

HAAKE Mars iQ

nový reometr firmy Thermo Fisher Scientific



Petra Volfová

HAAKE MARS iQ útočí



OBSAH

- TEORETICKÉ ZÁKLADY
- VYUŽITÍ V RŮZNÝCH ODVĚTVÝCH PRŮMYSLU
- TECHNICKÝ POPIS HAAKE MARS iQ
- PŘÍKLADY APLIKACÍ
- ROTAČNÍ TESTY, OSCILAČNÍ TESTY
- MOŽNOST NORMÁLOVÉHO NAPĚTÍ
- SHRNUTÍ



REOLOGIE (teorie)

- nauka o deformaci a toku materiálů
 - 1926 – E. C. Bingham a M. Reiner
 - 1929 – založení American Society of Rheology
 - Herakleitos – 'Panta Rhei' 'vše plyne'
-
- chování materiálu při prostém smykovém toku
 - smykové napětí, smyková rychlost, viskozita, elasticita, viskoelasticita, oscilace, mez toku, tixotropie, tečení (creep)



REOLOGIE (teorie)

- nauka o deformaci a toku materiálu
- vztahy mezi smykovým napětím a smykovou rychlostí
- reologické modely
- studuje souvislosti mezi různými druhy deformace hmoty a zkoumá příčiny a projevy deformací
- hranici mezi kapalinou a pevnou látkou nepokládá za ostrou



REOLOGIE (teorie)

Viskozita = míra vnitřního odporu vůči toku

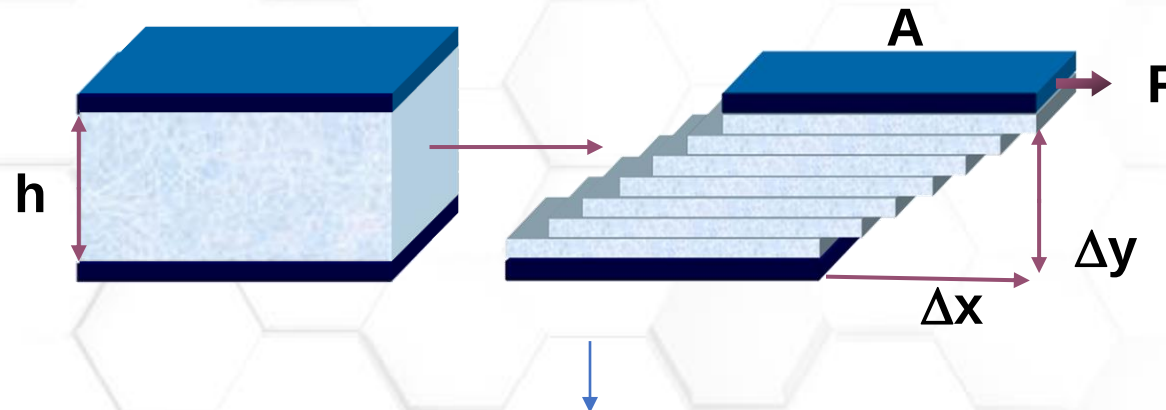
$$\text{Viskozita } \eta = \frac{\text{Smykové napětí } \tau}{\text{Smyková rychlost } \dot{\gamma}}$$

Isaac Newton

Smykové napětí τ : Pascal (Pa)

Smyková rychlost $\dot{\gamma}$: 1/s

Viskozita η : $1\text{Pa}\cdot\text{s} = 1000\text{ mPa}\cdot\text{s} = 1000\text{ centi Poise (cP)}$



REOLOGIE (teorie)

Parametry přístroje

Kroutící moment M_d · Faktor A

Rychlost otáček Ω · Faktor M

=

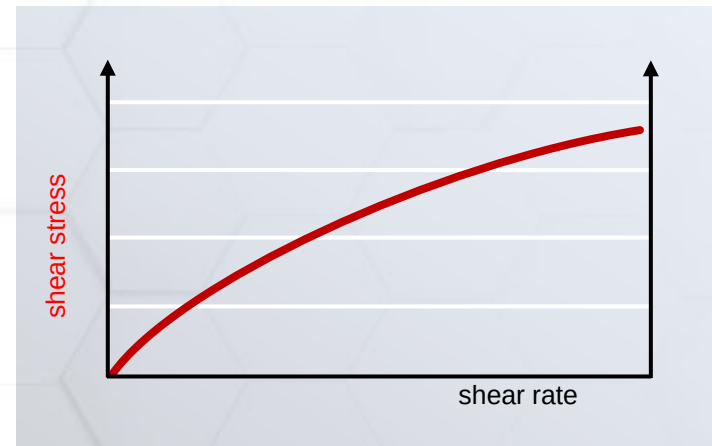
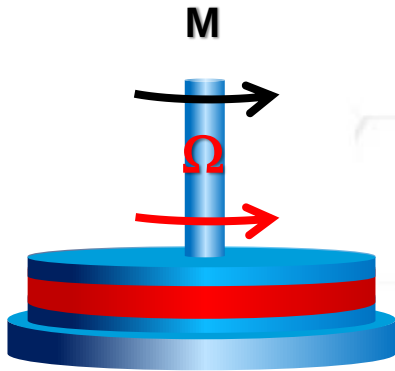
Reologické parametry

Smykové napětí, τ

Smyková rychlost, $\dot{\gamma}$

=

Viskozita η

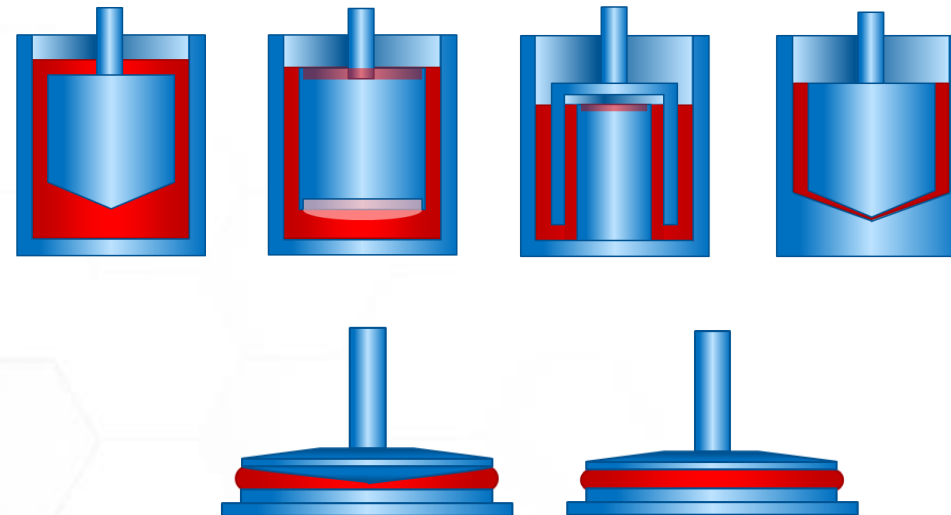


Faktory jsou vypočteny z rozměrů měřících geometrií

REOLOGIE (teorie)

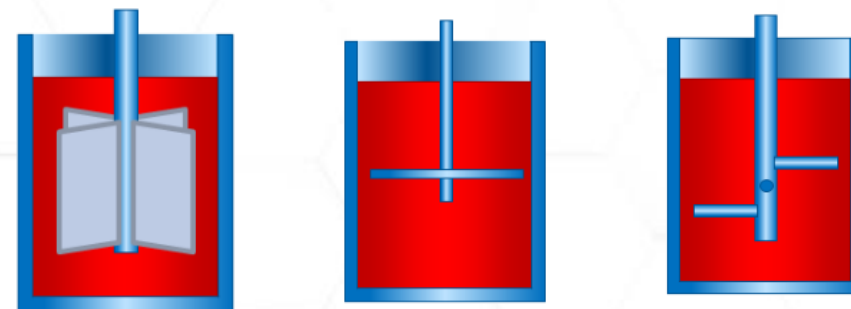
Absolutní měření

Faktory A a M mohou být vypočteny
z geometrie senzoru



Relativní měření

Faktory A a M nemohou být vypočteny
z geometrie senzoru



ROZSAH SMYKOVÉ RYCHLOSTI PRO DANÉ APLIKACE

APLIKACE	SMYKOVÁ RYCHLOST s^{-1}
sedimentace	$10^{-6} - 10^{-4}$
fázová separace	$10^{-6} - 10^{-4}$
tok, vyrovnávání	$10^{-1} - 10^1$
extruze	$10^0 - 10^2$
natírání	$10^1 - 10^2$
žvýkání	$10^1 - 10^2$
míchání	$10^1 - 10^3$
sprejování	$10^3 - 10^4$

viskozita není konstantní...

- ZÁVISLOST VISKOZITY
- smyková rychlost
- teplota
- tlak
- čas
- historie
- fyzikálně-chemická struktura
- jiné (magnetické nebo elektrické pole)



TOKOVÁ KŘIVKA vs VISKOZITNÍ KŘIVKA

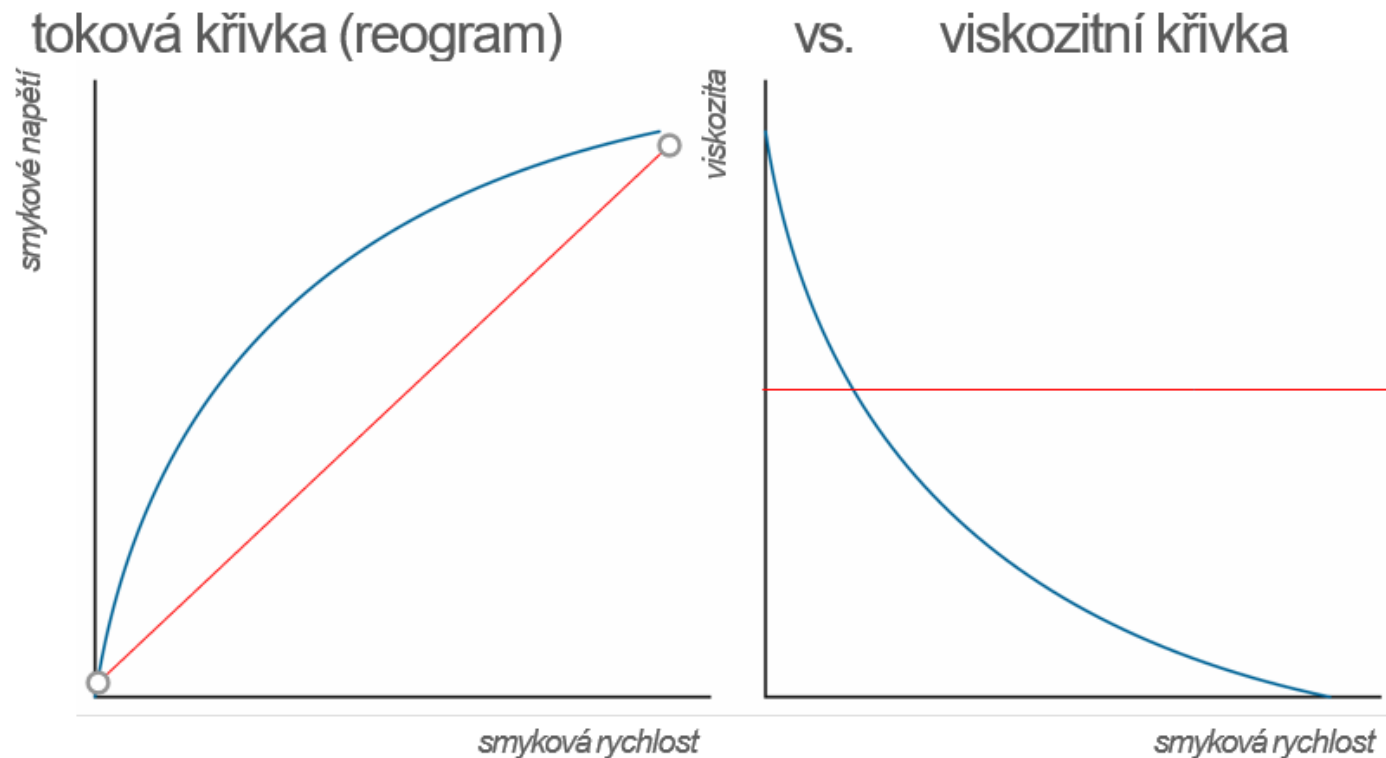
viskozita není konstantní

NEWTONSKÉ KAPALINY

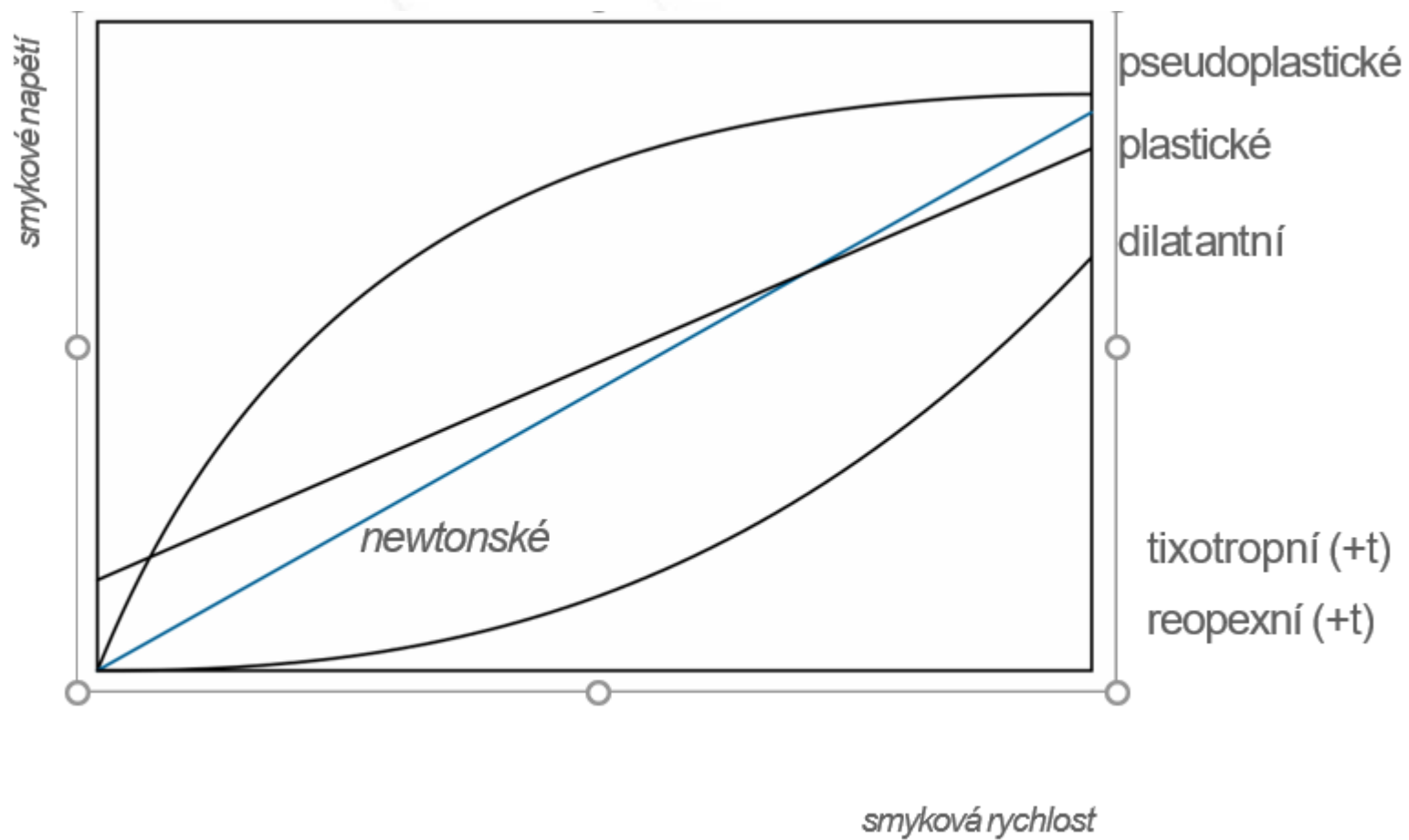
- nezávisí na smykové rychlosti
- NEWTONŮV ZÁKON

NENEWTONSKÉ KAPALINY

- závisí na smykové rychlosti



ZÁKLADNÍ TYPY TOKOVÝCH KŘIVEK NENEWTONSKÝCH KAPALIN



Oblast použití

- Měření viskozity
- Mez toku /tixotropie
- Oscilační testy
- Axiální testy

POTRAVINY

- Oscilační testy

POLYMERY

PRETROCHEMIE

- Měření viskozity
- Mez toku / tixotropie
- Tribologie

- Měření viskozity
- Mez toku /tixotropie
- Oscilační testy

FARMACIE KOSMETIKA

- Měření viskozity
- Mez toku /tixotropie
- Oscilační testy

BARVY, NÁTĚROVÉ HMOTY, TISK

STAVEBNICTVÍ

- Měření viskozity
- Mez toku /tixotropie



NOVÝ HAAKE Mars iQ – nástupce HAAKE RotoVisco 1

HAAKE Mars iQ Air – nástupce HAAKE RheoStress 1



Funkční vlastnosti HAAKE MARS iQ



Nová platforma s integrovanou elektronikou

Motor EC druhé generace se senzorem normálového napětí

Připojení rotoru „Connect Assist“ s novým otočným uvolněním

Temperační moduly pro regulaci teploty MARS TM-xx-x

Rám z vysoce hodnotového minerálního kompozitu (HPMC)

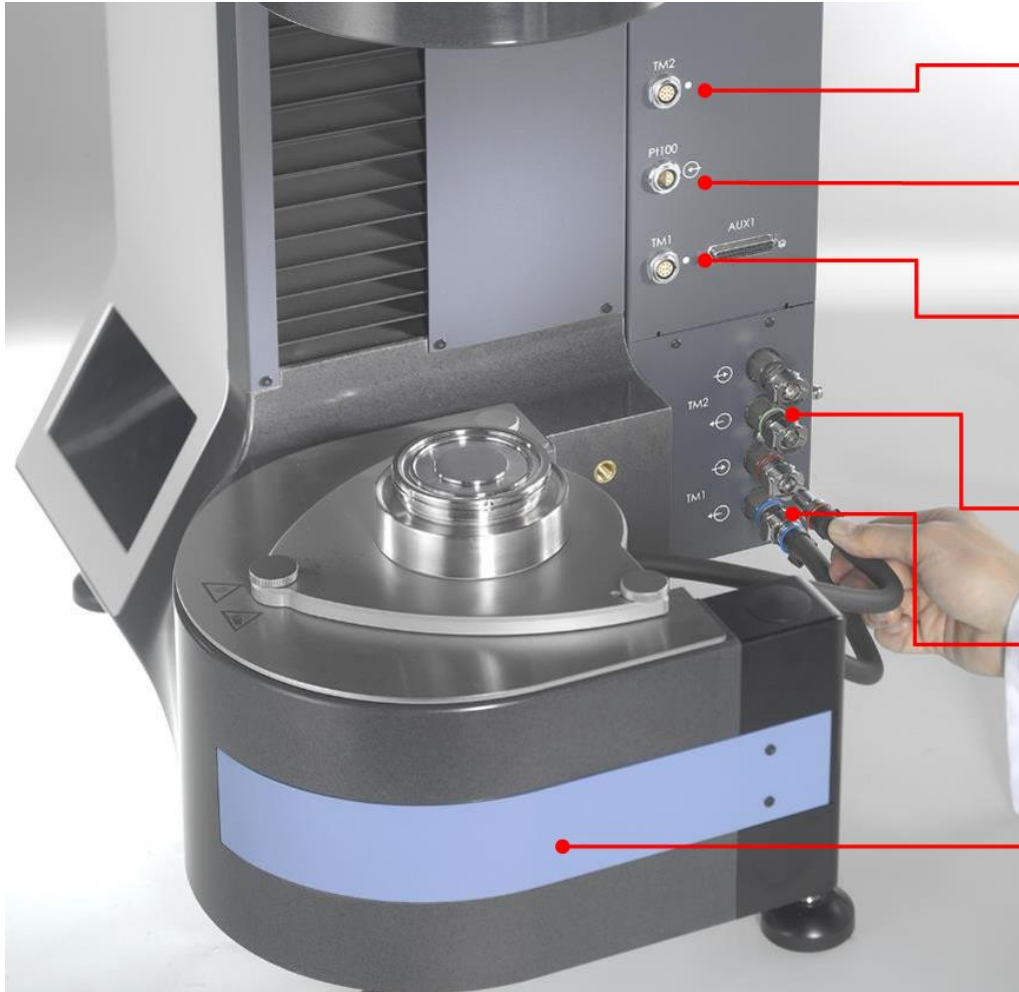
7palcová dotyková obrazovka pro ovládání zdvihu a propojení s HAAKE RheoWin software

Konstrukce rámu HAAKE MARS iQ

- Zcela nový, velmi prostorný, složený design H-rámu s velkou výškou zdvihu
- Rám a držák pro hnací motor vyrobený vysoce hodnotového minerálního kompozitu (HPMC)
- Rám HPMC s bezkonkurenční tuhostí, tlumením vibrací a teplotní stabilitou
- Plně integrovaná elektronika (bez přídavného boxu)
- Rám s 278 stupňovým přístupem k oblasti vzorku (ideální pro aplikaci a otření přebytečného vzorku)



HAAKE MARS iQ – přípojky (přístupné z boku přístroje)



Zástrčka pro horní TM-xx-x
(elektrické připojení)

Zástrčka pro Pt100 senzor

Zástrčka pro spodní TM-xx-x
(elektrické připojení)

Spojky pro horní TM-xx-x
(kapalinou temperované nebo stlačený
vzduch)

Spojky pro spodní TM-xx-x
(kapalinou temperované nebo stlačený
vzduch)

Odnímatelný panel
(přístup do prostoru pod TM-xx-x)

MARS iQ technologie teplotní rozsah -60 °C až +400 °C

”Assist” technologie

- ”Connect Assist” rychlé připojení automatické rozpoznání
- ”Color Assist” barevně označené konektory a zástrčky
- Spodní temperační moduly TM-XX-X od HAAKE MARS I/III/40/60
- Horní temperační modul TM-EL-H a TM-IN-H s připojením držáku k nové měřící hlavě s motorem

Temperační modul	Teplotní rozsah
Peltier pro geometrie deska-deska TM-PE-P	- 60 °C – 200 °C
Peltier pro geometrii souosých válců TM-PE-C32	- 40 °C – 200 °C
Kapalinou (termostatem) geometrie deska-deska TM-LI-P	- 40 °C – 200 °C
Kapalinou (termostatem) geometrie souosých válců TM-LI-C32 / TM-LI-C48	- 40 °C – 180 °C
Elektrický pro geometrie deska-deska TM-EL-P (+H)	- 40 °C – 400 °C
Elektrický pro geometrie souosých válců TM-EL-C48	- 20 °C – 200 (300) °C*



HAAKE MARS iQ – Dotykový displej

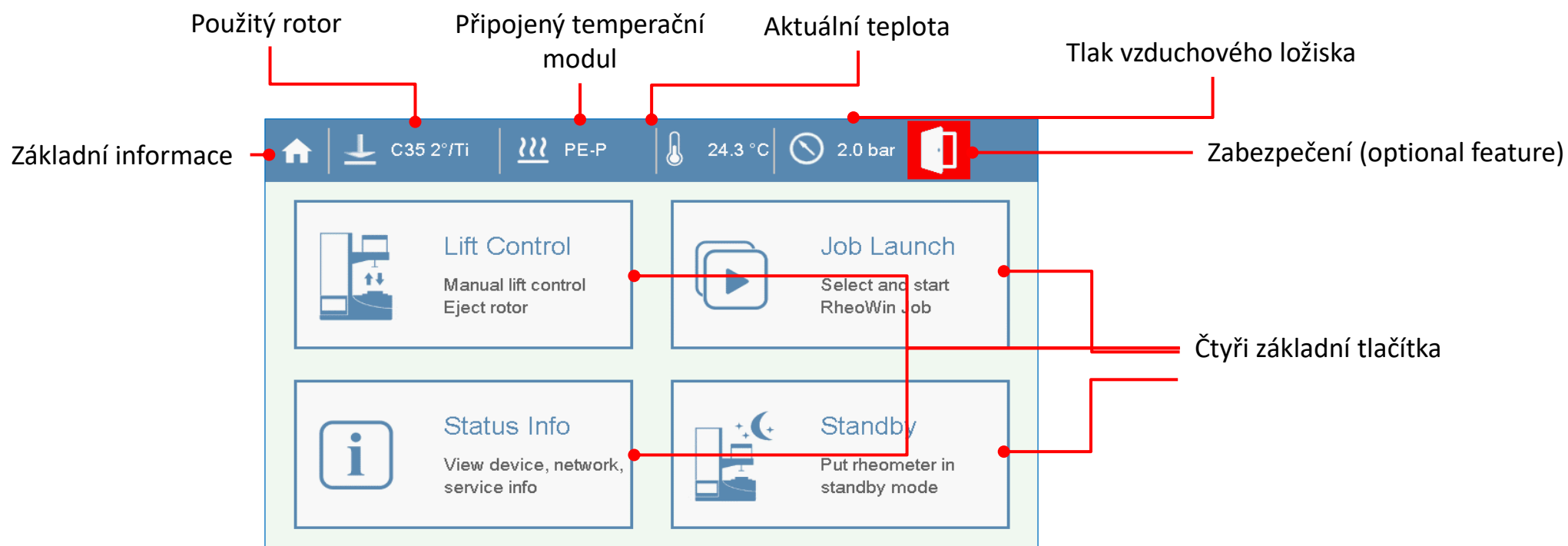
- Ruční ovládání nástroje se provádí zcela pomocí 7 " barevné dotykové obrazovky.
- Dotykový displej lze pohodlně ovládat i s laboratorními standardnímu (nitrilovými) rukavicemi.



Rozměry 7" dotykového displeje
Šířka = 15.4 cm = 6.0 inch
Výška = 8.6 cm = 3.4 inch

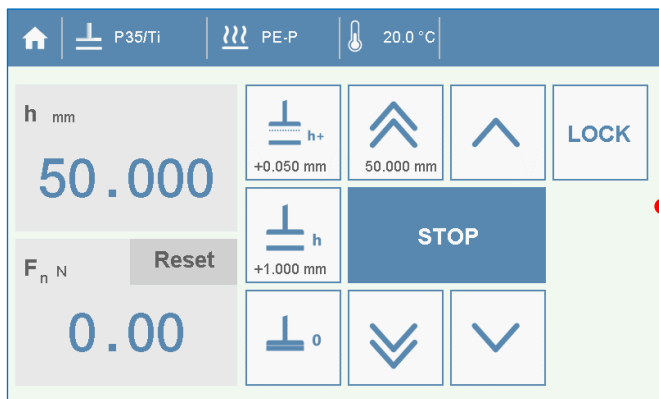
HAAKE MARS iQ - DOTYKOVÝ DISPLEJ

- Hlavní obrazovka dotykové obrazovky má čtyři velká tlačítka pro přístup ke čtyřem jednotlivým obrazovkám pro: ovládání zdvihu, spuštění úlohy, informace o stavu a pohotovostní režim.
- Stavový řádek zobrazuje název aktuálně používaného rotoru a teplotního modulu TM-xx-x, aktuální teplotu T a tlak vzduchu ve vzduchu P (pouze MARS iQ Air) a stav volitelného zabezpečení " Protect Assist " .

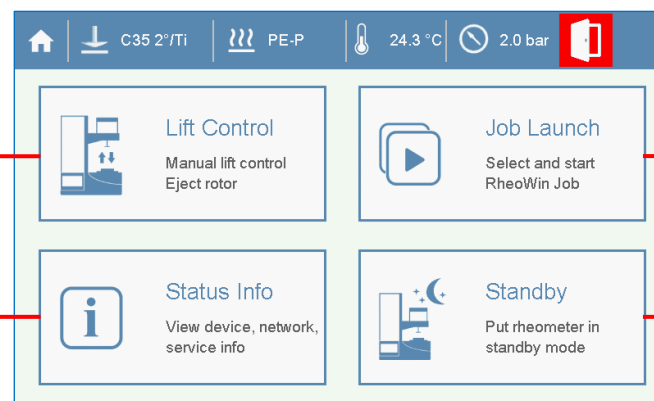


HAAKE MARS iQ - DOTYKOVÝ DISPLEJ

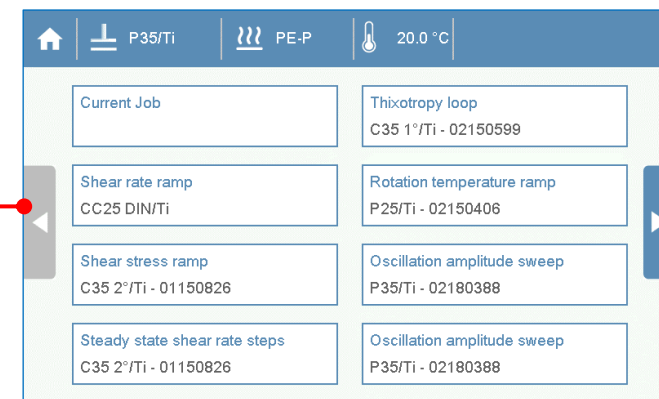
Obrázovka zdvihu



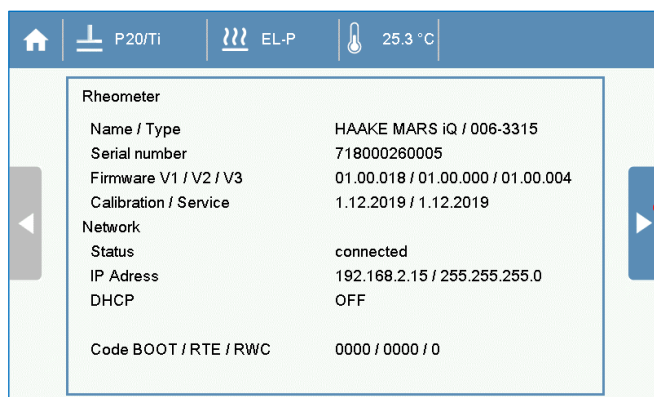
Hlavní nabídka



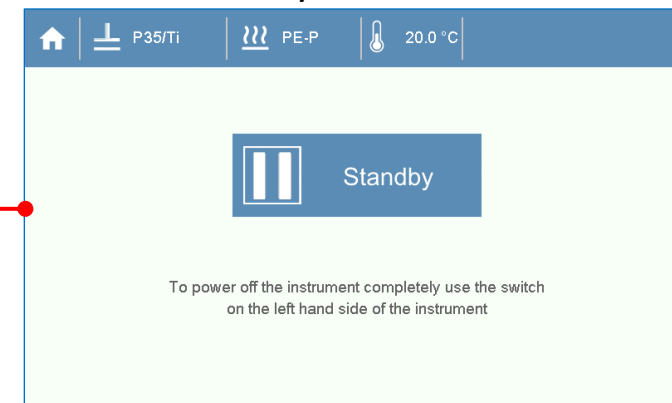
Zobrazení metodiky „Job“



Zobrazení základních informací



Standby režim



Stisknutím zde získáte
další informace o
dotykové obrazovce

Automatický zdvih

Přesnost nastavení štěrby $<1\text{ }\mu\text{m}$ pro přesné nastavení štěrby geometrie deska- deska a kužel- deska

Velká výška zdvihu 230 mm pro pohodlnou montáž větších měřicích sestav a příslušenství, jako jsou:

Cela pro stavební materiály



Tlaková cela



Současná řada rotačních viskozimetrů a reometrů HAAKE s řízenou geometrií toku (absolutní měření)



**Současná řada rotačních
viskozimetrů a reometrů HAAKE
s řízenou geometrií toku**

Kuličkové ložisko



Vzduchové ložisko



	VTiQ	MARS iQ	VTiQ Air	MARS Air	MARS 40/60
Toková/viskozitní křivka	✓	✓	✓	✓	✓
Řízené napětí CS mód	✓	✓	✓	✓	✓
Creep a recovery	✗	✗	✓	✓	✓
Oscilační testy	(✓)	✓	✓	✓	✓
Teplotní křivky	✓*	✓	✓*	✓	✓
Axialní testy/ NF měření	✗	(✓)	✗	✓	✓

() volitelné

* pouze se souosými válci dle DIN 53019 / ISO 3219

APLIKACE VYUŽITÍ HAAKE MARS iQ



Aplikace - normálové napětí

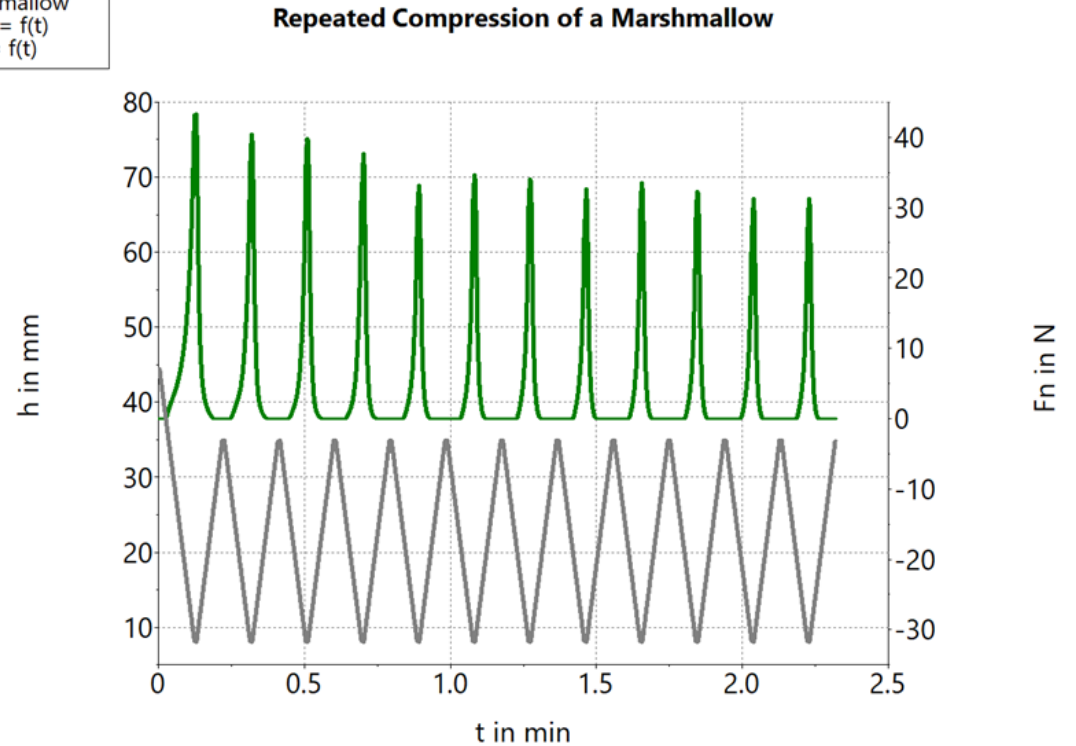
Opakované stlačení a relaxace marshmallow

Simulace několika „žvýkacích cyklů“

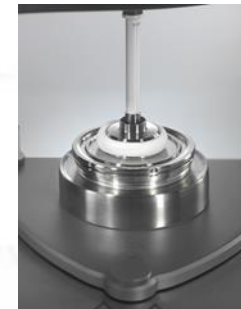
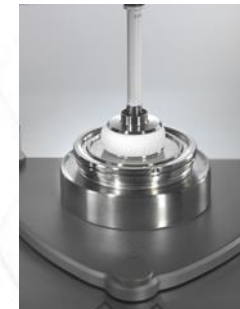
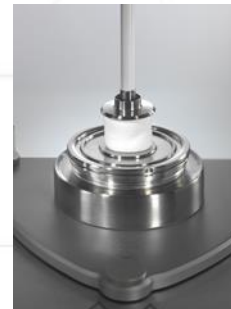
Maximální FN v průběhu času klesá

Během žvýkání produkt zjemňuje

Marshmallow
— $F_n = f(t)$
— $h = f(t)$



HAAKE RheoWin 4.83.0004



Aplikace - normálové napětí

- Ohybový / lomový test pro stanovení textury cookies
- Konstantní rychlost zdvihu 5 mm / s
- Nulování polohy a času, když je detekováno $F_N = 0,1 \text{ N}$
- Informace o texturách: měkkost nebo křupavost



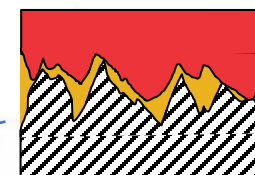
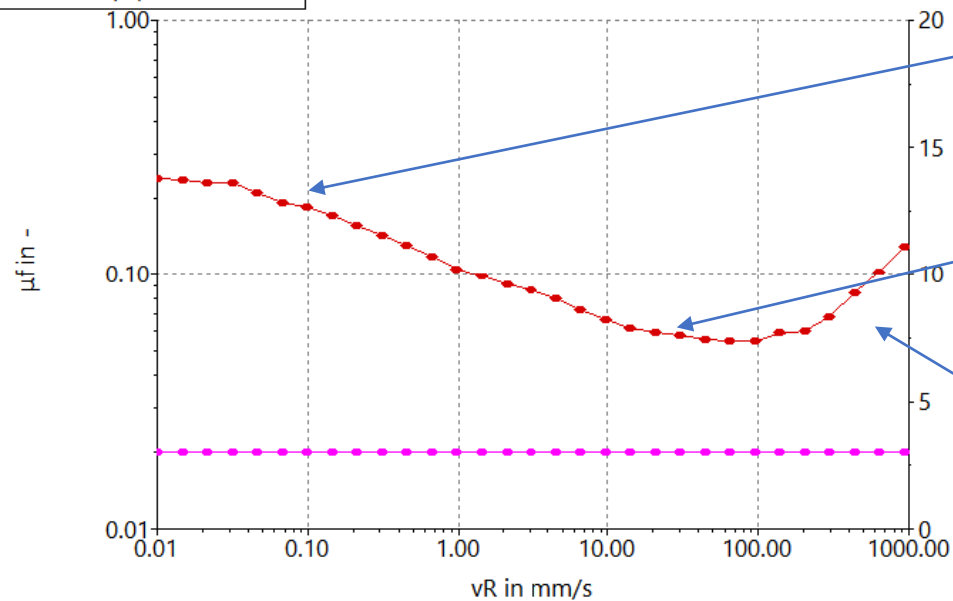


Aplikace - normálové napětí

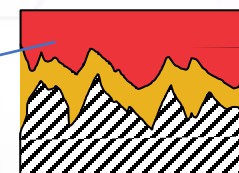
Stribeckova křivka oleje E2000 MARS iQ s kuličkou na třech destičkách
Koeficient tření μ_f jako funkce rychlosti zatížení vR)



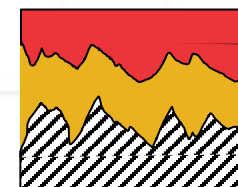
Stribeck Curve 1N E2000 II
— $\mu_f = f(vR)$
— $F_n = f(vR)$



Mezné mazání



Smíšené mazání

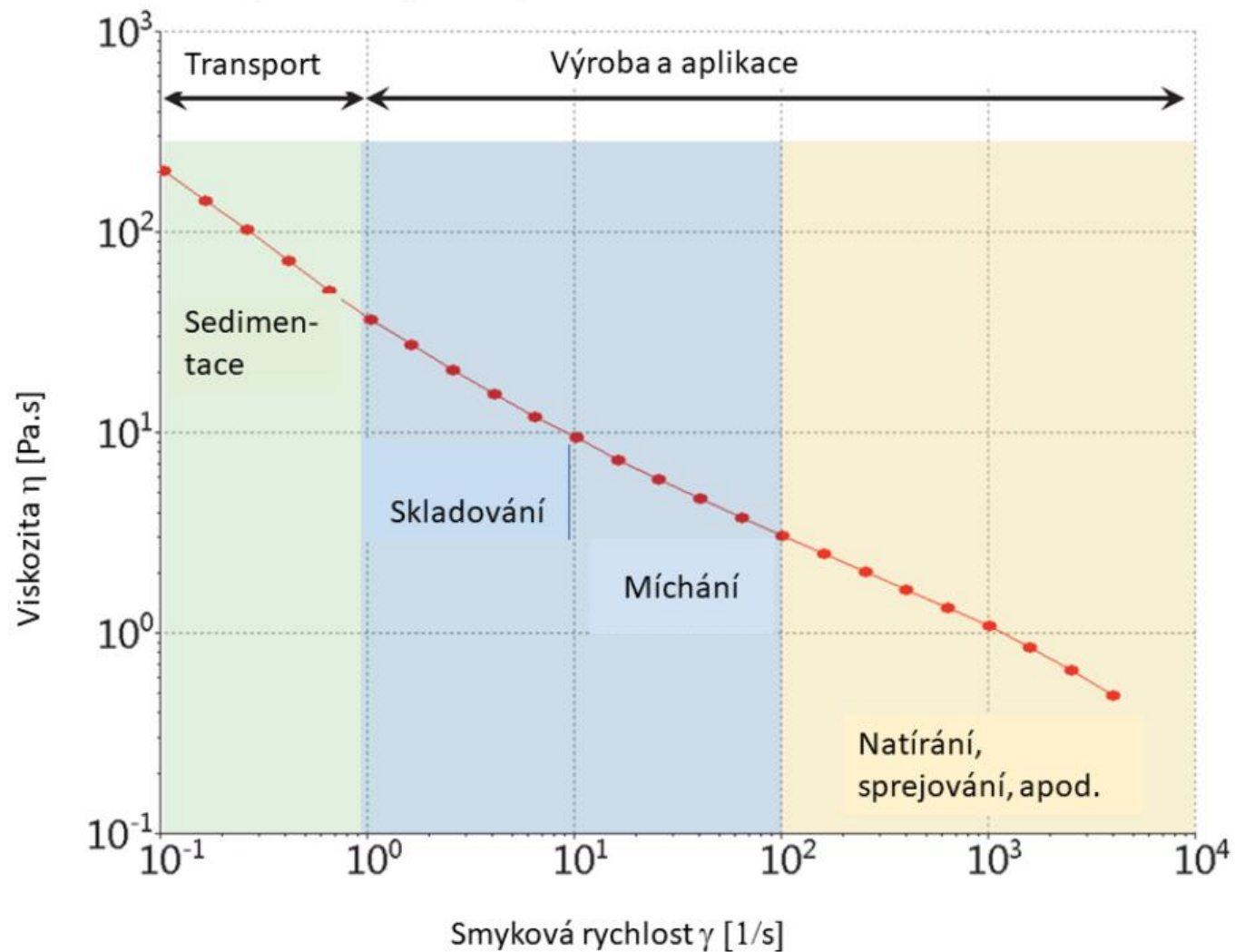


Kapalinové mazání



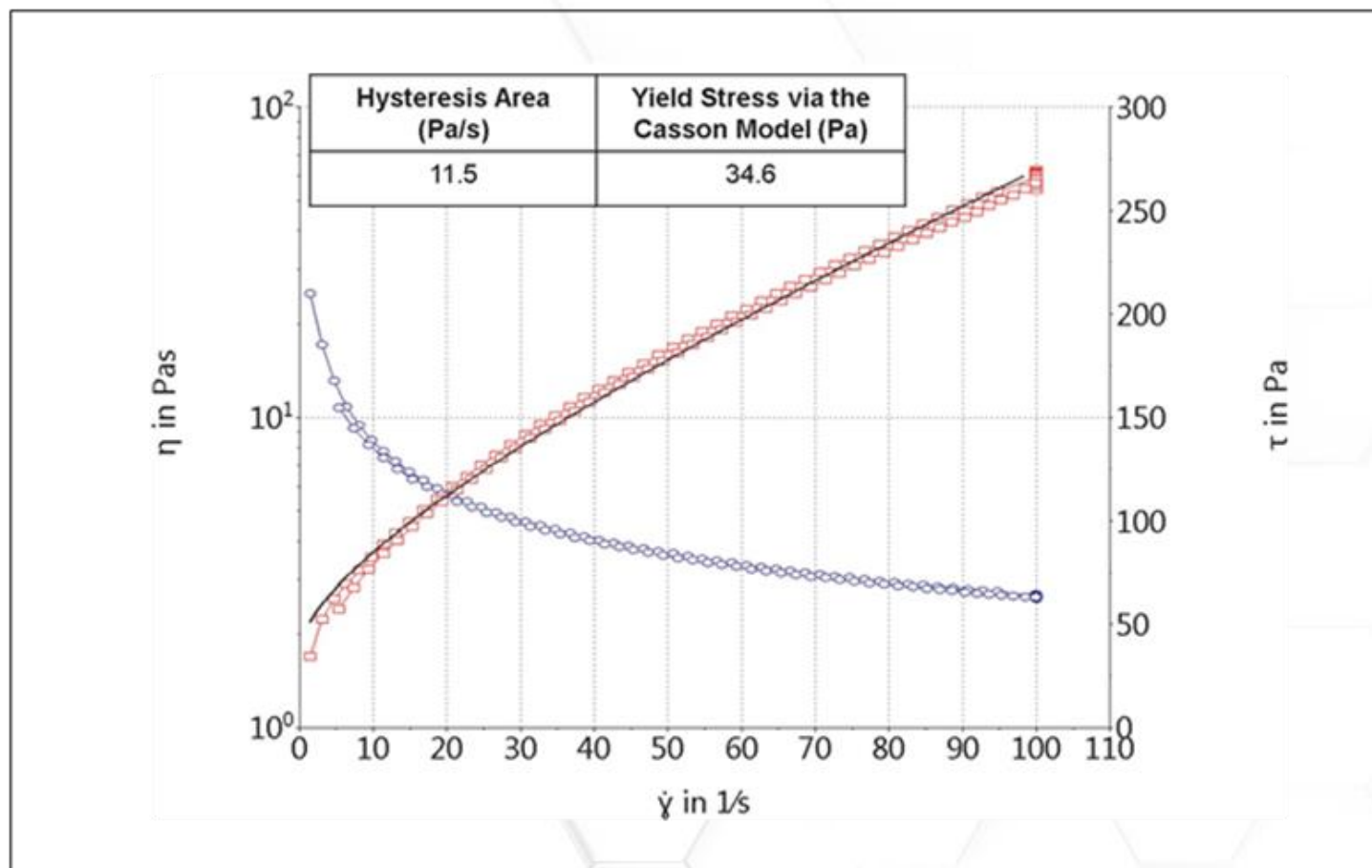
Aplikace - nátěrové hmoty

Závislost viskozity na smykové rychlosti při různém použití v průmyslu nátěrových hmot



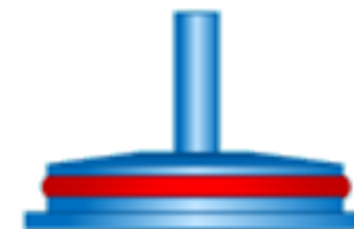
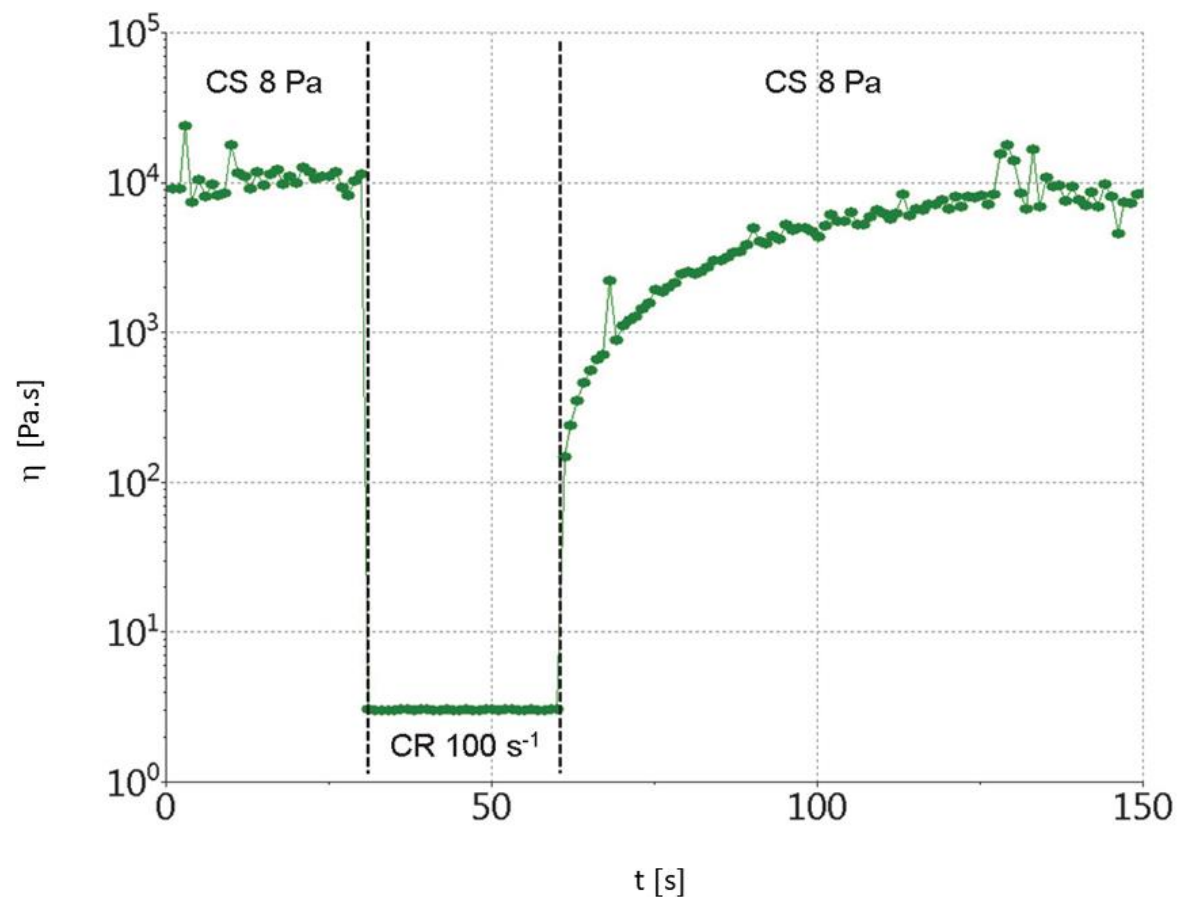
Aplikace nátěrové hmoty

Stanovení meze toku extrapolací dle modelu Cassona
a tixotropie výpočtem plochy hysterezní smyčky



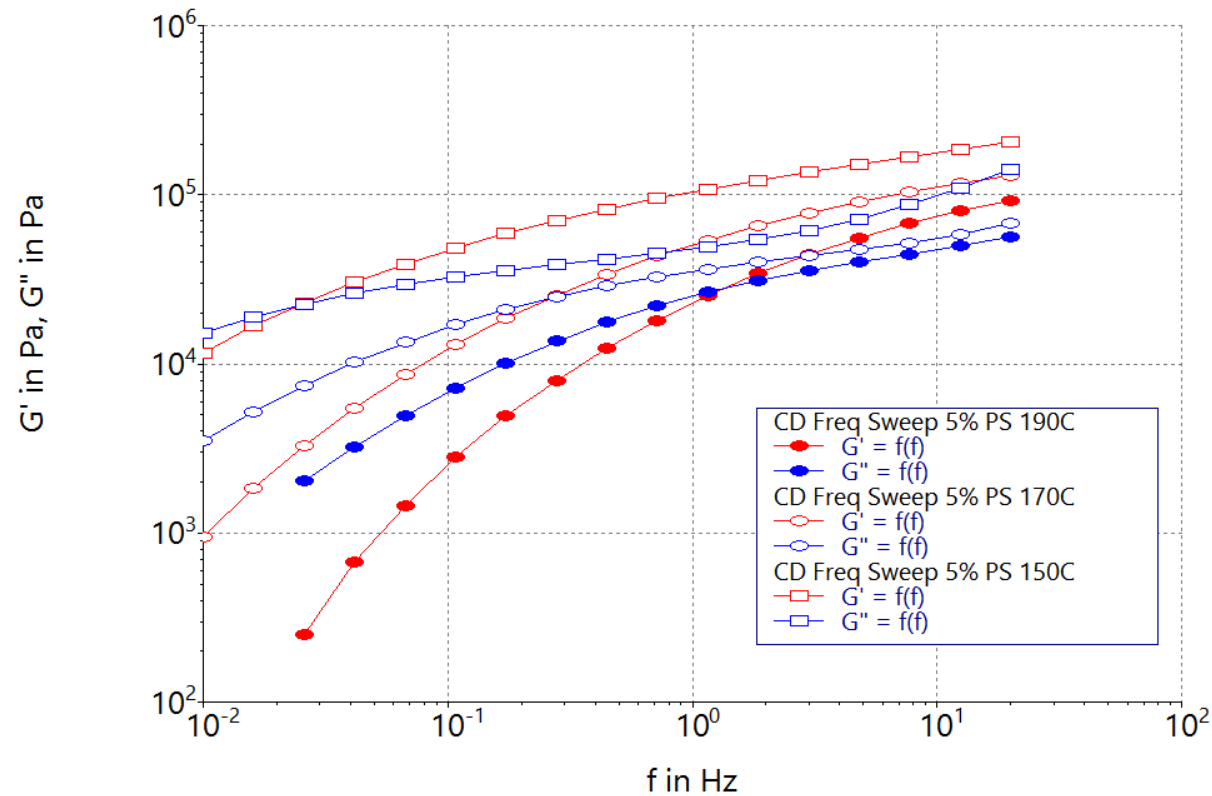
Aplikace - nátěrové hmoty

Sledování relaxačního chování při obnovení struktury barvy při řízeném nízkém napětí (CS) 1. a 3. krok a v 2. kroku řízená rychlost otáček (CR) se snížením viskozity



Aplikace – oscilační test polymerní taveniny

Frekvenční test taveniny polystyrenu při třech teplotách
MARS iQ s 25 mm paralelní desky, 1 mm mezera
Horní a dolní elektrický ohřev (do 400 °C)



**G' elastická
část**
Akumulovaný modul

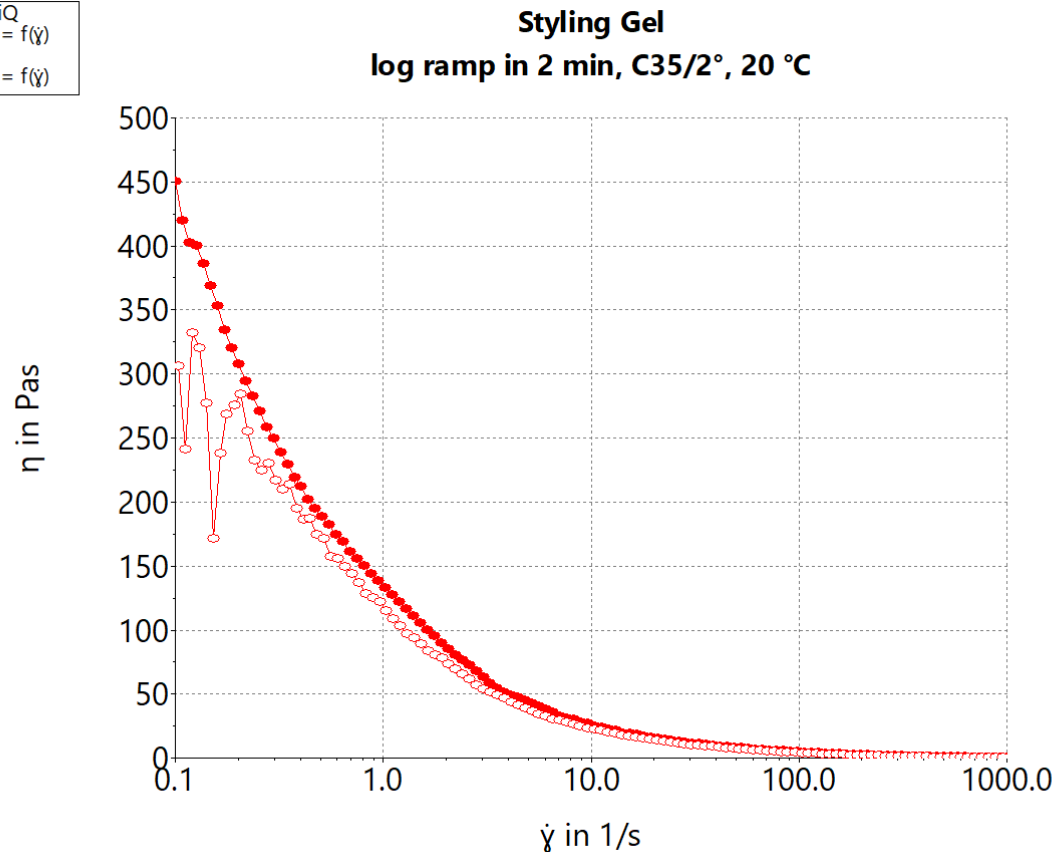
**G'' viskozní
část**
Ztrátový modul

Rotační mód (CR) – výkon při nízkých otáčkách

Srovnání RV 1 vs MARS iQ

- Stylingový gel na vlasy
- Log ROT ramp
 $0,1 \text{ s}^{-1} - 1000 \text{ s}^{-1}$
2 min
C35/2 °
- MARS iQ vs RV1
- MARS iQ vykazuje
o hodně lepší výkonost
při nízkých otáčkách

MARS iQ
• $\eta = f(\dot{\gamma})$
RV1
• $\eta = f(\dot{\gamma})$



HAAKE RheoWin 4.83.0004

SHRNUTÍ

- HAAKE MARS iQ je řada univerzálních reometrů určená zejména pro QC
- Řada HAAKE MARS iQ má možnost použití široké škály měřících geometrií a temperačních modulů
- Většinu standardních reologických testů lze měřit s oběma typy reometrů pro velké spektrum vzorků (nizkoviskózní kapaliny až velmi tuhé pasty).
- Pro vzorky s nízkou viskozitou je lepší použití MARS iQ Air
- Možnost normálového napětí rozšiřuje rozsah testování vzorků (relaxace vzorku, axiální měření, měření textury)



Technical data	Units	HAAKE MARS iQ	HAAKE MARS iQ Air
Bearing type		Ball Bearing	Air Bearing
Measuring modes:			
Rotation (CR ^a , CS ^a)		✓	✓
Oscillation (CD ^a , CS)		✓	✓
Torque range:			
Min. torque rotation	mNm	0.2	0.001
Max. torque rotation	mNm	125	150
Min. torque oscillation	mNm	0.2	0.001
Max. torque oscillation	mNm	125	150
Torque resolution	µNm	2.0	0.007
Velocity ranges:			
Min. angular velocity	rad/s	0.001	0.0001
Max. angular velocity	rad/s	209.4	209.4
Min. rotation speed	rpm	0.01	0.001
Max. rotation speed	rpm	2000	2000
Angular resolution	µrad	0.63	0.63
Frequency range:			
Min. frequency	Hz	0.01	0.0001
Max. frequency	Hz	20	100
Normal force:			
Min. normal force	N	0.01 ^a	0.01
Max. normal force	N	50 ^a	50
Normal force resolution	N	0.001 ^a	0.001
Lift performance:			
Max. lift travel	mm	230	230
Gap accuracy	µm	1	1
Gap resolution	µm	0.05	0.05
Min. lift speed	µm/s	0.05	0.05
Max. lift speed	mm/s	20	20
Temperature modules with automatic recognition:			
<i>For concentric cylinders</i>			
Peltier controlled	°C	-40 ^a - 200	-40 ^a - 200
Electrical controlled	°C	-40 ^a - 300 ^f	-40 ^a - 300 ^f
Liquid controlled	°C	-40 ^a - 180 ^a	-40 ^a - 180 ^a
<i>For plate and cone geometries</i>			
Peltier controlled	°C	-60 ^a - 200	-60 ^a - 200
Electrical controlled	°C	-40 ^a - 400 ^h	-40 ^a - 400 ^h
Liquid controlled	°C	-40 ^a - 200 ^a	-40 ^a - 200 ^a
Features and functionalities:			
Color Touch Screen		✓	✓
Connect Assist		✓	✓
Color Assist		✓	✓
Interfaces:			
TCP/IP-Ethernet		For communication with PC	For communication with PC
Dimensions:			
W x D x H	mm	480 x 390 x 670	480 x 390 x 670
Weight	kg	57	57

Ještě jedna novinka u HAAKE viskozimetrů pro relativní „srovnávací“ měření

Přenosný viskotestr **HAAKE VT 3** verze L a R



Srovnání designu starého a nového přenosného viskozimetru HAAKE



VT30044.jpg



VT30045.jpg

Nová vylepšení HAAKE VT 3



Děkuji za pozornost

www.pragolab.cz

linkedin.com/company/pragolab-s-r-o-

volfova@pragolab.cz