

Injektorový horák na Propan-Butan pro technologické ohřevy do 800°C

PRAKTICKÝ INJEKTOROVÝ HORÁK

Niektoré technologické úkony, napr. kovanie, žihanie, kalenie atď., sú podmienené predchádzajúcim zohriatím spracúvaného materiálu na teplotu vyše 800 °C. Dosiahnutie tejto teploty nie je jednoduchá záležitosť, najmä ak potrebujeme zohriať väčšie súčiastky. Ak nezoberieme do úvahy pece vykurované elektricky, ktoré vzhľadom na inštalované príkony sú pre amatéra nepoužiteľné, ostávajú také zdroje tepla, kde sa spaľuje tuhé, kvapalné alebo plynné palivo. Pri všetkých týchto zdrojoch tepla musíme do priestoru spaľovania privádzať vzduch (vzdušný kyslík). Tým sa ale zariadenie komplikuje buď použitím kompresora, alebo fukára, prípadne dosť rozmerného mechu. Sú však známe horáky, ktoré za určitých podmienok si vzduch v dostatočnom množstve prisávajú samy.

Horák, ktorý opíšeme, pracuje na základe injektorového

efektu, t. j. plyn prúdiaci pod tlakom z dýzy do difúzora strháva so sebou okolitý vzduch, a to tým viac, čím vyššia je rýchlosť plynu. Pri prekročení určitej medze, t. j. keď prúdenie plynu je rýchlejšie ako potrebujeme na správne miešanie, plameň sa trhá a odskakuje od ústia horáka.

Palivom horáka je propán-bután. Tento plyn sa zvolil preto, že je to jediný vhodný plyn, ktorý sa dodáva do distribučnej siete. Za predpokladu, že máme príslušné fľaše 10 alebo 30 kg, môžeme ho bežne kúpiť. Plyn vo fľašiach má na naše účely dostatočný tlak. Musíme si ale zaobstaráť redukčné ventily s prevodom 1,6 MPa na 0,3 MPa, ktoré n. p. Technomat dodáva k fľašiam 10 a 30 kg. Redukčné ventily dodávané na sporáky, zohrieváče vody atď. nemôžeme použiť, lebo redujú tlak na veľmi nízku hodnotu (3 kPa). Úlohou redukčného ventilu je

stabilizovať tlak plynu odoberaného z fľaše, kde je v kvapalnom stave a až pri odbere mení svoje skupenstvo. V dôsledku toho a najmä pôsobením okolitej teploty by bez redukčného ventilu tlak v neprípustných medziach kolísal. Ventilom tlak redukujeme na 0,1 MPa až 0,2 MPa podľa vykonávanej práce. Musíme sa však zmieriť s tým, že takto fľašu nikdy celkom nevyprázdňujeme. Ak totiž klesne tlak plynu pod uvedenú hodnotu, prestane z fľaše prúdiť; so zvyškom plynu vo fľaši inak môžeme ešte dlho variť na PB.

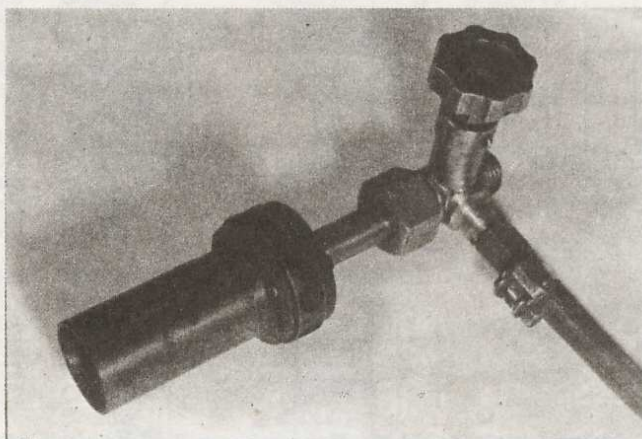
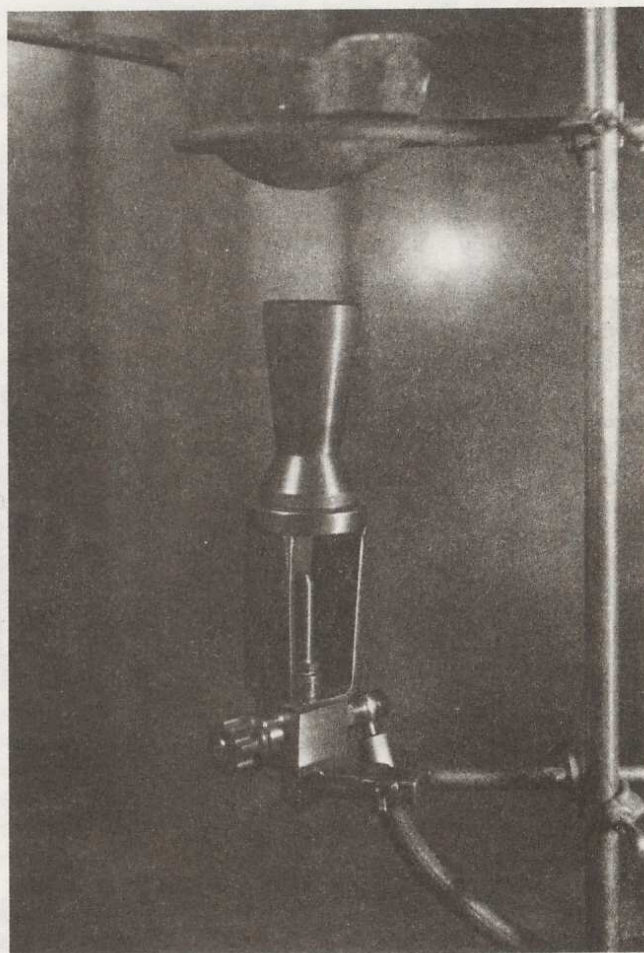
Samotný horák pripojený k fľaši hadicou je relatívne ľahký (napr. v porovnaní s benzínovou lampou), plameň je čistý a mohutnosť plameňa sa dá dobre regulovať. Možno ho teda používať aj na teplotne menej náročné práce ako napr. na naváranie bitúmenových izolácií (Sklobit, Ipa atď.) rozmrazovanie a pod.

VÝROBA HORÁKA

nie je zložitá, ale na jeho vyrobenie potrebujeme aspoň sústruh. Zmiešavaciu rúrku **1** vysústružíme podľa obr. 1. Dôležitý je len jej vnútorný tvar; exponenciálna krivka, ktorú by vnútorný profil mal mať, sa na zjednodušenie výroby nahradila priamkami a polomerami, ktoré urobíme od ruky škrabákom. Tvar vonkajšieho profilu sa zvolil iba na odľahčenie nadbytočnej hmotnosti; oceníme to najmä vtedy, keď horák pri práci držíme v ruke. Najvhodnejším materiálom na zhotovenie zmiešavacej rúrky by bola niektorá žiaruvzdorná oceľ, napr. 17251, 17255, 17253. Keďže je to nedostupný materiál, treba sa uspokojiť s oceľou triedy 10 alebo 11, prípadne so sivou liatinou, ktorá v porovnaní s obvyčajnou konštrukčnou oceľou má podstatne väčšiu odolnosť proti oxidácii pri zohrievaní, ale je krehkejšia najmä pri zvýšenej teplote. Ústie horáka (zmiešavacia rúrka) sa zohrieva asi na 400 až 500 °C, čo bežnej oceli stačí na jej pozvoľnú oxidáciu (tvorenie okovín) a pri sivej liatine na krehnutie. Keďže teda bude treba po určitom čase zmiešavaciu rúrku **1** vymeniť, do nosnej časti **2** sa vskrutkuje.

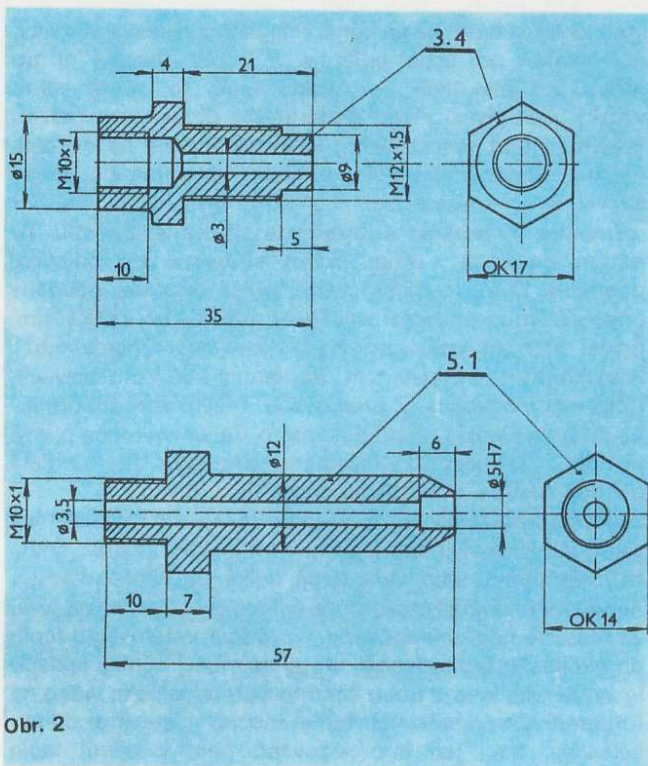
Nosnú časť **2** zvaríme z dielov **2.1**, **2.2** a **2.3**. Dĺžka stien **2.2** sa zvolila zámerne dlhšia, aby sa teplo zo zohrievanej zmiešavacej rúrky **1** čo najmenej prenášalo na horákový ventil **3**.

Úlohou horákového ventilu **3** je možnosť zhasnúť horák, prípadne regulovať plameň na mieste, kde s horákom pracujeme, bez toho, aby sme museli chodiť k fľaši s plynom. Výroba ventilu **3** je pomerne náročná na presnosť, najmä na dodržanie súosovosti. Ak by sa podarilo zaobstarať vhodný tlakový plynový ventil, tak ako je to pri prototypu na fotografii, ušetrilo by to dosť práce. Druhý



prototyp sa vyrobil len preto, že si autor chcel overiť reálnosť výroby tejto súčiastky. V nijakom prípade nemožno na tento účel použiť plynový kohútik s kuželovým zábrusom (ČSN 13 7400); nie je totiž určený na propánbután, ktorý je v tomto prípade ešte navyše pod tlakom. PB preniká tými najnepatnejšími škárami a tento typ kohútika vôbec nezaručuje potrebnú tesnosť.

Teleso ventilu **3.1** vyrobíme na sústruhu z mosadzného alebo oceľového hranola. Vreteno **3.2** vysústružíme z ocelevej tyče. Osadenie, zápichy pre „O“ krúžky **3.8** a závit musíme vysústružiť na jedno upnutie, aby sme dosiahli dokonalú súosovosť. Z týchto dôvodov je vhodné vyrezať závit tejto súčiastky nožom. Do vretena zalisujeme kuželík **3.3**, ktorý zhotovíme z fibry, teflonu alebo dostatočne



Obr. 2

trvej gmy. Kuželík musí dokonale tesniť pri minimálnej deformácii otlačením.

Osobitne starostlivo musíme zhotoviť vložku 3.5. Otvor $\varnothing 8$ mm musí byť nielen sústredný so závitom M12X1,5, ale navyše musí byť dokonale hladký. Vložka 3.5 jednak bráni nežiadúcemu vyskrutkovaniu vretena 3.2 z telesa ventilu 3.1 a jednak utesňuje vreteno v telese ventilu. Pretože aj pri tom najpresnejšie vyrobenom závite by ním plyn okolo vretena z ventilu unikal, musíme na drážky vretena navliecť tesniace „O“ krúžky 3.8. Aby sa „O“ krúžky

Rozpis materiálu

Č.	Súčiastka	ks	Materiál	Rozmery [mm]
1	Zmiešavacia rúrka	1	pozri text	$\varnothing 50-105$
2	Nosná časť	1		
2.1	Nákrúžok	1	oceľová tyč	$\varnothing 60-15$
2.2	Stena	2	plochá oceľ	$35 \times 5-80$
2.3	Dno	1	plochá oceľ	$35 \times 5-45$
3	Ventil horáka	1		
3.1	Teleso ventilu	1	oceľ (mosadz)	$40 \times 40-50$
3.2	Vreteno	1	oceľová tyč	$\varnothing 14-50$
3.3	Kuželík	1	pozri text	$\varnothing 8-6$
3.4	Sedlo	1	oceľová tyč	6HR 17X40
3.5	Vložka	1	oceľová tyč	6HR 17X20
3.6	Gombík	1	textit	$\varnothing 32-12$
3.7	Tesniaci krúžok	2	ČSN 02 9310.2	$\varnothing 12 \times 16$
3.8	Kružok „O“	2	ČSN 02 9281.2	$\varnothing 8 \times 2$
3.9	Skrutka	1	ČSN 02 1153	M4X10
3.10	Čalúnická podložka	1	oceľ (mosadz)	$\varnothing 45, \times 12$
4	Hadica			
4.1	Dutá skrutka	1	oceľová tyč	6HR 14X30
4.2	Oko	1	oceľová tyč	$\varnothing 18-60$
4.3	Návlačka	1	hliník	TR $\varnothing 15 \times 1-30$
4.4	Hadica	1	guma s textilnou vložkou	Js6-5000
4.5	Tesniaci krúžok	3	ČSN 02 9310.2	$\varnothing 10 \times 14$
5	Dýza			
5.1	Držiak dýzy	1	oceľová tyč	6HR 14X60
5.2	Dýza	1	mosadz	$\varnothing 5,5-6$
6.1	Príruba	1	plochá oceľ	$35 \times 5-35$
6.2	Čap	1	oceľová tyč	$\varnothing 12-40$
7	Skrutka	8	ČSN 02 1134	M4X12

v otvore neodierali, musí byť otvor hladký. Najlepšie by bolo otvor vybrúsiť na brúske na guľato. Zaobídeme sa ale bez nej, keď otvor vystružíme a výstružník budeme pri práci masť lojom so sírou. Pri obrábaní ocele (strúženie otvorov, rezanie závitov a pod.) robí tento nekonvenčný, ale starý prostriedok skutočné zázraky. Predpokladom je, aby výstružník bol v poriadku a trieska, ktorú uberáme, nebola väčšia než 0,1 mm. Inak možno otvor po vyvrtaní vybrúsiť i tak, že kúsok oceľovej guľatiny primeraného priemeru obalíme šmirglovým plátnom a upneme do sústruhu alebo vŕtačky. Na guľatinu so šmirglom navlečieme vložku 3.5 a pri maximálnych otáčkach sústruhu alebo vŕtačky posúvame axiálne vložkou po brúsive. Otvor síce nebude presne valcový, konce sa budú lievikovito rozširovať, ale funkciu to neohrozí. Vložku 3.5 i sedlo 3.4, ktoré vysústružíme zo šesťhrannej tyče podľa obr. 2 do telesa ventilu 3.1 zaskrutkujeme, pevne pritiahneme a utesníme medenými tesniacimi krúžkami 3.7. Ak nepoužijeme prefabrikované krúžky (ČSN 02 9310.2) je vhodné krúžky, ktoré si vyrobíme sami, pred montážou vyžihnúť a namočiť do vody. Možno samozrejme použiť aj tesniace fibrové alebo hliníkové krúžky.

Na štvorhran vretena 3.2 osadíme regulačný gombík 3.6, ktorý buď vysústružíme z textitu, alebo použijeme vhodný bakelitový gombík, napr. z rádioprijímača, v ktorom upravíme otvor. Gombík pripevníme na vreteno skrutkou 3.9 cez tzv. čalúnickú podložku 3.10.

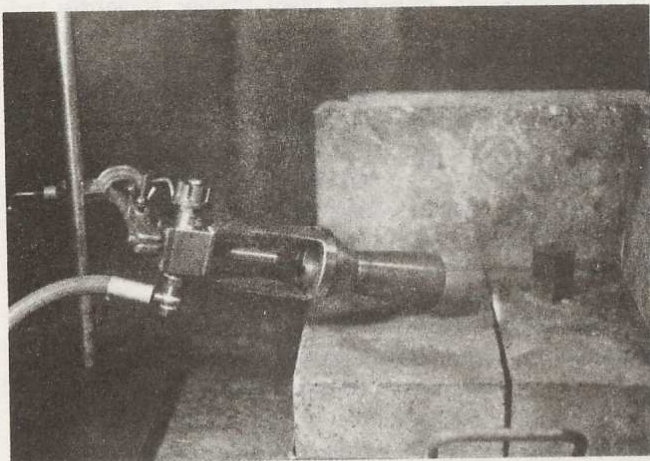
Plyn do horáka privádzame hadicou 4. Použijeme tlakovú hadicu Js 6 s textilnou vložkou (používa sa napr. pri kompresoroch na nafukovanie pneumatík alebo pri autogéne). Gumové hadice alebo hadice z plastov bez textilnej vložky nemožno na tento účel použiť. Dĺžka hadice 4.4 by mala byť aspoň 5 m. Aby bolo možné hadicu odkloniť tým smerom, kde pri práci najmenej prekáža a kde ju neohrozuje plameň alebo sálavé teplo horáka, je ukončená okom 4.2, ktoré k sedlu 3.4 ventilu pritiahneme dutou skrutkou 4.1 cez tesniace krúžky 4.5. Pre tesniace krúžky platí to isté ako pre krúžky 3.7. Aby sme nemuseli použiť hadicovú sponu, o ktorú by sme sa mohli pri práci poraniť, a aby pritom hadica na oku dokonale držala, vyrežeme na vývodke oka závit M8 (lepšie by vyhovoval závit M7) a vývodku kužeľovite osústružíme. Pri pripájaní potom najprv navlečieme na koniec hadice návlačku 4.3 z kúska hliníkovej rúrky, ktorá zabráni roztiahnutiu hadice pri skrutkovaní oka 4.2 do hadice a zároveň nahradí hadicovú sponu. Druhý koniec hadice osadíme na vývodku na redukčnom ventilu fľaše a spojenie zabezpečíme hadicovou sponou.

Dýza 5. Držiak 5.1 vysústružíme podľa obr. 2 zo šesťhranu, alebo z kruhovej ocele, v druhom prípade musíme plošky na kľúč dostatočne opilovať. Trocha nezvyčajná dĺžka držiaka je daná snahou, čo najviac vzdialiť horák od ventilu. Dýzu 5.2 vysústružíme z mosadze a do držiaka ju zalisujeme. Otvor dýzy sa vŕta s $\varnothing 1$ mm. Držiak dýzy naskrutkujeme do telesa ventilu 3 cez tesniaci krúžok 4.5.

Nakoniec ešte zhotovíme prírubu 6, ktorú štyrmi skrutkami M4 priskrutkujeme na zadnú stranu ventilu 3. V prírubu je pripevnený čap 6.2, za ktorý môžeme horák upnúť napríklad do chemického stojančeka alebo podobného zariadenia, prípadne ak chceme pri práci držať horák v ruke, pripevníme na čap držadlo.

MONTÁŽ

Pred konečnou montážou všetky diely umyjeme v petroleji a najmä dutiny dokonale zbavíme kovových triesok,



ktoré v nich zostali po obrábaní. Kovová trieska zapichnutá do fíbrovej vložky ventilu celkom znemožní jeho úplné uzavretie. Chybu možno odstrániť len výmenou alebo presústružením vložky. Na vreteno **3.2** osadíme krúžky **3.8**, závit trochu namastíme najlepšie grafitovým tukom G3 a celý horák vrátane prívodnej hadice môžeme zmontovať. Pri otvorení ventilu **3** prefúkame horák vzduchom (stačí automobilová pumpa na pneumatiky), ventil **3** uzavrieme a horák ponoríme do vody, aby sme vyskúšali jeho tesnosť. Nijakým spojím ani dýzou nesmie vzduch unikáť. Zistenú netesnosť odstránime a až keď sa na nijakom spoji už neobjavujú vzduchové bublinky, pripojíme prívodnú hadicu na redukčný ventil plynovej fľaše. Otvoríme fľašový ventil, tlak nastavíme asi na 0,12 MPa a asi na 3 sekundy otvoríme naplno ventil horáka, by sa z horáka a najmä z hadice vytlačil vzduch. Ventil horáka uzavrieme a po ďalších troch sekundách ho znova, ale len mierne pootvoríme a horák zapálime. Ak by bol ventil horáka veľmi otvorený, prúd plynu so vzduchom zápalku sfúkne. Po zapálení horáka pomaly otvárame horákový ventil. Po niekoľkých sekundách, keď sa ústie horáka zohreje, môžeme horákový ventil otvoriť naplno. Správne vyladený horák musí horieť fialovým plameňom s modrým okrajom. Pla-

meň sa musí tvoriť až na konci (na ústí) zmiešavacej rúrky. Ak plameň od ústia odletuje a horák zhasína aj po niekoľkých minútach prevádzky, značí to, že je veľmi vysoký tlak plynu alebo malá dýza. Otvor dýzy možno prestružiť buď výstružníkmi, ktoré sú určené na čistenie hrotov autogénu, alebo si výstružník zhotovíme z oceľovej struny s priemerom asi 1,5 mm tým, že ju najskôr starostlivo vyrovnáme a kužeľovite zbrúsime ako ihlu. Tú potom po celej dĺžke úkosu obrúsime do polovice priemeru. Dýzu musíme stružiť veľmi opatrne, pôvodný priemer 1 mm budeme zväčšovať max. o 0,1 až 0,2 mm, pokiaľ nám už vrták pri vrtaní dýzy otvor „nerozhodil“. Priveľká dýza sa prejaví tým, že plameň horí v zmiešavacej rúrke alebo dokonca už pred dýzou. Takýto stav abnormálne prehrieva horák, nehľadiac na to, že sa zbytočne plytvá plynom. Žlté jazyky v plameni, prípadne žltý čadiaci plameň svedčia o nedostatočnom tlaku plynu.

Teplota plameňa propán-bután so vzduchom dosahuje 1800 °C. To je však tabuľková hodnota, ktorú v praxi nikdy nedosiahneme, lebo veľa tepla uniká do okolia a veľmi nepríjemne zvyšuje teplotu na pracovisku. Z toho vyplýva, že musíme nejakým spôsobom zabrániť vyžarovaniu tepla do okolia. Najjednoduchší, ale aj najmenej účinný spôsob je vytvorenie kúta z troch šamotových tehliel, ako vidno na fotografii. Zo šamotových tehliel možno postaviť aj dômyselnejšiu, hoci len improvizovanú pec, v ktorej teplo využijeme podstatne lepšie. Výborne sa osvedčila piecka zo šamotovej rúrky. Rúrku možno kúpiť v Stavebninách, kde ju predávajú ako vymurovku komínov. Do rúrky stačí z boku vyvŕtať a malým sekáčom opatrne vysekať otvor trochu väčší, ako je priemer ústia zmiešavacej rúrky horáka. Bočný otvor treba orientovať tak, aby plameň dotýčnicovo bežal po vnútornej stene šamotovej rúrky. Vo všetkých prípadoch musíme pec upraviť tak, aby spaliny mohli z pece odchádzať iným smerom, ako do nej vstupuje plameň horáka.

Práca s horákom je čistá, bez zápachu a ak dodržiavame základné predpisy pre prácu s plynom aj celkom bezpečná.

FRANTIŠEK LOUDA