

MODERNÍ KYSLÍKOVÉ KOPÍ

Ing. Tomáš Zmydlený, VŠB-TU Ostrava

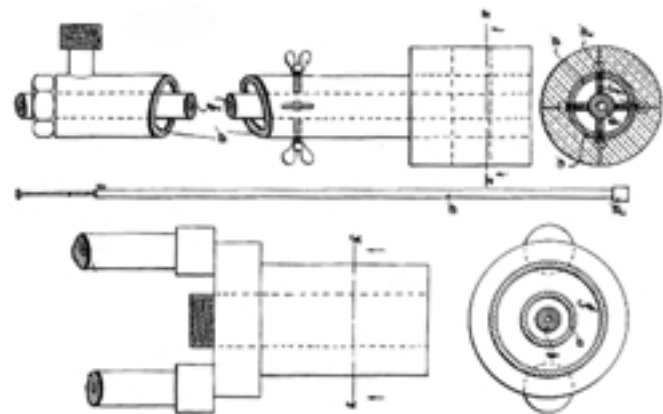
Cesta pokroku není jen cestou techniky, ale také moudrosti s níž se technika využívá
Ray Douglas Bradbury

Žijeme na prahu 21. století v době zrychlujícího se rozvoje vědy a techniky. Denně se setkáváme s výsledky výrazného pokroku všech oborů lidské činnosti. V tisku, rozhlase, televizi, na internetu, ale i v každodenní praxi vidíme praktické výsledky výzkumu a rozvoje technických věd.

V následujícím článku Vám poodhalím jeden konkrétní mezinárodní výzkum, na kterém se podílili také studenti Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava. Hlavním zadavatelem tohoto výzkumného úkolu je ministerstvo obrany USA. Základní výzkum a vojenské praktické aplikace jsou řešeny na State university of New York at Buffalo. Na VŠB-TU Ostrava jsou řešeny části základního výzkumu a za přispění Českého svářečského ústavu, s.r.o. také aplikace pro civilní použití.

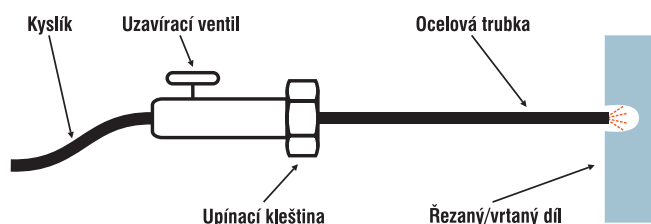
Kyslíkové kopí

Představovat čtenářům TM magazínu klasické kyslíkové kopí považuji téměř za zbytečné. Přesto pro jednoduchou ilustraci můžu použít původní patent z roku 1901 [3]. Ze schématického obrázku je zřejmé, že jde o trubku z nízkouhlíkové oceli (viz obrázek 2), kterou proudí kyslík o minimální čistotě 99,5 %. Předehřejeme-li konec této trubky na zápalnou teplotu, což je u nízkouhlíkové oceli rozmezí podle obsahu uhlíku 1050 – 1250 °C, zahájí se vysoce exotermické hoření. Teplo této reakce je dostatečné vysoké, aby zajišťovalo odtavování a oxidaci. Tím vzniká rezná spára nebo vrtaný otvor. Tento jednoduchý princip byl poprvé odzkoušen v chemické laboratoři Thomase Fletchera v Londýně roku 1888.



Obr. 1 – První kyslíkové kopí jak ho nakreslil H. Menne ve svém patentu z roku 1901 [3]

Kyslíkové kopí bylo před půl stoletím v literatuře [1] označeno za zcela známou a rozpracovanou metodu, u které se nepředpokládá další výrazný vývoj. Čas ovšem ukázal, že vývoj této metody nebyl ukončen. V 80. letech minulého století americké firmy, například Broco, nebo PGE Group, zaznamenaly malé rozšíření této metody a využily mezeru na trhu exotermických řezacích zařízení. Výsledkem jejich návrhů a technických řešení je velké množství patentů na různé typy držáků, zapalovačů, příslušenství, ale hlavně mnoho typů kyslíkových kopí, nebo jak bývají někdy v patentové literatuře nazývány, řezacích elektrod. Obrázek 4 ilustruje jak může v řezu vypadat kyslíkové kopí, tedy původně trubka z nízkouhlíkové oceli. Různé uspořádání výplně zvyšuje užité vlastnosti a také odlišuje jednotlivé výrobce. Sériová výroba těchto kopí je zpřístupnila pro běžné a bezpečné použití v civilním sektoru, ale také v armádě USA. V současnosti se tato zařízení řadí ke světové špičce a jsou dostupná kromě USA také v Evropě a Japonsku. Rozhodně tedy nemůžeme metodu tepelného dělení kyslíkovým kopím prohlásit za zastaralou nebo dokonce přežitou.



Obr. 2 – Kyslíkové kopí schéma metody [4]

Základní výzkum

Původní kyslíkové kopí, jak jsem se již zmínil, vzniklo před více než sto lety. Za použití tehdy dostupných znalostí, zkušeností, ale také materiálů a technologií. Technicky zcela jistě revoluční 20. století přineslo velké množství nových materiálů, nových technologií a netradičních pohledů na základní fyzikální a chemické problémy. Například ve 40. až 60. letech 20. století, byly vypracovány rozsáhlé teorie hoření. V 90. letech byly naměřeny zápalné teploty mnoha kovových materiálů v kyslíku. A s výčtem novinek bychom mohli pokračovat. Při pohledu na tyto události se proto musíme zamyslet a položit si otázku, zda je kyslíkové kopí opravdu na konci svého vývoje. Metoda přes sto let stará přece musí mít mezery, kterých by se dalo využít pro její zefektivnění?

Krátce před rokem 2000 vypsalo Ministerstvo obrany USA výzkumné granty na řešení problematiky tepelného dělení. Pro své speciální jednotky si toto ministerstvo vyžádalo efektivnější, účinnější a bezpečnější kyslíkové kopí. Proto si výše uvedené otázky položil také řešitelský tým vědeckých pracovníků na New Yorkské státní univerzitě v Buffalo a odpověděli na ně návrhem nových modifikovaných kyslíkových kopí.

Základní procesy

Teorii popisující kyslíkové kopí můžeme rozdělit na tři zdánlivě samostatné oblasti. Nejprve jsou to chemické reakce probíhající při exotermickém hoření kovů. Konkrétně tedy adiabatické (tedy teoreticky maximální) teploty hoření a fáze výsledných sloučenin. Dále například uskutečnitelnost chemických reakcí, jejich omezení, ale také mechanismy a příčiny zastavení těchto reakcí.

Další oblastí jsou fyzikální procesy při hoření kyslíkového kopí. Přenos tepla a hmoty na fázovém rozhraní. Rychlost vystupujícího plamene a hustota jeho tepelného toku. V neposlední řadě také účinnost přestupu tepla, šíření tepla v řezaném materiálu a samotném kyslíkovém kopí.

Třetí významnou oblastí je technický návrh držáků, bezpečnostních prvků a zdroje kyslíku. Návrh velikosti a tvaru kyslíkového kopí s důrazem na uspořádání výplně a materiálové složení. To vše na základě informací získaných z předchozí chemické a fyzikální teorie hoření kovů.

Chemie procesu a její modifikace

Metody tepelného dělení kyslíkem jsou založeny na exotermických oxidačních reakcích. Exotermické reakce jsou takové, při kterých se uvolňuje teplo. Jejich opakem jsou endotermické reakce, které teplo spotřebovávají. Oxidační reakcí rozumíme změnu čisté látky na příslušný oxid, tedy např.: změna železa na oxid železnatý. Opakem oxidace je redukce, redukci z oxidických rud se vyrábí např.: železo nebo hliník.

Reakcemi mezi proudem kyslíku a železem řezaného materiálu vznikají jednotlivé oxidy železa. Experimentálně bylo zjištěno, že vznikající struska obsahuje 80 – 90 % oxidů a 10 – 20 % odtaveného železa. Oxidická část je potom ze své větší části (70 – 85 %) tvořena základním oxidem železnatým (FeO), zbývajících 15 – 30 % tvoří oxid železitý (Fe₂O₃) a složený oxid železitý (Fe₃O₄ nebo FeO·Fe₂O₃).

Složitý proces exotermické oxidace železa můžeme zjednodušeně popsat základními rovnicemi (1), (2) a (3). V místě řezné spáry ale probíhají i další reakce, například změna jednoduchého oxidu železnatého na oxid železitý.

