



Politechnika Poznańska

Ciecze elektro- i magneto-reologiczne

Andrzej Milecki

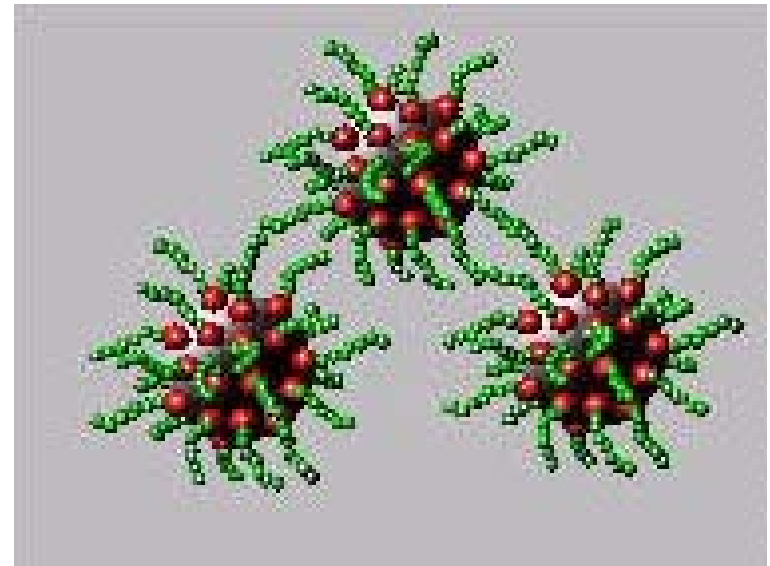
Instytut Technologii Mechanicznej

Ciecze elektroteologiczne

⌘ Ciecze

elektroteologiczne:

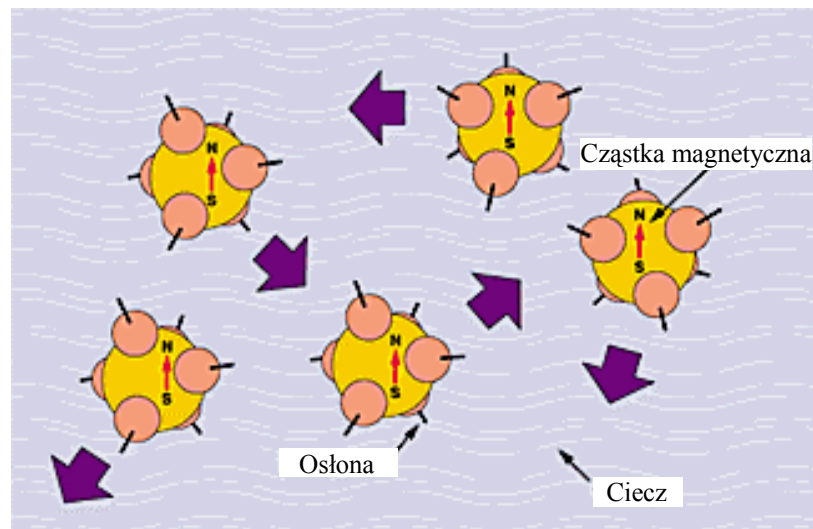
- ☒ są zawiesiną porowatych cząsteczek o średnicy 10 nm takich jak polimery, w cieczy nieprzewodzącej takiej jak chlorowane parafiny i oleje węglowodorowe
- ☒ naprężenie styczne 5 kPa przy 5 kV/mm



Ciecze magnetoreologiczne

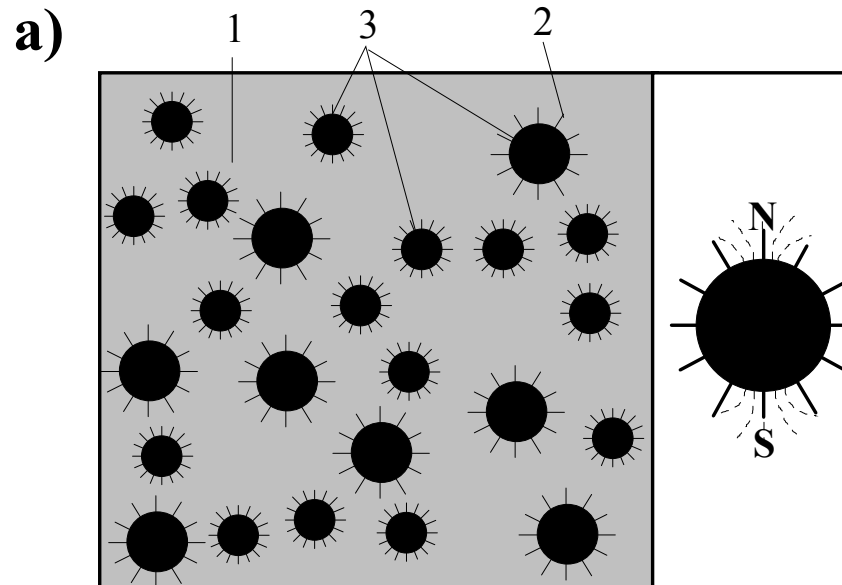
⌘ Ciecze magnetyczne:

- ☒ Ciecze magnetoreologiczne (MRFluid) zawierają ferromagnetyczne cząsteczki o średnicach od 1 do 5 μm w olejach silikonowych (naprężenie styczne 100 kPa przy 250 kA/m)
- ☒ Ciecze ferromagnetyczne (Ferrofluid) zawierają cząsteczki ferromagnetyczne o średnicach od ok. 5 do 30 nm w oleju syntetycznym, lekkim oleju mineralnym oraz w nafcie i wodzie



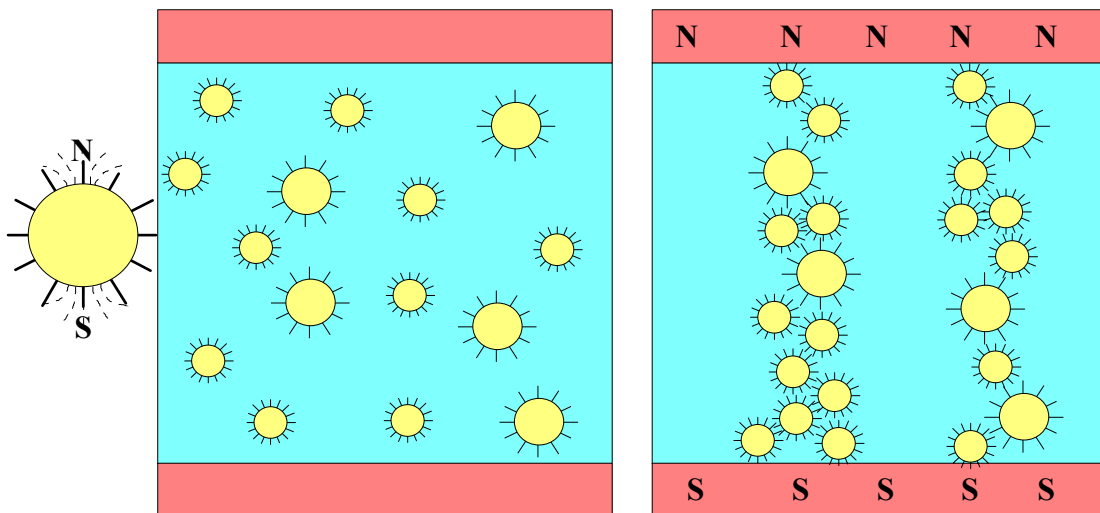
Ciecz MR

- Zawiera od 20 do 60 % cząstek ferromagnetycznych
- Waga cząsteczek stanowi ponad 80% wagi całej cieczy
- Dodawane są dodatki zapobiegające grawitacyjnemu osadzaniu się cząstek



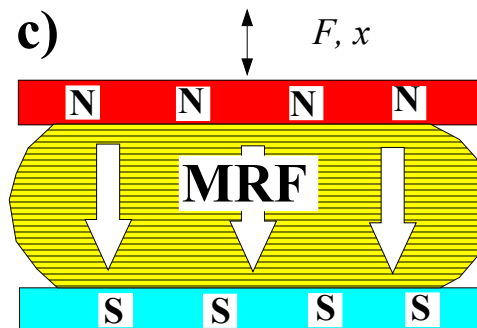
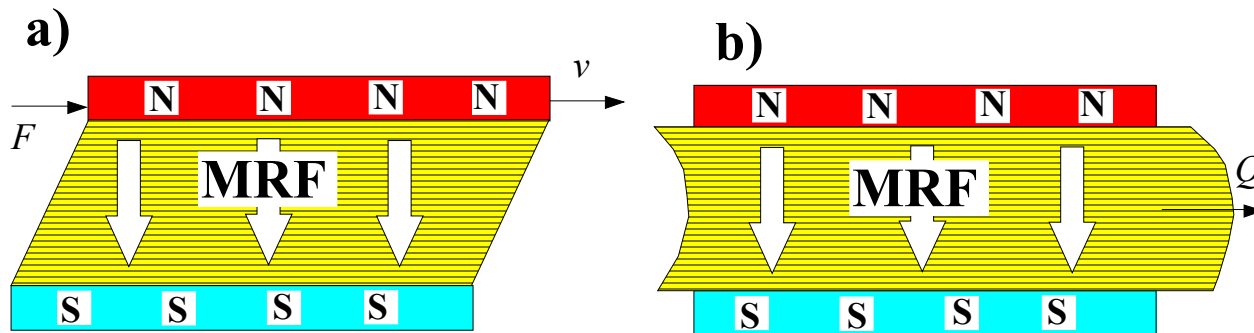
Zachowanie się cieczy magnetoreologicznych w polu magnetycznym

- ⌘ przy braku pola zewnętrznego cząstki ułożone są przypadkowo i wypadkowy strumień magnetyczny ma wartość zerową
- ⌘ w polu magnetycznym cząstki gromadzą się w łańcuchy ułożone zgodnie z liniami sił pola
- ⌘ zmiana następuje w czasie nie przekraczającym 10 ms
- ⌘ w silnym polu magnetycznym ciecz zamienia się w masę przypominającą zmarzniete masło

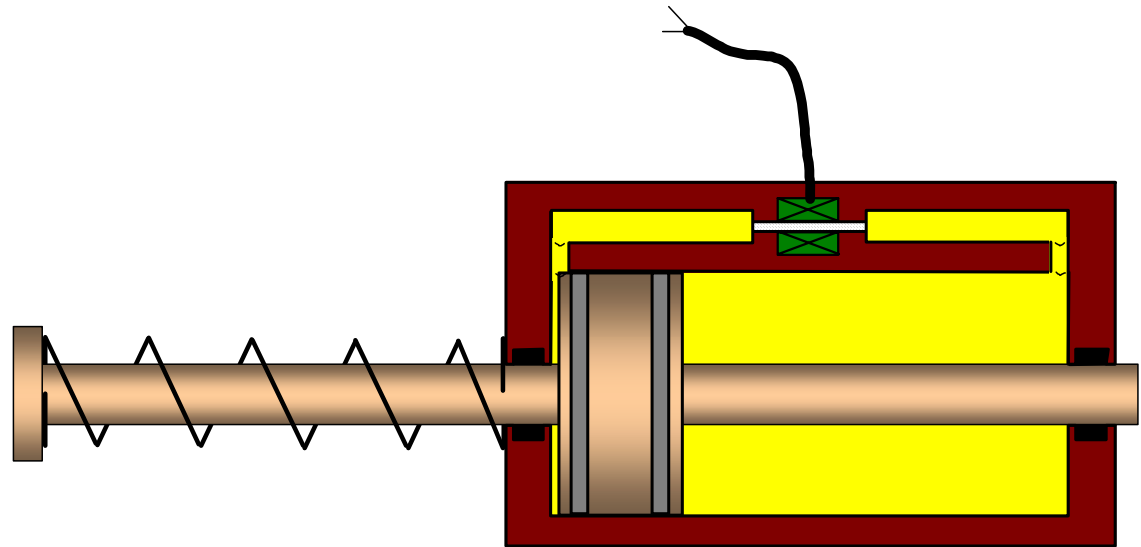
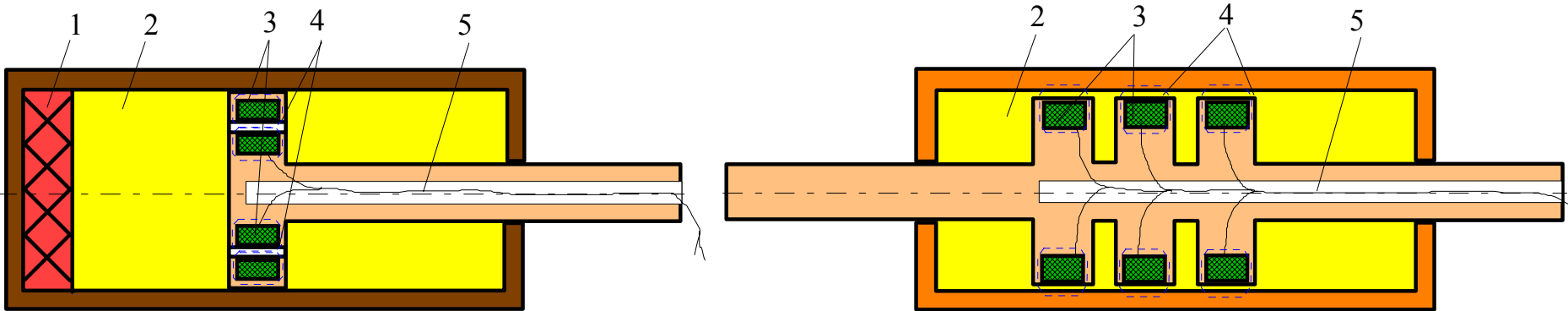


Modele wykorzystania ciecchy magnetycznych

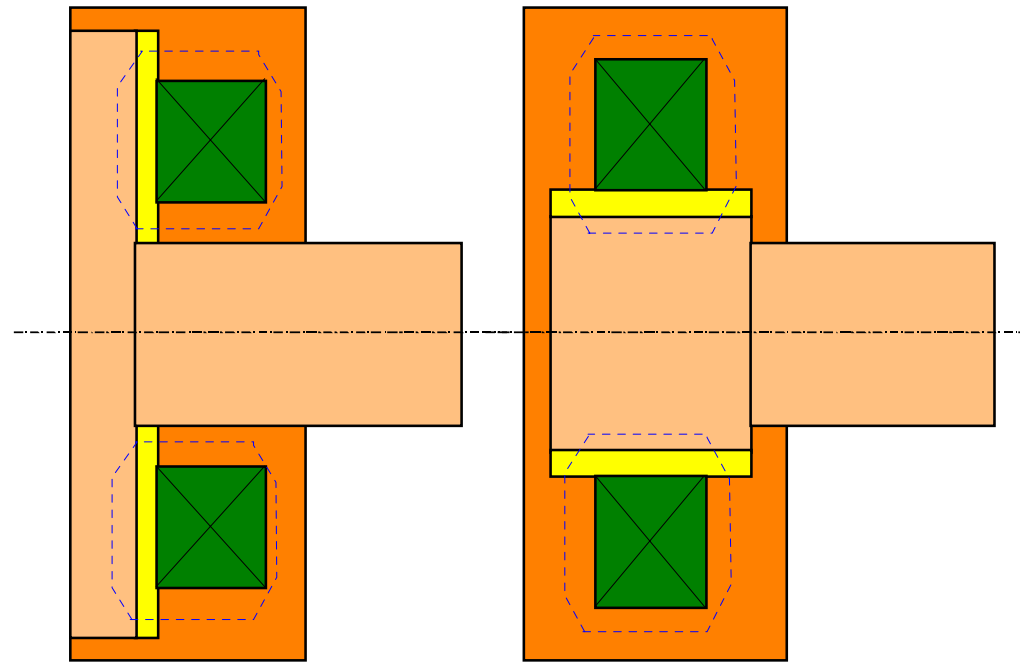
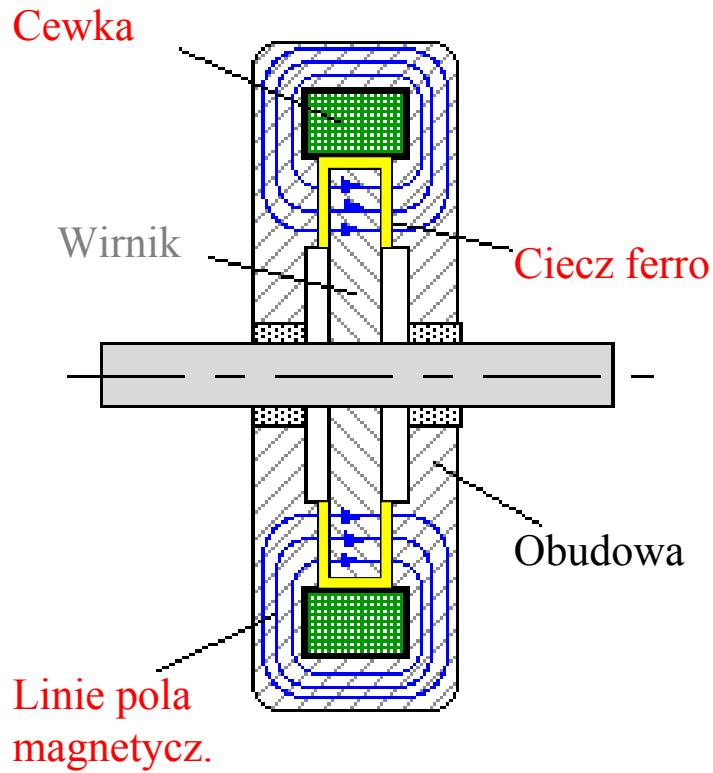
- ✂ Sterowanie wartością siły oporu przeciwdziałającej zewnętrznej sile F (a)
- ✂ Sterowanie wartością natężenia przepływu (b)
- ✂ Sterowanie wartością siły ściskającej filtr ciecchy magnetoreologicznej (c)



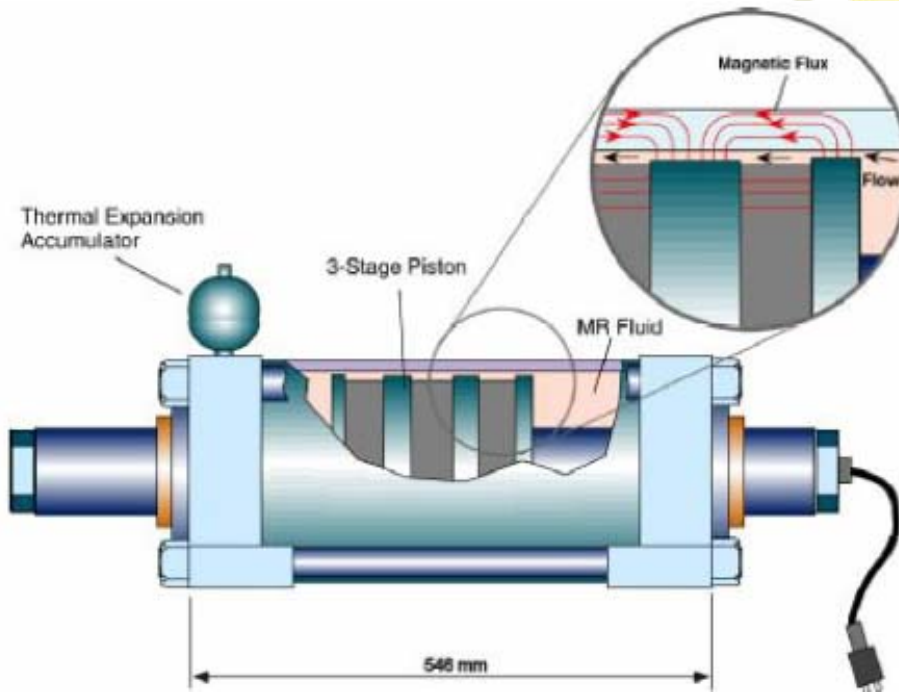
Warianty budowy tłumików liniowych z cieczami magnetoreologicznymi



Warianty budowy tłumików obrotowych z cieczami magnetoreologicznymi



Tłumiki liniowe firmy Lord Corp.

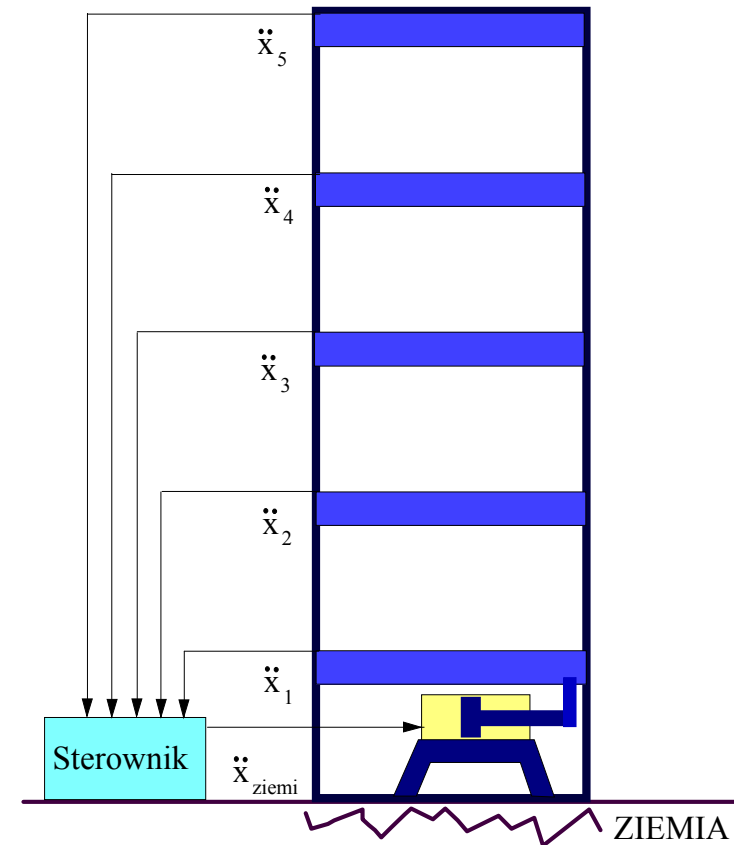
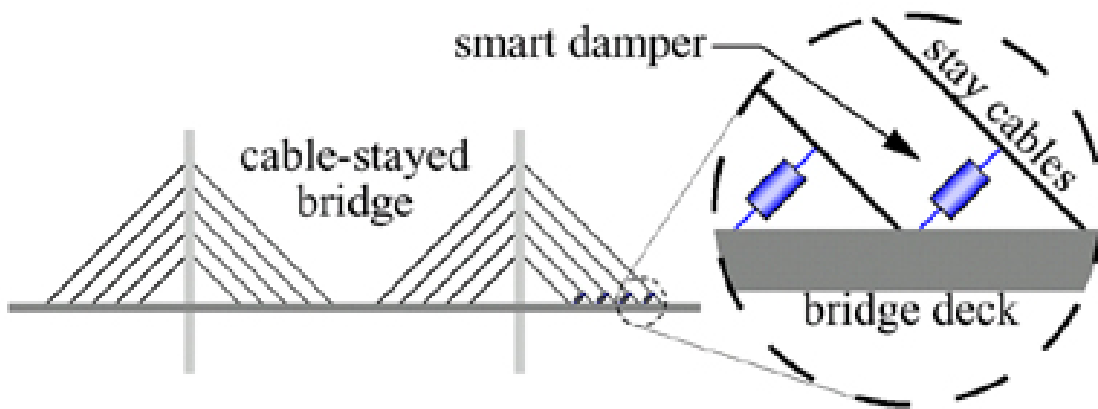


Maksymalna siła tłumienia przy średnicy cylindra 200 mm i średnicy szczeliny 2 mm wynosi ok. 200 kN

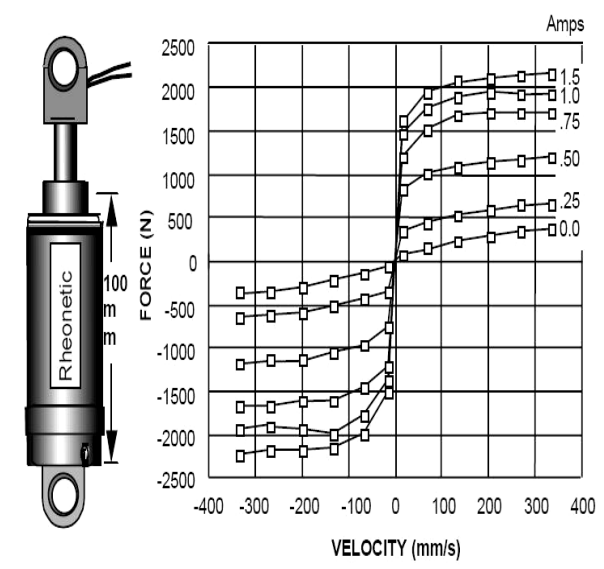
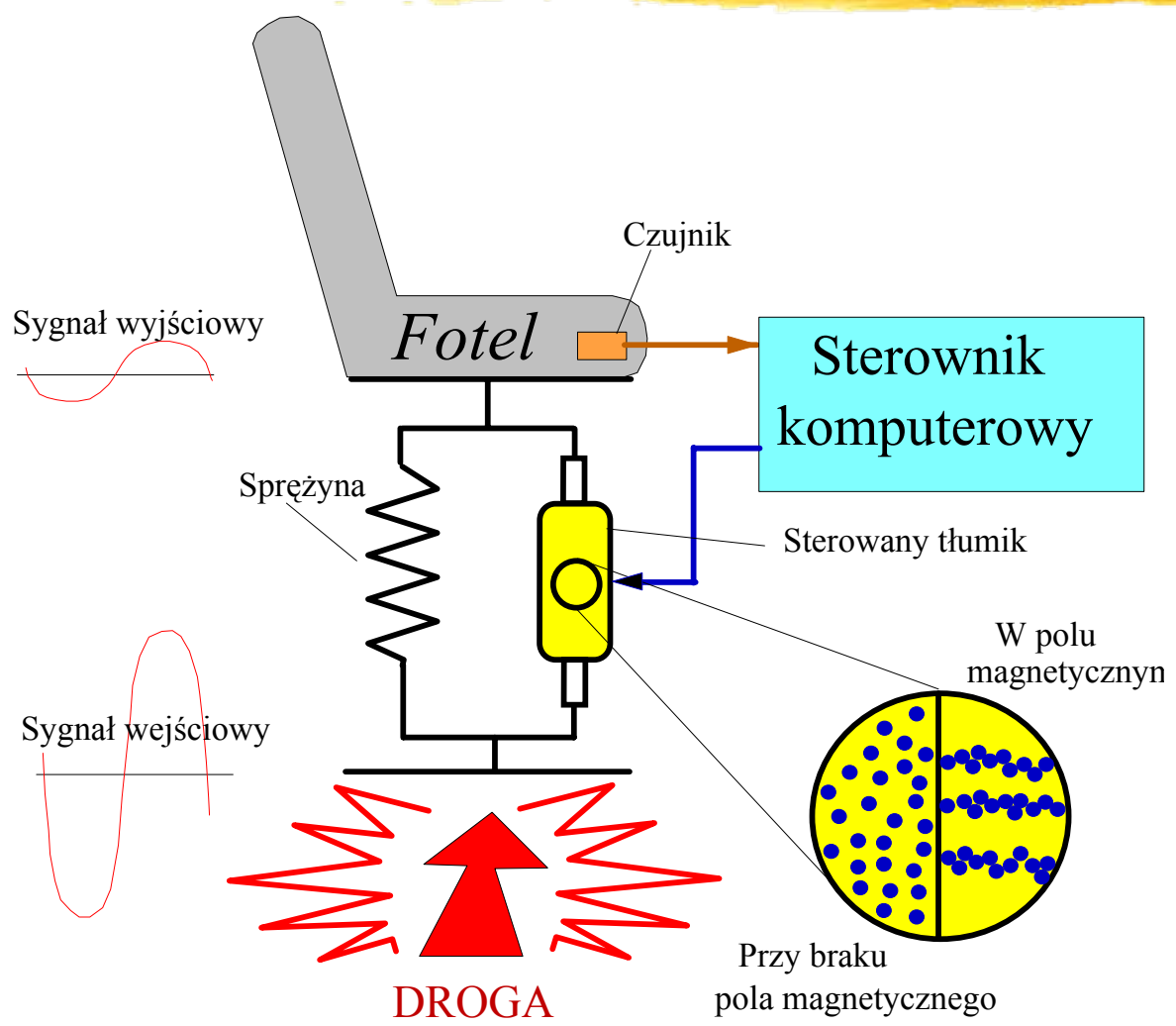
www.lord.com

Tłumiki liniowe firmy Lord

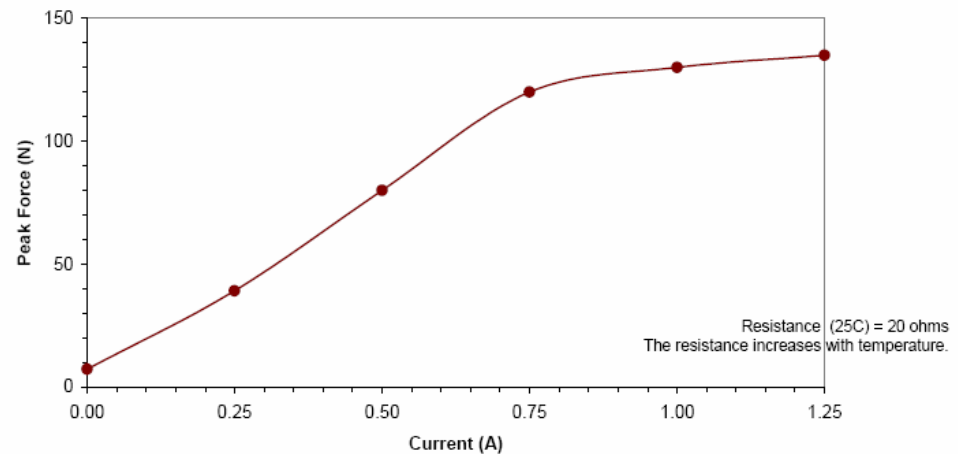
- Tłumienie drgań lin, na których zawieszono są mosty
- Przeciwdziałanie skutkom trzęsień ziemi



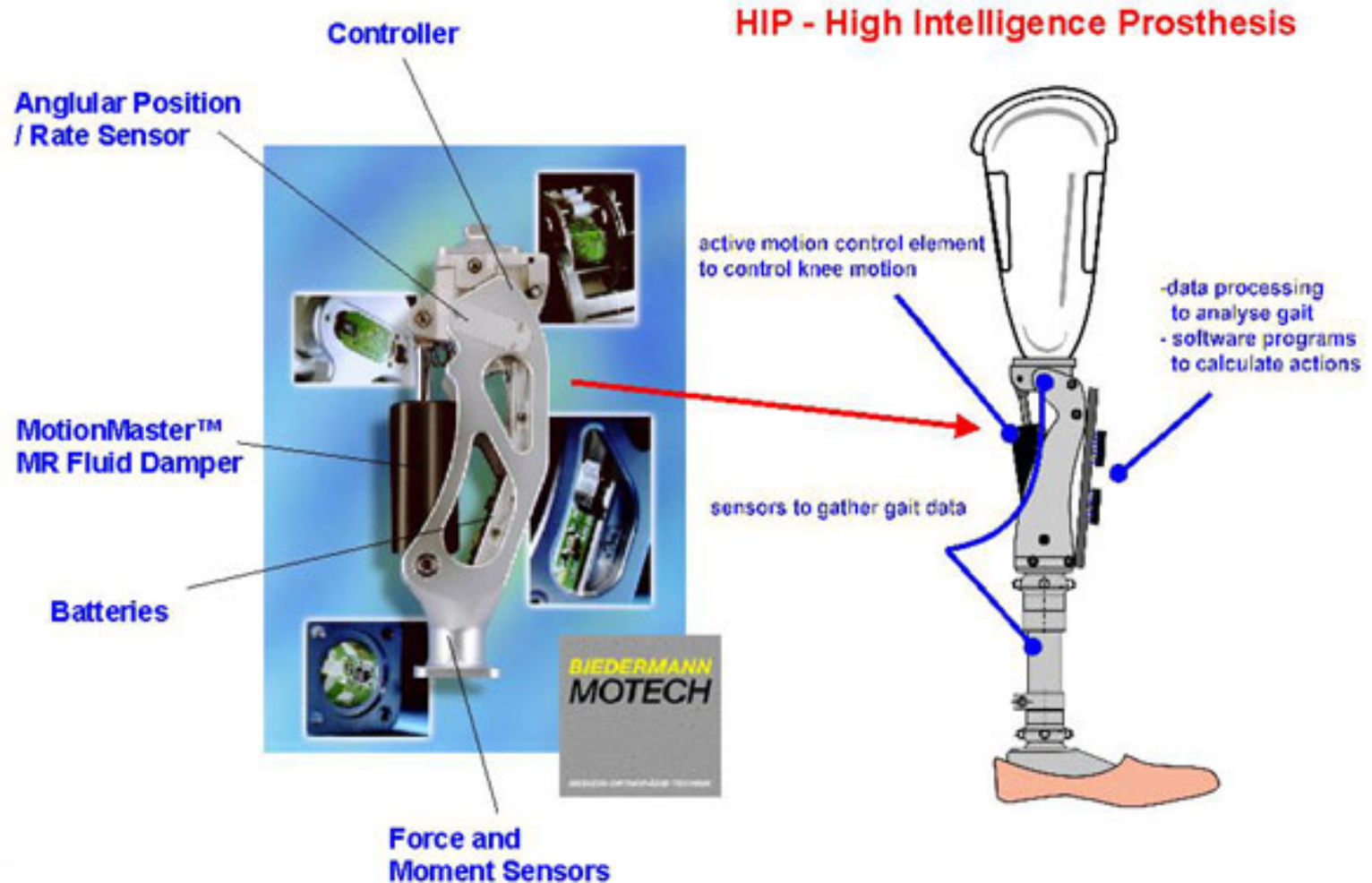
Zastosowanie cieczy magnetycznych do budowy amortyzatorów samochodowych (Lord Corp.)



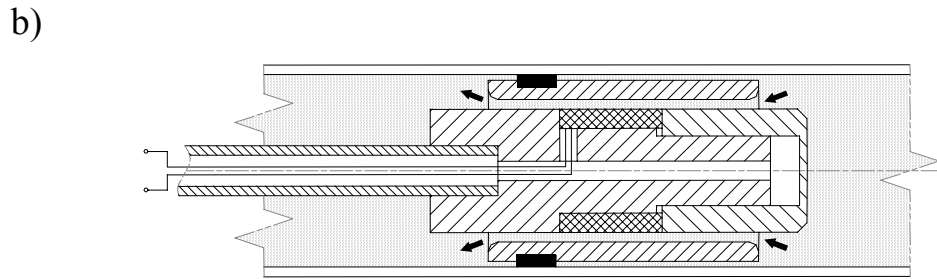
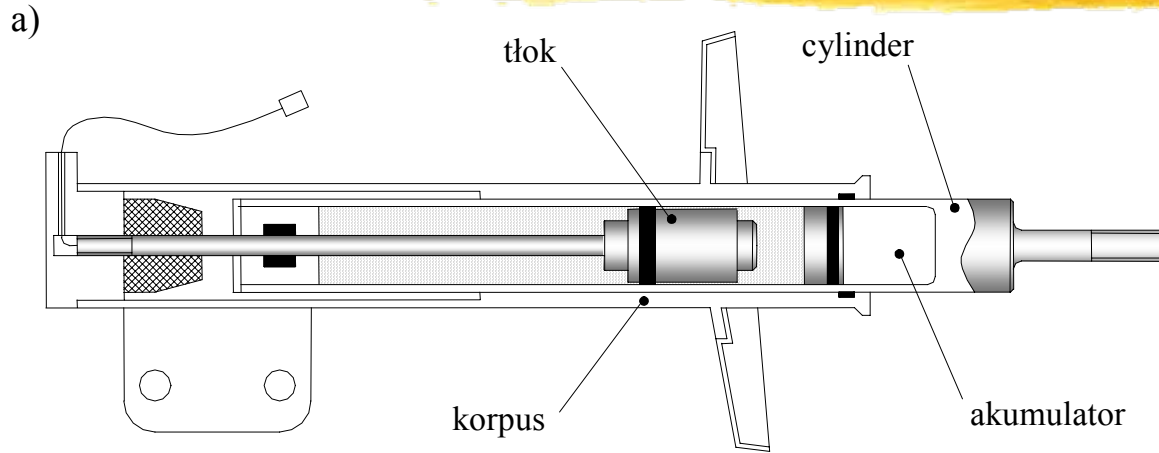
Tłumiki samochodowe firmy Lord



Proteza



Amortyzator Delphi Automotive

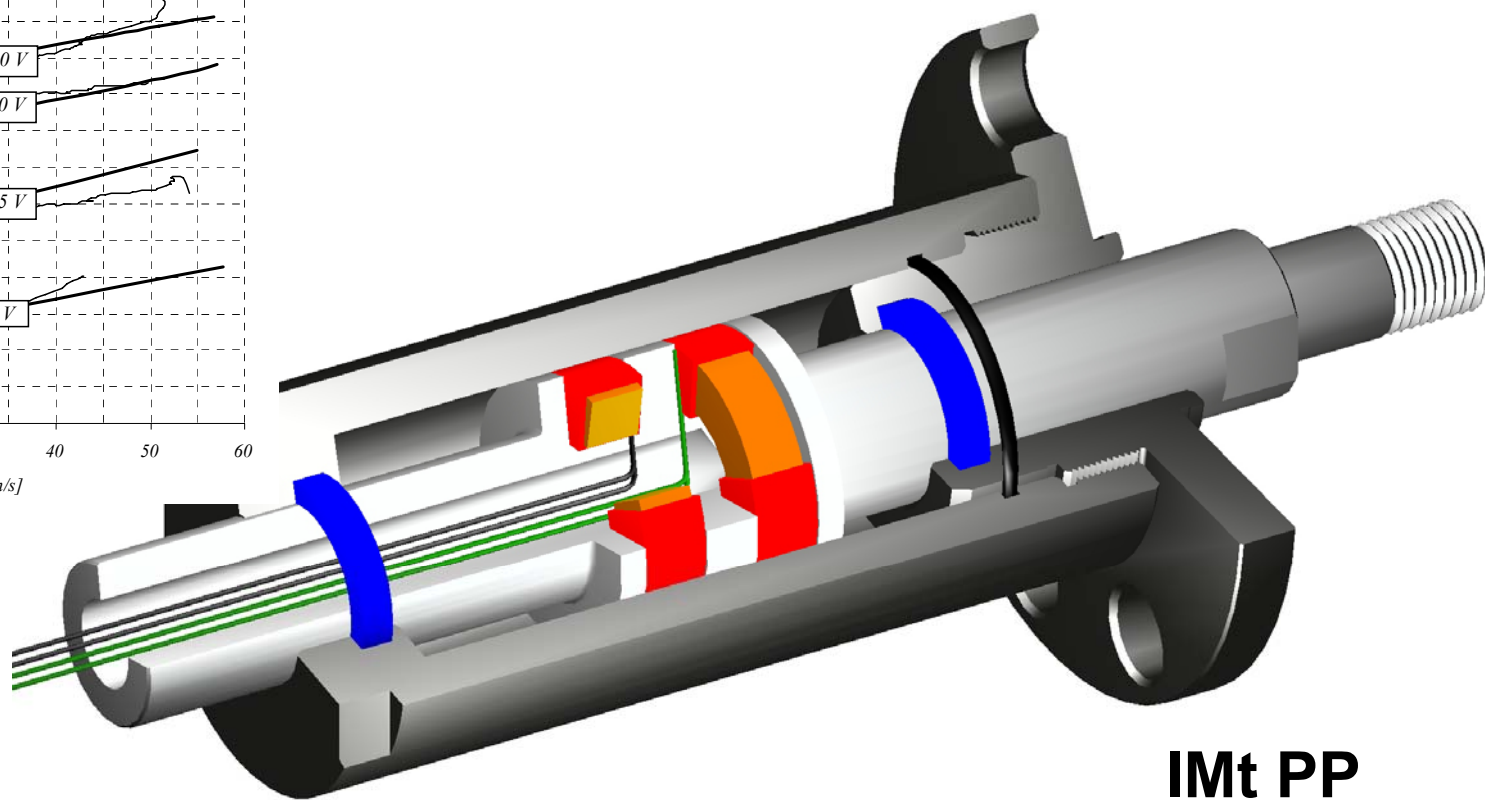
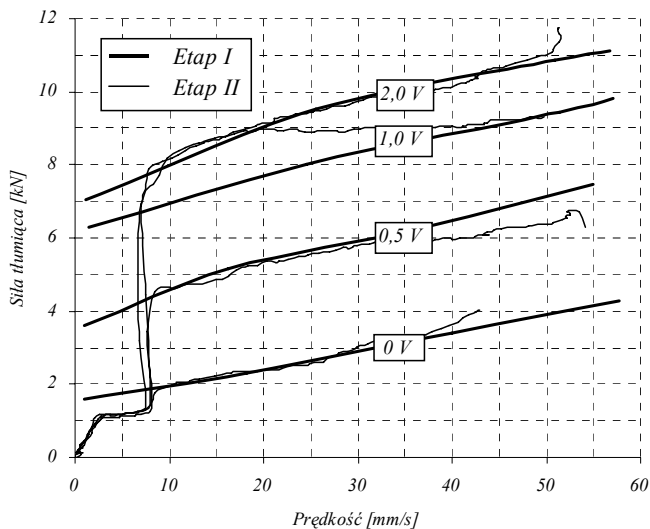


Przy prędkości ruchomego cylindra rzędu 1 m/s maksymalna siła tłumienia wynosi ok. 1000 N przy braku napięcia na cewkach oraz ok. 3000 N przy maksymalnym napięciu. Maksymalny pobór mocy wynosi 20 W

Tłumiki liniowe

(opracowanie Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)

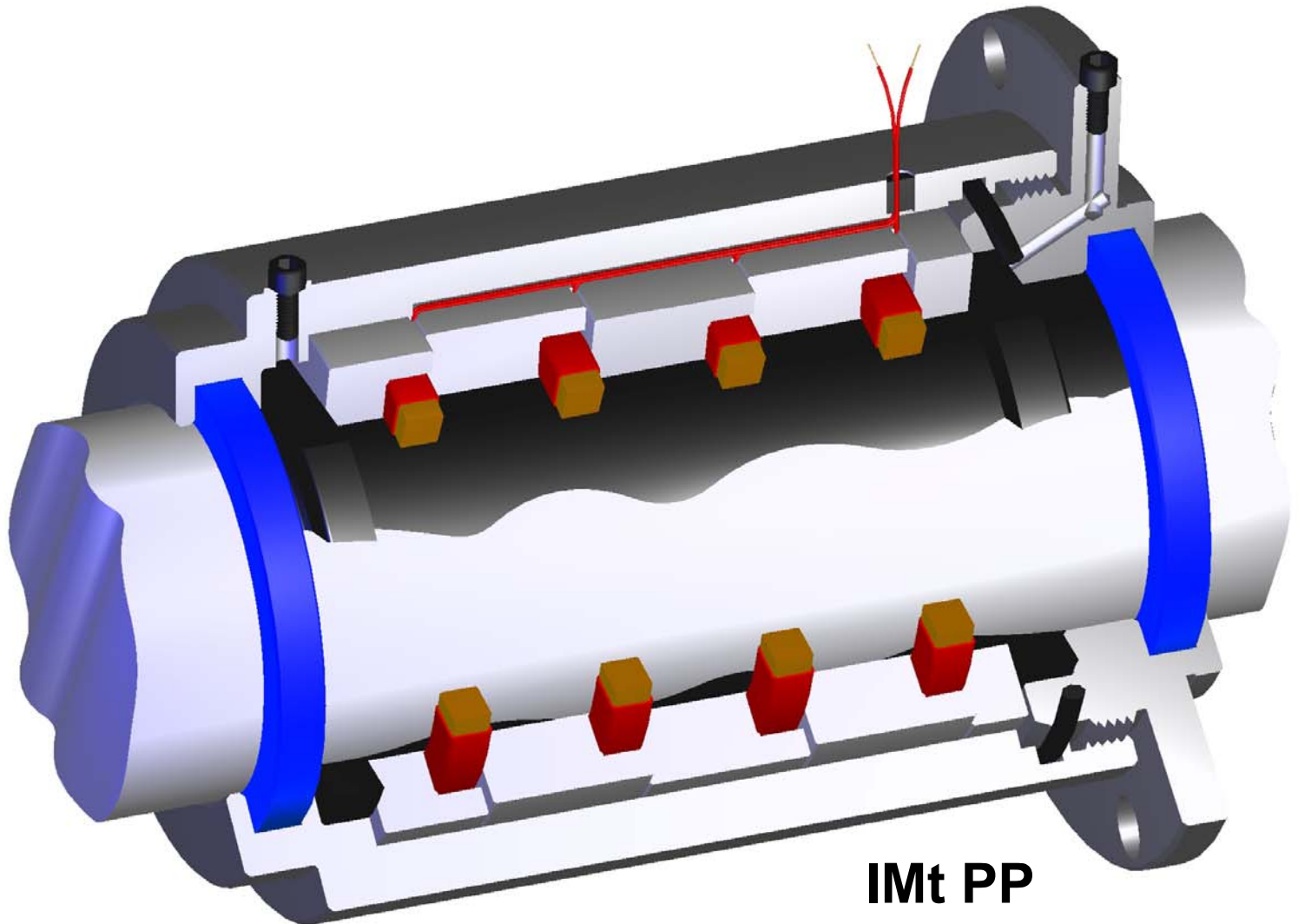
Przy średnicy tłoka 50 mm i tłoczyska 30 mm, oraz o skoku równym 60 mm do wypełnienia tłumika należało użyć ok. 70 cm³ cieczy magnetoreologicznej



IMt PP

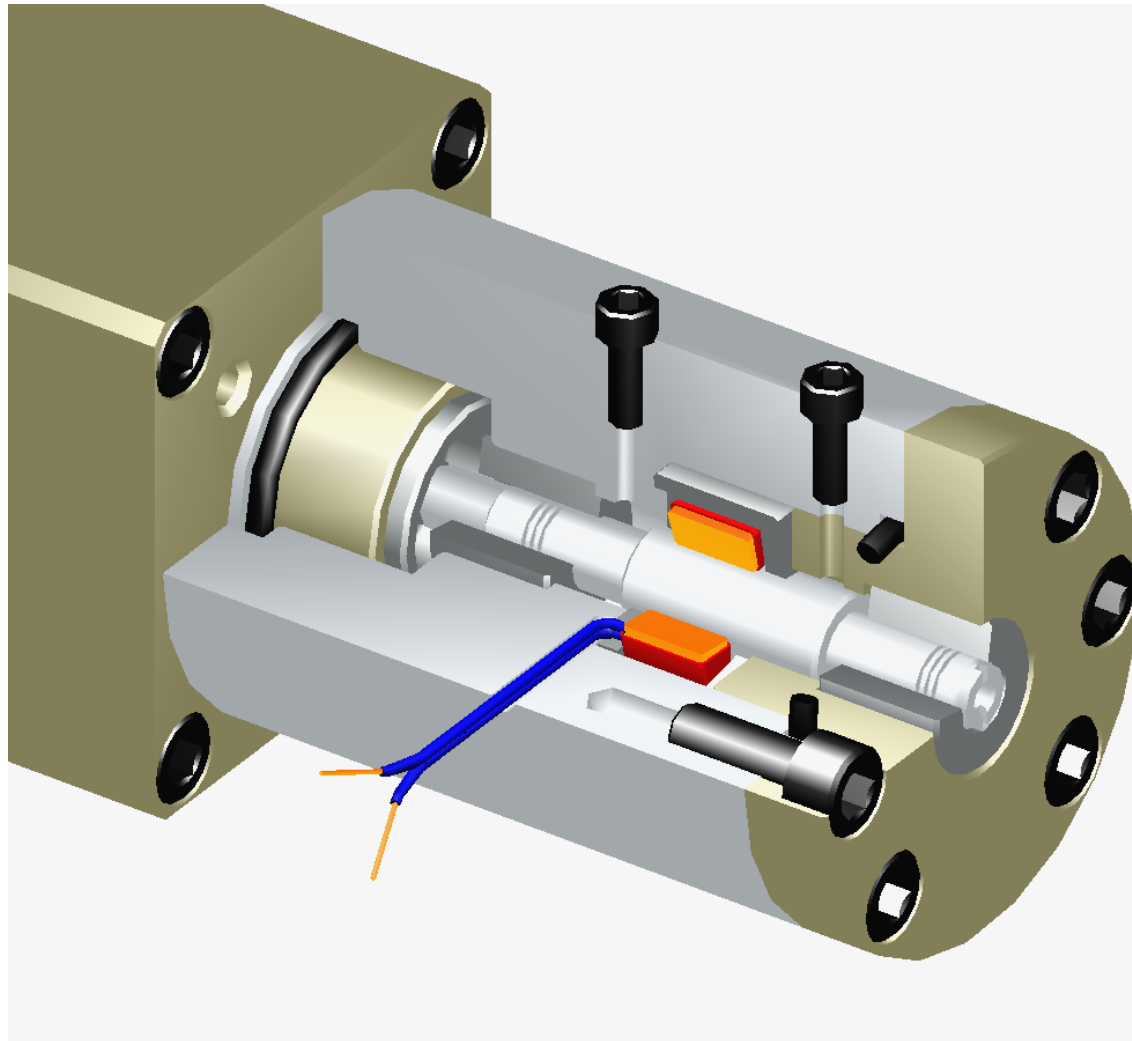
Tłumiki liniowe

(opracowanie Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)



Tłumiki liniowe

(opracowanie Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)

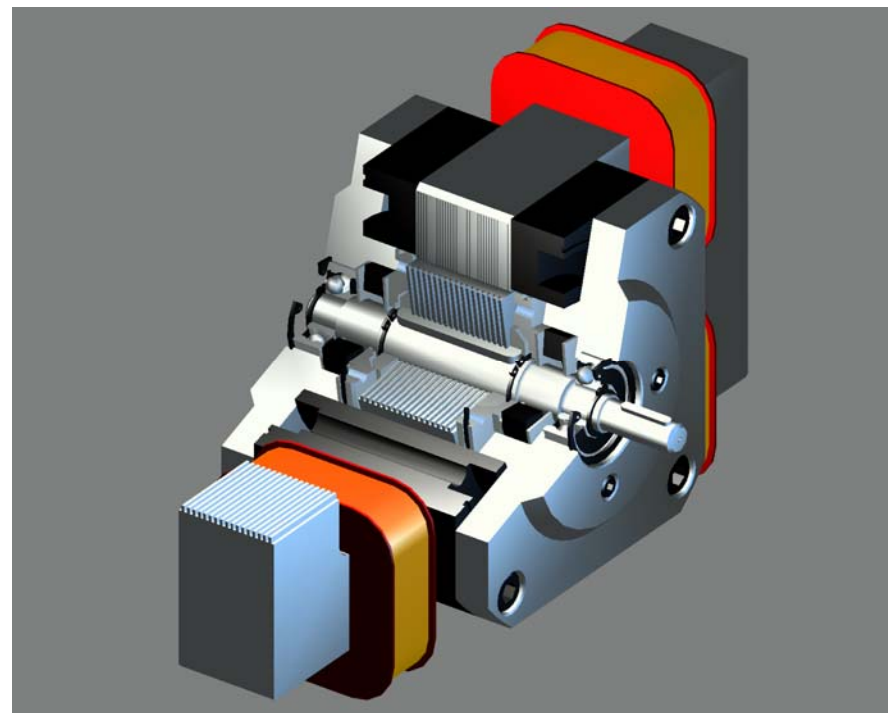
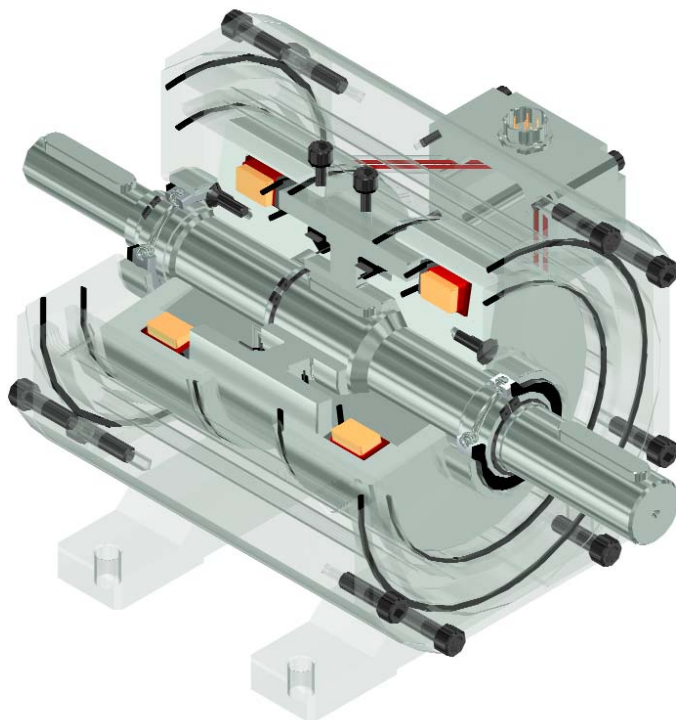


IMt PP

Tłumiki obrotowe

(opracowanie Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)

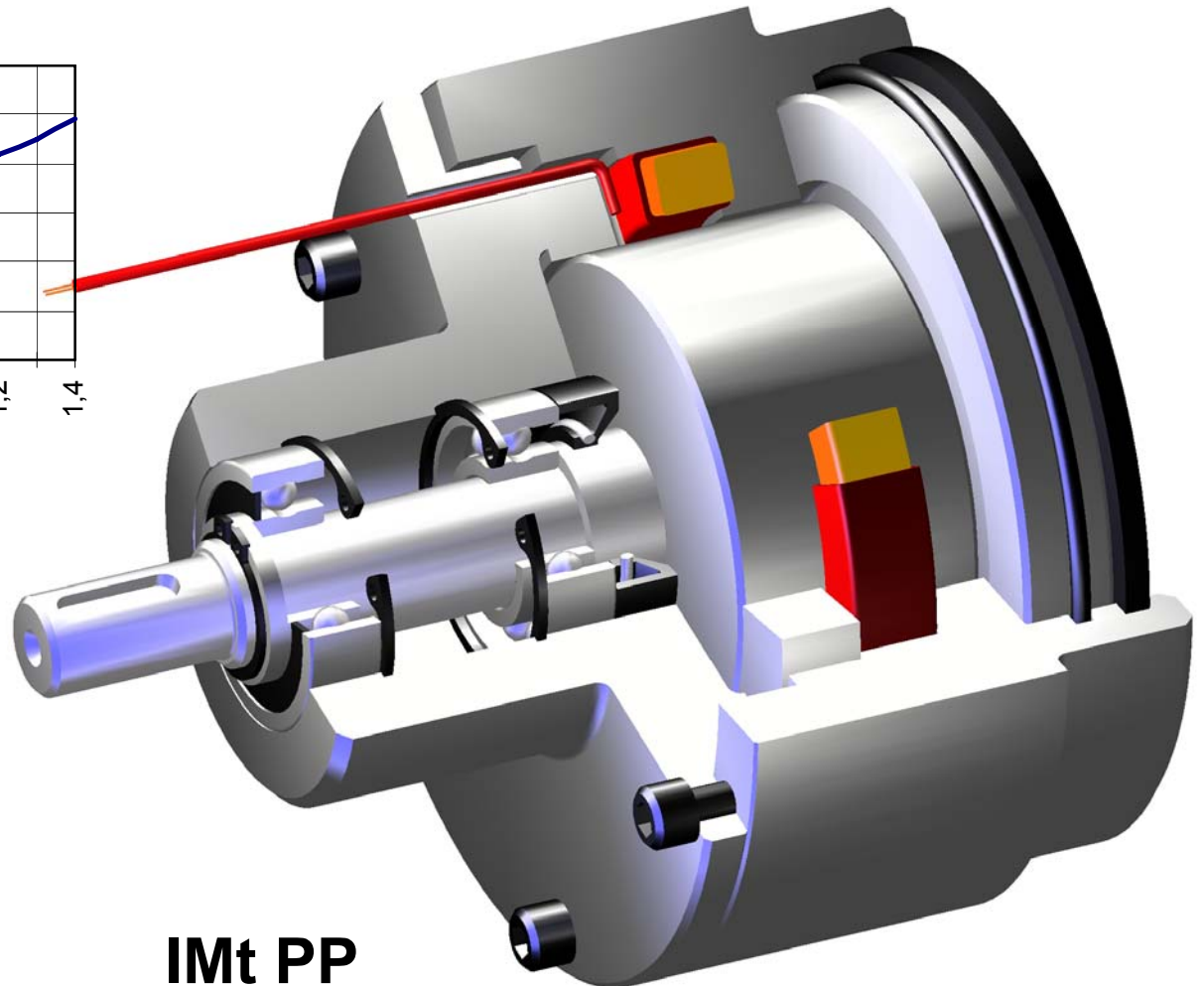
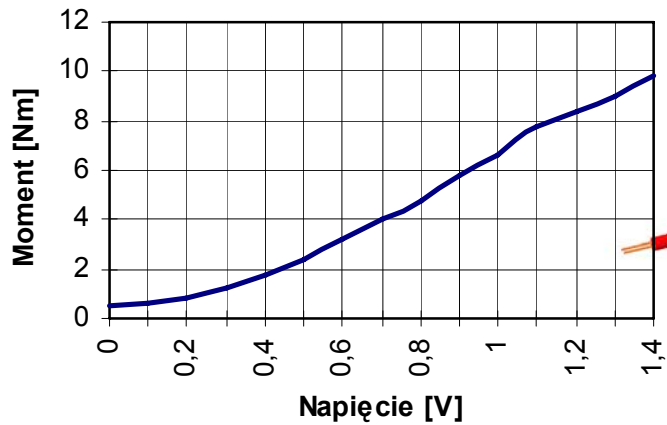
IMt PP



Tłumik obrotowy

(opracowanie Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)

(600 obr/min)



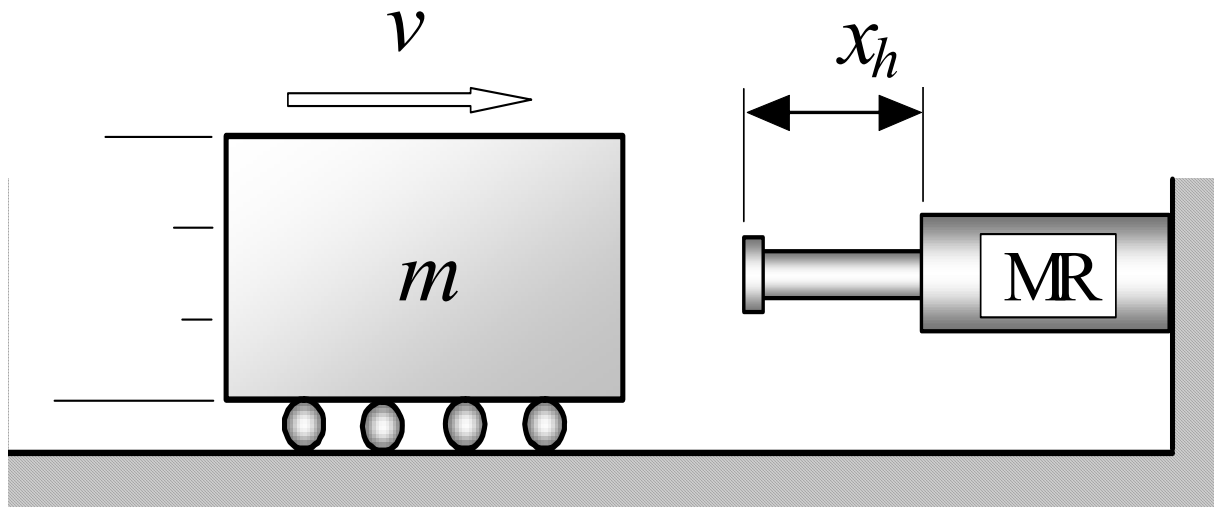
IMt PP

Proces hamowania

(prace Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)

- ☞ Pochłaniacz pochłania energię równą pracy W na drodze hamowania x_h .

$$W = \int_0^{x_h} F_h \cdot dx$$

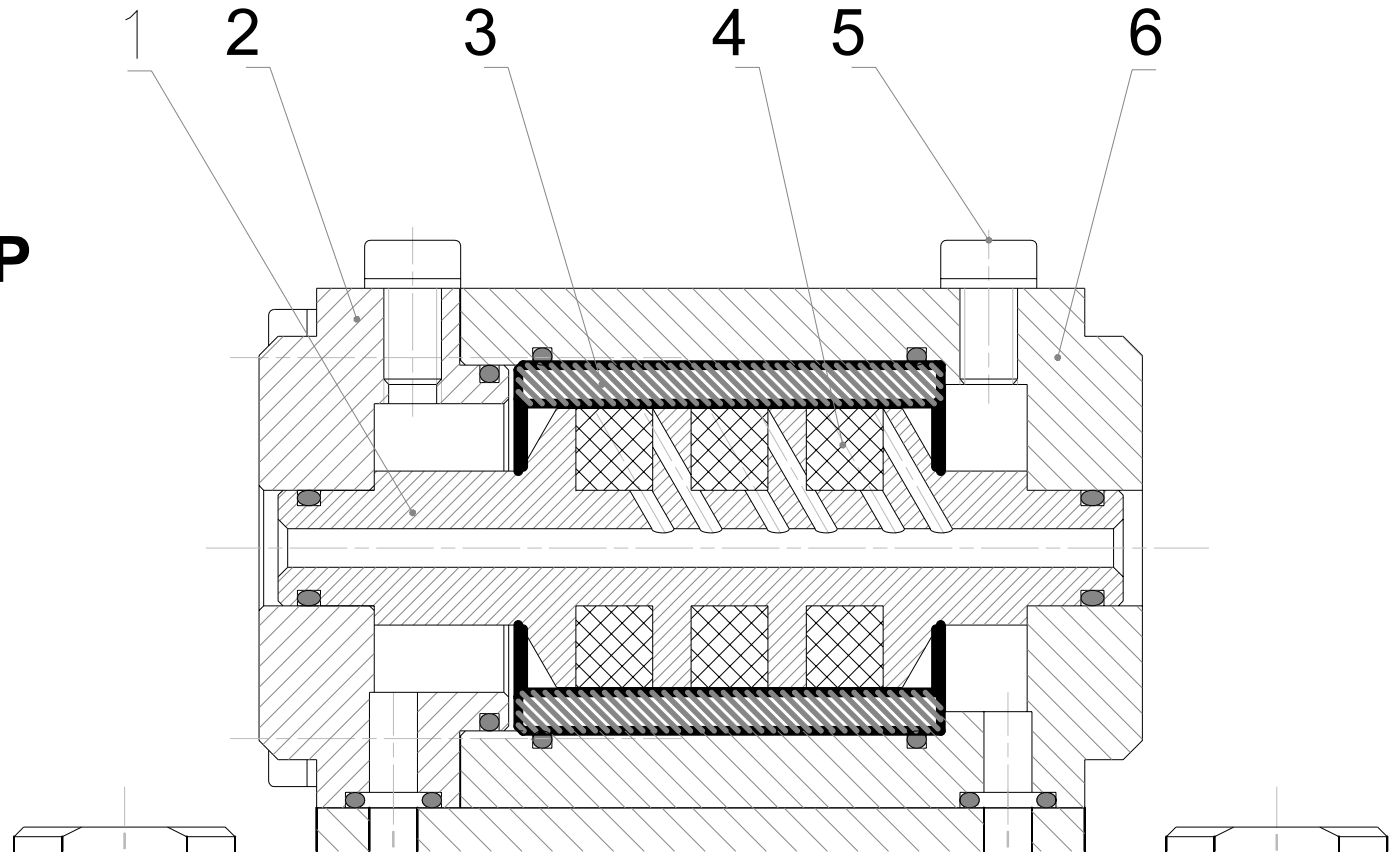


IMt PP

Rysunek zaworu do pochłaniacza z cieczą MR

(opracowanie Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)

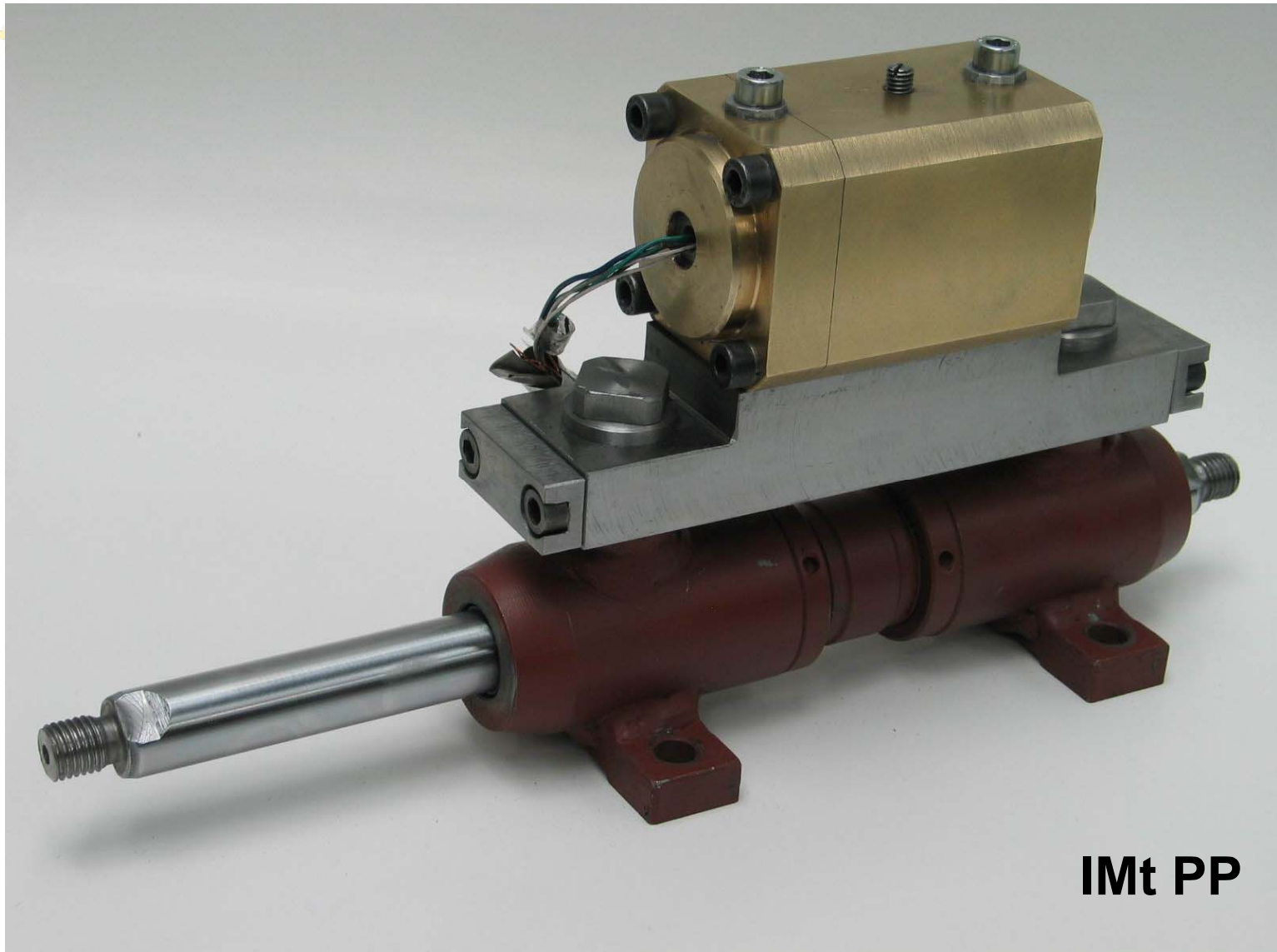
IMt PP



Promieniowa wysokość szczeliny wynosi od 0,1 do 0,5 mm a jej długość 36 mm
Wykorzystano typowy siłownik hydrauliczny produkcji Agromet ZEHS Lubań, o skoku 75 mm, średnicy tłoka 25 mm i tłoczyska 18 mm.

Widok pochłaniacza z cieczą MR

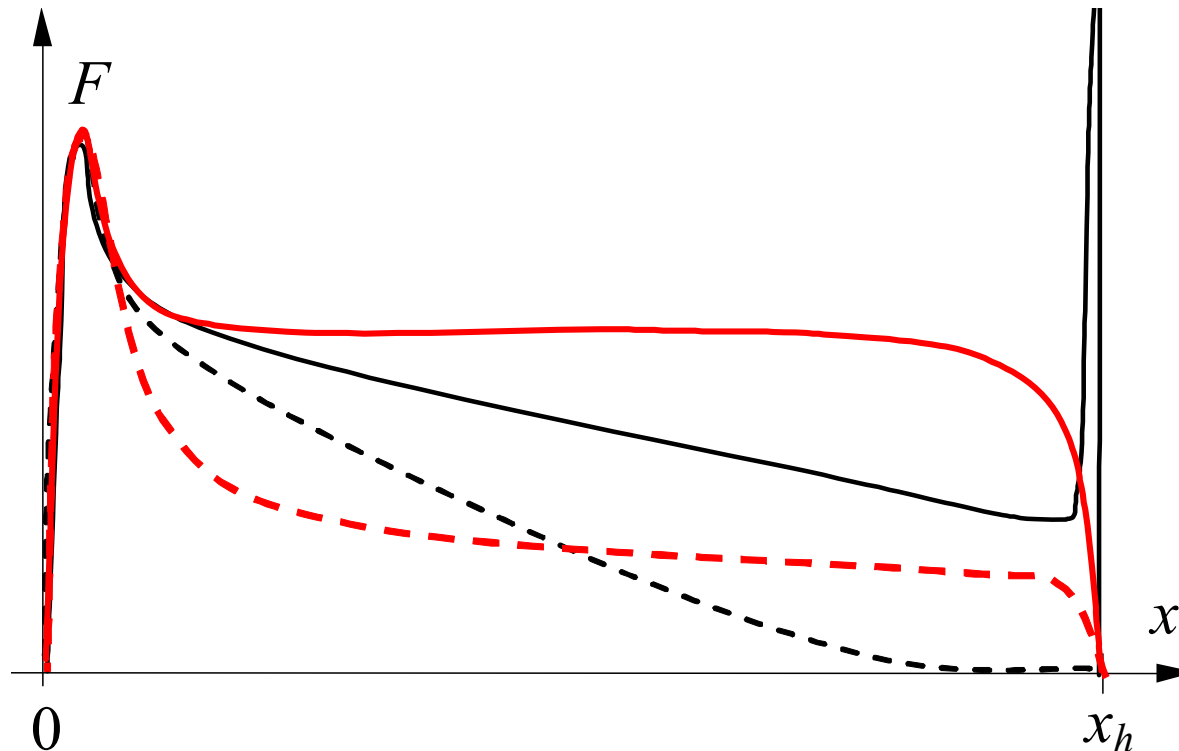
(opracowanie Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)



Proces hamowania

(prace Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)

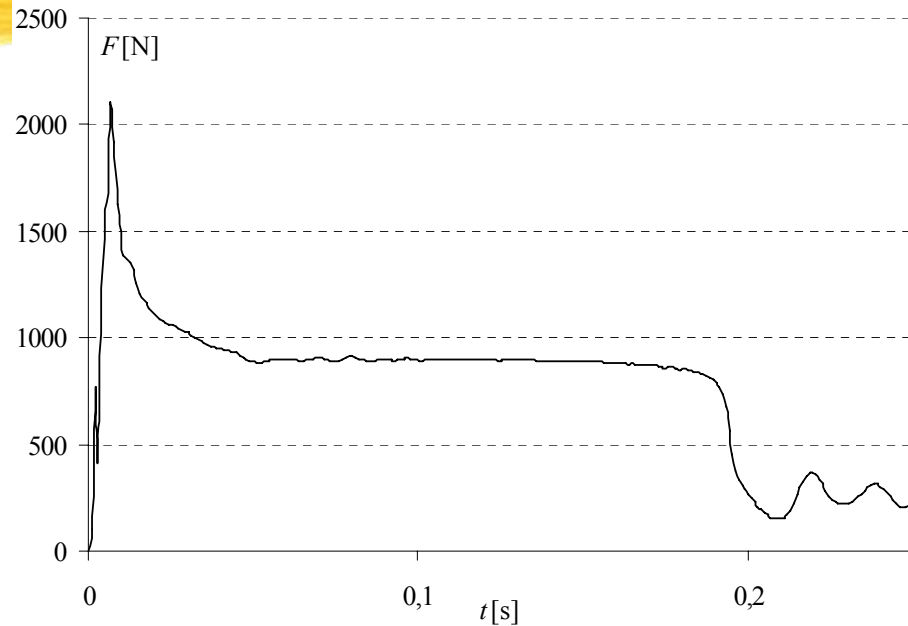
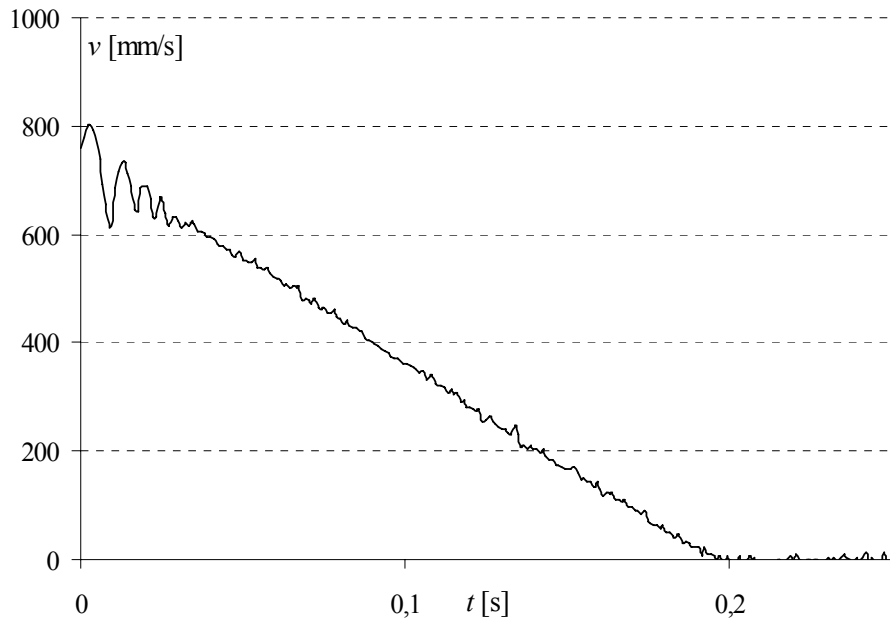
- W wykonywanych seryjnie pochłaniaczach zapewnienie hamowania ze stałą siłą hamującą (przyspieszeniem) jest trudno osiągalne (krzywe oznaczone kolorem czarnym).
- Rozwiązanie, w którym zastosowana jest ciecz magnetoreologiczna, jako czynnik roboczy (**krzywe oznaczone kolorem czerwonym**) pozwala na kształtowanie charakterystyki hamowania w zależności od potrzeb.



IMt PP

Wyniki badań doświadczalnych

(prace Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)



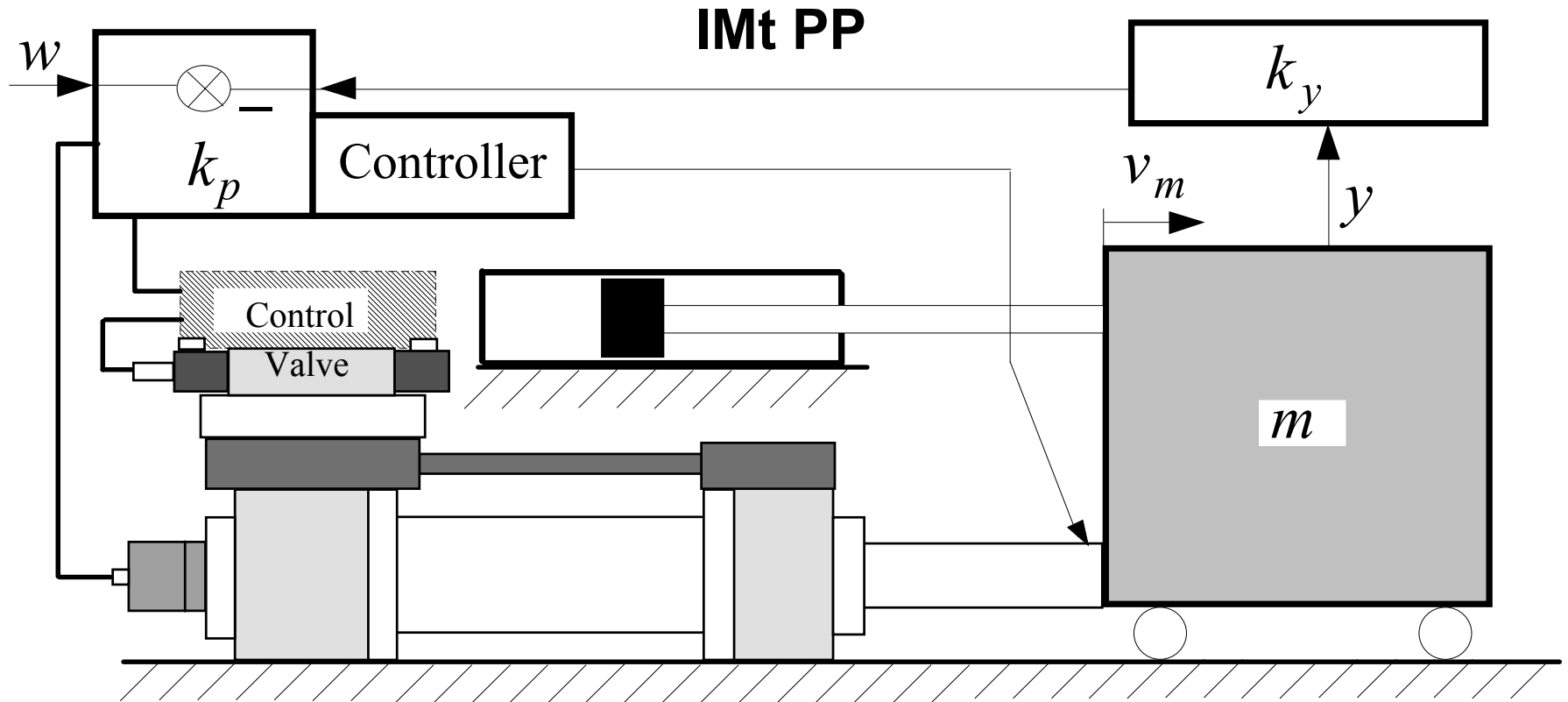
- szczelina 0,4 mm,
- prędkość zmierzona w chwili zderzenia 0,71 m/s,
- prędkość teoretyczna w chwili zderzenia 0,9 m/s.
- energia wyhamowywanej masy wynosiła 52,8 J,
- siła zadana 910 N,
- długość rozbiegu 0,20 m, – masa wózka 134 kg.

IMt PP

Uzyskano prawie stałą siłę hamowania oraz bliski liniowemu spadek prędkości – łagodne zatrzymanie

Redukcja efektu „stick–slip”

(prace Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)

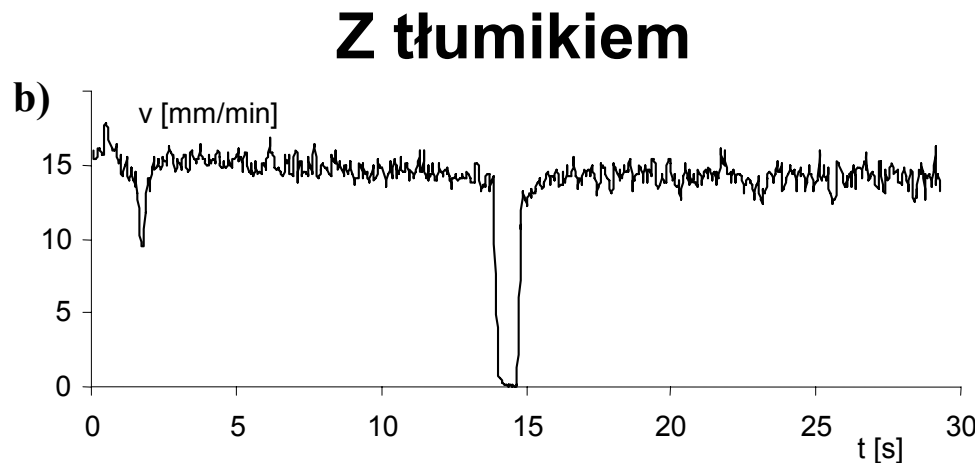
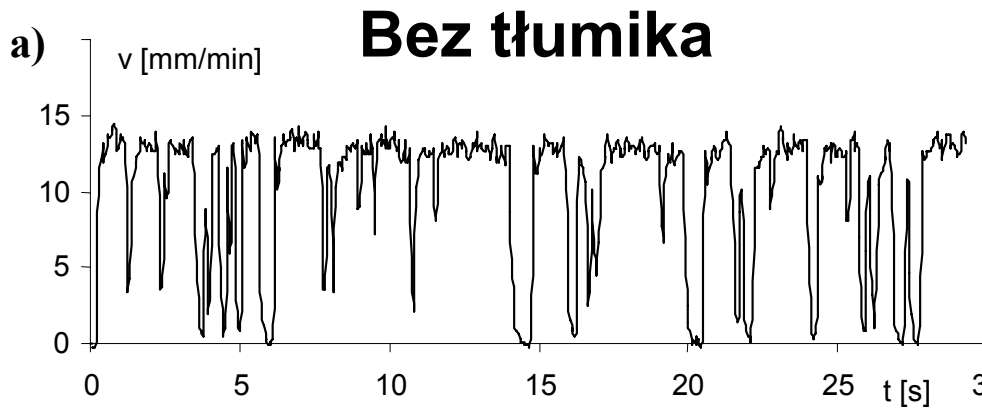


Zastosowanie tłumika z cieczą MR pozwala na kształtowanie sił oporu ruchu. Dzięki temu uzyskuje się **zmniejszenie różnicy między siłą tarcia statycznego i dynamicznego i ograniczenie efektu „stick-slip”**

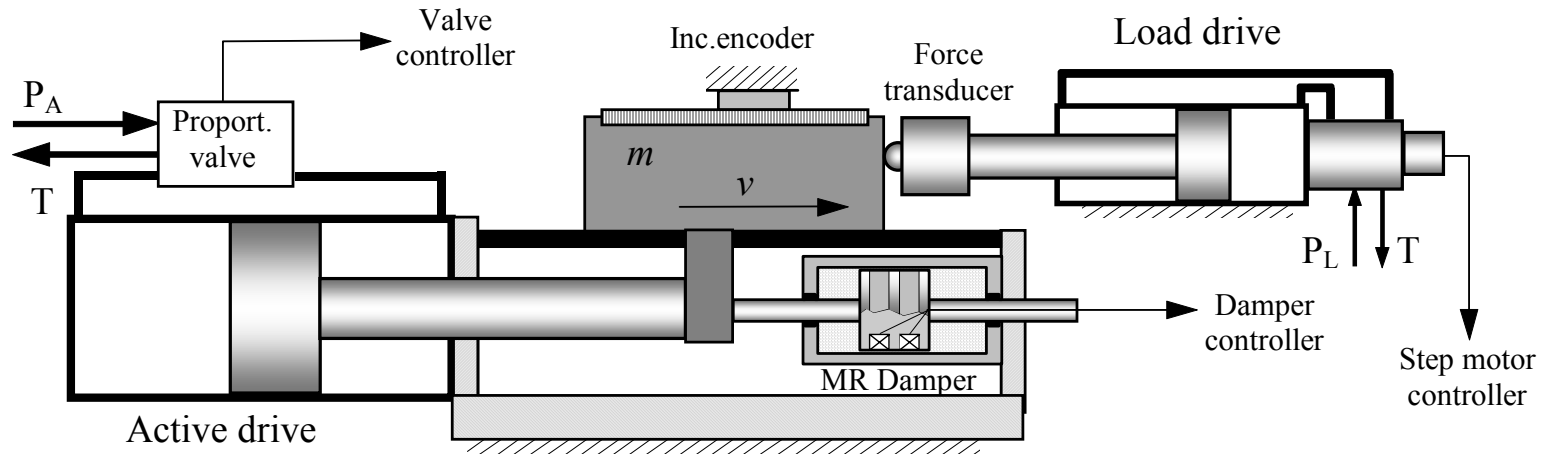
Wyniki badań

(opracowanie Instytutu Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej)

IMt PP



Utrzymanie stałej prędkości



IMt PP

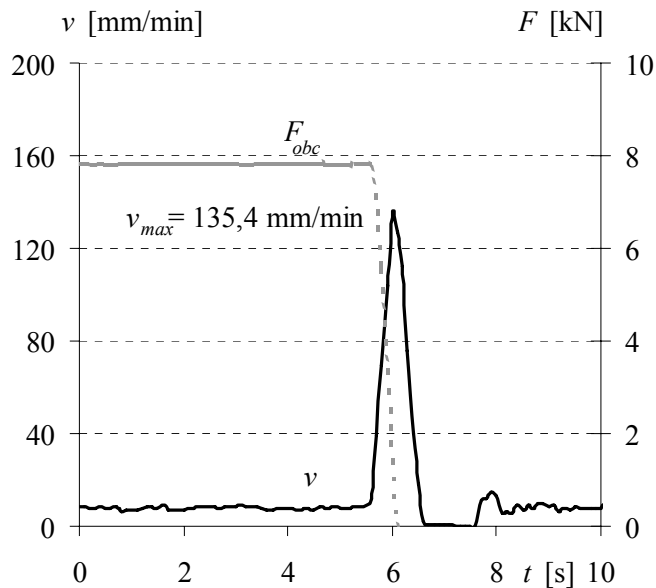
W serwonapędach, kiedy pojawiają się gwałtowne zmiany obciążenia następują niepożądane skoki prędkości.

Zastosowanie tłumika z cieczą MR pozwala na ograniczenie ich wartości.

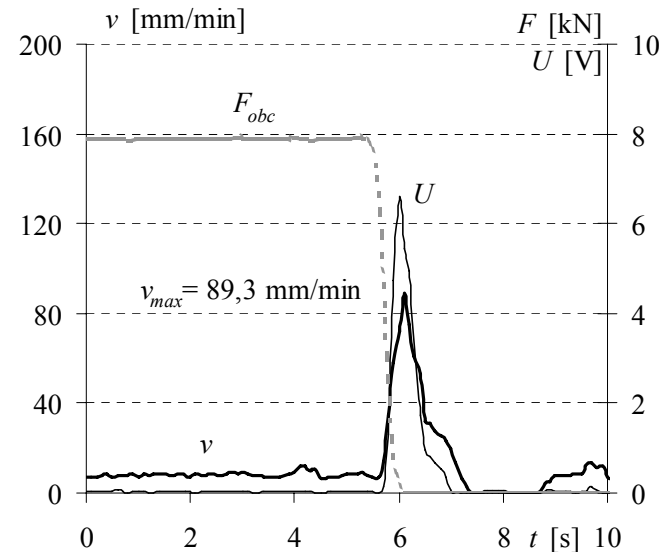
Redukcja skoku prędkości

Skok prędkości (wzrost) po gwałtownym spadku siły obciążającej

Bez tłumika

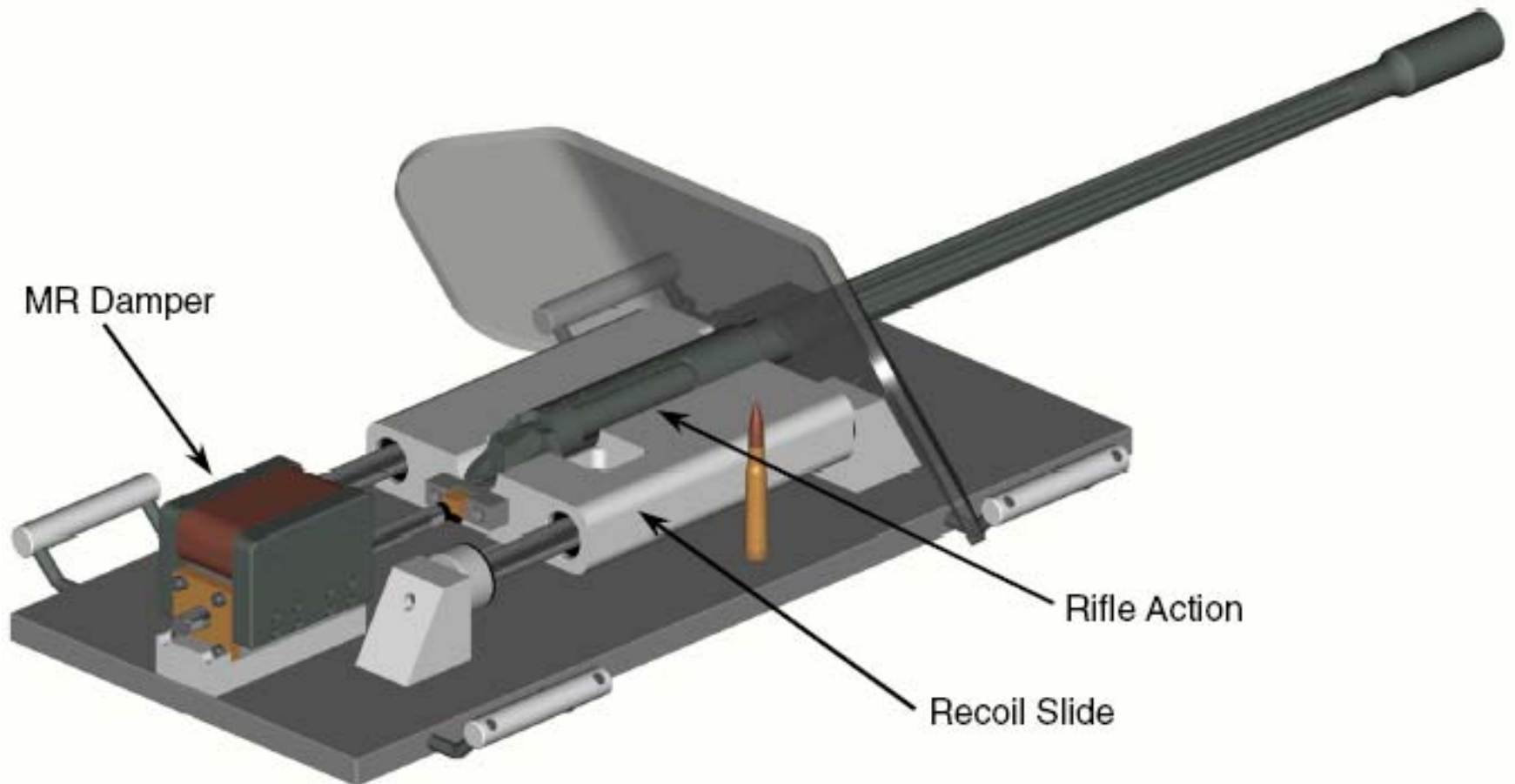


Z tłumikiem

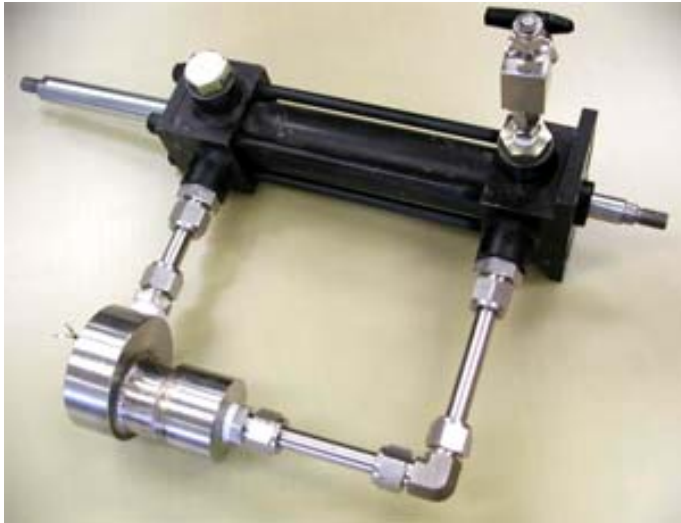


IMt PP

Tłumik MRF w działku



Układy tłumienia w pojazdach wojskowych (Lord Corp.)



PODSUMOWANIE

- ⌘ Przemysłowe zastosowania cieczy reologicznych spotykane są od 30 lat
- ⌘ Wytwarzane są ciecze elektoreologiczne i magnetoreologiczne
- ⌘ Zmiana wartości natężenia pola elektrostatycznego albo magnetycznego powoduje właściwości tych cieczy
- ⌘ Praktyczne zastosowania znajdują ciecze magnetyczne tj. ciecze magnetoreologiczne (MR fluid) i ferromagnetyczne (Ferrofluid)

PODSUMOWANIE

⌘ Najważniejsze zastosowania to:

- ☑ Tłumiki liniowe i obrotowe (amortyzatory, sprzęgła, hamulce)
- ☑ Uszczelnienia (stosowane w technice próżniowej)
- ☑ Tłumienie drgań (głośniki, silniki skokowe)
- ☑ Zastosowania specjalne (np. serwonapędy)
- ☑ Ochrona przed trzęsieniami ziemi
- ☑ Medycyna

**DZIĘKUJĘ BARDZO
ZA UWAGĘ**



Prof. dr hab. inż. A. Milecki

Tel. 61 6652187

Andrzej.milecki@put.poznan.pl