

Těsnění víka I.O. kolektoru PG elektráren typu VVER

Petr Toman

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr TOMAN**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Téma práce: **Těsnění víka I.O. kolektoru PG elektráren typu WER**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracujte literární studii k danému tématu a analýzu současného stavu**
- 2. Navrhněte řešení těsnění víka**
- 3. Zhotovte výrobní dokumentaci**
- 4. Provedte ekonomické zhodnocení**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího BP

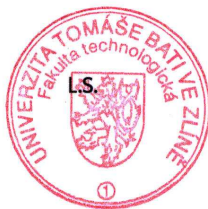
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. František Volek, CSc.**
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **19. února 2008**

Termín odevzdání bakalářské práce: **6. června 2008**

Ve Zlíně dne 30. ledna 2008


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Jedním z nejdůležitějších aspektů při posuzování jakéhokoli technologického zařízení je jeho technická bezpečnost. Pokud se zaměříme na energetiku, zvláště pak na jadernou, je jednou z našich největších priorit zajistit, aby za žádných provozních nebo havarijních stavů nedošlo k porušení těsnosti primárního okruhu a následného úniku radioaktivního média. I o primárním okruhu se dá říci, že je pouze tak pevný jako jeho nejslabší a nejzranitelnější část. Touto částí bývá mnohdy právě těsnění a těsněním přírubových spojů primárního okruhu se zabývá tato bakalářská práce. V teoretické části si popíšeme stávající stav zatěsnění I.O. kolektoru PG těsněním z niklového drátu, dále si vysvětlíme funkci nového hřebenového těsnění s obložení z expandovaného grafitu. Tomuto těsnění se budeme věnovat i v praktické části, kde popíšeme a vyhodnotíme stendové zkoušky při různých simulovaných provozních stavech.

Klíčová slova: primární okruh, kolektor PG, hřebenové těsnění, expandovaný grafit

ABSTRACT

The technical safety factor is one of the most important aspects during reviewing of any of processing equipment. When we concentrate to the power engineering, a specially nuclear energetic, it is one the most important priority to secure, that in any of operating or emergency conditions not to come to damage the impermeability of primary circuit and following accidental release of radioactive medium. It is possible to say about the primary circuit that it is as strong as strong is it the most weakness part. The main theme of my baccalaureate work is just the flange gasket of primary circuit what is usually the most weakness part mentioned hereinbefore. In theoretical part we describe the present state of sealing of I.O. SG collector by the sealing made of nickel wire, furthermore we explain the function of new modified kammprofile gasket with expanded graphite layer. In practical part we will apply this new kind of gasket.

Keywords: Primary circle, SG collector, kammprofile gasket, expanded graphite

Chtěl bych touto cestou poděkovat mému konzultantovi panu Miroslavu Krejčímu, který mi byl velmi nápomocen při získávání informací a zkušeností v problematice přírubových spojů, kterých má mnoho při své mnohaletá praxi v oblasti údržby jaderných elektráren.

Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu ing. Františku Volkovi, CSc za odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnoval při sepisování této bakalářské práce.

Motto:

Pouze dvě věci jsou nekonečné, vesmír a lidská hloupost. U té první si tím však nejsem tak jist.

[Albert Einstein]

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 JADERNÉ ELEKTRÁRNY TYPU VVER	10
1.1 ZÁKLADNÍ PRINCIP VÝROBY ELEKTŘINY V JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ	10
1.1.1 Řízená štěpná reakce a vznik tepla v jaderném reaktoru.....	11
1.1.2 Přeměna jaderné energie na energii elektrickou.....	12
1.2 PAROGENERÁTOR	14
1.2.1 Obecně o parogenerátoru.....	14
1.2.2 Tlaková nádoba	14
1.2.3 Výchřevná plocha.....	15
1.2.4 Vstupní a výstupní kolektor	15
1.2.5 Žaluziový separátor	16
1.2.6 Uchycení výchřevné plochy	16
1.2.7 Závěs PG	16
1.2.8 Lanový omezovač.....	16
1.3 VÍKO PRIMÁRNÍHO KOLEKTORU.....	17
1.3.1 Těsnění víka primárního kolektoru	18
1.3.2 Niklové těsnění - hlavní silový tok	19
II PRAKTICKÁ ČÁST	21
2 MODIFIKACE TĚSNĚNÍ I.O. KOLEKTORU PG	22
2.1 IDENTIFIKACE PROBLÉMU	22
2.2 ZADÁNÍ PODMÍNEK MODIFIKACE.....	22
2.2.1 Rozhodující podmínky:	22
2.2.2 Doplnující podmínka:.....	22
2.3 ŘEŠENÍ MODIFIKACE.....	23
2.3.1 Grafitové těsnění BURGMANN - vedlejší silový tok	23
2.3.1.1 Výpočet deformací grafitu s ohledem na tolerance	24
2.3.1.2 Výpočet těsnících sil.....	25
3 MODIFIKOVANÉ HŘEBENOVÉ TĚSNĚNÍ S EXPANDOVANÝM GRAFITEM	28
3.1 NÁVRH ŘEŠENÍ	28
3.1.1 Konstrukce hřebenového těsnění	29
3.2 VÝPOČET TĚSNÍCÍHO SPOJE.....	31
3.2.1 Výpočet těsnících hodnot	32
3.2.2 Výpočet pro nominální parametry.....	32
3.3 STENDOVÉ ZKOUŠKY	33
3.3.1 Program stendových zkoušek	33
3.3.1.1 Parametry zkoušky	33
3.3.1.2 Přípravenost zkoušky.....	33
3.3.2 Průběh stendové zkoušky	34

3.3.3	Vyhodnocení stendové zkoušek	34
3.4	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ.....	35
	ZÁVĚR	37
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	38
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	39
	SEZNAM OBRÁZKŮ	40
	SEZNAM TABULEK.....	41
	SEZNAM PŘÍLOH.....	42

ÚVOD

V dnešní době je jedním z mnoha neřešených témat rozumná a bezpečná koncepce energetické politiky. V našem regionu nemáme příliš možností vybrat si významný zdroj energie. Máme samozřejmě uhelné elektrárny, které můžeme odsiřovat a modernizovat, ale bude nám to stačit? Není třeba se zamyslet, zda nebude lepší realizovat výstavbu nových zdrojů? Musíme mít na paměti, že novou uhelnou elektrárnu postavíme v horizontu 5 let a jadernou v průměru za 10 let. Dnes však není politická vůle začít s výstavbou nových jaderných bloků, ale věřím, že to nebude dlouho trvat a tato situace se nutně změní. Je tedy na provozovatelích a technicích, kteří se musí snažit, aby naše zdroje byly co možná nejbezpečnější. K tomu by mělo přispívat i používání co možná nejbezpečnějších těsnících materiálů. Existuje řada firem, které se zabývají výrobou těsnění, ale je pravda, že evropská legislativa má v tomto ohledu jisté rezervy (a o to více česká) a proto není přesně stanoven standard co je a co není dobré těsnění. Proto není divu, že při komplikovanějších nenormalizovaných spojích se tak často hledá nejvhodnější těsnění metodou pokus – chyba, protože na těsnění většina konstruktérů pohlíží tak, že zabývat se jejich podrobnějším výpočtem je ztráta času a tak většina spojů je navrhována a počítána pouze na pevnost.

Mělo by být samozřejmostí, že pokud by se nějaká elektrárna začala stavět, měly by se pro její výstavbu použít nejmodernější technologie a materiály, které mohou zvýšit bezpečnost a ekonomičnost provozu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 JADERNÉ ELEKTRÁRNY TYPU VVER

Ve střední a východní Evropě se nejčastěji setkáme s jadernými bloky, v jejichž útroběch se skrývá reaktor typu VVER (Tlakovodní jaderný reaktor chlazený a moderovaný vodou). V České republice máme dvě jaderné elektrárny, Dukovany VVER 440 a VVER 1000 na Temelíně. Na Slovensku mají také dvě elektrárny Jaslovské Bohunice a Mochovce obě typu VVER 440. Číslo uváděné za typem reaktoru je výkon jednoho bloku v [MW].



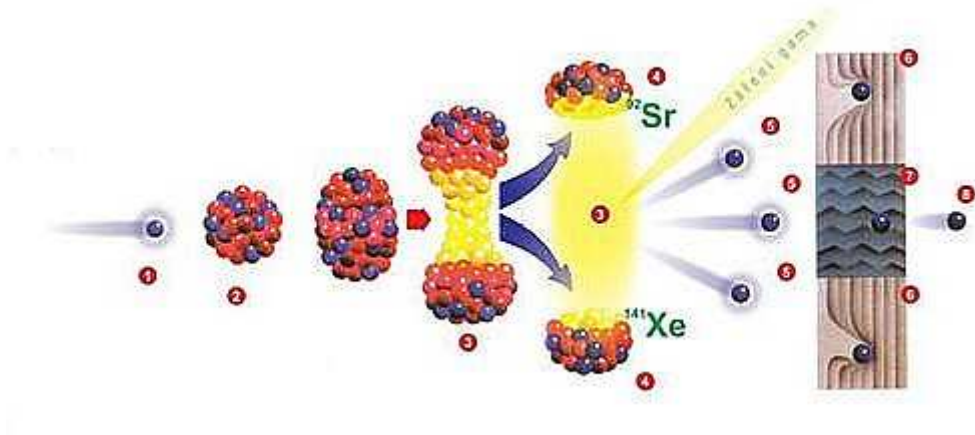
Obrázek 1: Letecký pohled na EDU

1.1 Základní princip výroby elektřiny v jaderné elektrárně

V jaderných energetických blocích se postupně mění jaderná energie na energii tepelnou, tepelná energie na energii pohybovou (kinetickou) a pohybová energie na energii elektrickou. Jaderná energie se uvolňuje v aktivní zóně reaktoru při řízené štěpné reakci.

Jako palivo u reaktoru VVER se používá oxid uraničitý (UO_2) ve formě palivových tablet, naskládáných v palivovém prutu. Palivo je obohaceno izotopy uranu ^{235}U .

1.1.1 Řízená štěpná reakce a vznik tepla v jaderném reaktoru



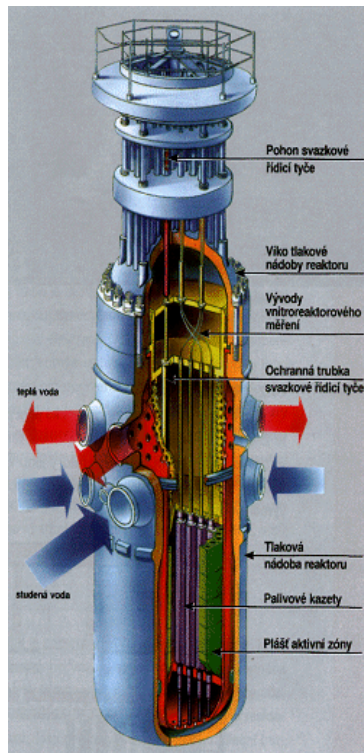
Obrázek 2: Řízená štěpná reakce

- | | |
|-------------------------------------|--------------------|
| 1. Pomalý neutron | 5. Rychlé neutrony |
| 2. Jádru uranu (^{235}U) | 6. Absorbátor |
| 3. Štěpení | 7. Moderátor |
| 4. Dva odštěpky (štěpné produkty) | 8. Pomalý neutron |

Ke štěpné jaderné reakci dochází u těžkých atomových jader (např. ^{235}U) při jejich „odštělování“ neutrony. Neutron pronikne do jádra uranu, je absorbován a tím se předá tomuto jádru tolik kinetické energie, že se rozkmitá a rozdělí se většinou na dva odštěpky, které se od sebe velkou rychlostí vzdalují. Jsou však velmi brzy brzděny nárazy o okolní atomová jádra a jejich pohybová energie se mění na energii tepelnou.

Při rozštěpení jádra uranu se rovněž uvolní dva až tři rychlé neutrony. Aby se zvýšila pravděpodobnost štěpení delšího jádra, musíme tyto neutrony zpomalit (moderovat) pomocí srážek s jádry atomů chladiva primárního okruhu (voda = moderátor). Pokud bychom však neutrony pouze zpomalovali a neregulovali jejich počet, došlo by k exponenciálnímu růstu počtu štěpení a k neřízené řetězové reakci – výbuchu.

Pro záchyt přebytečných neutronů slouží jádra atomů bóru, který se ve formě kyseliny borité přidává do chladiva primárního okruhu. Štěpná reakce se také řídí pomocí neutrony absorbujících tyčí („klastřů“), které se buď zasouvají, nebo vytahují z aktivní zóny reaktoru.



Obrázek 3: Jaderný reaktor typu VVER

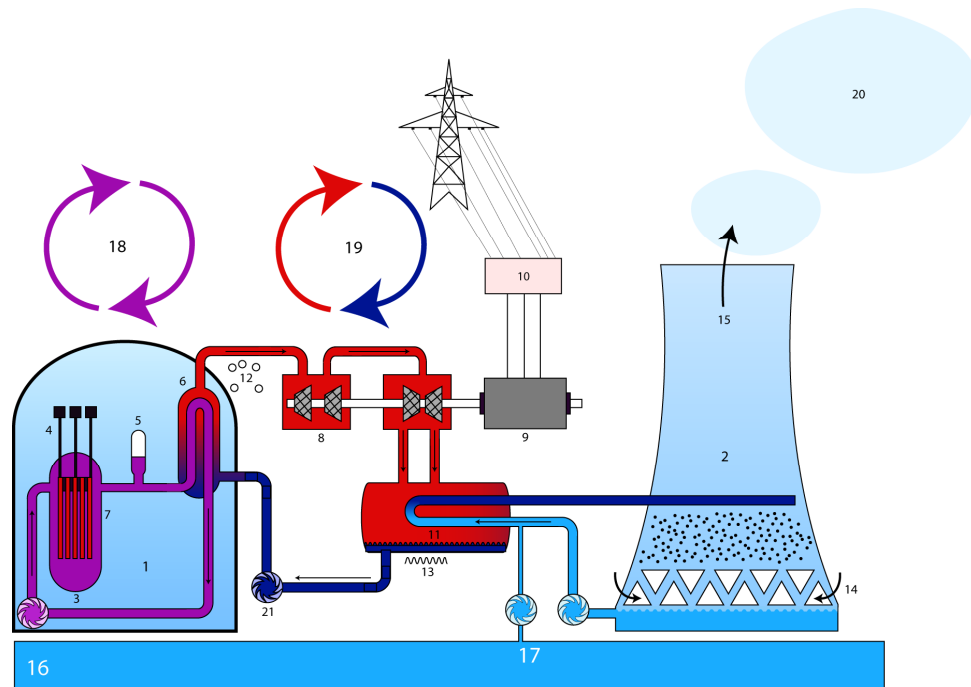
1.1.2 Přeměna jaderné energie na energii elektrickou

Štěpná řetězová reakce probíhá v palivových proutcích, tvořících aktivní zónu reaktoru. Palivové proutky se zahřívají, ale pomocí proudící chemicky upravené vody je chladíme. Tím se voda v aktivní zóně ohřeje na velmi vysokou teplotu (EDU – 297°C; ETE – 320°C). Aby voda při této teplotě byla v kapalně fázi, musí být v primárním okruhu značný tlak (EDU – 12,25 MPa; ETE – 15,7 MPa). Ohřátá voda je potrubím pomocí cirkulačních čerpadel dopravována do tepelného výměníku zvaného parogenerátor. Zde předá teplo chladivu sekundárního okruhu, což je také chemicky upravená voda, která se přemění v páru (teplota / tlak na výstupu: EDU – 256 °C / 4,61 MPa; ETE – 278,5 °C / 6,3 MPa).

Pára vyrobená v parogenerátorech se dopravuje na vysokotlaký díl turbíny. Zde se rozpíná a roztáčí lopatky oběžných kol turbíny. Pára vykonanou prací ztratí část své energie a zhorší tak své parametry. Abychom zlepšili její parametry, separujeme z ní za vysokotlakým dílem turbíny vlhkost a přihřejeme ji na patřičnou teplotu v tzv. separátoru. Páru pak zavedeme do nízkotlakých dílů turbíny, kde odevzdá zbytek své energie na roztočení rotoru turbíny. Pára pak s teplotou kolem 40 °C vstupuje do kondenzátoru pod

nízkotlakými díly turbíny, kde jí cirkulační chladící voda odebere zbytek energie a pára tím zkondenzuje v kapalinu (kondenzát). Tento kondenzát se vrací zpět do parogenerátoru, aby se znovu změnil v páru a opět se zúčastnil předcházejícího koloběhu. Ovšem před tím než se voda dostane do parogenerátoru, je nutné tuto vodu ohřát na teplotu přes 200 °C. Jinak by mohlo dojít k poškození PG tepelným šokem ze studené vody. Voda se ohřívá na tuto teplotu systémem nízkotlaké a vysokotlaké regenerace.

Pohybová energie turbíny se mění na energii elektrickou v generátoru. Rotor generátoru je pevně spojen s rotorem turbíny a opatřen budícím vinutím, s jehož pomocí se indukuje ve vinutích statoru generátoru elektrický proud.

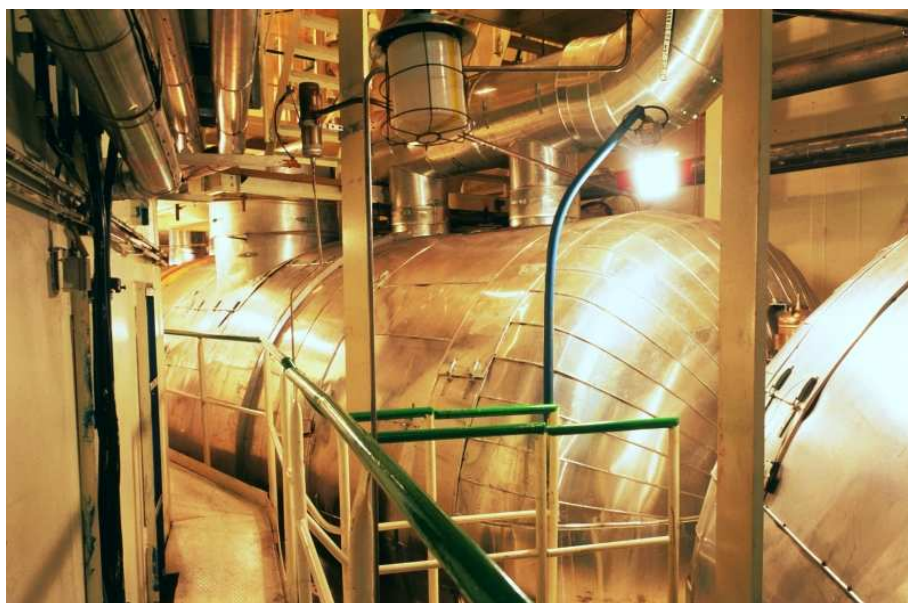


Obrázek 4: Schéma elektrárny typu VVER

- | | |
|--|--|
| 1. Reaktorová hala | 13. Kapalná část II.O. |
| 2. Chladicí věž | 14. Přívod vzduchu do chladicí věže |
| 3. Tlakovodní reaktor | 15. Odvod teplého vzduchu a páry komínovým efektem |
| 4. Řídící tyče | 16. Oběhové čerpadlo primárního okruhu |
| 5. Kompenzátor objemu | 17. Napájecí čerpadlo chladícího okruhu |
| 6. Parogenerátor | 18. Primární okruh (voda pouze kapalná pod vysokým tlakem) |
| 7. Aktivní zóna | 19. Sekundární okruh (červeně značena pára, modře voda) |
| 8. Turbína - vysokotlaký a nízkotlaký stupeň | 20. Oblaka vzniklá kondenzací vypařené chladící vody |
| 9. Elektrický generátor | 21. Oběhové čerpadlo sekundárního okruhu |
| 10. Blokový transformátor | |
| 11. Kondenzátor sekundárního okruhu | |
| 12. Plynná část II.O. | |

1.2 Parogenerátor

Jak již bylo uvedeno v odstavci 1.1.2, pára se na jaderné elektrárně vyrábí v parogenerátoru. Ten však plní ještě jednu důležitou bezpečnostní funkci, odděluje chladicí vodu primárního okruhu od vody okruhu sekundárního, což je významný bezpečnostní prvek elektráren typu VVER. V následujících odstavcích je parogenerátor popsán v technických detailech.



Obrázek 5: Parogenerátory v hermetických boxech

1.2.1 Obecně o parogenerátoru

Horizontální jednoplášťová nádoba s ponornou teplosměnnou plochou z horizontálně uložených trubek se vstupním a výstupním kolektorem vody I.O., separačním zařízením, parním kolektorem a rozvodem napájecí a havarijní vody. Ukotvení parogenerátoru (dále PG) je provedeno závěsy a lanovými omezovači. Těleso PG je pokryto snímatelnou tepelnou izolací.

1.2.2 Tlaková nádoba

Horizontální válcová nádoba se dvěma eliptickými dny z uhlíkaté oceli 22K. Délka nádoby 11800 mm, vnitřní \varnothing 3210 mm, tloušťka středních kroužků je 135 mm, krajních kroužků 75 mm a den 88 mm. Hmotnost nádoby 88 tun.

Na plášti nádoby jsou navařeny 2 nátrubky II.O. Js720, 2 nátrubky II.O. Js1100, 1 nátrubek průlezu Js470 mm, 5 nátrubků Js250 pro odvod páry (propojeny parním kolektorem), 1 nátrubek Js250 přívodu napájecí vody, 1 nátrubek Js100 přívodu havarijní vody, 1 nátrubek Js80 periodického odkalování kotlové vody, 2 nátrubky Js50 nepřetržitého odluhování kotlové vody, 5 párů nátrubků Js25 a 2 nátrubky Js15 pro vyrovnávací nádoby a 1 přírubové hrdlo Js80 pro drenáž tlakové nádoby. Bočním průlezem je vyvedeno potrubí SKTOV (systému kontroly těsnosti ochranných výklenků).

Přírubové spoje nátrubků Js720 a nátrubku průlezu Js470 jsou uzavírané víky, každý 20 svorníky M48x5.

Objem vody v mezitrubkovém prostoru při celkovém zaplnění = 70 m^3 , objem vody v mezitrubkovém prostoru v pracovním stavu = 44 m^3 .

1.2.3 Výhřevná plocha

Je tvořena z 5536 smyček teplosměnných trubek (dále TS) $\varnothing 16 \times 1,4$ mm z nerezové oceli 08CH18N10T. Smyčky jsou oboustranně vyvedeny ze vstupního (horkého) kolektoru a zaústěny do výstupního (studeného) kolektoru. Konce trubek jsou uchyceny v celé síle stěny kolektorů, rozválcovány a na vnitřní stěně kolektorů opatřeny těsnícím svarem. V trubkovém svazku jsou jednotlivé trubky vzájemně distancované proklady na rozteče 30 mm na šířku a 24 mm na výšku.

1.2.4 Vstupní a výstupní kolektor

Do vstupního kolektoru vtéká voda I.O. z reaktoru a je rozváděna do TS trubek, z nich vytéká do výstupního kolektoru a prací HCČ je odváděna zpět do reaktoru. Kolektory jsou přes nátrubky Js720 vsazeny do tlakové nádoby a spodní částí jsou přivařeny na potrubí I.O. Js500 mm a nátrubek Js1100 tlakové nádoby. Každý kolektor je svařen z 3 částí: hrdlová přírubová část, střední část s trubkovicí TS trubek a spodní přechodová část, hmotnost 1 kolektoru je 11 tun. Kolektory jsou z nerezové oceli 08CH18N10T. Na každém kolektoru jsou 2 nátrubky Js25 pro periodické odkalování II.O., 1 nátrubek Js14 pro kontrolu a odvod netěsností přírubového spoje a 1 nátrubek Js14 pro odvzdušnění kolektoru. Kolektorový obvodový svar horní a střední části je umístěn v hraničním pásmu pára - voda a je z venkovní strany chráněn ochranným kroužkem -

košilkou. Z košilek je vyvedeno potrubí SKTOV. Přírubové spoje kolektorů jsou uzavírané primárními víky, každé má 20 svorníků M48x5 z materiálu CHN35VT.

1.2.5 Žaluziový separátor

Je umístěn v parním prostoru, sestaven ze sekcí žaluzií a děrovaného plechu. Žaluzie jsou v profilovém vedení ustaveny se sklonem 15° k horizontální ose a rozmístěny po celé délce tlakové nádoby. Slouží k odlučování kapiček vody z páry a vyrovnávání rychlosti páry v separátoru. Materiál separátoru je nerezová ocel 08CH18N10T, hmotnost sestavy separace je 1954 kg.

1.2.6 Uchycení výhřevné plochy

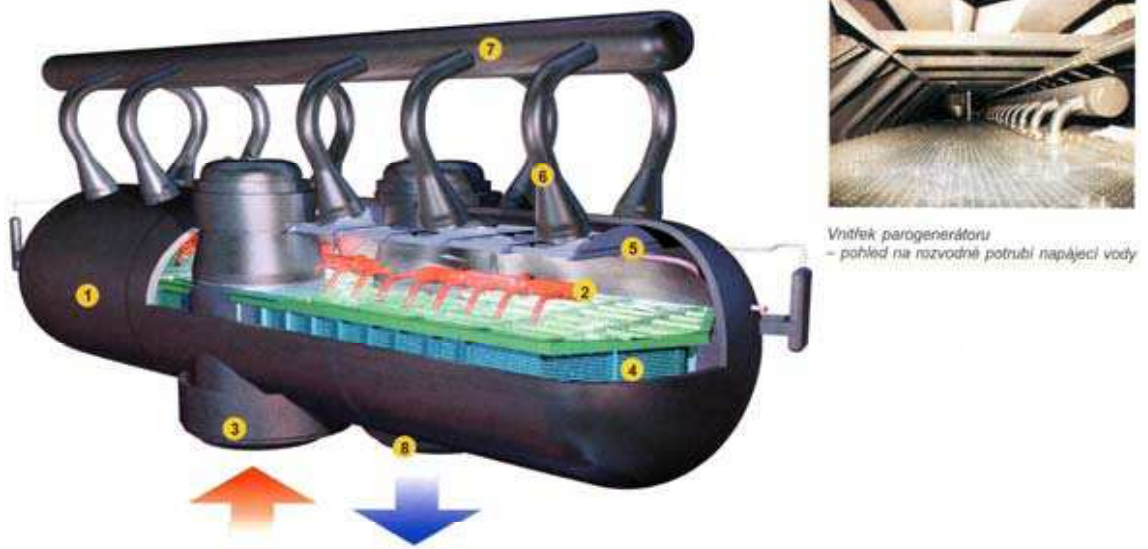
Slouží k uchycení TS trubek ve vodním prostoru PG, distancování od stěn tlakové nádoby a zajištění stranových i výškových roztečí mezi TS trubkami. Distanční vložky z oceli 08CH18N10T jsou dvojího druhu: tvarované pro stranové distance a rovné výškové distance. Celková hmotnost 960 kg.

1.2.7 Závěs PG

Každý PG je zavěšen na 4 závěsech, upevněných v základových nosnících konstrukce stropu boxu PG. Závěsy jsou šrouby spojeny se závěsovými táhly s možností výškové regulace a zabezpečují volný posun PG při tepelném prodloužení potrubí. Celková hmotnost 1 závěsu je 13499 kg.

1.2.8 Lanový omezovač

Sestavení omezovače: lanová část, tlumící sekce, ukotvení. Slouží k tlumení chvění PG vlivem proudění vody I.O. a generované páry. Podle délky lan jsou 3 typy omezovačů. Hmotnost 1 lanového omezovače (bez montážní podpěry PG): 1507 ÷ 1549 kg podle typu.



Obrázek 6: Model parogenerátoru

- | | | | |
|----|---------------------------------------|----|--|
| 1. | Těleso parogenerátoru | 5. | Separátor vlhkosti páry (děrovaný plech) |
| 2. | Přívod napájecí vody | 6. | Sběrač páry |
| 3. | Přívod horké primární vody z reaktoru | 7. | Parní kolektor |
| 4. | Teplosměnné trubky | 8. | Odvod ochlazené primární vody z parogenerátoru |

1.3 Víko primárního kolektoru

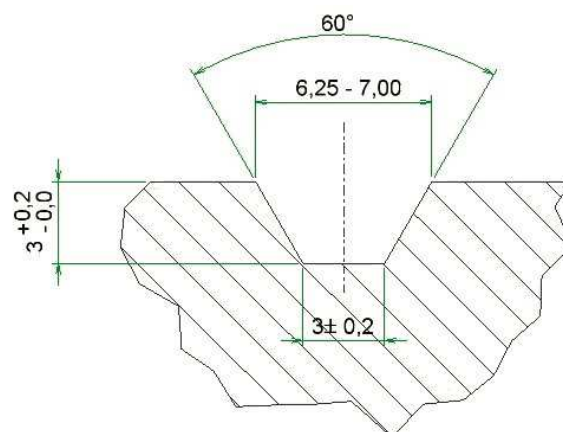
Primární kolektor slouží, jak již bylo uvedeno v odstavci 1.2.4, k vstupu a výstupu chladicí vody I.O. do teplosměnných trubek PG. Parogenerátor je jedno z nejzranitelnějších zařízení elektrárny a právě na jeho spolehlivosti závisí její životnost. Je tedy nezbytné provádět pravidelný monitoring jednotlivých PG. Na JE Dukovany (dále jen EDU) je nastavena perioda 4 let. Kontroly se provádí na všech dílech PG, kontroluje se tedy i neporušenost teplosměnných trubek. Aby bylo možno kontroly provádět, je každý kolektor osazen víkem. Toto víko musí zabezpečit maximálně dosažitelnou těsnost I.O.



Obrázek 7: Víko primárního kolektoru

1.3.1 Těsnění víka primárního kolektoru

Pro zatěsnění víka primárního okruhu (dále jen I.O.) PG VVER 440 JE Dukovany se dle původního projektu používá niklový drát $\varnothing 6$, který je vložen do dvou klínových drážek. Střední průměr drážek je $\varnothing 557$ mm, resp. $\varnothing 497$ mm. Toto těsnění je dotlačováno plochým víkem. Víko je dotlačováno pomocí 20 ks svorníku M48 x 5 o délce cca 415 mm. Šrouby se předepínají na prodloužení $0,25^{+0,02}$ mm, což odpovídá síle 272 kN.



Obrázek 8: Profil drážky

1.3.2 Niklové těsnění - hlavní silový tok

Průřez těsnění před stlačením $S_{N0} = 28,27 \text{ mm}^2$

Průřez drážky při rozměrech s maximální plusovou tolerancí $S_{D+} = 16,32 \text{ mm}^2$.

Za předpokladu, že se niklové těsnění při utahování přetvoří dle drážky při rozměrech s maximální plusovou tolerancí a horní rovná plocha těsnění dosáhne šířky drážky v horní části, pak plocha těsnění činí $S_{NI} = 22958,759 \text{ mm}^2$.

Celková utahovací síla šroubu $F_s = 5\,440 \text{ kN}$.

Tlak na těsnění v tomto případě je $p_D = 237 \text{ MPa}$, z tohoto je pak výška niklu nad úrovní drážky cca 1,9 mm.

Vycházíme-li z údaje, že minimální tlak na niklové těsnění pro primární přetvoření těsnění je $Q_{MIN} = 265 \text{ MPa}$ (vzhledem k dosti značné plastické deformaci při instalaci, při které dochází k "tvrdnutí" niklu obdobně jako u mědi, může Q_{MIN} vzrůst nekontrolovatelně poměrně vysoko), pak je potřebná síla $F_s = 6\,084 \text{ kN}$, z čehož by vycházelo prodloužení šroubu 0,28 mm.

Hydraulická síla při tlaku media 16 MPa je $F_i = 3\,104 \text{ kN}$.

Minimální síla na těsnění za provozu $Q_{SMIN} = 478 \text{ kN}$.

Celková minimální síla šroubů za provozu pak činí $F_{SO} = 3\,582 \text{ kN}$, za předpokladu, že bylo při instalaci těsnění dosaženo Q_{MIN} , což při stanovené síle $F_s = 5\,440 \text{ kN}$ by nebylo splněno.

Při úvaze, že drážka má nulovou toleranci hloubky, minusovou toleranci šířky a horní rovná plocha těsnění dosáhne šířky drážky v horní části, pak plocha těsnění činí $S_{NI} = 20531,69 \text{ mm}^2$.

Tlak na těsnění v tomto případě je $p_D = 265 \text{ MPa}$.

Vycházíme-li z údaje, že minimální tlak na niklové těsnění pro primární přetvoření těsnění je $Q_{MIN} = 265 \text{ MPa}$, pak je potřebná síla $F_s = 5\,440 \text{ kN}$, z čehož by vycházelo prodloužení šroubu 0,25 mm.

Hydraulická síla při tlaku media 16 MPa je $F_i = 3\,104 \text{ kN}$.

Minimální síla na těsnění za provozu $F_{QMIN} = 427 \text{ kN}$.

Celková minimální síla za provozu pak činí $F_{SO} = 3\,531\text{ kN}$, za předpokladu, že bylo při instalaci těsnění dosaženo Q_{MIN} , což by při stanovené síle $F_s = 5\,440\text{ kN}$ bylo splněno.

Předešlé úvahy nezahrnují fakt, že víko je za provozu zatěžováno přídatnou silou od tlaku sekundárního media, která při $p_{SO} = 4,4\text{ MPa}$ činí cca 1100 kN. Tato síla, vzhledem k tomu, že těsnění pracuje v hlavním silovém toku, příznivě zvyšuje sílu na těsnění za provozu.

Z těchto základních údajů bez započítání vlivu teploty, ohybu víka a dalších negativních vlivů je názorně vidět, že utěsnění pomocí niklu je technicky možné při splnění základního předpokladu a to je dosažení dostatečné primární minimální deformace těsnění při instalaci prostřednictvím plošného stlačení o velikosti minimálně Q_{MIN} . Těmito úvahami lze také vysvětlit tak zvané “dýchnutí” těsnění při těsnostní zkoušce, kdy nepůsobí přídatná síla od sekundárního tlaku.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

2 MODIFIKACE TĚSNĚNÍ I.O. KOLEKTORU PG

2.1 Identifikace problému

Postupně bylo na několika kolektorech PG zjištěno poškození závitových hnízd. Byly na nich objeveny trhliny, které bylo možno odstranit pouze tak, že poškozené kolektory bylo nutno vyřezat a osadit nové. Je nutno si uvědomit, že taková výměna neznamená pouze velký finanční dopad do rozpočtu provozovatele, ale také velké radiační zatížení pracovníků, kteří tuto opravu provádějí. Ne zřídka se stalo, že pracovníci, kteří výměnu prováděli, pak celý rok nesměli do KP žádné jaderné elektrárny, protože měli tzv. vybrané povolené osobní dávky. Takové pracovníky není jednoduché nahradit, s ohledem na to že ČEZ má 6 jaderných bloků, které se udržují postupně a příslušní pracovníci přecházejí z jednoho na druhý.

Materiálovou analýzou vzniku trhlin v závitech bylo zjištěno, že praskání závitů způsobuje koroze pod napětím.

2.2 Zadání podmínek modifikace

Toto zadání by se dalo dělit na dvě podmínky:

2.2.1 Rozhodující podmínky:

- Snížení utahovacích sil minimálně o 20%
- Zachování nebo zvýšení těsnosti
- Zachování originální konfigurace celého spoje bez následných úprav
- Snížení radiační zátěže

2.2.2 Doplnující podmínka:

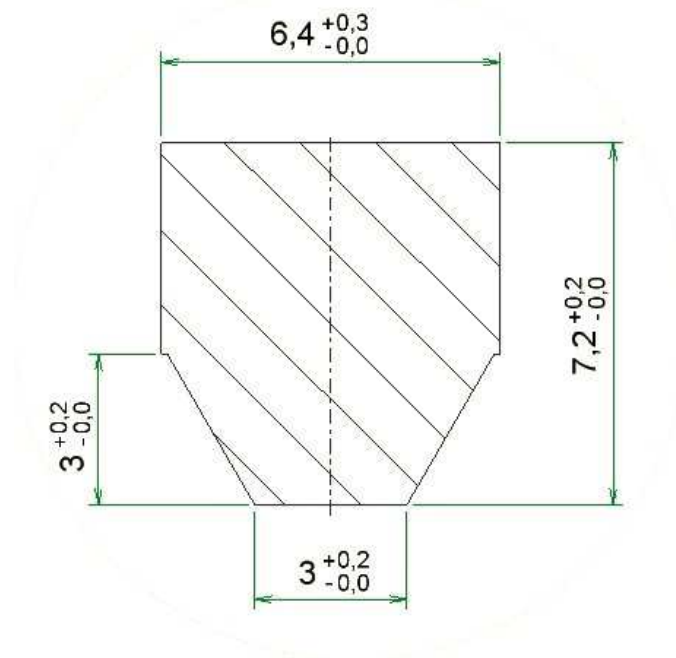
- Nový typ těsnění na grafitové bázi
- Snížení nákladů na údržbu

2.3 Řešení modifikace

2.3.1 Grafitové těsnění BURGMANN - vedlejší silový tok

Způsobem, který se testuje, je náhrada niklových kroužků za grafitové těsnění BURGMANN, které se rovněž vkládá do klínové drážky. Šrouby se v tomto případě předepínají na prodloužení $0,21^{+0,02}$ mm, což odpovídá síle 224 kN. Celková utahovací síla pro přírubový spoj I.O. $F_{S0} = 4\,480$ kN.

Toto těsnění je určeno do vedlejšího silového toku, který se docílí kombinací grafitového a distančního kroužku, na který by teoreticky mělo víko dosednout a mohlo by se zdát, že je to velmi dobrá varianta pro bezpečné zatěsnění víka kolektoru. „Není však všechno zlato, co se třpytí“.



Obrázek 9: Průřez grafitového kroužku BURGMANN



Obrázek 10: Průřez opěrného kroužku

2.3.1.1 Výpočet deformací grafitu s ohledem na tolerance

Průřez grafitového těsnění před instalací s nulovou tolerancí $S_{G1}=40,986 \text{ mm}^2$.

Průřez grafitového těsnění před instalací s plusovými tolerancemi $S_{G2}=44,2 \text{ mm}^2$.

Při použití tohoto profilu těsnění včetně opěrného kroužku, vzhledem k profilu drážky s přihlédnutím k rozptylu rozměru vlivem tolerancí, nastává nepřeborné množství variant. Tyto varianty lze analyzovat podílem průřezů a srovnáním výchozích hustot, pomocí jednoduchých vztahů:

$$K = \frac{S_G}{S_K} \quad (2.1)$$

$$\rho_{end} = \rho_{start} \cdot K \quad (2.2)$$

Nejdůležitější, z nich jsou následující:

1. Při nulových tolerancích grafitu, opěrného kroužku a drážky

Průřez grafitu po stlačení $S_{K1} = 33,396 \text{ mm}^2$

Činitel přetvoření $K_1 = 1,23$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,5 \text{ g/cm}^3$ $h = 1,845 \text{ g/cm}^3$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,6 \text{ g/cm}^3$ $h = 1,968 \text{ g/cm}^3$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,7 \text{ g/cm}^3$ $h = 2,091 \text{ g/cm}^3$

2. Plusové tolerance grafitu, drážka a opěrný kroužek bez tolerancí

Průřez grafitu po stlačení $S_{K2} = 33,396 \text{ mm}^2$

Činitel přetvoření $K_2 = 1,33$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,5 \text{ g/cm}^3$ $h = 1,995 \text{ g/cm}^3$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,6 \text{ g/cm}^3$ $h = 2,128 \text{ g/cm}^3$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,7 \text{ g/cm}^3$ $h = 2,26 \text{ g/cm}^3$

3. Nulová tolerance grafitu a opěrného kroužku, plusové tolerance drážky

Průřez grafitu po stlačení $S_{K3} = 35,52 \text{ mm}^2$

Činitel přetvoření $K_3 = 1,154$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,5 \text{ g/cm}^3$ $h = 1,73 \text{ g/cm}^3$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,6 \text{ g/cm}^3$ $h = 1,846 \text{ g/cm}^3$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,7 \text{ g/cm}^3$ $h = 1,962 \text{ g/cm}^3$

4. Nulová tolerance grafitu, plusové tolerance drážky a opěrného kroužku

Průřez grafitu po stlačení $S_{K4} = 36,032 \text{ mm}^2$

Činitel přetvoření $K_4 = 1,137$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,5 \text{ g/cm}^3$ $h = 1,706 \text{ g/cm}^3$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,6 \text{ g/cm}^3$ $h = 1,819 \text{ g/cm}^3$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,7 \text{ g/cm}^3$ $h = 1,934 \text{ g/cm}^3$

5. Plusová tolerance grafitu, minusová tolerance drážky a opěrného kroužku

Průřez grafitu po stlačení $S_{K1} = 32,924 \text{ mm}^2$

Činitel přetvoření $K_5 = 1,342$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,5 \text{ g/cm}^3$ $h = 2,014 \text{ g/cm}^3$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,6 \text{ g/cm}^3$ $h = 2,148 \text{ g/cm}^3$

Dosažená konečná hustota při výchozí hustotě $1,7 \text{ g/cm}^3$ $h = 2,282 \text{ g/cm}^3$

Z porovnání těchto hodnot se jeví jako nejvíce kritický stav č. 4 a č. 5.

2.3.1.2 Výpočet těsnících sil

$$\sigma_v = \frac{F_{SO}}{S_{D0}} \quad (2.3)$$

a) Celková plocha těsnění $S_{D0} = 20\,991 \text{ mm}^2$ (při výkresové šířce grafitu tj. 6,4 mm), z čehož tlak na těsnění při daném prodloužení šroubu $\sigma_v = 213,5 \text{ MPa}$. Dosažitelná konečná hustota grafitu tímto tlakem je $2,15 \text{ g/cm}^3$.

b) Celková plocha těsnění $S_{D0} = 21\,975 \text{ mm}^2$ (při výkresové šířce grafitu tj. 6,4 + 0,3 mm), z čehož tlak na těsnění při daném prodloužení šroubu $\sigma_v = 204 \text{ MPa}$. Dosažitelná konečná hustota grafitu tímto tlakem je $2,14 \text{ g/cm}^3$.

Minimální přetvárná síla grafitu pro dosednutí víka na opěrný kroužek:

Případ č. 4

Výchozí hustota grafitu = $1,5 \text{ g/cm}^3$

$F_{QMIN} = 420 \text{ kN}$

Výchozí hustota grafitu = $1,6 \text{ g/cm}^3$

$F_{QMIN} = 630 \text{ kN}$

Výchozí hustota grafitu = $1,7 \text{ g/cm}^3$

$F_{QMIN} = 1260 \text{ kN}$

Případ č. 5

Výchozí hustota grafitu = $1,5 \text{ g/cm}^3$

$F_{QMIN} = 2\,000 \text{ kN}$

Výchozí hustota grafitu = $1,6 \text{ g/cm}^3$

$F_{QMIN} = 4\,200 \text{ kN}$

Výchozí hustota grafitu = $1,7 \text{ g/cm}^3$

$F_{QMIN} = 16\,790 \text{ kN}$

Hydraulická síla media pro tlak $p=16$ MPa ($p_{IO}= 12,25$ MPa x koeficient bezpečnosti 1,3) $F_i= 3\ 104$ kN

Zbývající síla pro minimální stlačení grafitu za provozu $F_{BU}= 1\ 376$ kN.

$$F_{BU} = F_{S0} - F_i \quad (2.4)$$

Minimální nutná síla na těsnění za provozu $F_{QSMIN}= 567$ kN

Z tohoto vyplývá, že u případu č. 3, hustotě $1,5$ g/cm³, případu č.4, hustotě $1,5$ g/cm³ a $1,6$ g/cm³ se nedosáhne požadované těsnosti a u případu č.1, hustotě $1,7$ g/cm³, č.2, hustoty $1,7$ g/cm³, č.5, hustoty $1,6$ g/cm³ a hustoty $1,7$ g/cm³ nebude těsnění pracovat ve vedlejším silovém toku, ale v hlavním silovém toku, neboť nedojde k dosednutí víka na opěrný kroužek.

Rezerva síly pro stlačení těsnění za provozu pro ostatní varianty $F = F_{BU} - F_{QSMIN} = 809$ kN. Pro jeden šroub činí tato síla $40,5$ kN, což představuje pokles prodloužení šroubu o cca $0,03$ mm a spoj je na hranici těsnosti. Jelikož se šrouby utahují na hodnotu $0,21^{\pm 0,02}$ mm, pak v případě, že šrouby jsou utaženy na spodní hodnotu, pak stačí $0,01$ mm poklesu prodloužení ke vzniku netěsnosti!

Jelikož toto utěsnění je koncipováno jako těsnění ve vedlejším silovém toku, pak přídatná síla od sekundárního tlaku působí příznivě pouze na hodnotu uvolnění šroubu, ale ne na zvýšení těsnosti samotného těsnění.

Praktická poznámka: Vzhledem k exponenciální časové závislosti relaxace grafitu, která je řádově i několik měsíců (dle přetvárného tlaku na těsnění, hustotě grafitu apod.), lze i u vyjmenovaného případu tj. u č.3, hustotě $1,5$ g/cm³, případu č.4, hustotě $1,5$ g/cm³ a $1,6$ g/cm³ dosáhnout okamžité těsnosti, avšak s časovým průběhem relaxace grafitu se objeví za nějaký čas netěsnosti.

V těchto úvahách není taktéž zahrnuta "historie" těsněného spoje neboli již dřívější používání niklového těsnění a tudíž nedefinovatelné otláčení drážek, ale jak je zřejmé, tento faktor situaci pro správnou funkci vedlejšího silového toku ještě zhorší.

Z výše uvedeného plyne, že pro utěsnění těsněním BURGEMANN je nutno vybrat takovou kombinaci rozměru drážky, grafitového těsnění a distančních plechů aby při zatěsnění byla konečná hustota grafitu minimálně $1,95$ g/cm³ a maximálně $2,15$ g/cm³ a

tím bylo dosaženo minimálního kontaktního tlaku 60 MPa (pro tlak v systému 16 MPa tj. 12,5 MPa x technická bezpečnost 1,3).

Obávám se, že v praxi vybrat odpovídající kombinaci bude velmi a velmi obtížné jak technicky, tak ekonomicky.

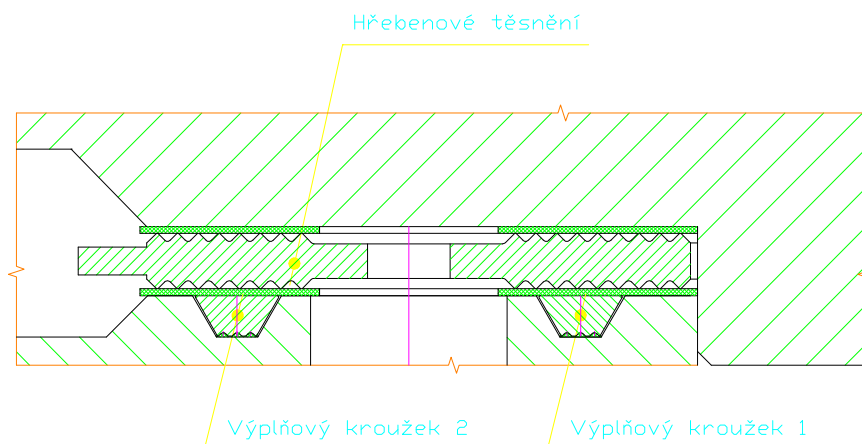
3 MODIFIKOVANÉ HŘEBENOVÉ TĚSNĚNÍ S EXPANDOVANÝM GRAFITEM

Modifikované hřebenové těsnění je takové těsnění, u kterého je navolen profil hřebene a tloušťka grafitové fólie tak, že nedojde k „prořezání“ hřebene fólií a tím k otlačení těsnicích ploch přírub a ani kovového hřebene. Vzájemná vazba těchto parametrů umožňuje nastavení předpokládané hodnoty těsnosti; intervalu zpětného odpružení dle statických či dynamických faktorů; zajištění prakticky neomezeného počtu renovací těsnění prostou výměnou grafitových folií požadované čistoty.

Kombinace variabilního profilu hřebene a vhodné tloušťky folie z expandovaného grafitu zaručuje vlastnosti, které toto těsnění předurčují pro utěšňování i velmi vysokých tlaků media při velmi malých hodnotách úniku ($L < 0,001$ mg/s.m pro plyny) při snížení utahovacích sil.

3.1 Návrh řešení

Pro splnění podmínek modifikace navrhuji utěsnit přírubový spoj primárního kolektoru hřebenovým těsněním a do obou klínových drážek vložit výplňové kroužky. Při takovémto uspořádání bude zachována původní konfigurace spoje (v hlavním silovém toku) a přitom splněna podmínka použití těsnění na bázi expandovaného grafitu. Tím se zlepší kvalita těsnicího spoje a sníží se namáhání šroubů.

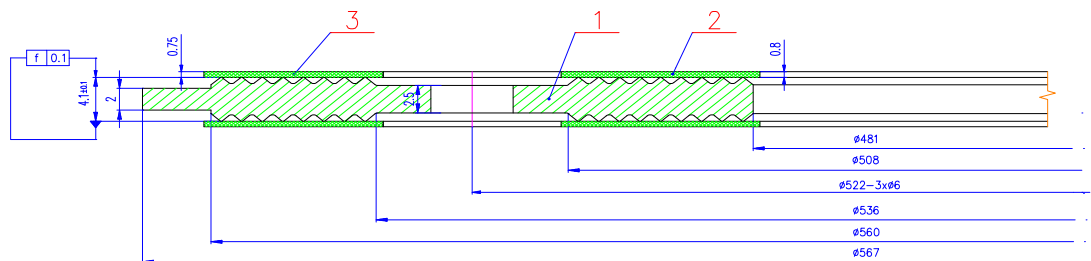


Obrázek 11: Sestava víka I.O. kolektoru s hřebenovým těsněním a výplň. kroužky

Díky velkému zpětnému odpružení, které u původního niklového těsnění prakticky neexistuje, je toto těsnění schopno vykompenzovat snížení tlaku na těsnění, z důvodu poklesu prodloužení svorníků, způsobeného teplotním cyklováním.

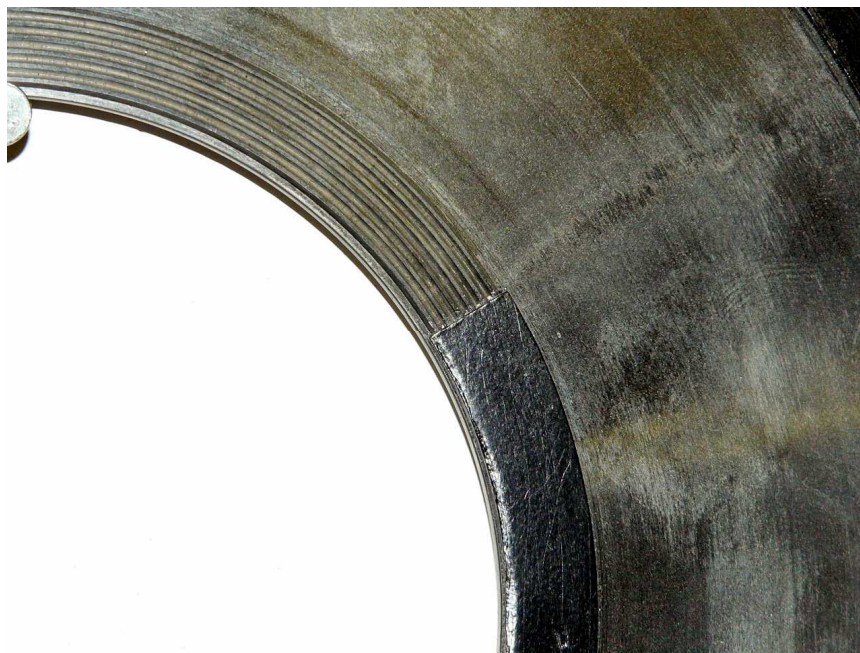
3.1.1 Konstrukce hřebenového těsnění

Hřebenové těsnění se skládá ze dvou hlavních částí, nosného hřebene pos. 1 a příložek z expandovaného grafitu pos. 2 a 3. Materiál nosného hřebene je nerezová ocel jakosti 17 353.40, nebo 17 348.40 případně jejich ekvivalenty. Grafitové obložky jsou vyrobeny z grafitové fólie splňující jadernou čistotu (99,85% C).

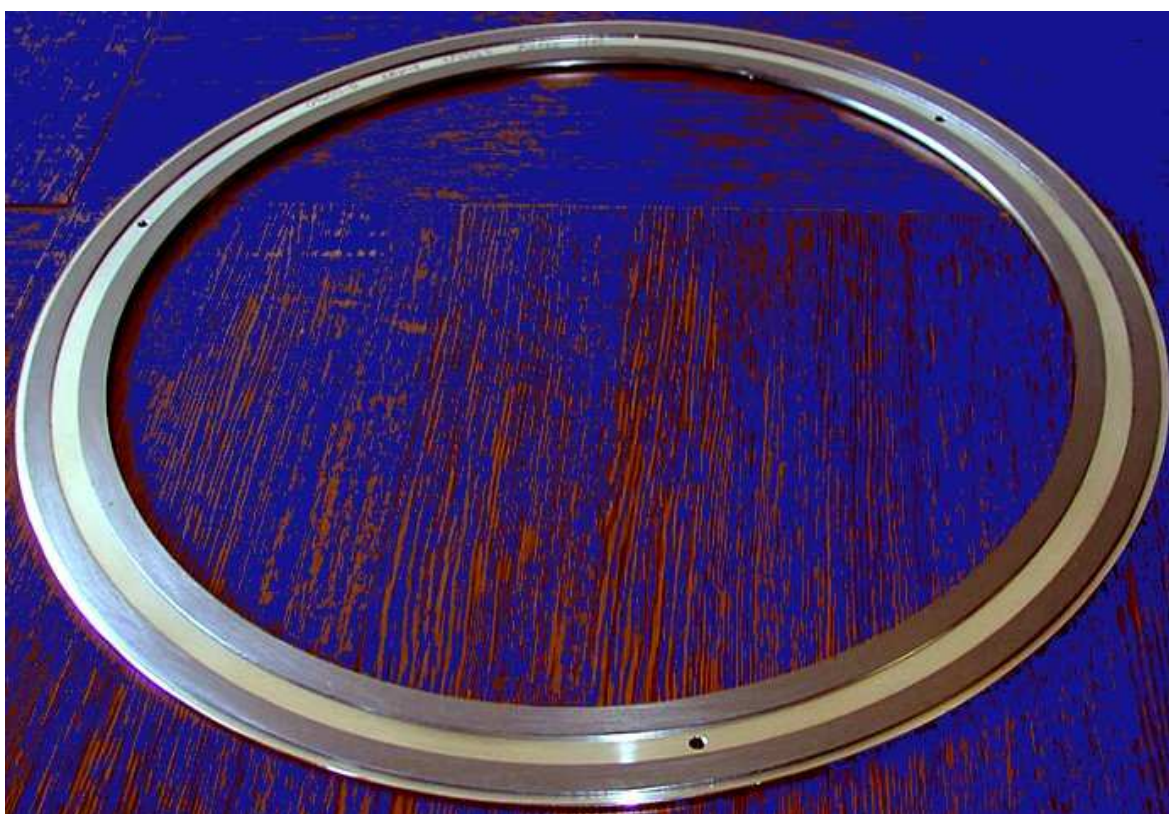


Obrázek 12: Hřebenové těsnění I.O. kolektoru

Těsnění I.O. kolektoru je konstruováno ve dvou-hřebenovém provedení a meziprostor je propojen se systémem monitorování úniku. Tato konstrukce zajišťuje bezpečný provoz a to i v případě vzniku netěsnosti na vnitřním hřebenu. Voda primárního okruhu (I.O.) by se dostala pouze do meziprostoru, což by signalizací monitoringu okamžitě zjistil provozní personál na blokové dozorně (BD) a podle závažnosti by reagoval jak algoritmus nastavené automatiky, tak řídicí personál. Takovéto opatření zajišťuje to, že se voda I.O. nedostane do chladiva sekundárního okruhu (II.O.) a nekontaminuje ji radioaktivními prvky.



Obrázek 13: Detail nosného hřebene z grafitovou obložkou



Obrázek 14: Nové hřebenové těsnění

3.2 Výpočet těsnícího spoje

Výpočet těsnění vychází z charakteristických hodnot těsnění. Tyto hodnoty se získávají experimentálně většinou v akreditovaných laboratořích. Parametry těchto zkoušek jakož i velikost zkušebních vzorků a zkoušky samotné předepisuje norma ČSN EN 13555.

Plocha těsnění:

$$S_D = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4} \quad [mm^2] \quad (3.1)$$

Přetvárná síla:

$$F_{QMIN} = S_D \cdot Q_{MIN} \quad [N] \quad (3.2)$$

Hydraulická síla:

$$F_i = S_V \cdot p = \frac{d_0^2 \cdot \pi}{4} \cdot p \quad [N] \quad (3.3)$$

Minimální síla na těsnění za provozu:

$$F_{QSMIN} = S_D \cdot Q_{SMIN} \quad [N] \quad (3.4)$$

Celková minimální síla šroubů:

$$F_{SO} = F_i + F_{QSMIN} \quad [N] \quad (3.5)$$

Prodloužení šroubů:

$$\Delta L = \frac{F_S \cdot 4}{n \cdot E \cdot \pi} \left(\frac{l_s}{d_S^2 - d_i^2} + \frac{l_e}{d_e^2 - d_i^2} + \frac{0,8 \cdot d_0}{d_0^2 - d_i^2} \right) \quad [mm] \quad (3.6)$$

Tlak na těsnění při instalaci:

$$Q_A = \frac{F_{SO}}{S_D} \quad [MPa] \quad (3.7)$$

Přídavná síla od II.O.:

$$F_{iSEK} = S_V \cdot p_{SEK} = \frac{D_0^2 \cdot \pi}{4} \cdot p_{SEK} \quad [N] \quad (3.8)$$

3.2.1 Výpočet těsnících hodnot

Materiál šroubů: ChNVT $R_{p0,2(350^\circ)} = 353 \text{ MPa}$

Přírubový spoj podléhá Vyhl. SÚJB č. 214/1997 Sb., BT 1 a Vyhl. č. 76/89 Sb.

Charakter. hodnoty těsnění dle ČSN EN 13555: $Q_{\text{MIN}} = 13 \text{ MPa}$, $Q_{\text{MAX}} = 500 \text{ MPa}$

$Q_{\text{SMIN}} = 18 \text{ MPa}$, $Q_{\text{SMAX}} = 410 \text{ MPa}$

Zadané výpočtové parametry:

Tlak media: $p = 16,4 \text{ MPa}$

Teplota: $T = 335^\circ\text{C}$

Plocha těsnění: $S_D = 36\,718 \text{ mm}^2$

Přetvárná síla: $F_{Q_{\text{MIN}}} = 477 \text{ kN}$

Hydraulická síla: $F_i = 3\,150 \text{ kN}$

Minimální síla na těsnění za provozu: $F_{Q_{\text{SMIN}}} = 661 \text{ kN}$

Celková minimální síla šroubů: $F_{SO} = 3\,811 \text{ kN}$

Minimální síla 1 šroubu: $F_{SO1} = 191 \text{ kN}$

Minimální prodloužení šroubů: $\Delta L = 0,176 \text{ mm}$

Tlak na těsnění při instalaci: $Q_A = 104 \text{ MPa}$

Přídavná síla od II.O.: $F_{i\text{SEK}} = 1\,087 \text{ kN}$

Zatížení šroubů: 54%

3.2.2 Výpočet pro nominální parametry

Zadané nominální parametry:

Tlak media: $p = 12,25 \text{ MPa}$

Teplota: $T = 335^\circ\text{C}$

Plocha těsnění: $S_D = 36\,718 \text{ mm}^2$

Přetvárná síla: $F_{Q_{\text{MIN}}} = 477 \text{ kN}$

Hydraulická síla: $F_i = 2\,353 \text{ kN}$

Minimální síla na těsnění za provozu: $F_{Q_{\text{SMIN}}} = 661 \text{ kN}$

Celková minimální síla šroubů: $F_{SO} = 3\,014 \text{ kN}$

Minimální síla 1 šroubu: $F_{SO1} = 151 \text{ kN}$

Minimální prodloužení šroubů: $\Delta L = 0,139 \text{ mm}$

Tlak na těsnění při instalaci: $Q_A = 82 \text{ MPa}$

Přídavná síla od II.O.: $F_{i\text{SEK}} = 1\,087 \text{ kN}$

Zatížení šroubů: 42%

3.3 Stendové zkoušky

Výše uvedené výpočty bylo nutno dokázat při stendových zkouškách.



Obrázek 15: Zkušební stend

Stend byl vyroben z vyřazeného kolektoru, na kterém bylo možno provést zkoušku pouze za studena, ale na reálném modelu. Toto bylo pro ověření funkce těsnění velmi důležité.

3.3.1 Program stendových zkoušek

3.3.1.1 Parametry zkoušky

Tlak: 16,4 MPa

Teplota: 20°C

Zkušební médium: argon, voda

Kritérium přijatelnosti: únik nesmí překročit $0,01 \text{ mg m}^{-1} \text{ s}^{-1}$

3.3.1.2 Přípravenost zkoušky

Kolektor i víko musí být zbaveny nečistot a mastnoty, následná kontrola otěrem bílou rukavicí, kritérium = bez indikací.

Vnitřek kolektoru je nutné z důvodu bezpečnosti naplnit cca. 10 mm pod okraj vodou.

Do klínových drážek vložit výplňové kroužky, opatrně položit a vycentrovat hřebenové těsnění, po pečlivé kontrole usazení těsnění, položit pomocí jeřábu víko na kolektor.

Do kolektoru našroubovat svorníky, vložit podložky a volně dotáhnout všech 20 ks matic. Poté provést utažení všech šroubů předepsaným tlakem.

Vnitřní prostor stendu je třeba propojit přes manometr se zdrojem tlaku.

3.3.2 Průběh stendové zkoušky

Bylo provedeno zvýšení tlaku ve vnitřním prostoru na hodnotu přetlaku 16,4 MPa.

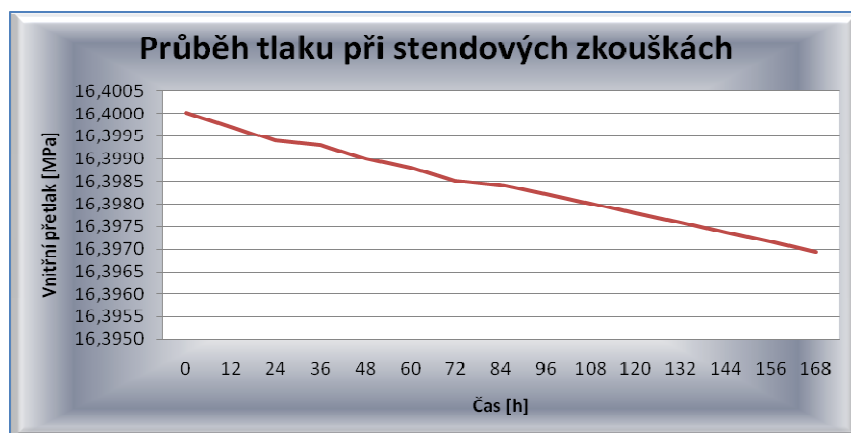
Dále byla kontrolována teplota a započalo měření času.

Zkouška byla prováděna po dobu jednoho týdne. Po tuto dobu byl sledován pokles tlaku na manometru. Kontroly poklesu tlaku byly prováděny po 12 hodinách.

3.3.3 Vyhodnocení stendové zkoušek

Maximální povolený únik za 168 hodin byl 14 kPa, z toho tedy vyplývá, že pokles tlaku nesměl překročit hodnotu 16,386 MPa. Po ukončení zkušební doby byl odečten tlak na manometru 16,3969 MPa. Pokles tak činil 3,1 kPa.

Stendová zkouška tedy prokázala, že to hřebenové těsněním má o řád lepší třídu těsnosti, než předepisuje kritérium.



Graf 1: Záznam tlaku při zkoušce

3.4 Ekonomické zhodnocení

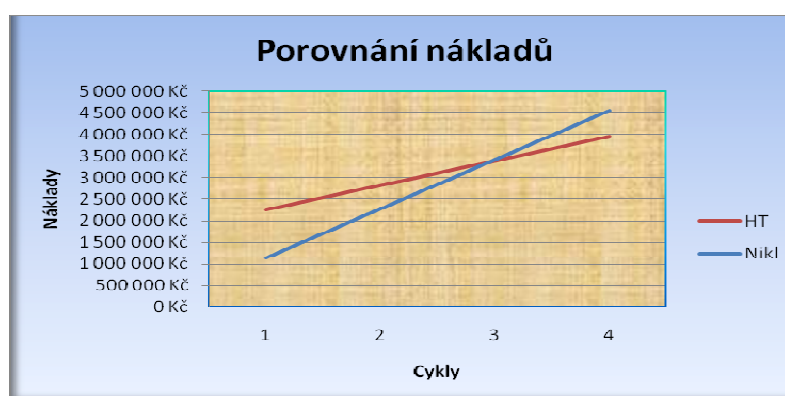
Výhodnost hřebenového těsnění a nejen ekonomickou je třeba zkoumat z několika hledisek.

Uvážíme-li, že obměna kompletních sad těsnění na celé jaderné elektrárně probíhá ve čtyřletém cyklu, budeme srovnávat náklady a jejich návratnost vždy pro čtyřletý cyklus, který obsahuje celkem 40 ks těsnění. Niklové těsnění je vždy při přetěšňování třeba kompletně vyměnit, hřebenové těsnění stačí při následných kontrolách pouze renovovat.

Z hlediska startovních pořizovacích nákladů v prvním čtyřletém cyklu se jeví jako daleko výhodnější původní použití niklových těsnění. Již při druhém cyklu, je jasně patrné výrazné snížení nákladů, díky možnosti pouze renovace hřebenového těsnění, v tomto konkrétním cyklu. Při třetím výměnném cyklu jsme již dosáhli nejen výrazného snížení nákladů na jeden cyklus, ale také se nám promítla i celková úspora při použití hřebenového těsnění ve třech výměnných cyklech.

Tabulka 1: Kalkulace nákladů ve čtyřletých cyklech

Kalkulace	Niklové těsnění	Hřebenové těsnění
Pořizovací náklady	1 138 000 Kč	2 260 000 Kč
1. cyklus	1 138 000 Kč	565 000 Kč
2. cyklus	1 138 000 Kč	565 000 Kč
3. cyklus	1 138 000 Kč	565 000 Kč
Celkem	4 552 000 Kč	3 955 000 Kč



Graf 2: Porovnání nákladů niklového a hřebenového těsnění

Někdo by mohl namítnout, že návratnost počáteční investice a úspora nákladů je zdoluhavá a že 12 let je příliš dlouhá doba a je třeba nalézt ekonomičtější řešení s kratší

návratností. Ale zde se dostáváme k dalšímu snad ještě důležitějšímu hledisku výhodnosti hřebenového těsnění a to je jeho bezpečnost a účinnost.

Použitím hřebenového těsnění se snížila pravděpodobnost nutnosti opravy celého primárního kolektoru min. o 60%. Tato oprava již při použití niklového těsnění několikrát nastala a její celkové náklady na jednu opravu se vyšplhaly na několik milionů. Tuto velice zásadní opravu provází i další vícenáklady a komplikace, související s ochranou pracovníků, provádějících opravu primárního kolektoru, podrobnosti viz článek 2.1.

V souhrnu lze tedy říci, že hřebenové těsnění je nejen účinnější a tím pádem bezpečnější, ale celkovém pojetí a po sečtení všech nákladů na pořízení, servis, renovace a případné havarijní opravy, i finančně výhodnější.

ZÁVĚR

Z porovnání zatížení šroubů, které kleslo z původních 77% na současných 54%, je jasně patrné, že hřebenové těsnění přineslo značnou úlevu přetíženým šroubům, přesně tak, jak bylo stanoveno v primárních podmínkách modifikace.

Stendové zkoušky jasně prokázaly, že toto těsnění bohatě naplňuje třídu těsnosti $0,01 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$, což je podmínka pro jadernou energetiku. Neboť dosažené výsledky byly o řád lepší než kritérium.

Byla též splněna další základní podmínka – spoj byl ponechán v původní konfiguraci (hlavní silový tok). Nebylo třeba žádné části přírubového spoje upravovat.

Toto těsnění splňuje i další podmínku – bylo použito expandovaného grafitu spolu s vhodně zvoleným profilem hřebene.

Snížení nákladů je sice výrazně patrné až po 12 letech používání. Ale již během tohoto období dochází k výraznému snížení možnosti radiační zátěže pracovníků, spojené s případnou havarijní výměnou celého kolektoru.

Z výše uvedeného vyplývá, že využití hřebenového těsnění je nejen účinné, ale také bezpečné a finančně výhodné.

V oblasti utěšňování přírubových spojů neexistuje pouze jedna cesta, která je vyšlapaná, vyzkoušená, místy však již značně rozbitá a záplatovat ji mnohdy nepřináší předpokládaný výsledek. S pohledem dnešního moderního technika nelze přece neustále přehlížet vývoj nových materiálů bez toho, abych se zamyslel, že ta či ona koncepce je již překonána a nastal čas ji změnit a vylepšit.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Kolektiv pracovníků školícího odboru: Všeobecný výcvik personálu ČEZ-ETE, 2000
- [2] Ivo Hlavatý: Svařování komponent jaderných elektráren I. VŠB – TU Ostrava, 2005
- [3] Oldřich Hlávka: Parogenerátor VVER440. Elektrárna Dukovany, 2001
- [4] Miroslav Krejčí: Problematika utěsnění víka I.O. PG VVER 440. Dukovany, 1999
- [5] Asociace strojních inženýrů: Charakteristiky materiálů pro zařízení a potrubí jaderných elektráren typu VVER, Praha 2001
- [6] ČNI: ČSN EN 13555 - Příruby a přírubové spoje – Parametry těsnění a zkoušení vztahující se na pravidla dimenzování přírubových spojů s kruhovými přírubami a těsněním, Brno 2005
- [7] ČNI: ČSN EN 1591-1 - Příruby a přírubové spoje – Pravidla pro navrhování těsněných kruhových přírubových spojů, Praha 2002

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

I.O.		Primární okruh
II.O.		Sekundární okruh
VVER		Tlakovodní jaderný reaktor chlazený a moderovaný vodou
EDU		Elektrárna Dukovany
ETE		Elektrárna Temelín
BD		Bloková dozorna
PG		Parogenerátor
Js	[mm]	Jmenovitá světlost
TS		Teplosměnná plocha
HCC		Hlavní cirkulační čerpadlo
SKTOV		Systému kontroly těsnosti ochranných výklenků
Q_{\min}	[MPa]	Minimální tlak na těsnění při montáži
Q_{\max}	[MPa]	Maximální tlak na těsnění při montáži
Q_{smin}	[MPa]	Minimální tlak na těsnění za provozu
Q_{smax}	[MPa]	Maximální tlak na těsnění za provozu
Q_A	[MPa]	Tlak na těsnění při instalaci
$F_{Q\text{smin}}$	[N]	Zbývající minimální síla šroubů za provozu
$F_{Q\text{min}}$	[N]	Minimální síla šroubů při montáži
F_{S0}	[N]	Celková utahovací síla pro přírubový spoj
F_i	[N]	Hydraulická síla média
S	[mm ²]	Plocha těsnění

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Letecký pohled na EDU	10
Obrázek 2: Řízená štěpná reakce	11
Obrázek 3: Jaderný reaktor typu VVER	12
Obrázek 4: Schéma elektrárny typu VVER	13
Obrázek 5: Parogenerátory v hermetických boxech	14
Obrázek 6: Model parogenerátoru	17
Obrázek 7: Víko primárního kolektoru	18
Obrázek 8: Profil drážky	18
Obrázek 9: Průřez grafitového kroužku BURGMANN.....	23
Obrázek 10: Průřez opěrného kroužku	23
Obrázek 11: Sestava víka I.O. kolektoru s hřebenovým těsněním a výplň. kroužky.....	28
Obrázek 12: Hřebenové těsnění I.O. kolektoru.....	29
Obrázek 13: Detail nosného hřebene z grafitovou obložkou.....	30
Obrázek 14: Nové hřebenové těsnění	30
Obrázek 15: Zkušební stend.....	33

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Kalkulace nákladů ve čtyřletých cyklech.....	35
---	----

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P1..	Výrobní dokumentace
Příloha P2..	Výkres Hřebenového těsnění
Příloha P3..	Instrukce pro montáž

PŘÍLOHA P 1

VÝROBNÍ DOKUMENTACE

Hřebenové těsnění pro utěsnění
přírubového spoje I.O. PG VVER 440

	SEZNAM REALIZAČNÍ DOKUMENTACE	Skup. dok. celkový	SDR - 1376	
Akce	Hřebenové těsnění pro utěsnění přírubového spoje I.O. PG VVER 440		Listů : 1	List : 1

Dle vyhlášky 76/89 Sb. a 214/97 Sb. - BT 1

	arch. číslo	listů
Seznam realizační dokumentace	SDR - 1376	1
Změnový list realizační dokumentace	ZML - 1376	1
1. <u>Technologické postupy</u>		
1.1 Technologický postup výroby - nosný hřeben	TPV - NH - 1376	1
1.2 Technologický postup výroby - grafitové obložení	TPV - GO - 1376	1
1.3 Technologický postup sestavení	TPS - 1376	2
1.4 Technologický postup měření - nosný hřeben	TPM - NH - 1376	1
1.5 Technologický postup měření - grafitové obložení	TPM - GO - 1376	1
1.6 Technologický postup balení	TPB - 1376	2
2. <u>Materiálová část</u>		
2.1 Objednací návrh	ON - 1376	1
2.2 Podklady o materiálu		
3. <u>Dokladová část - protokoly ze zkoušek a kontrol</u>		
3.1 Seznam dokumentace pro stavební zkoušku	SDS - 1376	1
3.2 Plán kontrol a zkoušek	PKZ - 1376	4
3.3 Protokoly kontrol a zkoušek		
- o vstupní kontrole materiálu - plech	VKM - P - 1376/...	1
- o vstupní kontrole materiálu - expandovaný grafit	VKM - EG - 1376/...	1
- o kontrole vizuální - nosný hřeben	VIZ - NH - 1376/...	1
- o kontrole vizuální - grafitové obložení	VIZ - GO - 1376/...	1
- rozměrové kontroly - nosný hřeben	PRK - NH - 1376/...	1
- rozměrové kontroly - grafit. obložení ϕ 509/480-0,8	PRK - GO1 - 1376/...	1
- rozměrové kontroly - grafit. obložení ϕ 561/535-0,75	PRK - GO2 - 1376/...	1
- o kontrole značení	PZN - 1376/...	1
- o kontrole čistoty povrchu - nosný hřeben	PCP - NH - 1376/...	1
- o kontrole čistoty povrchu - grafit. obložení	PCP - GO - 1376/...	1
- o kontrole čistoty povrchu - hřebenové těsnění	PCP - HT - 1376/...	1
- o kontrole jednotlivých dílů před sestavením	KJD - 1376/...	1
- o celkové kontrole	PCK - 1376/...	1
- o stavební zkoušce	PSZ - 1376/...	1
3.4 Osvědčení o jakosti a kompletnosti	OJK - 1376/...	1

	ZMĚNOVÝ LIST REALIZAČNÍ DOKUMENTACE	ZML - 1376	
		listů : 1	list : 1

Hřebenové těsnění pro utěsnění přírubového spoje I.O. PG VVER 440

TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY				TPV - NH - 1376			
Pořad. č.	Název akce Hřebenové těsnění pro utěsnění přírubového spoje I.O. PG VVER 440			Vypracoval: Toman			
				Schválil:			
Počet ks	Název dílu Nosný hřeben	Číslo výkresu K3 - 02687	Pozice	Garant OTK:			
				Garant svař. dozor:			
Výchozí materiál: P6 (P10) - 590 x 590 (mat. 17 348.40 nebo 17 353.40)				Úroveň kontrol			
P.č.o.	Prac.	Popis operace		D ⁻ dělník VP ⁻ ved.práce OTK ⁻ odd.tech.kontroly IO ⁻ inspek.orgán			
		Dozor jakosti zařízení dle Vyhlášky 76/89 Sb.		TB T	Datum	Pozn.	Podpis
K1		Vstupní kontrola materiálu, značení materiálu - OTK dle TP MICo 1376 odst.3.3- protokol VKM-P-1376/... (kontrola č. E 003/1 a E 002/1)					
1		Stříhat plech na rozměr 590 x 590 mm					
2		Plech vyrovnat					
K2		Kontrola rovinnosti po stříhání a vyrovnání - VP					
3		Upnout na karusel - vypíchnout vnitřní $\phi 481$ a vnější $\phi 567$.					
4		Přepnout za vnitřní ϕ do přípravku, přerovnat na $s = 5$ mm					
5		Soustružit hotově tvar z jedné strany dle výkresu K3 - 02687					
6		Přepnout, soustružit hotově tvar z druhé strany dle výkresu K3 - 02687					
7		Rýsovat a vrtat otvory 3x $\phi 6$ na $\phi 522$ mm, odjehlit					
8		Průběžně provádět mezi jednotlivými operacemi kontrolu soustružených rozměrů - (samokontrola - dělník)					
9		Provést značení dle výkresu K3 - 02687 - elektrojiskrově					
K3		Kontrola rozměrů - OTK - dle výkresu K3 - 02687, způsob měření TPM-NH-1376, protokol PRK-NH-1376/... (kontrola č. E 401/1)					
K4		Vizuální kontrola - 100% - OTK kontrola plochy nosného hřebene po výrobě na mechanické poškození – dle TP MICo 1376 odst.4.2.1- protokol VIZ-NH-1376/... (kontrola č. E 301/2)					
K5		Kontrola značení - OTK - dle výkresu K3 - 02687, (K3 - 02582) protokol PZN-1376/... (kontrola č. E 002/2)					

TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY				TPV - GO - 1376				
Pořad. č.	Název akce Hřebenové těsnění pro utěsnění přírubového spoje I.O. PG VVER 440			Vypracoval: Toman				
				Schválil:				
Počet ks	Název dílu	Grafitové obložení	Číslo výkresu	Pozice	Garant OTK:			
		GO 1- ϕ 509/480-0,8	K3 - 02582	2	Garant svař. dozor:			
		GO 2- ϕ 561/535-0,75		3				
Výchozí materiál: grafitová folie F07510Z, F08010Z				Úroveň kontrol				
P.č.o.	Prac.	Popis operace			D ^{dělník} VP ^{ved.práce} OTK ^{odd.tech.kontroly} IO ^{inspek.orgán}			
		Dozor jakosti zařízení dle Vyhlášky 76/89 Sb.			TB T	Datum	Pozn.	Podpis
K1		Vstupní kontrola materiálu - OTK - dle TP MICo 1376 odst. 3.3, protokol VKM-EG-1376/... (kontrola č. E 003/2)						
K2		Vizuální kontrola plochy folie na mechanické poškození před výrobou - VP - dle TP MICo 1376 odst. 4.2.1 (kontrola č. E 301/1)						
1		Ustříhnout polotovary pro vykružení obložení						
2		Vykružení rozměrů obložení na vykružovače plochých těsnění - ϕ 509/480 z grafitové folie F08010Z a obložení ϕ 561/535 z grafitové folie F07510Z dle výkresu č. K3 - 02582.						
K3		Kontrola rozměrů - OTK - dle výkresu č. K3 - 02582, způsob měření TPM-GO-1376, protokol PRK-GO1-1376/... a PRK-GO2-1376/... (kontrola č. E 401/2 a E 401/3)						
K4		Vizuální kontrola - 100% - OTK - kontrola plochy grafitového obložení po výrobě na mechanické poškození - dle TP MICo 1376 odst. 4.2.1 – protokol VIZ GO-1376/... (kontrola č. E 301/3)						

TECHNOLOGICKÝ POSTUP SESTAVENÍ				TPS - 1376				
Pořad. č.	Název akce Hřebenové těsnění pro utěsnění přírubového spoje I.O. PG VVER 440			Vypracoval: Toman				
				Schválil:				
Počet ks	Název dílu	Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440	Číslo výkresu	Pozice	Garant OTK:			
			K3 - 02582		Garant svař. dozor:			
Výchozí materiál: dle výkresu				Úroveň kontrol				
P.č.o.	Prac.	Popis operace			D ⁻ dělník VP ⁻ ved.práce OTK ⁻ odd.tech.kontroly IO ⁻ inspek.orgán			
		Dozor jakosti zařízení dle Vyhlášky 76/89 Sb.			TB T	Datum	Pozn.	Podpis
K1		Kontrola čistoty nosného hřebene před sestavením - OTK dle TP MICo 1376 odst.4.2.4- protokol PCP-NH-1376/.. (kontrola č. E 441/1)						
K2		Kontrola čistoty grafitového obložení před sestavením - OTK dle TP MICo 1376 odst.4.2.4- protokol PCP-GO-1376/.. (kontrola č. E 441/2)						
K3		Vizuální kontrola - 100% - OTK kontrola plochy nosného hřebene před sestavením na mechanické poškození – dle TP MICo 1376 odst.4.2.1- protokol VIZ-NH-1376/... (kontrola č. E 301/4)						
K4		Vizuální kontrola - 100% - OTK kontrola plochy grafitového obložení před sestavením na mechanické poškození – dle TP MICo 1376 odst.4.2.1- protokol VIZ-GO-1376/... (kontrola č. E 301/5)						
K5		Kontrola jednotlivých dílů poz. 1 ÷ 3 před nalepením - OTK Kontrola dokumentace rozměrových zkoušek, čistoty povrchu, vizuální kontroly dílů dle TP MICo 1376 odst. 4.2.1; 4.2.2; 4.2.4 - protokol KJD-1376/... (kontrola č. E 015)						
1		Odmaštění dosedacích ploch nosného hřebenu před lepením bezchloridovým odmašťovadlem						
2		Na grafitové obložení lehce nastříkat z jedné strany lepidlo SPRAY ADHESIV nebo TESA-Kleber nebo POWER SPRAY UHU ze vzdálenosti 25 cm						
3		Po 10 minutách zaschnutí přitisknout grafitové obložení na nosný hřeben - dle výkresu K3 - 02582						
4		Po min. 30 minutách po přilepení oříznout vnitřní průměr grafitového obložení ϕ 480 dle vnitřního průměru nosného hřebene ϕ 481 dle výkresu K3 - 02582						
K6		Kontrola čistoty po sestavení - OTK dle TP MICo 1376 odst.4.2.4- protokol PCP-HT-1376/... (kontrola č. E 441/3)						

TECHNOLOGICKÝ POSTUP SESTAVENÍ				TPS - 1376			
Pořad. č.	Název akce Hřebenové těsnění pro utěsnění přírubového spoje I.O. PG VVER 440			Vypracoval: Toman			
Počet ks	Název dílu Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440	Číslo výkresu K3 - 02582	Pozice	Schválil:			
Výchozí materiál: dle výkresu				Garant OTK:			
				Garant svař. dozor:			
P.č.o. Prac. Popis operace				Úroveň kontrol			
				D ⁻ dělník VP ⁻ ved.práce OTK ⁻ odd.tech.kontroly IO ⁻ inspek.orgán			
		Dozor jakosti zařízení dle Vyhlášky 76/89 Sb.		TB T	Datum	Pozn.	Podpis
K7		Celková kontrola hotového výrobku - OTK za účasti odběratele - kompletnost dokumentace, rozměrová kontrola, vizuální kontrola - 100% dle TP MICo 1376 odst.4.2- protokol PCK-1376/... (kontrola č. E 001/2, E 401/4 a E 301/6)					
K8		Stavební zkouška - OTK za účasti odběratele a orgánů SOD dle TP MICo 1376 odst.4.2.6 - protokol PSZ-1376/... (kontrola č. E 371)					

TECHNOLOGICKÝ POSTUP MĚŘENÍ				TPM - NH - 1376			
Pořad. č.	Název akce Hřebenové těsnění pro utěsnění přírubového spoje I.O. PG VVER 440			Vypracoval: Toman			
				Schválil:			
Počet ks	Název dílu Nosný hřeben	Číslo výkresu K3 - 02687	Pozice 1	Garant OTK:			
				Garant svař. dozor:			
Výchozí materiál: P 6 nebo P 10 - mat. 17 348.40 nebo 17 353.40				Úroveň kontrol			
P.č.o.	Prac.	<i>Popis operace</i>		D ⁻ dělník VP ⁻ ved.práce OTK ⁻ odd.tech.kontroly IO ⁻ inspek.orgán			
		Dozor jakosti zařízení dle Vyhlášky 76/89 Sb.		TB T	Datum	Pozn.	Podpis
		Používat měřidla splňující podmínky článku 5.3 metrologického řádu					
K1		<u>Měření tvaru kostry - OTK</u> Posuvným měřítkem kontrolovat vnější a vnitřní průměr. Kontrolu provádět způsobem označeným v protokolu rozměrové kontroly PRK-NH-1376/..., naměřené hodnoty zaznamenat (kontrola č. E 401/1)					
K2		<u>Měření hloubky hřebene - OTK</u> Nosný hřeben položit na rýsovací desku a zatížit tak, aby hřebínky po celé ploše doléhaly na desku - kontrolovat spárovou měrkou tl. 0,05 Číselníkovým úchylkoměrem s nastavcem ve tvaru hrotu najet na dno drážky, vynulovat, přes hřebínek položit kostku o známém rozměru, provést měření, rozměr kostky odečíst. Kontrolovat každou drážku způsobem označeným v protokolu rozměrové kontroly PRK-NH-1376/..., naměřené hodnoty zaznamenat (kontrola č. E 401/1)					
K3		<u>Měření celkové tloušťky přes hřebeny - OTK</u> Mikrometrem měřit způsobem označeným v protokolu rozměrové kontroly PRK-NH-1376/..., naměřené hodnoty zaznamenat (kontrola č. E 401/1)					

TECHNOLOGICKÝ POSTUP MĚŘENÍ				TPM - GO - 1376			
Pořad. č.	Název akce Hřebenové těsnění pro utěsnění přírubového spoje I.O. PG VVER 440			Vypracoval: Toman			
Počet ks	Název dílu Grafitové obložení	Číslo výkresu K3 - 02582	Pozice 2 a 3	Schválil:			
Výchozí materiál: grafitová folie F07510Z a F08010Z				Úroveň kontrol			
P.č.o.	Prac.	Popis operace		D ⁻ dělník VP ⁻ ved.práce OTK ⁻ odd.tech.kontroly IO ⁻ inspek.orgán			
		Dozor jakosti zařízení dle Vyhlášky 76/89 Sb.		TB T	Datum	Pozn.	Podpis
		Používat měřidla splňující podmínky článku 5.3 metrologického řádu					
K1		<u>Měření rozměrů a tvaru - OTK</u> Posuvným měřítkem kontrolovat vnější a vnitřní průměr, šířku a tloušťku obložení. Kontrolu provádět způsobem označeným v protokolu rozměrové kontroly PRK-GO1-1376/... pro obložení $\phi 509/480-0,8$ a PRK-GO2-1376/... pro obložení $\phi 561/535-0,75$, naměřené hodnoty zaznamenat. (kontrola č. E 401/2, E 401/3)					

TECHNOLOGICKÝ POSTUP BALENÍ				TPB - 1376				
Pořad. č.	Název akce	Hřebenové těsnění pro utěsnění přírubového spoje I.O. PG VVER 440		Vypracoval: Toman				
				Schválil:				
Počet ks	Název dílu	Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440	Číslo výkresu	Pozice	Garant OTK:			
			K3 - 02582		Garant svař. dozor:			
Výchozí materiál: dle výkresu				Úroveň kontrol				
P.č.o.	Prac.	Popis operace			D ^{-dělník} VP ^{-ved.práce} OTK ^{-odd.tech.kontroly} IO ^{-inspek.orgán}			
		Dozor jakosti zařízení dle Vyhlášky 76/89 Sb.			TB T	Datum	Pozn.	Podpis
K1		Vizuální kontrola hřebenového těsnění před balením na mechanické poškození - 100% - OTK – dle TP MICo 1376 odst. 4.2.1 (kontrola č. E 301/7)						
1		Vložit hřebenové těsnění do předem vyrobeného obalu z fólie polyetylénu.						
2		Vložit do obalu sáček s vysoušedlem (dehydrosil, silikagel), min. 20 g, zajistit přilepením proti posunování v obalu, obal zatavit.						
3		Z obou stran přiložit kartón 580x580 se sraženými rohy 50x45°, zajistit k obalu přelepením po obvodu.						
4		Označit na obalu každého hřebenového těsnění : - číslo zakázky - výrobce - obchodní značka výrobku : T 1376 - počet hřebenových těsnění 1 ks - pořadové číslo hřebenového těsnění - datum výstupní kontroly - číslo TP : 1376						
K2		Vizuální kontrola zabalení jednotlivého těsnění - 100% - OTK - dle TP MICo 1376 kap. 8 (kontrola č. E 301/8)						
K3		Kontrola značení hřebenového těsnění - OTK - dle TP MICo 1376 kap. 5 a 8 , protokol PZN-1376/... (kontrola č. E 002/3)						
5		Jednotlivá hřebenová těsnění uložit do kartonového obalu rozměrů 585x585x80 mm, max. 5 ks do jednoho obalu, kartonový obal zalepit.						
6		Na kartonový obal přilepit balicí list s údaji : - číslo zakázky - výrobce - obchodní značka výrobku : T 1376 - počet hřebenových těsnění .. ks - pořadová čísla hřebenových těsnění - datum výstupní kontroly - číslo TP : 1376						
TECHNOLOGICKÝ POSTUP BALENÍ				TPB - 1376				

Pořad. č.	Název akce	Hřebenové těsnění pro utěsnění přírubového spoje I.O. PG VVER 440			Vypracoval: Toman			
Počet ks	Název dílu	Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440	Číslo výkresu	Pozice	Schválil:			
			K3 - 02582		Garant OTK:			
					Garant svař. dozor:			
Výchozí materiál: dle výkresu					Úroveň kontrol			
P.č.o.	Prac.	<i>Popis operace</i>			<i>D⁻dělník VP⁻ved.práce OTK⁻odd.tech.kontroly IO⁻inspek.orgán</i>			
		Dozor jakosti zařízení dle Vyhlášky 76/89 Sb.			TB ⁻ T ⁻	Datum	Pozn.	Podpis
K4		Kontrola značení na kartonovém obalu - OTK - dle TP MICO 1376 kap. 5 a 8 , protokol PZN-1376/... (kontrola č. E 002/4)						

bč	Název	Norma	Materiál	Atest	Rozměrová norma	ks
Lomek	Rozměr			Značit	TDP	kg
Poznámka 1	Výkres	Rozměrová specifikace pro nákup			Cena	
Poznámka 2					Termín	
1a	Nosný hřeben ø567/481					1
	P6 (P10) - 590 x 590		17 348.40	EN-2.2	ČSN 425315.21	
					ČSN 420210.65	
	K3 - 02687	Objednání dle Vyhl. 76/89 Sb.				
1b	Nosný hřeben ø567/481					1
	P6 (P10) - 590 x 590		17 353.40	EN-2.2	ČSN 425315.21	
					ČSN 420210.65	
	K3 - 02687	Objednání dle Vyhl. 76/89 Sb.				
2	Flexibilní folie z expandovaného grafitu					1
	dle materiálového listu SGL - F08010Z		SIGRAFLEX	EN-2.2		
	K3 - 02582	Objednání dle Vyhl. 76/89 Sb.				
3	Flexibilní folie z expandovaného grafitu					1
	dle materiálového listu SGL - F07510Z		SIGRAFLEX	EN-2.2		
	K3 - 02582	Objednání dle Vyhl. 76/89 Sb.				
4a	Lepidlo TESA-Kleber					1
	Lepidlo ve spreji nízkochloridové					
4b	Lepidlo SPRAY ADHESIV					1
	Lepidlo ve spreji nízkochloridové					
4c	Lepidlo POWER SPRAY UHU					1
	Lepidlo ve spreji nízkochloridové					
5	Balicí materiál					1
	Fólie síla 0,2 mm v roli šíře 1000 mm		fólie polyetylén			
6	Prostředek na vázání atmosf. vlhkosti					1
	DEHYDROSIL zabalený v prodyšných sáčcích		vysoušedlo DEHYDROSIL			
7	Karton tl. 5 mm					2
	5x580x580					
8	Kartónový obal tl. 3 mm (pro max.5 ks)					1
	Kartónový obal tl. 3 mm, rozměr 585x585x80 mm					

SEZNAM DOKUMENTACE

PRO STAVEBNÍ ZKOUŠKU

SDS - 1376

dle Vyhl. 76/89 Sb. a 214/97 Sb. - BT 1

p.č.	Název dokumentace, identifikační znak např. e. č.	Požadavek Dokumentu:	
		ANO	NE
1.	Technické řešení č.:	ANO	<input checked="" type="radio"/> NE
2.	Technické řešení vady č.:	ANO	<input checked="" type="radio"/> NE
3.	Pracovní postup opravy č.:	ANO	<input checked="" type="radio"/> NE
3.1.	Program kontrol k PPO č.: PKZ - 1376	<input checked="" type="radio"/> ANO	NE
3.2.	Izometr. náčrt, rozpiska mat. záznam. list o svarech k PPO č.:	ANO	<input checked="" type="radio"/> NE
3.3.	Výkres č.: K3 - 02582	<input checked="" type="radio"/> ANO	NE
3.4.	Rozpiska materiálu, záznamový list o svarech k PPO č.:	ANO	<input checked="" type="radio"/> NE
3.5.	Rozpiska materiálu k PPO č.: K - 02582	<input checked="" type="radio"/> ANO	NE
3.6.	Záznamový list o svarech k PPO č.:	ANO	<input checked="" type="radio"/> NE
4.	Dokument jakosti (certifikát) použitého materiálu, zařízení:	<input checked="" type="radio"/> ANO	NE
5.	Protokoly nedestruktivních kontrol: dle PKZ - 1376	<input checked="" type="radio"/> ANO	NE
Jiná dokumentace:			
6.	Osvědčení o jakosti a kompletnosti OJK - 1376/...	<input checked="" type="radio"/> ANO	NE
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			

Předepsal:

Petr Toman

PLÁN KONTROL A ZKOUŠEK: INSPECTION & TEST PLAN

Plán č.:
I & T plan No.:

PKZ - 1376

Počet stran / No. of pages

4

Strana / Page

1

Název/ Name: Hřebenové těsnění pro utěsnění přírubového spoje I.O. PG VVER 440

Č. zak./Order No.:

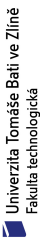
Za/On behalf of MICo, spol. s r. o.:	Jméno/Name	Datum/Date	Podpis/Signature	Číslo osv. dle vyhl. č. 76/89 Sb. No. of a certificate acc. to Act. No. 76/89 Coll.
Vypracoval/Made by:	Toman	06/2008		
Ověřil/Checked by:				
Schválil/Approved by:				

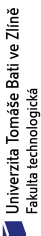
Za odběratele/On behalf of customer:

Ověřil/Checked by:				
Schválil/Approved by:				

PLÁN KONTROL A ZKOUŠEK: INSPECTION & TEST PLAN				Plán č.: PKZ - 1376				
				I & T plan No.:				
Název sestavy / Assembly dwg. name:		Číslo zakázky / Job No.:		Počet stran / No. of pages				
HŘEBENOVÉ TĚSNĚNÍ I.O. PG VVER 440		K3-02582		4				
Název sestavy / Assembly dwg. name:		Č. výkr. sestavy / Assembly dwg. No.:		Druh kontrol CHECK TYPES:				
HŘEBENOVÉ TĚSNĚNÍ I.O. PG VVER 440		K3-02582		I Kontrola při výrobě Check during manufact. O Odběratel / Client IO Inspekční orgán Inspection authority P protokol / protocol TK protokol v anglickém jazyce protocol in English				
Název součásti / Name of Part:		Č. výrob. výkr. / Detail. dwg. No.:		Heslo / Project:				
HŘEBENOVÉ TĚSNĚNÍ I.O. PG VVER 440		K3-02582		K3-02582				
Název součásti / Name of Part:		Č. výrob. výkr. / Detail. dwg. No.:		Série / Series No.:				
HŘEBENOVÉ TĚSNĚNÍ I.O. PG VVER 440		K3-02582		K3-02582				
Číslo No.)*	Popis Description	Předpis,norma Regulation, standard	Kontroly Check			Číslo protokolů Report No.	P	TK
			I	O	IO			
E 001/1	Kontrola dokumentace - úplnost dokumentace před výrobou	VD-1376	I					
E 003/1 E 002/1	Vstupní kontrola materiálu, značení materiálu - nosný hřeben (TPV-NH-1376-K1)	TP1376 -odst.3.3	I ŘJ					X
E 003/2	Vstupní kontrola materiálu - grafitové obložení (TPV-GO-1376-K1)	TP1376 -odst.3.3	I ŘJ					X
	Kontrola rovinnosti po stříhání a vyrovnání (TPV-NH-1376-K2)	ČSN ISO 2768-K	I VP					
R – Posuzovací bod / Review point		H – Zádržný bod / Hold point		W – Ověřovací bod / Witness point		X – Požadován protokol/Protocol required		Kopie č. Copy No.

*) číslo operace dle sm. č. 05/99

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická		PLÁN KONTROL A ZKOUŠEK: INSPECTION & TEST PLAN				Plán č.: I & T plan No.:		PKZ - 1376	
						Počet stran / No. of pages 4		Strana / Page 3	
Číslo No.	Popis Description	Předpis,norma Regulation, standard	Kontroly Check		Ověřování st. kontroly jméno, datum, zn. Inspection level test, name, date, mark		Číslo protokolu Report No.	P	TK
			I	O	IO	I			
E 301/1	Vizuální kontrola plochy grafitového obložení (fólie) na mechanické poškození před výrobou (TPV-GO-1376-K2)	TP1376 -odst.4.2.1	I						
E 401/1	Kontrola rozměrů - nosný hřeben (TPV-NH-1376-K3)	TPM-NH-1376 ČSN ISO 2768-m	I	VP			PRK-NH-1376/..	X	
E 401/2	Kontrola rozměrů - grafitové obložení $\phi 509/480-0,8$ (TPV-GO-1376-K3)	TPM-GO-1376 ČSN ISO 2768-m DIN 28091-1 (EN 13555)	I	ŘJ			PRK-GO1-1376/..	X	
E 401/3	Kontrola rozměrů - grafitové obložení $\phi 561/535-0,75$ (TPV-GO-1376-K3)	TPM-GO-1376 ČSN ISO 2768-m DIN 28091-1 (EN 13555)	I	ŘJ			PRK-GO2-1376/..	X	
E 301/2	Vizuální kontrola - nosný hřeben - 100% (TPV-NH-1376-K4)	TP1376 -odst.4.2.1	I	ŘJ			VIZ-NH-1376/..	X	
E 301/3	Vizuální kontrola - grafitové obložení - 100% (TPV-GO-1376-K4)	TP1376 -odst.4.2.1	I	ŘJ			VIZ-GO-1376/..	X	
E 002/2	Kontrola značení - nosný hřeben (TPV-NH-1376-K5)	TP1376 -odst.4.2.3 a 5, č.v. K3-02582	I	ŘJ			PZN-1376/..	X	
E 441/1	Kontrola čistoty povrchu před sestavením - nosný hřeben (TPS-1376-K1)	TPE 10-40/1926/85 - SČP II	I	ŘJ			PCP-NH-1376/..	X	
E 441/2	Kontrola čistoty povrchu před sestavením - grafitové obložení (TPS-1376-K2)	TPE 10-40/1926/85 - SČP II	I	ŘJ			PCP-GO-1376/..	X	
E 301/4	Vizuální kontrola - nosný hřeben - 100% (TPS-1376-K3)	TP1376 -odst.4.2.1	I	ŘJ			VIZ-NH-1376/..	X	

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická		PLÁN KONTROL A ZKOUŠEK: INSPECTION & TEST PLAN				Plán č.: I & T plan No.:		PKZ - 1376		
						Počet stran / No. of pages 4		Strana / Page 4		
Číslo No.	Popis Description	Předpis,norma Regulation, standard	Kontroly Check			Ověřování st. kontroly jméno, datum, zn. Inspection level test, name, date, mark		Číslo protokolu Report No.	P	TK
			I	O	IO	I	O			
E 301/5	Vizuální kontrola - grafitové obložení - 100% (TPS-1376-K4)	TP1376 -odst.4.2.1	I					VIZ-GO-1376/..	X	
E 015	Kontrola jednotlivých dílů před sestavením (TPS-1376-K5)	TP1376 -odst.4.2 č.v. K3-02582	I	ŘJ				KJD-1376/..	X	
E 441/3	Kontrola čistoty povrchu po sestavení hřebenového těsnění (TPS-1376-K6)	TPE 10-40/1926/85 - SČP II	I	ŘJ				PCP-HT-1376/..	X	
E 001/2 E 401/4 E 301/6	Celková kontrola hotového výrobku (TPS-1376-K7)	TP1376 -odst.4.2 č.v. K3-02582	I	ŘJ		H		PCK-1376/..	X	
E 371	Stavební zkouška hřebenového těsnění (TPS-1376-K8)	TP1376 -odst.4.2.6 SDS-1376	I	ŘJ		H		PSZ-1376/..	X	
E 301/7	Vizuální kontrola hřebenového těsnění před balením na mechanické poškození - 100% (TPB-1376-K1)	TP1376 -odst.4.2.1	I	ŘJ						
E 301/8	Vizuální kontrola zabalení hřebenového těsnění - 100% (TPB-1376-K2)	TP1376 -odst.8	I	ŘJ						
E 002/3	Kontrola značení hřebenového těsnění (TPB-1376-K3)	TP1376 -odst.5 a 8,	I	ŘJ				PZN-1376/..	X	
E 002/4	Kontrola značení na kartónovém obalu (TPB-1376-K4)	TP1376 -odst.5 a 8,	I	ŘJ				PZN-1376/..	X	

	PROTOKOL O VSTUPNÍ KONTROLE Entering Check Record	Číslo protokolu: Record No.: VKM-P-1376/
		Datum kontroly: Check Date:

Název zařízení: <i>Title of Equipment:</i> Plech síla 6 mm* Plech síla 10 mm* jakost 17 348.40* jakost 17 353.40*	Dodavatel: <i>Supplier:</i>	Odběratel: <i>Customer:</i>	
	Zakázkové číslo: <i>Job No.:</i>		
	Projektové číslo: <i>Project No.:</i>		
Výrobní číslo komponentu: <i>Component Serial No.:</i>	Výrobní číslo kompletu: <i>Product Serial No.:</i>	Místo kontroly: <i>Check Place:</i>	
Kontrola provedena dle: ČSN EN 10 204 - 2.2 Kritéria: dle TP MICo 1376 odst. 3.3 <i>Check done acc. to:</i> (Order No.)		Vyhláška: <i>Notice:</i> 76/89 Sb., 214/97 Sb.	
<p><i>Poznámka:</i> Součástí tohoto protokolu jsou kopie objednávek, dodacích listů a atestů.</p> <p>* nehodící se škrtnout</p>			
Celkové hodnocení: /Total judgement: VYHOVUJE/PASSED			
Kontrolu provedl: <i>Checked by:</i>	Číslo osvědčení: <i>Certif. No.:</i>	Datum: <i>Date:</i>	Podpis / Signature:

	PROTOKOL O VSTUPNÍ KONTROLE Entering Check Record	Číslo protokolu: Record No.: VKM-EG-1376/
		Datum kontroly: Check Date:

Název zařízení: <i>Title of Equipment:</i> Grafitová folie SIGRAFLEX F07510Z SIGRAFLEX F08010Z *)	Dodavatel: <i>Supplier:</i>	Odběratel: <i>Customer:</i>	
	Zakázkové číslo: <i>Job No.:</i>		
	Projektové číslo: <i>Project No.:</i>		
Výrobní číslo komponentu: <i>Component Serial No.:</i>	Výrobní číslo kompletu: <i>Product Serial No.:</i>	Místo kontroly: <i>Check Place:</i>	
Kontrola provedena dle: ČSN EN 10 204 - 2.2 Kritéria: dle TP MICo 1376 odst. 3.3 <i>Check done acc. to:</i> (Order No.)		Vyhláška: <i>Notice:</i> 76/89 Sb., 214/97 Sb.	
<p><i>Poznámka:</i> Součástí tohoto protokolu jsou kopie objednávek, dodacích listů a atestů.</p> <p>* nehodící se škrtnout</p>			
Celkové hodnocení: /Total judgement: VYHOVUJE/PASSED			
Kontrolu provedl: <i>Checked by:</i>	Číslo osvědčení: <i>Certif. No.:</i>	Datum: <i>Date:</i>	Podpis / Signature:

	Protokol o kontrole vizuální metodou <i>Visual Check Record</i>	Číslo protokolu: <i>Record No.:</i> VIZ-NH-1376/
		List č.: <i>Page:</i>

ÚDAJE O DANÉM ZAŘÍZENÍ / EQUIPMENT DATA	
Název zařízení / Title of equipment: Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440 -nosný hřeben	
Zakázka číslo / Working order, Job No.:	Výrobní číslo / Serial No.:
Projektové číslo / Project No.:	Datum kontroly / Check Date.:
Umístění / Location:	

Platnost vyhlášky / Notice Validity:	76/89 Sb., 214/97 Sb.
Materiál / Material:	
Jakost povrchu / Surface Treatment:	
Vzdálenost prohlížení / Watching Distance:	
Hodnoceno dle / Judgement acc. to.:	TP MICo 1376 odst. 4.2.1
Klasifikační stupeň svaru / Grade:	

PŘI VIZUÁLNÍ KONTROLE NEBYLY SHLEDÁNY NEPŘÍPUSTNÉ VADY.
No inadmissible defects were found during the visual test.

Celkové hodnocení / Total judgement: VYHOVUJE / PASSED	
KONTROLU PROVEDL : <i>Checked by:</i>	ČÍSLO OSVĚDČENÍ: <i>Certif. No.:</i>
	DATUM: <i>Date:</i>
	PODPIS: <i>Signature:</i>

	Protokol o kontrole vizuální metodou Visual Check Record	Číslo protokolu: <i>Record No.:</i> VIZ-GO-1376/
		List č.: <i>Page:</i>

ÚDAJE O DANÉM ZAŘÍZENÍ / EQUIPMENT DATA	
Název zařízení / Title of equipment: Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440 -Grafitové obložení	
Zakázka číslo / Working order, Job No:	Výrobní číslo / Serial No:
Projektové číslo / Project No.:	Datum kontroly / Check Date:::
Umístění / Location:	

Platnost vyhlášky / Notice Validity:	76/89 Sb., 214/97 Sb.
Materiál / Material:	
Jakost povrchu / Surface Treatment:	
Vzdálenost prohlížení / Watching Distance:	
Hodnoceno dle / Judgement acc. to:::	TP MICo 1376 odst. 4.2.1
Klasifikační stupeň svaru / Grade:	

PŘI VIZUÁLNÍ KONTROLE NEBYLY SHLEDÁNY NEPŘÍPUSTNÉ VADY.
No inadmissible defects were found during the visual test.

Celkové hodnocení / Total judgement:		VYHOVUJE / PASSED	
KONTROLU PROVEDL : <i>Checked by:</i>	ČÍSLO OSVĚDČENÍ: <i>Certif. No.:</i>	DATUM: <i>Date:</i>	PODPIS: <i>Signature:</i>

PROTOKOL O ROZMĚROVÉ KONTROLE DIMENSIONAL TEST RECORD		Číslo protokolu: Record No.: PRK-NH-1376/	
Název zařízení / Title of Equipment : Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440		Předmět kontroly / Check subject : nosný hřeben dle č.v. K3-02687	
Výrobní číslo / Serial No. :		Použitá měřidla / Used Gauges :	
Kontrola provedena dle (ČSN, TP, IPZJ, prac. příkazu) / Check done acc. : TPM-NH-1376		Datum kontroly: Check date:	
Pracovní příkaz, zakázka č. / Working order, Job No. :			
Kontrolovaná místa : označena a, a ₁ , a ₂ , a ₃			
Měřeno : Vnitřní průměr Vnější průměr (středicí prstenec) Celková tloušťka přes hřebeny Hloubka drážky hřebene		Kriteria : ČSN ISO 2768 - m ČSN ISO 2768 - m K3-02687 K3-02687	
Postup měření : Vnitřní a vnější ϕ měřit ve dvou směrech: "a-a ₂ " a "a ₁ -a ₃ ", tloušťku měřit ve 4 průřezech, výchozí bod značení "a", postupovat ve směru hodinových ručiček po 90°. Tloušťku měřit na krajích a uprostřed hřebenu, hodnoty použít také pro vyhodnocení rovinnosti. Hloubku jednotlivých drážek měřit postupně od vnějšku po obvodu (tzn. 1. drážka v bodě "a", 2. drážka v bodě "a ₁ ", ...), proměřit drážky na obou stranách.			
Pozn. Předepsaná rovinnost se vztahuje na rovno- měrnost tloušťky, zvlnění hřebene je přípustné.			
Naměřené hodnoty :			
	vnitřní ϕ	vnější ϕ	
"a-a ₂ "		"a"	celková tl.
"a ₁ -a ₃ "		"a ₁ "	hloubka drážky
		"a ₂ "	
		"a ₃ "	
Celkové hodnocení / Total judgement : VYHOVUJÍCÍ / PASSED			
Kontrolu provedl: Checked by:	Číslo osvědčení: Certif. No.:	Datum : Date:	Podpis: Signature:

<p align="center">PROTOKOL O ROZMĚROVÉ KONTROLE DIMENSIONAL TEST RECORD</p>		<p>Číslo protokolu: Record No.: PRK-GO2-1376/</p>																									
<p>Název zařízení / Title of Equipment : Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440</p>		<p>Předmět kontroly / Check subject : grafitové obložení ϕ561/535-0,75 dle č.v. K3-02582 poz.3</p>																									
<p>Výrobní číslo / Serial No. :</p>		<p>Použitá měřidla / Used Gauges :</p>																									
<p>Kontrola provedena dle (ČSN,TP,IPZJ,prac. příkazu) / Check done acc. : TPM-GO-1376</p>		<p>Datum kontroly: Check date:</p>																									
<p>Pracovní příkaz, zakázka č. / Working order, Job No. :</p>																											
<p>Kontrolovaná místa : označena a, a₁, a₂, a₃</p> <p>Měřeno : Tloušťka Šířka Vnitřní ϕ Vnější ϕ</p> <p>Kriteria : DIN 28091-1 (EN 13555) ČSN ISO 2768 - m ČSN ISO 2768 - m ČSN ISO 2768 - m</p> <p>Postup měření : Vnitřní a vnější ϕ měřit ve dvou místech: "a-a₂" a "a₁-a₃" šířku a tloušťku kroužku měřit min. ve 4 místech, výchozí bod značení "a", ve směru hodinových ručiček po 90°.</p>																											
<p>Naměřené hodnoty :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>vnitřní ϕ</th> <th>vnější ϕ</th> <th>šířka</th> <th>tloušťka</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"a-a₂"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>"a"</td> </tr> <tr> <td>"a₁-a₃"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>"a₁"</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>"a₂"</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>"a₃"</td> </tr> </tbody> </table>				vnitřní ϕ	vnější ϕ	šířka	tloušťka	"a-a ₂ "				"a"	"a ₁ -a ₃ "				"a ₁ "					"a ₂ "					"a ₃ "
	vnitřní ϕ	vnější ϕ	šířka	tloušťka																							
"a-a ₂ "				"a"																							
"a ₁ -a ₃ "				"a ₁ "																							
				"a ₂ "																							
				"a ₃ "																							
<p>Celkové hodnocení / Total judgement : VYHOVUJÍCÍ / PASSED</p>																											
<p>Kontrolu provedl: Checked by:</p>	<p>Číslo osvědčení: Certif. No.:</p>	<p>Datum : Date:</p>																									
		<p>Podpis: Signature:</p>																									

PROTOKOL O KONTROLE ZNAČENÍ ČSN EN 10204-2.2		Číslo protokolu: PZN –1376/ Počet příloh:		
Název zařízení: Hřebenové těsnění T 1376		Předmět kontroly: Značení hřebenového těsnění		
Výrobní číslo:	Zakázka číslo:			
Kontrola provedena dle: Výrobní dokumentace – plán kontrol		Datum kontroly:		
<p><u>Hodnotící kritéria:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Čitelnost údajů 2. Správnost a úplnost dle: Technické podmínky TP MICo 1376 - odst. 5. a 8. 3. Poloha značení 				
Výsledek kontroly:				
Celkové hodnocení	Provedl	Číslo osvědčení	Datum	Podpis

	PROTOKOL O KONTROLE ČISTOTY POVRCHU	Číslo protokolu: PCP-NH-1376/
		Datum kontroly:

<i>Název zařízení:</i> Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440 - Nosný hřeben	<i>Klasifikační stupeň:</i>	<i>Materiál:</i>
	<i>Zakázkové číslo:</i>	
	<i>Projektové číslo:</i>	
<i>Výrobní číslo komponentu:</i>	<i>Výrobní číslo kompletu:</i>	<i>Místo kontroly:</i>
<i>Kontrola provedena dle:</i> TPE 10-40/1926/85 - SČP II		<i>Vyhláška:</i> 76/89, 214/97

Výsledek kontroly:

Celkové hodnocení :

<i>Kontrolu provedl:</i>	<i>Číslo osvědčení:</i>	<i>Datum:</i>	<i>Podpis:</i>

	PROTOKOL O KONTROLE ČISTOTY POVRCHU	Číslo protokolu: PCP-HT-1376/
		Datum kontroly:

<i>Název zařízení:</i>	<i>Klasifikační stupeň:</i>	<i>Materiál:</i>
Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440 - Hřebenové těsnění	<i>Zakázkové číslo:</i>	
	<i>Projektové číslo:</i>	
<i>Výrobní číslo komponentu:</i>	<i>Výrobní číslo kompletu:</i>	<i>Místo kontroly:</i>
<i>Kontrola provedena dle:</i>		<i>Vyhláška:</i>
TPE 10-40/1926/85 - SČP II		76/89, 214/97

Výsledek kontroly:

Celkové hodnocení :

<i>Kontrolu provedl:</i>	<i>Číslo osvědčení:</i>	<i>Datum:</i>	<i>Podpis:</i>
--------------------------	-------------------------	---------------	----------------

	PROTOKOL O KONTROLE ČISTOTY POVRCHU	Číslo protokolu: PCP-GO-1376/
		Datum kontroly:

<i>Název zařízení:</i> Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440 - Grafitové obložení	<i>Klasifikační stupeň:</i>	<i>Materiál:</i>
	<i>Zakázkové číslo:</i>	
	<i>Projektové číslo:</i>	
<i>Výrobní číslo komponentu:</i>	<i>Výrobní číslo kompletu:</i>	<i>Místo kontroly:</i>
<i>Kontrola provedena dle:</i> TPE 10-40/1926/85 - SČP II	<i>Vyhláška:</i> 76/89, 214/97	

Výsledek kontroly:

Celkové hodnocení :

<i>Kontrolu provedl:</i>	<i>Číslo osvědčení:</i>	<i>Datum:</i>	<i>Podpis:</i>

	PROTOKOL O KONTROLE JEDNOTLIVÝCH DÍLŮ PŘED SESTAVENÍM ČSN EN 10 204 - 2.2			Číslo protokolu : KJD - 1376/ Počet příloh :
Název zařízení : Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440				Výrobní číslo :
Kontrola provedena dle : Zakázka číslo :				Datum kontroly :
<p>Kontrola : dokumentace rozměrových zkoušek dokumentace čistoty povrchu vizuální</p> <p>Výsledek kontroly :</p>				
Celkové hodnocení	Provedl	Číslo osvědčení	Datum	Podpis

TIČ98006

	PROTOKOL O CELKOVÉ KONTROLE ČSN EN 10 204 - 2.2			Číslo protokolu: PCK - 1376/ Počet příloh:
Název zařízení: Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440	Výrobní číslo:			
Kontrola provedena dle : Zakázka číslo:	Datum kontroly:			
<p>Kontrola: kompletnosti dokumentace</p> <p> rozměrová</p> <p> vizuální</p> <p>Výsledek kontroly:</p>				
Celkové hodnocení	Provedl	Číslo osvědčení	Datum	Podpis

PROTOKOL O STAVEBNÍ ZKOUŠCE

Číslo protokolu:
PSZ-1376/

Pracovní příkaz:

poř. č.:

ÚDAJE O DANÉM ZAŘÍZENÍ

Název zařízení:	Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440	Druh opravy:	
Projektové číslo:	Výr. č.:	Číslo zakázky:	--
Umístění:		Vyhláška:	76/89 Sb. a 214/97 Sb.

DÍLČÍ HODNOCENÍ

Kontrola projektové dokumentace	➤
Kontrola průvodně technické dokumentace	➤
Kontrola shody skutečného provedení s dokumentací	➤
	➤

ZÁVĚREČNÉ HODNOCENÍ

Stavební zkouška dle: 76/89 Sb. a 214/97 Sb. ➤ ČSN EN 10204 - 3.1

Seznam dokumentace :

Listy:

- Seznam dokumentace SDS-1376
- Program kontrol PKZ-1376
- Rozpiska materiálu K-02582
- Certifikáty použitého materiálu
- Výsledky kontrol a zkoušek dle PKZ-1376
- Osvědčení o jakosti a kompletnosti OJK-1376/

Razítko firmy	Datum	Jméno / ev. č. osv.	Podpis / (razítko OTK)
	Datum stavební zk.:		
	Datum vystav. prot.:		
	Odsouhlasil za odběratele:		
	Schválil za ITI:		
	Vyhovuje pož. §7 vyhl. ČÚBP č. 76/89 Sb. v platném znění.		
PRŮVODNĚ TECHNICKÁ DOKUMENTACE			
Předal:			
Převzal:			

OSVĚDČENÍ O JAKOSTI A KOMPLETNOSTI QUALITY AND COMPLETENESS CERTIFICATE

ZAKÁZKA:

JOB:

POLOŽKA:

č.v. K3-02582

ITEM:

NÁZEV, POČET:

Hřebenové těsnění I.O. PG VVER 440, ks

TITLE, PIECES:

Prohlašujeme, že hřebenová těsnění typ T 1376 uvedeného zakázkového čísla jsou provedeny dle technických podmínek MICo 1376, platných norem a jsou kompletní.

We certify that cammprofiled gaskets type T 1376 of above mentioned job No. are made acc. to the technical conditions MICo 1376, valid standards and that they are complete.

Třebíč dne:.....

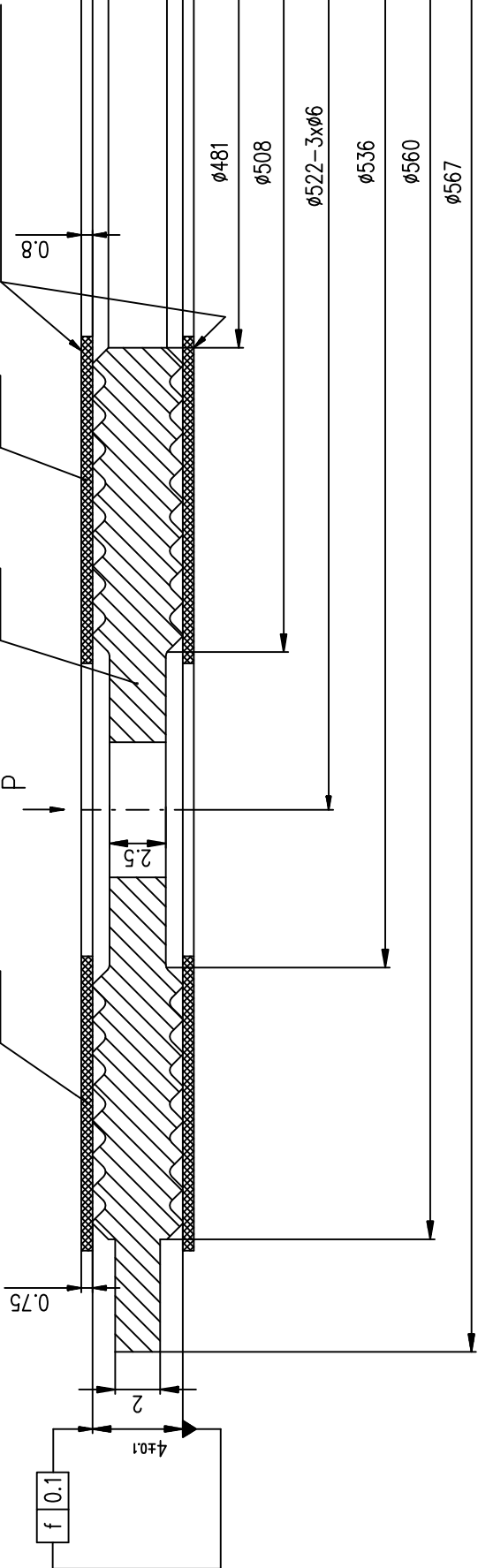
Date:

Kontrola:.....

Checked by:

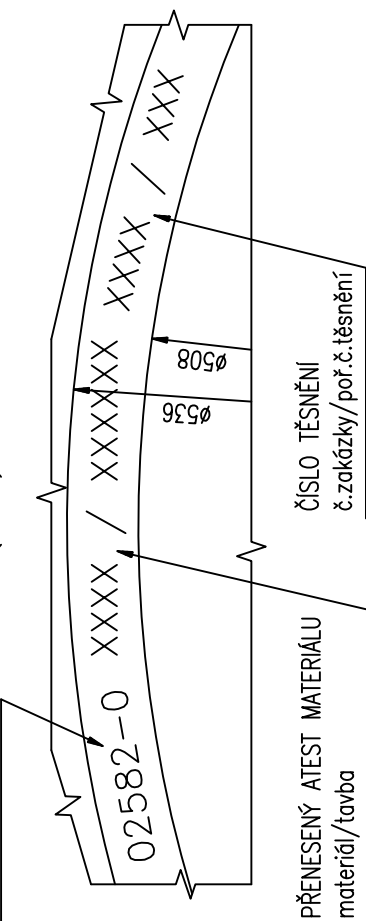
6.3 (✓)

ořezat dle vnitřního průměru



IDENTIFIKAČNÍ ČÍSLO

P(1:1)



4. TECHNICKÉ PODMÍNKY : TP MICo 1376
3. GRAFITOVÁ FÓLIE PŘÍPEVNĚNA K HRĚBENU SCHVÁLENÝM LEPIDLEM – VIZ. TP
2. DOKLADOVANO DLE ZÁKONA 18/1997 Sb. Vyhl.: 214/2004 Sb. A DLE VYHL. 76/89
1. ZNAČENÍ: 02582-1, ATEST MATERIÁLU, ČÍSLO TĚSNĚNÍ ; VÝŠKA PÍSM A – ELEKTROJISKROVĚ

PR	561/535-075	EXPANDOVANÝ GRAFIT	0.0185
F	07510 Z	2.2 JANO	2
F	509/480-0.8	EXPANDOVANÝ GRAFIT	0.020
F	08010 Z	2.2 JANO	2
P	6 (P 10)	17348.40 (17353.40) ČSN 425315.21	1.65
HŘEBEN I.O. PG WER 440		ČSN 420210.65	
MÁZKY / LUBRICANTS		MATERIÁL/MATERIAL	
POZ. / POSITION		ROZMĚR / DIMENSION	
ROZMĚR / DIMENSION		POZ. / POSITION	
PROJEKČNÍ / DRAWING		PŘÍKLAD / EXAMPLE	
PROJEKČNÍ / DRAWING		PŘÍKLAD / EXAMPLE	
Kreslil / Drawn		Kontroloval / Checked	Č. schválení / Approved
Tiskárna / Printed		Číslo / No.	
Datum / Date		Podpis / Signature	
Měřítko / Scale			


ČSN ISO 2768-m-K
ČSN EN 10 204-DIN-50-049
ČSN 050235
ČSN 1727

MI 610
MICo, spol. s r.o.
Suchbátova 6 Třebíč

HŘEBENOVÉ TĚSNĚNÍ
I.O. PG WER 440

ČÍSLO VÝKRESU / Drawing No.
T 1376

Rev.
K3-02582-0

	Instrukce pro montáž hřebenového těsnění včetně výplňových kroužků	IPM - 1376/1377	
		listů : 2	list : 1

Zařízení: Kolektor I.O. PG VVER 440

Hřebenové těsnění:

Popis těsnění :

Hřebenové těsnění je složeno z nosného hřebenu, který je vyroben z nerezové oceli a těsnících přílozek z expandovaného grafitu.

Výplňový kroužek:

Výplňový kroužek slouží k vyplnění drážky po původním niklovém těsnění a tím zvětšení těsnící plochy pro hřebenové těsnění. Je vyroben z nerezové oceli a na spodní užší ploše má nalepenou těsnící folii z expandovaného grafitu.

Manipulace s těsněním a výplňovými kroužky: Při odběru jednotlivého těsnění (páru výplňových kroužků) ze skladu je nutné těsnění (výplňové kroužky) opatrně vyjmout z kartónové krabice a dále těsnění (výplňové kroužky) přepravovat na místo montáže zabalené ve folii a překryté ochrannými kartóny. Tento ochranný obal je možné sundat až bezprostředně před montáží. Přepravu provádět opatrně, aby nedošlo k poškození ochranného obalu a tím vlastního těsnění (páru výplňových kroužků). Těsnění (výplňové kroužky) je povoleno přepravovat pouze ve vodorovné poloze a je zakázáno pokládání jakýchkoliv cizích předmětů na těsnění (výplňové kroužky). Je povoleno takto přepravovat max. čtyři těsnění (výplňové kroužky) na sobě, zajištěné proti sesunutí. Při ručním přenášení těsnění je možno zabalené těsnění (výplňové kroužky) přenášet i ve svislé poloze.

Po opatrném rozbalení jednotlivého těsnění (výplňových kroužků) (POZOR při rozřezávání balících samolepících pásek a obalu z PE, aby nedošlo k pořezání graf.těsnících fólií) jsou jakékoliv manipulace povoleny pouze v bílých bavlněných rukavicích. Je přísně zakázáno se těsnění (výplňových kroužků) dotýkat holou rukou, neboť hrozí zavlčení chloridů z potu na rukou.

Těsnění (výplňové kroužky) je nutno uchopovat za vnější obvod, jinak hrozí možnost poškození či odtržení grafitové folie.

Vizuální kontrola před montáží :

Na grafitových příložkách se kontroluje jejich celistvost a neporušenost. Kritéria kvality povrchu jsou uvedena v TP 1376 pro hřebenové těsnění a v TP 1377 pro výplňové kroužky.

Kritéria pro těsnící plochy :

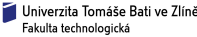
Nové těsnící plochy (oproti stávajícím pro nikl) jsou vymezeny rozměry grafitovými příložkami. Rozměry na výkresu č. K3-02582 v TP č. 1376. Na těchto těsnících plochách se provádí 100 % vizuální a kapilární kontrola. Jsou nepřipustné příčné rýhy a podélné rýhy s hloubkou větší než 0,2 mm. Délka podélných rýh není omezena. Lokální indikace do průměru 1,0 mm a do hloubky 0,5 mm jsou přípustné.

Kritéria kvality povrchu pro použití výplňových kroužků platí pro dno drážek.

Podmínky pro montáž :

Těsnící plochy čisté, bez prachu a jiných nečistot, odmaštěné bezchloridovým schváleným odmašťovadlem.

Šrouby a matice čisté, závit nepoškozené, namazané doporučeným mazivem např. NICRO Termocup 1400.

	Instrukce pro montáž hřebenového těsnění včetně výplňových kroužků	IPM - 1376/1377	
		listů : 2	list : 2

Hodnoty pro utažení svorníků :

a) Pro svorník dle č.v.3-1006-1595 c – celková délka 430 mm:

Doporučené prodloužení šroubů při instalaci : $\Delta L = 0,19 \text{ mm} + 0,02$
 $- 0,00$

Výchozí doporučené prodloužení šroubů při instalaci s přihlédnutím k relaxaci viz příložený graf :

$\Delta L = 0,21 \text{ mm} + 0,02$
 $- 0,00$

b) Pro svorník dle č.v. 3-10006-1866 – celková délka 470 mm:

Doporučené prodloužení šroubů při instalaci : $\Delta L = 0,21 \text{ mm} + 0,02$
 $- 0,00$

Výchozí doporučené prodloužení šroubů při instalaci s přihlédnutím k relaxaci viz příložený graf :

$\Delta L = 0,23 \text{ mm} + 0,02$
 $- 0,00$

Postup montáže :

Vložit výplňové kroužky do drážek, položit víko a provést deformační zatížení. Doporučené prodloužení svorníků je 0,08 – 0,12 mm pro plný počet svorníků nebo 0,16 – 0,20 pro 10 svorníků. Výdrž minimálně cca 30 minut.

Maximální povolená nerovnost vyrovnávacího kroužku (převýšení či “utopení”) vůči ploše příruby = 0,06 mm.

Poté zdemontovat víko, uložit hřebenové těsnění a provést dotažení na hodnotu v případě a) 0,21 + 0,02 mm, v případě b) 0,23 + 0,02 mm. Po minimálně 12 hodinách opětně provést kontrolu prodloužení svorníků. Tato hodnota musí odpovídat předepsaným údajům.

Poznámka: Před objednáním výplňových kroužků musí zákazník proměřit ve 20-ti místech hloubku drážek a střední průměr drážek. Tyto hodnoty musí být uvedeny v objednávce!

