W skład materiałów amonowo-saletrzanych wchodzi głównie azotan amonu (NH_4NO_3, saletra amonowa, AA, ang. AN). Azotan amonu jest najtańszym materiałem wybuchowym, ale najtrudniej detonującym. Jego główne zastosowaniem to jednak nie przemysł materiałów wybuchowych, ale nawożenie gleb - azotan amonu jest bardzo dobrym nawozem sztucznym, gdyż zawiera 45% wagowych azotu. Sam azotan amonu, bez dalszych zabiegów, potrafi detonować w większych ilościach i bardzo silnym pobudzeniu. Wytwarza się go na skalę przemysłową poprzez zobojętnienie kwasu azotowego amoniakiem:

$HNO_3 + NH_3$ NH_4NO_3

Pierwszy raz otrzymał go Glauber w roku 1859. Temperatura topnienia azotanu amonu wynosi 169,6*C. Azotan amonu bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie. Proces rozpuszczania jest endotermiczny (rozpuszczanie się pochłania ciepło i woda się ochładza), który to fakt jest wykorzystywany w chemii do robienia mieszanek chłodzących. Rozpuszczalnikami azotanu amonu są na przykład: alkohol etylowy (C_2H_5OH, etanol), alkohol metylowy (CH_3OH, metanol), stopione sole kwasu azotowego. Podczas suszenia azotanu amonu np. w piekarniku nie należy przekraczać temperatury około 200°C. Niektórzy twierdzą że mogłoby wtedy dojść do wybuchu. Nie jest to do końca prawdą, ponieważ azotan amonu musiałyby być hermetycznie zamknięty i naprawdę bardzo szybko ogrzany do tej temperatury. Jednak zaczyna się wtedy wydzielać podtlenek azotu (N_2O) o działaniu narkotycznym, który w zetknięciu z reduktorami w wysokiej temperaturze może wybuchnąć. Ponadto możemy się nim udusić, jako że obniża on zawartość tlenu w powietrzu. Prócz niego wydzielają się wtedy inne tlenki azotu, które są trujące. Azotan amonu ma wiele zalet ale i wad. Z zalet można wymienić bardzo niską cenę azotan amonu, małą wrażliwość na tarcie i uderzenia oraz dużą trwałość. Podstawową wadą azotanu amonu jest jego higroskopijność. Wadą jest też to, że azotan amonu jest najtrudniej detonującym MWK.
Azotan amonu może się wybuchowo rozkładać według reakcji:

$NH_4NO_3 \rightarrow$

$4\,NH_4NO_3 \rightarrow 3\,N$

$NH_4NO_3 \rightarrow 1{,}5\,N$

$NH_4NO_3 \rightarrow N$

$8\,NH_4NO_3 \rightarrow 5\,N$



W tym artykule opiszę parę materiałów wybuchowych wytwarzanych z azotanu amonu - materiałów wybuchowych amonowo-saletrzanych. Astrolity pominę ze względu na rakotwórcze i toksyczne właściwości używanej do ich wyrobu hydrazyny oraz małą dostępność tejże.

ANFO

ANFO - Ammonium Nitrate - Fuel Oil. Jego głównym składnikiem jest azotan amonu i rozpuszczalnik organiczny. Dzięki działaniu rozpuszczalnika organicznego na azotan amonu wytwarzają się nie poznane dotąd (a przynajmniej nieznane środowisku pirotechnicznemu) związki. Prędkość detonacji typowego ANFO na oleju napędowym wynosi 3000-4000 m/s. W celu zwiększenia podatności na detonację azotan amonu przegryza się z rozpuszczalnikiem organicznym - miesza się w odpowiednich proporcjach azotan amonu i rozpuszczalnik, zamyka się szczelnie i czeka około 1 miesiąca lub dłużej. Im dłużej poczekamy tym większa będzie podatność na detonację, oczywiście nie będzie ona rosła w nieskończoność.
Zdetonować anfo od samej spłonki jest trudno, ale jest to osiągalne. Wszystko polega na bardzo dobrym i skrupulatnym przygotowaniu azotanu amonu.

Azotan amonu zwilżamy wodą w celu wytworzenia bardziej porowatego azotanu amonu. Po tym zabiegu czas na jedną z ważniejszych czynności... Mianowicie suszenie. Azotan amonu jest jak już wcześniej wspomniałem bardzo higroskopijnym związkiem, tzn. absorbuje wodę z otoczenia, więc musimy się owej wilgoci z niego pozbyć. W tym celu stosuje się różne metody. Można suszyć go w eksykatorach, lub po prostu piekarniku. Piekarnik jest bardzo dobrym rozwiązaniem, więc włączamy go na temperaturę około 50-70°C i suszymy przez około 4-5 godzin w celu całkowitego pozbycia się wody (jeśli nasz azotan amonu dalej będzie wilgotny to suszymy go oczywiście dłużej). Po tym czasie szukamy jakiegoś suchego i szczelnego pojemnika. Przesypujemy jeszcze ciepły, wysuszony azotan amonu do tego pojemnika i wrzucamy trochę środka osuszającego, np. bezwodnego $CaCl_2$. Dodajemy go około 1% do całości (czyli około 10gram na kilogram azotanu amonu). Czas na dodanie rozpuszczalnika organicznego do azotanu amonu. Możemy użyć np.: nafty, oleju napędowego, acetonu, ksylenu, toluenu itd. Skład procentowy ładunku ANFO wynosi około 94% azotanu amonu i 6% rozpuszczalnika organicznego. Należy pamiętać, że rozpuszczalniki organiczne, zwłaszcza aceton, mogą zawierać także wodę w sobie, a jest to bardzo niepożądane przy sporządzaniu ładunku. Najlepiej osuszyć taki rozpuszczalnik dodając np. bezwodnego chlorku wapnia. Rozpuszczalnik najlepiej dodawać do zimnej saletry amonowej. Teraz już tak spreparowane anfo wkładamy do szczelnego pojemnika i zostawiamy na okres około 1 miesiąca w celu "przegryzienia". Dokładny przebieg procesu przegryzania nie jest opisany w literaturze.Temperatura otoczenia może być pokojowa lub nieco wyższa, do 35°C - rozpuszczalnik wtedy paruje i lepiej miesza się z azotanem amonu. Po tym czasie przekładamy całość do twardszego pojemnika (w celu detonacji), najlepiej papierowego lub z tworzywa sztucznego. Na tym etapie możemy dodać inne dodatki, np. pył Al, pył węglowy, magnez. Nie zaleca się dodawania ich przed przegryzaniem, gdyż mogą one powoli reagować z AA. Kształt pojemnika powinien być kulisty, ale można też z powodzeniem używać pojemników w kształcie podłużnych rur. Jeśli korpus jest w kształcie kuli, spłonkę najlepiej umieścić w geometrycznym środku ładunku. Jeśli w kształcie rury, to nie ma takiej potrzeby, można umieścić ją na jednym z końców rury, ale spłonka powinna być być całkowicie "zasypana" anfo. Nie prasujemy. Ładunek najlepiej zakopać dodatkowo pod ziemią, ponieważ stanowi ona dodatkowy "korpus".

Uwagi odnośnie ANFO
Nie musimy robić wszystkich powyższych czynności z azotanem amonu, ponieważ przepis ten jest na przygotowanie ANFO dużo łatwiej detonującego - od około 1 gram HMTD a przy wprawie mniej. Mniej starannie przyrządzone ANFO również detonuje, ale potrzebny jest detonator lub bardzo duża spłonka. Nieobowiązkowymi czynnościami są:

- Nie jest konieczne rozdrabnianie azotanu amonu, granulat też detonuje, aczkolwiek trudniej. Jeśli już mielimy to niekoniecznie musimy przesiewać całość przez sitko czy pończochę.
- Dodawanie do azotanu amonu wody i następnie suszenie, aby saletra amonowa była bardziej porowata, też nie jest konieczne, ale wskazane
- Dodawanie środka osuszającego np. $CaCl_2$ jest ogólnie pomijane i zapomniane, ale jego dodanie daje bardzo dobre rezultaty
- Tak zwane ”przegryzanie” jest niekonieczne, ale jest jedną z najbardziej przydatnych czynności. Różnica łatwości detonacji nieprzegryzanego i przegryzanego anfo jest ogromna, więc lepiej poczekać :)
- Wiadomo że osuszanie rozpuszczalnika organicznego możemy pominąć, ale w takim wypadku po co suszyliśmy saletrę amonową, skoro dolejemy do niej coś co zawiera trochę (ale jednak) wody?
- Stosowanie korpusów czy też zakopywanie pod ziemię nie jest konieczne, ale jeśli to pominiemy to detonacja może być nie pełna, tzn. może "urwać się"

{bo_videojs width=[360] height=[270] autoplay=[false] preload=[true] loop=[false] video_mp4=[https://vmc.org.pl/images/filmy/mp4/an_al_400g.mp4]} *Film z detonacji 400 g ANFO z dodatkiem pyłu aluminiowego*

Amonity

Amonity są to mieszaniny azotanu amonu z nitroestrem i paliwem, np. pył aluminiowy, mączka drzewna, ziemia okrzemkowa. Wykonuje się je po prostu poprzez zmieszanie tych składników. Ich prędkość detonacji waha się w granicach 4000-6000 m/s. Nitroestry stanowią około 4-6% do całości. Oczywiście ich procent może być większy, ale trzeba pamiętać że wtedy nasz nitroester może wyciekać z ładunku więc trzeba dodać mączki drzewnej czy ziemi okrzemkowej. Typowym składem może być:

80% azotanu amonu + 10% nitroestru + 10% mączki drzewnej
Przygotowanie takiego ładunku polega na podobnym sporządzeniu azotanu amonu tak jak w przypadku anfo. Drugim krokiem jest dodanie nitroestru, wymieszanie i dodanie mączki drzewnej. Taki ładunek jest gotowy do zdetonowania. Amonity detonują się dosyć łatwo, na skutek obecnych tam nitroestów, które są przeważanie łatwo detonujące. Ładunki umieszcza się w korpusach podobnych do anfo.

[widgetkit id=15]
{bo_videojs width=[360] height=[270] autoplay=[false] preload=[true] loop=[false]
video_mp4=[https://vmc.org.pl/images/filmy/mp4/amonit_400g.mp4]}

Amonale

Amonal jest to topliwy materia wybuchowy, składający się z azotanu amonu, pyłu aluminiowego i nitrozwiązku aromatycznego. Znany również pod nazwą ”alumatol”. Zawartość pyłu aluminiowego powoduje zwiększenie temperatury gazów wybuchowych, zmniejszenie ilości wydzielanego tlenu, a trotyl ułatwia detonacje oraz polepsza parametry tego materiału wybuchowego. Amonale, jak już nadmieniłem, są to topliwe materiały wybuchowe, tzn. ich składniki topi się razem, po czym odlewa w formach. Składy amonali są różne, jednak zawierają się w granicach:
45-78% azotanu amonu, 8-30% trotylu i 7-25% pyłu aluminium
Po odważeniu odpowiednich ilości składników wrzucamy do garnka azotan amonu (musi być oczywiście wysuszony) oraz trotyl. Kiedy stopią się (ciągle mieszamy!) dodajemy pyłu aluminiowego. Po dokładnym wymieszaniu płynną jeszcze mieszaninę przelewamy do formy. Detonujemy albo w postaci odlewów, albo delikatnie kruszymy otrzymaną mieszankę i następnie odpalamy.

Amatole

Amatole są to również topliwe materiały wybuchowe, składające się z azotanu amonu i trotylu. Łatwość detonacji jest tu większa od samego trotylu. Prędkość detonacji, gęstość oraz zdolność do wykonanie pracy jest zależna jak się łatwo domyślić od składu amatolu, przykładowo (nazwa amatolu pochodzi od składu amatolu, tzn. np. Amatol 50/50 - 50% azotanu amonu / 50% trotylu):

Proporcje	Vdet [m/s]	d [g/cm^3]
Amatol 40/60	6470-7440	1,54-1,59	320-350
Amatol 45/55	7020	1,56	340-360
Amatol 50/50	5850	1,60	bd.
Amatol 60/40	6060-5600	1,5-1,6	350-370 cm
Amatol 70/30	5080-5920 m/s	1,46-1,60	370-400

Zależnie od składu amatole mogą mieć dodatni bilans tlenowy (np. Amatol 80/20 - +0,2%)) lub ujemny bilans tlenowy (np. Amatol 30/70 - -46%). Amatole przygotowujemy podobnie jak inne materiały topliwe, tzn wysuszony azotan amonu topimy z trotylem w garnku i odlewamy. Możemy go pokruszyć lub nie.

Karbonity

Karbonit jest to materiał wybuchowy kruszący amonowo-saletrzany, bezpieczny w użyciu w kopalniach. Bezpieczny, ponieważ podczas wybuchu/detonacji karbonitu nie następuje wtórny zapłon zapłon pyłu węglowego (sadzy) wydzielonego podczas wybuchu, a co za tym idzie prawdopodobieństwo wybuchu metanu znajdującego się w kopalniach jest niewielkie. Karbonity są wodoodporne. Prędkość detonacji jest zależna od składu, ale wynosi ona około 2924 m/s. Wrażliwość karbonitu nie jest zbyt wysoka, ponieważ wybucha on od uderzenia wykonującego pracę 246,9 N. Bilans tlenowy karbonitu jest dodatni i wynosi +2,04%. "Oryginalny" karbonit kopalniany ma wygląd lasek o kolorze jasnoszarym. Laski są owinięte w papier.

Sama produkcja jest dosyć prosta. Polega ona na wymieszaniu w odpowiedniej kolejności wybranych substancji wchodzących w skład karbonitu. Tak, więc głównym składnikiem karbonitu jest azotan amonu i nitrogliceryna (można nitroglicerynę zastępować nitroglikolem w domowych warunkach). Jest wiele sposobów na produkcje karbonitu, oto jeden z nich:

Odczynniki:

- Azotan amonu (NH_4NO_3),
- Nitrogliceryna ($C_3H_5(ONO_2)_3$),
- Trotyl (CH_3-C_6H_2-$(NO_2)_3$) i Dinitrotoulen (2,4 – $(O_2N)_2$-C_6H_3-CH_3),
- Chlorek sodu (NaCl),
- Mączka drzewna.

Na początek zaczynamy od odważenia 72 gramów, wysuszenia i dokładnego rozdrobnienia azotanu amonu. Następnie dodajemy do niego 6 gram trotylu i dinitrotoulenu, wcześniej razem ze sobą zmieszanych. Teraz do powstałej mieszanki dodajemy 15 gram chlorku sodowego. Powstałą mieszaninę odstawiamy. Odmierzamy 3 gram drobnej przesianej przez drobne sito mączki drzewnej, wsypujemy do osobnego pojemnika i dodajemy do niej bardzo ostrożnie 4 gram nitrogliceryny (można użyć nitroglikolu). Całość bardzo delikatnie i dokładnie mieszamy bagietką. Po zmieszaniu całość nie jest już zbyt czuła na bodźce mechaniczne jak nitrogliceryna w ”czystej” postaci, ale i tak należy się z nią ostrożnie obchodzić. Następuje ostatni efekt, czyli zmieszania mączki drzewnej połączonej z nitroglicerynąz mieszarnią azotan amonu, trotylu, dinitrotoulenu i chlorku sodu. Robimy to oczywiście, ostrożnie. Wszystko dokładnie mieszamy i formujemy w laski o żądanej długości i średnicy. Laski obwijamy w papier.

Metanity

Metanity są materiałami wybuchowymi amonowo-saletrzanymi powietrznymi. Zawierają one około 4% nitrogliceryny (zależnie od typu), a temperatura ich wybuchu jest niższa od temperatury wybuchu karbonitów. Metanity powietrzne mają kolor kremowy.
W Polsce produkuje się miedzy innymi:

- metanit powietrzny D1
- metanit powietrzny D2
- metanit powietrzny D2G
- metanit powietrzny D2G1
- metanit powietrzny D3
- metanit powietrzny D3G
- metanit powietrzny W1

Składy i charakterystykę metanitów podaje poniższa tabela.

Składniki i cechy	Rodzaj metanitu			
D1	D2	D2G	D2G1	D3
NH_4NO_3 [%]				
Nitrogliceryna [%]	4	4	2	3,6

Nitroglikol [%]	-	-	2	0,3
Trotyl [%]	2	3,5	3,5	3,5
Dinitrotoluen [%]	2	1	1	1
Mączka drzewna [%]	-	3,5	-	-
Sól kuchenna [%]	25	25	25	25
Salmiak [%]	-	-	-	-
Wrażliwość na spłonkę wzorcową o ładunku [g]	0,20	0,20	0,15	0,3
Przenoszenie detonacji [cm]	3-7	3-…	5	3
Siła działania [cm^3]			215-224	212
Prędkość detonacji [m/s]	bd.	1700	1880	178

Metanity specjalne

Metanity specjalne są materiałami wybuchowymi amonowo-saletrzanymi powietrznymi, wyrabianymi do celów specjalnych, jak np. strzelanie w pokładach "zametanowanych". Mają one wyższy stopień bezpieczeństwa. Temperatura ich wybuchu jest najniższa ze wszystkich materiałów wybuchowych produkowanych w Polsce i wynosi do 1050°C.
Metanity specjalne zawierają około 45% saletry amonowej, 6% nitrogliceryny, trotyl, około 3% mączki drzewnej, do 50% soli kuchennej i do kilkudziesięciu procent ultramaryny jako barwnika.
W Polsce produkuje się między innymi:

- metanit specjalny A
- metanit specjalny B
- metanit specjalny BG
- metanit specjalny C

Ich składy i charakterystykę podaje poniższa tabela.

Składniki i cechy	Rodzaj metanitu			
	A	B	BG	C
Sal. Amonowa [%]	39,5	42,5	42,5	47,5
Nitrogliceryna [%]	6	6	5,45	6
Nitroglikol [%]	-	-	0,55	-
Trotyl [%]	2	3,5	3,5	3,5
Mączka drzewna [%]	2,5	3	3	3
Sól kuchenna [%]	50	45	45	40
Wrażliwość na spłonkę wzorcową o ładunku [g]	0,10	0,10	0,15	0,20
Przenoszenie detonacji [cm]	6	4	4	4-...
Siła działania [cm^3]			126	140
Prędkość detonacji [m/s]	1660	1650	-	1500

{bo_videojs width=[360] height=[270] autoplay=[false] preload=[true] loop=[false] video_mp4=[https://vmc.org.pl/images/filmy/mp4/metanit.mp4]} *Detonacja 2 lasek metanitu specjalnego 2H*

Dynamony

Dynamonami nazywane są mechaniczne mieszaniny saletry amonowej z łatwo utleniającymi się substancjami palnymi (mączka roślinna,

mączka z kory sosnowej, torf) bez udziału innych materiałów wybuchowych. Przykładowo dynamon z AA i węgla składa się w 87-88% z saletry i 12-13% prażonego węgla.
Zasadniczo właściwości dynamonów niewiele różnią się od amonitów. W odróżnieniu od nich, dynamony są bardziej odporne na wilgoć i dlatego słabiej się skawalają (zbrylają). Są wrażliwe na zapalenie i palą się spokojnie, lecz intensywnie, należy więc je strzec przed ogniem.
Prędkośc detonacji dynamonów waha się od 2100 do 2800 m/s, temperatura wybuchu od 1900 do 2750°C. Siłą działania zbliżone są do amonitów. Mają takie samo zastosowanie jak amonity.

Dynamon K
Skład: *90% azotan amonu, 10% mączka drzewna*
Prędkość detonacji= 2800-3100 m/s, próba Trauzla: 320 cm_3
Do wykonania dynamonu typu K będzie nam potrzebny azotan amonu oraz mączka drzewna. Na początku odważamy 100 g azotanu amonu, rozdrabniamy go i suszymy (może zawierać nieco wilgoci, czym różni się od znacząco od ANFO). Następnie dodajemy 11 g suchej mączki drzewnej, mieszamy i całość jest gotowa do użycia.

Oto zdjęcie i film z wybuchu 100 g tej mieszanki:

{bo_videojs width=[360] height=[270] autoplay=[false] preload=[true] loop=[false] video_mp4=[https://vmc.org.pl/images/filmy/mp4/dynamon.mp4]}

[widgetkit id=16]

Bezpieczeństwo materiałów wybuchowych amonowo-saletrzanych
Materiały wybuchowe ”amonowo-saletrzane” nie są niebezpiecznymi materiałami, aczkolwiek nie są to materiały które należy lekceważyć. Podczas suszenia saletry amonowej istnieje małe prawdopodobieństwo wybuchu po ogrzaniu do około 200°C, ale i tak nie należy przekraczać tej temperatury ze względu na wydzielający się wtedy wybuchowy podtlenek azotu! Należ zachować ostrożności przy sporządzaniu topliwych materiałów wybuchowych oraz przy ich kruszeniu. Podczas sporządzania karbonitów największym zagrożeniem jest tu nitrogliceryna. Najlepiej jej nie syntetyzować (tyczy się to pirotechników amatorów), zamiast niej możemy użyć nitroglikolu.
Wszystkie te materiały detonujemy oczywiście z dala od osób postronnych z zachowaniem bezpieczeństwa! Zobacz Zasady BHP.

Na koniec kilka filmów z testów materiałów wybuchowych - ładunki 10g Metanitu specjalnego 2H:
{bo_videojs width=[360] height=[270] autoplay=[false] preload=[true] loop=[false] video_mp4=[https://vmc.org.pl/images/filmy/mp4/blok.mp4]} *Blok Trauzla*
{bo_videojs width=[360] height=[270] autoplay=[false] preload=[true] loop=[false] video_mp4=[https://vmc.org.pl/images/filmy/mp4/wahadlo.mp4]} *Wahadło balistyczne*

Oraz film z wybuchy pyłu węglowego jaki może nastąpić podczas nieumiejętnie prowadzonych prac strzałowych w kopalniach:

{bo_videojs width=[360] height=[270] autoplay=[false] preload=[true] loop=[false] video_mp4=[https://vmc.org.pl/images/filmy/mp4/pyl.mp4]}

Artykuł napisali
MaLuTkI i **Tchemik**
Opis produkcji Dynamonu K - **N2O**

Źródła:

- "Podstawy chemii materiałów wybuchowych TOM I" Wincenty Skupiński,
- "Chemia i technologia materiałów wybuchowych" t. 2 Tadeusz Urbański,
- Słowniczek Kriegsmarine
- "Materiały wybuchowe oraz środki zapalające i inicjujące stosowane w górnictwie" Julian Sulima Samujłło