

Modernizacja stanowiska badawczego Laboratorium Badań Instytutu Techniki Górniczej KOMAG

dr inż. Włodzimierz Madejczyk
mgr inż. Hubert Niesyto
mgr inż. Sebastian Jendrysik
Instytut Techniki Górniczej KOMAG

Streszczenie:

W artykule przedstawiono wyniki modernizacji stanowiska badawczego do badań sekcji obudowy zmechanizowanej Laboratorium Badań w ITG KOMAG w zakresie sprzętowym i programowym. Umożliwiła ona bezpieczne oraz zdalne sterowanie stanowiskiem i prowadzenie badań zmęczeniowych z możliwością ciągłej rejestracji mierzonych parametrów. Modernizacja przyczyniła się do rozszerzenia zakresu prowadzonych badań.

Słowa kluczowe: badania sekcji obudowy zmechanizowanej, modernizacja stanowiska

Keywords: tests of powered-roof support, modernization of test stand

Abstract:

The results of modernization of the stand for testing the powered-roof support in the KOMAG's Laboratory of Tests, regarding hardware and software, are presented. The modernization enabled safe and remote control of test stand as well as carrying out the fatigue tests with continuous recording of measured parameters. It contributed to extension of the scope of tests.

1. Wprowadzenie

Baza badawcza Laboratorium Badań Instytutu Techniki Górniczej KOMAG podlega ciągłej modyfikacji i zmianom w celu dostosowania jej do potrzeb związanych z rozwojem maszyn i urządzeń dla górnictwa.

Intensywna eksploatacja stanowisk badawczych w okresie ostatnich lat, a jednocześnie stały postęp w zakresie systemów sterowania oraz nowe potrzeby rynkowe skłoniły do modernizacji stanowiska do badań sekcji obudowy zmechanizowanej (rys. 1) w zakresie prób zmęczeniowych, a tym samym rozszerzenia zakresu prowadzonych badań.



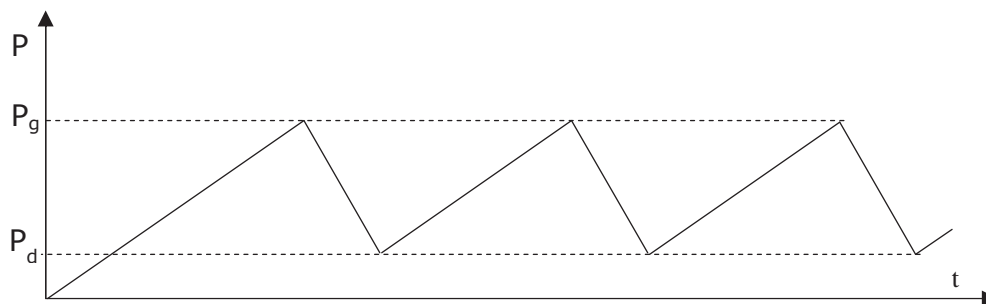
Rys. 1. Stanowisko do badań wytrzymałości sekcji obudowy zmechanizowanej [1]

Modernizację w zakresie sprzętowym i programowym przeprowadzono w dwóch etapach:

- etap 1: rozszerzenie funkcjonalności stanowiska do badań wytrzymałości sekcji obudowy zmechanizowanej,
- etap 2: wymiana panelu operatorskiego i aplikacji wizualizacyjnej.

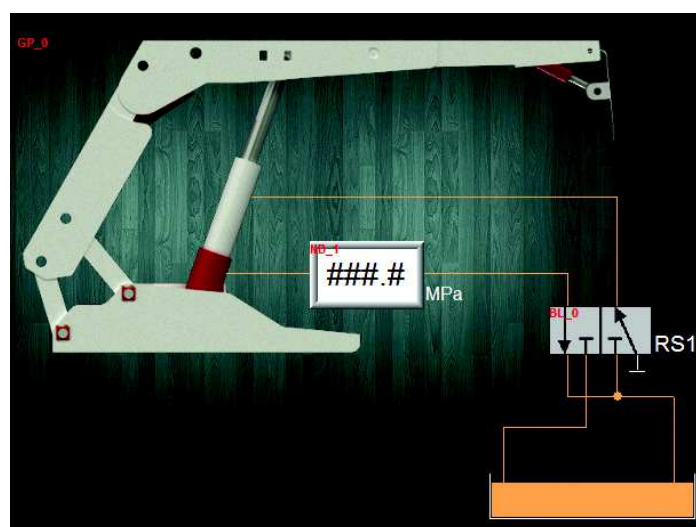
2. Rozszerzenie funkcjonalności stanowiska do badań wytrzymałości sekcji obudowy zmechanizowanej

W stanowisku badawczym przeprowadzane są badania sekcji obudowy zmechanizowanej, w celu sprawdzenia wymagań bezpieczeństwa, przy obciążeniu statycznym oraz próby zmęczeniowe, realizowane wg procedur zawartych w normie PN-EN 1804-1+A1:2011 oraz uzgodnionych z klientami. Wg ww. normy wymagana liczba cykli obciążenia wynosi 26000, dla sekcji dwustojakowej i 30000 dla sekcji czterostojakowej. Przebieg zmian ciśnienia w stojakach sekcji obudowy podczas prób zmęczeniowych przedstawiono schematycznie na rysunku 2.



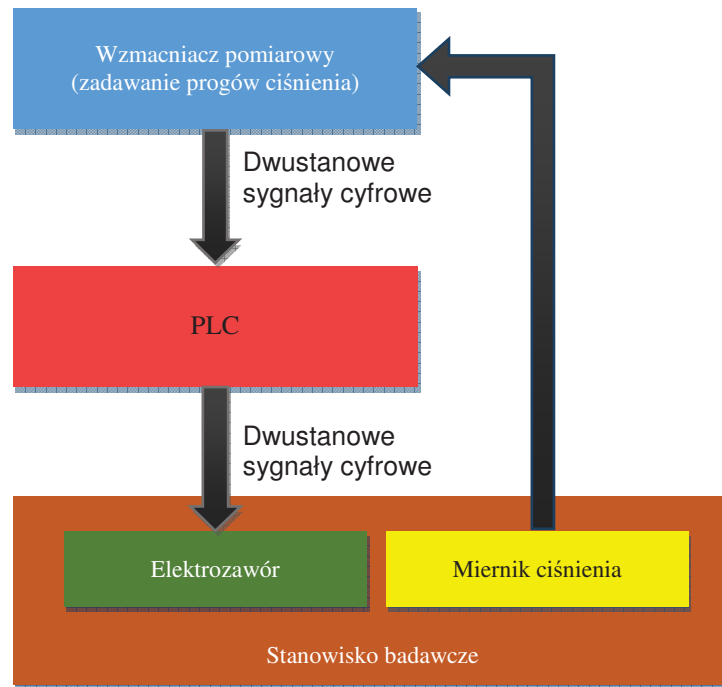
Rys. 2. Zmiana ciśnienia w stojakach podczas próby zmęczeniowej sekcji obudowy [2]

Uzyskanie takiego przebiegu było dotychczas realizowane za pomocą jednego zaworu elektrohydraulicznego, zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 3.



Rys. 3. Układ do badania wytrzymałości zmęczeniowej sekcji obudowy w przypadku realizacji przebiegu przedstawionego na rysunku 2 [2]

Próbie rozpoczyna zadanie progów ciśnienia P_d i P_g . Przesterowanie zaworu RS1 powoduje włączanie cieczy do przestrzeni podtłokowej stojaków obudowy. Po uzyskaniu progu ciśnienia P_g zawór zostaje ponownie przesterowany, co powoduje wypływ cieczy do zbiornika i spadek ciśnienia do poziomu P_d . Informacja o uzyskaniu progów ciśnienia P_d i P_g , przekazywana jest z układu pomiarowego do sterownika PLC, który realizuje przesterowanie zaworu elektrohydraulicznego, zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat sterowania badaniami zmęczeniowymi (przed modernizacją) [2]

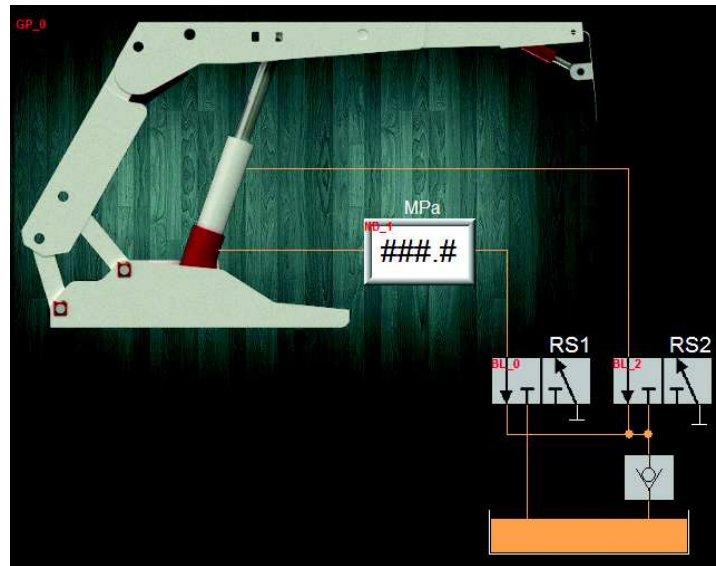
W przedstawionym rozwiązaniu progi ciśnienia P_d i P_g , ustawiane są za pomocą sygnałów ze wzmacniacza pomiarowego, który za pomocą wyjść dwustanowych przekazuje informację do sterownika PLC o konieczności przesterowania elektrozaworu.

Zapotrzebowanie użytkowników na wykonywanie badań zmęczeniowych w liczbie 40 000 cykli obciążenia sekcji, w zakresie od ciśnienia minimalnego do maksymalnego, z koniecznością utrzymania ciśnienia minimalnego i maksymalnego przez 5 sekund wymusiły konieczność modernizacji stanowiska badawczego.

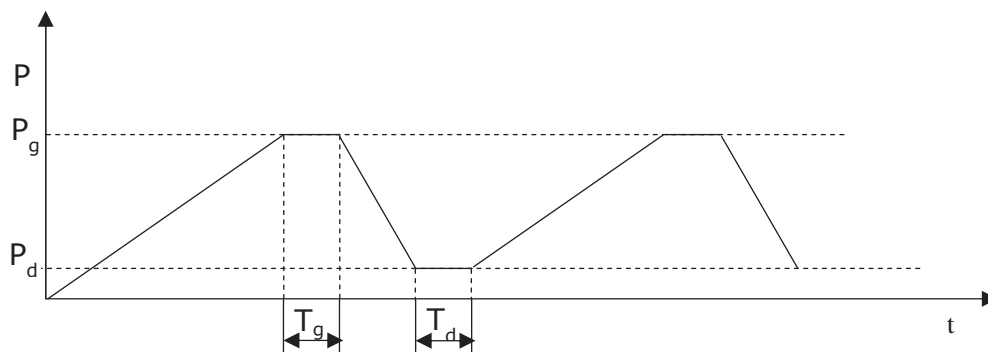
Przewidziano zmiany w układzie hydraulicznym stanowiska do badań wytrzymałości sekcji obudowy zmechanizowanej i specjalistycznego oprogramowania, które zaimplementowano w sterowniku PLC sterującym jego pracą.

Zmiany w układzie hydraulicznym stanowiska polegały na zainstalowaniu drugiego elektrozaworu hydraulicznego i zaworu zwrotnego utrzymującego ciśnienie, pomimo wyłączenia obydwu elektrozaworów (rys. 5).

Modernizacja algorytmu wykonywania próby wytrzymałości zmęczeniowej sekcji obudowy, polegała na umożliwieniu utrzymania przez zadany czas, stałej wartości ciśnienia, na poziomie zadanych wartości progów P_d i P_g . Wymagany przebieg ciśnienia przedstawiono na rysunku 6.

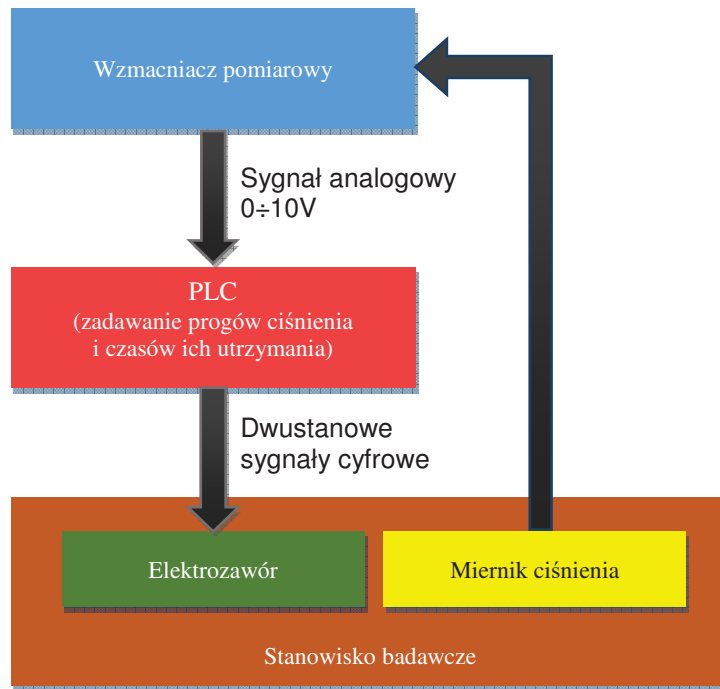


Rys. 5. Zmodernizowany układ do badania wytrzymałości zmęczeniowej sekcji obudowy [2]



Rys. 6. Wymagany przebieg ciśnienia w stojakach, realizowany przez zmodernizowany układ zasilania hydraulicznego [2]

Zmieniono również sposób wprowadzania wartości parametrów cyklu obciążenia sekcji. Zarówno progi ciśnienia P_d i P_g , jak również czasy ich utrzymania T_d i T_g , wprowadza się obecnie z panelu operatorskiego zgodnie ze schematem pokazanym na rysunku 7. Sygnały ze wzmacniacza pomiarowego nie służą już do przełączania elektrozaworów hydraulicznych, a jedynie do przetwarzania sygnału z przetwornika na sygnał $0 \div 10V$.



Rys. 7. Schemat sterowania badaniami zmęczeniowymi (po modernizacji) [2]

Wartość ciśnienia rejestrowana podczas próby, przekazywana jest do sterownika PLC w postaci sygnału analogowego, a w sterowniku wartość ta porównywana jest z wartościami ustawionych progów ciśnienia.

3. Modernizacja panelu operatorskiego i aplikacji wizualizacyjnej

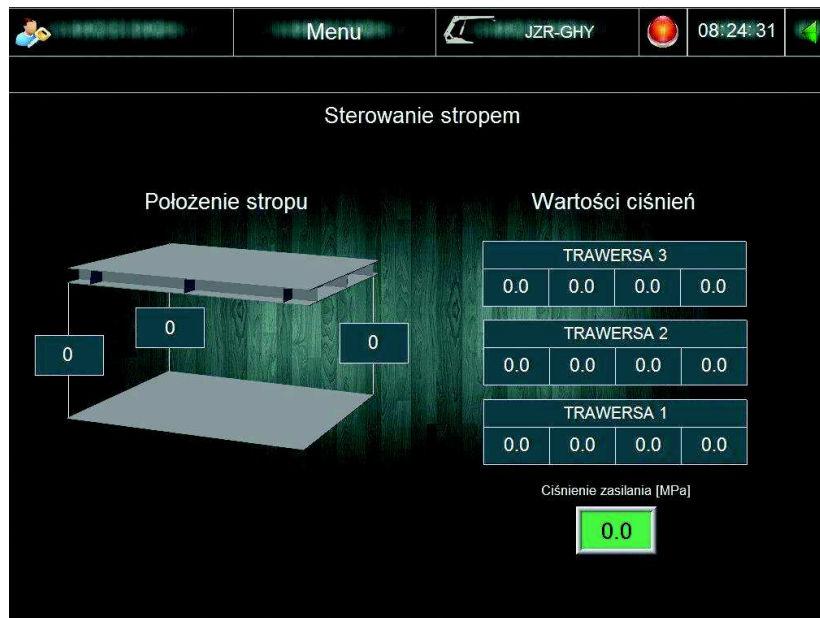
W ramach prac modernizacyjnych dokonano również wymiany panelu operatorskiego na nowszy, umożliwiając wykorzystanie protokołu komunikacyjnego Modbus. Zastosowanie ww. protokołu umożliwiło opracowanie nowej aplikacji wizualizacyjnej, zastępującej obecnie używany system wizualizacji Citect.

Na rysunku 8 przedstawiono zdjęcie pulpitu z zainstalowanym nowym panelem operatorskim.



Rys. 8. Pulpit sterowniczy systemu sterowania stanowiskiem do badań wytrzymałości sekcji obudowy zmechanizowanej [1]

Panel operatorski zapewnia tekstową i graficzną sygnalizację alarmową oraz możliwość obserwowania przebiegu próby w formie zestawienia parametrów lub wykresów przebiegów czasowych. System logowania umożliwia przydzielenie dostępu uprawnionym pracownikom do zaawansowanych funkcji sterowniczych i nastaw parametrów procesu. W panelu przewidziano m.in. elementy do realizacji przesterowania trawers i stropu stanowiska badawczego (rys. 9).



Rys. 9. Ekran panelu operatorskiego wyświetlany w czasie sterowania stropem stanowiska [3]

W zakresie badań sekcji obudowy zmechanizowanej, w systemie wyróżniono dwie próby badawcze: zmęczeniową i statyczną.

Grafika przedstawiona na rysunku 10, wyświetlana na panelu pulpitu, służy do sterowania próbą zmęczeniową.

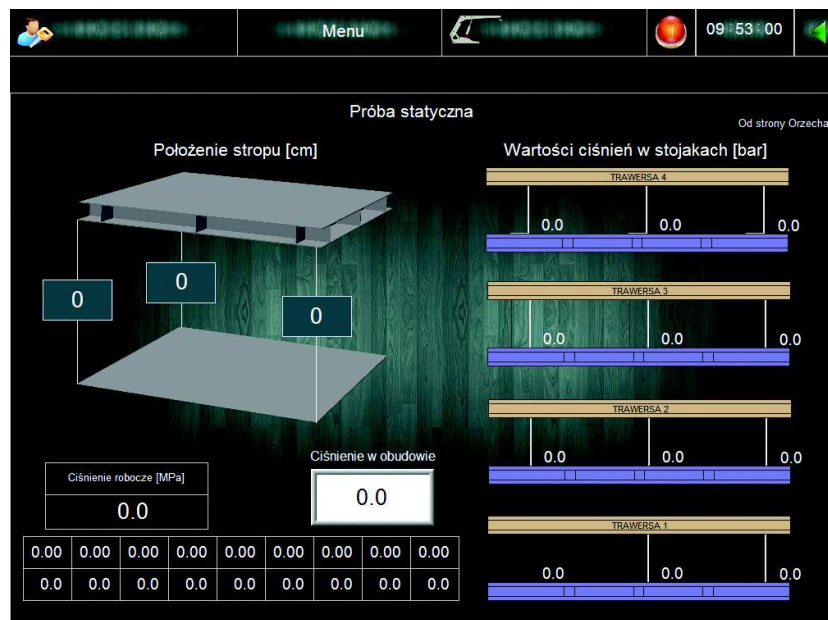


Rys. 10. Ekran próby zmęczeniowej sekcji obudowy zmechanizowanej [3]

Po montażu sekcji obudowy w stanowisku, a przed rozpoczęciem prób, należy wpisać do systemu nazwę badanej sekcji i wariant próby. Dane te służą do skatalogowania próby w aplikacji wizualizacyjnej.

Próba rozpoczyna się, jeżeli liczba cykli obciążenia do wykonania zadeklarowana w systemie jest większa od liczby cykli zadanych. Następnie czynnik roboczy włączany jest do siłowników badanej sekcji. System automatycznie sprawdza czy ciśnienie w układzie zwiększa się (nie zwiększanie ciśnienia może być spowodowane zanikiem zasilania z pompy lub wyciekami w układzie). Jeżeli ciśnienie nie zwiększa się lub jego przyrost jest wolniejszy od minimalnego, zadeklarowanego w próbie, następuje przerwanie sekwencji z odpowiednim komunikatem na panelu operatorskim. Jeżeli zadane ciśnienie (próg górny) jest osiągnięte, system przełącza zawór i następuje faza spadku ciśnienia, która trwa do momentu osiągnięcia wartości ciśnienia zadeklarowanego jako próg dolny. Próba kończy się w chwili wykonania wszystkich cykli zadeklarowanych w systemie.

Grafika przedstawiona na rysunku 11, wyświetlana na panelu, jest używana do sterowania próbą statyczną.



Rys. 11. Ekran próby statycznej [3]

Próba statyczna wykonywana jest przez operatora ręcznie i polega na obciążeniu badanej sekcji, aż do osiągnięcia zadanej wartości ciśnienia. Operator, korzystając z tabeli widocznej na ekranie panelu może zadeklarować wartości ciśnienia, które należy uzyskać w próbie. Wprowadza się je podając wartości mnożników ciśnienia roboczego.

Aplikację wizualizacyjno-archiwizującą zainstalowano na komputerze PC połączonym z pulpitem sterowniczym za pomocą sieci Ethernet. Umożliwia to zdalny podgląd i archiwizowanie prowadzanego procesu badawczego. Do komunikacji sterownika z aplikacją wykorzystano otwarty protokół komunikacyjny Modbus TCP. Główne okno aplikacji przedstawiono na rysunku 12.



Rys. 12. Główne okno aplikacji wizualizacyjno-archiwizującej [3]

Po otwarciu, aplikacja automatycznie łączy się ze sterownikiem zainstalowanym w pulpicie operatorskim. W zależności od rodzaju wykonywanego badania, aplikacja pobiera dane określające stan i parametry realizowanej próby tj.:

- ciśnienie w stojakach sekcji obudowy,
- liczbę wykonanych cykli,
- liczbę zadanych cykli,
- górny próg ciśnienia uzyskiwany w próbie,
- dolny próg ciśnienia uzyskiwany w próbie,
- czas podtrzymania górnego progu,
- czas podtrzymania dolnego progu,

oraz stan stanowiska, na który składają się:

- ciśnienie w stojakach podtrzymujących strop,
- wysokość stropu.

Przed uruchomieniem próby należy wpisać nazwę badanej sekcji obudowy i wariant badania.

Podczas trwania próby badawczej następuje automatyczny zapis do pliku tekstowego, maksymalnego i minimalnego ciśnienia uzyskiwanego w poszczególnych cyklach badania.

4. Podsumowanie

W ramach modernizacji stanowiska do badań sekcji obudowy zmechanizowanej zmodyfikowano program sterownika PLC sterującego pracą stanowiska do badań sekcji obudowy zmechanizowanej, umożliwiając przeprowadzenie rozszerzonej próby wytrzymałości zmęczeniowej. Nowy algorytm umożliwi również prowadzenie próby według dotychczasowego cyklu.

Wymieniono i oprogramowano panel operatorski w pulpicie sterującym stanowiska, co wymagało opracowania nowej aplikacji programowej umożliwiającej archiwizowanie przebiegu prób badawczych.

Opracowano również aplikację programową, umożliwiającą połączenie z nowym panelem operatorskim za pomocą protokołu Modbus TCP. Oprócz archiwizacji przebiegu prób, aplikacja stanowi obecnie zdalny pulpit, umożliwiający śledzenie operatorowi procesu badawczego na ekranie monitora.

Ponadto automatyczna rejestracja przebiegu prób, uzyskanych wartości ciśnienia oraz danych identyfikujących typ sekcji obudowy zmechanizowanej i wariant realizowanej próby eliminuje możliwość popełnienia błędu przez obsługę stanowiska przy rejestrowaniu wyników. Skutkuje to poprawą jakości badań prowadzonych w laboratorium.

Modernizacja systemów sterowania stanowiska badawczego umożliwia obecnie bezpieczne zdalne sterowanie stanowiskiem i automatyczne prowadzenie badań zmęczeniowych sekcji obudowy zmechanizowanej, z możliwością ciągłej rejestracji mierzonych parametrów. W ten sposób rozszerzono możliwości badawcze Laboratorium Badań związane z prowadzeniem badań zmęczeniowych.

Literatura

- [1] Dokumentacja fotograficzna Laboratorium Badań ITG KOMAG
- [2] Jendrysik S. i inni: Modernizacja stanowisk badawczych Laboratorium Badań DLB. Rozszerzenie funkcjonalności oprogramowania sterownika stanowiska do badań obudów zmechanizowanych. ITG KOMAG, Gliwice 2016 r. (materiały niepublikowane)
- [3] Jendrysik S. i inni: Modernizacja stanowisk badawczych Laboratorium Badań DLB. Modernizacja systemu sterowania w zakresie panelu operatorskiego i aplikacji wizualizacyjnej. ITG KOMAG, Gliwice 2016 r. (materiały niepublikowane)

Czy wiesz, że

... firma *Continental* (www.contitech.us) oferuje węże spiralne typu XC3S, XCP4S, XCP5S i XCP6S przeznaczone do stosowania w wysokociśnieniowych układach hydraulicznych, wymagających szczególnie wysokiej odporności na ścieranie. Przewody o takich parametrach stosuje się m.in. w urządzeniach górniczych. Węże zbudowane są z rurek polichloroprenowych owiniętych czterema lub sześcioma spiralnymi warstwami wzmacniającymi wykonanymi z drutu o wysokiej wytrzymałości na rozciąganie oraz z zewnętrznej powłoki z gumy syntetycznej. Charakteryzują się dużą elastycznością i odpornością na chwilowe przeciążenia oraz mogą pracować w temperaturach od -40°C do $+121^{\circ}\text{C}$. Ciśnienia robocze dla węży typu XC3S wynoszą 21,3 MPa dla średnic od 1 ¼ cala do 2 cali, a dla węży typu XCP4S, XCP5S oraz XCP6S odpowiednio 28,3 MPa, 35,1 MPa i 42 MPa dla średnic od 3/8 do 2 cali.

Hydraulics & Pneumatics 2016 nr 10 s.38