

Technická zpráva
1308018

Kontrola ohybového napětí čepu v kritických místech na SO
Papírny Olšany PS4-sušící válec-srpen2013

Vypracoval : Ing. Otakar Kozel
Datum: 23.8..2013

Adresa: PAPKON s.r.o., Cihelná ulice 776, 41108 Štětí
Tel./Fax: +420 416 813 167
e-mail: papkon@papkon.cz

PAPKON s.r.o. se sídlem v Cihelné ulici 776, 41108 Štětí vedená v obchodním rejstříku
u Krajského soudu v Ústí n.L. oddíl C, vložka 9616

IČ: 62739760 DIČ: CZ62739760

1.Obsah zprávy

- 1/ Obsah
- 2/ Zadání
- 3/ Schéma a rozměry válce
- 4/ Výpočet
 - 4.1. Prázdný válec
 - 4.1.1 Prázdný válec
 - 4.2. Válec s kondenzátem
- 5/ Závěr
- 6/ Použitá literatura

2.Zadání

Provést statický výpočet ohybového napětí v čepu SO u sušícího válce papírenského stroje PS4 -Papírny Olšany.

- Zadané hodnoty:
- informativní výkresy válců 5049-040-000, 5049-041-000
 - hmotnost válce cca 4t
 - pohon válce, $P=13\text{kW}$, $i=22$
 - obvodová rychlost válce 700m/min
 - opásání válce 200st
 - tah v sušícím sítu 5kN
 - hmotnost závaží lanovice 120kg
 - materiál pláště, čepů : ocelolitiny $R_m=324,6\text{MPa}$
 - měření rozměrů souvisejících dílů

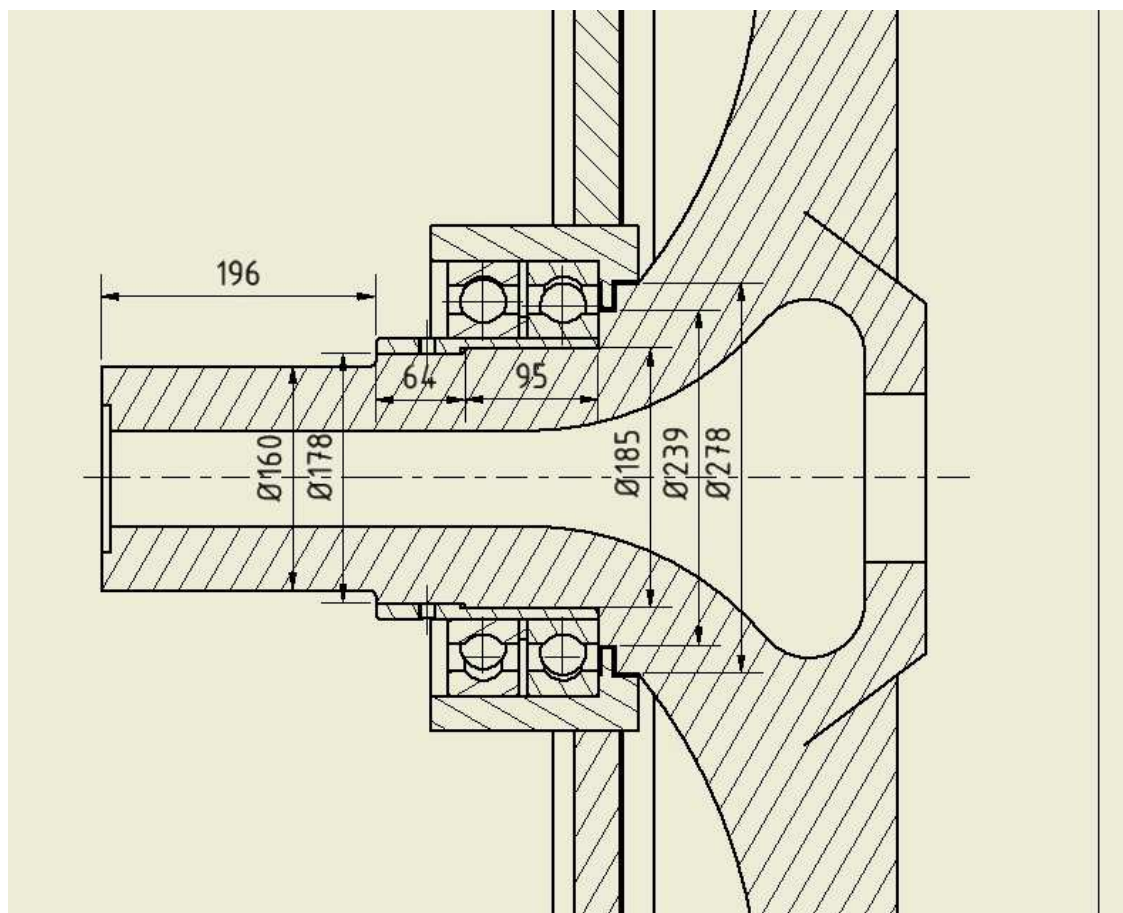
3.Schéma a rozměry válce

Rozměrové, objemové a hmotnostní parametry dílů válce byli získány měřením dílů, vytvořením počítačového modelu a ověřeny reálným vážením.



Obr.1-3D model válce

Měřením rozměrů jednotlivých dílů válce bylo zjištěno, že vnitřní díra má kuželovitý tvar a použitím opravárenského pouzdra může dojít ke zúžení nosného průřezu čepu.



Obr.2- rozměry čepu a poloha lanovice



Obr.3- pohled na víko zevnitř

Parametry válce:

-hmotnost čela s čepem SO	:	750kg
-řemenice :	:	250kg
-hmotnost pláště:	:	2.830kg
<u>-hmotnost čela s čepem SP</u>	:	<u>770kg</u>
celková hmotnost	:	4.600kg

4. Výpočet

Zatížení kroutícím momentem není uvažováno. Válec nebude poháněný.

Zatížení váhou pláště:

$$G_{plášť} = m \cdot g = 2830 \cdot 9,81 = 27762N$$

$$q_{plášť} = \frac{27762}{2400} = 11,57N / mm$$

Zatížení hmotností čepů

$$G_{čepSO} = 750 \cdot 9,81 = 7357,5N$$

$$G_{čepSP} = 770 \cdot 9,81 = 7553,7N$$

Zatížení tahem v sušícím sítu

$$q_{sítu} = \frac{F_{tah}}{2400} = \frac{5000}{2400} = 2,1N / mm$$

Zatížení od lanovice

$$G_{lan} = (m_{lan} + m_{závaží}) \cdot g = (267 + 120) \cdot 9,81 \doteq 3800N$$

Zatížení váhou kondenzátu

$$V = \frac{1}{3} \frac{\pi \cdot 1,44^2}{4} \cdot 2,292 = 1,24m^3$$

$$G_{H20} = g \cdot V \cdot \rho = 9,81 \cdot 1,24 \cdot 1000 = 12164N$$

$$q_{H20} = \frac{12164}{2400} = 5,07N / mm$$

Materiálové hodnoty čepu:

- materiál , šedá litina s lupínkovým grafitem - viz. příložený passport 422435

$$\sigma_{Pr} = 324,6MPa$$

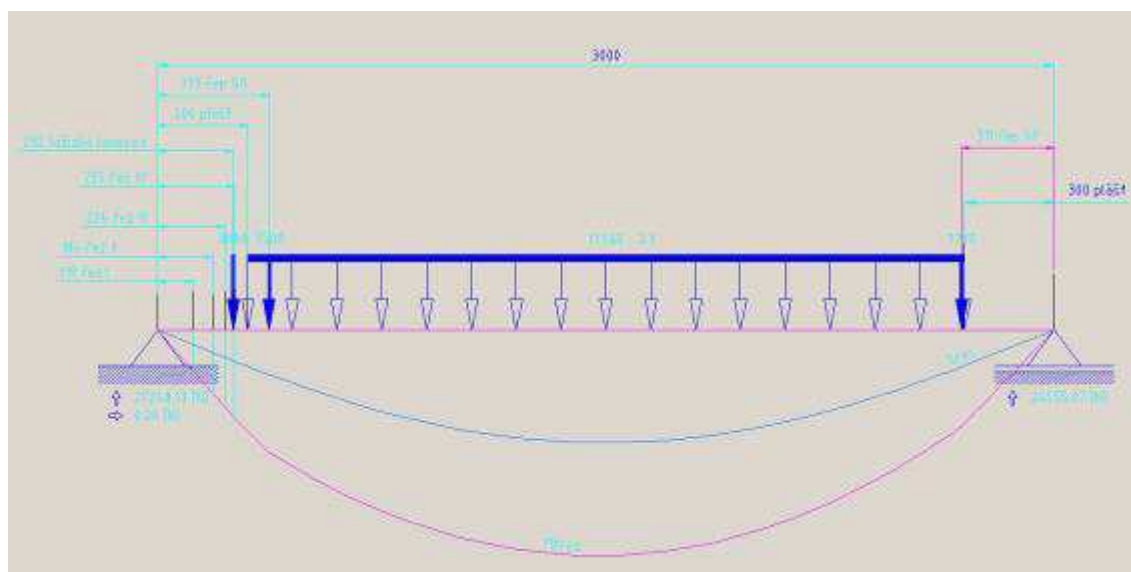
$$\sigma_{Pr,100st.C} = 290MPa$$

$$\sigma_{Oc} = 163MPa \text{ -mez únavy při ohybu za rotace}$$

$$\sigma_{DO} = 80MPa$$

4.1.Prázdný válec

U tohoto výpočetního modelu byl sušící válec nahrazen nosníkem s pevnou podporou a posuvnou podporou viz *Obr.6*. Tíha čepů resp. zatížení od lanovice zahrnutý v osamělé síle v těžišti čepů resp. v místě působení . Hmotnost pláště resp. tah od sušícího síta je zadána spojitým zatížením po délce nosníku.



Obr.4- schéma výpočtového modelu

Výstupní hodnoty:

Kontrolní místa jsou zvoleny v místech změny osazení čepu viz. *Obr.5*.

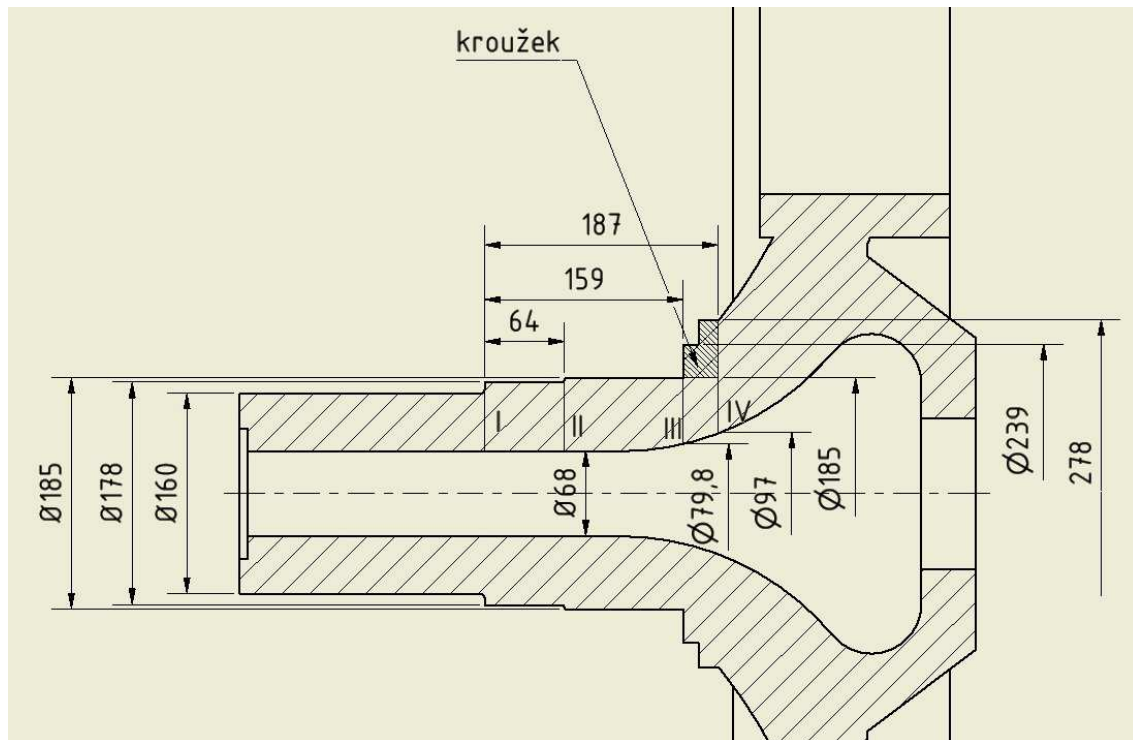
Maximální ohybový moment : $M_{o\max} = 17843Nm$

Ohybový moment v místě I: $M_{oI} = 3243Nm$

Ohybový moment v místě II: $M_{oII} = 5013Nm$

Ohybový moment v místě III: $M_{oIII} = 6103Nm$

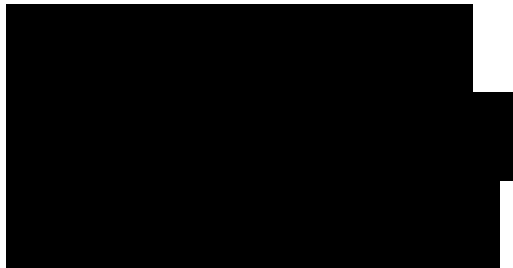
Ohybový moment v místě IV: $M_{oIV} = 7616Nm$



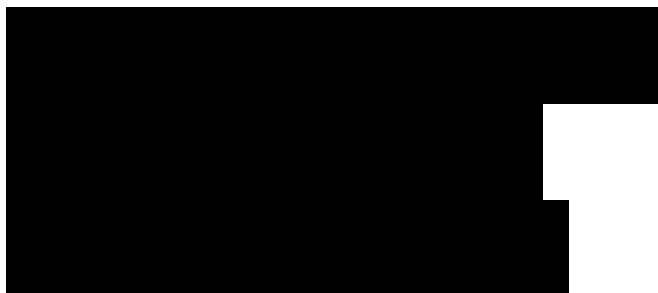
Obr.5- kontrolovaná místa

Průřezové charakteristiky míst I,II,III,IV:

$$W_{ol} = \frac{\pi \cdot (160^3 - 70^3)}{32} = 368450 \text{ m}^3$$



Ohybové napětí v místech I, II,III,IV:



$$\sigma_{oIV} = \frac{M_{oIV}}{W_{oIV}} = \frac{7616 \cdot 10^3}{532004} = 14,3 \text{ MPa} < \sigma_{Do}$$

Ohybové napětí je pod mezí dovoleného napětí v ohybu, čep vyhovuje .

Vrubové účinky

místo I

$$\rho = 4mm$$

$$D = 178mm$$

$$d = 160mm$$

$$\frac{\rho}{D-d} = \frac{4}{178-160} = 0,22$$

$$\frac{\rho}{d} = \frac{4}{160} = 0,025$$

$$\alpha_o = 2,56 \text{ ___}[5]$$

Maximální ohybové napětí čepu v místě **I** – vrubový účinek

$$\sigma_{o\text{Imax}} = \alpha_o \cdot \sigma_{ol} = 2,56 \cdot 8,8 = 22,5MPa < \sigma_{Do} \text{ **vyhovuje** pevnostní podmínce}$$

místo II

$$\rho = 5mm$$

$$D = 185mm$$

$$d = 178mm$$

$$\frac{\rho}{D-d} = \frac{5}{188-178} = 0,1$$

$$\frac{\rho}{d} = \frac{5}{178} = 0,028$$

$$\alpha_o = 2,68 \text{ ___}[5]$$

Maximální ohybové napětí čepu v místě **II** – vrubový účinek:

$$\sigma_{ol\text{Imax}} = \alpha_o \cdot \sigma_{ol} = 2,68 \cdot 9,6 = 25,7MPa < \sigma_{Do} \text{ **vyhovuje**}$$

místo III

$$\rho = 5\text{mm}$$

$$D = 239\text{mm}$$

$$d = 185\text{mm}$$

$$\frac{\rho}{D-d} = \frac{5}{239-185} = 0,09$$

$$\frac{\rho}{d} = \frac{5}{185} = 0,027$$

$$\alpha_o = 2,74_{[5]}$$

Maximální ohybové napětí čepu v místě **III** – vrubový účinek:

$$\sigma_{ol\max} = \alpha_o \cdot \sigma_{ol} = 2,74 \cdot 10,6 = 29\text{MPa} < \sigma_{Do} \text{ vyhovuje}$$

místo IV

$$\rho = 5\text{mm}$$

$$D = 278\text{mm}$$

$$d = 185\text{mm}$$

$$\frac{\rho}{D-d} = \frac{5}{278-185} = 0,05$$

$$\frac{\rho}{d} = \frac{5}{185} = 0,027$$

$$\alpha_o = 2,8_{[5]}$$

Maximální ohybové napětí čepu v místě **IV** – vrubový účinek:

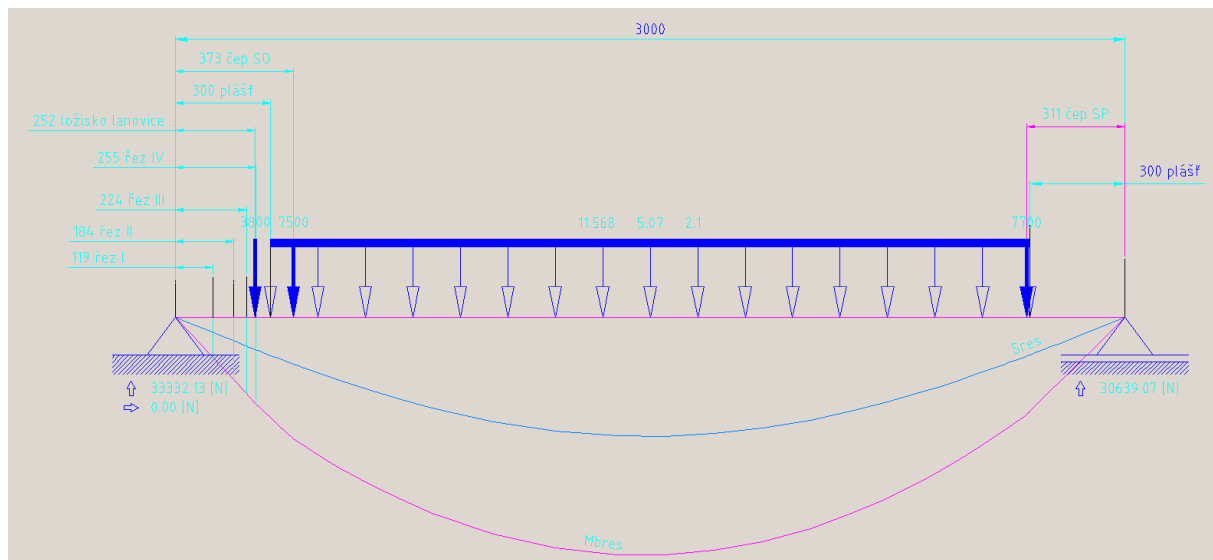
$$\sigma_{ol\max} = \alpha_o \cdot \sigma_{ol} = 2,8 \cdot 14,3 = 40\text{MPa} < \sigma_{Do} \text{ vyhovuje}$$

Nejvyšší hodnota 40MPa nepřekračuje dovolené napětí materiálu pro ohyb 80MPa.

4.2. Válec s kondenzátem

V tomto výpočtu byla započtena váha kondenzátu který se v některých případech může hromadit ve válci. Kontrola je provedena pro případ kdy neodvedený kondenzát tvoří objem celého vnitřního prostoru válce.

Výpočtový model je zobrazen na *Obr.8*.



Obr.8

Maximální ohybový moment : $M_{o_{max}} = 34255 Nm$

Ohybový moment v místě I: $M_{oI} = 5413 Nm$

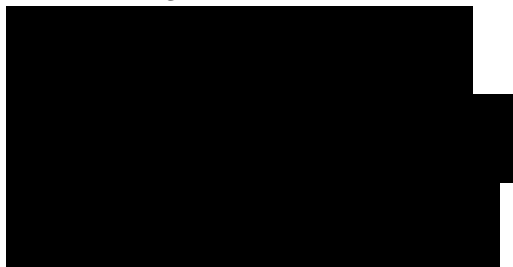
Ohybový moment v místě II: $M_{oII} = 8371 Nm$

Ohybový moment v místě III: $M_{oIII} = 12589 Nm$

Ohybový moment v místě IV: $M_{oIV} = 13755 Nm$

Průřezové charakteristiky míst I,II,III,IV:

$$W_{ol} = \frac{\pi \cdot (160^3 - 70^3)}{32} = 368450 m^3$$



Ohybové napětí v místech I, II,III,IV:

$$\sigma_{ol} = \frac{M_{oI}}{W_{ol}} = \frac{5413 \cdot 10^3}{368450} = 14,7 MPa < \sigma_{Do}$$

$$\sigma_{oII} = 16,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{oIII} = 22 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{oIV} = 25,8 \text{ MPa}$$

Vrubové účinky

$$\sigma_{oI \text{ Imax}} = \alpha_{oI} \cdot \sigma_{oI} = 2,56 \cdot 14,7 = 37,6 \text{ MPa} < \sigma_{Do}$$

$$\sigma_{oII \text{ Imax}} = \alpha_{oII} \cdot \sigma_{oII} = 2,68 \cdot 16,1 = 43,1 \text{ MPa} < \sigma_{Do}$$

$$\sigma_{oIII \text{ Imax}} = \alpha_{oIII} \cdot \sigma_{oIII} = 2,74 \cdot 22 = 60,3 \text{ MPa} < \sigma_{Oc}$$

$$\sigma_{oIV \text{ Imax}} = \alpha_{oIV} \cdot \sigma_{oIV} = 2,8 \cdot 25,8 = 72,2 \text{ MPa} < \sigma_{Do} = 80 \text{ MPa}$$

Ohybové napětí v kritických místech čepu v případě zatížení válce kondenzátem také **vyhovuje** pevnostní podmínce. V místě IV dochází vlivem vrubových účinků ke koncentraci napětí které dosahuje téměř dovolených hodnot. Jde o mezní hodnotu kterou nesmí napětí překročit .

5.Závěr

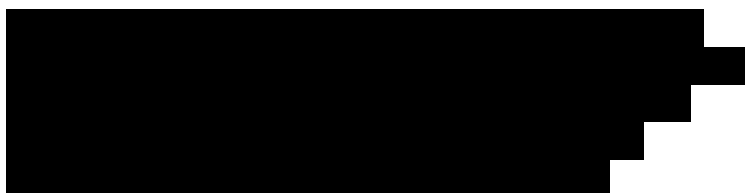
Dle zadání tento válec nebude poháněn - stávající pohon již nebude použit. Ve výpočtu je uvažováno pouze s ohybovým namáháním válce.

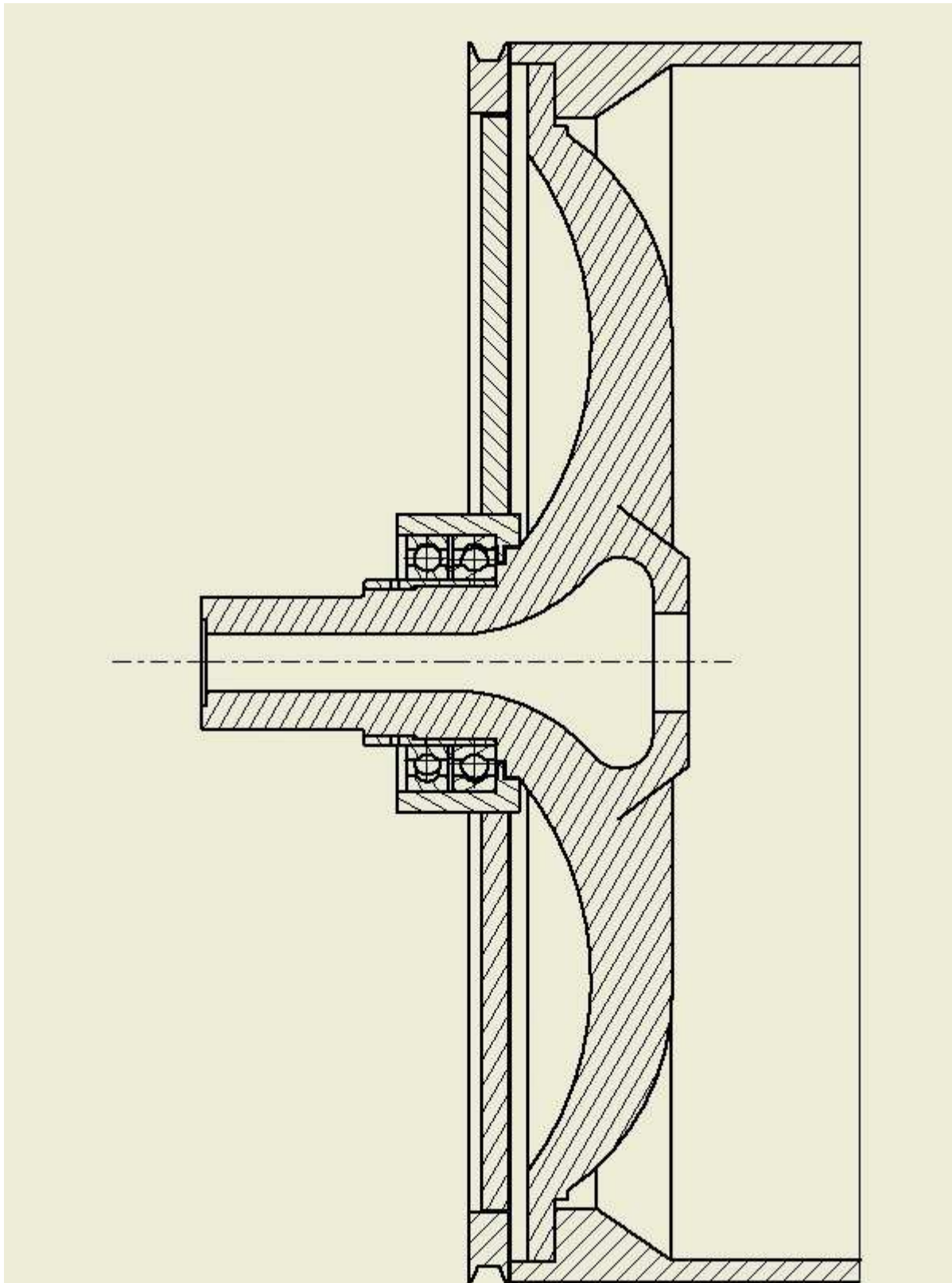
Průchozí díra v čepu má na straně blíže k válci konické zakončení. Použití opravárenského pouzdra dojde ke zmenšení průřezových charakteristik čepu. Byla zkontrolována kritická místa čepu a porovnána s dovoleným napětím v ohybu. V místě IV došlo ke zvýšení napětí blízké k dovolené.

Vzhledem k uvažovaným vstupním parametrům - hladký povrch vnitřní díry, homogenita materiálu které mohou být reálně jiné, **doporučuji v místě IV zesílit čep. Viz příloha P.2.**

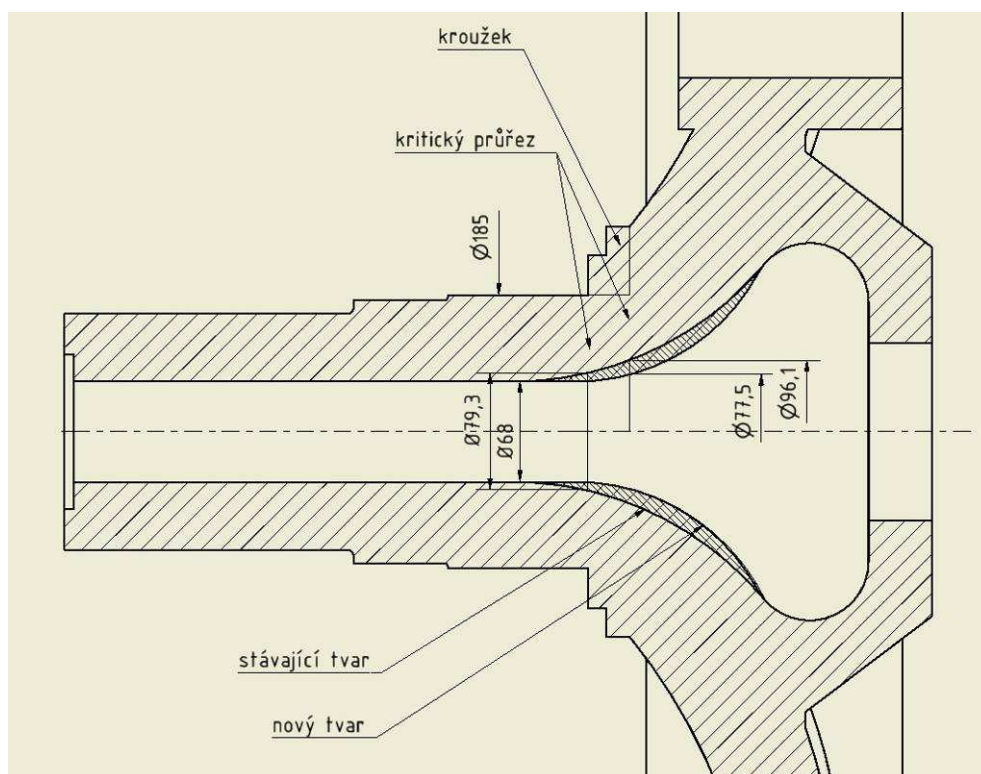
Dále doporučuji kontrolovat množství kondenzátu ve válci a zamezit při manipulaci, přepravě, a odstávkových pracích na PS přetížení čepů (zavěšování břemen apod.).

6.Použitá literatura



7. Příloha

P. 1.-model válce



P.2 - úprava čepu - zesílení průřezů čepu

Fabryka Automatów Tokarskich
 "PONAR" - Wrocław
 Zakład Nr 2
 w Chocianowie

Atest odlewu nr 51/80


Nazwa odlewu Poltrywan cyl d 1500 x 2400 50 data odlania 9 II 1980 r.

Skład chemiczny <u>Coal-35</u>						Własności mechaniczne			
Symbol	C	Si	Mn	P	S	H _n	Br N/mm ²	f	A %
Wynik badania	3.20	1.58	0.68	0.08	0.07	200	524.6		

Uwagi D.K.T.
 Odlewno odprężająco
 zgot. wakuacją pracowaną
 przez 1.1.

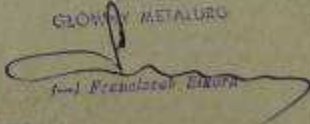
Odlew pod względem składu chemicznego i własności mechanicznych zgodny z normą ZN75/OC-1, wykonanie zgodne z PN-65 17-53100.

Uwagi laboratorium
 sw. wytopu -1



podpis i pieczęćka

Analizę chemiczną przeprowadził 11. II 80 r.
 Własności mechaniczne zbadal 12. II 80 r.

GLÓWNY METALURG


Kierownik laboratorium

 Kierownik laboratorium

Chocianów, dnia 12. II 80 r.

P.3.- passport