

Marek **STERCZEWSKI**  
Sebastian **CHWIEDORUK**

## ELEKTRONICZNY OGRANICZNIK OBCIĄŻENIA EO.400

**Streszczenie:** W artykule omówiono budowę elektronicznego ogranicznika obciążenia EO.400. Szczególną uwagę zwrócono na opis działania i charakterystykę czujnika momentu.

### 1. WSTĘP

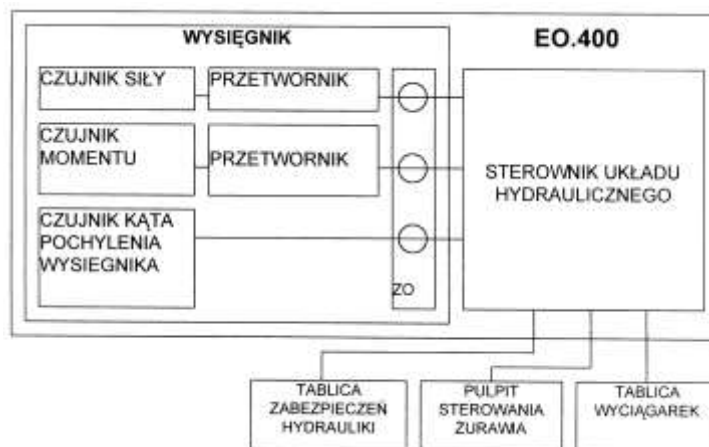
Elektroniczny ogranicznik obciążenia EO.400 przeznaczony jest do zabezpieczenia żurawia TD.50 przed wywróceniem i przeciążeniem zgodnie z wymaganiami przepisów Urzędu Dozoru Technicznego.

Ogranicznik EO.400 jest nową konstrukcją opracowaną w OBRUM, zastępującą ogranicznik EO.101. W porównaniu z poprzednimi wersjami ograniczników nowy sterownik oparty o technikę cyfrową, dysponuje poszerzonymi możliwościami kalibracji i diagnostyki z wykorzystaniem zewnętrznego łącza komputerowego. Zmieniono także konstrukcję czujnika siły, czujnika kąta, oraz przetworników współpracujących z czujnikami.

### 2. BUDOWA OGRANICZNIKA

Elektroniczny ogranicznik obciążenia EO.400 przeznaczony jest do zabezpieczenia żurawia TD.50 przed wywróceniem i przeciążeniem zgodnie z wymaganiami przepisów Urzędu Dozoru Technicznego. Pełnione funkcje i charakterystyki są zgodne z poprzednio stosowanym ogranicznikiem EO.101. Zachowano te same typy złączy i zapewniono możliwość zastąpienia starego ogranicznika nowym, bez zmiany okablowania żurawia i wozu bazowego. Zespoły ogranicznika EO.400 (Rys. 1):

- Sterownik Układu Hydraulicznego
- Przetworniki (2 sztuki)
- Czujnik Siły
- Czujnik Momentu
- Czujnik Kąta Pochylenia Wysięgніка



**Rys.1. Schemat blokowy ogranicznika EO.400. ZO - złącze obrotowe**

Ze starego ogranicznika wykorzystano bez zmian tylko czujnik momentu. Pozostałe zespoły są całkowicie nowej konstrukcji i mimo zgodności elektrycznej i mechanicznej nie można wymienić pojedynczego zespołu, ze względu na inne rozłożenie funkcji i sposób komunikacji pomiędzy przetwornikami a sterownikiem.

Stare przetworniki są przystosowane do obsługi czujników indukcyjnych, które były zabudowane zarówno w czujniku siły, jak i momentu. Sygnał z czujnika po demodulacji synchronicznej porównywany był z wartościami zadanymi i zależnie od wyniku przetwornik nadawał sygnał o odpowiedniej częstotliwości: małe obciążenie – 10 kHz, obciążenie nominalne – 5 kHz, obciążenie przekroczone 0 Hz (brak sygnału).

W nowym ograniczniku przetwornik zbudowano na bazie specjalizowanego układu scalonego UTI do obsługi mostków tensometrycznych. Przetwornik koduje wartość sygnału z czujnika na złożony sygnał prostokątny o modulowanym czasie trwania kolejnych impulsów i nadaje go do sterownika. Dopiero w sterowniku następuje obliczenie wartości obciążenia obu czujników.

Znacznie uproszczono konstrukcję czujnika siły, który w pancerniej obudowie chroni tensometryczny czujnik siły typu U9B 50 kN firmy HBM.

Najbardziej unowocześniono sterownik, w którym mikroprocesor zastąpił starą logikę diodowo-tranzystorową. Dzięki mikroprocesorowi z przetwornikiem analogowo-cyfrowym nowy ogranicznik może obsługiwać czujnik kąta pochylenia wysięgnika, który zastąpił stary układ wyłącznika krańcowego z kłopotliwą do regulacji krzywką.

Nowy sterownik wyposażono w łącze szeregowo do komputera PC i oprogramowanie umożliwiające kalibrację wszystkich czujników na żurawiu za pomocą dowolnego programu typu terminal. Łącze szeregowe umożliwia odczyt punktów kalibracji oraz historii załączeń i przekroczeń ciężaru lub momentu wywrotu zarejestrowanych w pamięci EEPROM sterownika. Możliwe jest także monitorowanie w trybie ciągłym, na ekranie komputera wartości z czujników i wyłączników krańcowych.

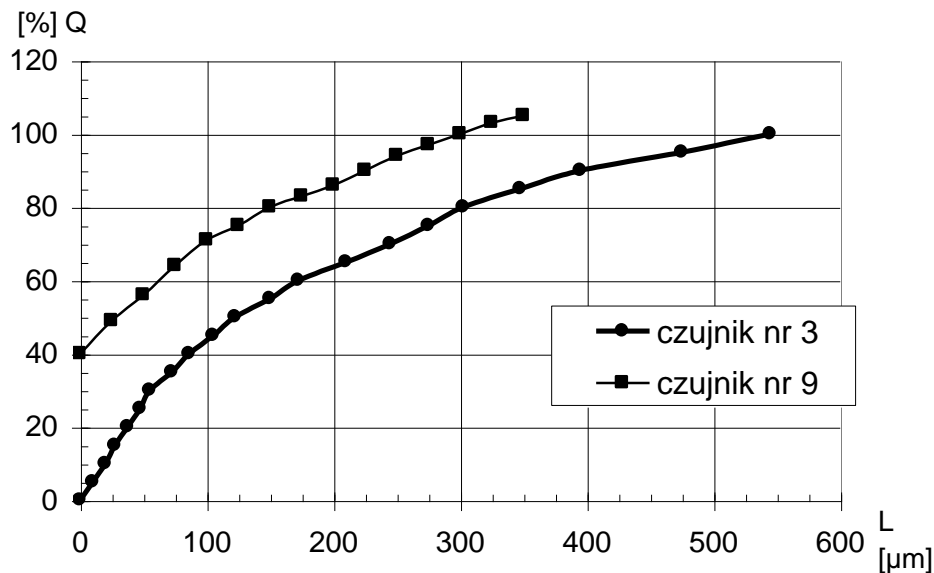
Odczyt wartości punktów kalibracji czujnika momentu pozwala określić prawidłową wartość momentu dokręcenia śrub łączących podstawę żurawia z łożyskiem obrotu.

### **3. OPIS DZIAŁANIA CZUJNIKA MOMENTU**

Moment wywracający żuraw, równy sumie momentów wywołanych obciążeniem żurawia, ciężarem wysięgnika i olinowania, jest równoważony siłami reakcji śrub łączących podstawę żurawia z wewnętrznym pierścieniem łożyska. Śruby te, zbiorowy element sprężysty, rozciągają się, powodując zmniejszanie się odległości czujnika indukcyjnego od zespołu zwory, wprost proporcjonalnie do momentu wywracającego. Przy obciążeniu żurawia momentem obciążenia  $M_p=110\%M_n$ , odległość ta maleje do wartości charakterystycznej dla danego czujnika (ok. 0,2 mm), przy której napięcie wyjściowe osiąga minimum i zmienia kąt fazowy na przeciwny (względem napięcia zasilania). Ten sposób pomiaru zabezpiecza żuraw przed uruchomieniem również w przypadku zwarć i przerw w obwodach czujnika, ponieważ ogranicznik na każdy zanik sygnału reaguje jednakowo: blokuje ruchy żurawia i sygnalizuje "MOMENT PRZEKROCZONY".

Charakterystyka bezdotykowego indukcyjnego czujnika przemieszczeń jest w przybliżeniu liniowa w zakresie około 50  $\mu\text{m}$ , a przy większych szczelinach czułość czujnika maleje około dwa razy na 200  $\mu\text{m}$ . Przykładowe charakterystyki przedstawione na rys. 2 uzyskano na stanowisku pomiarowym pozwalającym płynnie nastawiać zadaną wartość

szczeliny z dokładnością do 5  $\mu\text{m}$ . Sygnał z czujnika był przetwarzany w torze pomiarowym siły, wykalibrowanym na 150% przy sygnale 1 mV/V.



Rys.2. Charakterystyki indukcyjnych czujników przemieszczeń

W czasie kalibracji czujnika momentu na żurawiu wykonano pomiar szczeliny między podstawą żurawia a łożyskiem obrotu przy maksymalnym obciążeniu, przy użyciu szczelinomierza o rozdzielczości 50  $\mu\text{m}$ .

Po wykonaniu kalibracji czujnika odczytano wartości stałych z pamięci EEPROM sterownika. Widok ekranu komputera po tej operacji przedstawia rys. 3.

```

| E S 4800.8N1 11:54
Q=-84 Lz] F(-134:488)
Mw=-7 Lz] F(-6:204)
Kpw-91 [deg] F(255)
Wkeg=0 Wkrd=0 Wson=1 Wsp=1
WR1=0 WR4=1 WR6=1

#readconstans
Ciezar na haku Q0=(0:339:0)
QN=(129:338:120)
Moment Wywrotu Mu0 -(0:345:0)
Mu25=(32:345:30)
Mu50=(49:345:45)
Mu75=(82:345:75)
Mu92=(99:346:90)
Mw110-(132:345:120)
Kat pochylenia Kpw0-(96:0)
Kpw1=(253:90)

```

Rys. 3. Widok ekranu komputera po odczycie stałych kalibracji z pamięci EEPROM sterownika.

Objaśnienia do rys. 3:

$Q = (\text{ciężar na haku}) / (\text{ciężar nominalny}) * 100\%$

**F(-134:488)** wartości proporcjonalne do czasu trwania sygnałów z UTI, na podstawie których sterownik oblicza wartość obciążenia czujnika siły.

$Mw = (\text{moment wywrotu}) / (\text{moment nominalny}) * 100\%$

**F(-6:204)** wartości proporcjonalne do czasu trwania sygnałów z UTI, na podstawie których sterownik oblicza wartość obciążenia czujnika momentu.

**Kpw** = (kąt podniesienia wysięgnika)

**F(255)** wartość z przetwornika AC, na podstawie której sterownik oblicza kąt podniesienia wysięgnika.

**Wkrg = 0 Wkrd = 0 Wson = 1 Wsp = 1**

Stan logiczny sygnałów wyjściowych mikroprocesora.

**WK1 = 0 WK4 = 1 WK6 = 1**

Stan logiczny wyłączników krańcowych.

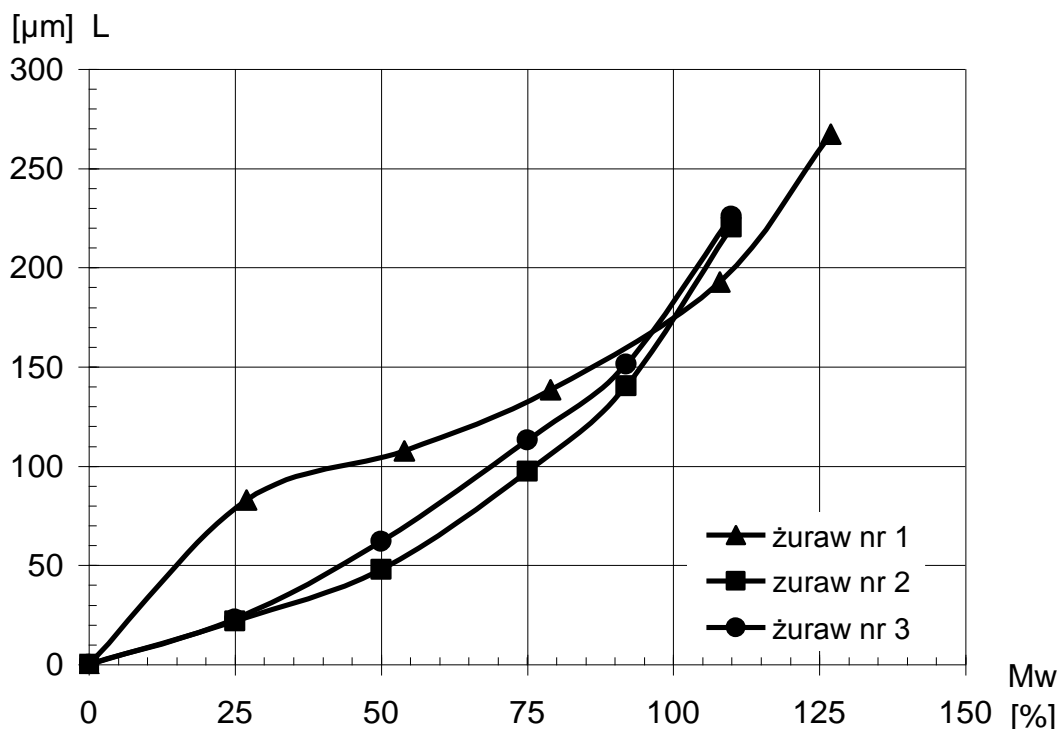
**#read constans** – komenda odczytu stałych kalibracji czujników

dla czujnika siły i kąta pochylenia wysięgnika zapamiętane są po dwa punkty kalibracji, a dla nieliniowego czujnika momentu wywrotu sześć punktów.

Na podstawie uzyskanych danych wykonano obliczenia przybliżonych wartości szczeliny w funkcji obciążenia żurawia. Wyniki obliczeń zebrano w tablicy 1. i przedstawiono na wykresie rys. 4.

Tablica 1. Wyniki obliczeń szerokości szczeliny L w funkcji momentu obciążenia dla poszczególnych egzemplarzy żurawi

Żuraw 1			Żuraw 2			Żuraw 3		
Mw[%]	F1:F2	L[μm]	Mw[%]	F1:F2	L[μm]	Mw[%]	F1:F2	L[μm]
0	-596:649	0	0	-594:660	0	0	-412:738	0
27	-460:635	82	25	-568:653	22	25	-386:722	23
54	-399:608	108	50	-529:639	48	50	-336:690	62
79	-313:563	138	75	-427:583	97	75	-265:642	113
108	-160:467	192	92	-343:542	140	92	-201:580	151
127	0:334	267	110	-196:470	220	110	-96:493	226



**Rys.4. Charakterystyki czujników momentu**

Na podstawie przedstawionych charakterystyk (Rys. 4) można stwierdzić, że moment dokręcenia śrub łączących podstawę żurawia z wewnętrznym pierścieniem łożyska obrotu był zbyt mały w przypadku żurawia nr 1. Przy obciążeniu żurawia momentem 25% Mn nastąpiło wykasowanie luzów na dystansie około 80 μm, a po zwiększeniu obciążenia do 50% Mn przyrost szczeliny był znacznie mniejszy.

W następnych żurawach zwiększono moment dokręcenia śrub. W charakterystykach żurawi nr 2 i 3 widać niewielki przyrost szczeliny przy obciążeniu do 50% Mn, spowodowany koniecznością pokonania wstępnego naciągu śrub.

#### 4. PODSUMOWANIE

Elektroniczny ogranicznik obciążenia EO.400 zastosowano w żurawach TD50 w 2002 r. Wyprodukowanie partii nowych ograniczników przyniosło znaczne oszczędności materiałowe i czasochłonności wykonania w porównaniu z poprzednikiem EO.101. Dodatkowo znacznie skrócił się czas montażu i kalibracji nastaw ogranicznika na żurawiu. Doświadczenie zdobyte przy konstruowaniu, oprogramowaniu i wdrożeniu do produkcji ogranicznika EO.400 pozwoli na zastosowanie go do zabezpieczenia innych podobnych wyrobów. Współpraca z typowymi czujnikami tensometrycznymi i możliwość programowej zmiany funkcji znacznie rozszerza zakres potencjalnych zastosowań tego ogranicznika.

## **5. LITERATURA**

- [1] Opis Techniczny EO.400.OT, OBRUM-Gliwice, (nie publikowane)
- [2] Opis Techniczny EO.101.OT, OBRUM-Gliwice, (nie publikowane)

### **ELECTRONIC LOAD LIMITER EO.400**

**Abstract:** The paper describes design of EO.400 Electronic Overload Protection device. Mainly the operation and characteristics of the moment sensor is described.