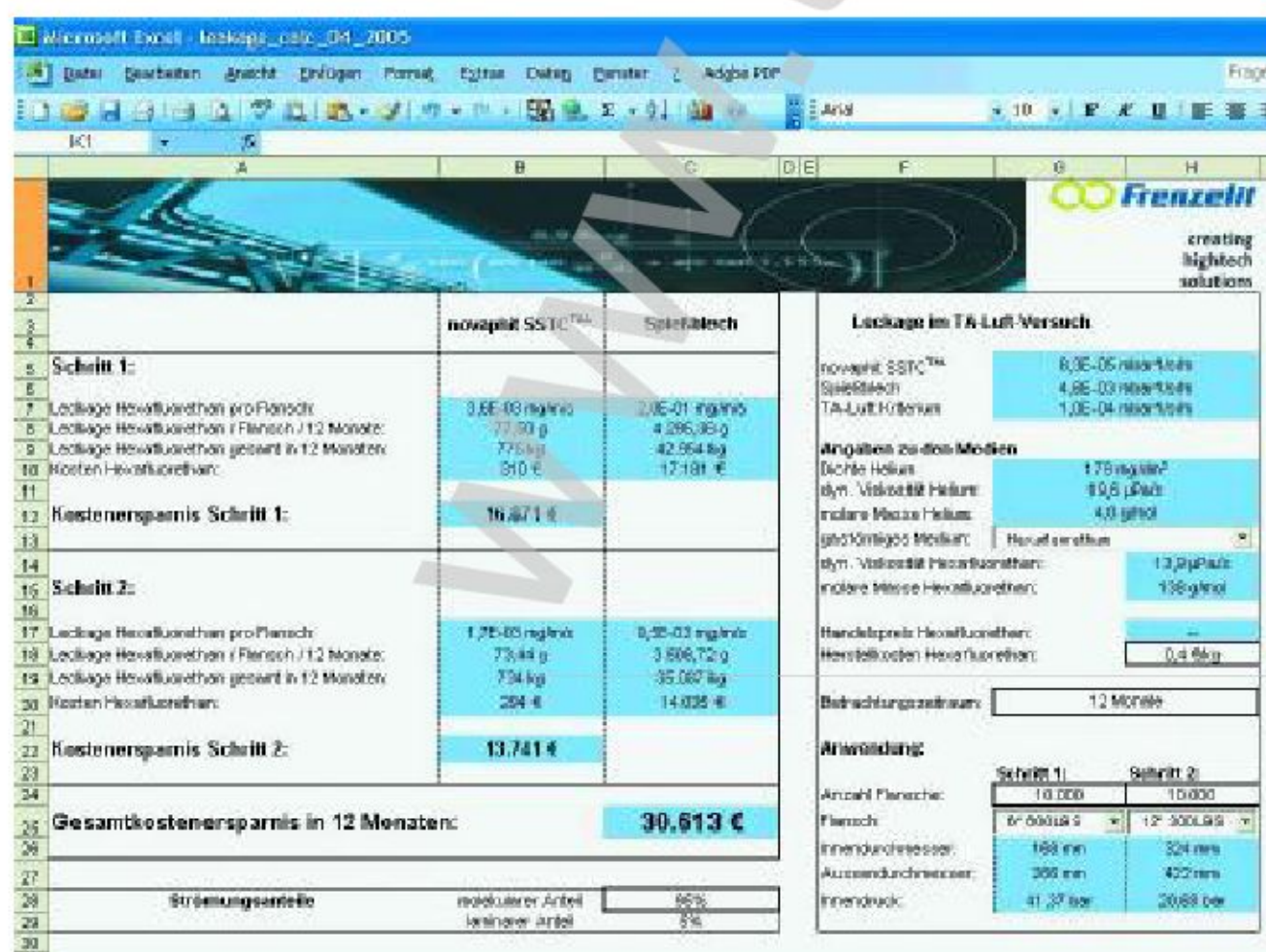


## Vlastnosti těsnění SSTC<sup>TA-L</sup> v praxi.

Překlad: J. Lukavský, ČVUT v Praze, fakulta strojní, Ústav procesní a zpracovatelské techniky

Od nabytí platnosti novelizace prvního obecného právního předpisu ke Spolkovému zákonu o ochraně ovzduší (Technický návod na udržení čistoty vzduchu – TA-Luft) v říjnu 2002 se nově definovaly povinnosti uživatelů zařízení. Cílem novelizace bylo přizpůsobení právního předpisu na změněné evropské úkoly, jakož i na nové standardy životního prostředí a techniky. Zejména drastické omezení mezních hodnot difúzních emisí stavějí jak uživatele, tak i dodavatele systémových komponent před nové výzvy. Ve směrnících VDI 2440 (listopad 2000) - snižování emisí v rafineriích minerálních olejů a směrnici VDI 2200 (2007 vydané v zeleném tisku) - pod názvem: Těsné přírubové spoje, v nichž jsou přesněji specifikovány požadavky na těsnicí spoje, kde je nutné trvat na dodržování přísného kritéria netěsnosti  $10^{-4}$  mbar.l/(s.m) tzn. stavební zkouška soustavy při rozdílovém tlaku 1 bar helia a definované teplotní expozici.

Významný pokles dovolené mezní hodnoty nepředstavuje pouze výzvu pro provozovatele zařízení a výrobce, ale nabízí též šanci pro redukci nákladů nižší ztrátou těsněných medií. S ohledem na to vyvinul Frenzelit nástroj pro výpočet nákladů těsnicího systému difúzními emisemi (množstvím netěsností) vznikajícími po celou dobu jeho životnosti. Tato analýza „Live-cycle cost“ (LCC – náklady za dobu životnosti) srovnává vznikající difúzní emise u standardního grafitového těsnění a u jakostního plochého těsnění na grafitovém základu certifikovaného podle TA-Luft v definovaném období. Na základě těchto informací zobrazuje program možnosti snížení nákladů užitím těsnění certifikovaného podle TA-Luft (**obr. 1**).



	novaplit SSTC <sup>TA-L</sup>	Spezialtech
<b>Schritt 1:</b>		
Leckage Hexfluorethan pro Flansch	3,65-08 mg/ln/a	2,05-01 mg/ln/a
Leckage Hexfluorethan / Flansch / 12 Monate	77,93 g	4.285,35 g
Leckage Hexfluorethan gesamt in 12 Monaten	775 kg	42.854 kg
Kosten Hexfluorethan:	310 €	17.181 €
<b>Kostenersparnis Schritt 1:</b>	<b>16.871 €</b>	
<b>Schritt 2:</b>		
Leckage Hexfluorethan pro Flansch	1,75-05 mg/ln/a	0,35-03 mg/ln/a
Leckage Hexfluorethan / Flansch / 12 Monate	73,44 g	3.595,72 g
Leckage Hexfluorethan gesamt in 12 Monaten	734 kg	35.957 kg
Kosten Hexfluorethan:	294 €	14.335 €
<b>Kostenersparnis Schritt 2:</b>	<b>13.741 €</b>	
<b>Gesamtkostenersparnis in 12 Monaten:</b>		<b>30.613 €</b>

Leckage im TA-Luft-Versuch:	
novaplit SSTC <sup>TA-L</sup>	6,0E-05 mbar.l/s
Spezialtech	4,8E-03 mbar.l/s
TA-Luft 10 bar	1,0E-04 mbar.l/s

Angaben zu dem Medium:	
Dichte Helium	1,78 mg/lit
Wym. Viskosität Helium	19,8 µPa.s
molare Masse Helium	4,0 g/mol
geschätztes Medium:	Hexafluorethan
Wym. Viskosität Hexafluorethan:	13 µPa.s
molare Masse Hexafluorethan:	138 g/mol
Handelspreis Hexafluorethan:	—
Herstellkosten Hexafluorethan:	0,4 €/kg

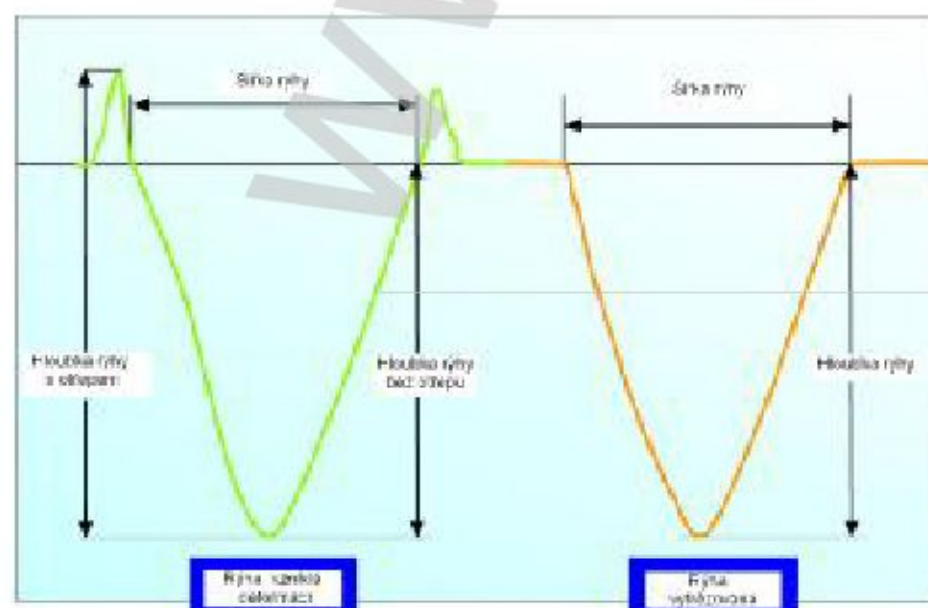
Anforderung:	
Anzahl Flansche:	Schritt 1: 10.000    Schritt 2: 10.000
Flansch:	6" DN150 S    12" DN300 AS
Innendurchmesser:	168 mm    324 mm
Außendurchmesser:	208 mm    422 mm
Innendruck:	41,37 bar    20,88 bar

Obrázek 1: Frenzelit – nástroj pro určení velikosti netěsnosti

Kromě dodržení kritéria těsnosti má velký význam bezpečnost proti vystřelení. Metodika zkoušky této bezpečnosti byla prvně definována ve VDI 2200. Zatímco oba body byly již intenzivně diskutovány na trhu, existuje ještě mnoho dalších požadavků, které jsou minimálně zrovna tak důležité. Předně je zde třeba uvést odbornou montáž těsnění. Odborníci vědí, že přednosti kvalitního těsnicího systému lze nakonec zmařit nedostatečnou montáží. Stoupající podíl outsourcingu, tj. externích montážních firem díky nákladným servisním pracím dává tomuto bodu ještě větší význam. Kromě striktního dodržování montážních postupů má rozhodující význam i údržba odpovídajících nástrojů, ale i pravidelné školení montážního personálu (viz ČSN EN 1591-4). V této souvislosti je třeba vyžadovat rovněž těsnicí materiály bez chyb a vad. Nedostatečně vyčištěné nebo i neúměrně poškozené těsnicí plochy vyžadují vysokou vyrovnávací schopnost užitého těsnicího materiálu. Uživatelé zařízení vědí, že nemohou slepě spoléhat na předložené certifikáty. Ty pocházejí většinou z renomovaných zkušebních ústavů, zaručují ale jen dodržení kritéria netěsnosti při zvolených zkušebních podmínkách. Obecná výpověď o teplotní odolnosti, odolnosti vůči médiím nebo neopomenutelným vadám a chybám zde chybí. Následně nelze z toho též odvodit obecnou vhodnost materiálů. Uživatel zařízení je jako dříve odkázán na vlastní posouzení těsnicích materiálů.

Je proto docela možné, že nový trend vývoje s cílem dosáhnout přísnějších kritérií těsnosti nedocílí v praxi požadovaného efektu.

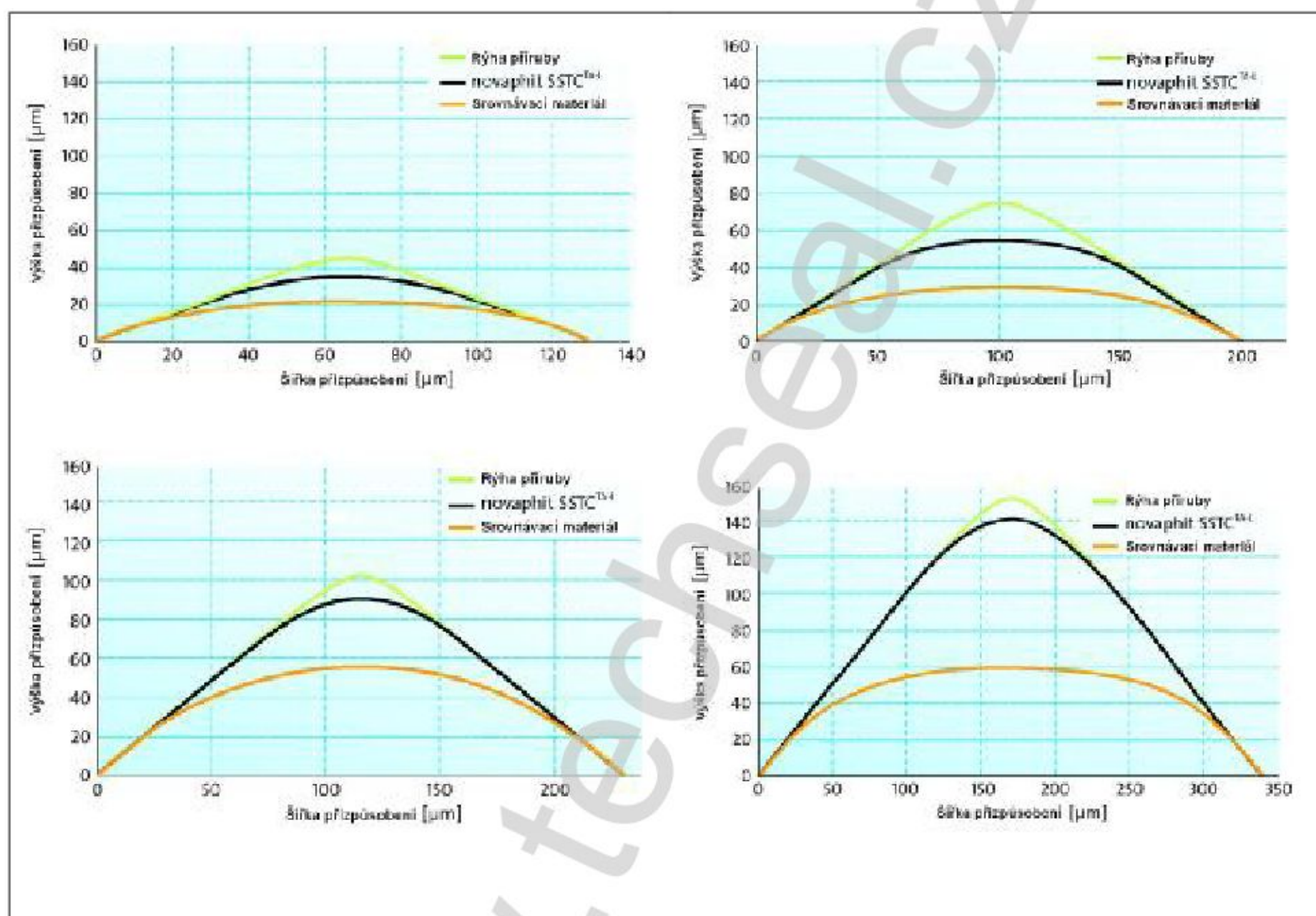
Pro objasnění byla sledována přizpůsobivost materiálu **novaphit® SSTC<sup>TA-L</sup>** a srovnávaného materiálu známého výrobce na trhu. U obou materiálů se jedná o materiál z expandovaného grafitu s kovovou výztuhou, certifikovaného podle TA-Luft. V prvním kroku se vytvořily na přírubě s drsností  $R_z < 5 \mu\text{m}$  definované rýhy v radiálním směru. Přitom se použily dvě různé metody. Nejprve se rýhy vyfrézovaly, takže hloubka a šířka se mohly exaktně nastavit. Pak se vyryly rýhy špičatým předmětem. Ty odpovídají rýhám vyskytujících se v praxi u přírub zařízení. Zatím co vyfrézované rýhy představují rovnoměrné prohlubně přes přírubu, mají škrábance vlevo a vpravo od rýhy navíc vyvýšené ostré hrany (otřepy) – **obr. 2**.



Obrázek 2: Geometrie rýhy

Z toho je zřejmé, že v praxi obvyklé škrábance nebo rýhy kladou mnohem větší požadavky na přizpůsobivost těsnícího materiálu.

V našem případě byly vyfrézovány 4 radiální rýhy různé šířky a hloubky. Těsnění byla utažena tlakem 30 MPa. Po 5-ti minutové prodlevě se těsnění demontovalo a změřila se trvalá deformace těsnícího materiálu v místě prohlubní 2D – měřidlem. Přitom **novaphit® SSTC<sup>TA-L</sup>** dokázal vniknout hlouběji do prohlubní přírub, než srovnávací materiál (**obr. 3**).



Obrázek 3: Přizpůsobení rýze příruby

Nyní vyvstala samozřejmá otázka, jak bude působit tato rozdílná přizpůsobivost na netěsnost v reálném přírubovém modulu.

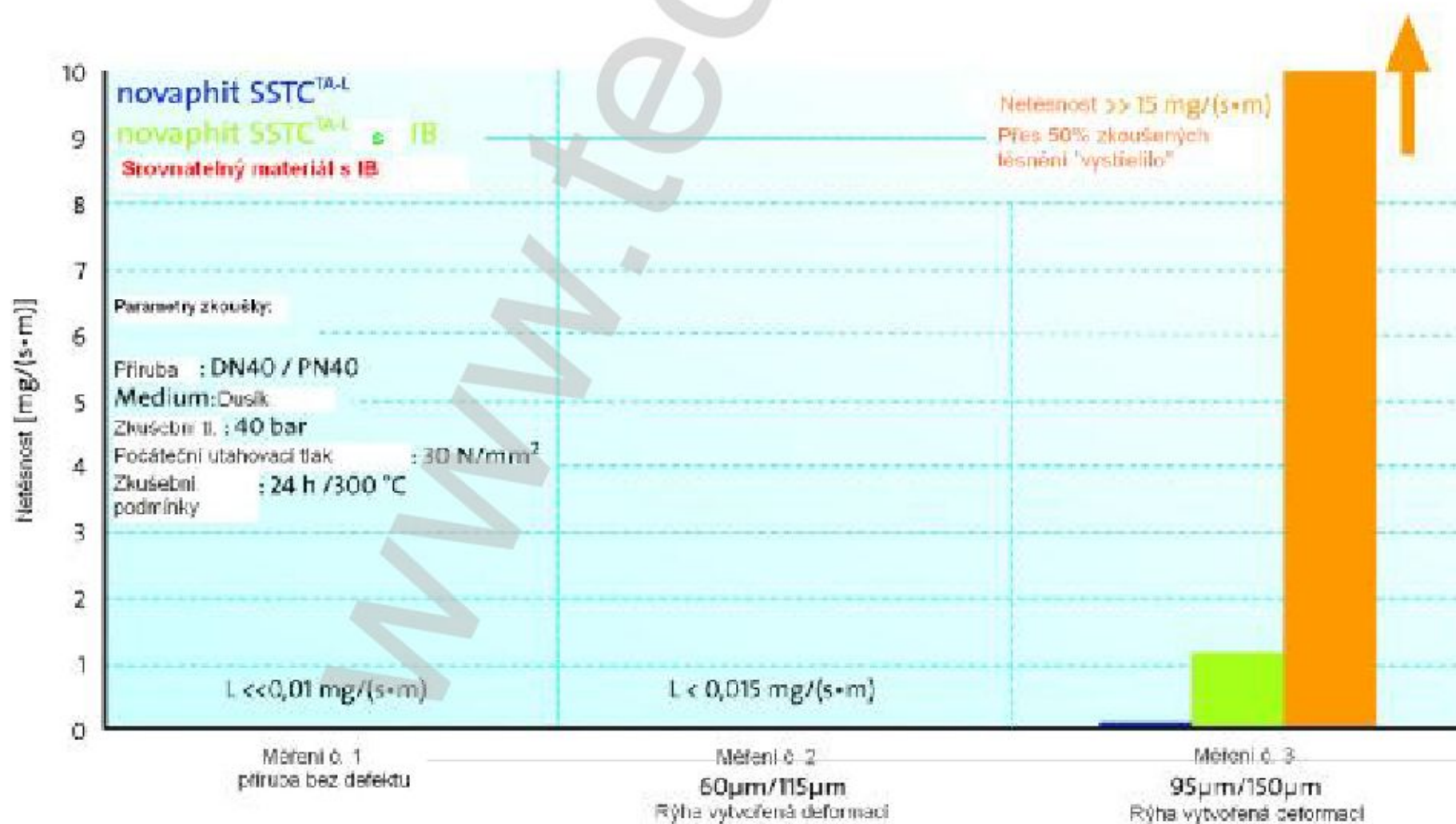
Zkouška netěsnosti se uskutečnila metodou zkoušení podle DIN 28 090-2 pomocí kalibrovaných mikrometrických šroubů na utahovací tlak 30 MPa a následně byl přírubový modul vystaven 24 h teplotě 300°C. Po ochlazení bylo stanoveno množství netěsností při vnitřním tlaku 40 bar dusíku pomocí metody tlakového poklesu. U zkoušených těsnění se jednalo o **novaphit® SSTC<sup>TA-L</sup>** bez vnitřního lemu, o **novaphit® SSTC<sup>TA-L</sup>** s vnitřním lemem z 1.4571 a podobně expandovaný grafitový materiál certifikovaný podle TA-Luft s modifikovaným vnitřním lemem.

Pro vytvoření rýh se použilo ostrého předmětu, jak se to vyskytuje i v praxi (**obr. 4**).



Obrázek 4: Rýha s hloubkou 95  $\mu\text{m}$  a šířkou 150  $\mu\text{m}$

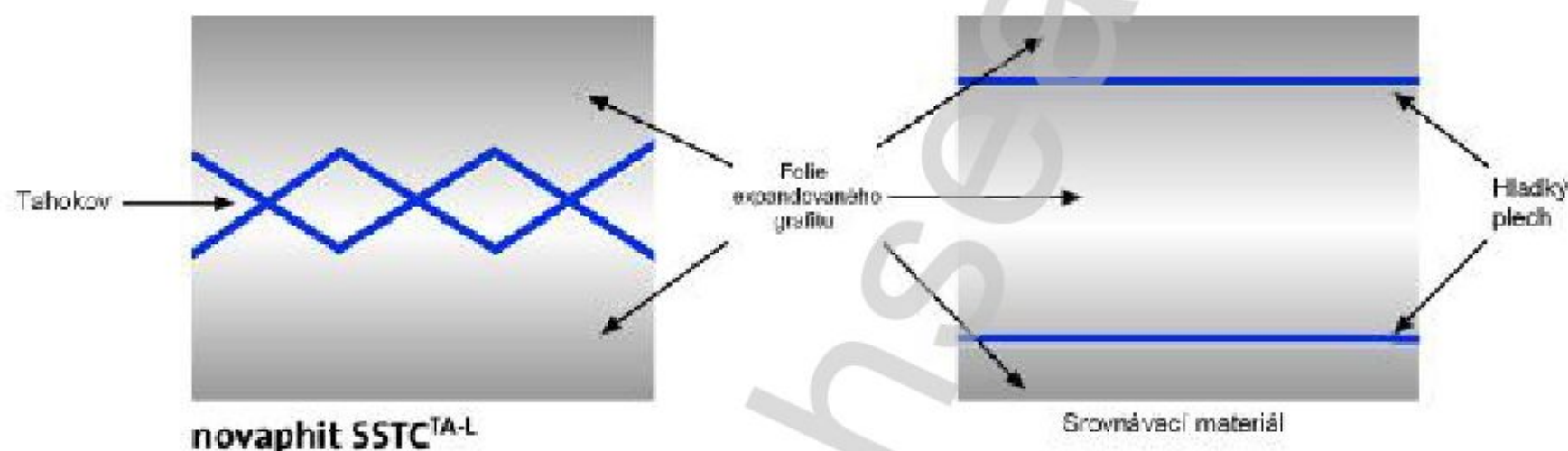
V hladkých přírubách vykazovala všechna těsnění netěsnosti pod měrnou hranicí. Též 60  $\mu\text{m}$  hluboké 115  $\mu\text{m}$  široké rýhy nevytvářeli další problém. U třetího měření (hloubka 95  $\mu\text{m}$ , šířka 150  $\mu\text{m}$ ) vykazovaly lemované varianty zčásti značné nedostatky. Zatím co **novaphit<sup>®</sup> SSTC<sup>TA-L</sup>** vykazuje jen velmi malé zvýšené množství netěsností, vykazuje lemovaný **novaphit<sup>®</sup> SSTC<sup>TA-L</sup>** již znatelné zvýšení netěsností. Srovnávací materiál vykazuje již fatální výsledek. Výše netěsností byla sotva měřitelná. Více než polovina těchto měření byla předčasně ukončena (**obr. 5**).



Obrázek 5: Měření netěsnosti na přírubě s rýhou, **IB** = vnitřní lem

Vysvětlit tento výsledek lze konstrukcí materiálu.

Úspěšné dodržení množství netěsností podle TA-Luft je dáno u materiálu **novaphit<sup>®</sup> SSTC<sup>TA-L</sup>** třemi důvody. Prvním je vložka z tahokovu. Je základem pro nízké netěsnosti a ty jsou již sesterským výrobkem **novaphit<sup>®</sup> SSTC** milionkrát prokázány. Druhý důvod spočívá ve zvýšené hustotě expandovaného grafitu v jádru materiálu. Ta o značnou míru zvyšuje příčnou těsnost. Zachování hustoty u expandovaného materiálu ve vnějších vrstvách těsnění se získá vynikající přizpůsobivost typická pro novaphit. Třetí důvod spočívá v užití vnitřní impregnace, která je uzavřena v ještě existujících pórech expandovaného grafitu a která tím dále zvyšuje příčnou těsnost. U sledovaného srovnávacího materiálu má pro zvýšenou příčnou těsnost sloužit modifikovaný vnitřní lem. V tělese tohoto materiálu jsou užity dvě hladké kovové fólie a pro co největší redukci netěsností jsou užity na vnějších stranách dvě mimořádně tenké grafitové fólie (**obr. 6**).



Obrázek 6: Konstrukce materiálu

Lze snadno zjistit, že přizpůsobivost materiálu musí být jasně definovatelná a převod netěsností změřených v TA-Luft zkoušce není možný na reálné poměry u přírub.

Četné zkušenosti ukazují, že výše uvedené případy nepředstavují v praxi žádnou zvláštnost. Přes výrazný zákaz jsou pro čištění přírubových ploch používány ostré předměty.

Právě v období stále stoupajícího podílu montáží cizích firem se často příliš brzy vytrácí přehled a kontrola o kvalitě přírubových ploch.

Posuzuje-li se tento výsledek odděleně od porušení přírub z praktických hledisek drsností přírub Rz udaných v DIN 2526 do 160  $\mu\text{m}$  (tvar B a C) a spirálních drážek, je zřejmé, že i zkoušený srovnávací materiál nemůže proniknout až do rýh v přírubě. Následkem toho je nadměrně vysoká netěsnost. Ukazuje se např., že tento těsnicí materiál i přes TA-Luft certifikaci nemůže být pro praxi výhodou. Za reálných poměrů lze může nepříznivá povrchová přizpůsobivost v zařízení vést ke zvyšování difúzních emisí.

Dalším nedoceneným požadavkem na TA-Luft komponenty je zajištění konstantní kvality výrobků. Procesní řídicí systém řídí a kontroluje u Frenzelitu všechny části zcela nově koncipovaného moderního výrobního zařízení a dokumentuje kvalitu každého jednotlivě vyrobeného formátu, čímž je garantována maximální procesní bezpečnost.

Významným dodatečným měřítkem pro uživatele a zpracovatele je možnost vyrobit z desek **novaphit® SSTC<sup>TA-L</sup>** jak normalizované, tak i nenormalizované těsnění. Dodatečné plus bude: zpracovatelnost pomocí řezacího plotru, vodního paprsku, elektrických ručních řezaček a ručních razidel garantujících maximální flexibilitu, bez dalších kroků jako je lemování. Též z hlediska zpracovatelnosti těsnění tvoří osvědčená nerezová vložka z tahokovu pravidlo. V protikladu ke konvenčním nosným materiálům jsou vložky z tahokovu **novaphit® SSTC<sup>TA-L</sup>** technologicky vyrobitelné a použitelné v extrémně úzkých šířkách a příčkách těsnění.

K tomuto dodatečnému využití budiž uvedena havarijní situace náhlé odstávky zařízení. Rychlost, flexibilita a maximum spolehlivosti jsou uživatelem vyžadovány, stejně tak těsnicí materiál, aby se zminimalizovala doba odstávky a doba výroby.

Slogan používaný v této souvislosti: „**s bezpečností - klesají náklady**“ je v praxi především míněn tak, že **novaphit® SSTC<sup>TA-L</sup>** lze použít jako víceúčelový materiál – expandované grafitové těsnění, čímž dokonce klesají dále uskladňovací a logistické náklady v nákupním řetězci.

Frenzelit-Werke GmbH & Co. KG  
Frankenhammer 7  
95460 Bad Berneck

Internet: [www.frenzelit.de](http://www.frenzelit.de)