

*Inleiding*  
**C. W. LEUVEN** *fin*

**BEREKENING EN KONTROLE**  
**VAN**  
**TANDWIELEN**

ir R. WILLEMANS  
januari 1968

# INHOUDSTAFEL

Inleiding	2
1. - Tandwieldefinities	3
2. - Rechte vertanding	14
2.1. - Tandwielgrootheden en symbolen	14
2.2. - Metingen	15
2.2.1. - Aantal tanden van het eerste tandwiel $z_1$	15
2.2.2. - Aantal tanden van het tweede tandwiel $z_2$	15
2.2.3. - Asafstand $a$	15
2.2.4. - Diameter van de uitboring in het carter $d'_{k1}$	16
2.2.5. - Diameter van de uitboring in het carter $d'_{k2}$	16
2.2.6. - Tandbreedte $b$	16
2.2.7. - De maat $W_{z'_1}$ over $z'_1$ tanden	16
2.2.8. - De maat $W_{z'_1+1}$ of $W_{z'_1-1}$ over $(z'_1+1)$ of $(z'_1-1)$ tanden	16
2.2.9. - De maat $W_{z'_2}$ over $z'_2$ tanden	16
2.2.10. - De maat $W_{z'_2+1}$ of $W_{z'_2-1}$ over $(z'_2+1)$ of $(z'_2-1)$ tanden	16
2.2.11. - De overbrengingsverhouding	16
2.3. - Berekeningen	17
2.3.1. - Berekening van de moduul $m$ en de drukhoek $\alpha_0$	18
2.3.2. - Berekening van de correcties $x_1$ en $x_2$ (voorlopig)	18
2.3.3. - Berekening van de som van de correcties $(x_1 + x_2)$	20
2.3.4. - Berekening van de correcties $x_1$ en $x_2$ (definitief)	21
2.3.5. - Berekening van de flankenspelings $S_e$	22
2.3.6. - Berekening van de voetsirkeldiameter $d_f$	24
2.3.7. - Berekening van de kopsirkeldiameter $d_k$	24
2.3.8. - Berekening van de kopspeling $S_k$	24
2.3.9. - Berekening van de tandhoogte $h_z$	25
2.3.10. - Berekening van de maat $W_{z'}$ over $z'$ tanden	25
2.3.11. - Berekening van de tandhoekfout $F_\beta$	26
2.3.12. - Berekening van de totale tangentiële fout $F'_i$	26
2.3.13. - Berekening van de totale radiale fout $F''_i$	26
2.3.14. - Berekening van de radiale sprong $f''_i$	27
2.3.15. - Berekening van de excentriciteitsfout $f_r$	27
2.3.16. - Vormtoleranties	27
2.3.17. - Oppervlakteruwheid	27
2.4. - Bijzondere gevallen	28
2.4.1. - Berekening van de correcties	28
2.4.2. - Berekening van de flankenspelings $S_e$	29
2.4.3. - Konstruktiedetails	29
2.4.4. - Kopmindering en voetsmindering	30
2.4.5. - Langskorrektes	30
2.4.6. - Tandaf rondingen	31
2.4.7. - Bijzondere tandeindvormen	31
2.5. - Grootheden aan te geven op het plan	32
2.6. - Berekeningsvoorbeeld	33
3. - Helicoïdale vertanding	43
3.1. - Tandwielgrootheden en symbolen	43
3.2. - Metingen	44
3.2.1. - Aantal tanden van het eerste tandwiel $z_1$	44
3.2.2. - Aantal tanden van het tweede tandwiel $z_2$	44
3.2.3. - Asafstand $a$	44

3. 2. 4.	Diameter van de uitboring in het carter $d'_{k1}$	44
3. 2. 5.	Diameter van de uitboring in het carter $d'_{k2}$	44
3. 2. 6.	Tandbreedte $b$	44
3. 2. 7.	De maat $W_{z'_1}$ over $z'_1$ tanden	44
3. 2. 8.	De maat $W_{z'_1+1}$ of $W_{z'_1-1}$ over $(z'_1+1)$ of $(z'_1-1)$ tanden	45
3. 2. 9.	De maat $W_{z'_2}$ over $z'_2$ tanden	45
3. 2. 10.	De maat $W_{z'_2+1}$ of $W_{z'_2-1}$ over $(z'_2+1)$ of $(z'_2-1)$ tanden	45
3. 2. 11.	De tandhoek $\beta_0$	45
3. 2. 12.	De helling van de vertanding	45
3. 2. 13.	Overbrengingsverhouding	45
3. 3.	Berekeningen	45
3. 3. 1.	Berekening van de moduul $m_n$ en de drukhoek $\alpha_{n0}$	45
3. 3. 2.	Berekening van de correcties $x_1$ en $x_2$ (voorlopig)	46
3. 3. 3.	Berekening van de som van de correcties $(x_1 + x_2)$	46
3. 3. 4.	Berekening van de correcties $x_1$ en $x_2$ (definitief)	47
3. 3. 5.	Berekening van de flankenspel $S_c$	49
3. 3. 6.	Berekening van de voetcirkeldiameter $d_f$	49
3. 3. 7.	Berekening van de kopcirkeldiameter $d_k$	50
3. 3. 8.	Berekening van de kopspeling $S_k$	50
3. 3. 9.	Berekening van de tandhoogte $h_z$	50
3. 3. 10.	Berekening van de maat $W_{z'}$ over $z'$ tanden	50
3. 3. 11.	Berekening van de tandhoekfout $F_\beta$	51
3. 3. 12.	Berekening van de totale tangentiële fout $F'_t$	51
3. 3. 13.	Berekening van de totale radiale fout $F''_r$	51
3. 3. 14.	Berekening van de radiale sprong $f''_r$	52
3. 3. 15.	Berekening van de excentriciteitsfout $f_r$	52
3. 3. 16.	Vormtoleranties	52
3. 3. 17.	Oppervlakteruwheid	52
3. 4.	Bijzondere gevallen - Tandhoek $\beta_0$	52
3. 4. 1.	Precisiestoestel	52
3. 4. 2.	Standaardmeettoestel	53
3. 4. 3.	Afdrukmetode	53
3. 5.	Grootheden aan te geven op het plan	55
3. 6.	Berekeningsvoorbeeld	56
4.	Omwisselbaarheid van tandwielen	68
4. 1.	Eén tandwiel wordt vervangen	68
4. 2.	Tandwielen per stel gekonstrueerd	68
4. 3.	Tandwielen vervaardigd naar kalibertandwielen	69
4. 3. 1.	Gebruik en kwaliteit	69
4. 3. 2.	Afmetingen	70
4. 3. 2. 1.	Tandwielvorm	70
4. 3. 2. 2.	Vertanding	71
4. 3. 2. 3.	Aantal tanden $z$	71
4. 3. 2. 4.	Maat $W_{z'}$ over $z'$ tanden	71
4. 3. 2. 5.	Kopcirkeldiameter	71
4. 3. 2. 6.	Boring	71
4. 3. 2. 7.	Vormtoleranties van de zijvlakken	72
4. 3. 3.	Harheid	72
4. 3. 4.	Opschriften en merken	73
4. 3. 5.	Opspandoorn voor kalibertandwielen	73
4. 3. 5. 1.	Gebruik	73
4. 3. 5. 2.	Vorm van de opspandoorn	74
4. 3. 5. 3.	Hardheid	74
4. 3. 5. 4.	Merken	74

4. 3. 6. 1. - De naafbreedte $b_2$	75
4. 3. 6. 2. - De tandbreedte $b_1$	75
4. 3. 6. 3. - Breedten $b_3$ , $b_4$ en $b_5$	75
4. 3. 6. 4. - Boringdiameter $d_1$	75
4. 3. 6. 5. - Naafdiameter $d_2$	75
4. 3. 6. 6. - Diameters $d_3$ en $d_4$	75
4. 3. 7. - Berekeningsvoorbeeld	75
5. - Konstruktie van tandwielen	80
5. 1. - Tandwielmaterialen	80
5. 1. 1. - Plastische stoffen	80
5. 1. 2. - Brons	80
5. 1. 3. - Gietijzer	80
5. 1. 4. - Staal	80
5. 2. - Thermische behandeling	82
5. 2. 1. - Cementatie	82
5. 2. 1. 1. - Cementatiediepte	82
5. 2. 1. 2. - Oppervlakte-hardheid der tanden na stijpen	82
5. 2. 1. 3. - Weerstand in de kern na behandeling	82
5. 2. 2. - Vlamharden	83
5. 3. - Bewerkingen	83
5. 4. - Gegevens op het plan aan te brengen	83
6. - Controle van tandwielen	84
6. 1. - Meting van vertanding - en opstellingsgrootheden	84
6. 1. 1. - Maat $W_2$ over $z'$ tanden	84
6. 1. 2. - Kopeirkeldiameter $d_k$	84
6. 1. 3. - Flankenspel $S_e$	84
6. 1. 3. 1. - Met diktematen	84
6. 1. 3. 2. - Met comparator	95
6. 1. 4. - Kopspeling $S_k$	85
6. 1. 5. - Tandcontact	86
6. 1. 5. 1. - Normaal draagbeeld 1	86
6. 1. 5. 2. - Normaal draagbeeld 2	86
6. 1. 5. 3. - Voetdraagbeeld	86
6. 1. 5. 4. - Kopdraagbeeld	87
6. 1. 5. 5. - Hoekdraagbeeld 1	87
6. 1. 5. 6. - Hoekdraagbeeld 2	87
6. 1. 5. 7. - Konisch draagbeeld	87
6. 1. 5. 8. - Willekeurig draagbeeld	88
6. 2. - Tandwielbeschadigingen en hun oorzaken	88
6. 2. 1. - Sleet	89
6. 2. 1. 1. - Normale sleet	89
6. 2. 1. 2. - Sleet door schurende werking	90
6. 2. 1. 3. - Lichte krassing	90
6. 2. 1. 4. - Sleet door overbelasting	90
6. 2. 1. 5. - Groeven	90
6. 2. 2. - Plastische vervorming	91
6. 2. 2. 1. - Uitwalsen	91
6. 2. 2. 2. - Uitdrijven	91
6. 2. 2. 3. - Golving	91
6. 2. 3. - Lassing	91
6. 2. 3. 1. - Lichte metaaluitrukking	91
6. 2. 3. 2. - Zware metaaluitrukking	92
6. 2. 4. - Oppervlakvermoeidheid	92

6. 2. 4. 1. - Beginnende putjesvorming	92
6. 2. 4. 2. - Vernietigende putjesvorming	92
6. 2. 4. 3. - Afsplintering	92
6. 2. 5. - Korrosieve sleet	93
6. 2. 6. - Verkleuren	93
6. 2. 7. - Ondersnijding	93
6. 2. 8. - Slijpmerken	94
6. 2. 9. - Tandbreuk	94
6. 2. 9. 1. - Breuk door overbelasting	94
6. 2. 9. 2. - Vermoeidheidsbreuk	94
6. 2. 9. 3. - Barsten	94
6. 2. 9. 4. - Krimpbarsten	95
7. - Aanhangsel I - Lagerbelasting	96
7. 1. - Rechte tandwielen	96
7. 1. 1. - Eén stel rechte tandwielen	96
7. 1. 2. - Twee stellen rechte tandwielen	98
7. 1. 3. - Eén stel inwendige tandwielen	99
7. 2. - Helicoidale tandwielen	102
8. - Aanhangsel II - Tandwielontwerp	104
8. 1. - Berekeningsgrootheden en symbolen	104
8. 2. - Gegevens	104
8. 2. 1. - Noodzakelijke gegevens	105
8. 2. 1. 1. - De verhouding van het tandenaantal $u$	105
8. 2. 1. 2. - Het koppel op het kleinste tandwiel $C_1$	105
8. 2. 2. - Keuzegegevens	105
8. 2. 2. 1. - De tandwielgrootheden	105
8. 2. 2. 2. - De materiaalgrootheden	105
8. 3. - Teoretische beschouwingen	105
8. 3. 1. - Draagvermogen van de tandflanken	105
8. 3. 2. - Weerstand van de tandvoet	107
8. 4. - Praktische tandwielberekening	110
8. 4. 1. - Asafstand $a$ gekend	110
8. 4. 2. - Breedte $b_1$ gekend	110
8. 4. 3. - Diameter $d_b$ , gekend	110
8. 5. - Opmerkingen	110
8. 6. - Berekeningsvoorbeeld	111

---