

# Hydraulické kapaliny z pohledu chemika

**Ing. Jiří Valdauf**  
[valdauf@lubricant.cz](mailto:valdauf@lubricant.cz)  
Mobile: 777 345 007

**Pracovní kapaliny hydraulických systémů**

**Praha 20.11.2024**

**LUBRICANT s.r.o. - centrála**  
Bezručova 1066  
332 02 Starý Plzenec  
Česká republika  
Tel.: +420 377 454 901  
Fax: +420 377 454 907  
E-mail: info@lubricant.cz

**LUBRICANT s.r.o. - kancelář Brno**  
Londýnské náměstí 4  
Brno Business Park, budova D  
639 00, Brno, Česká republika  
Tel.: +420 530 515 510  
Fax: +420 530 515 511  
E-mail: brno@lubricant.cz

**LUBRICANT SK s.r.o.**  
Kopčianská 15  
851 01 Bratislava  
Slovenská republika  
Tel.: +421 905 692 449  
Fax: +421 262 416 077  
E-mail: bratislava@lubricant.cz

**LUBRICANT Polska Sp. z o.o.**  
ul. Legionów 211  
43 502 Czechowice-Dziedzice  
Polska  
Tel.: +48 501 068 406  
Fax: +48 322 151 502  
E-mail: info@lubricant.pl

**LUBRICANT RO OIL**  
str. Mareşal Constantin Prezan 142  
300695 Timișoara  
Rumunsko  
Tel./Fax: +40 256 223 961  
E-mail: info@lubricantrooil.ro

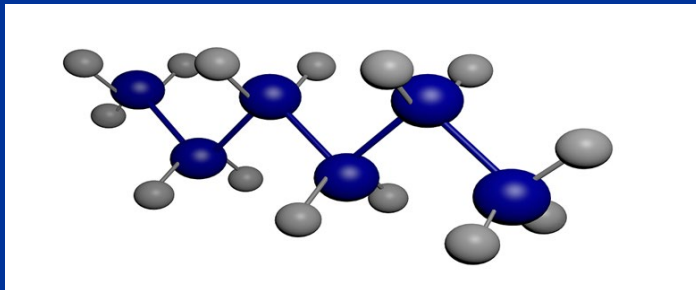




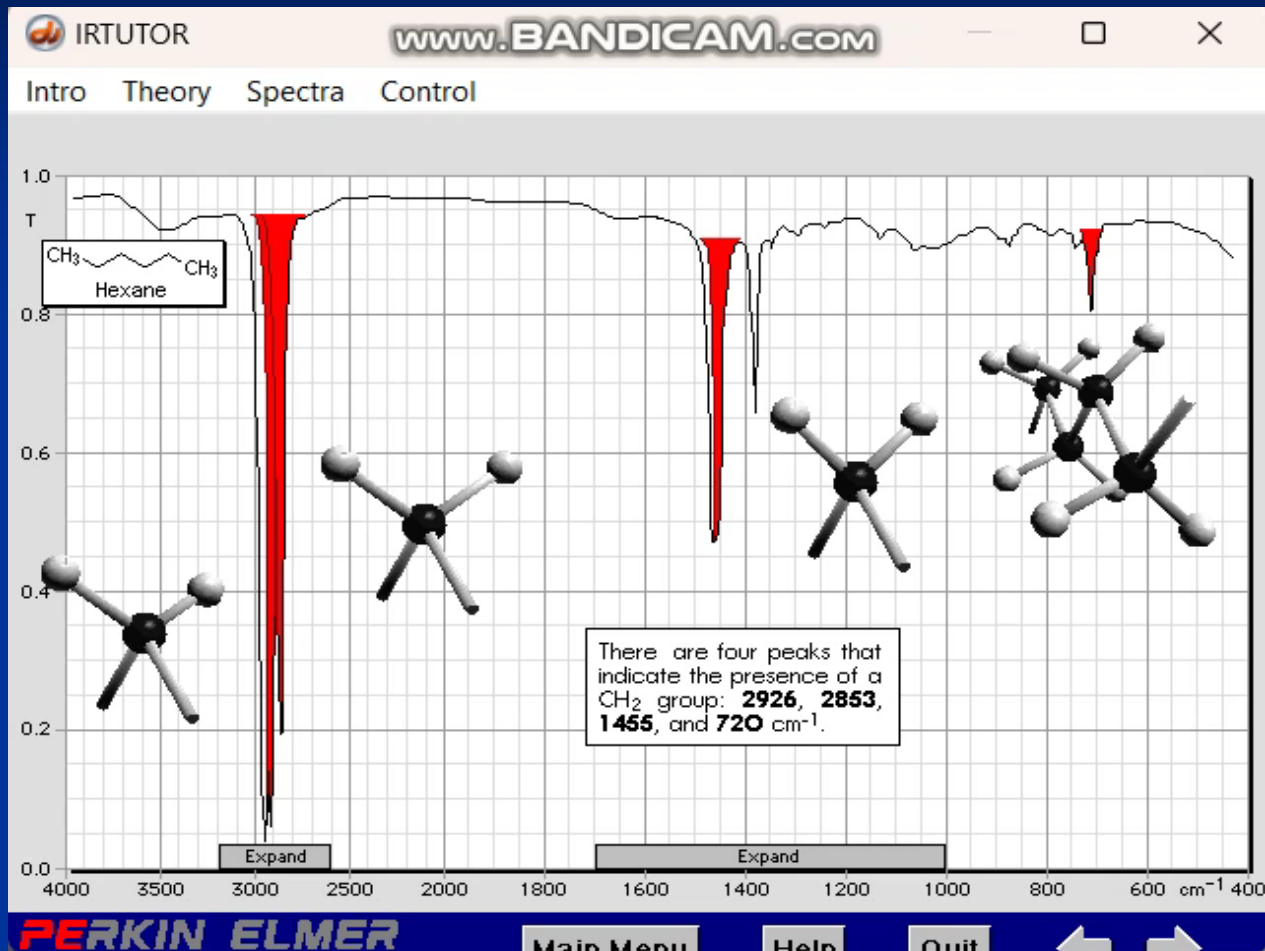
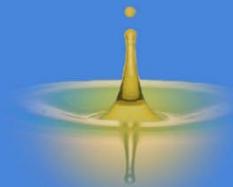
- Násobky deseti - video
- Velikost a tvar molekul v hydraulickém oleji
- Složení hydraulických olejů
- Viskozitně teplotní chování
- Viskozitně tlakové vztahy
- Adsorpční jevy
- Povrchové vlastnosti
- Mazací schopnosti
- Kompatibilita oleje a těsnění
- Závěr

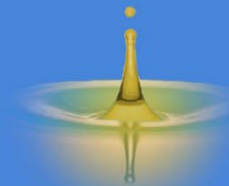


- Násobky deseti – video – rozměry se kterými pracují jaderní fyzikové
- Výrobci hydrogenerátorů a rozvaděčů – rozměry nad 1 mikron  $>10^{-6}\text{m}$
- Velikost a tvar molekul v hydraulickém oleji – pohled chemika:  
 $10^{-6}\text{m} - 10^{-9}\text{m}$  (= 1 nanometr – 1 mikrometr)  
délka vazby C – C =  $1,54 \text{ \AA}$  (1 Angström =  $10^{-10}\text{m}$ )



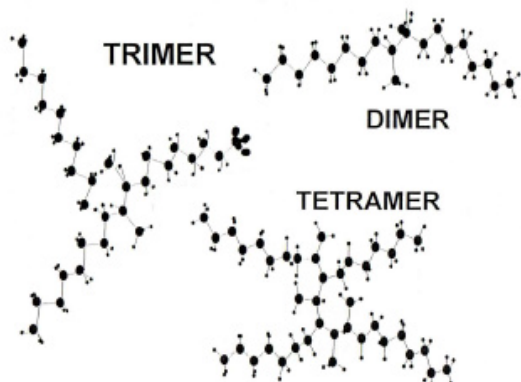
bandicam 2024-11-18 10-48-52-166.mp4



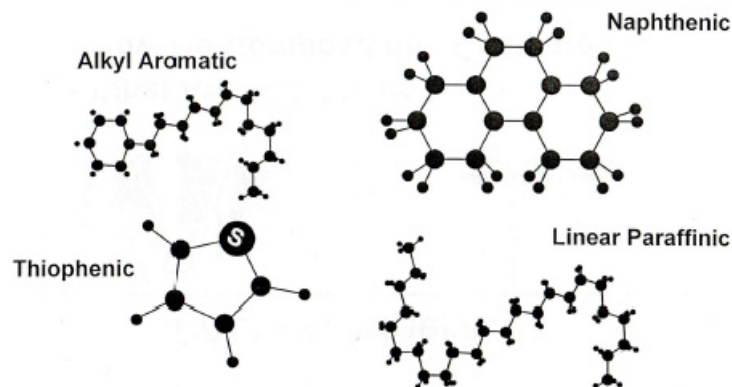


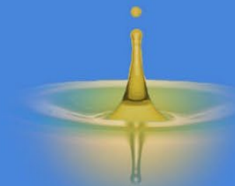
- Délka vazby C – C = 1,54 Å                      Délka vazby obecně 1 – 2 Å
- Délka uhlovodíkového řetězce v olejích obecně C<sub>20</sub> – C<sub>50</sub>
- 1 – 5 nanometrů je tomu odpovídající velikost 1 molekuly

## 1-Decene Oligomers



## Typical Mineral Oil Components

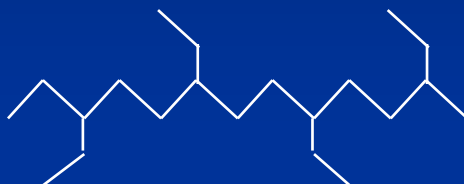




## N – PARAFINY (ALKANY)



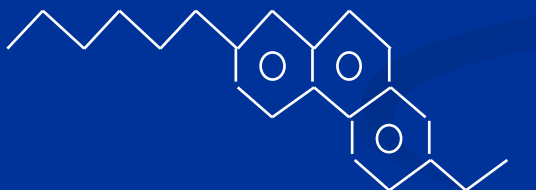
## ISO – PARAFINY (ISOALKANY)



## NAFTÉNY (CYKLÁNY)



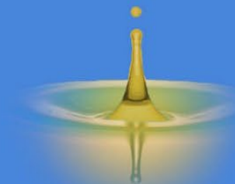
## AROMÁTY



## POLÁRNÍ LÁTKY S OBSAHEM HETEROATOMŮ

např.

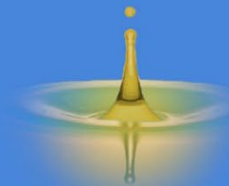




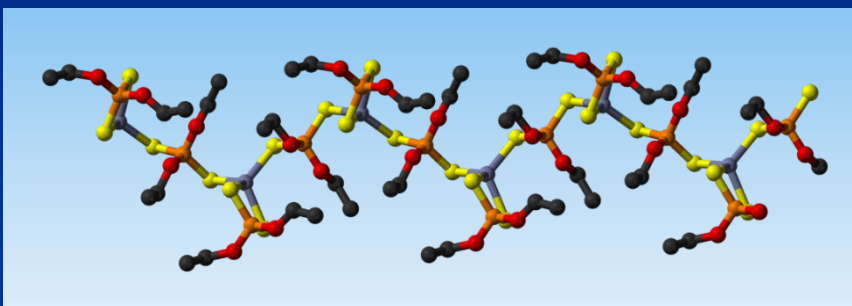
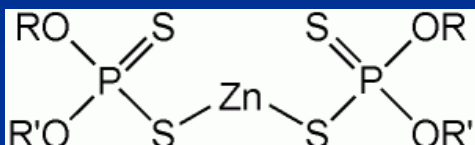
Typické složení nejvíce rozšířených hydraulických olejů ISO 6743/4 HM, VG 46 ( DIN 51 524 part 2 HLP ) je:

|  |          |
|--|----------|
| Vysoce rafinovaný ropný olej Group I                     | >98 %    |
| Multifunkční přísada, typicky protioděrová a antioxidant | 0.5 %    |
| Modifikátor viskozitního indexu a snižovač bodu tuhnutí  | 0.2 %    |
| Inhibitor koroze   | 0.15 %   |
| Přísada proti pění                                       | 0.0005 % |
| Nízkoteplotní antioxidant                                | < 0,5 %  |

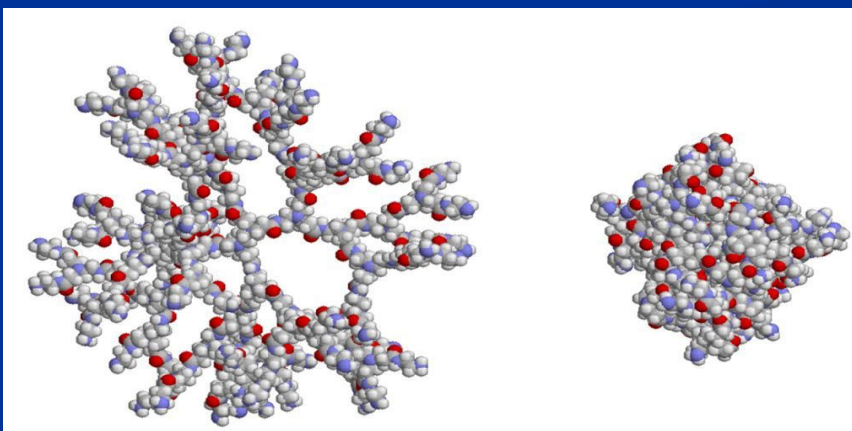
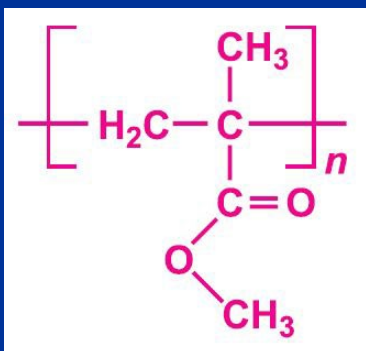




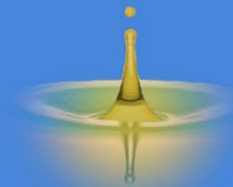
## Zušlechťující přísady



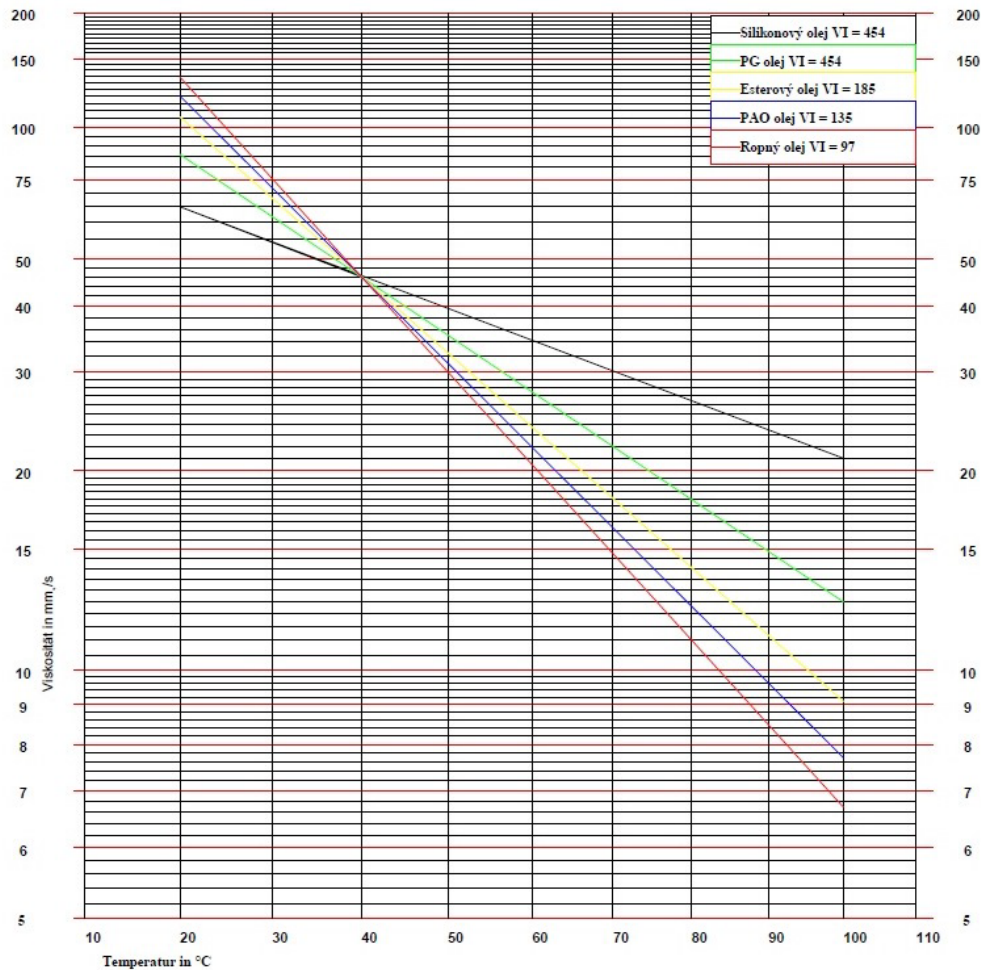
10 – 50 nm

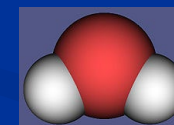
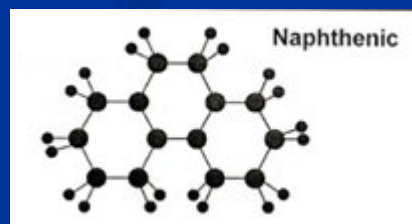
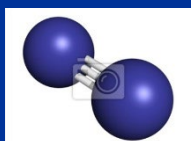
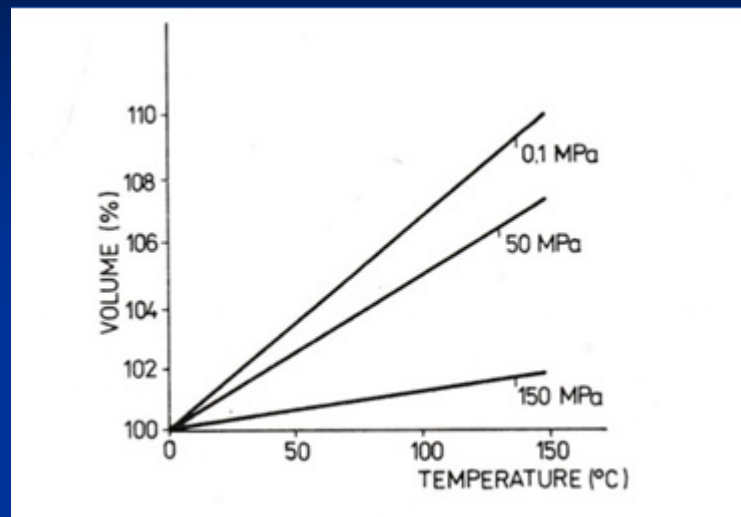
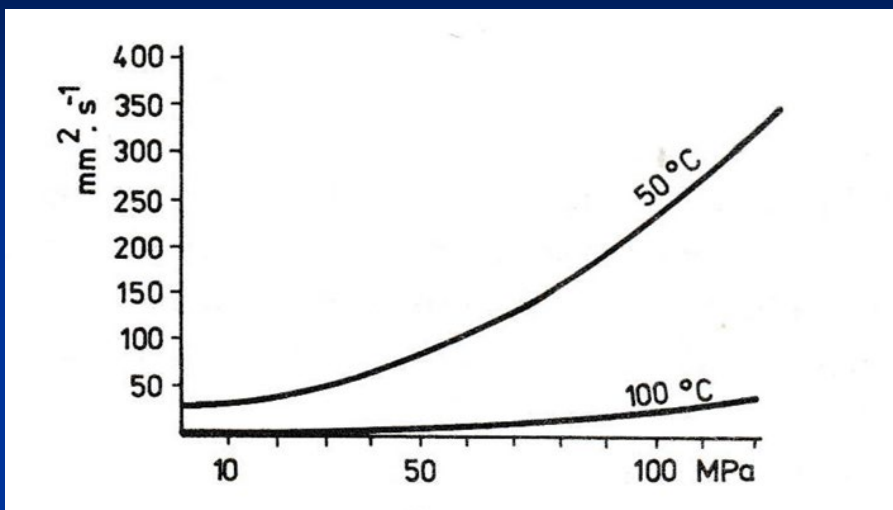
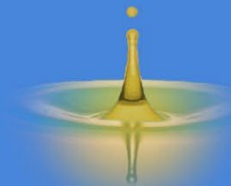


50 – 100 nm



## Viskositäts - Temperatur - Diagramm





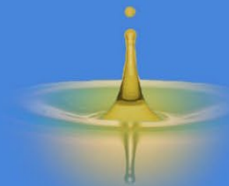
Velikost molekuly:

Dusík 0,370 nm

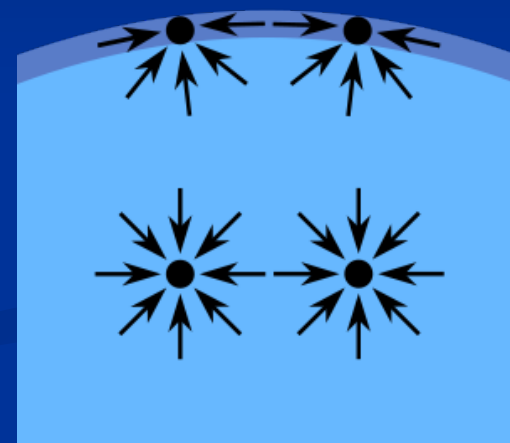
Kyslík: 0,346 nm

Olej: 5,0 nm

Voda: 0,310 nm



- Povrchové napětí
  - Vysoké – olej pění
  - Nízké – olej penetruje, bublinky praskají
- Mezipovrchové napětí, adsorpční jevy
  - Vysoké
  - Nízké
- Adsorpce na rozhraní fází
  - Fyzikální vlastnosti oleje jsou ovlivňovány adsorpčními silami – např. viskozita oleje v tenké vrstvě násobně roste oproti viskozitě v objemu
  - Nanomateriály – vlastnosti povrchu převažují nad vlastnostmi objemu



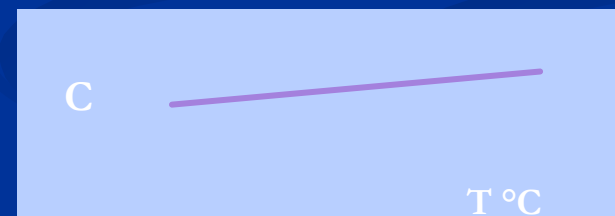
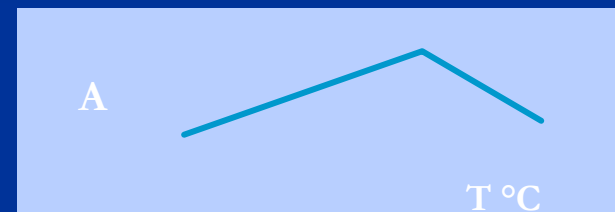


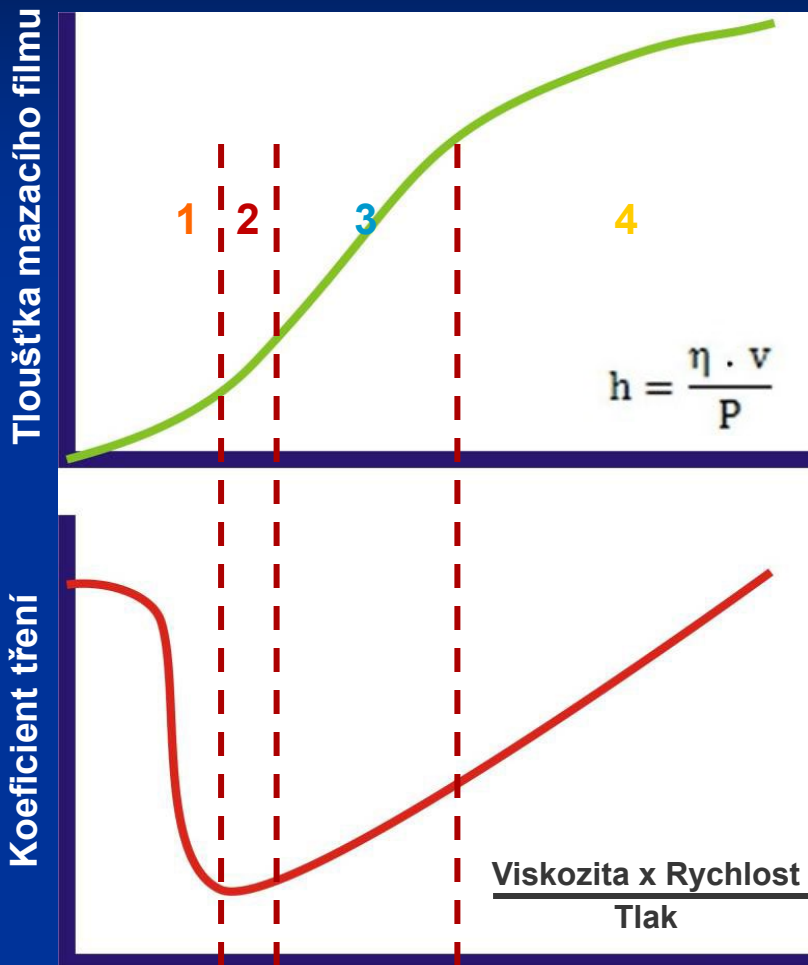
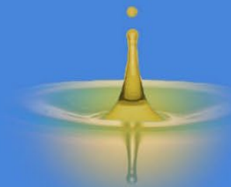
- Fyzikální adsorpce

- Chemická adsorpce

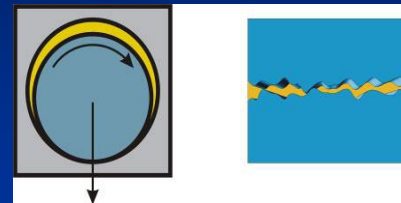
- Chemická reakce

- Jevy se uplatňují zejména v oblasti mezného mazání





## 1. Mezné mazání

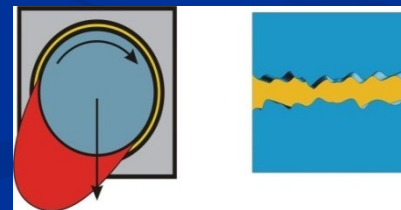


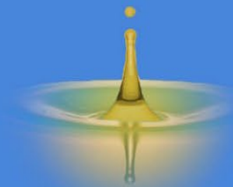
## 2. Smíšené mazání



## 3. Elastohydrodynamické mazání

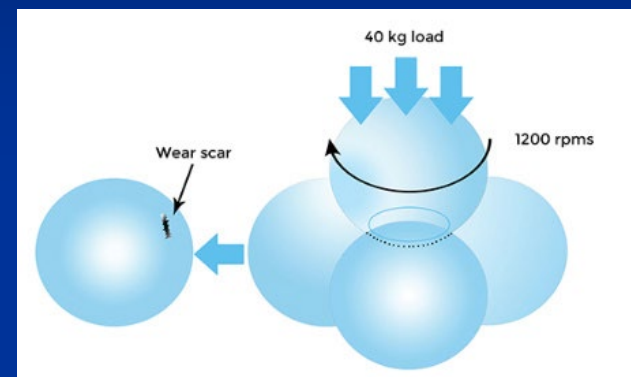
## 4. Hydrodynamické mazání





Chování oleje za extrémních tlaků – přechod ze skupenství kapalného do skupenství tuhého:

ropné oleje 500 – 1000 MPa  
PAO, ester, PAG  
např. letecký hydraulický olej  
na bázi ethylhexylsebakátu 1000 – 2000 MPa



Protioděrový test 1 h zkouška na ČKS při 400 N a 90°C (ČSN EN ISO 20623):

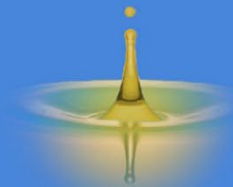
Kuličky o průměru 12,7 mm, chromlegovaná ocel 100Cr6, mez kluzu 2100 MPa

Teoretický rozbor podpořený praktickým měřením ve zkušebně ZKL:

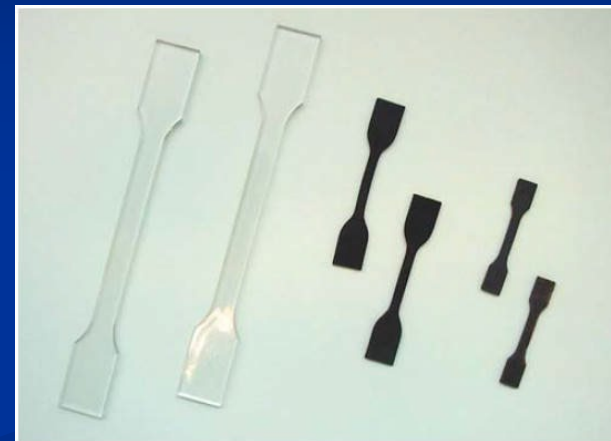
**Elastická** (vratná) deformace oceli se vyskytuje do zatížení 410 N, tj. tlaku 2076 MPa

Délka kontaktní elipsy (průměr otlaku, tzv. Hertzův otlak) je při 410 N: **0,3084 mm**

Při vyšším zatížení dochází k **plastické** deformaci kuliček – nevhodné pro hydrauliky

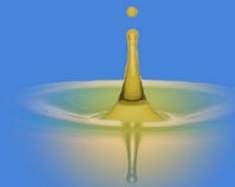


- Elastomery a plasty jsou kompatibilní s olejem, když je polárnost polymeru rozdílná od polárnosti oleje, např.:
- Nepochární ropný olej je kompatibilní s polární pryží, jako je NBR, či polárním plastem, jako je polyamid
- Polární olej, např. brzdová kapalina, je kompatibilní s nepolárními polymery, jako je např. EPDM pryž, či PP



Polymery obsahují změkčovadla, která se olejem mohou vyextrahovat – směs tvrdne a křehne, či olej botná pryž za cenu ztráty pevnosti.





Znalost fyzikálně chemických jevů je užitečným nástrojem pro vysvětlení chování oleje v hydrostatických mechanizmech

