

Tribologiska material

Ett centralt kompetensområde för Svensk industri

Staffan Jacobson Uppsala universitet

Mikael Olsson Högskolan Dalarna/Uppsala universitet

Tribologiverksamheterna vid Uppsala universitet och Högskolan Dalarna I

- ❖ Sammantaget ca 16 personer i Uppsala ledda av Staffan Jacobson och 6 personer i Borlänge ledda av Mikael Olsson
- ❖ 2-3 doktorer per år
- ❖ Uppsala:
 - ❖ Till Ångströms tribomaterialgrupp (16 pers) kommer tribologiverksamheterna (i samarbete) vid Materialkemi, Materialteori, Fasta tillståndets elektronik och Hållfasthetslära
 - ❖ Formaliserat samarbete med Sandvik Mining via Adjungerad Professor (Susanne Norgren)
 - ❖ Svenska forskarskolan i tribologi
- ❖ Borlänge:
 - ❖ Stålintustrins forskarskola (tribologi i samband med bearbetning, formning)

Tribologiverksamheterna vid Uppsala universitet och Högskolan Dalarna II

❖ Tillgängliga resurser



❖ Utrustning för friktions- och nötningsprovning

- ❖ Mycket allsidigt utrustade lab, mer än 20 olika tribologiska testtriggar/kontaktsituationer
- ❖ Från 1 mN till 20 kN, från 1 MPa till 10 GPa i glidande kontakt, från 1 $\mu\text{m/s}$ till 20 m/s
- ❖ Flera unika utrustningar (in situ i SEM, load scanner, performance scanner, mm)

❖ Utrustning för ytbeläggning

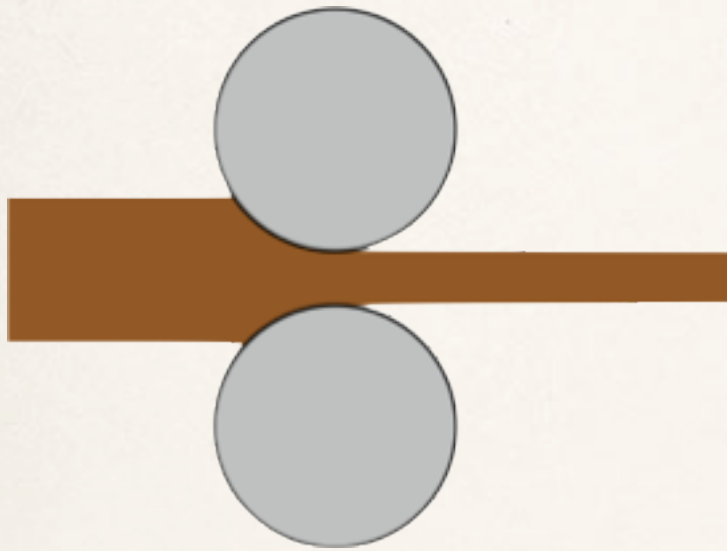
- ❖ Bred park PVD och CVD-utrustningar
- ❖ Helt ny kombinatorisk sputter

❖ Utrustning för ytanalys och mikroskopi

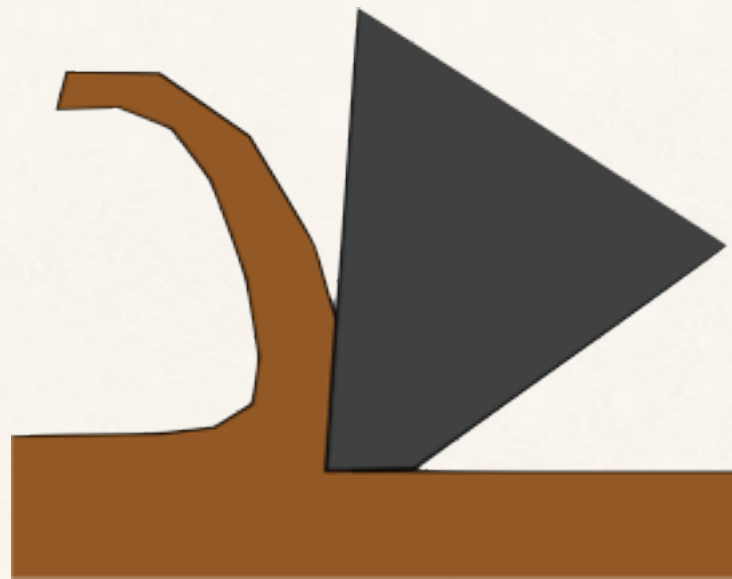
(modern materialtribologi kräver mängder av avancerad mikroskopi och analys)

- ❖ Bred park av toppmoderna instrument både på Ångströmlab och i Borlänge (tätt samarbete och utbyte)
- ❖ Mikroskopi: Främst använder vi SEM med EDS (inklusive FIB-preparering), ljusmikroskopi, TEM (med EDS, EELS, etc), AFM, 3D-topografi med vitljusinterferens
- ❖ Inom ytanalys främst XPS, Auger, Raman, ToF-SIMS
- ❖ Dessutom EBSD, XRD, mm

Metallernas ytor och deras kontakt med omvärlden är av central vikt



Vid materialframställning
– både verktyg och
arbetsmaterial
(valsning, smide, extrusion, etc.)



Vid komponentframställning
– både verktyg och
arbetsmaterial
(svarvning, fräsning, slipning, etc.)



Vid komponentanvändning
– både yta och motyta

Metallernas ytor och deras kontakt med omvärlden är av central vikt – *men mycket svåra att modellera*

Allt förändras vid tribologisk kontakt!



Helt ny mikrostruktur
Helt ny sammansättning
Helt nya egenskaper

Oxidation
Transfer och mixning
Reaktion med
smörjmedel
etc.

Ny mikrostruktur
Nya egenskaper

Grundmaterialet

Och systemet är dynamisk så länge kontakten fortgår

Utmaningar och viktiga frågor

- ❖ Material som uppfyller framtidens funktionskrav och underlättar framställning, formning och bearbetning
- ❖ Verktyg som klarar att forma och skära de material som uppfyller framtidens krav
 - ❖ Utmaningar
 - ❖ Nya, mer svårbearbetade material (hårdare, sprödare, mer kletande, besvärliga kompositer, etc.)
 - ❖ "Torra verkstaden" / kraftigt begränsad användning av skärvätskor, reaktiva additiv, etc.
 - ❖ Ökade tolerans- och precisionkrav, speciellt vad gäller ytor.
 - ❖ Ökade krav på att bibehålla grundmaterialets egenskaper / inte försämra hårdhet, introducera sprickor, etc.
- ❖ Material utformade för att ge komponenter goda tribologiska egenskaper under framtidens ökade krav
 - ❖ högre arbetstemperatur, högre belastning, lägre vikt, "begränsad" smörjning,
- ❖ och ändå uppfylla kraven på bearbetbarhet, formbarhet, etc.

Vad krävs för att ta stegen?

- ❖ Kombinatorisk materialvetenskap anpassad för att utvärdera även tribologiska egenskaper
 - ❖ Första stegen tagna på Ångström:
Kombinatorisk materialframställning (sputtring),
kombinatorisk material- och strukturanalys, och nu under utveckling
kombinatorisk tribologisk utvärdering (friktion, skärning, nötning)
- ❖ Samarbete materialteori – materialkemi – tribologi
(etablerat och under fortsatt uppbyggnad)
- ❖ Velfungerande samarbete med den relevanta industrin
(etablerat, men bör breddas)
- ❖ Fördjupat samarbete mellan modellering och experiment

Vad krävs för att ta stegen?

- ❖ Specialinsats mot ytegenskaper och tribologi med syfte att möjliggöra högklassig materialutveckling även där modellering **inte** är en framkomlig väg:

Skapa en starkare koppling mellan teori för de "enkla" egenskaperna

(de som involverar materialets inre sammansättning såsom faser, mikrostruktur, elastisk deformation, densitet, värmeledning, elektrisk ledning, etc.)

och experimentell kunskap om de "komplexa" egenskaperna
(de som innefattar ytor i kontakt och kraftig deformation vid framställning, formning, och användning)

Lunchdags!

Tribologiska material

Ett centralt kompetensområde för Svensk industri

Staffan Jacobson Uppsala universitet

Mikael Olsson Högskolan Dalarna/Uppsala universitet

Samverkan inom Materialrelaterad Tribologi

- **Akademi**

Uppsala universitet
Chalmers
Högskolan Dalarna
Karlstads universitet
Luleå Tekniska Univ.

Ov

Institut

MEFOS
KIMAB
IVF
YKI



Stålindustri

Jernkontoret)
Sandvik,
SAB
Autokumpu,
Uddeholms,

el,
läs, ...

/erkstadsindustri

Teknikföretagen)
i fl.

Viktiga steg för framtiden

- ❖ Ökad tribologikompetens för att möta framtidens konkurrens och nya utmaningar
 - ❖ Materialens tribologiska egenskaper och den tribologiska kontakten ofta avgörande
 - ❖ i materialframställningen (valsning, tråddragning, extrusion, smide, ...)
Både verktyg och arbetsmaterial viktiga!
 - ❖ i komponentframställningen (pressning, svarvning, fräsning, borrar,)
Både verktyg och arbetsmaterial viktiga!
 - ❖ i komponentanvändningen
(livslängd, friktion, nötningsmotstånd,
- ❖ Bygga tribologisk kunskapsbas för framtidens materialmodellering
 - ❖ "Bulkegenskaper räcker inte", när det ofta är ytan och vad den måste utstå som är avgörande.
 - ❖ Tribologisk kontakt är av en helt annan komplexitetsgrad än fasstabilitet, E-modul, bindningsstyrka, etc.
 - ❖ Överbryggning industriella egenskaper – kontrollerade experiment – teori är ett krav för meningsfulla resultat.

Vad krävs för att ta stegen?

- ❖ Forma ett kompetenscenter

- ❖ Långsiktighet

- ❖ Erfarenhet och kontinuitet är absoluta krav för hög kvalitet inom området

- ❖ Överkritisk storlek

- ❖ Bredd och djup

- ❖ Bredd i form av många applikationer, många
 - ❖ Bredd i form av att flera akademiska discipliner involverade (tribologi, materialkemi, materialteori, mekanik....)
 - ❖ Djup i form av fokuserade fleråriga projekt

- ❖ Forskarskola för doktorander

- ❖ Skräddarsydda industrikurser

- ❖ Konsultliknande utbyte mellan akademi och industri

Tribologiverksamheterna vid Uppsala universitet och Högskolan Dalarna II

- ❖ Typ av projekt som bedrivs

- ❖ Fundamentala i kombination med tillämpade, Kunskapsuppbyggande, Samarbeten med industri,
- ❖ Möjliggörande (klara nya miljökrav, nya energikrav, nya hälsokrav, nya prestandakrav...)

- ❖ Typ av resultat

- ❖ kunskap om mekanismer för friktion, ytskador, nötning, tribofilmer, etc. (dvs. mekaniska, kemiska o fysikaliska processer i nanometerskala)
- ❖ kunskap om materialen och speciellt ytornas roll i dessa mekanismer (topografi och sammansättning i nanometer- och mikrometerskala avgörande)
- ❖ Kunskap om ytskiktens prestanda i relation till den tribologiska belastningen och de underliggande materialens egenskaper
- ❖ nya ytbehandlingar och beläggningar baserade på denna kunskap