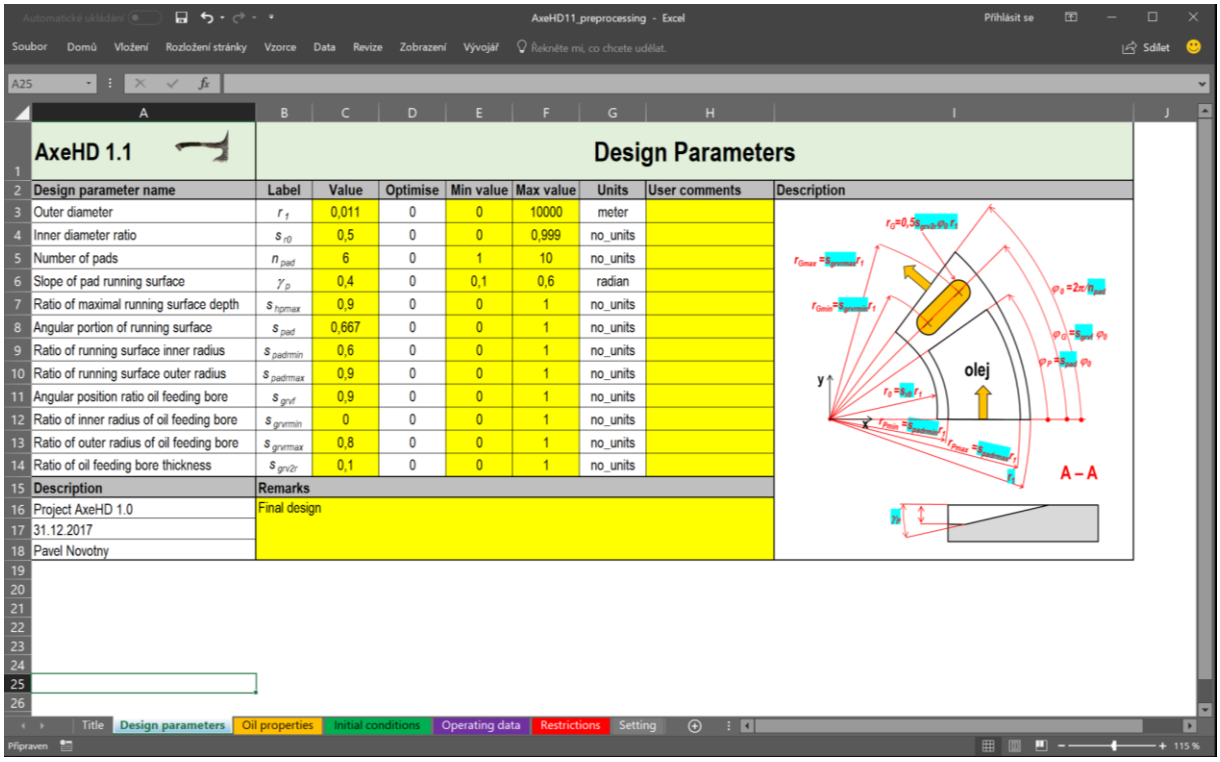
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

2017
SOFTWARE

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Software name

AxeHD 1.0



AxeHD 1.1

Design Parameters

Design parameter name	Label	Value	Optimise	Min value	Max value	Units	User comments	Description
Outer diameter	r_1	0,011	0	0	10000	meter		
Inner diameter ratio	s_{r0}	0,5	0	0	0,999	no_units		
Number of pads	n_{pad}	6	0	1	10	no_units		
Slope of pad running surface	γ_p	0,4	0	0,1	0,6	radian		
Ratio of maximal running surface depth	s_{hpmax}	0,9	0	0	1	no_units		
Angular portion of running surface	s_{pad}	0,667	0	0	1	no_units		
Ratio of running surface inner radius	$s_{padrmin}$	0,6	0	0	1	no_units		
Ratio of running surface outer radius	$s_{padrmax}$	0,9	0	0	1	no_units		
Angular position ratio oil feeding bore	s_{grvf}	0,9	0	0	1	no_units		
Ratio of inner radius of oil feeding bore	$s_{grvrmin}$	0	0	0	1	no_units		
Ratio of outer radius of oil feeding bore	$s_{grvrmax}$	0,8	0	0	1	no_units		
Ratio of oil feeding bore thickness	s_{grv2r}	0,1	0	0	1	no_units		

Description	Remarks
Project AxeHD 1.0	Final design
31.12.2017	
Pavel Novotny	

Figure 1 Pre-processor of AxeHD 1.0 software based on MS Excel capabilities

Authors

doc. Ing. Pavel Novotný, Ph.D.
Ing. Martin Jonák
Ing. Juraj Hliník

Date

31. 12. 2017

Internal No.

AxeHD 1.0

Description

AxeHD 1.0 is a software tool for dealing with turbocharger rotor axial bearing lubrication issues. SW enables parametric studies of a given geometry according to typical bearings configurations used in the turbocharging. Pre-processing and postprocessing are done through MS Excel software. The Hydrodynamic Solver uses finite volume methods for a 2D problem solution. Main results such as oil flow, oil layer warm-up, friction torque, maximum oil pressure or minimum oil film thickness can be used to design new sliding thrust bearings. Physical description includes the effect of oil cavitation, inlet and outlet channels, or centrifugal forces on the oil layer. The numerical solution is implemented through a separate application written in C++.

Keywords

Turbocharging, thrust bearing, lubrication, parametric study.

CZ Popis

AxeHD 1.0 je softwarový nástroj pro řešení problematiky mazání axiálního ložiska rotoru turbodmychadla. SW umožňuje parametrické studie dané geometrie dle přednastavených typických konfigurací ložisek využívaných v oblasti turbodmychadel. Zadání vstupních údajů (preprocessing) a zobrazení výsledků (postprocessing) je provedeno prostřednictvím software MS Excel. Hydrodynamický řešič využívá metody konečných objemů pro 2D úlohu. Hlavní výsledky jako jsou průtoky oleje, oteplení olejové vrstvy, ztrátové momenty, maximální tlaky v olejové vrstvě nebo minimální tloušťka vrstvy lze využít pro dimenzování nových kluzných axiálních ložisek. Fyzikální popis zahrnuje vliv kavitace oleje, vstupních a výstupních kanálků, nebo odstředivé síly na olejovou vrstvu. Numerické řešení je realizováno v prostřednictvím samostatné aplikace napsané v jazyku C++.

CZ Klíčová slova

Turbodmychadlo, axiální ložisko, mazání, parametrická studie.

CZ Parametry technické

Využitím nové verze software lze detailně řešit hydrodynamické mazání axiálních kluzných ložisek turbodmychadel. Hlavní výsledky jako jsou průtoky oleje, oteplení olejové vrstvy, ztrátové momenty, maximální tlaky v olejové vrstvě nebo minimální tloušťka vrstvy lze využít pro návrh nových kluzných axiálních ložisek.

CZ Parametry ekonomické

SW je vytvořen jako samostatná aplikace vyžadující formátovaná vstupní data na bázi běžně používaného komerčního programu MS Excel. Software lze šířit zdarma a používat k nekomerčním účelům. Jako nástavba vyžaduje licenci MS Excel. Uživatel však není oprávněn software či jeho součásti, jakkoliv měnit. Pro komerční využití je třeba se obrátit na autora:

doc. Ing. Pavel Novotný, Ph.D.
novotny.pa@fme.vutbr.cz
tel: +42 054 1142 271

Předáno za projekt

Centrum kompetence automobilového průmyslu Josefa Božka, TE01020020.

CZ Implementační plán

Plán implementace výsledků projektu předpokládá následující formy uplatnění:

- Využití licencí na software mimo účastníky projektu ve formě pronájmu na definovanou dobu nebo prodeje s trvalou platností.
- Využití softwaru účastníky projektu pro externí zákazníky při vývoji strojních zařízení.
- Využití získaných znalostí a zkušeností řešitelského týmu pro řešení problematiky interakce součástí prostřednictvím tenkých vrstev tekutin.

CZ Kontaktní osoba

Doc. Ing. Pavel Novotný, Ph.D.

CZ Telefon

+420541142272

CZ Místnost

A1/616

CZ Prohlášení

Prohlašuji, že popsaný výsledek naplňuje definici uvedenou v Metodice hodnocení výsledku výzkumu, experimentálního vývoje a inovací pro rok 2010, a že jsem si vědom důsledku plynoucích z porušení § 14 zákona č. 130/2002 Sb. (ve znění platném od 1. července 2009). Prohlašuji rovněž, že na požádání předložím technickou dokumentaci výsledku.

.....

Doc. Ing. Pavel Novotný, Ph.D.

Příloha 1

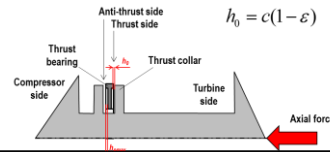
AxeHD 1.1 — **Oil Properties**

Oil property parameter name	Label	Value	Units	User comments	Description
Oil density	ρ_0	851	no_units		Oil viscosity vs. temperature
Oil cappacity	c_0	2000	J/kg.K		$\eta(T) = ae^{b/(T-c)}$
Oil viscosity at 25°C	η_0	0,01	Pa.s		
Oil temperature constant 1	a	9,56E-05	no_units		
Oil temperature constant 2	b	955,9	no_units		
Oil temperature constant 3	c	-118,1	no_units		
Cavitation pressure	p_{cav}	0	Pa		

Description	Remarks
Project AxeHD 1.0	Oil Castrol Edge 0-W30
31.12.2017	
Pavel Novotny	

Figure 2 Input of oil properties

AxeHD 1.1 — **Initial Conditions**

IC parameter name	Label	Value	Units	User comments	Description
Initial relative eccentricity	ε_0	0,8	no_units		
Initial operating oil temperature	T_0	156	°C		

Project	Remarks
Project AxeHD 1.0	Final design
31.12.2017	
Pavel Novotny	

Figure 3 Input of initial conditions

AxeHD 1.1 — **Operating Data**

Operating parameter name	Label	Value	Units	User comments
Axial force	F_{ax}	50	N	1
Rotor speed	rpm	100000	1/min	
Axial velocity	v_z	0	m / s	
Inlet oil temperature	T_{inlet}	100	°C	
Inlet oil pressure	p_{inlet}	100000	Pa	

Project	Remarks
Project AxeHD 1.0	Final design
31.12.2017	
Pavel Novotny	

Figure 4 Input of operating data

AxeHD 1.1	Restrictions				
Results name	**Label**	**Min. value**	**Max. value**	**Units**	**User comments**
Load cappacity tolerance	ΔF_{ax}	-5	5	N	1
Operating oil pressure	p	0	1E+08	1/min	
Oil operating temperature	T	0	200	°C	
Oil film thickness	h_{min}	0,000001	10000	m	
Project	**Remarks**				
Project AxeHD 1.0	Final design				
31.12.2017					
Pavel Novotny					

Figure 5 Input of solution restrictions

AxeHD 1.1	Settings			
Results name	**Label**	**Value**	**Units**	**User comments**
Number of grid points for radius	m	41	-	
Number of grid points for angle	n	81	-	
Hydrodynamic solution error	ε_{HD}	1,00E-06	-	
Load capacity error	ε_{FU}	1,00E-03	-	
Underrelax coefficient for temperature	ω_T	0,2	-	
Underrelax coefficient for force	ω_{FU}	0,8	-	
Maximal temperatur step in iteration	h_{temp}	5	°C	
Project	**Remarks**			
Project AxeHD 1.0	Numerical solution based on Finite Diference Method for pressure solution and Newton Raphson method for force equalibrum			
31.12.2017				
Pavel Novotny				

Figure 6 Input of solution settings

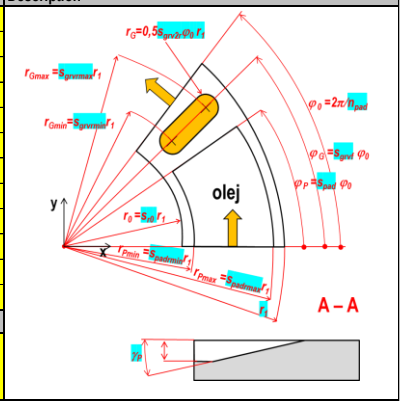
AxeHD 1.1	Design Parameters							
Design parameter name	**Label**	**Value**	**Optimise**	**Min value**	**Max value**	**Units**	**User comments**	**Description**
Outer diameter	r_1	0,011	0	0	10000	meter		
Inner diameter ratio	s_{r0}	0,5	0	0	0,999	no_units		
Number of pads	n_{pad}	6	0	1	10	no_units		
Slope of pad running surface	γ_p	0,4	0	0,1	0,6	radian		
Ratio of maximal running surface depth	s_{hpmax}	0,9	0	0	1	no_units		
Angular portion of running surface	s_{pad}	0,667	0	0	1	no_units		
Ratio of running surface inner radius	$s_{padrmin}$	0,6	0	0	1	no_units		
Ratio of running surface outer radius	$s_{padrmax}$	0,9	0	0	1	no_units		
Angular position ratio oil feeding bore	s_{grvf}	0,9	0	0	1	no_units		
Ratio of inner radius of oil feeding bore	$s_{grvrmin}$	0	0	0	1	no_units		
Ratio of outer radius of oil feeding bore	$s_{grvrmax}$	0,8	0	0	1	no_units		
Ratio of oil feeding bore thickness	s_{grv2r}	0,1	0	0	1	no_units		
Description	**Remarks**							
Project AxeHD 1.0	Final design							
31.12.2017								
Pavel Novotny								

Figure 7 Input of bearing geometry