

# ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 21.200; 47.020.05 **Září 2014**

## **Výpočet únosnosti čelních ozubených kol s přímými a šikmými zuby - Aplikace na lodní ozubená kola**

**ČSN**  
**ISO 9083**  
01 4690

Calculation of load capacity of spur and helical gears – Application to marine gears

Calcul de la capacité de charge des engrenages cylindriques a dentures droite et hélicoïdale – Application aux engrenages marins

Tato norma je českou verzí mezinárodní normy ISO 9083:2001. Překlad byl zajištěn Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Má stejný status jako oficiální verze.

This standard is the Czech version of the International Standard ISO 9083:2001. It was translated by the Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Národní předmluva

Informace o citovaných dokumentech

ISO 53:1998 nezavedena

ISO 54:1996 nezavedena

ISO 701:1998 nezavedena

ISO 1122-1:1998 zavedena v ČSN ISO 1122-1:2013 (01 4604) Slovník termínů ozubených kol – Část 1: Definice vztahující se ke geometrii

ISO 1328-1:1995 zavedena v ČSN ISO 1328-1:1997 (01 4682) Čelní ozubená kola – Soustava přesnosti ISO – Část 1: Definice a mezní úchytky vztažené na stejnohlé boky zubů ozubeného kola

ISO 6336-1:1996 zavedena v ČSN ISO 6336-1:2013 (01 4687) Výpočet únosnosti čelních ozubených kol s přímými a šikmými zuby – Část 1: Základní principy, doporučené a všeobecně ovlivňující faktory

ISO 6336-2:1996 zavedena v ČSN ISO 6336-2:2013 (01 4687) Výpočet únosnosti čelních ozubených kol s přímými a šikmými zuby – Část 2: Výpočet trvanlivosti povrchu (pitting)

ISO 6336-3:1996 zavedena v ČSN ISO 6336-3:2013 (01 4687) Výpočet únosnosti čelních ozubených kol s přímými a šikmými zuby – Část 3: Výpočet pevnosti zubu v ohybu

ISO 6336-5:1996 nezavedena

ISO/TR 10495:1997 nezavedena

Vypracování normy

Zpracovatel: ČVUT FSTROJ Praha, IČ 68407700, Doc. Dr. Ing. Tomáš Vampola, Ing. Jaroslav Skopal, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 25 Ozubená kola, převodovky a drážkování

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Jan Klíma

**MEZINÁRODNÍ NORMA**

Výpočet únosnosti čelních ozubených kol s přímými ISO 9083 a šikmými zuby – Aplikace na lodní ozubená kola První vydání 2001-07-15

ICS 21.200; 47.020.05

Předmluva	7
Úvod	8
1 Předmět normy	9
2 Odkazy na normy	9
3 Termíny, definice, značky	10
4 Aplikace	15
4.1 Návrh, specifické aplikace	15
4.1.1 Obecně	15
4.1.2 Údaje ozubeného kol	16
4.1.3 Polotovar kola, věnec kola	17
4.1.4 Materiály	17
4.1.5 Mazání	18
4.2 Faktory bezpečnosti	18
4.3 Vstupní údaje	18
4.4 Numerické rovnice	19
5 Faktory ovlivnění	19
5.1 Obecně	19
5.2 Jmenovité tečné zatížení $F_t$ , jmenovitý točivý moment $T$ , jmenovitý výkon $P$	20
5.3 Nerovnoměrné zatížení, nerovnoměrný točivý moment, nerovnoměrný výkon	20
5.4 Maximální tečné zatížení $F_{t,max}$ , maximální točivý moment $T_{max}$ , maximální výkon $P_{max}$	20
5.5 Aplikační faktor $K_A$	21
5.5.1 Obecně	21
5.5.2 Metoda A - Faktor $K_{A,A}$	21
5.5.3 Metoda B - Faktor $K_{A,B}$	21
5.6 Vnitřní dynamický faktor $K_v$	21
5.6.1 Obecně	21
5.6.2 Výpočet parametrů potřebných k vyhodnocení $K_v$	22
5.6.3 Dynamický faktor v podkritickém pásmu ( $N L N_2$ )	24
5.6.4 Dynamický faktor v hlavním rezonančním pásmu ( $N_2 < N L 1,15$ )	25

Strana	
5.6.5 Dynamický faktor v nadkritickém pásmu ( $N L 1,5$ )	25
5.6.6 Dynamický faktor ve středním pásmu ( $1,15 < N < 1,5$ )	26
5.7 Faktor zatížení boku zubů $K_{H\beta}$	26
5.7.1 Obecně	26
5.7.2 Faktor zatížení boku zubů $K_{H\beta,C1}$	26
5.7.3 Faktor zatížení boku zubů $K_{H\beta,C2}$	29
5.7.4 Nesouosost záběru před záběhem, $F_{\beta}$	31
5.8 Faktor zatížení boku zubů, $K_{H\beta}$	36
5.9 Faktor čelního zatížení, $K_{H\alpha}$ , $K_{F\alpha}$	36
5.9.1 Obecně	36
5.9.2 Určení faktorů čelního zatížení	36
5.9.3 Omezující podmínky pro $K_{H\alpha}$ a $K_{F\alpha}$	37
5.9.4 Přídavek na záběr, $Y_s$	37
6 Výpočet trvanlivosti povrchu (pitting)	37
6.1 Základní vztahy	37
6.1.1 Obecně	37
6.1.2 Určení kontaktního napětí $s_H$ pro pastorek	38
6.1.3 Stanovení kontaktního napětí, $s_H$ pro kolo	38
6.1.4 Určení dovoleného kontaktního napětí, $s_{Hpp}$ pro dlouhou životnost	38
6.1.5 Faktor bezpečnosti z hlediska dlouhodobé povrchové odolnosti, $S_H$	39
6.2 Faktor dotyku jednoho páru zubů, $Z_H, Z_D$	39
6.3 Faktor zóny $Z_I$	41
6.4 Faktor pružnosti (elasticity) $Z_E$	41
6.5 Faktor poměrného dotyku, $Z_I$	41
6.5.1 Obecně	41
6.5.2 Poměrný čelní dotyk $\hat{I}_\alpha$	42
6.5.3 Poměrný záběr $\hat{I}_\beta$	42
6.6 Faktor úhlu sklonu boku zubu $Z_\alpha$	42
6.7 Přípustný počet zátěžových cyklů (kontaktních), $S_{Hlim}$	42
6.8 Vlivy na tvorbu mazivového filmu $Z_L, Z_v$ a $Z_a$	42
6.8.1 Obecně	42
6.8.2 Faktor mazání $Z_L$	43
6.8.3 Faktor rychlosti $Z_v$	43
6.8.4 Faktor drsnosti $Z_a$	44
6.9 Faktor provozního vytvrzení $Z_w$	44
6.10 Faktor rozměru, $Z_x$	45

Strana	
7 Výpočet pevnosti v ohybu zubu	45
7.1 Základní vztahy	45
7.1.1 Obecně	45
7.1.2 Určení napětí v patě zubu $s_F$	46
7.1.3 Určení přípustného napětí v patě zubu, $s_{Fpp}$	46
7.1.4 Faktor bezpečnosti z hlediska pevnosti v ohybu, $S_F$	46
7.2 Faktor tvaru $Y_F$	47
7.2.1 Obecně	47
7.2.2 Parametry potřebné k určení $Y_F$	48
7.2.3 kola s vnitřním ozubením	49
7.2.4 Parametry virtuálního ozubeného kola	51
7.3 Faktor korekce napětí $Y_\epsilon$	51
7.4 Faktor úhlu sklonu boku zubu, $Y_\beta$	52
7.5 Referenční napětí v patě zubu $s_{Fe}$	52
7.6 Faktor relativní vrubové citlivosti $Y_{d,rel,T}$	52
7.7 Relativní faktor povrchu $Y_{R,rel,T}$	53
7.8 Faktor rozměru, $Y_\sigma$	54
<b>Příloha A</b> (normativní) Parametry tuhosti zubu $c'$ a $c_3$	55
<b>Příloha B</b> (normativní) Speciální prvky méně běžných konstrukčních typů ozubených kol	58
<b>Příloha C</b> (informativní) Pokyn pro hodnoty aplikačního faktoru, $K_s$	64
<b>Příloha D</b> (informativní) Pokyn pro hodnoty podélné vypuklosti a odlehčení konců zubu válcových ozubených kol	68
<b>Příloha E</b> (informativní) Kontrola a vyhodnocení pásma záběru zubu	69
Bibliografie	73

Foreword	7
Introduction	8
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms, definitions and symbols	10
4 Application	15
4.1 Design, specific applications	15
4.1.1 General	15
4.1.2 Gear data	16
4.1.3 Wheel blank, wheel rim	17
4.1.4 Materials	17
4.1.5 Lubrication	18
4.2 Safety factors	18
4.3 Input data	18
4.4 Numerical equations	19
5 Influence factors	19
5.1 General	19
5.2 Nominal tangential load, $F_t$ , nominal torque, $T$ , nominal power, $P$	20
5.3 Non-uniform load, non-uniform torque, non-uniform power	20
5.4 Maximum tangential load, $F_{t,max}$ , maximum torque, $T_{max}$ , maximum power, $P_{max}$	20
5.5 Application factor, $K_A$	21
5.5.1 General	21
5.5.2 Method A - Factor $K_{A,A}$	21
5.5.3 Method B - Factor $K_{A,B}$	21
5.6 Internal dynamic factor, $K_v$	21
5.6.1 General	21
5.6.2 Calculation of the parameters required for evaluation of $K_v$	22
5.6.3 Dynamic factor in the subcritical range ( $N L N_2$ )	24
5.6.4 Dynamic factor in the main resonance range ( $N_2 < N L 1,15$ )	25

Page	
5.6.5 Dynamic factor in the supercritical range ( $N L 1,5$ )	25
5.6.6 Dynamic factor in the intermediate range ( $1,15 < N < 1,5$ )	26
5.7 Face load factor, $K_{H\beta}$	26
5.7.1 General	26
5.7.2 Face load factor, $K_{H\beta,C1}$	26
5.7.3 Face load factor, $K_{H\beta,C2}$	29
5.7.4 Mesh misalignment before running-in, $F_{\beta}$	31
5.8 Face load factor, $K_{H\beta}$	36
5.9 Transverse load factors, $K_{H\alpha}$ , $K_{F\alpha}$	36
5.9.1 General	36
5.9.2 Determination of the transverse load factors	36
5.9.3 Limiting conditions for $K_{H\alpha}$ and $K_{F\alpha}$	37
5.9.4 Running-in allowance, $Y_s$	37
6 Calculation of surface durability (pitting)	37
6.1 Basic formulae	37
6.1.1 General	37
6.1.2 Determination of contact stress, $s_H$ , for the pinion	38
6.1.3 Determination of contact stress, $s_H$ , for the wheel	38
6.1.4 Determination of permissible contact stress, $s_{Hpp}$ , for long life	38
6.1.5 Safety factor for surface durability, $S_H$	39
6.2 Single pair tooth contact factors, $Z_H, Z_D$	39
6.3 Zone factor, $Z_I$	41
6.4 Elasticity factor, $Z_E$	41
6.5 Contact ratio factor, $Z_I$	41
6.5.1 General	41
6.5.2 Transverse contact ratio, $\hat{I}_\alpha$	42
6.5.3 Overlap ratio, $\hat{I}_\beta$	42
6.6 Helix angle factor, $Z_\alpha$	42
6.7 Allowable stress numbers (contact), $S_{Hlim}$	42
6.8 Influences on lubrication film formation, $Z_L, Z_v$ and $Z_a$	42
6.8.1 General	42
6.8.2 Lubricant factor, $Z_L$	43
6.8.3 Speed factor, $Z_v$	43
6.8.4 Roughness factor, $Z_a$	44
6.9 Work hardening factor, $Z_w$	44
6.10 Size factor, $Z_x$	45

Page	
7 Calculation of tooth bending strength	45
7.1 Basic formulae	45
7.1.1 General	45
7.1.2 Determination of tooth root stress $s_F$	46
7.1.3 Determination of permissible tooth root stress, $s_{Fpp}$	46
7.1.4 Safety factor for bending strength, $S_F$	46
7.2 Form factor, $Y_F$	47
7.2.1 General	47
7.2.2 Parameters required for the determination of $Y_F$	48
7.2.3 Internal gears	49
7.2.4 Parameters for the virtual gear	51
7.3 Stress correction factor, $Y_\epsilon$	51
7.4 Helix angle factor, $Y_\beta$	52
7.5 Tooth-root reference strength, $s_{Fe}$	52
7.6 Relative notch sensitivity factor, $Y_{d,rel,T}$	52
7.7 Relative surface factor, $Y_{R,rel,T}$	53
7.8 Size factor, $Y_\sigma$	54
<b>Annex A</b> (normative) Tooth stiffness parameters $c'$ and $c_3$	55
<b>Annex B</b> (normative) Special features of less common gear designs	58
<b>Annex C</b> (informative) Guide values for application factor, $K_s$	64
<b>Annex D</b> (informative) Check and interpretation of tooth contact pattern	68
<b>Annex E</b> (informative) eck and interpretation of tooth contact pattern	69
Bibliography	73

#### Odmítnutí odpovědnosti za manipulaci s PDF souborem

Tento soubor PDF může obsahovat vložené typy písma. V souladu s licenční politikou Adobe lze tento soubor tisknout nebo prohlížet, ale nesmí být editován, pokud nejsou typy písma, které jsou vloženy, používány na základě licence a instalovány v počítači, na němž se editace provádí. Při stažení tohoto souboru přejímají jeho uživatelé odpovědnost za to, že nebude porušena licenční politika Adobe. Ústřední sekretariát ISO nepřijímá za její porušení žádnou odpovědnost. Adobe je obchodní značka „Adobe Systems Incorporated“.

Podrobnosti o softwarových produktech použitých k vytvoření tohoto souboru PDF lze najít ve Všeobecných informacích, které se vztahují k souboru; parametry, na jejichž základě byl PDF soubor vytvořen, byly optimalizovány pro tisk. Soubor byl zpracován s maximální péčí tak, aby ho členské organizace ISO mohly používat. V málo pravděpodobném případě, že vznikne problém, který se týká souboru, informujte o tom Ústřední sekretariát ISO na níže uvedené adrese.



## DOKUMENT CHRÁNĚNÝ COPYRIGHTEM

© ISO 2001

Veškerá práva vyhrazena. Pokud není specifikováno jinak, nesmí být žádná část této publikace reprodukována nebo používána v jakémkoliv formě nebo jakýmkoliv způsobem, elektronickým nebo mechanickým, včetně fotokopíí a mikrofilmů, bez písemného svolení buď od organizace ISO na níže uvedené adrese, nebo od členské organizace ISO v zemi žadatele.

ISO copyright office

Case postale 56 · CH-1211 Geneva 20

Tel. + 41 22 749 01 11

Fax + 41 22 749 09 47

E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)

Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Published in Switzerland

### Předmluva

ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci) je celosvětová federace národních normalizačních orgánů (členů ISO). Mezinárodní normy obvykle vypracovávají technické komise ISO. Každý člen ISO, který se zajímá o předmět, pro který byla vytvořena technická komise, má právo být v této technické komisi zastoupen. Práce se zúčastňují také vládní i nevládní mezinárodní organizace, s nimiž ISO navázala pracovní styk. ISO úzce spolupracuje s Mezinárodní elektrotechnickou komisí (IEC) ve všech záležitostech normalizace v elektrotechnice.

Návrhy mezinárodních norem jsou vypracovávány v souladu s pravidly danými směrnici ISO/IEC, část 3.

Hlavním úkolem technických komisí je vypracování mezinárodních norem. Návrhy mezinárodních norem přijaté technickými komisemi se rozesílají členům ISO k hlasování. Vydání mezinárodní normy vyžaduje souhlas alespoň 75 % hlasujících členů.

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. ISO nelze činit odpovědnou za identifikaci jakéhokoliv nebo všech patentových práv.

ISO 9083 vypracovala technická komise ISO/TC 60, Ozubené převody, Subkomise SC 2, Výpočty zatížení ozubení.

Dodatky A a B tvoří normativní část ISO 9083. Dodatky C až E jsou jen pouze informativní.

### Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

International Standards are drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 3.

The main task of technical committees is to prepare International Standards. Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights. ISO shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard ISO 9083 was prepared by Technical Committee ISO/TC 60, Gears, Subcommittee SC 2, Gear capacity calculation.

Annexes A and B form a normative part of ISO 9083. Annexes C to E are for information only.

## Úvod

Postupy pro obecný výpočet únosnosti čelních kol s přímým a šikmým zuby s ohledem na pitting a pevnost v ohybu jsou obsaženy v ISO 6336-1, ISO 6336-2, ISO 6336-3 a ISO 6336-5. Tato mezinárodní norma je odvozena z ISO 6336-1, ISO 6336-2 a ISO 6336-3 za použití specifických metod a předpokladů aplikovatelných na lodní ozubené převody. Aplikace této mezinárodní normy vyžaduje použití dovolených namáhání a materiálových požadavků obsažených v ISO 6336-5.

## 1 Předmět normy

## Introduction

Procedures for the calculation of the load capacity of general spur and helical gears with respect to pitting and bending strength appear in ISO 6336-1, ISO 6336-2, ISO 6336-3 and ISO 6336-5. This International Standard is derived from ISO 6336-1, ISO 6336-2 and ISO 6336-3 by the use of specific methods and assumptions considered to be applicable to marine gears. Its application requires the use of allowable stresses and material requirements that are to be found in ISO 6336-5.

Konec  
náhledu -  
text dále  
pokračuje  
v placené  
verzi  
ČSN.