

Hydraulické stroje - Směrnice pro řešení abrazivního opotřebení v Kaplanových, Francisových a Peltonových turbínách

ČSN
EN 62364
08 5024

idt IEC 62364:2013

Hydraulic machines – Guide for dealing with hydro-abrasive erosion in Kaplan, Francis, and Pelton turbines

Machines hydrauliques – Guide relatif au traitement de l'érosion hydro-abrasive des turbines Kaplan, Francis et Pelton

Wasserturbinen – Leitfaden für den Umgang mit hydroabrasiver Erosion in Kaplan-, Francis- und Pelton-Turbinen

Tato norma je českou verzí evropské normy EN 62364:2013. 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 European Standard EN 62364:2013. It was translated by the Czech Office for Standards, Metrology and Testing. It has the same status as the official version.

Národní předmluva

Informativní údaje z IEC 62364:2013

Tuto mezinárodní normu vypracovala technická komise IEC/TC 4 *Vodní turbíny*.

Text této normy se zakládá na těchto dokumentech:

FDIS
4/279/FDIS

Zpráva o hlasování
4/283/RVD

Úplnou informaci o hlasování lze najít ve zprávě o hlasování ve výše uvedené tabulce.

Tato publikace byla vypracována v souladu se směrnicemi ISO/IEC, část 2.

Komise rozhodla, že obsah základní publikace a jejích změn se nebude měnit až do výsledného data aktualizace uvedeného na webových stránkách IEC (<http://webstore.iec.ch>) v údajích o této publikaci. K tomuto datu bude publikace buď

- znovu potvrzena;

- zrušena;
- nahrazena revidovaným vydáním, nebo
- změněna.

Souvisící ČSN

IEC 60193:1999 zavedena v ČSN EN 60193:2001 (08 5009) Vodní turbíny, akumulční čerpadla a čerpadlové turbíny – Přejímací zkoušky na modelu

IEC 60609-2:1999 zavedena v ČSN EN 60609-2:2002 (08 5015) Vyhodnocování kavitačního opotřebení vodních turbín, akumulčních čerpadel a čerpadlových turbín – Část 2: Hodnocení u Peltonových turbín

Vypracování normy

Zpracovatel: ČKD Blansko Engineering, a. s., IČ 25305034, Ing. Josef Zouhar, Ing. Jiří Špidla, CSc.

Technická normalizační komise: TNK 48 Vodní turbíny a akumulční čerpadla

Pracovník Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: Ing. Jiří Holub

EVROPSKÁ NORMA EN 62364 **EUROPEAN STANDARD** **NORME EUROPÉENNE** **EUROPÄISCHE NORM** Srpen 2013

ICS 23.100.10; 27.140

Hydraulické stroje - Směrnice pro řešení abrazivního opotřebení v Kaplanových, Francisových a Peltonových turbínách (IEC 62364:2013)

Hydraulic machines – Guide for dealing with hydro-abrasive erosion in Kaplan, Francis, and Pelton turbines (IEC 62364:2013)

Machines hydrauliques – Guide relatif au traitement de l'érosion hydro-abrasive des turbines Kaplan, Francis et Pelton (CEI 62364:2013)

Wasserturbinen – Leitfaden für den Umgang mit hydroabrasiver Erosion in Kaplan-, Francis- und Pelton-Turbinen (IEC 62364:2013)

Tato evropská norma byla schválena CENELEC dne 2013-08-01. Členové CENELEC jsou povinni splnit vnitřní předpisy CEN/CENELEC, v nichž jsou stanoveny podmínky, za kterých se této evropské normě bez jakýchkoliv modifikací uděluje status národní normy.

Aktualizované seznamy a bibliografické citace týkající se těchto národních norem lze obdržet na vyžádání v Řídicím centru CEN-CENELEC nebo u kteréhokoliv člena CENELEC.

Tato evropská norma existuje ve třech oficiálních verzích (anglické, francouzské, německé). Verze v každém jiném jazyce přeložená členem CENELEC do jeho vlastního jazyka, za kterou zodpovídá a kterou notifikuje Řídicímu centru CEN-CENELEC, má stejný status jako oficiální verze.

Členy CENELEC jsou národní elektrotechnické komitety Belgie, Bulharska, Bývalé jugoslávské republiky Makedonie, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Chorvatska, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Malty, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska,

Švédsko, Švýcarsko a Turecko.

CENELEC

Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
Řídicí centrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brusel

© 2013 CENELEC Veškerá práva pro využití v jakékoli formě a jakýmkoli prostředky jsou celosvětově vyhrazena členům CENELEC.
Ref. č. EN 62364:2013 E

Předmluva

Text dokumentu 4/279/FIDS, budoucího prvního vydání IEC 62364 vypracovaný technickou komisí IEC/TC 4 *Vodní turbíny*, byl předložen k paralelnímu hlasování IEC-CENELEC a byl schválen CENELEC jako EN 62364:2013.

Jsou stanovena tato data:

- nejzazší datum zavedení dokumentu na národní úrovni vydáním identické národní normy nebo vydáním oznámení o schválení k přímému používání jako normy národní (dop) 2014-05-01
- nejzazší datum zrušení národních norem, které jsou s dokumentem v rozporu (dow) 2016-08-01

Upozorňuje se na možnost, že některé prvky tohoto dokumentu mohou být předmětem patentových práv. CENELEC [a/nebo CEN] nelze činit odpovědným za identifikaci jakéhokoliv nebo všech patentových práv.

Oznámení o schválení

Text mezinárodní normy IEC 62364:2013 byl schválen CENELEC jako evropská norma bez jakýchkoliv modifikací.

Obsah

Strana

Úvod 8

1 Rozsah platnosti 9

2 Termíny, definice a značky 9

2.1 Jednotky 9

2.2 Termíny, definice a značky 9

3 Míra abraze 12

3.1 Teoretický model 12

3.2	Uvedení proměnné <i>PL</i>	13
3.3	Výsledky průzkumu	15
3.4	Referenční model	16
4	Návrh	16
4.1	Obecně	16
4.2	Systém přívodu vody	17
4.3	Uzávěr	17
4.3.1	Obecně	17
4.3.2	Výběr abrazivně odolných materiálů a nátěrů	17
4.3.3	Korozivzdorné návary	17
4.3.4	Ochrana (uzavření) mezery mezi pouzdrem a čepem	17
4.3.5	Zarážky umístěné vně uzávěru	18
4.3.6	Správná kapacita servomotoru hlavního uzávěru	18
4.3.7	Zvětšení velikosti obtoku při zvýšených průsacích přes rozváděcí lopatky	18
4.3.8	Návrh obtokového systému	18
4.4	Turbína	18
4.4.1	Obecně	18
4.4.2	Hydraulický návrh	18
4.4.3	Konstrukční návrh	20
4.4.4	Provoz	25
4.4.5	Náhradní díly a pravidelné prohlídky	26
4.4.6	Monitorování částic a odběr vzorků	26
5.	Materiály odolné proti abrazi	27
5.1	Pokyny týkající se relativní odolnosti materiálů proti abrazi včetně abrazivně odolných povrchových úprav	27
5.1.1	Obecně	27
5.1.2	Diskuze a závěry	28
5.2	Pokyny týkající se údržby abrazivně odolných povrchových úprav	28

- 5.2.1 Definice pojmů používaných v tomto článku 28
- 5.2.2 Interval pro generální opravy ochranných povrchových úprav 28
- 5.2.3 Údržba ochranných povrchů 30
- 6 Pokyny pro doplnění specifikací 30
 - 6.1 Obecně 30
 - 6.2 Vlastnosti částic procházejících turbínou 31
 - 6.3 Roztřídění částic podle jejich velikosti 31
 - 6.4 Roztřídění částic podle tvrdosti minerálů v uvedených obdobích 32

Strana

Příloha A (informativní) Příklad výpočtu PL 33

Příloha B (informativní) Měření a zaznamenávání abrazivního opotřebení 35

Příloha C (informativní) Postup při odběru vzorků vody 47

Příloha D (informativní) Postupy pro analýzu koncentrace, velikosti, tvrdosti a tvaru částic 48

Příloha E (informativní) Zkoušky abrazivní odolnosti materiálů 50

Příloha F (informativní) Typická kritéria pro určení času generální opravy z důvodu abrazivního poškození 61

Příloha G (informativní) Příklad výpočtu velikosti opotřebení pro úplný model 62

Příloha H (informativní) Příklady výpočtu TBO v rámci referenčního modelu 63

Bibliografie 65

Obrázek 1 – Diagram pro stanovení charakteristických rychlostí v místě rozváděcích lopatek W_{GV} a v oběžném kole W_{RU} jako funkce měrných otáček turbíny 13

Obrázek 2 – Příklad rozložení proudění v dýze Peltonovy turbíny při různých zatíženích 14

Obrázek 3 – Příklad ochrany přechodové oblasti 18

Obrázek 4 – Prodloužení oběžné lopatky u zlepšeného oběžného kola 19

Obrázek 5 – Příklad kavitace typu „myší uši“ na věnci oběžného kola 20

Obrázek 6 – Detail těsnění čepů rozváděcích lopatek 21

Obrázek 7 – Příklad upevnění čelních plechů z neobtékané strany 22

Obrázek 8 – Odlehčovací potrubí z horního víka včetně kolen 23

Obrázek 9 – Stupeň labyrintu s optimalizovaným tvarem pro tvrdý nástřik 25

Obrázek 10 - Vývoj tlaku ve spirále v závislosti na čase	29
Obrázek D.1 - Příklady typické geometrie částec	49
Obrázek E.1 - Schéma zkušebního zařízení použitého pro zkoušku 1	50
Obrázek E.2 - Zařízení pro zkoušku ASTM	52
Obrázek E.3 - Zkušební vzorek	53
Obrázek E.4 - Zkušební zařízení „Slurry pot“	54
Obrázek E.5 - Vysokorychlostní zkušební zařízení	55
Obrázek E.6 - Vzorky jsou umístěny na rotujícím disku	56
Obrázek E.7 - Porovnání dvou vzorků po ukončení zkoušek	56
Obrázek E.8 - Celkové schéma zařízení s rotujícím diskem	56
Obrázek E.9 - Schéma zkušebního zařízení použitého při zkoušce 8	57
Obrázek E.10 - Zkoušení vzorků na abrazivním zkušebním zařízení	58
Obrázek E.11 - Kryt disku	59
Obrázek E.12 - Křivky závislosti součinitele abraze soustrojí na obvodové rychlosti pro 3 druhy materiálů	59
Tabulka 1 - Analýza dat z obdržených dotazníků	15
Tabulka 2 - Přehled proveditelnosti oprav typu C	30
Tabulka 3 - Formulář pro záznam vlastností částic procházejících turbínou	31
Tabulka 4 - Formulář pro záznam roztřídění částic podle jejich velikosti	31
Tabulka 5 - Formulář pro záznam roztřídění částic podle tvrdosti minerálů pro každé z výše uvedených období	32
Tabulka A.1 - Příklad dokumentace zkoušky vzorků	33
Tabulka A.2 - Příklad dokumentace výsledků zkoušky vzorků	34
Tabulka B.1 - Záznam o kontrole vstupní části oběžného kola	39
Tabulka B.2 - Záznam o kontrole výstupní části oběžného kola	40
Tabulka B.3 - Záznam o kontrole věnce oběžného kola	41
Tabulka B.4 - Záznam o kontrole rozváděcích lopatek	42
Tabulka B.5 - Záznam o kontrole čelního obložení a víka	43

Tabulka B.6 – Záznam o kontrole horního pevného labyrintu	44
Tabulka B.7 – Záznam o kontrole horního rotujícího labyrintu	44
Tabulka B.8 – Záznam o kontrole dolního pevného labyrintu	45
Tabulka B.9 – Záznam o kontrole dolního rotujícího labyrintu	46
Tabulka E.1 – Relativní opotřebení v laboratorní zkoušce 1	51
Tabulka E.2 – Relativní opotřebení v laboratorní zkoušce 2	51
Tabulka E.3 – Relativní opotřebení v laboratorní zkoušce 3	52
Tabulka E.4 – Relativní opotřebení v laboratorní zkoušce 4	53
Tabulka E.5 – Výsledky zkoušky	54
Tabulka E.6 – Výsledky zkoušek	55
Tabulka E.7 – Výsledky zkoušek	57
Tabulka E.8 – Relativní opotřebení v laboratorní zkoušce 8	58
Tabulka E.9 – Výsledky relativního opotřebení pro některé materiály ($U = 40$ m/s)	60
Tabulka G.1 – Výpočty	62
Tabulka H.1 – Příklad výpočtu pro Peltonovu turbínu	63
Tabulka H.2 – Příklad výpočtu pro Francisovu turbínu	64

Úvod

Mnoho vlastníků vodních elektráren se občas potýká s velmi agresivním poškozením svých strojů následkem abraze. Tito vlastníci musí nalézt způsob, jak sdělit svým potenciálním dodavatelům požadavek, aby věnovali zvýšenou pozornost na minimalizaci následků abraze již v etapě hydraulického a konstrukčního návrhu turbíny.

Existuje omezená shoda a velmi malé množství dat pro postupy, které by návrhář měl uvažovat před generální opravou, aby prodloužil životnost těch součástí, které jsou provozovány při působení závažné abraze. To způsobuje, že někteří vlastníci předepisují do svých specifikací podmínky, které nemohou být dosaženy známými metodami a materiály.

1 Rozsah platnosti

Tato směrnice slouží k tomu, aby se

- prezentovala data míry abraze v závislosti na několika kombinacích vlastností vody, provozních podmínek, materiálu a vlastností součástí shromážděných z různých vodních děl;
- vytvořily směrnice pro metody minimalizující abrazivní opotřebení modifikací hydraulických návrhů používaných pro čistou vodu. Tyto směrnice neobsahují detaily jako tvary hydraulických profilů, které jsou vytvořeny specialisty pro hydraulický návrh pro dané dílo;
- vytvořily směrnice založené na „empirických datech“ týkající se relativní odolnosti materiálů vystavených účinkům abraze;

- d. vytvořily směrnice ohledně požadavků na údržbu materiálů odolných proti abrazivnímu opotřebení a tvrdých povrchových nátěrů;
- e. vytvořily směrnice doporučeného postupu, které by vlastníkům měly zabezpečit, že specifikace určené pro jejich díla počítají s nutností zvýšené pozornosti z hlediska abraze už při hydraulickém návrhu turbíny, avšak bez nespílitelných kritérií, která by byla mimo možnosti výrobců;
- f. vytvořily směrnice týkající se provozních režimů vodních turbín ovlivněné abrazivními částicemi ve vodě tak, aby se zvýšila jejich životnost.

Ve směrnici se předpokládá, že voda není chemicky agresivní. Jelikož je chemická agresivita závislá na mnoha možnostech chemického složení a na materiálu stroje, je toto vyňato z rozsahu této směrnice.

Ve směrnici se předpokládá, že se v turbíně nevyskytuje kavitace. Kavitace a abraze se mohou navzájem zesílit tak, že výsledné opotřebení je větší než součet kavitačního a abrazivního opotřebení. Kvantitativní vztah výsledného opotřebení není znám a je mimo rámec této směrnice to stanovit, kromě doporučení, že zvláštní úsilí se musí provést v etapě návrhu turbíny pro minimalizaci kavitace.

Velké pevné částice (např. kameny, dřevo, led, kovové předměty, atd.) pohybující se s vodou, mohou narazit na součásti turbíny a způsobit tak její poškození. Toto poškození může naopak zvýšit turbulenci proudění a tím zrychlit opotřebení jak kavitací, tak abrazí. Povrchová úprava zajišťující odolnost proti abrazi může být také poškozena nárazy velkých pevných předmětů. I toto je nad rámec této směrnice.

Tato směrnice se převážně zaměřuje na zařízení vodních elektráren. Určité části mohou být také použity pro jiné hydraulické stroje.

Konec náhledu - text dále pokračuje v placené verzi ČSN.