. Główną przyczyną powstawania wad obudów jest korozja. Największy odsetek występowania tego zjawiska dotyczy elementów hydrauliki sterowniczej około 37% badanych przypadków. W celu zmniejszenia skali zjawiska należy zastosować materiały ze stali nierdzewnej, zwiększyć kontrolę pod kątem jakości i proporcji poszczególnych komponentów cieczy roboczej w hydraulice sterowniczej i siłowej oraz przestrzegać instrukcji prawidłowego montażu. Uszkodzenie pierścienia prowadzącego jest spowodowane uszkodzeniami mechanicznymi elementów siłownika czyli krzywym tłoczyskiem.
2. Defekty uszczelnień dławicy i tłoka spowodowane są głównie przez ubytki warstwy ochronnej powstałe wskutek zarysowań powierzchni lub korozji. W przypadku dławicy są to uszkodzenia tłoka a w przypadku tłoka uszkodzenia cylindra.
3. Uszkodzenie uszczelnienia statycznego w przypadku dławicy w 100% spowodowane jest uszkodzeniem mechanicznym dławicy.

Ważne - zastosowanie praktyczne

Wyniki zawarte w opracowaniu można wykorzystać w przemyśle ciężkim maszynowym i górnictwym. Pozwoli to na ograniczenie powstawania wad jakościowych w podzespołach obudów zmechanizowanych. Jak wskazano w artykule przyczyny ich powstawania mogą być bardzo zróżnicowane. Wynika to między innymi z ciężkich warunków pracy zespołów zmechanizowanych.

Literatura

- [1] W. Biały. Wybrane zagadnienia z wytrzymałości materiałów. Wydawnictwo WNT. Warszawa 2014
- [2] M. J. Ligarski. Podejście systemowe do zarządzania jakością w organizacji. Monografia. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2010
- [3] K. Stoiński. Obudowy górnicze w warunkach zagrożenia wstrząsami górotworu. Główny Instytut Górnictwa. Katowice 2000
- [4] J. Gil, R. Kubiesa, K. Stoiński. Identyfikacja uszkodzeń hydrauliki sterowniczej zmechanizowanej obudowy ścianowej. Materiał konferencji. Wrzesień 2009
- [5] PN-EN 10088-1: 2007 - stale odporne na korozję. Wykaz stali odpornych na korozję
- [6] J. Sitko. Wprowadzenie do nauki o materiałach. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2015
- [7] K. Przybyłowicz. Podstawy teoretyczne metaloznawstwa. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1999
- [8] J. Smużyński. Obudowy zmechanizowane. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1993
- [9] L. Sell. Ślusarstwo w pytaniach i odpowiedziach. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa 1987

SELECTED QUALITY PROBLEMS OF MECHANIZED ENCLOSURES

Abstract: The article presents selected operating problems of mechanical enclosure components. Attention was drawn to the causes of the most common inconsistencies and the suggested range of potential for their elimination.

Keywords: housing, wear, layout, corrosion.