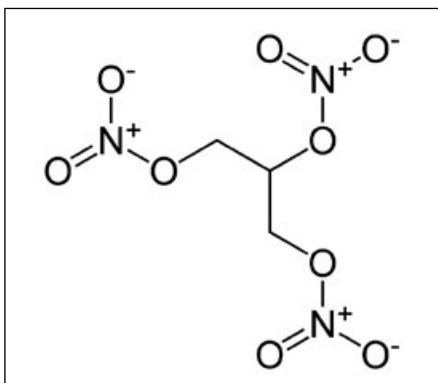


Potulky po Slovensku s Karolom Jesenákom O bankých trhavinách



Týmto článkom sa končí naše putovanie po Slovensku. Vzhľadom na jeho tému, nebolo by ho však dobré čítať pri zapálenom Bünsenovom kahane.

Nitroglycerín, resp. glyceroltrinitrát, ktorého vzorec vidíte na obrázku, sú triviálne názvy pre 1, 2,3-tri-nitro-oxy-propán – týmito názvami sa označuje bezfarebná, veľmi výbušná kvapalina, ktorú sa prvýkrát podarilo skrotiť Alfrédovi Nobelovi v priemyselnej výbušnине v roku 1867.

Jednou zo zaujímavých spoločných tém ťažby nerastných surovín a chémie sú banké trhavy. Je niekoľko spôsobov, ktorými sa v dávnej minulosti lámali skaly pri dobývaní nerastov. Jedným z nich bolo opakované zahrievanie skaly zapáleným drevom a jej následné ochladzovanie vodou. K prasknutiu skaly dochádzalo v dôsledku rozdielnej tepelnej rozťažnosti jej jednotlivých častí a vyvolaným napätím medzi chladnou a horúcou časťou. Druhý spôsob mal taktiež fyzikálny základ. Do štrbiny v hornine sa natesno zatĺkol napríklad suchý dubový klát, ktorý sa potom polieval vodou. Skala sa rozpadla vďaka osmotickému tlaku, vyvolanému nasávaním vody cez membránu drevného tkaniva. Kto by to povedal, že taký obrovský tlak to tkanivo vydrží? Podobné sily v koreňoch stromov roztláčajú obrovské žulové balvany, napríklad vo Vysokých Tatrách. Existuje však aj súčasná verzia uvedeného spôsobu, ktorá je založená na zväčšení objemu prášku obsahujúceho najmä oxid vápenatý (nehasené vápno) pri jeho reakcii s vodou (prednostne vzniká $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Prášok zmiešaný s vodou sa naleje do diery vyvrtanej v hornine a počká sa do druhého dňa.

Spomeňme aj hlučnejšie spôsoby deštrukcie hornín s použitím výbušnín. Výbušniny používané pre tento účel sú látky, ktoré pri veľmi rýchlej exotermickej reakcii poskytujú množstvo plynných produktov, ktoré sú často aj jedinými produktmi týchto reakcií. Vyvolávajú výraznú tlakovú vlnu aj vďaka veľkému nárastu teploty. Cieľom teda nie je pripraviť také látky, ktoré poskytujú veľkolepé ohňové predstavenie tak, ako to vidíme vo väčšine dnešných filmových scén. Je to presne naopak, plameň musí byť uhasený ešte počas explózie, na čo slúži napríklad obyčajný chlorid sodný. Samozrejme, je rozdiel v zložení trhavín, ak ich používame v hlbinných alebo povrchových baniach, či v baniach, v ktorých ťažíme uhlie alebo rudy.

Prvou bankou výbušninou bol čierny strelný prach. Ako naznačuje aj jeho názov, primárnym využitím bolo potešiť nadšencov strelných zbraní. K tomuto účelu veľmi dobre slúžil už od 7. storočia v Číne a od 13. storočia v Európe. Strelný prach patrí k výbušnínám, ktoré pozostávajú z „horiacich látok“ a aj látok poskytujúcich kyslík pre oxidačnú reakciu. Tú prvú látku v ňom zastupuje uhlík a síra, druhú zasa dusičnan draselný. Prvýkrát bol strelný prach použitý na banké účely v roku 1627 v Banskej Štiavnici. Pamiatkou na históriu jeho využívania v miestnych baniach je novozreštaurovaný sklad bankých trhavín. Čierny, resp. pušný prach však nie je ideálnou trhavinou, najmä preto, že je málo účinný a rýchlo zvlhne.



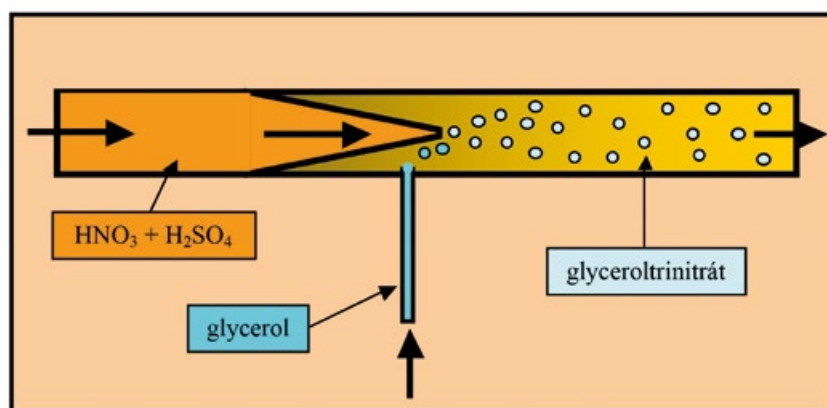
Použitie bankých trhavín v povrchovom lome dolomitu v obci Šuja pri Rajci.

Teraz preskočme k „zlatému klincu“ našej témy. Súvisí so švédskym chemikom Alfrédom Nobelom a s výrobou výbušniny dynamitu na Slovensku. Jeho továreň Dynamitka, postavená v rokoch 1873 až 1875 na močariskách severovýchodne od vtedajšej Bratislavy, bola prvou veľkou chemickou továrňou v rakúsko-uhorskej monarchii. Aj vďaka jej prosperite sa dodnes každoročne vyplácajú finančné odmeny laureátom Nobelových cien za fyziku, chémiu, medicínu, literatúru a zásluhy o mier. Znova si pripomeňme, že úspech introvertného A. Nobela spočíval v tom, že sa mu podarilo zvládnuť technológiu výroby glyceroltrinitrátu (nitroglycerínu) a zároveň aj jeho stabilizáciu vo forme samovoľne nevybuchujúceho dynamitu. V oboch prípadoch nešlo o žiadne maličkosti. Poznamenajme, že táto látka patrí do skupiny výbušnín, u ktorých je „horľavá“ aj oxidujúca zložka obsiahnutá v jedinej molekule. Prvá finta jeho riešenia spočívala v jej zmiešaní s práškovým diatomitom (o tejto hornine sme písali). Veľmi výbušná kvapalina sa tak premenila na dobre tvarovateľnú a relatívne bezpečnú pastu. História výroby jeho výbušnín však mala ešte dlhé pokračovanie, pretože aj táto pasta mala ešte mnoho neduhov. Druhá vec je, že fabrika postupne začala vyrábať rôzne typy výbušnín na rôzne účely. V Bratislave sa v blízkosti pôvodného závodu vyrábali výbušniny až do roku 2009. Nový podnik, ktorý vznikol po II. svetovej vojne, mal názov Chemické závody Juraja Dimitrova a postupom času zamestnával okolo 7 000 ľudí, vyrábajúc aj mnoho iných látok. Po roku 1989, už pod názvom Istrochem, začal podnik výrazne upadať. Mnohé banské trhavinové látky sú dosť „stupídne“ látky, napríklad aj suspenzia dusičnanu amónneho v naftě. V tomto závode sa vyrábali „klenoty“ medzi trhavinami. V priemere obsahovali asi desať rôznych zložiek. Glyceroltrinitrátu tam bolo však málo (do 10 hm. %). Ďalšími boli napr. ethylenglykol-dinitrát, nitrocelulóza, trinitrotoluén, di-nitrotoluén a dusičnan amónny. Vysvetľovať, prečo to tak bolo, by bolo veľmi zdĺhavé.

Pozrime sa, ako sa vyrábala glyceroltrinitrát ($C_3H_5(ONO_2)_3$) v úplných začiatkoch. Veľmi riskantná reakcia medzi glycerínom a roztokom kyseliny dusičnej a kyseliny sírovej (H_2SO_4 má tu funkciu katalyzátora) prebiehala v intenzívne chladenej a stlačenom vzduchu intenzívne premiešavanej olovenej nádobe s objemom niekoľko tisíc litrov. Problémom bolo, že neschlo chladienie. Ak totiž teplota stúpala nad $30\text{ }^\circ\text{C}$, prebiehala prednostne neželaná oxidácia glycerínu, ktorá odpálila už vzniknutý glyceroltrinitrát. Explóziu mohlo spôsobiť aj mnoho iných vecí, napr. uvoľnená súčiastka v reaktore. Následné operácie, pri ktorých sa nitroglycerín miešal s ďalšími zložkami, však zostali riskantné až do konca zastavenia výroby. Samozrejme, bolo otázkou času, kedy dôjde k zničujúcej explózii. K niekoľkým došlo po II. svetovej vojne. Prvý problém sa podarilo vyriešiť začiatkom druhej polovice 20. storočia veľmi elegantným spôsobom. Veľkú nitračnú nádobu s veľkým množstvom nevypočítateľnej výbušniny nahradil úplne maličký prietokový reaktor. Mal len asi 20 centimetrov a jeho konštrukciu a funkciu vysvetľuje obrázok. Vzniknutý produkt ďalej putoval potrubím vo forme maličkých kvapôčok, ktoré už nemali sklon k explózii.

Za zmienku snáď stojí, že oxid siričitý, potrebný na výrobu kyseliny sírovej, sa v minulosti vyrábala pražením pyritu (FeS). Tradícia tunajšej výroby kyseliny sírovej mala vplyv aj na neskoršie rozhodnutie vyrábať fosfátové hnojivá. Kyselina sa využila aj pri výrobe viskózových vlákien a iných látok, SO_2 sa však získaval už z poľskej síry. Kyselinu sírovú bolo potrebné vyrábať už na začiatku nielen pre samotnú nitráciu glycerolu, pomocou nej sa totiž získavala kyselina dusičná jej reakciou s čílskym liadkom (minerálom nitrátom, $NaNO_3$).

Princíp modernej výroby mimoriadne nebezpečnej výbušniny glyceroltrinitrátu. Glycerol je v dôsledku zníženého tlaku za dýzou nasávaný do trubice, kde zreaguje s nitračnou zmesou. Výbušnina je potom unášaná vo forme mikroskopických kvapôčok, ktoré, ak aj do seba narazia, iba sa slušne pozdravia, namiesto toho, aby explodovali. Ak vám toto takzvané injektorové zariadenie pripomína obyčajnú laboratórnu vodnú vývevu, máte pravdu. Dokonca nie je ani výrazne väčšie. Nemýľme sa však, denne sa v ňom dá vyrobiť aj niekoľko ton tejto látky.



prof. Ing. Karol Jesenák, CSc.
Katedra anorganickej chémie
Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina
842 15 Bratislava
jesenak@fns.uniba.sk