

# SVAŘOVÁNÍ PLAMENEM

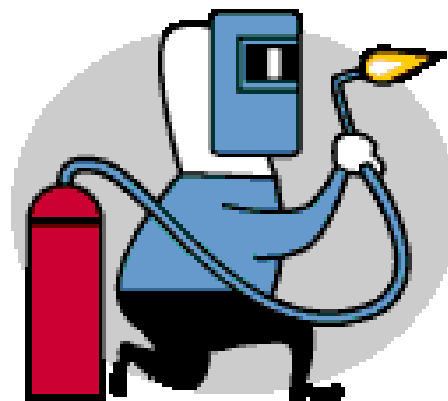


ČESKÁ SVÁŘEČSKÁ SPOLEČNOST ANB

ČSN 05 0705

ZK 311 1.1

ZP 311-2 1.1



Bezpečnostní normy

ČSN 05 0600

ČSN 05 0601

ČSN 05 0610

Vyhláška  
č.87/2000 sb.

# Acetylén (chemická značka C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)

Hořlavý plyn, s výrazným zápachem po česneku (technický acetylén). Chemicky čistý acetylén je bez zápachu. Při atmosférickém tlaku a normální teplotě hoří acetylén bílým plamenem s velkým vývinem sazí. Ve směsi s kyslíkem dosahuje výbušné směsi při obsahu 2,8 až 93%. Jeden m<sup>3</sup> má při normálním (atmosférickém) tlaku a teplotě (20 °C) hmotnost 1,17 kg (je lehčí než vduch). Nejnižší teplota vzplanutí je přibližně 350°C, rychlost hoření směsi podle obsahu kyslíku je 90 až 200 m.s<sup>-1</sup>, detonační rychlost je až 3 000 m.s<sup>-1</sup>.

Acetylén je labilní endotermická sloučenina. Při manipulaci s ním je třeba dbát na opatrnost, protože za určitých podmínek může dojít k jeho výbušnému rozkladu. ***Při ohřátí na teploty mezi 300 až 800 °C nastává polymerizace a kondenzace na vyšší uhlovodíky, jako benzín, benzol, starol, naftalín, a to za vývinu tepla. Toto teplo zvyšuje postupně teplotu a reakce se zrychluje. K vnitřnímu rozkladu acetylénu dochází při ohřevu nad 800°C.*** Při nízkém tlaku dochází pouze k rozkladu v místě tepelného impulzu. Zároveň dochází ke značnému vývinu tepla:

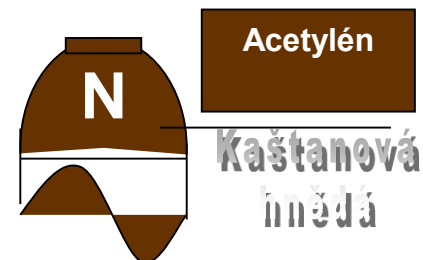
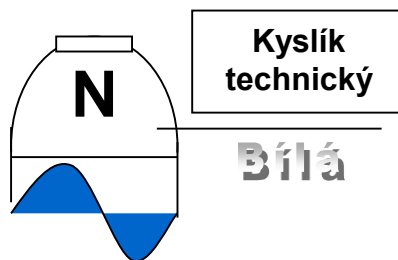


Při vyšším tlaku nad určitou hranicí tepelný impulz způsobuje rozklad celého uzavřeného objemu acetylénu, přičemž reakce expozivní charakter. Teplota reakce může dosáhnout až 2800°C. Tlak se zvětší až téměř na 11 násobek původního tlaku. Výbušnému rozkladu acetylénu většinou předchází polymerizace a za postupného zvyšování teploty a rychlosti reakce. ***Při intenzivním chlazení se reakce omezuje jen na polymerizaci.***

# Kyslík (chemická značka O<sub>2</sub>)

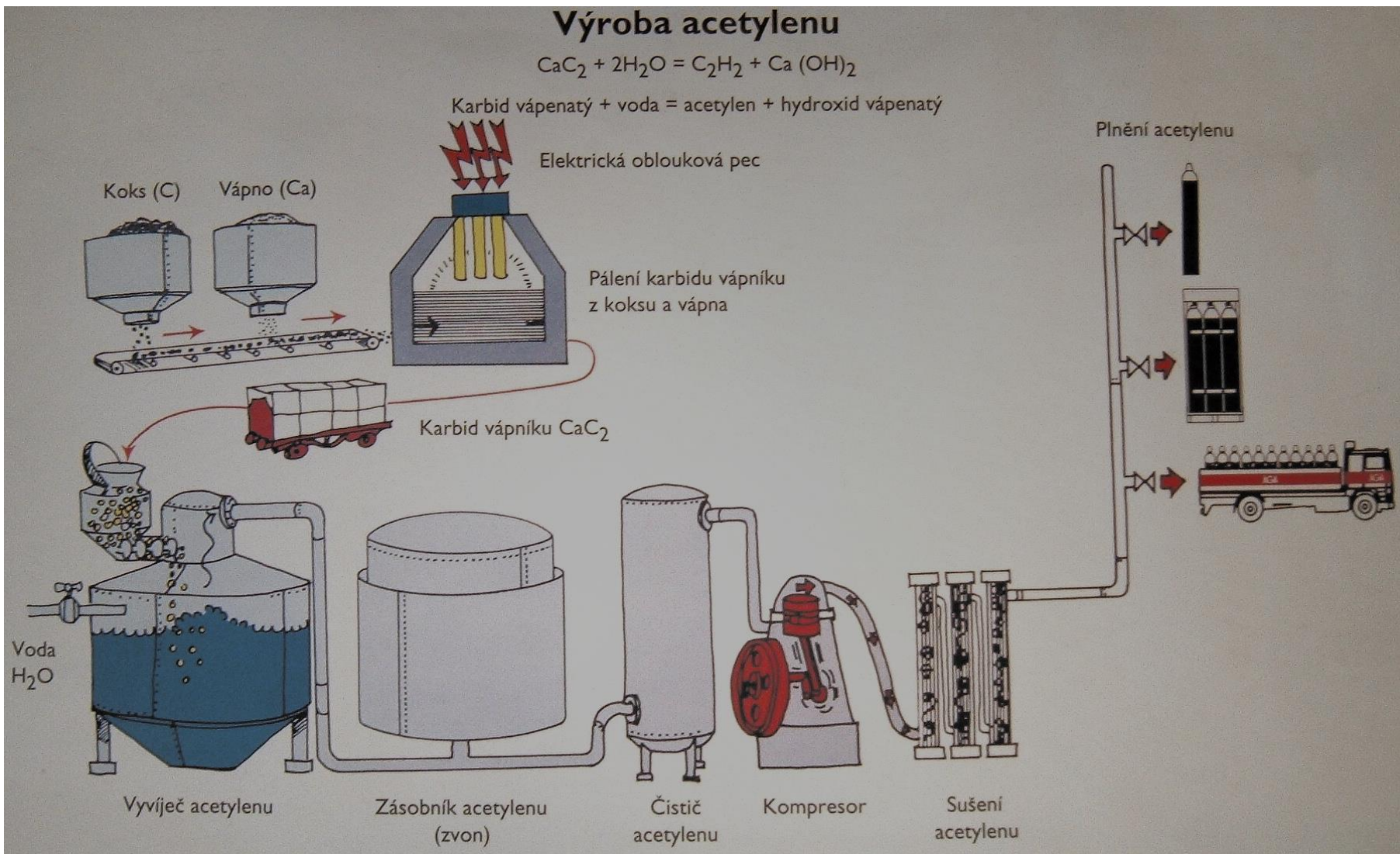
Bezbarvý plyn bez zápachu, je nehořlavý, ale hoření podporuje. Při atmosférickém tlaku plynný kyslík zkapalní při  $-182,95^{\circ}\text{C}$  na modrou průhlednou kapalinu měrné hmotnosti  $1,13\text{kg}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Pro plamenové svařování a řezání kyslíkem musí být kyslík čistý, alespoň 99%.

Kyslík pro technické účely se většinou vyrábí destilací kapalného vzduchu. Kapalný vzduch se dělí na dvě hlavní složky; dusík (přibližně 79%) a kyslík (přibližně 21%). Při oddělení těchto složek se využívá rozdílných bodů varu kapalného dusíku ( $-195,8^{\circ}\text{C}$ ) a kyslíku.



# Výroba technického acetyleny spočívá v rozkladu karbidu vápenatého ve vodě ve speciálních vyvíječích:

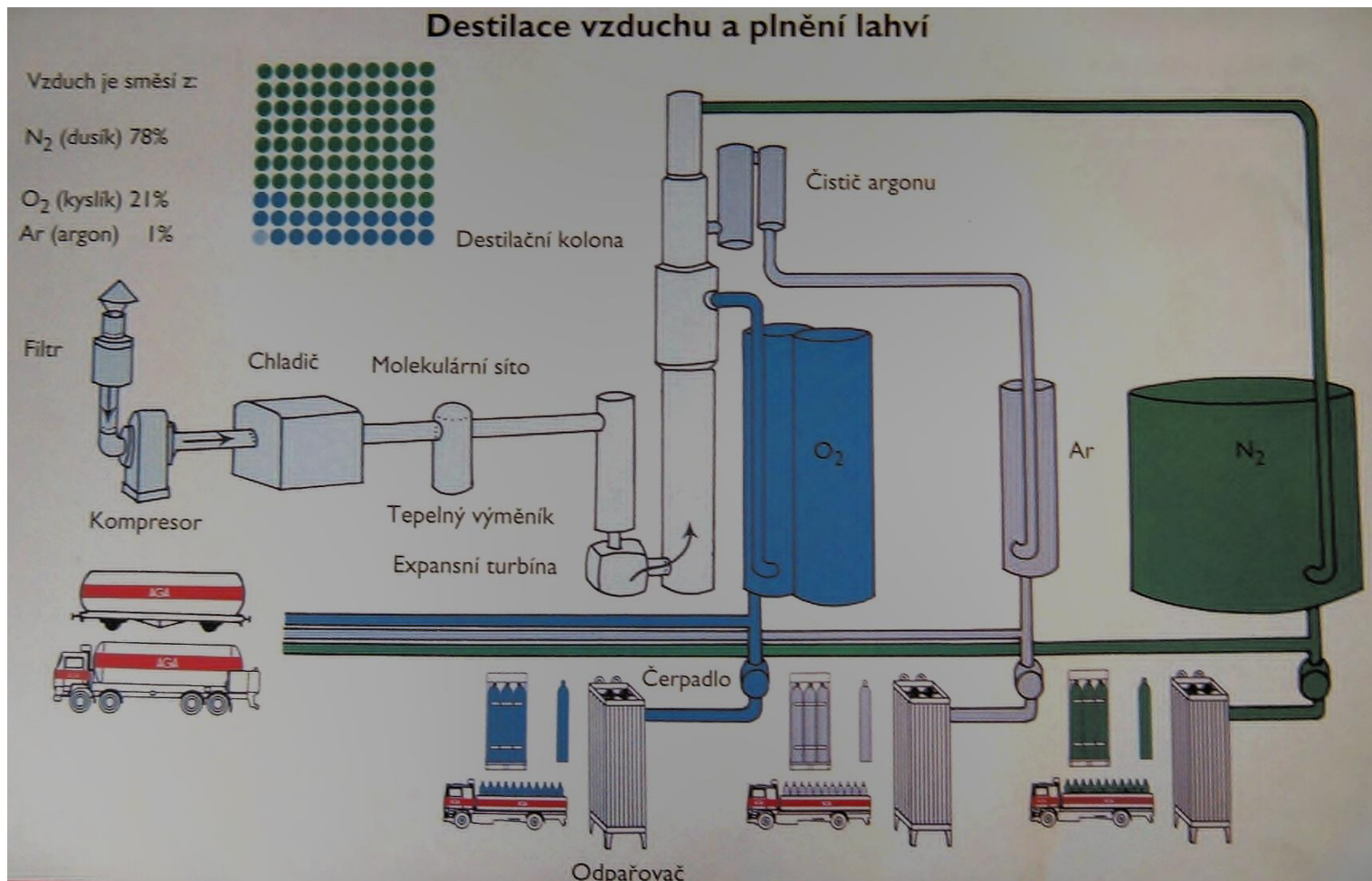
karbid vápníku + voda = hydroxid vápenatý + acetylen + teplo





# Výroba kyslíku

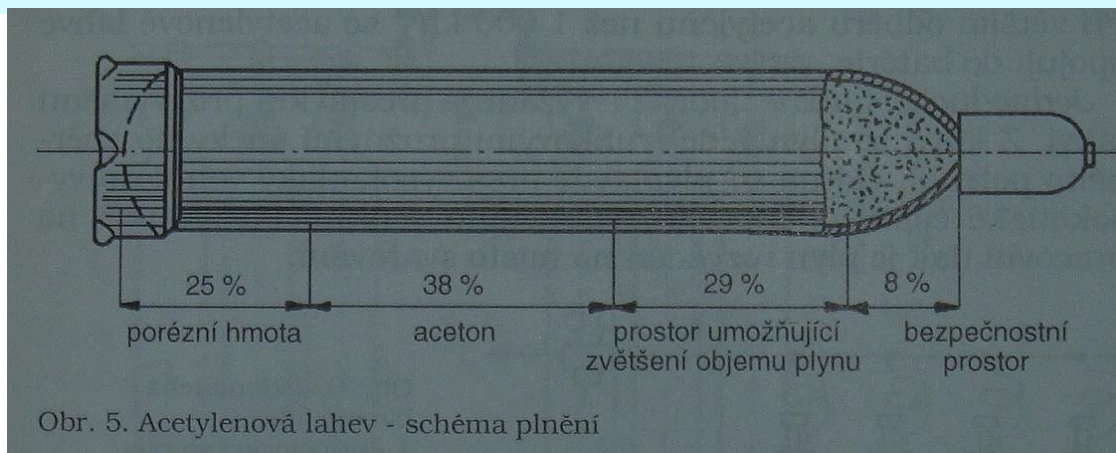
Kyslík se pro průmyslové účely vyrábí destilací kapalného vzduchu. Kapalný vzduch se dělí na dvě hlavní složky: dusík (přibližně 78%) a kyslík (přibližně 21%). Argonu je asi 1%. Při tom se využívá rozdílných teplot varu kapalného kyslíku, tj.  $-182,95^{\circ}\text{C}$  a kapalného dusíku, tj.  $-195,8^{\circ}\text{C}$ .



## Tlakové láhve

Pro dopravu a manipulaci s plyny se používá nejčastěji tlakové láhve. Jedná se o ocelové láhve vyrobené z bezešvých ocelových trub. Tloušťka stěny se pohybuje od 5 do 8mm, objem nejčastěji 40 a 50l. **Každá láhev na stlačené plyny se skládá z vlastního tělesa láhve, hrdlového kroužku, ochranného kloboučku (popř. třmenu), ventilu, patky a láhvého ventilu.**

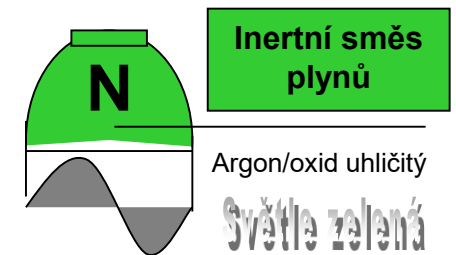
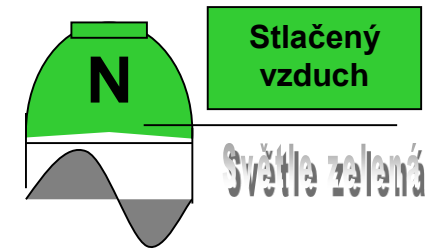
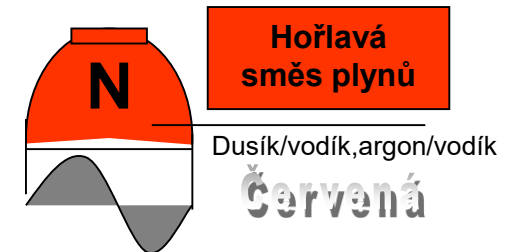
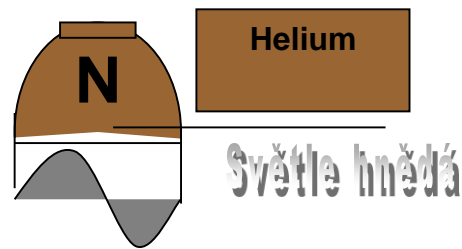
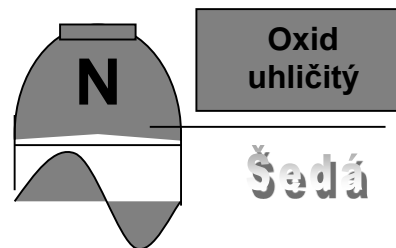
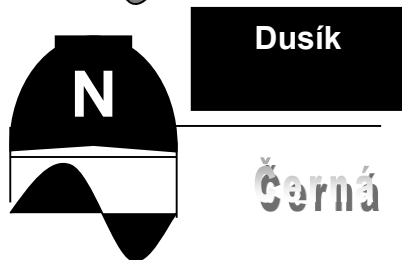
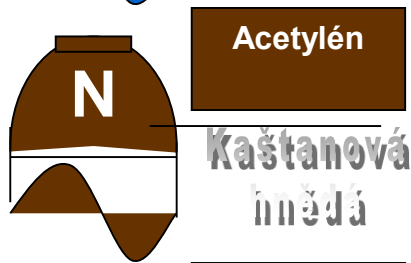
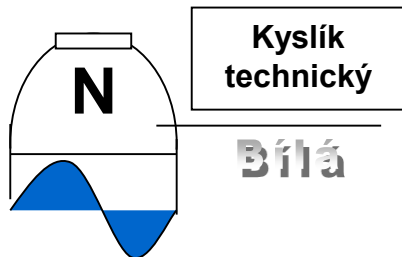
Aby nenastala záměna lahví, jsou podle druhu plynu odlišeny barevným pruhem u hrdla nebo barvou celé lahve.



**Acetylenová tlaková láhev** má oproti jiným tlakovým láhvím některé odlišnosti. Z důvodu Možného rozkladu acetylenu je láhev vyplněna pórovitou hmotou, což byla obvykle směs křemeliny a dřevěného uhlí, nebo zrněná pemza, dnes pórovitá hmota UL 1. Pórovitá hmota musí spolehlivě vyplnit celý vnitřní prostor láhve, nesmí se při používání chemicky ani fyzikálně měnit. Průměrná poréznost bývá 80%.

Tlaková láhev obsahuje též asi 40% acetonu, v němž je rozpuštěn acetylen. Aceton s rozpuštěným acetylenem je rovnoměrně rozdělen v pórovité hmotě, čímž je brzděno vznícení při náhodném rozkladu acetylenu.

# Barevné značení tlakových lahví / ČSN EN 1089-3



Dusík/vodík, argon/vodík

Argon/oxid uhličitý



## Technické parametry ocelových láhví na acetylén

Tyto ocelové láhve se používají pro svařování a řezání plamenem či plazmou. Jsou plněny ekologickou bezazbestovou porézní hmotou UL 1 (schváleno BAM).

Vodní objem	Vnější průměr [mm]	Tlak [bar]			Číslo výkresu
		Pracovní	Testovací	Tvar dna	
15,0 - 50,0	229	18	60	concave	LA 4 - 0482

Vodní objem láhve (L)	Množství porézní hmoty (Kg)	Množství acetonu (Kg)	Množství acetylenu(max. plnění v Kg)
5	1,32	1,56	0,9
5,8	1,53	1,81	1,04
10	2,64	3,125	1,8
20	5,28	6,25	4,0
30	7,92	9,375	6,0
40	10,56	12,5	8,0
50	13,2	15,625	10,0



10 000 násobné zvětšení  
vysoce porézní hmoty Linde M I  
(snímek pořízen rastrovacím  
elektronovým mikroskopem)

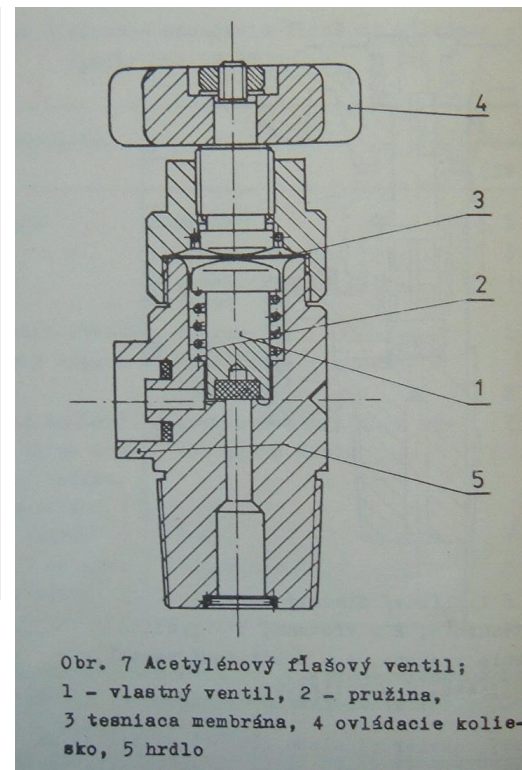


## Svazky láhví - pro zvýšený odběr technických plynů



# Lahvový uzavírací ventil ACETYLEN

Objednací číslo	Plyn	Závit boční přípojky	Závit čepu	Cena
07 658 36	Acetylen	třmen	KW 31,3 x 1/14" - DIN 477	450,-

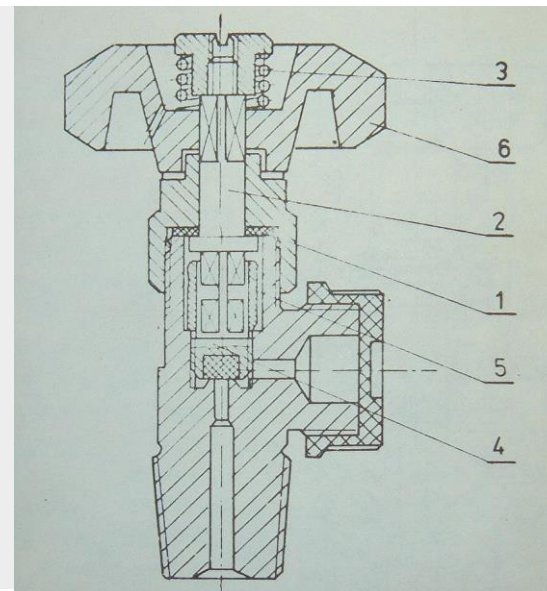


# Lahvový uzavírací ventil 300 bar

Objednací číslo	Plyn	Závit boční přípojky	Závit čepu	Cena
07 654 46	Kyslík	W 30 x 2	25 E	550,-
07 656 17	Dusík	W 30 x 2	25 E	550,-
07 655 29	Vodík	W 30 x 2 LH	25 E	550,-
07 657 10	Argon	W 30 x 2	25 E	550,-
07 657 00	Vzduch	W 30 x 2	25 E	



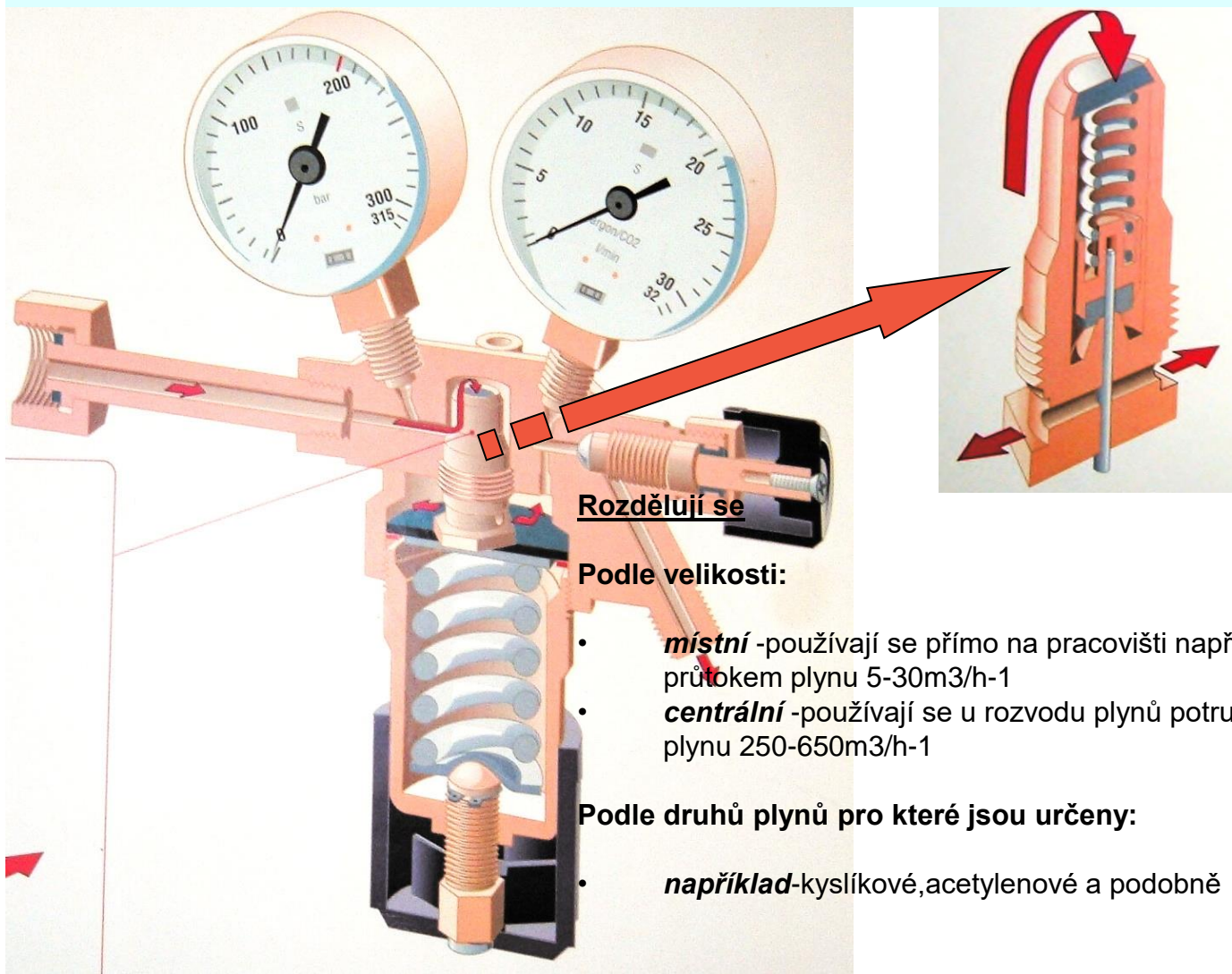
07 657 10



# ZAŘÍZENÍ PRO SVAŘOVÁNÍ PLAMENEM

## 1) Redukční ventil

Je to zařízení, které snižuje (redukuje) vysoký výstupní tlak plynu na potřebný pracovní tlak a tento udržuje na nastavené hodnotě bez ohledu na to, že odběrem plynu se jeho vstupní tlak snižuje.



Rozdělují se

Podle velikosti:

- **místní** - používají se přímo na pracovišti např. na láhvích, s průtokem plynu 5-30m<sup>3</sup>/h-1
- **centrální** - používají se u rozvodu plynů potrubím, s průtokem plynu 250-650m<sup>3</sup>/h-1

Podle druhů plynů pro které jsou určeny:

- **například** - kyslíkové, acetylenové a podobně

## Podle stupně redukce:

- **jednostupňové**

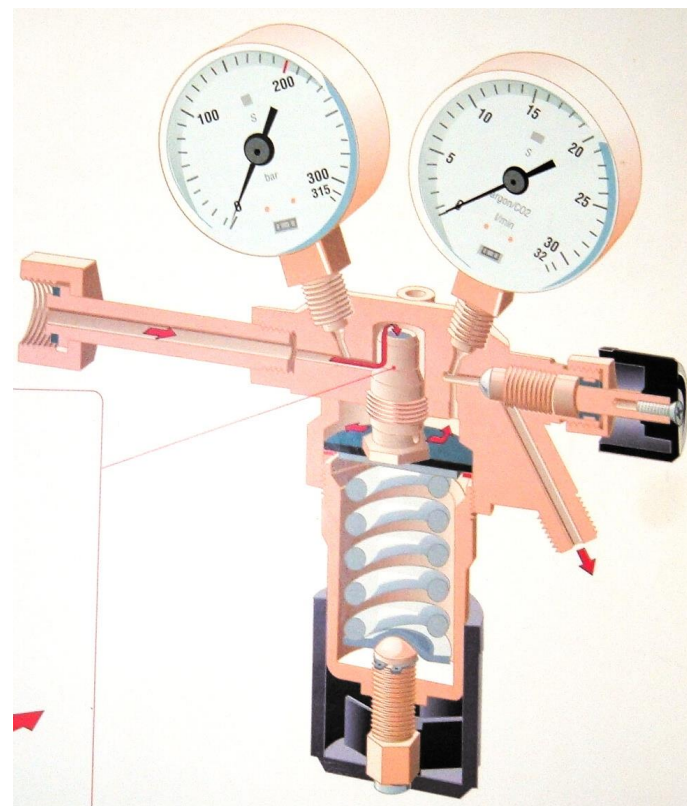


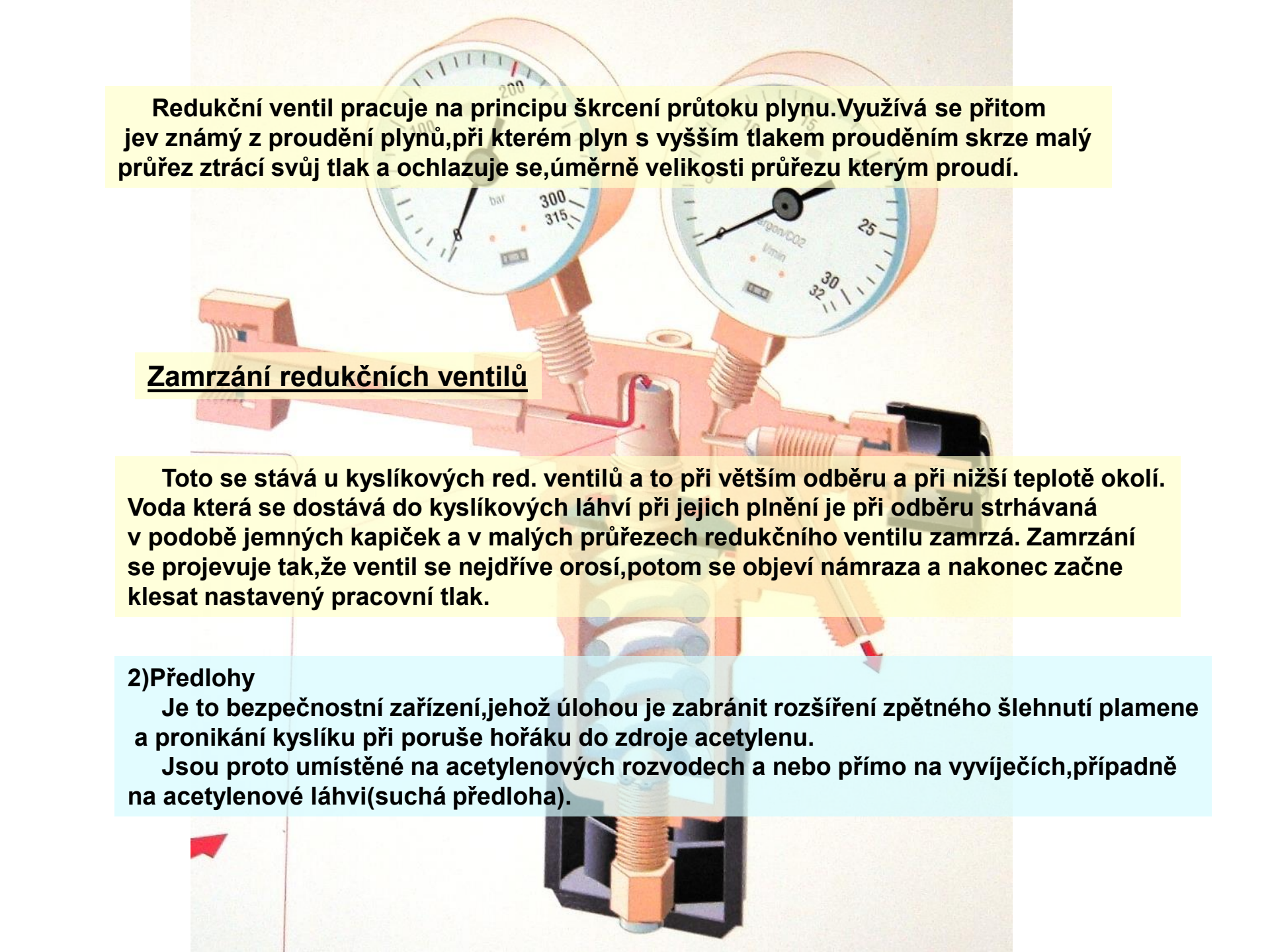
- **dvojstupňové** – dvojstupňové ventily jsou vlastně dva jednostupňové ventily spojené za sebou do jednoho celku. Oproti jednostupňovým ventilům udržují rovnoměrnější nastavení pracovního tlaku a mají větší odolnost proti zamrznání. Používají se pro větší průtoky plynů jako centrální redukční ventily.



## Podle konstrukce:

- **s přímým vstupem plynu** – kde zdvih škrtícího ventilu je ve směru proudění plynu z vysokotlaké části do nízkotlaké. **S poklesem tlaku plynu ve vysokotlaké části klesá i tlak nastavený.**
- **s opačným vstupem plynu** – kde zdvih škrtícího ventilu je opačný oproti proudění plynu z vysokotlaké části a nastavený pracovní tlak zůstává beze změny po celou dobu odběru. **S poklesem tlaku plynu ve vysokotlaké části neklesá tlak nastavený.**





Redukční ventil pracuje na principu škrcení průtoku plynu. Využívá se přitom jev známý z proudění plynů, při kterém plyn s vyšším tlakem prouděním skrze malý průřez ztrácí svůj tlak a ochlazuje se, úměrně velikosti průřezu kterým proudí.

### Zamrzání redukčních ventilů

Toto se stává u kyslíkových red. ventilů a to při větším odběru a při nižší teplotě okolí. Voda která se dostává do kyslíkových láhví při jejich plnění je při odběru strhávána v podobě jemných kapiček a v malých průřezích redukčního ventilu zamrzá. Zamrzání se projevuje tak, že ventil se nejdříve orosí, potom se objeví námraza a nakonec začne klesat nastavený pracovní tlak.

### 2) Předlohy

Je to bezpečnostní zařízení, jehož úlohou je zabránit rozšíření zpětného šlehnutí plamene a pronikání kyslíku při poruše hořáku do zdroje acetylenu.

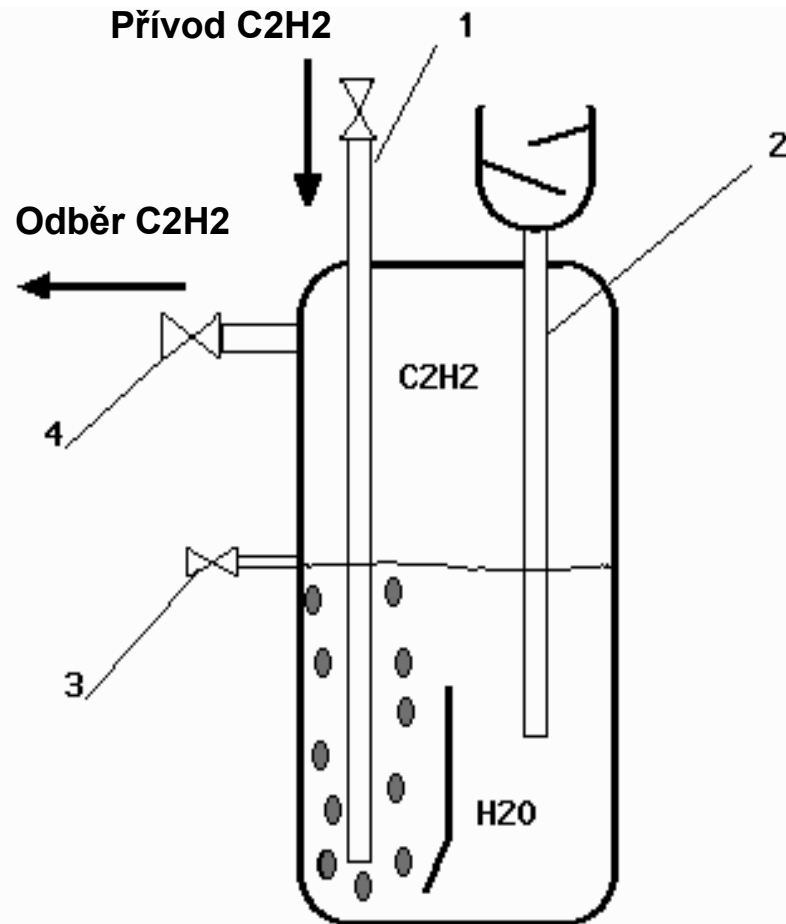
Jsou proto umístěné na acetylenových rozvodech a nebo přímo na vyvíječích, případně na acetylenové láhvi (suchá předloha).



**Předlohy rozdělujeme:**

**Vodní - nízkotlaké (do 7,5 kPa)**

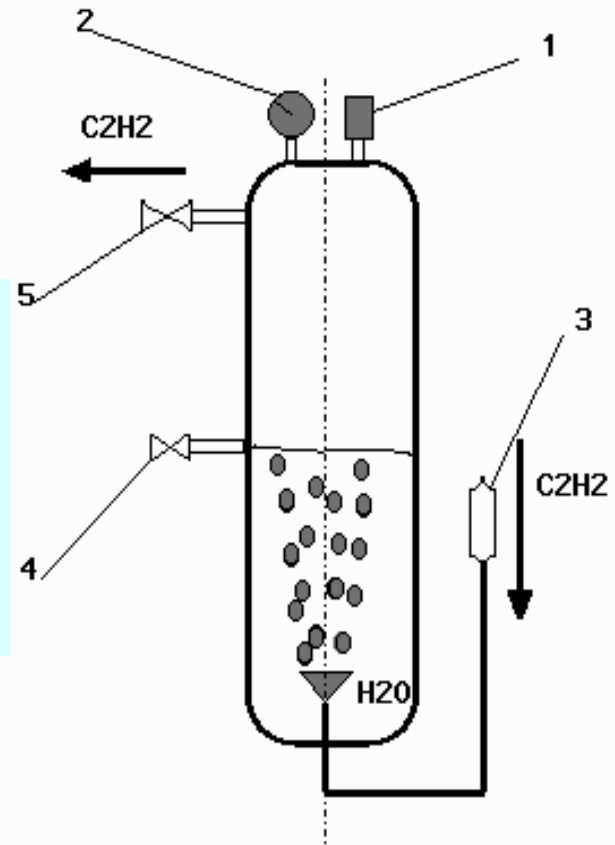
Kde: 1 – přívod acetylenu  
2 – plnicí potrubí  
3 – kontrolní ventil  
4 – směr odběru acetylenu



**Funkce** – do válcové nádoby jsou zavedeno dvoje potrubí. Delší končí u dna a slouží k přívodu acetylenu, který prochází vodou a z prostoru nad hladinou se odebírá. Kratší slouží k doplňování vody a výše hladiny se ověřuje kontrolním ventilem. Proniknutí zpětného šlehnutí plamene do vodní předlohy hoří plyn nad vodní hladinou a vznikající tlak způsobí pokles vodní hladiny. Po odkrytí spodního okraje plnicí trubky, zplodiny hoření uniknou do okolní atmosféry.

## Vodní - vysokotlaké (do 150 kPa)

**Funkce** – do uzavřené tlakové nádoby ústí ze spodu přívod acetylenu, který je zakončený zpětným ventilem. Přes tento zpětný ventil za normálních okolností proudí acetylén, prochází vodní hladinou do vrchní části předlohy kde je odebírán. Pakli-že dojde k zpětnému šlehnutí plamene, zvýšeným tlakem se uzavře zpětný ventil dojde k otevření pojistného ventilu a úniku zplodin do okolí.



- |                       |                         |
|-----------------------|-------------------------|
| 1/ pojistovací ventil | 4/kontrolní kohout      |
| 2/ manometr           | 5/směr odběru acetylenu |
| 3/ membrána           |                         |

**Důležité** – výkon vodní předlohy musí odpovídat předpokládanému největšímu odběru. V opačném případě dochází ke strhávání vody, čímž se ohrožuje její funkce. Dále při nízkých okolních teplotách hrozí zamrzání.

## Suchá předloha

Tyto předlohy jsou konstruovány tak, že při vniknutí kyslíku do acetylenu hadice se uzavře zpětný ventil a tím zabrání dalšímu šíření plamene. Uvnitř předlohy je speciální vložka ze spékaných kovů v jejichž dutinách se případný plamen uhasí. Podmínkou správné funkce je aby acetylen byl bez vlhkosti. Proto se nesmí na jednom rozvodu acetylenu současně používat vodní a suchá předloha. Také se nesmí překročit dovolený odběr acetylenu tj. 1000l/h-1.

Jestli-že výkon jedné předlohy nestačí můžeme použít více předloh paralelně zapojených.

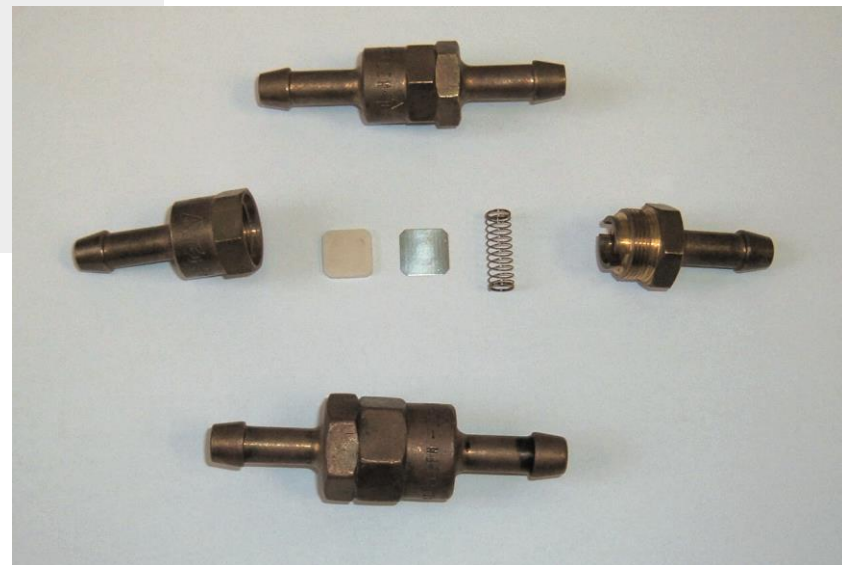


### 3) Hadicové pojistky

Proti vnikání kyslíku do acetylenové hadice můžeme použít hadicové pojistky. Montují se do acetylenové hadice asi 1m od rukojeti hořáku, v některých případech jsou součástí rukojeti. Dodávají se pod označením dříve P H3, P H2, dnes pojistka BV 12.

Je to vlastně speciálně upravený zpětný ventil, který se při zvýšení tlaku uzavírá a naopak. Nejnižší tlak acetylenu je 10 kPa.

Při použití těchto pojistek si musíme uvědomit, že v žádném případě nenahrazují předlohy. Navíc jejich používání není dle ČSN 05 0610 povinné.



#### 4)Hadice

Používají se jako pružné propojení svařovacího hořáku a zdroje plynu(např.láhev).  
Hadice pro přívod kyslíku a acetylenu se liší:

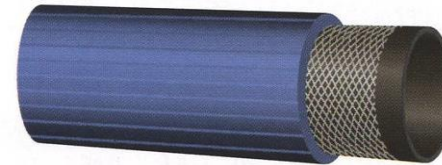
- barvou
- světlostí



Objednací číslo	Typ	Rozměry mm	Balení m	Cena
272 321 006 040	Kyslík	6,3 x 3,5	50	24,-
272 321 006 041	Acetylen	6,3 x 3,5	50	24,-
272 321 009 035	Acetylen	8,0 x 3,5	50	27,-
272 321 009 136	Propan - butan	8,0 x 3,5	50	34,-

272

Hadice pro acetylen je zkoušena na přetlak **1MPa**, stěna tlakové hadice je vyztužena textilní vložkou. Hadice pro kyslík je zkoušena pro přetlak **2 Mpa**.

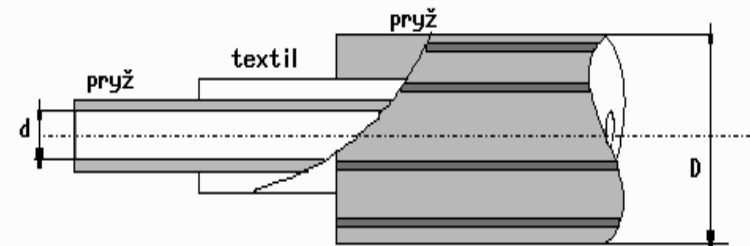
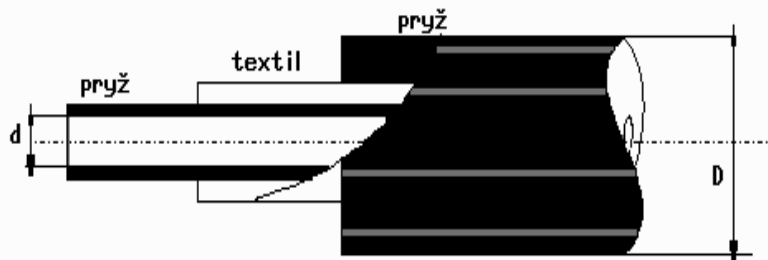


Hadice pro acetylén

Barva obalu - červená

Hadice pro dopravu kyslíku

Barva obalové pryže / modrá



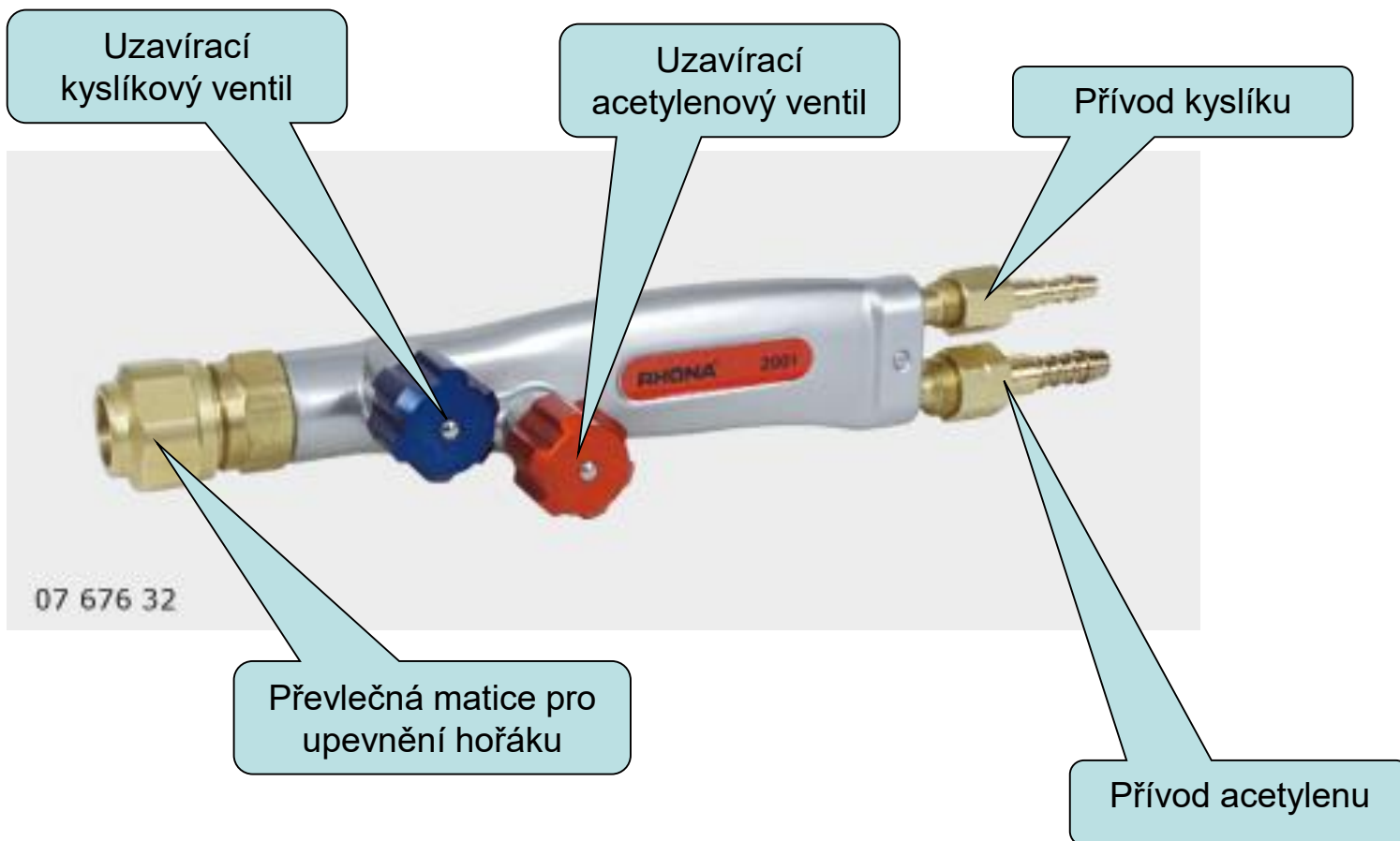
Délka hadic nesmí být kratší než-li 5m, největší délka není omezena. Hadice musí těsnit už po navlečení na nátrubek, šroubové spony nám slouží jako pojistka proti stržení. Výměna nových hadic dle ČSN.

Pro prodlužování hadic nám slouží speciální spojky, ve výjimečných případech můžeme použít trubičku řádného průměru.



## 5) Rukojeť a hořáky pro svařování plamenem

### Rukojeť





## Hořáky pro svařování plamenem

### Rozdělení :

- injektorové
- bez injektorové

**Injektorové- využívají jevu z termodynamiky plynů, při kterém plyn s vyšším tlakem proudící relativně malým otvorem se natolik zrychlí, že za ním vzniká vakuum.**

Kyslík vstupuje do injektoru pod vyšším tlakem, než je tlak acetylenu a vytváří za injektorem a v prostoru okolo něho vakuum, které strhává acetylen proudící do tohoto prostoru. V mísící komoře za injektorem se kyslík a acetylen dokonale promísí a tak vytvoří hořlavou směs, žádaného složení. Čím vyšší je tlak kyslíku tím vyšší je nasávací účinek proudu kyslíku.

Výhodou injektorového hořáku je, že tlak acetylenu může být nízký, nevýhodou je citlivost hořáku na přehřátí nastavce, na změnu výtokových odporů a tím zvýšené nebezpečí zpětného hoření plamene do hořáku.

**Bez injektorové- výhoda klidné hoření plamene, vyžadují však vyšší nároky na redukční ventily. V praxi více využíváme injektorové hořáky.**

## Injektorový svařovací nástavec v řezu



## Injektorová svařovací souprava U 7 - universální

**Velikost výměnných nástavců:** 0,5-1;1-2;2-4;4-6;6-9;9-14;14-20;20-30, uvedená čísla určují tloušťku svařovaného materiálu, která se dá tímto nástavcem svařovat a průměrnou spotřebu acetylenu v litrech za hodinu.

**Příklad:** nástavec 6-9,  
$$\frac{6+9}{2} \cdot 100 = 750 \text{ l/h-1}$$



## Injektorová svařovací souprava L 6 - lehká



## Injektorová svařovací souprava M 6 - lehká



## Injektorová souprava na rovnání plechu plamenem

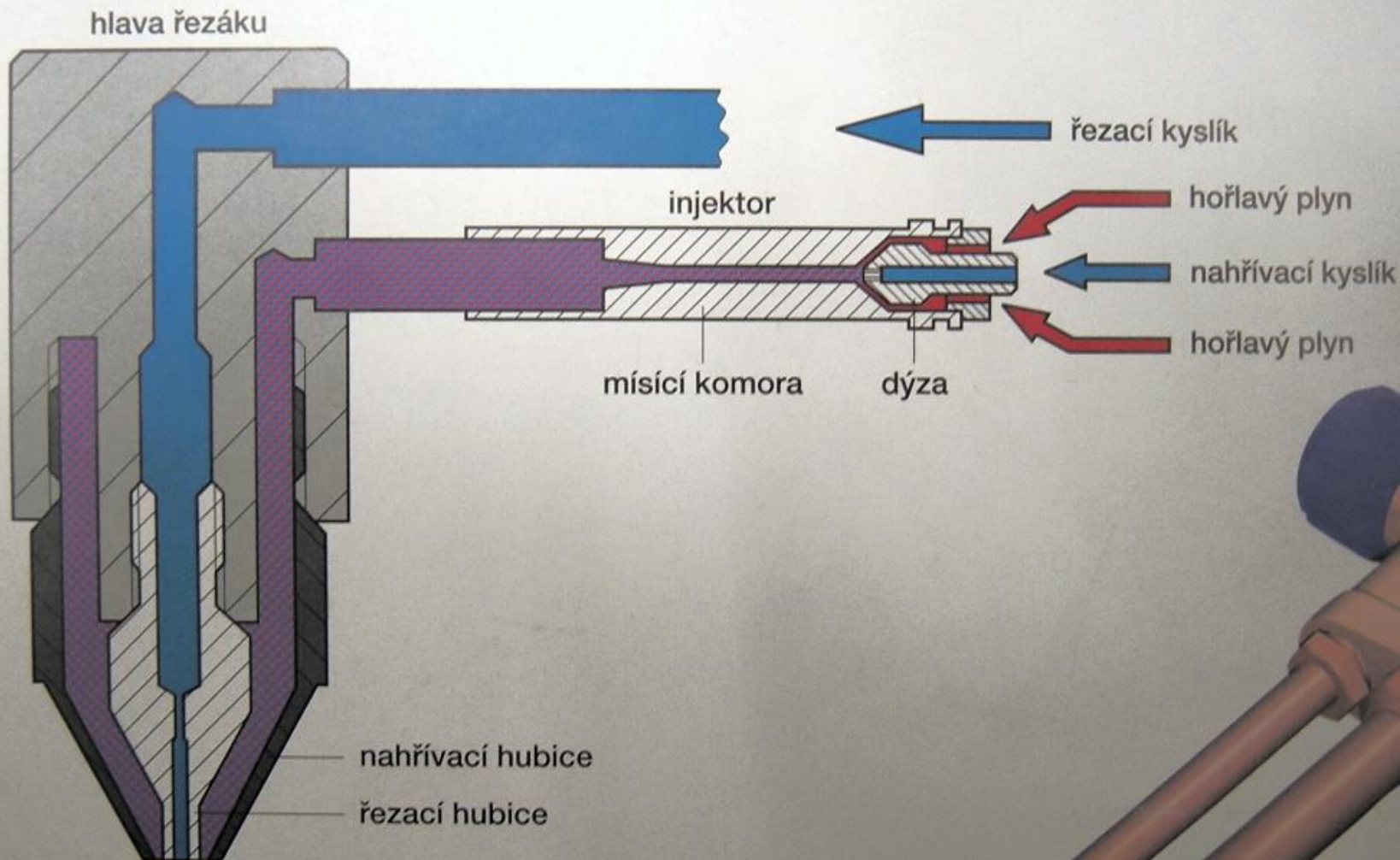


## Navařovací souprava NPK



## Injektorový řezací nástavec v řezu

### Princip injektorového řezacího hořáku



## Jednotlivé typy řezacích nástavců a řezacích hořáků

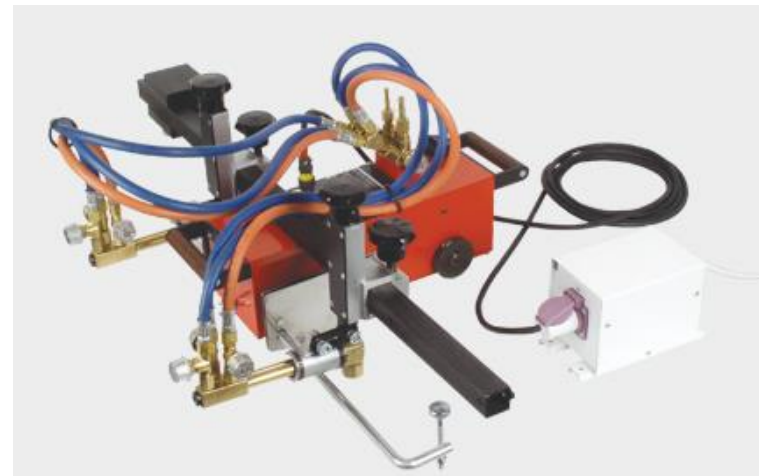




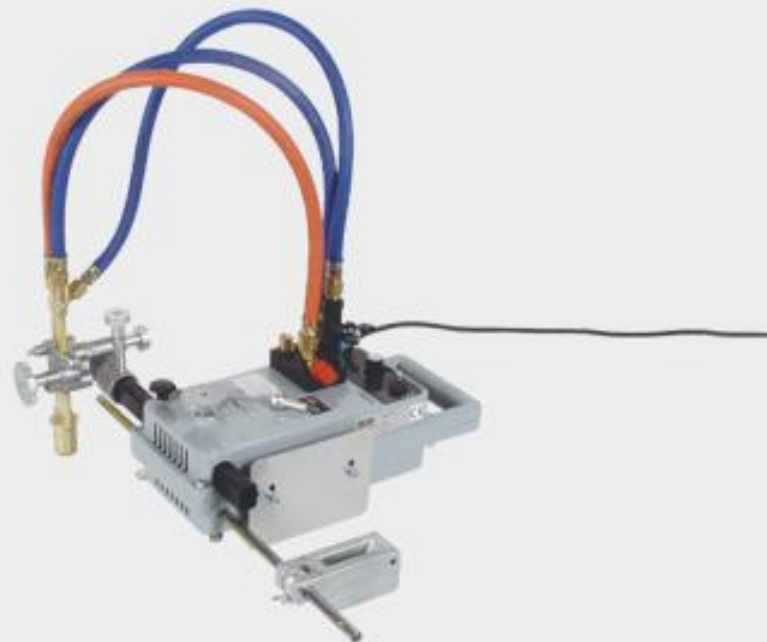
## Řezací stroje



548 900 061 113

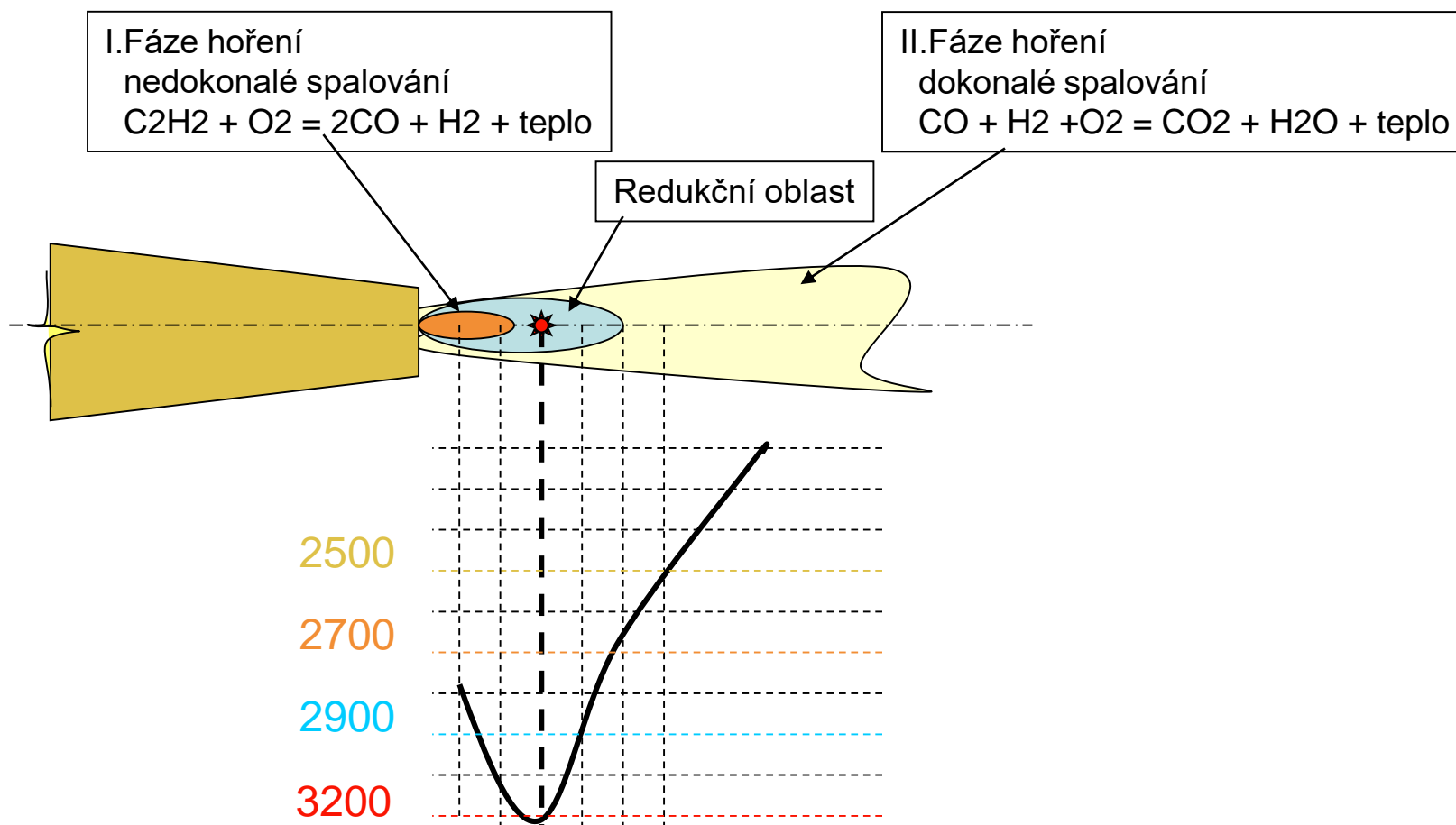


548 900 061 108



14 088 700

# Jednotlivé fáze hoření kyslíko-acetylenového plamene.

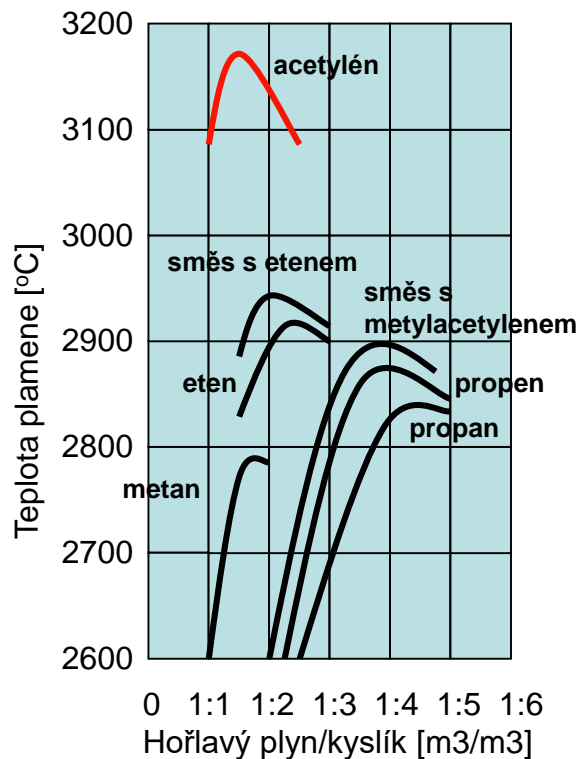


## Plamen neutrální – spalovací proces má dvě fáze.

**V první fázi** probíhá nedokonalé spalování na povrchu světelného kužele při teplotě 3150°C. Acetylen, což je uhlovodík, se rozkládá na původní složky. Uhlík se spaluje na kysličník uhelnatý a vodík zůstává převážně volný. Oblast plamene přesahující světelný kužel o 8-10 mm má redukční účinek a chrání svarovou lázeň před okolní atmosférou. Teplo uvolněné v první fázi spalování označujeme jako výhřevnost acetylenu.

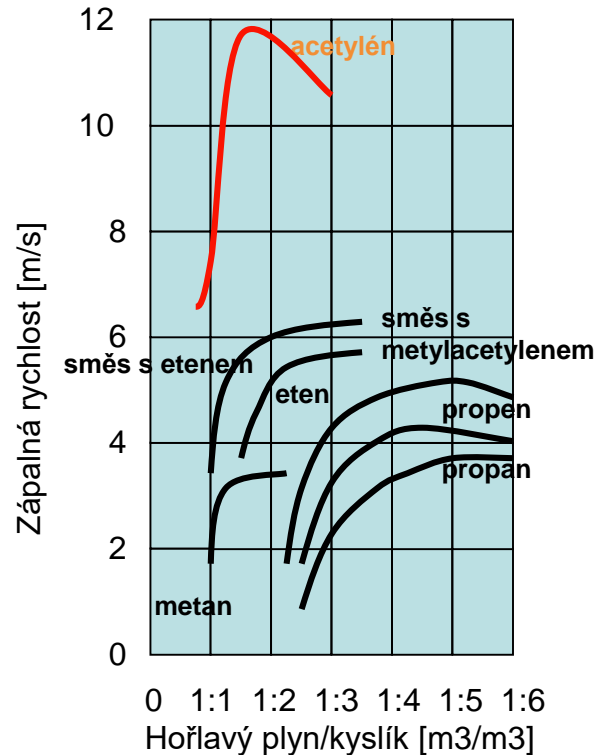
**V druhé fázi** probíhá spalování ve vnější části plamene tzv. žlutavě zbarveným závojem. Potřebný kyslík si vnější plamen odebere ze vzduchu a tím má plamen oxidační účinek.

## Teplota plamene při použití různých typů plynů a poměru míšení.



Výše teploty plamene je důležitým faktorem, když se jedná o rychlé a koncentrované přehřívání a dohřívání základního materiálu. Protože čím vyšší je teplota, tím rychlejší je přestup tepla mezi plamenem základním materiálem.

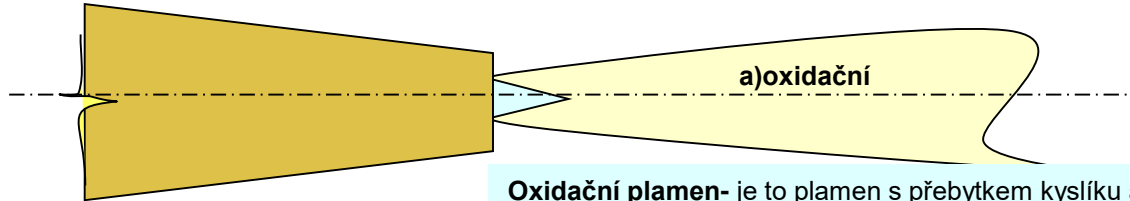
## Rychlost hoření při použití různých typů plynů a poměru míšení.



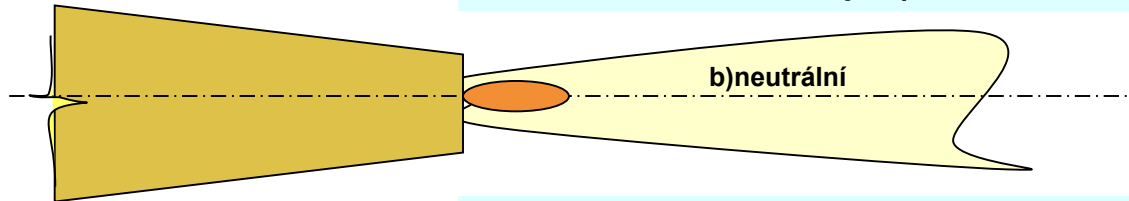
**Acetylén je hořlavý plyn s nejvyšší zápalnou rychlostí. Konečně termický stupeň účinnosti je tím lepší, čím rychleji se horké produkty spalování dotknou materiálu. Tento požadavek nastupuje především při zahřívání kovových materiálů s vysokým odvodem tepla, např. ocel, měď, hliník.**

# Druhy nastavených plamenů.

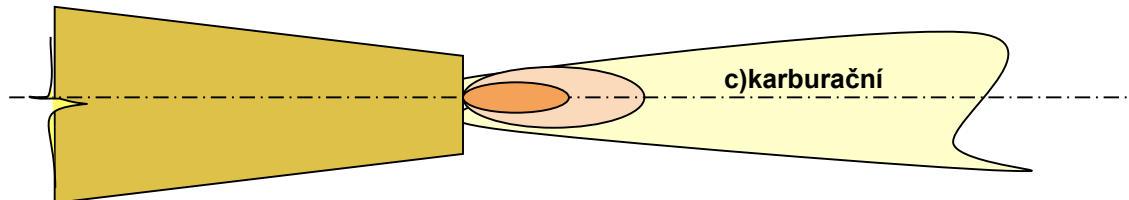
## Podle míšení plynů:



**Oxidační plamen-** je to plamen s přebytkem kyslíku a tvoří ho ostře ohraničené jádro, kratší než u neutrálního plamene. Plamen má silně oxidační účinek na svarovou lázeň. z toho důvodu se **používá ke svařování mosazí a cínových bronzů, kde oxidy pokrývají svarovou lázeň a tím zabraňují odpařování zinku a cínu.**

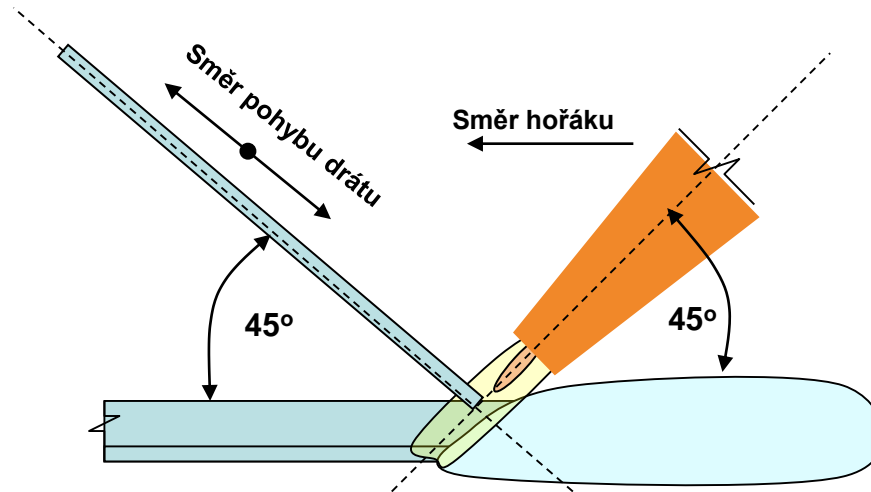


**Neutrální plamen-** je to plamen s poměrem míšení 1:1, tvoří ho ostře ohraničené jádro kuželového tvaru, které oslnivě září a **používá se ke svařování ocelí.**



**Karburační plamen-** je to plamen s přebytkem acetyleny, tvoří ho jádro plamene obklopené bílým závojem a délka závoje se zvětšuje s přebytkem acetyleny. **Používá se pro svařování hliníku a jeho slitin, tyto materiály mají totiž velkou afinitu na kyslík. Současně se používá pro cementování.**

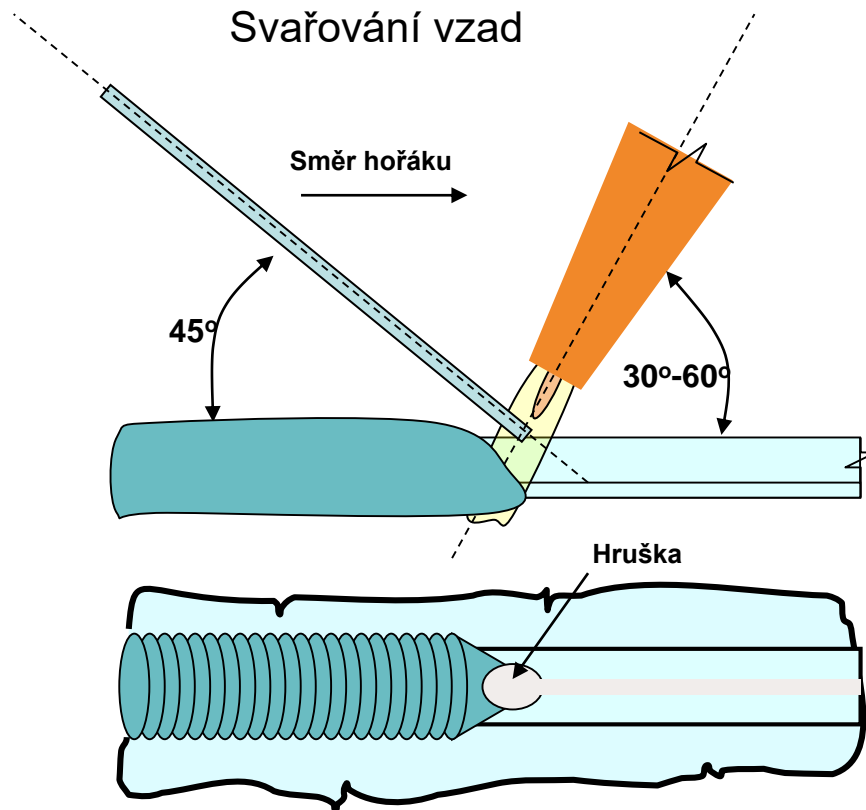
## Svařování dopředu



### Svařování dopředu

Přídavný drát postupuje ve směru svařování před hořákem. Plamen přehřívá budoucí svarové místo a je odvrácené od tuhajícího svarového kovu. Tím se tento dostává ještě při vysoké teplotě do styku se vzduchem, tedy s kyslíkem a dusíkem a rychle chladne. Svarový kov vlivem dynamického účinku plamene má snahu předbíhat a zatéct do ještě nedostatečně natavených svarových ploch. Tím dochází ke studeným spojům, případně neprovaření kořene svaru.

Tyto skutečnosti způsobují, že mechanické vlastnosti svarového spoje jsou horší a proto se tato metoda nepoužívá pro svařování větších tlouštěk materiálu nad 4mm a na potrubí. Předností svařování dopředu je, že neklade velké nároky na zručnost svářeče.



### Svařování vzad

Přídavný materiál postupuje za hořákem ve směru svařování. Plamen působí pod úhlem 35-75 stupňů na svarovou lázeň a část tuhacího kovu, který tak chrání před přístupem vzduchu a rychlým chladnutím. Při svařování kořene svaru vzniká rozšíření styčné mezery, ve tvaru hrušky, která svědčí o provaření kořene. Výsledkem tohoto postupu svařování, jsou lepší mechanické vlastnosti svarového spoje, než u svařování dopředu. Proto se doporučuje tento postup pro tloušťky materiálu nad 4mm, pro všechny druhy potrubí a všude tam, kde požadujeme vyšší kvalitu svarového spoje.

Nevýhodou tohoto postupu je, že klade zvýšené požadavky na zručnost svářeče, kresba povrchu svaru je hrubší a přechod do základního materiálu je méně plynulý s často vznikajícím podélným vrubem.

Při svařování dozadu, hořák vykonává pohyb bez kývání ve směru svařování a přídavný materiál, který je trvale ponořený ve svarové lázni, vykonává buď krouživý a nebo příčné kývavý pohyb.