



Základní škola sv. Voršily v Olomouci

Aksamitova 6, 772 00 Olomouc

Výbušniny

Závěrečná práce

Autor: Josef Kořenek

Třída: IX

Vedoucí práce: Mgr. Zdeněk Navrátil

Olomouc 2015

1. Úvod do problematiky výbušnin
 - 1.1 Historie, základní pojmy
2. Nitrace
3. Trhaviny
 - 3.1 TNT
 - 3.2 Dynamit
 - 3.3 Pentrit
 - 3.4 Ekrazit
 - 3.5 Hexyl
4. Střeliviny
 - 4.1 Nitroglycerín
5. Třaskaviny
6. Semtex
7. Závěr
8. Použitá literatura
9. Resumé

1. Úvod do problematiky výbušnin

Výbušniny definujeme jako látky, které jsou schopny velmi rychlé (explozivní) přeměny během zlomku sekundy. Při výbuchu probíhá chemická reakce (rozklad látky) a uvolňuje se přitom zpravidla velké množství různých plynů (např. N_2 , CO, CO_2 , H_2O)

Ke spuštění chemické reakce výbušiny vedoucí k detonaci dochází mechanickým, termickým nebo elektrickým podnětem.

Každá výbušnina je charakterizována řadou fyzikálně-chemických parametrů.

Mezi nejdůležitější patří:

- a) Detonační rychlost v - u používaných látek ve vojenství bývá v rozmezí 6000–8000 m/s; u průmyslových trhavin do 5000 m/s
- b) Uvolněná energie při výbuchu Q – s hodnotami nad 900 kcal/kg

1.1 Historie

Nejstarší známou výbušninou je černý střelný prach používaný u starých Číňanů již v době před našim letopočtem. Zaručené údaje máme teprve z 12. století, kdy byl znám černý prach o stejném složení, jak se používá dodnes. V této době byl prach vyráběn velice primitivním způsobem. V 70-80. letech 18. století Francouzští chemici A. Lavoasier a K. Berthollet popsali výbušné vlastnosti směsí obsahující chlorečnan draselný s organickými látkami. Kvůli explozím továrny na výrobu této výbušniny byl výzkum posunut o mnoho let. V této době už byla objevena třaskavá rtuť, ale černý prach zůstal nejpoužívanější výbušninou své doby. V roce 1831 Angličan Bickford sestrojil první zápalnici plněnou prachovou duší. Tento vynález znamenal značný pokrok.

Roku 1771 P. Bulforn poprvé syntetizoval kyselinu pikrovou (ale její výbušné vlastnosti byly objeveny až za sto let). Roku 1846 Bedřich Schonlein poprvé vyrobil střelnou bavlnu, o 6 měsíců později objevil Italský chemik Ascare Sobrero nitroglycerin. V roce 1854 nastala éra používání nitroglycerinu k trhacím pracím. Nitroglycerin se používal v čisté podobě. S nápadem přišli Rusové Zinin a Petracecký. V roce 1866 vynalezl Nobel při svých pokusech rozbušku s náplní třaskavé rtuti. Roku 1869 přišel Nobel na myšlenku mísit nitroglycerin s křemičitou hlinkou. Vznikl tak první dynamit.

Po objasnění jevu detonace následovalo období rychlého vývoje výbušnin. Roku 1863 I. Bilbrant poprvé připravil trinitrotoluen a 1879 Lenc vyrobil hexogen a spousty dalších (tetril atd.).

Od roku 1918 byly trhaviny obsahující kapalný kyslík a organické látky průmyslově používány v trhací technice pod názvem Oxylikvit, který byl ale nahrazen levnější a bezpečnější ammonledkovou trhavinou. První a zřejmě nejznámější trhavinou obsahující ledek amonný byl ruský Hromobij objevený v roce 1886. Jednalo se o směs dusičnanu amonného s pikrátem amonným.

Poté následoval prudký vzestup zájmu o tyto směsi. Byly zkoušeny směsi NH_4NO_3 se všemi známými nitrolátkami. Až do r. 1960 činil objem výroby ammonledkových trhavin 10-20%. Po zavrnutí oxylikvitů se staly nepoužívanějšími výbušninami na celém světě. Během následujícího desetiletí bylo navrženo a připraveno obrovské množství trhavin na bázi dynamonů a ammonitů.

Vývoj výbušnin ve vojenství byl silně ovlivněn 2. světovou válkou, protože vzniklo poměrně velké množství výbušnin, které se používají dodnes. U vojenských výbušnin jsou kladeny nároky na vysokou stabilitu, bezpečnost a účinek. Těmto kritériím vyhovuje většina aromatických nitrolátek a menší množství esterů kyseliny dusičné a nitraminů. Nejčastěji používanou výbušninou byl dobře známý Trinitrotoluen.

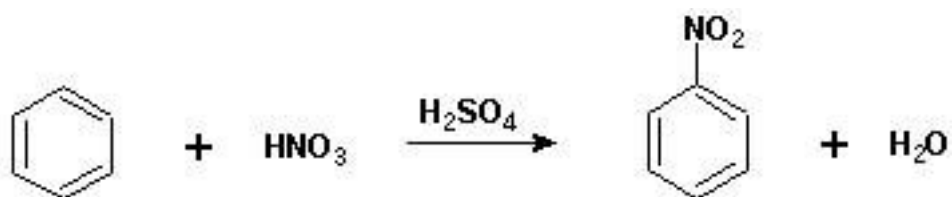
V devadesátých letech byl objeven Hexanitrohexaazaisowurtzanit (CL-20), zatím nejúčinnější výbušnina.

Rozvoj výroby trhavin souvisí nejen s válečnými událostmi v 19. a 20. století, ale i rozvojem technologií pomocí surovin, jako je zavedení kontaktní výroby kyseliny dusičné ze vzdušného dusíku.

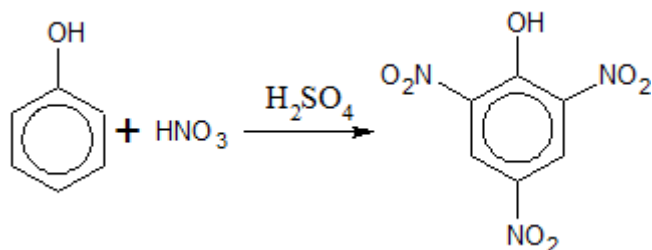
2. Nitrace

Principem nitračních reakcí je vpravování skupiny – NO₂ do organických sloučenin pomocí nitrační směsi (HNO₃ + H₂SO₄). Nitrace probíhá v provozně náročných podmínkách (toxicita látek, riziko explozí, korozní problémy. Význam mají především aromatické nitroderiváty.

Jako příklad můžeme uvést nitraci benzenu:



Dále nitraci fenolu:



2.1 Nitrosloučeniny

Nitrosloučeniny obsahují funkční skupinu – NO₂ = nitroskupina. Většinou jsou bezbarvé nebo nažloutlé kapaliny slabého zápachu. Jsou to látky, které jsou nerozpustné ve vodě, ale zato se dobře rozpouští v organických rozpouštědlech (benzen). Z reakcí má největší význam redukce, kdy se z nitroskupiny odstraní jeden nebo oba kyslíkové atomy. Toto se především stává u aromatických aminů.

Jako příklady můžeme uvést:

A) TNT (2,4,6 Trinitrotoulen)

B) Ekrazit (kyselina pikrová, TNP)

C) Hexyl (hexanitrodifenylamin)

2.2 Nitroestery

Jsou to většinou kapalné látky, které jsou dost rozpustné v kyselině dusičné ale omezeně rozpustné ve vodě. Jejich charakteristická vlastnost je jejich omezená chemická stabilita (citlivost k působení kyselin a zvýšené teploty). A jsou jedny z energeticky nejbohatších výbušnin

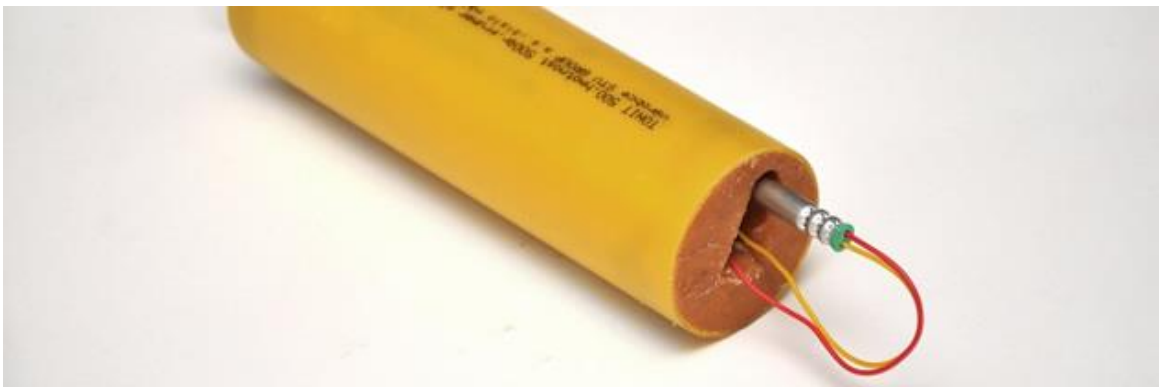
Jako příklady můžeme uvést:

A) Nitroglycerín (trinitrát glycerolu)

B) Pentrit (pentaerythrit-tetranitrát)

3. Trhaviny

Trhaviny jsou výbušniny, jejichž hlavním typem výbušné přeměny je detonace. Trhaviny jsou méně citlivé a k vyvolání detonace je potřeba poměrně silného podmětu (např. výbuch jiné výbušniny). Existují průmyslové trhaviny, které slouží k hromadnému odstřelování lomů, povrchových a hlubinných dolů, ražbě tunelů apod.



Mezi nejznámější trhaviny patří:

- 1)Dynamit
- 2)TNT
- 3)Pentrit

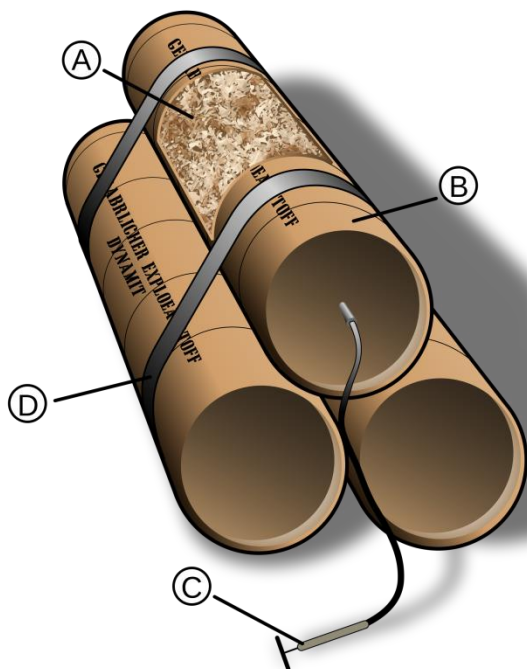
3.1 Dynamit

Dynamit je výbušnina založená na explozivním potenciálu nitroglycerínu flegmatizovaným křemelinou, která se výbušné reakce nezúčastnila a bránila nežádoucí předčasnou explozi.

Dynamit se obvykle skládá ze tří dílů nitroglycerínu, jednoho dílu křemeliny a malého množství jedlé sody. Dnes se už nepoužívá křemelina porézní látky s přídavkem ledku. K výbuchu je potřeba rozbuška. Samotný dynamit je poměrně stálý na rozdíl od nitroglycerínu.

Dynamit vynalezl švédský chemik Alfréd Nobel v roce 1866, ale patent získal až v roce 1867. Dynamit se stal žádaným zbožím, a proto Alfréd Nobel otevřel po celé Evropě 90 továren. Jedna z nich byla továrna na dynamit roku 1870 v Zámecké rokli poblíž Prahy.

Dynamit mrzne už při 8 °C, proto se musí v zimě do dynamitu přidávat různé nemrznoucí směsi.

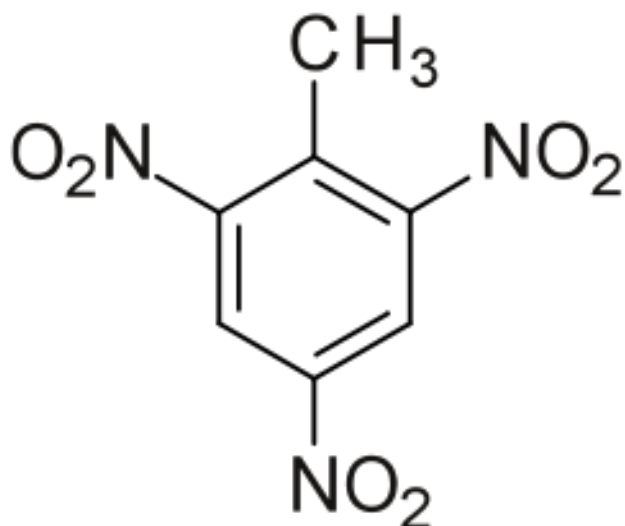


- A. Křemelina nasáklá nitroglycerinem.
- B. Ochranný nátěr kolem výbušniny.
- C. Rozbuška
- D. Páska držící dynamit pohromadě.

3.2 TNT (2,4,6 Trinitrotoulen)

($v = 7400 \text{ m/s}$; $Q = 950 \text{ kcal/kg}$)

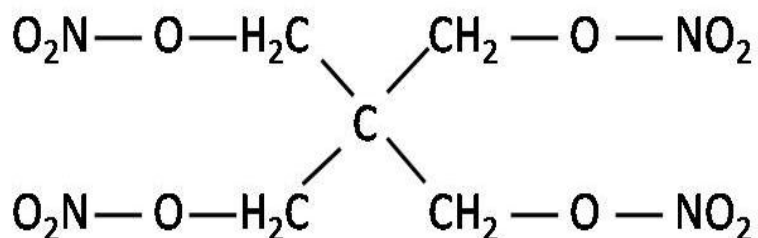
Je to nažloutlá krystalická látka a její teplota tání je 80°C . Nitrace toulenu do 3. stupně protože 3. stupeň je stabilní. Objevil jej roku 1863 německý chemik Joseph Wilbrand. Ve vodě je prakticky nerozpustný, ale dobře se rozpouští ve většině běžných organických rozpouštědel. Je velmi stabilní a málo citlivý vůči vnějším vlivům a přitom se vyznačuje velmi vysokou brizancí a razancí výbuchu. Je to ideální látka pro přípravu vojenských a průmyslových výbušnin. Je to ekvivalent atomových bomb.



3.3 Pentrit (pentaerythrit-tetranitrát)

($v = 8000 \text{ m/s}$; $Q = 1530 \text{ kcal/kg}$)

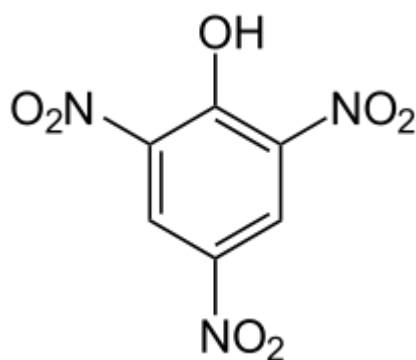
Pentrit je bílá krystalická látka, která je ve vodě prakticky nerozpustná. Jako explozivum je poměrně značně stabilní vůči mechanickým impulsům a proto se často využívá k výrobě detonátorů a roznětných náloží. Dále se využívá pro výrobu tříštivých a trhavě tříštivých náloží menších kalibrů. Dále se používá v medicíně při léčbě ischemické choroby srdeční, angině pectoris k dilataci koronárních i periferních tepen.



3.4 Ekrazit (kyselina pikrová, TNP)

($v = 7000\text{m/s}$; $Q = 1000\text{kcal/kg}$)

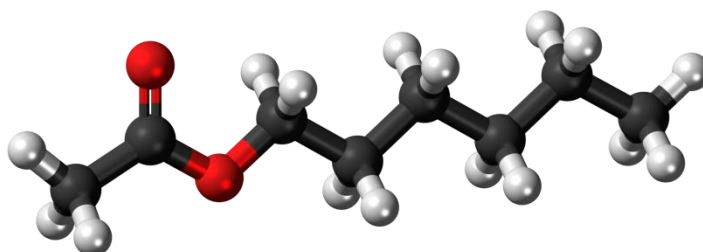
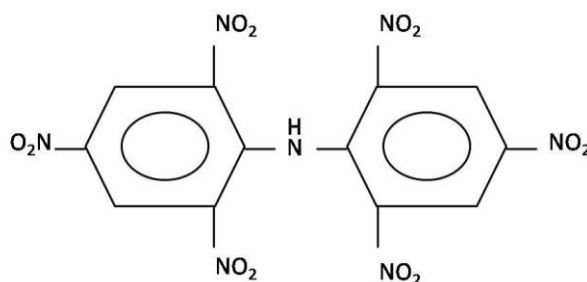
Ekrazit je žlutá krystalická látka, která má nahořklou chuť a je málo rozpustná ve vodě. Dříve byla užívána jako dělostřelecké granáty pod názvy např. melinite nebo lyddite.



3.5 Hexyl (hexanitrodifenylamin)

($v = 7100 \text{ m/s}$; $Q = 1025 \text{ kcal/kg}$)

Hexyl je látka, která tvoří žluté krystalky. Její vzbuch je při $250 \text{ }^\circ\text{C}$. Během 1. WW byla ve směsích s 30-40% TNT (velké námořnické objekty). Podobně během 2. WW se aluminizovanou směsí tohoto typu v Německu plnily námořní miny a torpéda. Draselná sůl hexylu je předmětem zájmu jako termostabilní výbušnina. Vyvolává ekzémy a jako výbušnina se již nepoužívá.



4. Střeliviny

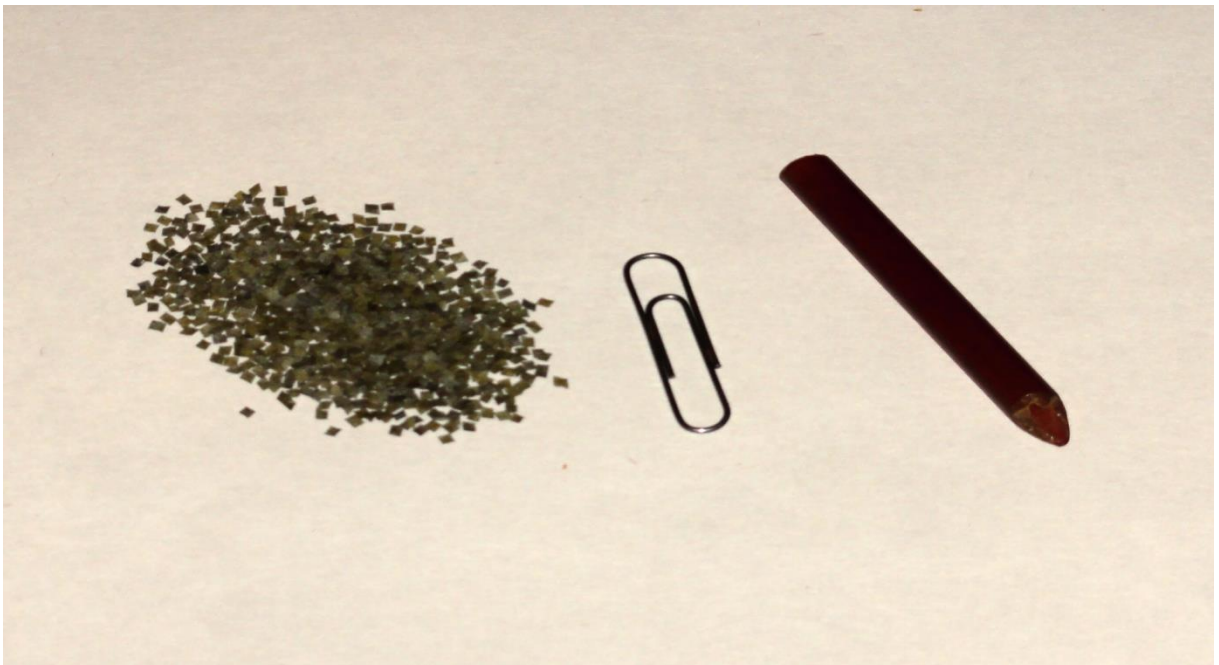
Střeliviny jsou látky, které mají schopnost uvolňovat hořícím plyny o vysokém tlaku a teplotě. Obecně se dělí na střelný prach a pohonné hmoty.

1)střelný prach-používá se, jako náplň do výmetných složí střelných zbraní

2)pohonné hmoty-používají se jako výbušniny k pohonu raket

Střeliviny tvoří základní komponenty látky umožňující hoření. Za určitých podmínek může hoření přejít v detonaci, což znamená, že střeliviny se mohou chovat jako trhaviny.

Dříve se černý prach používal i jako trhavina ale nyní se jako trhavina používá velmi zřídka a to u zpozdřovacích složí.

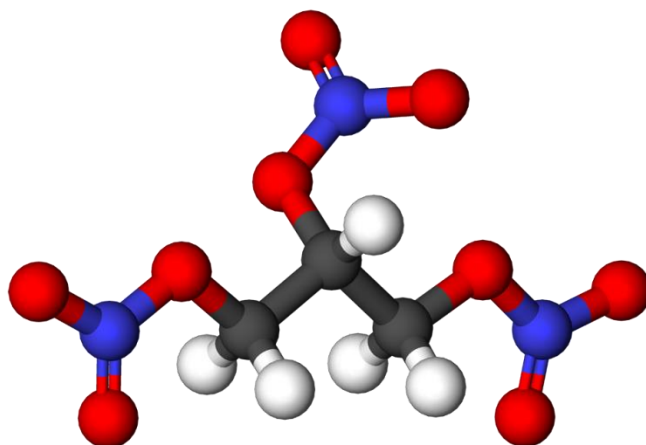
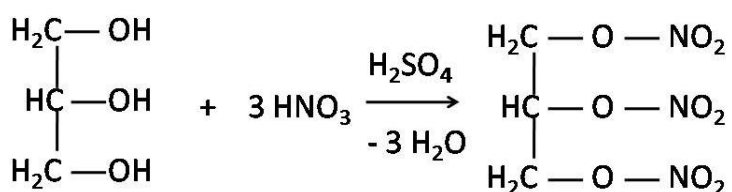


4.1 Nitroglycerín (trinitrát glycerolu)

($v=8000$ m/s; $Q=1500$ kcal/kg)

Nitroglycerín je bezbarvá, jedovatá, viskózní kapalina nasládlé chuti, která je nerozpustná ve vodě. Trinitrát glycerolu se vyrábí úplnou nitrací glycerolu. Objevil ho italský chemik Ascanio Sobrero v roce 1847.

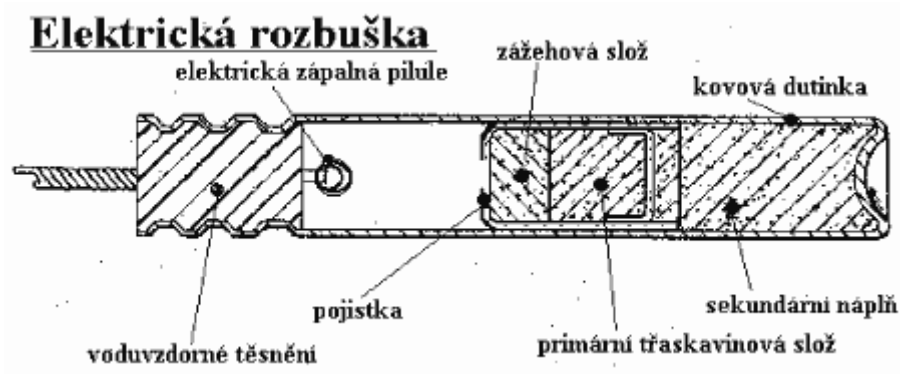
Sloužil jako základní složka dynamitu a představoval jednu z klíčových sloučenin ve výrobě trhavin v 19. a 20. Století, ale i v současné době je častou surovinou pro výrobu různých plastických trhavin a střelivin. Další využití našel nitroglycerín v medicíně jako prostředek pro zklidnění srdečních arytmií a snižování krevního tlaku. Nitroglycerín má velmi nízkou stabilitu vůči vnějším vlivům a přeprava této sloučeniny je poměrně nebezpečná a na veřejných komunikacích je tak zakázána.



5. Třaskaviny

Třaskaviny jsou výbušniny, které mohou vybuchnout poměrně malým podmětem (např. úder nebo jiskra). Jsou schopné rychlého přechodu od výbuchového hoření k detonaci. Naopak energeticky jsou Třaskaviny chudé a množství energie při výbuchu zdaleka neodpovídá jejich iniciační mohutnosti. Třaskaviny jsou v praxi využívány jako iniciátory pro vyvolání detonace méně citlivých výbušin, nejčastěji trhavin. Proto se taky často nazývají primární výbušniny.

Na příklad dnešní rozbušky s dutinou měděnou, mají primární náplň ze třaskavé rtuti a azidu stříbrného.



Jako příklady můžeme uvést:

- 1) Azid olovnatý
- 2) Tetrazen
- 3) Trinitroresorcinát olovnatý

6. Semtex

Semtexu jsem věnoval samostatnou kapitolu, protože byl vyvinut v Československu a je to jedna z neznámějších výbušnin.

Semtex je víceúčelová trhavina, která je velmi plastická pro velké rozmezí teplot od asi -40°C do $+60^{\circ}\text{C}$. Semtex je také voděvzdorný. Používá se jako trhavina, při demolicích ale také pro vojenské účely.

Byl vyvinut v 50. letech 20. století v Československu ve VCHZ Synthesia (dnes Explosia). Dnes už se Semtex téměř nevyrábí.

Semtex 1A – jeho účinná složka je pentrit,

Semtex H- jeho účinná složka je pentrit a hexogen, jedná se o trhavinu typu semtex nejvyšší detonační rychlostí.

Velký rozdíl těchto dvou typů Semtexu je ve složení. Existují i jiné typy jako například Semtex 10, ale nejsou tolik rozšířené.

Semtex má pověst vysoce efektivní a ničivé trhaviny. Je populární i mezi teroristy kvůli své špatné zjistitelnosti.



7. Závěr

Výbušniny jsou látky, které jsou schopny velmi rychlé (explozivní) přeměny během zlomku sekundy. Během výbuchu probíhá chemická reakce a uvolňují se plyny.

Jeden z prvních výbušninových látek byl černý střelný prach, vývoj pokračoval přes TNT, Semtex a mnoho dalších výbušnin. Na zdokonalení výbušnin se neustále pracuje. Z velké části kvůli vojenskému využití výbušnin. Výbušniny jsou využívány neustále. Ať je to dynamit odpalující lom nebo nějaká plastická trhavina použitá v boji.

Existují tři základní typy výbušnin. Jsou to trhaviny, třaskaviny a střeliviny. Na příklad traviny jsou charakteristické tím, že typem výbušné přeměny je detonace, která musí být silnější. Naopak zase třaskaviny mohou vybuchnout poměrně malým podmětem jako třeba jiskra.

Touto prací jsem chtěl poukázat na druhy výbušnin a jejich využití v praxi, ale i z chemického hlediska pomocí různých rovnic a fyzikálně-chemických parametrů.

8. Použitá literatura

1. ZEMAN, Svatopluk. Technologie energetických materiálů I: texty přednášek z předmětu Technologie základních výbušin. Vyd. 1. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2005. 150 s. ISBN 80-7194-794-6.
2. Explosia a.s., citováno 29. 5. 2015 Dostupné z www: <http://www.explosia.cz/>
3. MIKOLÁŠ, Milan. Trhací práce pro povrchové dobývání a BP. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2013. 218 s. ISBN 978-80-248-3297-5.

9. Resumé

This is my work about explosives. We know them a long time. We can use explosives for industry or for war and army. Big evolution of explosives is by second world war. About year 1950 was discovered Semtex. It is one of the most famous explosives in the world and it was discovered in Czechoslovakia.

I chose this topic because I am interested in chemistry and I think that explosives is one of the most interesting parts of chemistry.