



Errata/addenda: Module 6 theorieboek bij de derde druk

De onderstaande wijzigingen/toevoegingen zijn reeds verwerkt in de vierde druk van deze module.

Op het eerste schutblad is een waarschuwing geplaatst dat het boek uitsluitend gebruikt mag worden voor trainingsdoeleinden.

Part-66 tabel is aangepast naar aanleiding van veranderde regelgeving als gevolg van EU verordening No 1149/2011 van 21 oktober 2011. Zie bijlage.

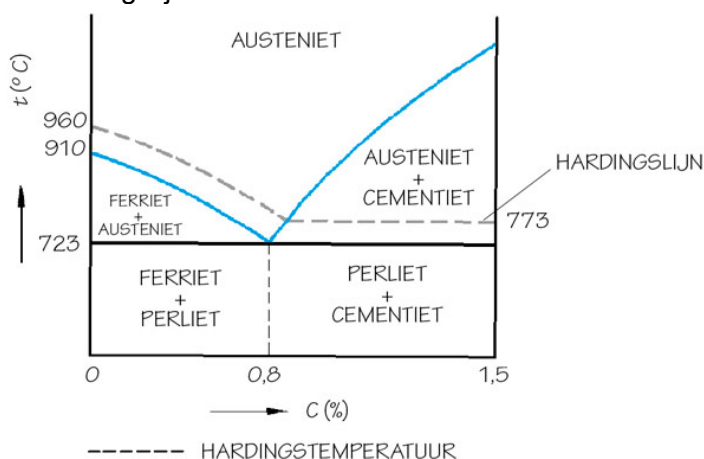
Inhoudsopgave is aangepast aan nieuwe verdeling van de paragrafen in de hoofdstukken 5 en 6.

Blz. 49, paragraaf 2.2.3

Voorlaatste regel: verwijzing naar figuur 2.30 veranderd in 2.28.

Blz. 50, paragraaf 2.2.3

Het getal "773" naast de rechter X-as is naar boven verplaatst ter hoogte van de hardingslijn.



Blz. 50, paragraaf 2.2.3

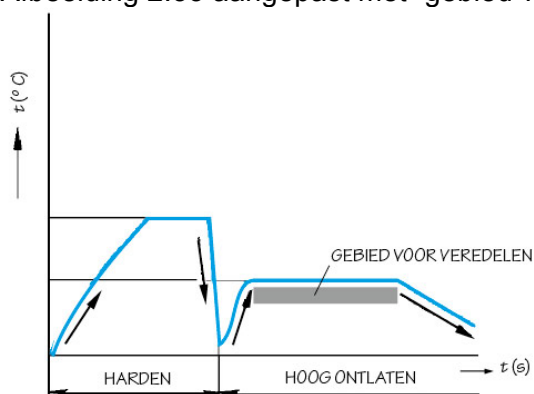
In de eerste zin onder het kopje "Verhittingstemperatuur" is het woord "altijd" verwijderd; de nieuwe zin is:

In de praktijk wordt het staal circa 50°C hoger verhit dan de lijn van omzetting aangeeft.



Blz. 53

Afbeelding 2.33 aangepast met “gebied voor veredelen”.



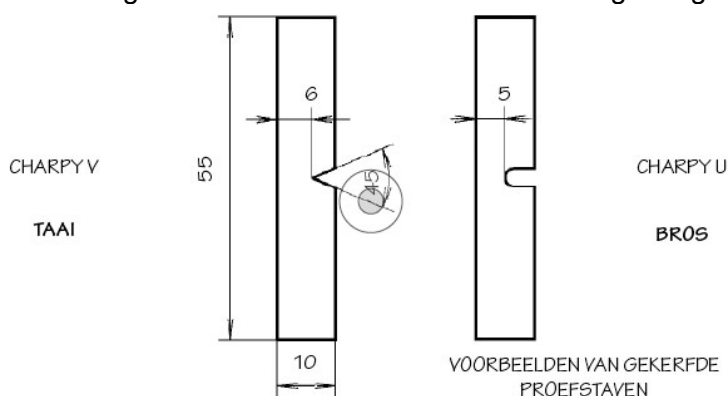
Blz. 76, paragraaf 3.1.4

In tabel 3.2 (symbool en dichtheid van lichtmetalen) 4 maal lichtmetaal toegevoegd.

Metaal	Chemisch symbool	dichtheid	
Magnesium	Mg	1,75	Lichtmetaal
Beryllium	Be	1,85	Lichtmetaal
Aluminium	Al	2,7	Lichtmetaal
Titanium	Ti	4,5	Lichtmetaal
Chroom	Cr	7,0	
Zink	Zn	7,1	
Mangaan	Mn	7,3	
IJzer	Fe	7,8	
Nikkel	Ni	8,8	
Koper	Cu	8,9	
Lood	Pb	11,3	
Goud	Au	19,3	
Platina	Pt	21,4	

Blz. 124, paragraaf 4.2.12

Afbeelding 4.41 de teksten “Taaï” en “Bros” toegevoegd.





Blz. 125, paragraaf 4.2.12

Afbeelding nummer niet juist. 4.53 moet 4.43 zijn.

Blz. 125, paragraaf 4.2.12

Afbeelding is verduidelijkt.

PROEFSTAAF NA KNAPBREUK
(BROS MATERIAAL)



Blz. 147-162, paragraaf 5.7

Om de leesbaarheid van deze paragraaf te bevorderen is deze opnieuw ingericht en uitgebreid. Zie bijlage.

Blz. 150, paragraaf 5.7.4

Tabel verduidelijkt en uitgebreid. Zie bijlage (p. 152).

Blz. 198, paragraaf 6.2.20

Inhoud van deze paragraaf is verplaatst naar paragraaf 5.7.

Blz. 212, paragraaf 7.1.4

Kop van de paragraaf aangepast (haakjes geplaatst):

7.1.4 Eisen aan bevestigingsmiddelen (die zijn voorzien van schroefdraad)

Blz. 215, paragraaf 7.2.2

De eerste zin onder het kopje "Sellersschroefdraad en American National schoefdraad" is aangepast ("tophoek" vervangen voor "profielhoek"). De nieuwe zin is:

De Amerikaanse "Sellers"-schroefdraad is parallel aan de Whitworth-schroefdraad ontstaan. Het schroefdraadprofiel van Sellers wijkt in zoverre af, dat de profielhoek 60° bedraagt met afplattingen ter grootte van 1/8 van de theoretische profielhoogte. Middellijnen en spoeden kwamen in grote trekken met de Whitworthschroefdraad overeen.

Blz. 215-226, paragraaf 7.2

Om de leesbaarheid van deze paragraaf te bevorderen is deze opnieuw ingericht. Zie bijlage.



Blz. 216/217, paragraaf 7.2.2

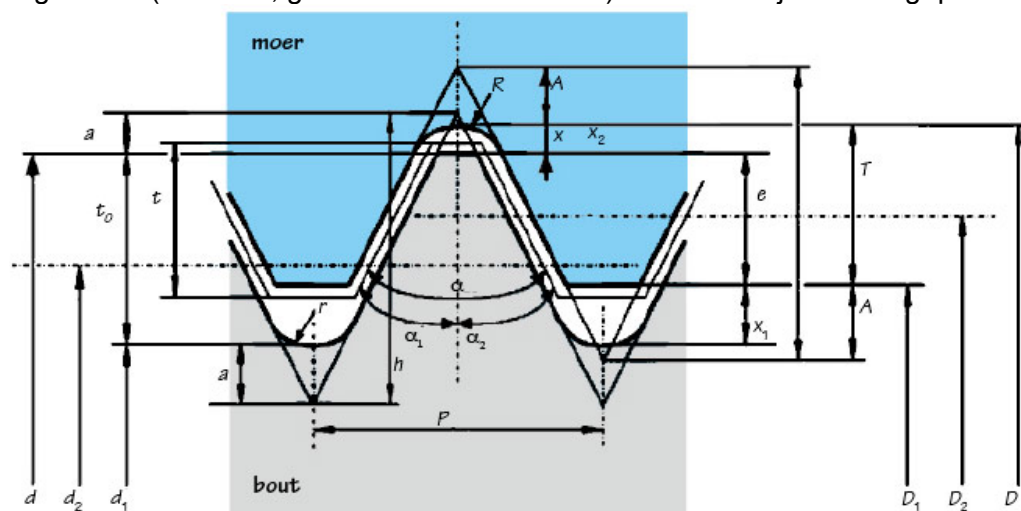
Fouten uit de tabel gehaald en gedeelte grijs gemaakt; de nieuwe tabel:

<i>UNC</i>	UNified	-	Coarse
<i>UNF</i>	UNified	-	Fine
<i>UNEF</i>	UNified	-	Extra Fine
<i>UNS</i>	UNified	-	Special
<i>UNJC</i>	UNified	Justified	Coarse
<i>UNJF</i>	UNified	Justified	Fine
<i>UNJEF</i>	UNified	Justified	Extra Fine
<i>UNJS</i>	UNified	Justified	Special

Oude aanduiding:	Nieuwe aanduiding:
10-32 - <i>UNF</i> - 3A	.190-32 - <i>UNJF</i> - 3A
10-32 - <i>UNF</i> - 3B	.190-32 - <i>UNJF</i> - 3B
1/4-20 - <i>UNC</i> - 3A	.250-20 - <i>UNJC</i> - 3A
1/4-20 - <i>UNC</i> - 3B	.250-20 - <i>UNJC</i> - 3B

Blz. 222

Figuur 7.3 (is nu 7.4, grootheden schoefdraad) is verduidelijkt en aangepast:



Blz. 280, paragraaf 7.12

Vierde opsommingspunt onder “voordelen” (“De vereiste handvaardigheid...”) is vervallen.



JEWeka UITGEVERIJ

Blz. 371, paragraaf 12.5

Figuur 12.17 (kabelrollen) vervangen voor een meer relevante afbeelding.



Blz. 388-389, paragraaf 13.6.1

4 maal het woord “extrudid” vervangen door “extruded”.

Bijlage: Part 66

Categorie	A level	B1 level	B2 level	B3 level	Hfst
6.1 Aircraft materials - Ferrous					
6.1a Characteristics, properties and identification of common alloy steels used in aircraft; Heat treatment and application of alloy steels.	1	2	1	2	1,2
6.1b Testing of ferrous materials for hardness, tensile strength, fatigue strength and impact resistance.	-	1	1	1	4
6.2 Aircraft Materials – Non-Ferrous					
6.2a Characteristics, properties and identification of common non-ferrous materials used in aircraft; Heat treatment and application of non-ferrous materials;	1	2	1	2	1,3
6.2b Testing of non-ferrous material for hardness, tensile strength, fatigue strength and impact resistance.	-	1	1	1	4
6.3 Aircraft materials – Composite and Non-Metallic					
6.3.1 Composite and non-metallic other than wood and fabric					
6.3.1a Characteristics, properties and identification of common composite and non-metallic materials, other than wood, used in aircraft; Sealant and bonding agents;	1	2	2	2	5
6.3.1b The detection of defects/deterioration in composite and non-metallic material; Repair of composite and non-metallic material.	1	2	-	2	5
6.3.2 Wooden Structures	1	2	-	2	5
Construction methods of wooden airframe structures; Characteristics, properties and types of wood and glue used in aeroplanes; Preservation and maintenance of wooden structure; Types of defects in wood material and wooden structures; The detection of defects in wooden structure; Repair of wooden structure.					
6.3.3 Fabric Covering	1	2	-	2	5
Characteristics, properties and types of fabrics used in aeroplanes; Inspections methods for fabric; Types of defects in fabric; Repair of fabric covering.					
6.4 Corrosion					
6.4a Chemical fundamentals; Formation by, galvanic action process, microbiological, stress;	1	1	1	1	6
6.4b Types of corrosion and their identification; Causes of corrosion; Material types, susceptibility to corrosion.	2	3	2	2	6

Categorie		A level	B1 level	B2 level	B3 level	Hfst
6.5	Fastener					
6.5.1	Screw Threats Screw nomenclature; Thread forms, dimensions and tolerances for standard threads used in aircraft; Measuring screw threads.	2	2	2	2	7
6.5.2	Bolts, studs and screws Bolt types: specification, identification and marking of aircraft bolts, international standards; Nuts: self locking, anchor, standard types; Machine screws: aircraft specifications; Studs: types and uses, insertion and removal; Self tapping screws, dowels.	2	2	2	2	7
6.5.3	Locking devices Tab and spring washers, locking plates, split pins, pal-nuts, wire locking, quick release fasteners, keys, circlips, cotter pins.	2	2	2	2	7
6.5.4	Aircraft rivets Types of solid and blind rivets: specifications and identification, heat treatment.	1	2	1	2	7
6.6	Pipes and Unions					
6.6a	Identification of, and types of rigid and flexible pipes and their connectors used in aircraft;	2	2	2	2	8
6.6b	Standard unions for aircraft hydraulic, fuel, oil, pneumatic and air system pipes.	2	2	1	2	8
6.7	Springs Types of springs, materials, characteristics and applications.	-	2	1	1	9
6.8	Bearings Purpose of bearings, loads, material, construction; Types of bearings and their application.	1	2	2	1	10
6.9	Transmissions Gear types and their application; Gear ratios, reduction and multiplication gear systems, driven and driving gears, idler gears, mesh patterns; Belts and pulleys, chains and sprockets.	1	2	2	1	11
6.10	Control Cables Types of cables; End fittings, turnbuckles and compensation devices; Pulleys and cable system components; Bowden cables; Aircraft flexible control systems.	1	2	1	2	12
6.11	Electrical Cables and connectors Cable types, construction and characteristics; High tension and co-axial cables; Crimping; Connector types, pins, plugs, sockets, insulators, current and voltage rating, coupling, identification codes.	1	2	2	2	13

5.6.3 Chemisch verhardende lijm

Deze lijmtypen gaan over in de vaste fase door een chemische reactie. Dergelijke lijmtypen bestaan uit twee componenten, die chemisch reageren. We onderscheiden systemen met één-, twee- of meercomponenten. In het eerste geval zijn de reagerende stoffen reeds bij elkaar gevoegd, zodat de lijm gebruiksklaar is; in de andere gevallen moeten de afzonderlijke componenten door de verwerker worden gemengd. De beperkte houdbaarheid na menging (potlife) van het lijmmengsel is van groot belang voor het proces. Het betekent namelijk dat de grondstoffen voor de lijm niet alleen moeten worden gedoseerd en gemengd, maar ook dat deze handelingen zeer kort voor de verwerking van de lijm moeten worden verricht. Afhankelijk van het lijmtype varieert de houdbaarheid na menging van enige minuten tot een aantal uren.

Alle tweecomponentenlijmen kunnen warm worden verhard. Vele typen verhardten echter ook reeds bij kamertemperatuur. Voor sommige is verwarmen altijd nodig. Behalve de dikwijls grote verkorting van de procesduur, geeft warm verhard van een lijm meestal een betere hechting en sterkte dan koud verhard.

5.6.4 De voorbehandeling van het te lijmen oppervlak

Lijmoppervlakken zijn niet zonder meer geschikt om gelijmd te worden. Reiniging, eventueel gevolgd door een mechanische of chemische behandeling, is noodzakelijk. Een minimumvoorwaarde voor het lijmen is dat vreemde materialen (vuil, oude verflagen etcetera) van het lijmoppervlak worden verwijderd. Onmiddellijk na de oppervlakbehandeling van het lijmvlak dient de lijm te worden aangebracht ter voorkoming van (her)oxidatie en (her)verontreiniging van het lijmoppervlak. Is dat niet mogelijk, dan moeten de lijmvlakken direct na de oppervlakbehandeling met een lijmhechtlaag (primer) worden bedekt ter voorkoming van oxidatie.

5.7 Schadedetectie

Om het materialen te kunnen beoordelen op de conditie is het noodzakelijk om eventuele defecten in het materiaal op te sporen. Veelal zijn de defecten aan de buitenzijde van de onderdelen zichtbaar. Maar omdat de gebruikte materialen vaak zijn opgebouwd uit meerdere lagen is het niet ondenkbaar dat het onderdeel uitwendig in goede staat verkeerd maar dat er inwendig wel defecten zijn. Dit hoofdstuk gaat over het ontdekken van (verborgen) gebreken van kunststoffen en composieten.

5.7.1 Herkennen van defecten

Als een schade is geconstateerd zullen we die schade moeten vaststellen en veelal overdragen aan een collega. Ook moeten we de voorschriften op de juiste manier interpreteren. De volgende termen en definities worden hiervoor veelvuldig gebruikt.

Slijtage (*Abrasion*)

Slijtage is een beschadiging door schuren, wrijven, schrapen of een andere vorm van oppervlaktebeschadiging. Slijtageplekken zijn voor het algemeen ruw en onregelmatig van vorm.

Groef (*Gouge*)

Een groef beschrijven we als een continue scherpe of afgeronde kanaalvormige uitholling in het materiaal.

Kerf (*Nick*)

Een kerf is een plaatselijke groef met scherpe randen. Een serie kerfjes achter elkaar is een groef.

Kras (*Scratch*)

Een kras is een beschadiging in de vorm van een lijn. Het verschil tussen een kras en een groef is dat een kras door een scherp voorwerp is gemaakt.

Scheur (*Crack*)

Een scheur is een breuk in het materiaal.

Gat (*Hole*)

Een gat is een algehele doorboring van het oppervlak of van de gehele constructie.

Delaminatie (*Delamination*)

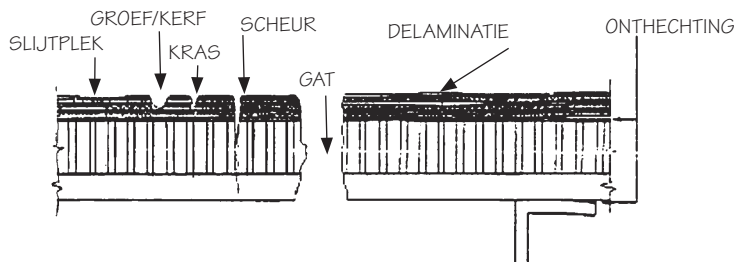
Delaminatie is dat verschillende vezellagen in het materiaal van elkaar loslaten.

Onthechting (*Debonding, Disbonding*)

Loslaten van de huidplaat van het kernmateriaal, of rib, flens, enzovoort.

Vochtinsluiting (*Moisture*)

Vochtinsluiting is het intreden van vocht (water, skydrol, etcetera) in de cellen van honingraat.



5.14 Verschillende schade types

5.7.2 Veroudering en aantasting van composieten en kunststoffen

Composieten, of vezelversterkte kunststoffen, worden voornamelijk aangetast door straling, hogere temperaturen, water en agressieve stoffen. Door straling (UV-stralen) worden de lange moleculen verbroken en worden oxidatiereacties bevorderd. Hogere temperaturen bevorderen het verdampen van de weekmakers in de hars. Hierdoor wordt de kunststof bros en zal gemakkelijk scheuren. Water dringt in alle kunststoffen door door middel van diffusie. Water is een bron van zuurstof voor de oxidatie van kunststoffen. Verder kunnen door verdamping van water hoge agressieve concentraties van verontreinigingen achterblijven. Door het doordringen van water en agressieve vloeistoffen door de verf of hars kan hechting met de ondergrond worden aangetast. Zelfs de versterkingsvezels kunnen worden aangetast.

5.7.3 Inspectiemethoden

Net als bij metalen zijn er ook voor kunststoffen verschillende inspectie methoden.

Visueel

Indien een schade wordt geconstateerd, is het belangrijk om het omliggende materiaal ook goed te onderzoeken. Een voorbeeld hiervan is een gat in een sandwichconstructie welke is ontstaan door inslag, van welk voorwerp dan ook. Vaak is het materiaal rondom dit gat ook nog gedelamineerd of onthecht. Een schade hoeft zich dus niet te beperken tot datgene wat visueel wordt ontdekt.

Taptest

Met een lichtmetalen voorwerp (munt, aluminium staafje, en dergelijke) wordt op het oppervlak getikt. Het geluid dat het paneel hierbij maakt, geeft een indicatie van de toestand van het paneel. Bij een "gezond" paneel zal de tik "hard en droog" (Engels: "Bright") zijn, bij een gedelamineerd paneel zal er een dof geluid (Engels: "Dull") hoorbaar zijn.

Röntgenonderzoek

Bij deze test methode worden röntgenstralen (X-ray) door het onderdeel gestuurd die op een stralingsgevoelige film erachter weer worden opgevangen. Op deze wijze worden verschillen in dichtheid in het voorwerp zichtbaar gemaakt. Ook kan op deze wijze scheuren, gatbeschadiging, waterinsluiting en bliksem-inslag vastgesteld worden. Voor het zichtbaar maken van waterinsluiting op de niet-destructieve wijze is dit de enige manier.

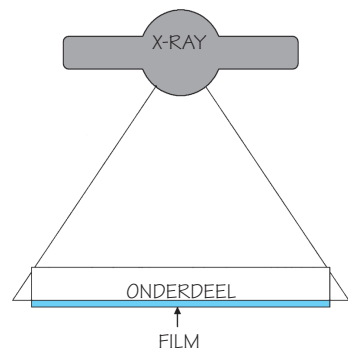
Röntgenstraling hebben in vergelijking met het zichtbare licht een veel kleinere golflengte en bezitten daardoor een veel grotere energie. Hierdoor kunnen ze door stoffen heendringen die voor het zichtbare licht ondoordringbaar zijn.

Bij het doorstralen van een materiaal wordt de energie van de röntgenstralen voor een deel geabsorbeerd. Dit betekent dat de uittredende straling minder energie bezit dan de ingezonden straling.

Wanneer nu in een voorwerp fouten aanwezig zijn, zal ter plaatse minder absorptie optreden. Daardoor zal de energie van de uittredende straling verschillen vertonen. Als we nu een röntgenfilm achter het voorwerp plaatsen, die afhankelijk van de hoeveelheid straling een meer of mindere zwarte verkleuring geeft, wordt elke fout zichtbaar.

Om op de film bepaalde fouten goed te kunnen onderscheiden, zal ter plaatse van de fout een duidelijk verschil in verkleuring aanwezig moeten zijn. Scheuren die evenwijdig lopen met de richting van de stralen zijn scherp zichtbaar, maar geven een klein puntje. Scheuren die haaks lopen met de richting van de stralen zijn zwak zichtbaar maar geven de gehele scheur.

Dit betekent dat dit onderzoek vaak in verschillende richtingen gedaan zal moeten worden.



5.15 Röntgenonderzoek

Ultrasoon onderzoek

Bij het ultrasoon onderzoek worden ultrageluidsgolven door het werkstuk gezonden. Dit zijn geluidsgolven waarvan de frequentie ligt tussen de 500 000 en 10 000 000 trillingen per seconde en niet door het menselijk oor waargenomen kunnen worden. Dit uitgezonden geluid wordt door bodemvlak of materiaalfouten teruggekaatst.

Voor het uitvoeren van ultrasoon onderzoek is een groot aantal methoden ontwikkeld. Welke methode wordt toegepast hangt in grote mate af van de vorm van het werkstuk en de aard van de op te sporen fouten.

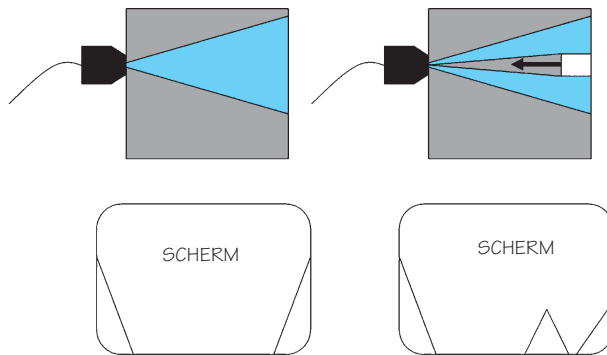
We onderscheiden twee hoofdgroepen, namelijk:

- de directe methode;
- de indirecte methode.

De directe methode

Bij de directe methode wordt één taster gebruikt die als zender en ontvanger dienst doet. Het zendgedeelte zendt een geluidsimpuls uit en de terugkaatsing (echo) op bodemvlak of scheur wordt opgevangen door het ontvangstgedeelte. De zending en ontvangst worden omgezet in elektrische trillingen die op hun beurt op een beeldscherm een indicatie geven van het verloop van de geluidsimpuls.

Wanneer in het onderdeel geen fout aanwezig is, verschijnt op het scherm een indicatie van de bodemecho die gelijk is aan de indicatie van de zendimpuls.

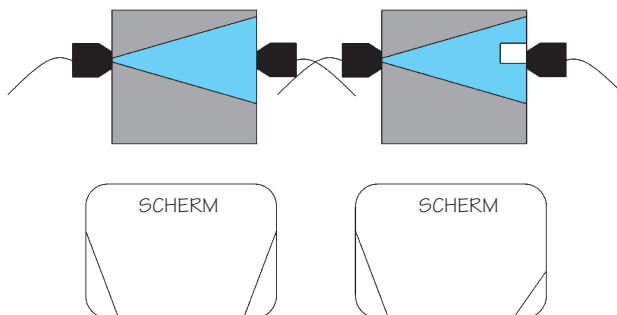


5.16 *Ultrasoon directe methode*

De indirecte methode

Bij de indirecte methode worden twee tasters gebruikt, één als zender en één als ontvanger. Hier wordt de aan de ene zijde uitgezonden geluidsimpuls aan de tegenovergestelde zijde opgevangen.

Als er geen fout in het onderdeel zit geeft de ontvanger een indicatie op een beeldscherm die gelijk is aan de zendimpuls, zie afbeelding 5.17.



5.17 *Ultrasoon indirecte methode*

5.7.4 Een overzicht van de inspectiemethoden

	inslag	delami- natie	scheuren	waterin- sluiting	gat/ran- den	bliksem- inslag	verbran- ding/over- hitting	veroude- ring
visueel	X		X		X	X	X	X
taptast		X						
röntgen	X		X	X	X	X		
ultrasoon	X	X	X			X	X	

5.18 Opsporingsmogelijkheden

5.8 Reparatie van composietmateriaal

Tijdens een visuele inspectie wordt een beschadiging gevonden in een *honeycomb*- sandwichpanel welke is voorzien van drie lagen vezelplaat aan beide zijden. De schade zit aan één kant en loopt volledig door tot aan het *honeycomb* materiaal.

Er worden voor deze schade twee methodes beschreven, één bij kamertemperatuur en één met de 'Hot Bonder'.

Belangrijk!!

De hierna getoonde reparaties zijn slechts voorbeelden. Voor de bijbehorende reparatieprocedure zal het *Structural Repair Manual (SRM)* moeten worden geraadpleegd.

De procedure hiervoor is als volgt:

- bepaal het type vliegtuig waar het onderdeel van afkomstig is;
- bepaal het onderdeel en de materiaalsoort;
- zoek het bijbehorende hoofdstuk (*chapter*) in het *Repair Manual*;
- overtuig je ervan dat je het juiste hoofdstuknummer hebt;
- bepaal de omvang van de schade en de correcte benaming;
- bepaal de schadelimieten van het onderdeel
(niet repareerbaar of repareerbaar, eventueel met tijdslimiet);
- volg de instructies.

Indien een schade buiten de limieten valt van het *Repair Manual* zal de afdeling *Engineering* moeten worden geraadpleegd.

Het gebruik van het *Repair Manual* en het uitvoeren van de reparatie kan pas na voldoende instructie worden uitgevoerd.

7.1.8 Titanium bevestigingsmiddelen

Bouten, schroeven en moeren van titaniumlegeringen zijn ongeveer 40% lichter dan stalen bevestigingsmiddelen. Dit geldt natuurlijk alleen als stalen en titanium bevestigingsmiddelen van dezelfde afmeting en met dezelfde materiaalsterkte vergeleken worden.

Titaniumlegeringen zijn corrosievast.

Als titanium evenwel zonder een oppervlaktebescherming in aanraking komt met een ander materiaalsoort, dan ontstaat er elektrochemische corrosie.

7.1.9 Specificaties (Amerikaans)

Bevestigingsmiddelen moeten voldoen aan vastgestelde normen. Van ieder bevestigingsmiddel zijn 'normbladen' opgesteld. Dat zijn bladen waarin allerlei gegevens over de normen van het bevestigingsmiddel zijn vastgelegd. Deze normen of specificaties worden onderscheiden in *AN*-specificaties (*Air Force-Navy*), *MS*-specificatie (*Military Standard*) en *NAS*-specificaties (*National Airspace Standard*). De *AN*- en *MS*-normen of specificaties worden opgesteld door een Amerikaanse militaire instantie. De *NAS*-specificaties worden opgesteld door een Amerikaanse burgerinstantie. In het algemeen wordt gesproken van *AN*-, *MS*-, en *NAS*-bevestigingsmiddelen.

7.2 Schroefdraad

Hoewel schroefdraad als middel tot bevestiging van verschillende onderdelen, of als element tot overbrenging van een draaiende beweging al zeer oud is, nam het in eerste instantie binnen industrieel verband nauwelijks een belangrijke plaats in omdat er geen goede afspraken waren gemaakt omtrent maatvoeringen.

De Engelsman Sir Joseph Whitworth heeft in 1841 als eerste onderkend dat een te grote verscheidenheid van schroefdraad economische fabricage onmogelijk maakt. Onderlinge uitwisselbaarheid en aansluitmogelijkheden werden daardoor te veel bemoeilijkt. Baanbrekend werk is door hem verricht ten aanzien van het opstellen van voorkeurmiddellijnen en spoeden. Ook het juiste schroefdraadprofiel werd door Whitworth, gebruikmakend van de toen geldende eisen, grondig bestudeerd.

In wezen is steeds voortgebouwd op het werk van deze schroefdraadpionier.



7.3 Schroefdraad

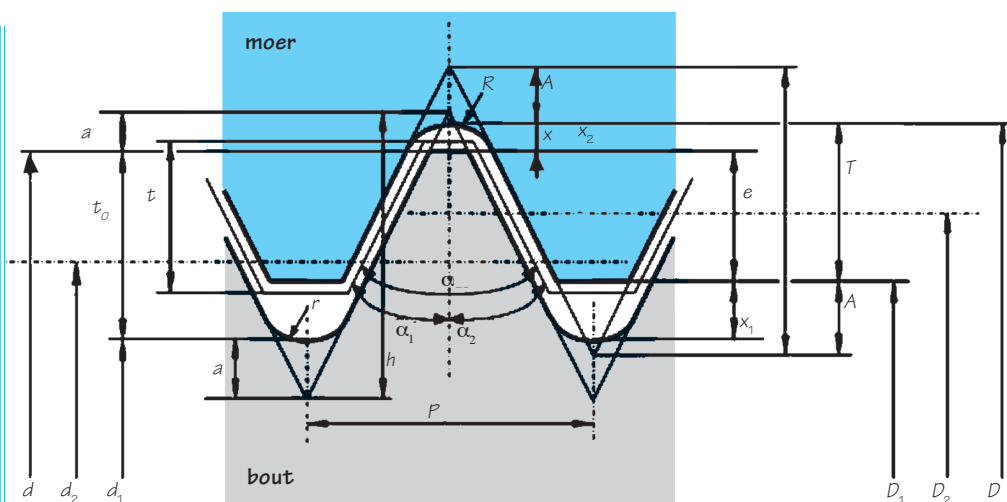
Ter vereenvoudiging is als onderverdeling van de soorten schroefdraad aangehouden:

- bevestigingsschroefdraden;
- bewegingsschroefdraden;
- pijpschroefdraden;
- zelftappend schroefdraad.

7.2.1 Schroefdraadbegrippen

De techniek is zonder schroefdraad niet meer in te denken, maar ondanks dat bestaat er bij technici toch nog veel onbegrip over de schroefdraadmaterie. Daarom besteden we aandacht aan de verschillende begrippen zoals ze in normbladen worden toegepast.

d	Buitenmiddellijn van uitwendig schroefdraad;
d_1	Kernmiddellijn van uitwendig schroefdraad;
d_2	Flankmiddellijn van uitwendig schroefdraad;
D	Buitenmiddellijn van inwendig schroefdraad;
D_1	Kernmiddellijn van inwendig schroefdraad;
D_2	<i>Flankmiddellijn van inwendig schroefdraad;</i>
P	Spoed of pitch;
n	Aantal gangen per inch;
r/R	Afrondingsstraal;
a/A	Topafplatting of -afronding;
a_1/A_1	Kernafplatting of -afronding;
t/T	Draaddiepte;
h/H	Hoogte van het scherpe profiel;
α	Profielhoek;
α_1/α_2	Flankhoek;
t_o	Draaddiepte basisprofiel;
e	Overlap;
x	Topspleet;
x_1	Kernspleet;
x_2	Flankspleet.



7.4 Grootheden schroefdraad

Schroefdraad

Een schroefdraad is een ril die ontstaat door een punt dat zich eenparig langs een stilstaande beschrijvende lijn verplaatst en wordt beschreven op een eenparig om zijn as wentelende cilinder of kegel.

Uitwendige schroefdraad

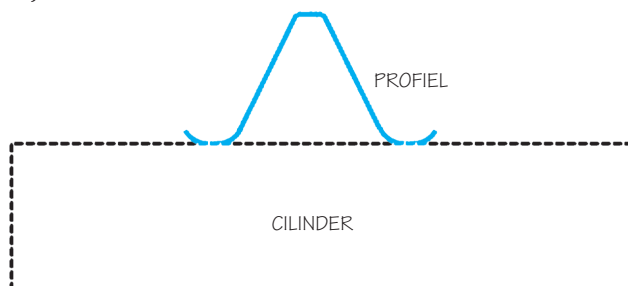
Een uitwendige schroefdraad is een schroefdraad waarvan het schroefdraadopervlak ligt aan de van de as afgekeerde zijde.

Inwendige schroefdraad

Een inwendige schroefdraad is een schroefdraad waarvan het schroefdraadopervlak ligt aan de van de as toegekeerde zijde.

Cilindrische schroefdraad

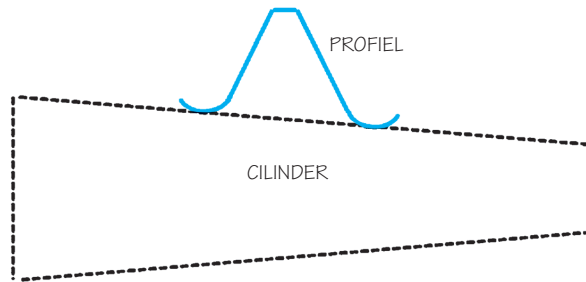
Een cilindrische schroefdraad ontstaat wanneer de basis van de profielfiguren loopt langs de lijn van een cilinder.



7.5 Cilindrisch schroefdraad

Conische schroefdraad

Een conische schroefdraad ontstaat wanneer de basis van de profielfiguren loopt langs de lijn van een kegel.



7.6 Conisch schroefdraad

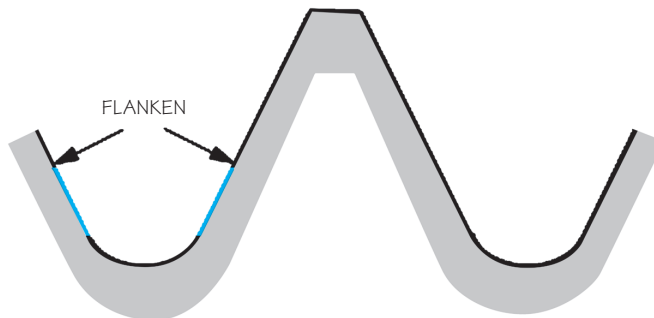
Buitenmiddellijn van een schroefdraad ($d - D$) (zie afbeelding 7.4)

De buitenmiddellijn is de lijn die het verst van de hartlijn van een cilindrische schroefdraad ligt. De afstand kan verschillen, afhankelijk van de minimale of maximale materiaaltoevoeging van een schroefdraad.

Bij conische schroefdraad heeft de buitenmiddellijn niet overal dezelfde waarde.

Kernmiddellijn van een schroefdraad ($d_1 - D_1$) (zie afbeelding 7.5)

De kernmiddellijn wordt gevormd door de overgang tussen twee flanken die het dichtst bij de hartlijn van een schroefdraad ligt. Bij conische schroefdraad heeft de kernmiddellijn niet overal dezelfde waarde.



7.7 Flanken

Flankmiddellijn van een schroefdraad ($d_2 - D_2$) (zie afbeelding 7.4)

De flankmiddellijn is een lijn die tussen de buiten- en kernmiddellijn in ligt. Bij conische schroefdraad heeft de flankmiddellijn niet overal dezelfde waarde.

Spoed (P) (zie afbeelding 7.4)

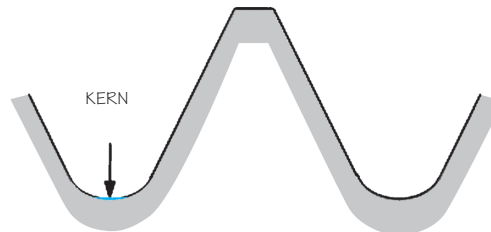
De spoed (of *pitch*) is de verplaatste afstand gemeten in de asrichting gedurende één omwenteling.

Aantal gangen per inch (n) (zie afbeelding 7.4)

Het aantal gangen per inch is het aantal kernen van een schroefdraad per inch (25,4 mm).

Afrondingsstraal ($r - R$) (zie afbeelding 7.4)

De afrondingsstraal is de radius van de kern van het schroefdraad.



7.8 Afrondingsstraal

Topafplatting of -afronding ($a - A$) (zie afbeelding 7.4)

De topafplatting of -afronding is de afstand van de top van het scherpe profiel tot aan de buitenmiddellijn van het schroefdraad.

Kernafplatting of -afronding ($a_1 - A_1$) (zie afbeelding 7.4)

De kernafplatting of -afronding is de afstand van de kern van het scherpe profiel tot aan de kernmiddellijn van het schroefdraad.

Draaddiepte ($t - T$) (zie afbeelding 7.4)

De draaddiepte is de afstand van de buitenmiddellijn tot aan de kernmiddellijn.

Hoogte van het scherpe profiel ($h - H$) (zie afbeelding 7.4)

De hoogte van het scherpe profiel is de hoogte van het profiel dat wordt gevormd door de tot aan de snijpunten doorgetrokken flanklijnen.

Profielhoek (α) (zie afbeelding 7.4)

De profielhoek is de hoek die twee opeenvolgende flanklijnen insluiten.

Flankhoek ($\alpha_1 - \alpha_2$) (zie afbeelding 7.4)

De flankhoek is de hoek die een flanklijn maakt met een vlak loodrecht op de as.

Draaddiepte basisprofiel (t_o) (zie afbeelding 7.4)

De draaddiepte van het basisprofiel is de diepte van het theoretische profiel.

Overlap (e) (zie afbeelding 7.4)

De overlap is de afstand tussen de buitenmiddellijn van de uitwendige schroefdraad en de kernmiddellijn van de inwendige schroefdraad.

Topspleet (x) (zie afbeelding 7.4)

De topspleet is de afstand tussen de buitenmiddellijnen van de in- en uitwendige schroefdraad.

Kernspleet (x_1) (zie afbeelding 7.4)

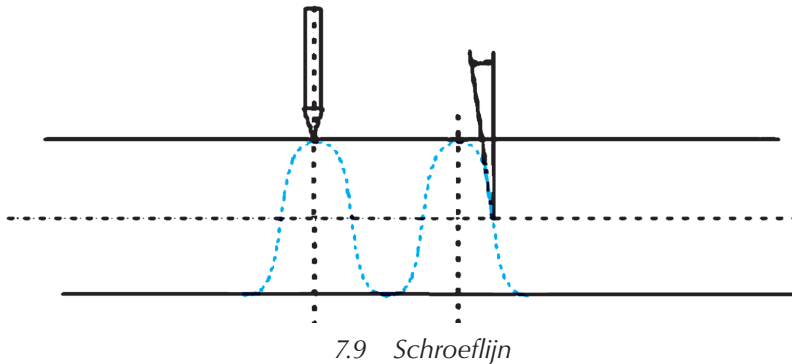
De kernspleet is de afstand tussen de kernmiddellijnen van de in- en uitwendige schroefdraad.

Flankspleet (x_2) (zie afbeelding 7.4)

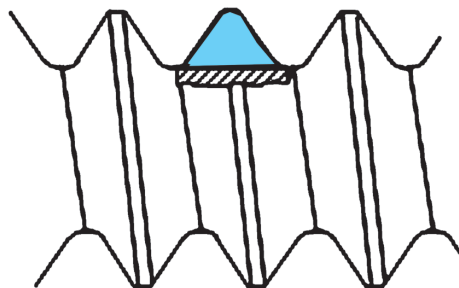
De flankspleet is de afstand tussen de flankmiddellijnen van de in- en uitwendige schroefdraad.

Hellingshoek van de schroeflijn (zie afbeelding 7.9)

De hellingshoek van de schroeflijn is de hoek die de in een punt aan de schroeflijn getrokken raaklijn maakt met een vlak, loodrecht op de as.

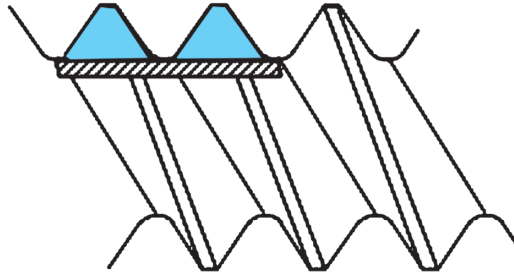
**Enkelvoudig schroefdraad**

Enkelvoudig schroefdraad ontstaat door de schroeflijn uit te voeren met een enkelvoudig profielfiguur.



Meervoudig schroefdraad

Meervoudig schroefdraad ontstaat door de schroeflijn uit te voeren met een meervoudig profielfiguur.



7.11 Meervoudig schroefdraad

7.2.2 Bevestigingsschroefdraden

Bevestigingsschroefdraad is bedoeld als middel tot verbinding van verschillende onderdelen en de sterkte van de verbinding is hierbij over het algemeen een maatgevende eis.

Whitworthschroefdraad

Britisch Standard Withworth (BSW) kan, zoals reeds in de inleiding is aangegeven, gelden als de oudste schroefdraadvorm. Het schroefdraadprofiel wordt hierbij gekenmerkt door een profielhoek van 55° en afrondingen ter grootte van $1/16$ van de theoretische profielhoogte. Deze afronding, vooral in de kern van de schroefdraad, werd (en wordt ook nu nog) nodig geacht in verband met de grotere weerstand tegen vermoeiingsbreuken.

De middellijnen van de *BSW*-schroefdraad zijn genormaliseerd in gebroken inch-maten ($1/8''$, $1/4''$, $4/16''$, etcetera), terwijl de spoeden werden aangegeven in het aantal gangen per inch. Het gebruik van de inch was zeker bij het ontstaan van de *BSW*-schroefdraad algemeen. Hiertegen zijn later bij het gaandeweg overschakelen op metrische maten bezwaren naar voren gebracht.

Later werd *BSW* uitgebreid met de *BSF* (*Britisch Standard Fine*); een schroefdraad die speciaal voor de luchtvaart werd ontwikkeld. Het was schroefdraad die qua vorm gelijk was aan de *BSW*, maar waarbij het aantal gangen per inch aangepast werd aan de buitenmiddellijn.

Sellersschroefdraad en American National schroefdraad

De Amerikaanse "Sellers"-schroefdraad is parallel aan de Whitworthschroefdraad ontstaan. Het schroefdraadprofiel van Sellers wijkt in zoverre af, dat de

profielhoek 60° bedraagt met afplattingen ter grootte van 1/8 van de theoretische profielhoogte. Middellijnen en spoeden kwamen in grote trekken met de Whitworthschroefdraad overeen.

De oorspronkelijke Sellersschroefdraad is in de loop der jaren verschillende keren “opgelapt” waarbij voornamelijk de afplattingen in de kern van de uitwendige schroefdraad zijn vergroot.

Dit leidde tot het *American National* schroefdraad.

SI-schroefdraad

Op het continent van Europa ontstond in 1898 de SI-schroefdraad. Hiervan komt het schroefdraadprofiel overeen met het Amerikaanse Sellersprofiel, alleen de middellijnen en de spoeden werden in ronde metrische maten vastgelegd. Algehele overeenstemming tussen de landen die het metrieke stelsel gebruiken kon echter niet worden bereikt en lokale verschillen verhinderde de uitwisselbaarheid.

Unified schroefdraad (unieschroefdraad)

Uit de meer lokale pogingen tot schroefdraadnormalisatie ontstonden gaandeweg regionale en daaruit weer internationale activiteiten. Voor de “Engels-Amerikaanse” landen ontstond op deze wijze de “*unified screw thread*”, waarover tussen Amerika, Engeland en Canada in 1945 algehele overeenstemming werd bereikt. Deze *unified screw thread* bestaat uit de reeksen *coarse* (grof), *fine* (fijn), *extra-fine* (extra fijn) en *constant pitch series* (vaste gangen series); *UNC*, *UNF*, *UNEF* en *UNS*. Door sterke invloed van Amerika heeft daarbij de Whitworthschroefdraad het onderspit moeten delven, hoewel in grote trekken de spoedmiddellijnverhouding van de *BSW* schroefdraad werd overgenomen. Bouten of schroeven die dunner waren dan 1/4” werden vanaf dat moment met nummers aangeduid van 0 tot en met 12, pas hierna weer met breuken-inch.

In de relatief korte tijd van het bestaan van de *unified* schroefdraad is het gebruik in de genoemde landen bijzonder populair geworden, zo ook Nederland omdat er immers veel gevlogen wordt met Amerikaanse vliegtuigen.

Door de komst van de *wide body* vliegtuigen in de jaren zestig ontstond er een behoefte aan schroefdraden die nog sterker waren en een verbeterde weerstand tegen vermoeiing hadden. Door onderzoek en toepassing van betere materialen is een gemodificeerde *unified* schroefdraad ontstaan. De top van het schroefdraad werd iets afgeplat (4%) en de radius in de kern werd iets vergroot (ook 4%). De hoogte van het profiel werd daardoor 8% lager, doordat de top weer op de oorspronkelijke buitenmiddellijn werd gebracht ontstond een dikkere kernmiddellijn (16% dikker), meer materiaal dus. Het spreekt vanzelf dat waar meer materiaal aanwezig is het onderdeel sterker is.

Door de grotere radius in de kern werd de vermoeiingssterkte vergroot.

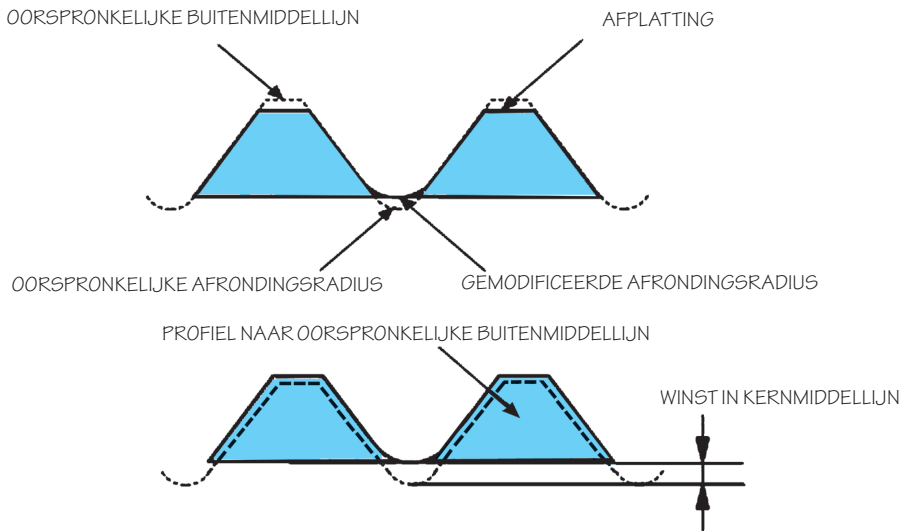
De gemodificeerde *unified* werd aangeduid met de letter "J" welke achter de aanduiding *UN* werd geplaatst, (*UNJC*, *UNJF*, *UNJEF* en *UNJS*). De introductie in de werkplaatsen is zeer moeizaam verlopen, pas in 1988 is dit volledig gelukt. Dit werd veroorzaakt door de zwakke introductievorm, maar ook door de combinatie met een gewijzigde maataanduiding. De uitwendige diameter behoort

sinds 1973 alleen nog maar in de decimale inch te worden aangeduid, wat helaas tot op de dag van vandaag nog steeds niet algemeen gebruikt wordt, temeer omdat er nog steeds verspanend gereedschap in omloop is waarop breuken staan vermeld.

Ook de nummeraanduidingen van 0 tot en met 12 worden niet meer gehanteerd, maar zijn ook vervangen door een decimale inch-aanduiding.

<i>UNC</i>	UNified	-	Coarse
<i>UNF</i>	UNified	-	Fine
<i>UNEF</i>	UNified	-	Extra Fine
<i>UNS</i>	UNified	-	Special
<i>UNJC</i>	UNified	Justified	Coarse
<i>UNJF</i>	UNified	Justified	Fine
<i>UNJEF</i>	UNified	Justified	Extra Fine
<i>UNJS</i>	UNified	Justified	Special

Oude aanduiding:	Nieuwe aanduiding:
10-32 - <i>UNF</i> - 3A	.190-32 - <i>UNJF</i> - 3A
10-32 - <i>UNF</i> - 3B	.190-32 - <i>UNJF</i> - 3B
1/4-20 - <i>UNC</i> - 3A	.250-20 - <i>UNJC</i> - 3A
1/4-20 - <i>UNC</i> - 3B	.250-20 - <i>UNJC</i> - 3B



7.12 Modificatie

Tijdens de modificatie is er tevens ten behoeve van de hete delen van motoren een aanpassing ingevoerd voor inwendig schroefdraad, namelijk de BG-aanduiding. Bij deze aanduiding is de flankmiddellijn .003" groter dan de normale

inwendige schroefdraden. Dit is gedaan om het materiaal tijdens verhitting enige ruimte te geven om uit te kunnen zetten.

ISO-schroefdraad

Onder invloed van de opmars van het metrieke maatstelsel is omstreeks 1950 in *ISO* verband (*ISO = International Standard Organization*) gestart met de herziening van de *SI*-schroefdraad. Deze activiteiten hebben geleid tot het *ISO*-metrische schroefdraad. Het schroefdraadprofiel van deze *ISO*-metrische schroefdraad komt geheel overeen met dat van de *unified* schroefdraad, de tophoek is 60°, de topafplatting is 1/8 van de theoretische profielhoogte en de kernaflatting is 1/4 daarvan. Uitwisselbaarheid is echter uitgesloten doordat de middellijnen en spoeden in ronde metrische maten zijn vastgelegd. Naast een grove schroefdraadreeks, die gaat tot M68, komen vele mogelijkheden van fijne spoeden voor. De keuze uit deze fijne spoeden wordt volgens de desbetreffende *ISO*-aanbeveling geheel aan de gebruiker overgelaten.

In de *CEN* (*Comitee Européen de Normalisation*), waarbij de West-Europese landen zijn aangesloten, is echter overeenstemming bereikt over twee fijn-metrische schroefdraadreeksen. Deze twee reeksen zijn voor Nederland vastgelegd in de Nederlandse Norm (NEN 1649).

Samenvattend kan ten aanzien van de bevestigingsschroefdraden voor algemeen gebruik worden gesteld dat er uiteindelijk internationaal slechts twee parallelle schroefdraadsystemen worden aanbevolen, enerzijds gebaseerd op inch-maten en anderzijds op metrische maten.

Pijpschroefdraden

De naam pijpschroefdraad, in enkele landen ook wel gasschroefdraad genoemd, geeft de primaire toepassing van deze schroefdraad al volledig weer. Pijpen vinden als constructie-element en als middel voor het transport van vloeistoffen of gassen uitgebreide toepassing en schroefdraadelementen ter onderlinge verbinding of aansluiting hebben, naast andere mogelijkheden, steeds een belangrijke rol gespeeld. Door de geringe wanddikte en de wens de schroefdraadlengte zo kort mogelijk te doen zijn, onderscheiden pijpschroefdraden zich ten opzichte van de normale bevestigingsschroefdraden over het algemeen door een fijne spoed. Pijpschroefdraden zijn naar hun toepassingen te verdelen in drie groepen, te weten:

- pijpschroefdraad voor mechanische verbindingen, deze dichten niet af op de schroefdraad zelf (wordt bijvoorbeeld gebruikt bij hekwerken);
- pijpschroefdraden waarbij een afdichting wordt verkregen op de schroefdraad met gebruikmaking van afdichtingsmiddelen;
- pijpschroefdraden waarbij een afdichting wordt verkregen op de schroefdraad zelf zonder gebruik te maken van afdichtingsmiddelen.

Internationaal worden deze schroefdraden aangeduid volgens *ISO*-normen, daarnaast worden er in diverse landen ook nog eigen normen gehanteerd, in Nederland zijn dat de *NEN*-normen, in Amerika de *USA*-normen. Bij de *USA*-normaanduiding wordt *USA* een letter toegevoegd, die verwijst naar een bijzondere toepassing, bijvoorbeeld:

N = *Normal*.
P = *Pipe*.
T = *Taper*.
F = *Fuel and oil*.
C = *Coupling*.



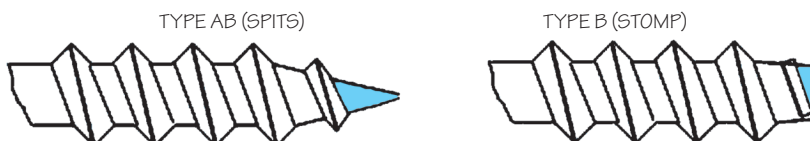
7.14 NPTF draad

Door het gebruik van hogere drukken in de hydraulische systemen van het vliegtuig, wordt de toepassing van pijpschroefdraad steeds geringer. Voor vliegtuigcomponenten waar sprake is van lage druk wordt de *Dryseal USA Taper Pipe Thread* voor *Fuel* en *Oil* (*NPTF*) toegepast.

Schroefdraad voor zelftappende schroeven

Wat de schroefdraad voor zelftappende schroeven betreft, stamt de internationale normalisatie hiervan uit Amerika, welk land enorm veel onderzoeken op dit gebied heeft verricht. Voor algemene toepassing is internationaal één schroefdraad overeengekomen, die afhankelijk van de vorm van het steeleinde wordt aangeduid met *AB* of *B*. De diameter wordt met de nummers 0 tot 16 aangeduid. De zelftappende schroefdraden worden in een vliegtuig veelvuldig toegepast in **niet-dragende constructiedelen of componenten**.

Ten onrechte worden ze in werkplaatsen nog al eens aangeduid als parkers.



7.15 Zelftappend schroefdraad

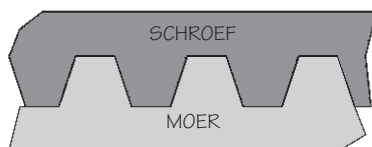
Hoewel zelftappers voor de gebruikers weinig installatieproblemen zullen geven, mag toch het belang van de juiste voorboormaat niet worden onderschat. Hoewel hiervoor richtwaarden worden gegeven, verdient het aanbeveling voor kritische toepassingen de juiste voorboormaat vast te stellen.

7.2.3 Bewegingsschroefdraden

Zoals de naam al aangeeft onderscheidt de bewegingsschroefdraad zich van de bevestigingsschroefdraad in toepassing. Door het beperkte gebruik is waarschijnlijk de geringe verscheidenheid in uitvoering te verklaren.

Trapeziumvormig schroefdraad

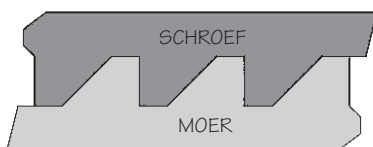
Trapeziumschroefdraad werd omstreeks 1895 in Europa ingevoerd als vervanging van de vierkante schroefdraad. De vierkante schroefdraad gaf fabricagetechnisch veel moeilijkheden en is bovendien in vergelijking met de trapeziumschroefdraad belangrijk zwakker. Naast de enkelvoudige uitvoering komt ook de meervoudige uitvoering van trapeziumschroefdraad veel voor. Bij de laatste uitvoering moeten we echter onderscheid maken tussen spoed en steek. De steek is gelijk aan de spoed gedeeld door de meervoudigheid van het schroefdraad.



7.16 Trapeziumvormig schroefdraad

Zaagtandvormig schroefdraad

Zaagtandschroefdraad dient ook als bewegingsdraad te worden beschouwd. Een groot voordeel van deze schroefdraad is dat in één richting van de as grote krachten kunnen worden opgenomen.

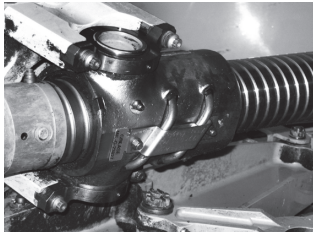


7.17 Zaagtandvormig schroefdraad

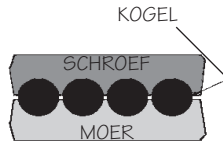
Rond schroefdraad

Rond schroefdraad wordt in moderne vliegtuigen vaak toegepast in combinatie met kogels die in een baan lopen tussen uitwendig schroefdraad (schroef, ook wel *spindle* genoemd) en inwendig schroefdraad (moer, ook wel *nut* genoemd). Zo'n geheel wordt binnen een vliegtuig een *ball screw* genoemd. Een groot voordeel

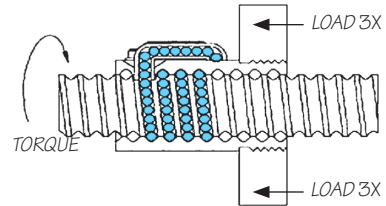
hiervan is dat slijtage tot een minimum wordt beperkt en dat de wrijving gering is omdat het geheel te vergelijken is met de werking van een kogellager.



7.18 Ball screw



7.19 Kogellagerprincipe



7.20 Kogelloop

7.2.4 Tolerantiesystemen

Het tolerantiesysteem dat wordt toegepast hangt af van de soort schroefdraad. Ze zijn volgens nationale of internationale aanbevelingen of normalisatie vastgelegd. De systemen geven de tolerantie aan die bepaald is voor tolerantieklassen en -liggingen. Hieronder volgen de toegepaste systemen.

Metrische schroefdraad

Bij metrische schroefdraad gaat men uit van de tolerantieklassen 3 tot en met 9. Ook worden een aantal basisgrensmaatliggingen toegepast, voor uitwendige schroefdraad e, g en h; en voor inwendige schroefdraad G en H.

Unieschroefdraad

Bij unieschroefdraad (de belangrijkste binnen de luchtvaart) gaat men uit van het volgende systeem:

UNJC = Unified Justified Coarse	Grof schroefdraad.
UNJF = Unified Justified Fine	Fijn schroefdraad.
UNJEF = Unified Justified Extra Fine	Extra fijn schroefdraad.
UNJS = Unified Justified Special	8-12-16 gangen/inch serie.

In de vliegtuigindustrie wordt sinds 1973 alleen nog maar de klassenauwkeurigheid 3A en 3B gebruikt.

Deze klassen hebben de grootste maatnauwkeurigheid.

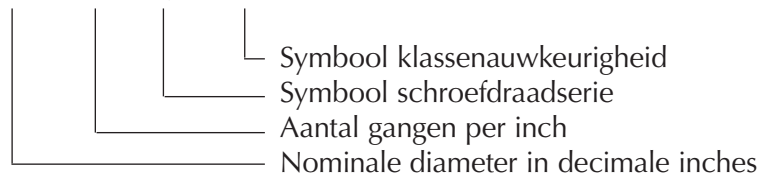
Daarnaast wordt bij uitwendig schroefdraad met 3 klassenauwkeurigheden gewerkt (1, 2 en 3) welke gecombineerd wordt met de letter A (aanduiding uit-

wendig schroefdraad). Bij inwendig schroefdraad worden met 2 klassenauwkeurigheden gewerkt (2 en 3), gecombineerd met de letter B (aanduiding inwendig schroefdraad). Tevens bestaat er ook een letteraanduiding BG, deze duidt op inwendig schroefdraad die wordt gebruikt in hete sectiedelen van motoren. De flankmiddellijn daarvan ligt .003" hoger dan bij de normale B aanduiding.

Aanduidingen

Op een werk- of montagetekening wordt een unieschroefdraadsoort op de volgende wijze aangegeven.

Voorbeeld: .250 - 20 UNJC - 3A

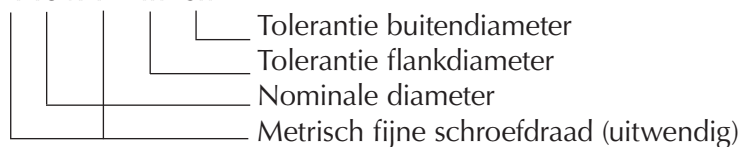


(Onder de nominale diameter verstaan we de maat zonder verdere tolerantie aanduiding. De tolerantie is het gebied dat tussen de grootste en kleinste maat ligt en waarbinnen dus de werkelijke maat moet liggen.)

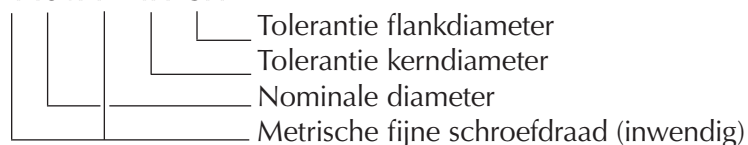
Voor de klassenauwkeurigheid van uitwendige schroefdraad wordt een kleine letter en voor de inwendige schroefdraad een hoofdletter gebruikt.

Op een werk- of montagetekening wordt een metrische schroefdraadsoort op de volgende wijze aangegeven.

Voorbeeld: M 10 x 1 - 4h 6h



M 10 x 1 - 4H 5H



Het cijfer en de letter in de tolerantieaanduiding staat voor de grootte en de ligging van de tolerantie (zie ISO passingstelsel).

7.2.5 Maatvoering en controle

Om de uitwisselbaarheid van onderdelen met schroefdraden te kunnen garanderen en om misverstanden over goed- en afkeur tussen fabrikant en afnemer te vermijden, dienen schroefdraden gemaakt te worden volgens de gestelde normen. De controle daarvan kunnen we uitvoeren met meetinstrumenten. Er zijn echter in de loop der tijd verschillende controle- c.q. meetsystemen ontwikkeld die kwalitatief verschillende resultaten opleveren.

Kalibers

Worden geen hoge eisen aan de nauwkeurigheid van een schroefdraad gesteld, dan is het niet nodig alle grootheden van buiten- en binnendraden afzonderlijk te controleren. We kunnen ons dan tevreden stellen met het controleren van de buitenmiddellijn, de kernmiddellijn, de flankmiddellijn, de spoed en de flankhoeken met behulp van kalibers. Kalibers moeten voldoen aan de regel van "Taylor", dit wil zeggen een goedkeurdraadkaliber moet de volle lengte van de draad controleren, dus vaststellen dat de buitenmiddellijn, de kernmiddellijn, de flankmiddellijn, de spoed en de flankhoeken binnen de grensmaten liggen. Omdat de flankmiddellijn het belangrijkste is, wordt met een afkeurdraadkaliber alleen nagegaan of de flankmiddellijnen binnen het toegestane tolerantieveld blijven.

Als draadkalibers komen in aanmerking:

- draadringen (voor buitendraden);
- bekkaliber (voor buitendraden);
- penkaliber (voor binnendraden).



7.21 Pen- en ringkaliber



7.22 Bekkaliber

Bek- en penkalibers hebben vaak een goed- en afkeurzijde. Als een goedkeurdraadkaliber min of meer gemakkelijk over een buitendraad wordt geschroefd, wil dat nog niet zeggen dat die draad ook echt goed is.

Een buitendraad waarvan de profielhoek te groot of te klein is, zal worden goedgekeurd als de flankmiddellijn maar een bepaalde, van de hoekafwijking afhankelijke, maat kleiner is dan die van de kaliber. We moeten ons dus wel realiseren dat kalibers niets exact meten, we constateren alleen maar goed of fout, de vormnauwkeurigheid, of profielfouten worden nauwelijks vastgesteld.

Flankenschroefmaat

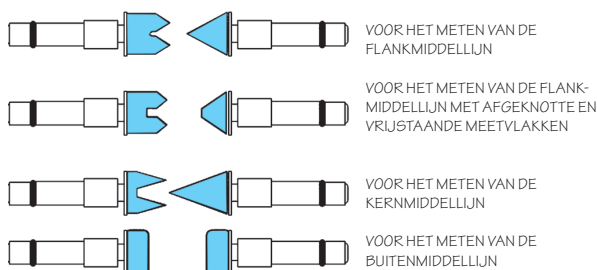
Een meetmethode voor het meten van de flankmiddellijn is die met behulp van de flankenschroefmaat. Flankenschroefmaten zijn er voor het meten van zowel in- als uitwendig schroefdraad.

De flankenschroefmaat lijkt veel op de “gewone” beugelschroefmaat, alleen zijn de meetstiften hol uitgevoerd, waardoor we de mogelijkheid hebben er speciaal aangepaste stiften (kammen en spitsen) in te monteren. De keuze van deze stiften is afhankelijk van de tophoek en spoed van de te meten schroefdraad.



7.23 Flankenschroefmaat

Het aambeeld is voorzien van een fijnverstelling en een kleminrichting waarmee we de schroefmaat na verwisseling van stiften op nul kunnen stellen (justeren).



7.24 Kammen en spitsen

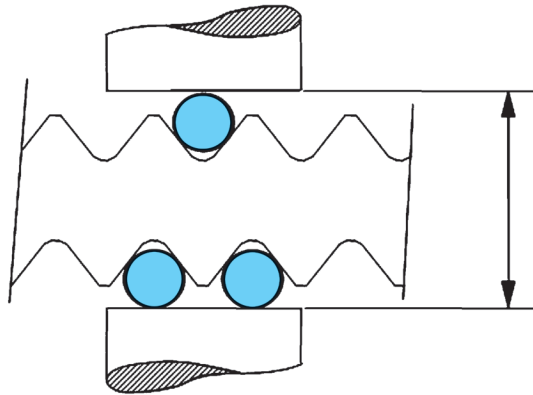
Eén paar stiften die we nodig hebben voor het meten van een middellijn bestaat uit één kam en één spits en kunnen slechts gebruikt worden voor één schroefdraadsoort in een beperkte spoedvariatie.

In schroefdraadtabellen kunnen we voor elke schroefdraad de flankmiddellijn opzoeken waaraan deze moet voldoen.

Driedraadsmeetmethode

Een andere methode om de flankmiddellijn van uitwendig schroefdraad te meten is de zogenoemde “driedraadsmeetmethode”.

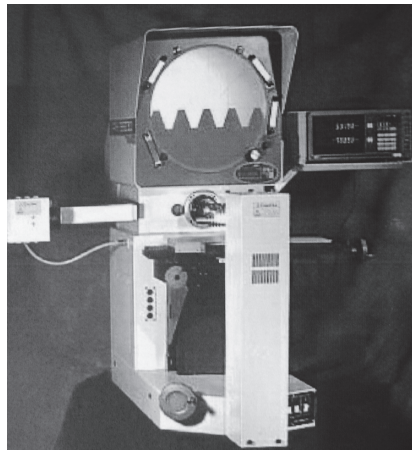
Hierbij worden drie cilindrische meetdraden van gelijke en bekende diameter in de gangen van de schroefdraad gelegd, waarbij de diameter moet zijn afgestemd op de spoed (of aantal gangen per inch).



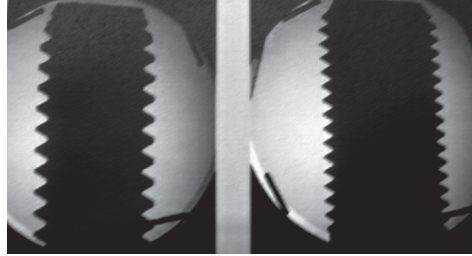
7.25 Driedraadsmeetmethode

Meetmicroscopen en -projectoren

Om exact de spoed of profielvorm te meten, kunnen we gebruikmaken van vergrotingsmethodieken waarbij het “schaduwbeeld” van een uitwendige schroefdraad vele malen vergroot vergeleken kan worden met referentiefiguren. Met deze methode kunnen alle grootheden van het schroefdraad worden gecontroleerd. Voor inwendig schroefdraad echter zal altijd eerst een “negatief” moeten worden gemaakt met behulp van sealant. Dit “negatief” kan dan op de microscoop of projector worden gecontroleerd.



7.26 Meetmicroscoop



7.27 Schaduwbeelden

Schroefdraadtabellen

Metrische schroefdraad (ISO) NEN 81

Grove spoed

Aanduiding	P	d=D	d ₂ =D ₂	d ₁	D ₁	Boormaat
M3	0,50	3,000	2,675	2,387	2,459	2,50
M4	0,70	4,000	3,545	3,141	3,242	3,30
M5	0,80	5,000	4,480	4,019	4,134	4,20
M6	1,00	6,000	5,350	4,773	4,917	5,00
M8	1,25	8,000	7,188	6,466	6,647	6,80
M10	1,50	10,000	9,026	8,160	8,376	8,50
M12	1,75	12,000	10,863	9,853	10,106	10,20
M16	2,00	16,000	14,701	13,546	13,835	14,00
M20	2,50	20,000	18,376	16,933	17,294	17,50
M24	3,00	24,000	22,051	20,319	20,752	21,00
M30	3,50	30,000	27,727	25,706	26,211	26,50

Tabel 7.1

Metrische schroefdraad (ISO) NEN 1649

Fijne spoed

Aanduiding	P	d=D	d ₂ =D ₂	d ₁	D ₁	Boormaat
M8x1	1,00	8,000	7,350	6,773	6,917	7,00
M10x1,25	1,25	10,000	9,188	8,466	8,647	8,80
M12x1,25	1,25	12,000	11,188	10,466	10,647	10,80
M16x1,5	1,50	16,000	15,026	14,160	14,376	14,50
M20x1,5	1,50	20,000	19,026	18,160	18,376	18,50
M24x2	2,00	24,000	22,701	21,546	21,835	22,00
M30x2	2,00	30,000	28,701	27,546	27,835	28,00
M36x3	3,00	36,000	34,051	32,319	32,752	33,00
M42x3	3,00	42,000	40,051	38,319	38,752	39,00
M48x3	3,00	48,000	46,051	44,319	44,752	45,00
M56x4	4,00	56,000	53,402	51,093	51,670	52,00

Tabel 7.2

Unieschroefdraad (ISO) NEN 1244

Grove spoed

Aanduiding	n	P	d=D	d ₂ =D ₂	d ₁	D ₁	Boormaat
.250 -20UNJC	20	1,270	6,350	5,524	4,793	4,978	5,10
.375 -16UNJC	16	1,588	9,525	8,494	7,577	7,798	8,00
.500 -13UNJC	13	1,954	12,700	11,430	10,302	10,592	10,80
.625 -11UNJC	11	2,309	15,875	14,376	13,043	13,386	13,50
.750 -10UNJC	10	2,540	19,050	17,399	15,933	16,307	16,50
.875 -9UNJC	9	2,822	22,225	20,391	18,763	19,177	19,50
1.000 -8UNJC	8	3,175	25,400	23,338	21,504	21,971	22,30
1.125 -7UNJC	7	3,629	28,575	26,218	24,122	24,638	25,00
1.250 -7UNJC	7	3,629	31,750	29,393	27,297	27,813	28,00
1.375 -6UNJC	6	4,233	34,925	32,174	29,731	30,353	30,80
1.500 -6UNJC	6	4,233	38,100	35,349	32,906	33,528	34,00

Tabel 7.3

Unieschroefdraad (ISO) NEN 1318

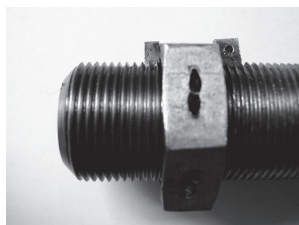
Fijne spoed

Aanduiding	n	P	d=D	d ₂ =D ₂	d ₁	D ₁	Boormaat
.250 -28UNJF	28	0,097	6,350	5,761	5,237	5,359	5,50
.375 -24UNJF	24	1,058	9,525	8,837	8,227	8,382	8,50
.500 -20UNJF	20	1,270	12,700	11,874	11,143	11,328	11,50
.625 -18UNJF	18	1,411	15,875	14,958	14,143	14,351	14,50
.750 -16UNJF	16	1,588	19,050	18,019	17,102	17,323	17,50
.875 -14UNJF	14	1,814	22,225	21,046	20,000	20,269	20,40
1.000 -12UNJF	12	2,117	25,400	24,026	22,804	23,114	23,30
1.125 -12UNJF	12	2,117	28,575	27,201	25,979	26,289	26,50
1.250 -12UNJF	12	2,117	31,750	30,376	29,154	29,464	29,50
1.375 -12UNJF	12	2,117	34,925	33,551	32,329	32,639	32,80
1.500 -12UNJF	12	2,117	38,100	36,726	35,504	35,814	36,00

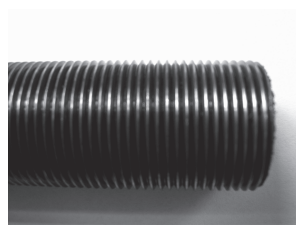
Tabel 7.4

Links en rechts schroefdraad

Schroefdraden kennen we zowel met een linkse schroeflijn als met een rechtse schroeflijn (zie afbeelding 7.28 en 7.29).



7.28 Links schroefdraad



7.29 Rechts schroefdraad