



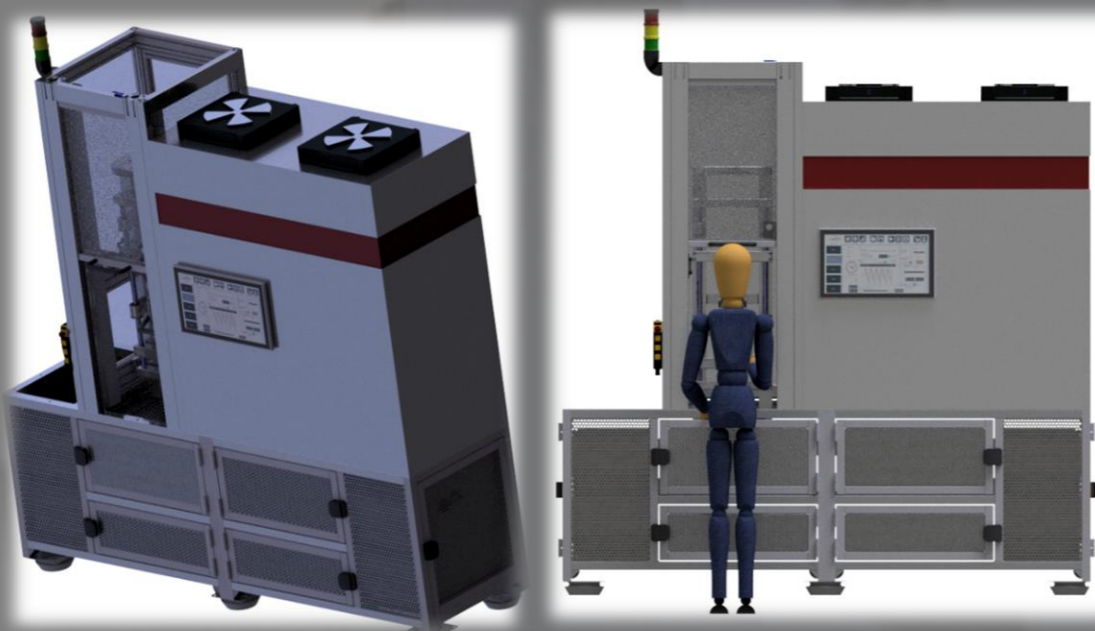
Optymalny wybór sterowania ciśnieniem w układzie hydraulicznym stanowiska do testów wysokotemperaturowych

BŁAŻEJ KURPIEL, ANNA TIMOFIEJCZUK, WITOLD KŁOPOT

Stanowisko do badań wysokotemperaturowych

Celem pracy jest opracowanie nowego stanowiska pomiarowego do badań wytrzymałościowych uszczelnień amortyzatora w różnych warunkach pracy. Testowane próbki będą składały się z odseparowanych uszczelnień lub uszczelnień z łożyskiem ślizgowym. Głównymi parametrami testu są wysokie ciśnienie w układzie hydraulicznym, które narasta w czasie oraz bardzo wysoka temperatura, która również zmienia się w czasie trwania testu. Głównym problemem, wymagającym rozwiązania, jest zapewnienie na stanowisku odpowiedniego sterowania ciśnieniem w układzie hydraulicznym na poziomie 300bar. Źródło ciepła zastosowane na stanowisku powinno zapewnić sterowanie temperaturą do 200°C.

Mając na uwadze to, że wysoka temperatura pochodząca ze źródła ciepła, może spowodować uszkodzenie podzespołów układu hydraulicznego, należy optymalnie dobrać układ sterowania ciśnieniem. Dobry układ hydrauliczny powinien zminimalizować transfer ciepła do części układu hydraulicznego, które nie jest odporny na wysoką temperaturę.




Problem naukowy

- Wysoka temperatura pochodząca ze źródła ciepła, może spowodować uszkodzenie podzespołów układu hydraulicznego, który jest odpowiedzialny za ciągłą zmianę ciśnienia podczas testu.
- Problem separacji temperaturowej elementów roboczych i pomiarowych od źródła ciepła na przykładzie maszyny do testów wysokotemperaturowych.

Opracowane koncepcje

Tab. 1 Koncepcje różnych rozwiązań sterowania ciśnieniem w układzie hydraulicznym.

Element roboczy	Element sterujący	Opis działania
	Automatyczny regulator ciśnienia ATOS	Automatyczny regulator ciśnienia posiada w swojej konstrukcji elektronicznie sterowany zawór upustowy. Dzięki temu z poziomu operatora jest możliwość ustalenia maksymalnego ciśnienia w układzie hydraulicznym
	Zawór proporcjonalny	Aplikacje z zaworami proporcjonalnymi oznaczają się dobrą dokładnością oraz prostotą działania. Zawór proporcjonalny wymaga dodatkowego bloku przyłączeniowego oraz sterownika.
	Pompka ręczna	Pompka ręczna posiada funkcję regulacji za pomocą pokręteł. Regulacja maksymalnego ciśnienia odbywa się manualnie. Jako jedyne rozwiązanie nie wymaga sterownika.
	Serwowawór	Serwowawory oznaczają się bardzo wysoką dokładnością sterowania do 0,5%. W przypadku serii E024 dodatkową zaletą jest odporność na wysokie temperatury do 165°C. Serwowawory wymagają dodatkowego bloku hydraulicznego z przyłączeniami oraz sterownika wyposażonego w wyjścia analogowe prądowe.
	Siłownik sterujący ciśnieniem	Element działa na zasadzie odwróconego działania siłownika hydraulicznego. Dzięki prostej budowie i uszczelnieniu tłoka, które są odporne na bardzo wysokie temperatury, element ten może być zastosowany w omawianym stanowisku. Przy zastosowaniu elektrycznego napędu z enkodermem, możemy uzyskać bardzo dokładne przemieszczenia, co przekłada się na bardzo dokładne sterowanie ciśnieniem w układzie hydraulicznym maszyny. Siłownik wymaga dodatkowego elementu roboczego, który będzie zmieniał pozycję tłoka i tłoczyśka, oraz sterownika.

Ocena wielokryterialna

Tab. 2 Ocena wielokryterialna sterowania ciśnieniem w układzie hydraulicznym.

Ocena wielokryterialna sterowania ciśnieniem w układzie hydraulicznym														
Rozwiązanie	Odporność temperaturowa		Odporność ciśnieniowa		Dokładność		Sposób sterowanie		Tolerancja na zanieczyszczenia w układzie		Cena		Suma	
	10	Opis	8	Opis	8	Opis	6	Opis	5	Opis	5	Opis	Opis	
Agregat hydrauliczny + automatyczny regulator ciśnienia ATOS	5	max 110°C	8	max 350 BAR	5	błąd do 2%	9	Sterowanie za pomocą sterownika z funkcją zadawania maksymalnej siły	7	Wymagana jest wstępna filtracja oleju (sitko)	7	15 000 zł	278	Rozwiązanie charakteryzujące się niską ceną, ale również małą odpornością na wysokie temperatury
Agregat hydrauliczny + zawór proporcjonalny	3	max 70°C	8	max 350 BAR	9	błąd do 1%	7	Sterowanie za pomocą sterownika w kontroli siły	3	Układ jest wrażliwy na zanieczyszczenia. Wymagana jest filtracja oleju	6	16000	253	Rozwiązanie charakteryzujące się wysoką dokładnością, natomiast małą odpornością na wysokie temperatury
Agregat hydrauliczny + pompka ręczna	4	max 80°C	10	max 700BAR	1	zależny od operatora	10	Bardzo utrudniona regulacja maksymalnego ciśnienia.	9	Układ nie jest wrażliwy na zanieczyszczenia	10	10000	283	Najtańsze rozwiązanie, które posiada najmniejszą dokładność
Agregat hydrauliczny + serwowawór	6	max 165°C	8	max 350 BAR	10	błąd do 0,5%	6	Sterowanie za pomocą sterownika w kontroli siły	1	Układ jest bardzo wrażliwy na zanieczyszczenia. Wymagana jest filtracja oleju	2	31000	255	Bardzo wysoka dokładność, natomiast wrażliwość na zanieczyszczenia układu
Agregat hydrauliczny + siłownik sterujący ciśnieniem	10	max 210°C	8	max 350 BAR	10	błąd do 0,5%	5	Sterowanie za pomocą drugiego napędu hydraulicznego lub elektrycznego za pośrednictwem kontrolera	8	Układ nie jest wrażliwy na zanieczyszczenia	4	260000	334	Optymalne rozwiązanie.

Podsumowanie

Ocena wielokryterialna przedstawionych rozwiązań systemów sterujących ciśnieniem w układzie hydraulicznym (Tab.2) doprowadziła do wyboru optymalnego rozwiązania. Wybrana koncepcja sterowania ciśnieniem w układzie hydraulicznym składa się z agregatu hydraulicznego oraz z siłownika sterującego ciśnieniem, który zapewni wysoką dokładność, a przede wszystkim wysoką odporność na temperaturę przy zachowaniu prostoty konstrukcji. Z kolei do zmiany położenia tłoka i tłoczyśka w siłowniku planuje się zastosowanie zestawu elektromechanicznego działającego z uwzględnieniem kontroli ciśnienia. Zestaw ten będzie się składał z siłownika liniowego, serwowo-reduktora z wysokorozdzielczym enkodermem absolutnym, falownika oraz ze sterownika w postaci przemysłowego komputera. Komunikacja pomiędzy urządzeniami będzie realizowana za pomocą protokołu EtherCAT, który zapewni najszybszą wymianę danych.

Kolejnym etapem prowadzonych prac, będzie dobór optymalnych elementów roboczych, w tym optymalizacja konstrukcji siłownika sterującego ciśnieniem. Pozwoli to na uzyskanie wymaganego ciśnienia. Następną fazą projektu będzie analiza transferu ciepła, wykonana przy pomocy zbudowanej infrastruktury badawczej.

