Praktické skúsenosti a postrehy z oblasti použitia priemyslového tesnenia

Martin TESAŘ

Vážení čitatelia,

Dovoľte mi za spoločnosť Pokorný spol. s r. o. Brno, ktorá je na česko- slovenskom trhu s priemyselnými tesneniami skoro 30 rokov, podeliť sa o naše praktické skúseností a postrehy z oblasti tesnení.

Ucelený prehlaď o činnosti firmy Pokorný spol. s r. o. Brno si môžete urobiť na *www.tesneni.cz/sk*

V prípade otázok nás neváhajte kontaktovať na *info@tesneni.cz*

Za spoločnosť Pokorný Pokorný spol. s r. o. Brno
Tím skupiny Flange management

Na nasledujúcich stránkach nájdete sériu krátkych odborných článkov na témy súvisiace s tesneniami a tesností prírubových spojov. Články sa venujú 5 oblastiam:

- *Zvýšenie tesností prírubových spojov DN PN*
- *Materiálové limity vláknito gumových tesnení*
- *Grafitové tesnenia a na čo si pri nich dať pozor*
- *Obaľované tesnenia ako pozostatok „doby azbestovej"*
- *Vytvorenie štandardov k montáži prírubových spojov*

Zvýšenie tesností prírubových spojov DN PN

Tlaková trieda PN 40 je myslená hranica, do ktorej možno relatívne bezpečne používať ploché vysekávané tesnenia. Od PN 40 sa odporúča používať tesnenie kovové (napr.: špirálovo vinuté, hrebeňové, atď.)

Rozmer tesnenia je daný normou napr.: ČSN EN 1514-1. Táto norma vznikla v čase, keď neboli známe výpočty na tesnosť. Používané azbestové tesnenia sa dali "dobúchať na krv" a následne sa vplyvom nasiakavosti dotesnili. Po zákaze azbestu sa zmenili materiály tesnení, avšak rozmery podľa noriem pre tlakové triedy DN PN a postup montáže zostali.

V prípade, že chcete vypočítať prírubový spoj nižšej tlakovej triedy na tesnosť podľa EN 1591-1, zistíte, že výpočet nemusí vychádzať.

Čo to znamená?

Ak použijete tesnenie, ktoré je cez celú tesniacu plochu príruby, výpočet ukáže, že skrutky alebo príruby pevnostne nevyhovujú. Nie ste schopní dosiahnuť dostatočného merného tlaku na tesnenie, bez toho aby ste pri montáži nenatiahli skrutku alebo ohli prírubu.

Takýto spoj utesníte iba za cenu natiahnutia skrutiek alebo ohnutím príruby.

Ak chcete mať istotu, že je prírubový spoj správne navrhnutý, je potrebné vykonať výpočet s preukazom tesnosti a rozmer tesnenia optimalizovať.

Optimalizovať rozmer tesnenia sa oplatí napríklad pri potrubných trasách. Na základe triedy tesnosti, pre ktorý bol spoj vypočítaný, môžete deklarovať maximálne množstvo emisných únikov z celej trasy.

Spoľahlivosť prírubového spoja ďalej zvýšite:

• použitím maziva na skrutkové spoje uvedeným vo výpočte

• použitím plochých podložiek

• odbornou montážou

• riadeným uťahovaním vyškolenými montážnymi pracovníkmi podľa EN 1591-4

S výpočtami uťahovacích momentov a optimalizáciou rozmerov tesnení Vám radi pomôžeme.

V prípade otázok sa neváhajte obrátiť priamo, alebo cez náš kontaktný formulár www.tesneni.cz/sk/kontakt

Materiálové limity vláknito gumových tesnení

Dôvodov netesností na prírubových spojoch môže byť veľa, ale opakujúca sa netesnosť býva dôsledkom neodstránenia jej skutočnej príčiny. Jednou z príčin môže byť vplyv zvoleného materiálu tesnenia. Najmä potom **nerešpektovanie materiálových limitov daného tesnenia** vo vzťahu k prevádzkovým parametrom.

Pred samotnou montážou by sme si mali položiť niekoľko otázok. Ak budú všetky naše odpovede kladné, možno predpokladať, že prírubový spoj bude následne **bezpečný a spoľahlivo tesný.**

- Bol vykonaný výpočet uťahovacieho momentu, ktorý zohľadňuje namáhanie všetkých častí prírubového spoja v jeho prevádzkových stavoch?
- Mám k dispozícii vhodne navrhnuté tesnenie, ktoré bezpečne odolá prevádzkovým parametrom, tj. teplota, tlak, médium?
- Zhoduje sa mazivo uvedené vo výpočte s tým, ktoré sa chystám použiť na ošetrenie spojovacieho materiálu? A má toto mazivo namerané hodnoty súčiniteľov trenia podľa EN 16047?
- Sú dosadacie plochy prírub bez viditeľného poškodenia?
- Je spojovací materiál nepoškodený, očistený a vhodne namazaný?
- Bude dodržaný postup montáže podľa EN 1591-4? A je montážny personál preškolený podľa tejto normy?

V dnešnej dobe **neexistuje univerzálny tesniaci materiál**. Každý materiál má svoje limity a tie sú dané jeho najslabšou časťou.

Pre vláknito gumové materiály všeobecne platí, že onou najslabšou časťou je guma, t.j. NBR, CSM a pod. Najmä sa jedná o **teplotnú odolnosť týchto elastomérov**, ktorá sa pohybuje v rozsahu **od -20 °C do maximálne 150 °C.** Z tohto dôvodu nemožno teplotnú odolnosť zvýšiť ani pridaním napr. grafitu, aramidu apod. Napriek tomu sa často stretávame s argumentom, že tieto materiály možno "krátkodobo" použiť aj na 350 °C. Možno ale špecifikovať pojem "krátkodobo"?

Pomer jednotlivých zložiek u vláknito gumových materiálov je nasledujúca.

- Cca. 15 % tvorí grafitové, aramidové alebo syntetické vlákno
- Cca. 25-45 % sú elastomérové spojivá, tj. NBR, CSM pod.
- Cca. 40-60 % sú plnivá

Oproti tomu azbestové tesnenia boli tvorené z cca. 80 % samotného azbestu a zvyšok potom dopĺňali elastomérové spojivá a plnivá.

Z veľkého pomeru elastomérových spojív vo vláknito gumových tesneniach vyplýva, prečo býva ich **zámena za azbestové tesnenia častou príčinou netesností**. Najmä pri aplikáciách, ktoré svojou teplotou presahujú 150 °C, dochádza pri **elastoméroch k ich tvrdnutiu, strate objemu (hrúbky) a pružnosti.** Z týchto dôvodov sa na prírubovom spoji (obzvlášť kde sa mení teplota) následne objavuje netesnosť.

Z našej praxe by sme ako jeden príklad za všetky mohli uviesť riešenia netesnosti na špičkovom ohrievači pary. Ide o tlakovú nádobu s teplotami okolo 350 °C a tlakom pary 3,1 MPa. Netesnosť sa na tomto zariadení objavovala vždy po znížení prevádzkovej teploty. Príčinou bolo použitie vláknito gumových tesnení, ktoré boli pre uvedené parametre úplne nevhodné. Spoľahlivosť a tesnosť spoja sme vyriešili výmenou pôvodného tesnenia za tesnenia Dynagraph so zvlneným nerezovým jadrom a grafitovou fóliou.

Špičkový ohrievač

tesnenie Dynagraph

Parametre uvádzané v materiálových listoch dodávateľov sú skôr marketingovou informáciou.

Informácie v PT diagramoch je potreba z tohto dôvodu čítať s rezervou a s ohľadom na konkrétne prevádzkové a rozmerové parametre prírubového spoja. Zvlášť potom pre aplikácie tesnení okolo krajných hodnôt uvedených v PT diagramoch.

Príklad PT diagramu

Tesnenia vyrobené z kvalitných vláknito gumových materiálov majú v prírubovom spoji svoje miesto. Musia však byť používané iba na aplikácie, pre ktoré sú určené.

https://www.tesneni.cz/sk/produkt/vlaknitogumove-dosky-powergasket

Grafitové tesnenia a na čo si pri nich dať pozor

Grafitové tesnenia patria k **najuniverzálnejším tesniacim materiálom** a majú najväčší teplotný rozsah použitia, tj. od **-260 °C do +600 °C**. Jedná sa o materiál, ktorý **nestarne** a pôsobením času **nestráca svoje vlastnosti**. Na druhej strane sú náchylné na manipuláciu a montáž. Aj z týchto dôvodov bývajú grafitové tesnenia zosilnené napr. perforovaným plechom alebo niklovou fóliou.

U grafitových tesnení je jedným z hlavných parametrov **oxidácia**.

Oxidácia, teda úbytok materiálu vplyvom teploty a kyslíku, má za následok **pokles napätia v skrutkách**, **zníženie merného tlaku** na tesnenie a nakoniec **aj netesnosť prírubového spoja**.

Kvalita grafitu a tým pádom aj jeho schopnosť odolávať oxidácii je **daná čistotou ložiska**, v ktorom je ťažený. Zjednodušene možno povedať, že čím vyšší je v grafite obsah chloridov, fluoridov a síry, tým väčšia a rýchlejšia je aj oxidácia grafitového tesnenia. Zároveň môžu tieto nečistoty spôsobovať jamkovú koróziu na tesniacich plochách prírub.

Oxidácia grafitových tesnení sa zisťuje pomocou tzv. **TGA analýzy, ktorá funguje na princípe merania úbytku váhy.**

Postup skúšky TGA analýzy:

Grafitová vzorka o váhe 2-3 g je najskôr jednu hodinu vysúšaná pri teplote 100 °C a následne je na dve hodiny vystavená teplote 670 °C a prúdu vzduchu 7 l/min. Zo zostatkovej hmotnosti je po skončení skúšky vypočítaná hodnota oxidácie.

Graf oxidácie z TGA analýzy

Logicky potom platí, že čím je úbytok grafitu v priebehu TGA analýzy vyšší, tým nižšia je aj kvalita testovaného grafitu. Na československom trhu sa bohužiaľ môžete stretnúť aj s materiálmi, ktorých oxidácia sa pohybuje v rozmedzí od 80 % do 99 %. **Buďte teda obozretný a vyžiadajte si od svojich dodávateľov grafitových tesnení výsledky TGA analýzy.**

https://www.tesneni.cz/sk/produkt/grafitove-dosky-powergraf

Obaľované tesnenie ako pozostatok "doby azbestovej"

Svojou konštrukciou sa jedná o kovové tesnenie, v ktorom je tesniaca časť obalená kovovým materiálom. Toto tesnenie primárne vzniklo z dôvodu zvýšenia chemickej ochrany vnútornej azbestovej výplne. Tenký plech pri utiahnutí kopíroval tvrdý materiál azbestu vnútri, pričom pre zaistenie tesnosti spoja bolo treba vyvinúť veľký merný tlak na tesnenie.

Obaľované tesnenia sa často používajú u výmenníkov

Pri moderných tesneniach, v ktorých je azbest nahradený relatívne mäkkým grafitovým tesnením, dochádza pri utiahnutí k tomu, že sa tenký vonkajší plech nemá o čo oprieť a podľa čoho vytvarovať.

V kombinácii s absenciou tesniaceho materiálu na vonkajších plochách môžu byť tieto tesnenia veľmi nespoľahlivé najmä pri zmenách teplôt.

Obaľované tesnenia

DynaGraph

Samotné obaľované tesnenia sú z nášho pohľadu už prekonané. V dnešnej dobe sa oveľa viac využívajú tesnenia, ktorých konštrukcia je presne opačná, tzn. kovové jadro, ktoré je na vonkajších plochách ošetrené napr. grafitom. Vďaka tomu možno plne využiť pozitívne vlastnosti daného tesniaceho materiálu.

V našom sortimente tento typ tesnenia reprezentuje DynaGraph.

Nosná časť je tu tvorená zvlneným kovovým jadrom, ktoré je pokryté pružným grafitom rôznej hustoty a hrúbky. Vlnitý tvar zvyšuje schopnosť vrátiť sa do pôvodného stavu a redukuje povrchovú plochu tesnenia na začiatku uťahovania. Táto konštrukcia zabezpečuje lepšie tesniace vlastnosti oproti štandardne používaným tesneniam a je výborná pre aplikácie, ktoré sú vystavené teplotným cyklom.

Tesnenie DynaGraph na pozícii

Pre dosiahnutie vyššej chemickej odolnosti možno použiť DynaGraph aj vo variante, v ktorej je pružný grafit nahradený PTFE, alebo celé tesnenie ochrániť teflónovou obálkou, tzv. košieľkou.

https://www.tesneni.cz/sk/produkt/tesnenie-pre-vymenniky-dynagraph

Vytvorenie štandardov pre montáž prírubových spojov

Skúsenosti prevažne z rafinérií ukazujú, že zvýšenie spoľahlivosti a bezpečnosti prírubových spojov možno dosiahnuť pomocou ich rozdelenia do jednotlivých kategórií. V nadväznosti na tieto kategórie je následne potrebné vytvoriť štandardy s nastavenými postupmi montáže a s požiadavkami na materiál, montérov, vybavenie atď.

Stanovenie kritérií, ktoré ovplyvňujú zaradenie prírubového spoja do jednotlivých kategórií, je individuálne pre každý podnik. Spoločným menovateľom môže byť napr. či daný spoj a jeho netesnosť ovplyvní výrobu prípadne bezpečnosť prevádzky, ak mal spoj v minulosti opakované netesnosti...

V prvej fáze je teda potrebné stanoviť kritériá, na základe ktorých budú definované konkrétne kategórie. Tieto kritériá sa najčastejšie určujú s ohľadom na kombináciu prevádzkovej teploty a tlaku.

Najviac sa osvedčilo rozdelenie do troch kategórií, ktoré Vám popíšeme na nasledujúcich riadkoch.

Príklad rozdelenia prírubových spojov do kategórií

Kritické prírubové spoje - kategória I.

Najčastejšie sa jedná o prírubové spoje aparátov napr.: výmenníkov, reaktorov, kolón, kotlov a pod. Mnohoročná prax preukázala, že opakujúce sa netesnosti dôležitých prírubových spojov spadajúcich do kategórie I., sa podarilo dlhodobo a spoľahlivo utesniť realizáciou tzv. Komplexným riešením.

Komplexné riešenie zahŕňa:

- návrh riešenia tesnosti prírubového spoja
- výpočet uťahovacích momentov podľa EN 1591-1 s preukazom tesnosti
- dodávku navrhnutého tesnenia a spojovacieho materiálu vrátane systému mazania
- riadené utiahnutie montážnymi pracovníkmi vyškolenými podľa EN 1591-4

V rámci komplexného riešenia má jeden dodávateľ pod kontrolou celý vyššie popísaný proces a nesie zodpovednosť za tesnosť prírubového spoja.

Kritické prírubové spoje - kategória II. a III.

Kritériá pre tieto kategórie môžu byť rôzne. Jedná sa prevažne o normalizované spoje DN PN. Tieto spoje sú najčastejšie realizované v rámci bežných montážnych a údržbárskych činností. Aj u nich by sme však odporúčali mať vypočítané uťahovacie momenty a stanoviť štandardy pre ich montáž.

Tento prístup k riešeniu prírubových spojov sa v dnešnej dobe čoraz častejšie uplatňuje aj v ďalších priemyselných odvetviach ako je energetika, papierne, farmácia a pod.

Už viac ako 20 rokov našim zákazníkom pomáhame s riešením tesností kritických prírubových spojov.

S našimi zákazníkmi najčastejšie spolupracujeme na komplexných riešeniach prírubových spojov v kategórii I. V nemalej miere sa ale tiež zaoberáme výpočtami uťahovacích momentov a napr. supervíziou prírubových spojov v kategóriách II. a III.

Výsledná spoľahlivosť takto realizovaných spojov jednoznačne preukázala svoje opodstatnenie a inšpirovala mnohých zákazníkov k zmene v ich uvažovania.

Naše skúsenosti sú Vám k dispozícii pri stanovovaní kritérií, ktoré vedú ku kategorizácii prírubových spojov.

Na stránkach www.tesneni.cz/sk/sluzby ukazujeme na príkladoch, že spoľahlivé riešenie tesnosti prírubových spojov je otázkou vzájomne sa ovplyvňujúcich faktorov.