

O NITROGLICERYNIE

I

DYNAMICIE

NAPISAL

STANISŁAW ŻALIŃSKI.

Przedstawiono na posiedzeniu Towarzystwa d. 4 Sierpnia 1871 r.

Kiedy w roku zeszłym wojska niemieckie obległy Paryż, Francuzi niedostatek artylerji starali się zastąpić najrozmaitszemi sposobami do których należy nitrogliceryna i dynamita. Obiedwie te materje były już od dawna wyrabiane w Niemczech na dużą skalę; we Francji jednak były zupełnie nieznanne i dopiero pracom P. Majewskiego z jednej strony i PP. Champion i Pellet z drugiej zawdzięczać należy, że te produkta, mogąc być wyrabianemi na wielką skalę bez żadnego niebezpieczeństwa, wchodzą w coraz większe użycie nietylko w armii, ale i w przemyśle do rozrywania skał, brył lanego żelaza, lodu, i t. d.

Nitrogliceryna powstaje działaniem gliceryny na mieszaninę kwasu siarczanego i azotanego, ponieważ jednak warunkiem koniecznym dobrego otrzymania nitrogliceryny jest czystość tych trzech produktów i ich znaczne stężenie, dla tego nim przystąpimy do opisanja sposobów otrzymania nitrogliceryny, uważamy za stosowne powiedzieć kilka słów o glicerynie i jej oczyszczeniu jakoteż o oczyszczaniu kwasu siarczanego i azotanego.

Gdy tłuszcze wchodzą w związki chemiczne z wodą, powstają ztąd kwasy tłuste i gliceryna. Działanie to jest zupełnie podobnym do działania eterów, dla tego uważają tłuszcze jako etery a glicerynę jako alkohol. Gliceryna ($C^3H^8O^3$) została odkrytą przez Scheele'go działaniem tlenku ołowiu na tłuszcze: później Chevreuil dowiódł że ona tworzy się przy każdym zamydleniu tłuszczów w których gra rolę alkoholu trzyatomowego tworzącego trzy serye eterów nazwanych glicerydami.

Gliceryna znajduje się w stanie wolnym w niektórych olejach roślinnych jak naprzykład w oleju palmowym, także w winie gdzie jój proporcya dochodzi do 7^{gr}, 412 na 1 litr, nareszcie tworzy się zawsze przy fermentacyi alkoholycznej.

Jak powiedzieliśmy gliceryna jest produktem ubocznym przy zamydleniu tłuszczów. Jeżeli zamy-

dłanie odbywało się za pomocą wapna, jak to ma miejsce przy fabrykacji świec stearynowych, do wód pierwotnych zawierających glicerynę P. Cap dodaje kwasu siarczanego dla strącenia wapna, potem je odparowuje w naczyniach odkrytych do gęstości 1,07 (10° Beaumé) dodaje trochę węglanu wapna dla strącenia nadmiaru kwasu siarczanego, potem zleża do gęstości 1,84 (24° Beaumé) — po oziębieniu siarczan wapna opada. Płyn tak otrzymany cedzi się, stęża do 28° B i przepuszcza przez węgiel z kości.

Sposób ten jest dobrym, jednakże gliceryna tak otrzymana może zawierać trochę wapna i aby ją oczyścić należy odpędzić w strumieniu pary nadgrzanej, która nie tylko oczyszcza glicerynę już otrzymaną, ale sprawia zamydlenie tłuszczów bez poprzedniego użycia wapna.

Aparat do tego używany składa się ze zwykłego alembika z oziębiaczem przedstawiającym dużą powierzchnię. Alembik ogrzewa się na gołym ogniu i napełnia tłuszczami obojętnymi lub półobojętnymi a od spodu dopuszcza się nadgrzaną parę tak, ażeby ta przechodziła przez całą masę roztopionego tłuszczu. Parę należy tak dopuszczać, ażeby termometr umieszczony w alembiku wskazywał ciągle między 288° a 315° gdyż w wyższej temperaturze gliceryna rozkłada się dając akroleinę, którą można poznać po wyziewach szczypiących i sprawiających łzawienie osobom stojącym blisko odbieralnika. Sam alembik należy słabo ogrzewać, a wysoka temperatura powinna być otrzymaną nadgrzaną parą. Po oziębieniu, produkta odpędzania rozdzielają się na dwie warstwy różnych gęstości, z których wierzchnia składa się z kwasów tłustych, a spodnia z roztworu wodnego gliceryny, którą się stęża przez odparowanie.

Nareszcie Rochleder robi zamydlenie i oddzielenie gliceryny kwasem solnym, nie będziemy jednak opisywać tego sposobu, jako potrzebującego użycia eteru, a więc zbyt kosztownego w przemyśle.

Gliceryna stężona w próżni jest syropem słodkim, bezbarwnym i bez zapachu; wystawiona na powietrzu przyciąga wilgoć, ciężar jój gatunkowy jest 1,26 w 15° C. Jakkolwiek nie zdołano zamienić ją na ciało stałe przez znaczne obniżenie temperatury, zauważano jednak że może krystalizować, tylko niewiedomo w jakich warunkach.

Gliceryna jest nadzwyczaj rozpuszczalną w wodzie i alkoholu, a nierozpuszczalną w eterze i chloroformie. Rozpuszcza ona wiele ciał mineralnych i organicznych jako to: jod, brom, potaż, siarczan miedzi, potażu, sody i t. d. kwasy roślinne, sole strychniny, morfiny, chininy i t. d.; nawet bezwodna rozpuszcza tlenek ołowiu, także gummy, cukry, mydła, białko i barwniki.

Czysta gliceryna odpędza się w części w temperaturze 275° do 280° w znacznej jednak części rozkłada się na akroleinę, kwas winny, kwas węglany i gazy zapalne, przy czém tworzą się także związki wieloglicerynowe. W próżni odpędza się bez rozkładu, a w przystępie powietrza pali się jasnym płomieniem.

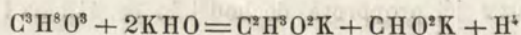
Działaniem gąbki platynowej gliceryna otlenia się dając kwas węglany i drugi kwas lotny, niekryształiczny, (prawdopodobnie kwas glicerynowy) który następnie zamienia się na wodę i kwas węglany.

Roztwór wodny gliceryny wyparowany w powietrzu otlenia się dając materją brunatną.

Gliceryna otleniona dwutlenkiem manganu i kwasem siarczanym, rozkłada się na kwas węglany i kwas mrówkowy.

Pod wpływem materjy azotowych zwierzęcych zamienia się na glukoz.

Zmieszana z wodanem potażu i lekko ogrzana zamienia się na winian i mrówkan potażu z wydzielaniem wodoru:



Kwas szczawiowy odpędzony z roztworem wodnym gliceryny zamienia się na kwas mrówkowy, ale

ogrzewając 4 części gliceryny z 1 częścią kwasu szczawiowego skryształizowanego bez dodania wody, między 190° a 260° przechodzi alkohol allyłowy zmieszany z akroleiną, mrówkanem allyłu, kwasem mrówkowym i gliceryną.

Ogrzewając glicerynę z kwasami tworzą się etery glicerowe czyli glicerydy.

Nareszcie działanie kwasu azotanego zależy od sposobu działania: wlewając pod glicerynę warstwę kwasu azotowego gęstości 1,5 i pozostawiając w spokoju przez kilka dni, tworzy się kwas glicerowy ($C^3H^5O^4$), działaniem zaś mieszaniny kwasu azotanego stężonego i kwasu siarczanego tworzy się nitrogliceryna.

Ażeby poznać czy gliceryna nie zawiera wapna, rozpuszcza się pewną jej wagę w takiej samej wadze alkoholu zawierającego 1% kwasu siarczanego, wtedy siarczan wapna opada. Także pewna objętość gliceryny zmieszana z taką samą objętością kwasu siarczanego gęstości 1,83 powinna ogrzać się i zbrunatnieć, ale pozostać przezroczystą i nie wydzielać żadnego gazu.

Gliceryna może być zafalszowana cukrem lub gummą. Proponowano wiele sposobów do wykrycia tego zafalszowania, jeden z nich zasada się na tém, że roztwór wodny gliceryny z dodatkiem kilku kropli kwasu azotanego, nie zmienia koloru przez ogrzanie z molibdanem ammoniaku, a niebieszczeje jeżeli zawiera cukier lub dekstrynę. Wlewa się na miseczkę porcelanową 5 kropli gliceryny, 150 kropli wody dystylowanej, 3 do 4 centygrammów molibdany ammoniaku i 1 kroplę czystego kwasu azotanego (25 procentowego) i zagotowuje się przez półtorej minuty uważając czy zniebieszczenie ma miejsce. Ten sposób jest nadzwyczaj dokładny.

Można jeszcze poznać obecność glukozy zagotowując glicerynę z roztworem potażu lub sody gryzącej w obecności której płyn brunatnieje, co nie ma miejsca ani z gliceryną czystą ani z zafarbowaną cukrem krystalicznym.

Ten ostatni można poznać zagotowując płyn w kąpeli wodnej z 2 kroplami kwasu siarczanego rozcieńczonego, po odparowaniu wody, płyn nie powinien zczernieć jeżeli jest czysty

Nareszcie gliceryna może zawierać kwas masłowy który można wykryć mieszając płyn stężony z mocnym alkoholem i kwasem siarczanym w 66°, — tworzy się natychmiast eter masłowy który łatwo poznać po zapachu.

Kwas siarczany wyrabia się w izbach ołowianych w skutek czego może zawierać siarczan ołowiu, jak można się o tém przekonać rozcieńczając go wodą, w obecności której siarczan ołowiu strąca się. Może on także zawierać związki azotu z tlenem, — dodając siarczany żelaza otrzymuje się różowe lub brunatne zafarbowanie, które miejsca mieć nie będzie gdy płyn zbyt się rozgrzeje.

Jeżeli kwas siarczany został otrzymany z pirytów żelaznych, wtedy może zawierać arsenian w postaci kwasu arsenionego lub arsenianego. Można je wykryć aparatem Marsh'a, z warunkiem tylko żeby używać cynku chemicznie czystego. Można także przez kwas rozcieńczony przepuszczać siarkowodór, który da z kwasem arsenionym osad żółty rozpuszczalny w ammoniaku i siarku ammonii, a z kwasem arsenianym, osad po kilku godzinach.

Ażeby oczyścić kwas siarczany zawierający siarczan ołowiu należy go odpędzić. Dla oddzielenia związków azotu są dwa sposoby: albo podzielić odpędzenie ponieważ te związki jako najlotniejsze najpierw przejdą, albo też dodać siarczany ammoniaku, którego wodór redukuje związki azotowe dając wodę i azot.

Jeżeli jest się pewnym że kwas zawiera tylko kwas arseniany który jest bardzo stałym, oddziela go się odpędzeniem kwasu. Co zaś kwas arseniony, to oddziela go się dwoma sposobami: albo zamieniając go na kwas arseniany przez dodanie jakiego ciała otlejającego, na przykład: dwutlenku manganu i odpędzając jak poprzednio, albo też zamieniając najpierw kwas arseniany jaki by się w płynie mógł znajdować na arseniony, strumieniem kwasu siarkowego, a potem przepuszczając strumień kwasu

solnego wywiązanego działaniem czystego kwasu siarczanego na chlorek wapna. Kwas solny zamieni kwas arseniony na chlorek arseniku (AsCl_3) który będąc bardzo lotnym przy odpędzeniu pierwszy się wydzieli.

Kwas azotany może zawierać kwas siarczany i kwas solny, a jeżeli był otrzymany z azotanu sody może zawierać kwas jodany. Obecność kwasu siarczanego oznacza się jak poprzednio, a kwasu solnego azotanem srebra który da osad biały chlorku srebra lub płatkami złota który się rozpuści. Dla wykrycia jodu przepuszcza się strumień kwasu siarkowego dla rozłożenia kwasu jodanego i za dodaniem krochmalu otrzymamy niebieskie zafarbowanie.

Aby oczyścić kwas azotany należy go odpędzić dla pozbycia się kwasu solnego, potem oddziela się kwas siarczany dodaniem azotanu srebra i małej ilości azotanu baryty.

Dodać zresztą winniśmy że przy wyrobie nitrogliceryny na wielką skalę można używać produktów nie chemicznie czystych, aby tylko miały odpowiedni stopień stężenia. Gliceryna handlowa zwykle ma 28° i należy ją odparować: — jeżeli odparowanie jest szybkie, gliceryna brunatnieje, ale odparowując ją w kąpieli olejowej w temperaturze 135° przez kilka godzin, można odpędzić wodę bez zepsucia produktu: — gliceryna straci 6% wody, zżółknie i będzie dobrą do użytku.

Kwas azotany handlowy ma 48° i trzeba go stężyć do 50° , w tym celu mięsza go się z taką samą wagą kwasu siarczanego i odpędza do połowy wagi. Aby się pozbyć kwasu podazotanego zawartego w kwasie azotany, trzeba go powtórnie odpędzić z dwutlenkiem manganu, albo też, co jest lepiej, ogrzać do 70° i przepuścić strumień powietrza i kwasu węglanego.

Nareszcie kwas siarczany handlowy jest dostatecznie stężonym.

Skreśliwszy pobieżnie własności i sposoby oczyszczania gliceryny jakoteż i kwasu siarczanego i azotanego, przystępujemy do opisanie sposobów otrzymania nitrogliceryny powstającej jak to już powiedzieliśmy z działania gliceryny na mieszaninę tych dwóch kwasów.

Nitrogliceryna ($\text{C}_3\text{H}_5\text{Az}_3\text{O}_9$) została odkryta przez Sobrero w 1847 roku i jest eterem azotany gliceryny. Skład jej podał Williamson i dowiódł go działaniem potażu który rozkłada nitroglicerynę na glicerynę i azotan potażu.

Sobrero otrzymał ją w następujący sposób: mięsza się dwie objętości kwasu siarczanego w 66° i jedną objętość kwasu azotanego w 50° a po oziębieniu dodaje się $\frac{1}{2}$ objętości gliceryny syropowej, która natychmiast rozpuszcza się, po czem płyn traci przezroczystość i na jego powierzchni pokazuje się żółtawe przezroczyste krople. Wlewa się wszystko do naczynia zawierającego 20 razy tyle zimnej wody, w którym nitrogliceryna opada na spód. Wodę się zlewa i dodaje nową dopóki nie przestanie być kwaśną, potem suszy się otrzymaną nitroglicerynę w próżni maszyny pneumatycznej.

Railton twierdzi że nitrogliceryna rozkłada się częściowo w maszynie pneumatycznej nawet w zwykłej temperaturze.

Kopp otrzymuje nitroglicerynę w następujący sposób: mięsza się w naczyniu glinianym umieszczonym w zimnej wodzie kwas azotany dymiący z podwójną wagą kwasu siarczanego stężonego; z drugiej strony odparowuje się glicerynę handlową niezawierającą ani wapna ani ołowiu do gęstości 31° Beaume'go. Wlewa się 3,800 grammów oziębioną mieszaninę dwóch kwasów do miski porcelanowej glinianej umieszczonej w zimnej wodzie i dodaje się z wolna 500gr. gliceryny ciągle mieszając. Pozostawia się mieszaninę przez 5 minut w spoczynku, potem ją się wlewa do 6 razy większej objętości wody; nitrogliceryna oddziela się w postaci ciężkiego oleju, który się myje kilka razy wodą. W tym stanie pozostaje jednak wodnistą i kwaśną i winna być użyta wkrótce po jej zrobieniu.

De Vrij dodaje pomału 100gr. gliceryny syropowej gęstości 1,262 do 200gr. kwasu azotanego gęstości 1,52 umieszczonego w mieszaninie oziębiającej i ciągle mięsza. Za każdym dodaniem tempe-

ratura mieszaniny powinna być — 10° i nigdy nie powinna dochodzić do 0°. Gdy mieszanina jest już zupełnie jednostajną, dodaje się po trochu 200gr. kwasu siarczanego stężonego utrzymując ciągle temperaturę niższą 0°. Nitrogliceryna pływa po wierzchu i oddziela się za pomocą lejka z kruszkiem, potem ją się rozpuszcza w jaknajmniejszej ilości eteru który się wyparowuje, a nitroglicerynę ogrzewa się w kąpeli wodnej dopóki jej waga nie pozostanie stałą.

Wszystkie sposoby dotąd opisane są dobre w laboratorium, na wielką skalę jednak przedstawiają dwie następujące wady: wlewając glicerynę do oziębionej mieszaniny dwóch kwasów, jeżeli wlewanie nie jest nadzwyczaj powolnym a mieszanie dokładnym, następuje rozkład nitrogliceryny i wybuch; z drugiej strony nitrogliceryna rozpuszcza się i rozkłada na zimno w kwasie azotanym dymiącym, w kwasie siarczanym w 66° i w mieszaninie tych dwóch kwasów będących w nadmiarze, z kąd pochodzi, że jeżeli ona zostaje dłużej jak potrzeba w zetknięciu z nadmiarem dwóch kwasów, zamiast 246 otrzymamy tylko 200 na 100 gliceryny, reszta zamieni się na kwas szczawiowy.

Pan Majewski pierwszy uniknął zupełnie pierwszej niedogodności wprowadzając mieszadła mechaniczne. Żałujemy bardzo że zakres tego artykułu nie pozwala nam opisać przyrządu P. Majewskiego ze wszystkimi szczegółami, powiemy tylko że był ustawionym podczas oblężenia w Paryżu w miejscu zwanym *Carrières d'Amériques* i składał się z długiego szeregu naczyń ciągle oziębianych, zawierających mieszaninę dwóch kwasów w które ciekła gliceryna jednostajnym strumieniem i była zmieszana z kwasami mieszadłem mechanicznym obracającym się trzy razy na minutę. Dzwonek elektryczny umieszczony przy każdym naczyniu oznajmiał że operacja jest już skończoną.

Tym sposobem P. Majewski zrobił ogromną ilość nitrogliceryny bez żadnego niebezpieczeństwa ani wypadku.

Uniknienie drugiej niedogodności winniśmy pracom PP. Champion i Pellet. Spostrzegli oni że nie tylko gliceryna nie potrzebuje być w długim zetknięciu z kwasami dla utworzenia nitrogliceryny, lecz że przeciwnie to długie zetknięcie jest szkodliwym z powodów jakie już wyżej przytoczyliśmy i nie powinno trwać dłużej jak kilka sekund, aby wydatek był jaknajwiększym. Biorą oni następujące proporcje:

Gliceryny w	31°	380 grammów.
Kwasu azotanego dymiącego w	50°	1,050
Kwasu siarczanego		2,000

Wydatek w nitroglicerynie jest 760gr. to jest 200 na 100 gliceryny. Robią oni przytém następujące uwagi:

1° Większy lub mniejszy stosunek kwasu siarczanego zmniejsza wydatek nitrogliceryny.

2° Mniejszy stosunek kwasu azotanego także zmniejsza wydatek jakkolwiek 36,8% kwasu nie wchodzi w skład nitrogliceryny.

3° Kwas szczawiowy wcale się nie tworzy i nie ma najmniejszego niebezpieczeństwa.

Przyrząd ich składa się z wielkiego naczynia pełnego wody bieżącej, nad którym znajduje się naczynie dwadzieścia razy mniejsze zawierające mieszaninę dwóch kwasów i mogące obracać się około osi poziomej. Na spodzie i przy ścianach tego naczynia znajdują się dwie dziurkowane rurki połączone w jedną, komunikującą na zewnątrz z miechem. Nad tém drugim naczyniem znajduje się trzecie, mogące także obracać się około osi poziomej, w które wlewa się glicerynę. Przechylając najwyższe naczynie wlewa się na raz wszystką glicerynę do mieszaniny dwóch kwasów, współcześnie zakłca się wszystko silnym wdmuchiowaniem powietrza przez 10 sekund, potem przechyla się drugie naczynie

i wlewa się wszystko do wody. Nitrogliceryna opada na dół i oddziela ją się za pomocą kruczka.

Tak otrzymana nitrogliceryna jest płynem ciężkim, oleistym, białawym i bardzo kwaśnym. Aby mogła być użytą do fabrykacji dynamity, trzeba ją zupełnie zobojętnić i bezwodnić. W tym celu kłóci się ją w kamionkach kilka razy z wodą czystą, a potem z wodą zawierającą dwuwęglan sody lub wapna. Można ją osuszyć skryształizowanym chlorkiem wapnia lub ogrzewając w suszarni od 30° do 40°. Zresztą nitrogliceryna pozostawiona w spokoju przez kilka dni staje się przezroczystą, a jej woda wydziela się i zbiera na powierzchni.

Czysta nitrogliceryna jest płynem oleistym, bezbarwnym, bez zapachu, smaku z początku słodkawego, następnie lekko palącego, gęstości 1,60. Nierozpuszczalna w wodzie jest nadzwyczaj rozpuszczalna w eterze i alkoholu metylowym, w alkoholu zaś etylowym jest słabo rozpuszczalna na zimno, a bardzo w 50°. Niżej 100° jest trochę lotną bez rozkładu. Pan Lorm znalazł następującą prędkość jej pary w próżni :

w 15°	5	millimetrów
87°	27	»
100°	30	»

Czysta nitrogliceryna nie rozkłada się sama przez się, oziębiona do —15° gęstnieje ale się nie ścina, przeciwnie zaś zimno —2° długo trwające wystarcza aby ją skryształizować. Woda królewska rozpuszcza ją i rozkłada. Zwykły kwas azotany sprawia ten sam skutek w temperaturze 50°. Pozostawiona w stężonym roztworze sody żółknie i daje azotan sody; zagotowanie przyspiesza to działanie.

Dotąd powszechnie mniemano że nitrogliceryna wybucha w 180°, P. Champion po bardzo licznych doświadczeniach podaje następującą tablicę :

w 185°	wrzenie, ulotnienie się z wydzieleniem czerwonej pary
» 194°	powolne ulotnienie
» 200°	szybkie ulotnienie
« 217°	gwałtowne spalanie
» 228°	żywe spalanie
» 241°	trudny wybuch
» 257°	gwałtowny wybuch
» 267°	słabszy wybuch
» 287°	słaby wybuch z płomieniem

W słabiej czerwoności nitrogliceryna przybiera stan sferoidalny i ulatnia się bez wybuchu. Przez uderzenie następuje silny wybuch. Elektryczność nie wywiera na nią żadnego wpływu.

Przystępujemy teraz do roboty i zastosowań dynamity. Dynamita jest mieszaniną nitrogliceryny i ciała obojętnego którego zadaniem jest : rozdzielić cząstki nitrogliceryny, a przez to zrobić ją łatwiejszą do użytku i bezpieczną. Dynamita różni się od prochu głównie tém, że pali się i wybucha w daleko krótszym czasie i posiada ogromną siłę rozrywczą. Oprócz tego proch aby mógł wywrzeć działanie musi być w naczyniu zamkniętym, gdy tymczasem dynamita umieszczona nad, pod lub obok jakiego przedmiotu, rozrywa go w jednej chwili, jak to poniżej ze szczegółami zobaczymy.

Proponowano bardzo wiele materyj do zmieszania z nitrogliceryną dla otrzymania dynamity. Zwykle używają wysuszonej krzemionki powstałej działaniem kwasu siarczanego na kaolin przy wyrobie ałonów, jednakże zdarza się często że kaolin został nie zupełnie rozłożonym przez kwas i wtedy ten produkt nie jest dobrym do użytku. Można także używać piasku i zwiru w bardzo drobnym proszku; Niemcy używają kamienia młyńskiego potłuczonego i przesianego; nareszcie P. Champion powiada że najlepszą jest wypalona glina pochodząca z pieców do wypalenia cegły lub z huty szklanej, ponieważ jest bardzo dziurkowata, a przez to daje, przy téj samej wadze, produkt bardziej suchy. W ogóle można używać wszystkich ciał zawierających krzemionkę nie lepkią a dziurkowatą.

Umieszcza się 75% do 80% proszku krzemionki w naczyniu glinianém lub porcelanowem, dodaje się 20% lub 25% nitrogliceryny i mięsza się całą masę drewnianą łopatką dopóki nie będzie jednostajną. Zwykle dla bezpieczeństwa nie robi się na raz więcej jak kilka funtów.

Tak otrzymana dynamita powinna być o tyle suchą, żeby nie zwilgoła ścian naczynia w którym się znajduje. Krzemionka powinna być użytą w postaci bardzo drobnego proszku, gdyż dynamita otrzymana z piasku rzecznoego, wybucha przez uderzenie młotkiem, jak czysta nitrogliceryna.

Dynamitę można także wyrabiać sposobem ciągłym w aparacie P. Greiwaldingera składającym się z glinianego walca trochę nachylonego do poziomu w środku którego znajduje się drewniana lub gliniana szruba obracająca się 5 razy na minutę. U podniesionego końca znajduje się kwadratowy lejek w który wsypuje się krzemionka i wlewa cienkim strumieniem odpowiednia ilość nitrogliceryny. Szruba obracając się mięsza te dwie materye z największą dokładnością, tak że w drugim końcu odbiera się dynamitę zupełnie dobrą do użytku. Można także używać walca pionowego z mięszadłem drewnianém wolno obracającém się, podobnego do walca używanego przy wyrobie betonu P. Coignet.

Nitrogliceryna zamieniona na dynamitę daje się długo przechowywać i nie oddziela się od krzemionki z którą została zmieszana.

Dynamita różni się od nitrogliceryny głównie tém, że nie jest tak łatwo zapalną, a więc daleko bezpieczniejszą i łatwiejszą do użycia. I tak: słaby nabój prochu wystarcza do zapalenia nitrogliceryny, gdy tymczasem dynamita wymaga naboju prochowego daleko większego, albo, co jest daleko lepiej, piorunianu rtęci. (*)



Zimno opóźnia wybuch dynamity już w -6° , aby więc wybuch mógł mieć miejsce w krajach zimnych, należy powiększyć ilość piorunianu rtęci.

Ładunki używane przez p. Champion przy doświadczeniach o których niżej powiemy, były zbudowane w sposób następujący: Rurka B z tektury zamknięta z jednego końca nabija się dynamitą; u góry zasadza się drewniany korek A który powinien dobrze przystawać do rurki i w środku którego znajduje się dziura D przez całą jego długość mającą 3^{mm} średnicy. W tę dziurę wkłada się od spodu kapiszon C mający 3^{mm} średnicy a 4^{cm} wysokości tak, żeby wystawał z pod korka na 5^{mm}.

Tak zrobioną rakiętę można zapalić albo iskrą elektryczną albo stupiną. W ostatnim razie ubija się nad kapiszonym sproszkowanym prochem i zakłada się stupinę; w pierwszym zaś razie można używać przepalniczki Abła którą się zapala stosem.

(*) Piorunian rtęci robi się w sposób następujący: rozpuszcza się na gorąco 1 część rtęci w 10 częściach kwasu azotanego handlowego; po zupełnem rozpuszczeniu i oziębieniu do 55° dodaje się stopniowo 8 części alkoholu w 83° . Po pewnym czasie plyn się rozgrzewa, pokazuje się biała para, plyn się męci i piorunian rtęci opada. Po skończonem działaniu plyn się zlewa, produkt otrzymany myje się kilka razy wodą, potem go się zbiera na papierowym filtrze. Piorunian używa się na mokro ubijając go w kapiszonach, a po wyschnięciu pokrywa się kroplą werniksu.

Przepalniczkę kładzie się nad kapiszonem, a pozostałą próżnię aż do wierzchu korka zapętnia się guttaperczą.



Jeżeli używa się stupiny dla uniknięcia wypadków p. Champion radzi oddzielić ją od ładunku w sposób następujący: Rakieta składa się z rurki blaszanej M z przykrywką N wkładającą się jak bagnet na brzeg wystający O. Dynamita ubija się w puszcę, przykrywkę napełnia się sproszkowanym prochem zmoczonym słabym roztworem galarety zwierzęcej (gélatine) aż do B. Przez rurkę A wkłada się stupinę Bickforda, C jest korek przedziurawiony pokryty werniksem, na którego spodzie umieszcza się kapiszon. Także dobrze jest powerniksować puszkę wewnątrz dla uniknięcia otlenienia jakieby mogło powstać w skutek zetknięcia z dynamitą.

Niemcy umieszczają kapiszon w środku rakiety i zapalają stupiną Bickforda, urządzenie jednak francuzkie wydaje nam się lepszym dla tego, że w sposobie niemieckim stupina przechodzi przez połowę długości rakiety, a przez to zawadza przy jej naładowaniu, oprócz tego w urządzeniu francuzkiem stupina i kapiszon są zupełnie niezależnymi od ładunku, co jest korzystnym pod wieloma względami.

Podamy teraz wypadki z doświadczeń robionych przez p. Champion podczas oblężenia Paryża, ażeby czytelnik wiedział jakiej ilości dynamity należy używać w danym razie dla otrzymania pożądanego skutku.

1° Bomba nabita 200 gr. prochu (ważąca 1^k, 07 średnicy 0,032 grubości 4^{cm}) została umieszczoną na 30^{cm} pod powierzchnią ziemi i przyciśniętą $\frac{1}{4}$ metra ściennego kamieni; po wybuchu bomba pękła na 13 kawałków, a kamienie zostały słabo podniesione i rozrzucone.

2° Taka sama bomba nabita 163gr. dynamity pękła na 200 kawałków; kamienie były rozrzucone jak poprzednio. Z tych dwóch doświadczeń widzimy, że nabijając puste pociski czystą dynamitą, rozrywamy je na zbyt wielką liczbę kawałków, gdy tymczasem czysty proch daje ich za mało, próbowano więc nabijać granaty mieszaniną prochu i dynamity i otrzymano następujące liczby:

3° Granat nabity 200gr. dynamity i 300gr. prochu a ważący 11^k dał 22 odłamków.

4° Taki sam granat nabity 300gr. dynamity i 300gr. prochu dał 32 odłamki.

W obydwóch razach liczba odłamków jest daleko większą jak z czystym prochem. Dodamy wreszcie że niska cena dynamity i szybkość jej wyrobu przemawiają za jej użyciem z przymieszką prochu do nabijania pocisków.

5° Dla porównania czystej nitrogliceryny z dynamitą, umieszczono 10gr. pierwszej w takiej samej bombie jak poprzednio, bomba pękła na 44 części, nabita zaś 44gr. dynamity zawierającej 10gr. nitrogliceryny, pękła na 48 części, skutek więc w obydwóch razach był prawie ten sam.

6° Płyta kwadratowa z lanego żelaza grubości 12m/m, szerokości 23^{cm} została umieszczoną na dwóch kawałkach drzewa, na wierzchu położono rakiety zawierającą 40gr. dynamity i przykryto ją blachą żelazną grubą na 6,5m/m szeroką 20^{cm} a długą 30^{cm}. Płyta z lanego żelaza została rozerwana na 6 kawałków, a blacha wyrzuconą na 5^m do góry i zrobiła się w niej szpara na 6^{cm} długa.

7° Położono na ziemi blachę żelazną grubą na 3m/m, a na niej rurkę długą na 10^{cm} zawierającą 40gr. dynamity, blacha została rozdarta na całej długości rurki.

8° Postawiono pionowo bez podpory taką samą blachę i obok niej ładunek 90gr. dynamity, który wyrwał 1 decymetr kwadratowy blachy. Kawałek ważący 60gr. został rzuconym na odległość 6^m.

9° Umieszczono deskę sosnową długą na 1^m,20, szeroką na 10^{cm} a grubą na 3^{cm} na dwóch kawałkach drzewa a na nią położono 40gr. dynamity. Deska została zupełnie pogruchotaną.

10° W słupie akacyowym wysokim na 1^m,30 średnicy 32^{cm} wywiercono dziurę głęboką na 17^{cm} na wysokości 1^m od spodu i założono 90gr. dynamity. Słup został rozłupany aż do wierzchu.

11° Przymocowano 300gr. dynamity do słupa szerokiego na 28^{cm}; grubego na 9^{cm} a wysokiego na 2^m,50, zapuszczonego w ziemię na 40^{cm} z podporą pochylą odległą na 45^{cm} od góry słupa. Dynamitę przykryto workiem z ziemią. Słup został zdruzgotany na wysokości podpory.

12° Postawiono na ziemi pochwę z lanego żelaza wysoką na 13^{cm}, średnicy 8^{cm} a grubą na 18m/m i naładowano ją 300gr. dynamity. Została rozerwana na 30 kawałków a jej spód półkulisty na 3 kawałki.

13° Umieszczono na ziemi i podparto klinem armatę z lanego żelaza (kaliber 0^m,165, grubość ścian 0^m,32) i wkładano ładunki od 1^k do 3^k bez żadnego skutku po wybuchu, gdy jednak zatkało otwór armaty glinianym czopem długim na 0^m,15 i nabitą 2^k dynamity, koniec armaty pękł na 3 części na długości 0^m,45, z których dolna upadła w odległości 5^m a dwie drugie w odległości 18^m i 21^m.

14° Zrobiono w murze kamiennym grubym na 45^{cm} dziurę głęboką na 18^{cm}, średnicy 12^{cm} i założono 500gr. dynamity który wyrwał mur na około w promieniu 22^{cm} a kawałki były wyrzucone na odległość 20^m.

Zrobiono także szereg doświadczeń dla przekonania się jakiej ilości dynamity potrzeba do zrobienia wyłomu w murze. Mur miał 3^m wysokości i 42^{cm} grubości był murowany z wyborowych kamien połączonych wapnem i przykrytym płytami kamiennymi. W pierwszym doświadczeniu postawiono pionowo przy murze puszkę zawierającą 3^k 80 dynamity i zapalono stupiną. Wyłom na spodzie muru miał 0^m,80 szerokości i 0^m,85 wysokości. Jakkolwiek wyższe warstwy kamieni zostały na miejscu wielka część muru została zachwiana tak że z łatwością można było zrobić otwór wysoki na 1^m,15 a szeroki na 1^m,70. Na drugiej stronie muru kawałki kamieni zostały wyrzucone na odległość 15^m.

Drugie doświadczenie miało miejsce w zupełnie tych samych warunkach, tylko obłożono puszkę workami z ziemią. Skutek był daleko większym i wyłom miał 1^m,70 szerokości a 2^m,80 wysokości, ale spód wyłomu był zarzucony gruzami na wysokość 0^m,70. Mur został zachwiany w całej wysokości na 2^m,50. Worki z ziemią zostały wyrzucone w tył na odległość 25^m a niektóre kamienie aż na 50^m; Obkładanie więc workami powiększa znacznie skutek dynamity, tylko te worki są ciężkie, niewygodne do noszenia, układanie ich spóźnia działanie i wobec nieprzyjaciela wystawia żołnierzy na większe niebezpieczeństwo.

W trzecim doświadczeniu, chciano oznaczyć w jaki sposób ma być postawiona puszką ażeby bez użycia worków skutek był największym; w tym celu oparto o mur płytę kamienną wysoką na 0^m,70 i na nią położono puszkę. Wyłom był zrobionym na 0^m,50 od ziemi i miał 0^m,80 długości a 1^m,30 wysokości. Mur był zachwiany na 2^m długości i 2^m wysokości, tak że można było rękami powiększyć wyłom w powyższym stosunku. Widziemy więc że korzystnem jest umieszczać puszkę na $\frac{1}{3}$ wysokości muru zamiast ją kłaść na ziemi.

Zauważono że kładąc nabój dynamity w pokoju przy jednej z czterech ścian wyłom robił się tylko w tej ścianie, a trzy drugie były obalone, przeciwnie zaś umieszczając nabój w środku pokoju wszystkie cztery ściany były jednakowo uszkodzone; zrobiono więc czwarte doświadczenie ażeby sprawdzić, czy nie będzie korzystnem oddalić trochę ładunek od muru który chcemy rozbić, jeżeli okoliczności pozwalają obłożyć ładunek workami. W tym celu włożono w dwa worki po 2^k dynamity i umieszczono je na kamieniu wysokim na 0^m,15 a odległym od muru na 0^m,50 i przyłożono je czterema workami

z ziemią tak że te tworzyły rodzaj niszy do muru. Po wybuchu wyłom miał tylko $0^m,50$ wysokości i $0,50$ długości ale mur był zachwianym na całej wysokości i na długości 3^m tak że można go było rękami rozebrać bez żadnych narzędzi. Należy więc tém więcej oddalać ładunek od muru im mur będzie gorszym, gdyż zły mur daje się łatwo rozrywać, ale jako elastyczny nie łatwo się chwieje.

W bitwie pod Buzenval pod murem parku zajętego przez Niemców ustawiono co 5^m puszkę naładowaną 4^k dynamity, (mającej $55\frac{2}{3}$ nitrogliceryny) mur został zupełnie rozbitym i pozycya zdobyta. W tej samej bitwie umieszczono pod drugim murem szereg długich ładunków blisko jedne drugich położonych, dosyć było zapalić jeden z nich, żeby się ogień zakomunikował wszystkim innym.

W styczniu 1871 r. podczas wycieczki nocnej w stronę kolei żelaznej do Soissons, wrzucono po 6^k dynamity w workach, do trzech domów dróżników zajętych przez Niemców. Każdy dom był silnie zbudowanym z kamienia i miał $5^m,50$ kwadratowych a 7^m wysokości, mur był gruby na $0^m,35$. Po wybuchu domy zostały zrównane z ziemią.

Próbowano także używać dynamity do kopania rowów i przekopów w ziemi zmarzłej do głębokości $0^m,50$, w tym celu wywiercono szereg dziur nachylonych pod 45° średnicy $3\frac{1}{2}^m$ głębokich na 40^m odległych jedna od drugiej na 1^m ; w każdą z nich naładowano 120gr. dynamity i ubito z wierzchu ziemią. Po wybuchu można było wybierać ziemię z największą łatwością na szerokości 80^m .

Można także używać dynamity z wielką korzyścią do rozrywania lodu. Podczas oblężenia Paryża, kanonierka Farcy została ściśniętą w lodach i nie mogła wcale manewrować; wybito najpierw trzy dziury w lodzie głębokie na 25^m a odległe na 25^m od kanonierki i naładowano każdą 4^k dynamity, lód popękał na bardzo znacznej przestrzeni, następnie dla zupełnego uwolnienia kanonierki założono 5 ładunków po 100gr. w odległości 8^m które najzupełniej skutkowały.

W 1868 roku użyto z wielkim skutkiem dynamity do rozbijania lodu na Odrze powyżej Opola; w tym celu robiono dziury głębokie na $0^m,60$ i naładowywano w każdą po 30 ładunków zawierających 25gr. dynamity.

W każdym razie, używając dynamity do rozbijania lodu, nie należy brać ładunków blaszanych, ponieważ te zbyt prędko oziębiają się i dynamita trudno wybucha, tylko tekturowe oblane smołą.

Próbowano używać dynamity do rybołówstwa: wrzuca się do rzeki lub stawu zwykły ładunek zakończony stupiną Bickworta która pali się pod wodą, wszystkie ryby w pobliżu znajdujące się płyną do punktu świetlnego; gdy się stupina dopali następuje wybuch i zabite ryby pływają na powierzchni wody. Stupinę należy zapalić nie od ciała palącego się płomieniem, ale rozżarzonego. Sposób ten ma tę niedogodność że wszystkie ryby są zabite, jednakże może być z korzyścią użytym w chwili kiedy potrzeba naraz znacznej ilości ryb nie tylko żywych ale i śniętych jak np. przed Świętami Bożego Narodzenia, także do połowu jesioteńców.

Nareszcie używają dynamity do rozrywania skał, wybijania studni, tunelów i t. d.

W tych przypadkach dynamita posiada niezaprzeczoną wyższość nad prochem dla tego, że taniiej kosztuje, posiada siłę rozrywczą daleko większą, a nadewszystko, może być z łatwością użytą w gruntach mokrych i popękanych w których użycie prochu przedstawia wielkie trudności.

Przy tunelu w Saint-Vict na drodze z Montpellier do Rodez wybitym w twardym kamieniu wapiennym, dla pośpiechu zrobiono 5 studzien pionowych oprócz głównej galeryi poziomej. Po pewnym przeciągu czasu skała była tak mokrą że użycie prochu było zupełnie niemożliwem, użyto więc dynamity i natychmiast robota postępowała $4^m,30$ na dzień w galeryi a $0^m,30$ w studniach. W kopalni ołowiu Rumberg pod Goslar przez użycie dynamity zrobiono $17\frac{2}{3}$ oszczędności i robota szła dwa razy prędzej.

W kopalni żelaza Zeerf pod Saarburg robota była dwa razy szybszą a oszczędność 25%. Podobne liczby otrzymano w kopalni rtęci w Newalmeden w Kalifornii. Oszczędność w użyciu dynamity pochodzi nie tylko ztąd że jęj siła rozrywczą jest daleko większą, a więc potrzeba jęj używać w mniejszej ilości, ale i w znacznej części ztąd, że ponieważ ładunki z dynamitą są mniejsze, potrzeba wybijać dziury także mniejsze, przez co robi się znaczną oszczędność w czasie i narzędziach.

Z tego co dotąd powiedzieliśmy o dynamicie i jęj zastosowaniach widzimy że w porównaniu z prochem przedstawia następującą wyższość :

- 1° Robota jęj prostszą, pewniejszą, szybszą i produkt jest bardziej jednostajny.
- 2° Jest daleko bezpieczniejszą od prochu do przechowania, przewozu i użycia.
- 3° Gazy wywiązane przy jęj wybuchu są mniej szkodliwe i można jęj używać do robót podziemnych i studzien w których powietrze niedostatecznie się odświeża.
- 4° W skutek ogromnej siły rozrywczęj jaką dynamita posiada może być użytą w wojnie w następujących wypadkach :

a. Do przewracania murów, palisad, mostów drewnianych i żelaznych. W tych razach jęj siła rozrywczą jest 10 razy większą od prochu a 3 razy od bawelny strzelniczęj.

b. Do nabijania pustych pocisków z przymieszką prochu.

I nareszcie z powodów jakie wyżej przytoczyliśmy może być użytą z wielką oszczędnością czasu i pieniędzy do rozrywania skał, lodu etc.

