

Brandstof, Remvloeistof, Smeer- en Koelmiddelen (7)

E. Gernaat (ISBN 978-90-79302-07-9)

1 Vaste smeermiddelen

1.1 Werking

Grafiet en molybdeen-disulfide (MoS_2) zijn de belangrijkste stoffen die worden gebruikt als vaste smeermiddelen. In de vorm van droog poeder zijn deze stoffen ook effectieve toevoegingen voor andere smeermiddelen. Dit wordt veroorzaakt door de lamellen-structuur die in de bewegingsrichting parallel aan de oppervlakte schuiven (fig. ??). Zelfs bij zwaarbelaste niet draaiende opper-



Figuur 1: De lamellenstructuur van grafiet en molybdeen disulfide

vlakten voorkomt de lamellenstructuur een metaal op metaal contact. In de draairichting schuiven de lamellen gemakkelijk over elkaar waardoor er bijzonder weinig wrijving is. Andere stoffen die gebruikt worden als vaste smeermiddelen zijn boron nitride, polytetrafluorethyleen (PTFE of teflon), talk, calcium fluoride, cerium fluoride en wolfram disulfide.

1.2 Toepassingen

Vaste smeermiddelen worden ingezet waar de gebruikelijke smeermiddelen niet of slecht voldoen zoals :

- Bij schuivende of heen- en weergaande bewegingen. Deze beweging komt bijv. bij tandwielen en kettingen voor.
- Bij keramische materialen (wanneer de klassieke smeermiddelen vanwege de chemische agressiviteit niet geschikt zijn).

- Bij hoge temperaturen. Grafiet en MoS_2 zijn bestand tegen hoge temperaturen en oxiderende omgevingen waarin vloeibare smeermiddelen het af laten weten. Een typische toepassing is ook voor bouten en moeren wanneer deze langdurig blootgesteld worden aan hoge temperaturen (uitlaatspruitstuk e.d.).
- Bij extreme contactdrukken. De lamellen structuur biedt weerstand aan hoge contactdrukken en voorkomt zo een metaal op metaal contact.

1.3 Aanbrengen van vaste smeerstoffen

1.3.1 Aanbrengen door spuiten / invetten

Vaste smeermiddelen als een toevoeging aan olie, water of vet wordt het meeste toegepast. Voor onderdelen die na montage niet voor smering bereikbaar zijn kan een opgelost droog smeermiddel worden ingespoten. Nadat het oplosmiddel is verdampt vindt er bij kamertemperatuur een coating van het vaste smeermiddel plaats. Smeerpasta's zijn vetten die een groot percentage vaste smeermiddelen bevatten. Zij worden ingezet voor de smering van zwaar belaste, langzaam bewegende onderdelen. Zwartkleurige pasta's bevatten meestal MoS_2 . Voor temperaturen boven de 500°C worden pasta's samengesteld op basis van metaalpoeders. Zij beschermen tegen corrosie en maken demontage gemakkelijker.

1.3.2 Aanbrengen in poedervorm

Het aanbrengen van het droge smeerpoeier is niet direct geschikt voor een 'life time' smering, maar speciaal voor montage en inloopcondities heeft deze methode zijn voordelen.

1.3.3 Aanbrengen van anti-wrijving-coatings

Anti-wrijvings-coatings zijn een soort van 'smerende verf' bestaande uit fijne deeltjes van smerend pigment als molybdeen-disulfide, PTFE of grafiet samen met een bindmiddel. Eénmaal aan het metaal gebonden (opgedroogd) ziet het eruit als een donkergrijze film. Veel van deze droge filmsmeermiddelen bevatten ook anti-roestmiddelen welke een uitstekende bescherming tegen corrosie bieden. AW-coatings trekken geen vuil aan in tegenstelling tot gewone smeermiddelen.

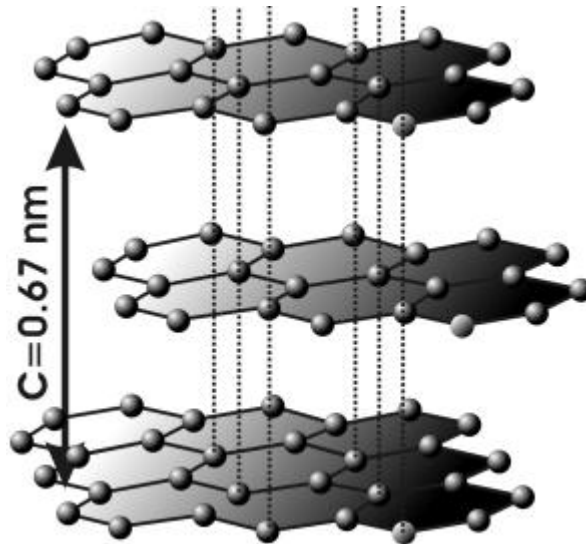
1.3.4 Als legering in composiet materialen

Vaste smeermiddelen als PTFE, grafiet, MoS_2 kunnen in onderdelen als lagerbussen, O-ringen en koolborstels als legeringsbestanddeel worden toegevoegd. Vaste smeermiddelen in plastics vormen een zelfsmerende thermoplastische legering. MoS_2 gelegeerd in nylon vermindert de slijtage en wrijving.

1.4 Smeerstoffen

1.5 Grafiet

Grafiet bestaat uit laagjes koolstof atomen die hexagonal verbonden zijn (fig. ??). Grafiet is het best geschikt voor smering onder normale buitenlucht om-



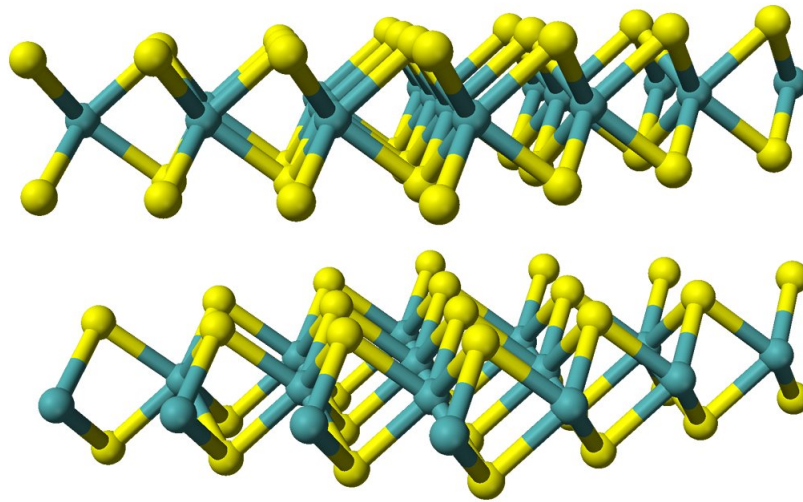
Figuur 2: Grafietstructuur (tek. Desotec)

standigheden. Waterdamp is nodig voor de grafietsmering. Grafietsmering werkt niet goed onder vacuüm. In oxiderende atmosferische omstandigheden blijft grafiet goed smeren tot ongeveer 450°C . De warmtegeleidbaarheid is betrekkelijk laag. Grafiek kan worden onderscheiden in natuurlijk en synthetisch grafiet. Synthetisch grafiet is een op hoge temperaturen gesinterd product en bestaat dan uit bijna 100% zuivere koolstof. De smeereigenschappen van synthetisch en natuurlijk grafiek zijn vrijwel gelijk. Natuurlijk grafiet wordt gedolven. De kwaliteit hangt af van de vindplaats en het bewerkingsproces. Het eindproduct bestaat uit 96-98% koolstof met wat zwavel, silicium-oxide (zand) en as. Hoe hoger het koolstofgehalte en hoe beter de kristalstructuur des te beter zijn de smerende eigenschappen en de weerstand tegen oxidatie. Voor toepassingen met minder smerende eigenschappen maar met een grote warmte-isolatie kan voor amorfegrafiet (80% koolstof) worden gekozen.

1.6 Molybdeen Disulfide

MoS_2 is ook een materiaal dat wordt gedolven. Het wordt gevonden in de dunne aderen die door graniet lopen. Na het zuiveren is het molybdeen disulfide geschikt als smeerstof. MoS_2 heeft een soortgelijke structuur als grafiet (fig. ??).

MoS₂ smering overstijgt grafietsmering en kan ook onder vacuüm omstandigheden worden toegepast. De gebruikstemperatuur mag door oxidatie de 400⁰C niet overschrijden. De grootte van de MoS₂ deeltjes moeten worden afgestemd op het te smeren oppervlak. Te grote deeltjes kunnen door de verontreinigingen in het MoS₂ slijtage veroorzaken; te kleine deeltjes veroorzaken een versnelde veroudering door oxidatie.



Figuur 3: Molecuulstructuur van MoS₂ (tek. Wikipedia)

1.7 Boron Nitride

Boron Nitride is een smeermiddel dat bestaat uit een keramisch poeder. De meest interessante eigenschap van dit smeermiddel is de weerstand tegen hoge temperatuur (1200⁰C). Een zuurstofrijke (oxiderende) omgeving heeft nauwelijks invloed. Boron heeft ook een grote thermische geleidbaarheid en kan de warmte goed afvoeren. Boron is verkrijgbaar in twee chemische structuren. De ene structuur wordt gebruikt als smeermiddel, de andere structuur is zeer hard en wordt gebruikt in slijp- en snijgereedschap.

1.8 PTFE (Teflon)

PTFE wordt veel gebruikt als een additief in smeerolie en vet. PTFE is goed oplosbaar in olie en water. In tegenstelling tot de andere vaste smeermiddelen heeft PTFE geen gelaagde structuur. De grote moleculen van PTFE glijden gemakkelijk langs elkaar. De wrijvingscoëfficiënt van PTFE is extreem laag, ongeveer 0,04. De gebruikstemperatuur is beperkt tot ongeveer 260⁰C.

1.9 Vragen en opgaven

1. Wat zijn de twee voornaamste vaste smeermiddelen?
2. Wat wordt verstaan onder een lamellen-structuur?
3. Noem drie omstandigheden waarbij een droog smeermiddel bij voorkeur wordt toegepast.
4. Uit welke stof bestaat grafiet?
5. Wat zijn de voordelen van molybdeen disulfide in relatie tot grafiet?
6. Wat is de unieke eigenschap van boron nitride als vast smeermiddel?
7. Wat is het bijzondere van PTFE (teflon) als droogsmeermiddel?
8. Wat verstaat men onder een composiet materiaal in relatie tot droge smeermiddelen?