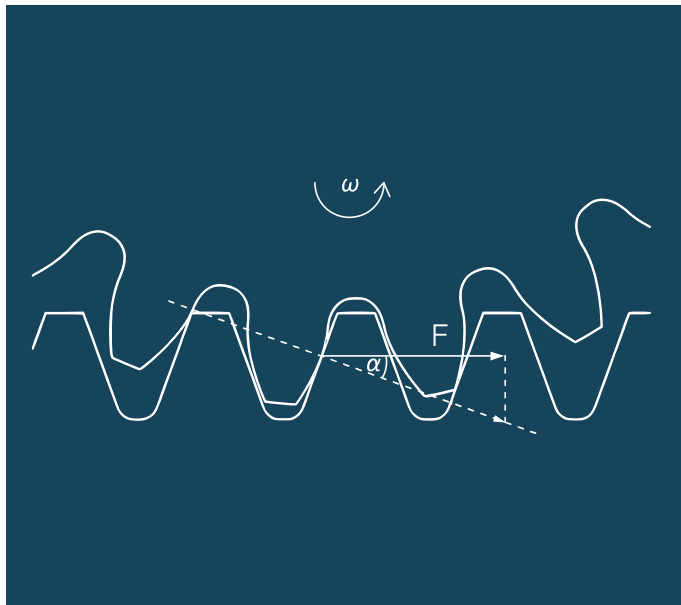


FORZE AMMISSIBILI DEI SISTEMI CREMAGLIERA-PIGNONE

THE PERMISSIBLE FEED FORCE OF RACK AND PINION SYSTEMS



DATI DI CALCOLO	CALCULATION DATA
Angolo di pressione $\alpha=20^\circ$	Pressure angle $\alpha=20^\circ$
Fattore di spostamento $x^*=0$	Shift factor $x^*=0$
Profilo di riferimento secondo norma ISO53: 1998 profilo A	Reference profile according to Standard ISO53: 1998 profile A
Materiale del pignone: 20MnCr5	Pinion's material: 20MnCr5
Cementato e temprato	Carburized and induction hardened
Velocità di rotazione del pignone: $\omega=900/\text{min}$	Pinion rotating speed: $\omega=900$ rotations/min
Vita utile: infinita	Service life: infinite

DISCUSSIONE

La forza ammissibile consiste nella massima forza di trasmissione che i denti della cremagliera possono sopportare affinché non si rompano per sollecitazioni flessionali a fatica, e deriva dalle proprietà meccaniche del materiale e dalle condizioni di esercizio. I valori delle tabelle corrispondono alla componente trasversale della forza trasmessa tra pignone e cremagliera, in quanto direttamente correlabile alla coppia, e sono espressi in kN.

Tutti i fattori utilizzati per il calcolo corrispondono a condizioni di esercizio ideali e i calcoli sono stati eseguiti solamente in relazione al cedimento per flessione alla base del dente, e dunque non considerando il cedimento del dente per pitting o per grippaggio. I valori ottenuti sono perciò puramente indicativi e non sostituibili a una progettazione dedicata alle singole applicazioni. I grafici sono stati tracciati utilizzando solamente le combinazioni di modulo e numero di denti, per ciascun materiale, presenti a catalogo.

DISCUSSION. The permissible feed force represents the maximum transmission force that the rack's teeth can bear without breaking because of fatigue bending stress. This force results from the mechanical properties of the material and from the working conditions. The values reported in the tables, expressed in kN, correspond to the cross-sectional component of the force transmitted between pinion and rack, which is directly linked to the torque.

All the factors used for the calculation refer to ideal operational conditions and the computations are made only with reference to the rupture of the tooth basis by bending, therefore not considering the rupture by pitting or by seizing. Keep in mind that the given figures are merely indicative and they do not substitute a dedicated design for single applications. These diagrams have been realized by taking into consideration, for each material, only the combinations of module and number of teeth present inside the technical catalogue.

CONSIDERAZIONI FINALI

Dai grafici si può notare un modesto incremento della forza ammissibile all'aumentare del numero di denti del pignone. La forza aumenta invece considerevolmente scegliendo moduli maggiori. L'inclinazione dell'elica e il materiale influenzano anch'essi in modo apprezzabile la capacità di carico delle cremagliere, come si può facilmente constatare dalla tabella.

FINAL CONSIDERATIONS. Diagrams show a moderate increase of the permissible feed force corresponding to the increasing of the number of the pinion teeth. On the other hand, the permissible feed force significantly increases with bigger modules. The helix angle and the material appreciably influence the load capacity of racks, as one can observe in the tables.

DENTATURA
TOOTH SYSTEM

S = dritta - straight
H = elicoidale - helical

Trattamenti termici-superficiali - Heat treatments-superficial									
16MnCr5		SAE1141		C45		42CrMo4			
Cementato e temprato - Carburized and induction-hardened		Temprato - Induction-hardened		Temprato - Induction-hardened		Bonificato - Hardened and tempered			
M [mm]	Z	Forza ammissibile [N] - Permissible feed force [N]							
		H-16MnCr5	H-SAE1141	H-C45	H-42CrMo4	S-16MnCr5	S-SAE1141	S-C45	S-42CrMo4
2	16	17378	15802	14971	10059	13806	12277	11880	8838
	18	17539	15935	15109	10110	14483	13095	12463	9397
	20	17672	16054	15234	10157	14608	13185	12569	9327
	22	17820	16153	15341	10202	14718	13259	12664	9290
	24	17750	16081	15280	9900	14818	13322	12750	9260
	30	18026	16269	15511	9992	14907	13314	12827	8852
	40	18355	16438	15786	10113	15192	13367	13072	8768
3	20	32045	28983	27574	19447	25783	23805	22782	17255
	22	32272	29149	27771	19548	26453	23920	22954	17385
	24	32491	29294	27951	19642	26857	24013	23109	17502
	40	33600	29819	28920	20224	27855	24141	23968	17441
4	20	57516	51945	49510	34595	47476	42507	40852	30939
	25	58492	52563	50334	35009	48307	42856	41567	31480
	30	59237	52940	50978	35413	48966	42960	42133	31358
	32	59495	53036	51198	35532	49192	42946	42328	31384
5	20	90349	81466	77749	56545	74557	66540	64159	48586
	24	91596	82232	78817	57230	75632	66920	65078	49286
	25	91850	82370	79041	57363	75862	66966	65276	49440
	30	93044	82900	80062	57961	76901	66995	66171	50112
6	20	129265	116833	111226		106659	95254	91776	
	21	129733	117136	111634		107071	95401	92131	
	24	131016	117862	112735		108183	95664	93100	
	25	131398	118056	113068		108516	95697	93381	
	30	133086	118704	114519		110003	95544	94654	
8	20			194563				160540	
10	20			298456				246277	

FORMULA ERRORE DI PASSO TOTALE

TOTAL PITCH ERROR FORMULA

VALUTAZIONE DELL'ERRORE DI PASSO TOTALE CON CREMAGLIERE GIUNTATE ASSIEME

HOW TO EVALUATE THE TOTAL PITCH ERROR

Nrack = numero cremagliere
racks number

Njunctions = numero giunzioni
junctions number

$$E = (N_{rack} \times F_p) + (N_{junctions} \times D_p \text{ mounting template})$$

Fp = errore passo totale
Fp = total pitch error

Dp = errore passo dima
Dp = mounting template's total pitch error

ESEMPIO - Example: L= 6mt - m=3 - Q6

SOLUZIONE 1 - Solution 1:

Nrack = 3 - Lrack = 2000 mm - Q6 - Dp = 0,015 mm - Fp = 0,04 mm

$$E = (3 \times 0,040) + (2 \times 0,015) = 0,15 \text{ mm} = 150 \mu\text{m}$$

SOLUZIONE 2 - Solution 2:

Nrack = 6 - Lrack = 1000 mm - Q6 - Dp = 0,015 mm - Fp = 0,035 mm

$$E = (6 \times 0,035) + (5 \times 0,015) = 0,285 \text{ mm} = 285 \mu\text{m}$$

Si deduce che la precisione migliore, a parità di qualità, si ottiene utilizzando serie con cremagliere lunghe piuttosto che corte. I nostri ingegneri sono a disposizione del cliente per identificare e suggerire le soluzioni più adatte.

From the formula error here above one can detect that, equal quality, the best precision is obtained by employing long racks in place of short ones. Our engineers are at customer disposal to suggest and identify the most suitable solutions.