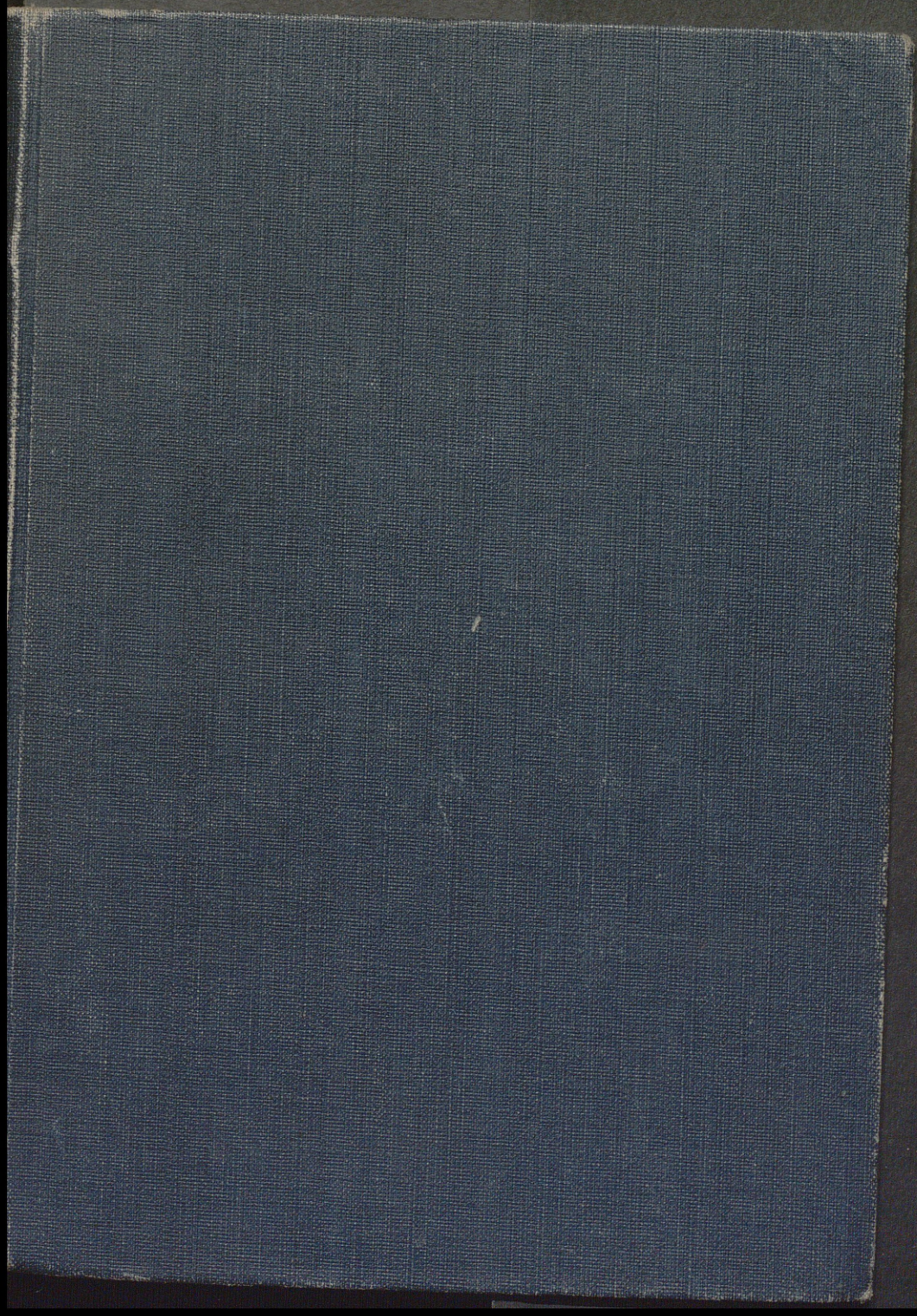
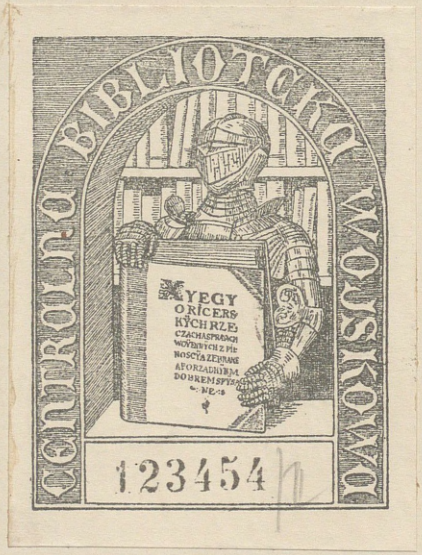

R
G
B
WH
GR
BL
Grey Scale #13
C
M
Y
K
DANES-PICTA.COM
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19




Colour Chart #13
Blue
Cyan
Green
Yellow
Red
Magenta
White
3/Color
Black
Inches
Centimetres
DANES-PICTA.COM


CENTRÁLNÍ BIBLIOTEKA VOJSKOVÁ
123454

TECHNIKA WALKI CHEMICZNEJ

MAJOR BRONISŁAW SYPNIEWSKI

TECHNIKA WALKI CHEMICZNEJ

PRZEDMOWĘ NAPISAŁ
WALERY JASIŃSKI
PODPUŁKOWNIK DYPLOMOWANY

BIBLIOTEKA AKADEMII
SZTABU GENERALNEGO
XVIII.5.8.

WYDANIE DRUGIE.

WYDAWNICTWO SZKOŁY GAZOWEJ
WARSZAWA 1930

Wszelkie prawa zastrzeżone.

5033



Zezwolony do użytku służbowego w oddziałach i szkołach wojskowych pismem Pana II Wiceministra Spraw Wojskowych L. 6245/Szk. z dnia 22.I.29 r.

Drukarnia i Litografja
„JAN COTTY"
w Warszawie, Kapucyńska 7

PRZEDMOWA.

Dzisiaj dowodzić i walczyć, znaczy nietylko kierować ruchami wojsk w czasie i przestrzeni, lecz również posiadać umiejętność zgrania ruchów z celowem zastosowaniem poszczególnych środków technicznych walki.

To zgranie nie da się uskutecznić bez znajomości charakterystyki bojowej środka technicznego.

Na czoło technicznych środków walki, a do dziś jeszcze dla ogółu stosunkowo mało znanych, wysuwają się środki chemiczne.

Praca majora Sypniewskiego zapełnia lukę dotkliwie dającą się odczuwać w naszej literaturze rodzimej z tej dziedziny. Daje ona materjał z doświadczeń wojny światowej, podczas której po raz pierwszy na wielką skalę zastosowano środki chemiczne jako jeden z czynników niszczenia sił przeciwnika. Zapoznanie się z tym materjałem i sposobami działania jest nieodzowne dla każdego oficera, a także osoby interesującej się zagadnieniem obrony kraju.

Praca powyższa daje podstawę do własnych studjów czytelnika, nasuwa mu cały szereg zagadnień, które po-

Biblioteka Akademii Sztabu Generalnego

winny być przemyślane nietylko ze względu na walkę zaczepną, ale i obronę, gdyż poznanie środka zaczepnego, jego warunków użycia i organizacji napadu, daje możność odpowiedniego zareagowania obronnego.

Z pracą majora Sypniewskiego mojem zdaniem, powinni się zaznajomić wszyscy oficerowie, a także osoby cywilne dla celów świadomego zastosowania obrony przeciwgazowej.

WALERY JASIŃSKI
ppłk. dypl.

SŁOWO WSTĘPNE.

Wynikiem zorganizowanej walki zbrojnej jest zwycięstwo jednej ze stron walczącej. O zwycięstwie decyduje przewaga ducha, t .j. energja psychiczna, środki walki i stan wyszkolenia.

Umiejętne zespolenie trzech powyższych elementów walki i stanowi sztukę wojenną, zasady której prawie nie ulegają zmianom na przestrzeni wieków i tysiącoleci. Natomiast same narzędzia i środki walki przeistaczają się w doskonalsze lub powstają zupełnie nowe dotąd niestosowane.

Środki walki, t. j. sprzęt i narzędzia walki stanowią techniczną stronę zagadnienia sztuki wojennej i tworzą to, co nazywamy techniką walki, a która jest niczem innem, jak tylko zastosowaniem techniki i kultury danej epoki dla celów wojennych.

W zaraniu swego istnienia kulturalnego człowiek zbrojny uruchamiał narzędzie walki, jak oszczep, strzałę i t. p. siłą własnych mięśni. Następnie siłę mięśni uzupełnił energją prochu czarnego, prochu bezdymnego i energją materjału kruszącego. Wymienione materjały wybuchowe są to niezastąpione środki walki o dużej energji potencjonalnej, która działa jako energja kinetyczna

i niszczy przeciwnika mechanicznie. Energja kinetyczna materjałów wybuchowych dominuje w nowoczesnych walkach, a pole walki przeistacza się w chaos i ulewę lecących brył, odłamków stali i żelaza.

Do niszczenia żywej siły przeciwnika zastosowano również energję elektryczną w postaci elektryzowanych przeszkód w walkach pozycyjnych. Ten sposób wykorzystania elektryczności jako środka walki posiada szczupły zakres zastosowania ze względu na umiejscowienie energji, wobec czego wysiłek jest skierowany na bardziej racjonalne użycie energji w postaci fal elektro-magnetycznych.

Energję elektryczną próbują użyć jako energji miotającej pociski na odległość. Sprojektowano już działa elektryczne. Elektryczność jako środek walki stawia tylko pierwsze niemowlęce kroki.

Sztuka wojenna wykorzystała zdobycze naukowe chemji i toksykologji, a przemysł chemiczny pozwolił zrealizować pomysł nowego środka walki, mianowicie — bojowych środków chemicznych czyli tak zwanych gazów i dymów bojowych, działanie których polega na niszczeniu żywej siły przeciwnika lub obezwładnieniu przez naruszenie biegu funkcyj biologicznych.

Poranienie bojowemi środkami chemicznemi w przeciwieństwie do materjałów wybuchowych, następuje w skutek zatrucia organizmu bez niszczenia mechanicznego tkanek.

Wreszcie najmłodszy wiekiem bojowy środek — są to bakterje chorobotwórcze, które próbowano zastosować celem spowodowania epidemji i epizootji w głębi kraju u przeciwnika. Jest to przedewszystkiem środek dywersyjny.

Materjały wybuchowe, elektryczność, środki chemiczne i bakterje chorobotwórcze są to środki walki stosowane na szerszą skalę lub tylko zapoczątkowane. W łonie wymienionej rodziny środków walki nie dostrzegamy żadnego współzawodnictwa, gdyż cechy indywidualne jednych nie pozwalają zastąpić drugich, a tylko wzajemnie uzupełniają się i w poszczególnych wypadkach są bardziej skuteczne od pozostałych.

Niezważając na wysoki poziom techniczny nowoczesnych wojen walka wręcz istnieje a siła mięśni i wytrzymałość fizyczna walczących wywiera wpływ na wynik walki przechylając szalę zwycięstwa.

Przy organizacji obrony kraju żaden ze środków i narzędzi walki nie może być pominięty lub zbagatelizowany, a znaczenie innych wyolbrzymione. Każdy środek musi stanowić odpowiednią część harmonijnej całości. Niektóre z nich będą dominowały inne natomiast odegrają role podrzędne. Które środki będą przeważały i zdecydują o zwycięstwie zależy przedewszystkiem od stosującego je, od jego walorów naukowych, technicznych i produkcyjnych. Wreszcie w niemniejszym stopniu zależy to od stanu obrony przeciwnika, obrony w znaczeniu materjalnem, np. sprzęt przeciwgazowy i w znaczeniu moralnem, np. łatwość uleganiu panice i t. p.

W rodzinie środków walki, bojowe środki chemiczne niezważając na swój wiek niemowlęcy, pod względem skuteczności zajęły pierwsze miejsce po materjałach wybuchowych.

Straty od środków chemicznych w armji amerykańskiej stanowią czwartą część ogólnych strat na polu walki. Powyższe straty trzeba przypisać przedewszystkiem stałemu ulepszeniu i doskonaleniu metod i sprzętu walki chemicznej i wprowadzaniu nowych potężniejszych środków chemicznych.

Całokształt zagadnień z tej dziedziny tworzy przedmiot techniki walki chemicznej.

Zakres przedmiotu techniki walki chemicznej obejmuje: klasyfikację środków chemicznych, sposoby skażania środowiska, opis sprzętu i sposób użycia, obliczenie ilości materjału potrzebnego do wykonania napadu chemicznego oraz technikę wykonania napadu.

Praca niniejsza oparta jest na literaturze poświęconej wojnie chemicznej, częściowo na dokumentach urzędowych i na własnem szczupłem doświadczeniu i obserwacji.

Umiejętne użycie środków walki chemicznej opiera się na wielu specjalnych danych z dziedziny toksykologji, chemji, meteorologji i in. co powoduje, że w ogólnych zarysach muszą być wskazane te własności i czynniki, które decydują o skuteczności walki chemicznej. Zagadnieniom tym została poświęcona pierwsza część książki.

Pozostałe części podają technikę walki chemicznej, którą posługiwały się obie strony walczące podczas wojny światowej.

Ze względu na tajność prac z zakresu walki chemicznej, tylko nieliczne dane i materjały ujrzały światło dzienne i mogły być wykorzystane dla niniejszej pracy; z tego powodu posiada ona luki i niedomówienia, lub daje jednostronne oświetlenie poszczególnych zagadnień. Przy wyborze i ocenie posiadanego materjału do syntetycznego ujęcia były liczne i niemałe trudności, które niezawsze udało się szczęśliwie pokonać, dlatego też proszę o pobłażliwość w sądzeniu szczegółów tej pracy.

Rozwój techniki walki chemicznej po ukończeniu wojny światowej nie zatrzymał się, a szybko posuwa się naprzód, zwłaszcza u tych narodów, które stoją wysoko pod względem ścisłej wiedzy przyrodniczej i posiadają wszechstronnie rozwinięty przemysł chemiczny. Ta charekteryczny

styczna cecha była pobudką do uwzględnienia i naszkicowania prawdopodobnych kierunków rozwoju walki chemicznej na przyszłość, co oczywiście jest osobistym poglądem autora, które jako takie powinne być poddane wszechstronnej analizie i krytyce, krytyce nietylko pożądanej, ale wprost koniecznej i obejmującej całokształt zagadnień techniki walki chemicznej.

Przyczyni się to do bardziej konkretnego ujęcia zagadnień broni chemicznej i pozwoli wyrobić objektywny pogląd na jej rolę w nowoczesnej walce.

Z tem przeświadczeniem oddaję do rąk Czytelników niniejszą pracę.

WSTĘP.

Walka chemiczna.

Użycie trucizn na polu walki orężnej dla pokonania przeciwnika napotykamy u niektórych narodów na wszystkich szczeblach ich rozwoju. Trucizny przenoszone były do ustroju zapomocą zatrutych strzał, pokarmów, źródeł wody i t. p.; sposoby te wymagały dużej dozy podstępu aby przeciwnik nie spostrzegł się i nie wiedział o zatruciu, w przeciwnym razie najpotężniejsza trucizna stawała się nieskuteczną.

Jednocześnie na polu walki spotykamy sporadycznie występujący odmienny sposób użycia trucizn, różniący się zasadniczo od poprzedniego, mianowicie: zatruwanie cuchnącemi i gryzącemi dymami powietrza, w którem znajduje się przeciwnik. Świadomość o istniejącem niebezpieczeństwie przy zatruciu powietrza nie ochroni od jego zgubnych skutków, gdyż nikt nie jest w stanie powstrzymać procesu oddychania na wystarczający przeciąg czasu, by wyjść ze skażonej przestrzeni o dużych wymiarach. Zatrute powietrze wdychane przez drogi oddechowe dostaje się do ustroju i wykonywa swe niszczycielskie dzieło, to jest zatruwa.

Rozwój chemji i przemysłu chemicznego od połowy XIX stulecia spowodował, że idea użycia środków chemicznych dla celów wojennych w postaci trucizn, t. j. gazu trującego, mogła być urzeczywistnioną. W obawie przed tą ewentualnością państwa europejskie zabezpieczają się umową międzynarodową, zobowiązując się nie stosować na wojnie gazów trujących, co zostało umieszczone w „Przepisach o prowadzeniu wojny lądowej", opracowanych na konferencji w Hadze w 1897 i 1898 roku.

Gdy pierwsze ciosy orężne zadane przez Niemców w 1914 roku nie złamały wojsk Sprzymierzonych i front począł się stabilizować, trzeba było kolosalnych ilości amunicji artyleryjskiej do zniszczenia przeciwnika i przerwania frontu, których żadna ze stron walczących nie posiadała w dostatecznej ilości. Niemcy pod tym względem byli w gorszem położeniu, każdy dzień bowiem przedłużającej się wojny wyczerpywał materjały wybuchowe, których nie byli w stanie produkować w potrzebnej ilości z powodu braku kwasu azotowego w kraju.

Brak więc materjałów wybuchowych z jednej strony, a z drugiej ta okoliczność, że trudno było dosięgnąć przeciwnika zarytego głęboko w ziemi i ukrytego w wytrzymałych schronach żelazobetonowych, zapomocą zwykłych pocisków wybuchowych — zmusza Niemców do zastosowania nowego środka walki. 22 kwietnia 1915 r. na 6-cio kilometrowym odcinku pod Ypres, pomiędzy Bixschote a Langemark, wypuszczają oni ze swych przednich linji piechoty gaz, chlor, który unoszony wiatrem dosięga pozycyj francuskich i angielskich, aby tocząc się dalej szerzyć niespotykane dotąd zniszczenie wśród istot żywych jakie znalazły się na drodze posuwającej się fali chlorowej: — 15000 żołnierzy zagazowanych, w tem 5000 wypadków śmiertelnych.

Tym napadem gazowym Niemcy zainicjowali i rozpętali walkę chemiczną. Nowy sposób walki polega na zatruciu powietrza gazem o własnościach szkodliwych dla żywego ustroju. Rozwój tej walki podczas wojny światowej, przez zastosowanie coraz to innych bojowych środków chemicznych, doprowadził do zatruwania oprócz powietrza jednocześnie i terenu, który w ten sposób staje się niebezpiecznym na przeciąg kilku tygodni; wobec czego istota walki chemicznej polega na skażeniu terenu, t. j. dolnych warstw powietrza i powierzchni ziemi.

Skazić teren można przez wprowadzenie do powietrza środka chemicznego w stanie gazu lub pary, naprzykład chlorem.

Dymy i mgły składające się z drobnych cząstek i unosząc się w powietrzu powodują przesłonięcie horyzontu, również skażają teren. Skażenie powietrza gazem, dymem, mgłą nie trwa długo — po kilku lub kilkunastu minutach własności ujemne skażonego powietrza zanikają.

Teren można skazić przez wylanie na powierzchnię ziemi środka chemicznego w stanie ciekłym. Ciecz parując, będzie skażała powietrze dopóki nie wyparuje, co nieraz trwa tygodnie.

Rozróżniamy przeto dwojakiego rodzaju skażenie terenu: przemijające, które trwa krótko i jest skażeniem samego tylko powietrza, i przewlekłe skażenie terenu, t. j. skażenie powierzchni ziemi i powietrza, które trwa zazwyczaj znacznie dłużej.

Celem walki chemicznej jest zniszczyć żywą siłę przeciwnika lub obezwładnić go i uczynić niezdolnym do walki. Zespół środków chemicznych używanych do walki, wraz ze sposobami skażenia terenu, sprzętem do tego używanym, i całokształtem zagadnień obrony przeciwgazowej, nazywamy b r o n i ą c h e m i c z n ą.

Skuteczność bojowych środków chemicznych.

Skuteczość bojowych środków chemicznych uwypuklają nam dane statystyczne strat armji podczas wojny światowej.

Ogólne straty armji amerykańskiej wynosiły 258,338 żołnierzy, z tego 70,552 (27,4%) porażonych środkami chemicznemi; z dostarczonych do szpitali zmarło 1,221 (1,73%). Do liczby strat (70,552) nie są wliczeni ci co zmarli od gazów na polu walki.

Armja angielska od środków chemicznych straciła 180,981 z tego wypadków śmiertelnych 3,35%.

Armja francuska 190,000 zagazowanych — wypadków śmiertelnych 4,2%.

Armja niemiecka 78,663 z tego w 1918 roku 58,000 zagazowanych, a odsetek wypadków śmiertelnych — 3.

Co się tyczy wypadków śmiertelnych, to zmarło przeciętnie trzech na stu zagazowanych, wtedy gdy od innych środków walki: jak kule karabinowe, pociski wybuchowe i t. p. śmiertelność dochodzi do 30%, czyli opierając się na liczbie wyleczonych dochodzimy do przekonania, że zagazowany ma 10 razy więcej szans wyzdrowienia niż jego kolega raniony innym środkiem walki.

Stąd wynika, że środki chemiczne przy istnieniu obrony przeciwgazowej przeważnie usuwają z szeregów i tylko w nielicznych wypadkach powodują śmierć. Ta własność środków chemicznych dała podstawę do wysnucia wniosku, że są one najbardziej humanitarne z używanych dotąd środków walki.

Przytoczona statystyka pomija zmniejszenie zdolności bojowej żołnierza walczącego w masce przeciwgazowej. Zdolność żołnierza do boju w nałożonej masce spada o

30 — 50% i więcej, zależnie od rodzaju stosowanego sprzętu ochronnego i od stanu wyszkolenia.

W wypadku kiedy przeciwnik zdążył zabezpieczyć się maską, środki chemiczne mogą nie spowodować w jego szeregach strat, a jednak przez zmniejszenie jego zdolności bojowej osiąga się ten sam skutek co usunięcie z szeregów 30 — 50% stanu bojowego i więcej. W miarę przedłużenia czasu przebywania w masce zdolność bojowa zmniejsza się niewspółmiernie do czasu, t. j. każda następna chwila jest o wiele uciążliwszą od poprzedniej.

Skuteczność środków chemicznych polega również na działaniu na psychikę przeciwnika. Ujemny wpływ środków chemicznych na stan moralny wojska jest niewspółmierny z innemi, nawet z materjałami wybuchowemi — kruszącemi, które posiadają własność działania na psychikę, obok działania niszczącego. Bojowe środki chemiczne o różnorodnych własnościach działania na organizm ludzki trzymają psychikę przeciwnika w napięciu i w oczekiwaniu czegoś dotąd nieznanego niepokoją obawą, że maska zawiedzie. Każda niedypsozycja organizmu, pochodząca skądinąd, w atmosferze skażonej, będzie wzięta na karb działania środka chemicznego. Wpływ środków chemicznych na psychikę ludzką nie jest jednakowy. Jedne narody i armje ulegają mu mniej, drugie więcej. Z tego punktu widzenia Niemcy, na podstawie doświadczenia nabytego w wojnie światowej, oceniali odporność psychiki na działanie moralne środków chemicznych i doszli do wniosku, że najmniej odpornymi psychicznie okazali się Rosjanie, gdyż „król gazów" — iperyt nie był wcale stosowany przez Niemców na froncie wschodnim, gdzie wystarczały najzupełniej mniej groźne środki chemiczne. Klasyfikacja ta jest względną

i zależy od chwili, bywają i takie, w czasie których najbardziej odporni ulegają trwodze i panice.

Podczas wojny światowej i po jej ukończeniu, możemy wyróżnić dwa kierunki w walce chemicznej: jeden niemiecki — stała zmiana bojowych środków chemicznych i drugi angielski — polegający na posiadaniu dwóch potężnych środków chemicznych, jeden o działaniu zabójczem, drugi drażniącem — i operowaniu niemi.

Doktryna niemiecka ze względu na psychikę, jak również i na maskę, która może nie chronić przed nowemi środkami, posiada wyższość.

Środki chemiczne dla żołnierzy zdemoralizowanych, doskonale nadają się do samouszkodzeń celem wycofania się z frontu na bezpieczne tyły.

Ciekawe spotykamy przykłady celowego wykorzystania przez Niemców tej własności środków chemicznych, przedewszystkiem iperytu.

Płatowce niemieckie w roku 1918 zasypywały pozycje wojsk Sprzymierzonych ulotkami propagandowemi, które dokładnie pouczały jak żołnierz zmęczony wojną może wycofać się z frontu, przyczem nikt i nigdy nie będzie mógł zarzucić mu dezercję. Mianowicie, wystarczy natrzeć sobie skórę ziemią zaiperytowaną by być oparzonym, oczywiście bez groźby dla życia.

Środki chemiczne w przeciwieństwie do materjałów wybuchowych nie działają mechanicznie, wobec czego przy zadziałaniu nie pozostaje wyraźnych oznak zewnętrznych, któreby pozwoliły dowódcy w każdym poszczególnym wypadku odróżnić rzeczywiste porażenie środkiem chemicznym od symulacji.

Bojowe środki chemiczne posiadają kilka właściwości uzupełniających doskonale stare środki walki. Efekt dzia-

łania pocisku wybuchowego ograniczony tak co do czasu— kilka lub kilkanaście sekund, jak kierunku prostolinijnego, sprawia, że przed pociskami takiemi chronią pancerze i schrony. Działanie środków chemicznych trwa całe tygodnie, a pancerze i schrony nie chronią przed niemi zupełnie. Przeciwnie, głębokie schrony są miejscem do którego opadają i przenikają środki chemiczne w stanie gazowym, a jako cięższe od powietrza trzymają się tam dłuższy czas.

Czynniki rozwoju walki chemicznej.

Nowy sposóbw walki, polegający na skażeniu terenu, stosowany był z dobrym wynikiem podczas wojny światowej i osiągnął duży stopień rozwoju. Rozwój ten nie dosięgnął swego kresu, a tylko wskazał nowe, niewyczerpane możliwości. Te możliwości nie posiadają charakteru jednolitego, kształtują je bowiem wielorakie czynniki.

a) Środki chemiczne. Pierwszorzędnym czynnikiem rozwoju walki chemicznej jest zastosowanie nowej substancji o nowych własnościach toksycznych, albo potężniejszej od używanych dotychczas, przed którą nie chroniłyby maski przeciwgazowe przeciwnika.

Synteza nowych substancji bojowych i zastosowanie ich do walki pozwalają zaskoczyć przeciwnika, czyniąc tę broń pełną niespodzianek. Tem się tłumaczy wielka różnorodność substancyj używanych w walce chemicznej.

Oto najważniejsze z nich, użyte poraz pierwszy przez Niemców, a potem w miarę możności stosowane przez Sprzymierzonych. Niemcy poraz pierwszy użyli do walki chloru 22 kwietnia 1915 r., bromoacetonu w czerwcu 1915 r., fosgenu 19 grudnia 1915 r., dwufosgenu 19 maja 1916 r., iperytu 12 lipca 1917 r., sternitów 11 lipca 1917 r.

Pobudką do zastosowania nowej substancji był stan obrony u przeciwnika. Obrona która była wystarczająca przed chlorem, nie chroniła przed fosgenem i dwufosgenem. Ulepszenie pochłaniacza przez zastosowanie węgla aktywowanego spowodowało użycie chloropikryny do napadu chemicznego, jako źle adsordowanej przez ówczesny węgiel. Następnie Niemcy w 1917-ym roku wprowadzają substancje o własnościach odmiennych od poprzednio używanych, a które działają na organizm nietylko przez drogi oddechowe, ale i na całą powierzchnię ciała. Substancja ta, nazwana „królem gazów bojowych", jest iperyt. Jednocześnie szukają na innej drodze sposobów zwalczania skutecznej obrony przeciwgazowej, mianowicie stosują substancje przenikające przez pochłaniacz i powodują zerwanie maski: są to sternity.

Równolegle z badaniem środków chemicznych do użytku bojowego i syntezą nowych substancyj toksycznych, poszukuje się szybkich i łatwych metod produkcji tych środków. Na tem polu w czasie wojny światowej dostrzegamy stały wyścig, kto wyprodukuje więcej. Kwestja produkcji jest niemniej ważną od syntezy nowego środka, a nawet w większym stopniu przyczynia się do przechylenia szali zwycięstwa.

W czasie wojny światowej Niemcy wyprodukowali w przybliżeniu następujące ilości bojowych środków chemicznych:

Fosgenu	11,200	tonn
Dwufosgenu	15,600	„
Chloropikryny	6,130	„
Bromoacetonu	1,070	„
Iperytu	9,000	„
Fenylodwuchloroarsyny i dwufenylochloroarsyny .	3,000	„

Dwuchloro i dwubromometyloarsyny	1,000	„

Produkcja Sprzymierzonych była wielokrotnie mniejszą, tylko w miarę trwania wojny produkowano coraz więcej i we wrześniu 1918 roku prześciga ona produkcję niemiecką.

Zwłaszcza produkcja amerykańska zaważyła na szali zwycięstwa. Miesięczna produkcj Arsenału w Edgewood (Stany Zjednoczone Ameryki Północnej) w czasie zawieszenia broni wynosiła:

Chloru	2,400	tonn
Fosgenu	1,050	„
Chloropikryny	1,500	„
Iperytu	900	„
Kamitu	90	„
Fosforu białego	100	„
Czterochlorku tytanu . . .	30	„
Czterochlorku cyny . . .	90	„

Do roku 1918 na polu walki używają środków chemicznych znanych w chemji oddawna, tylko w ostatnim roku wojny znajdują zastosowanie nowe substancje toksyczne otrzymane poraz pierwszy w specjalnych laboratorjach broni chemicznej, jak np.: adamsyt, luizyt.

Po skończonej wojnie praca nad syntezą nowych trucizn bojowych nie ustała, przeciwnie, zorganizowana i systematyczna, czyni dziś postępy, wskutek czego przyszłość na tem polu badań może przygotować niejedną niespodziankę. Przyczem kierunek prac został wytknięty przez środki już stosowane, a przed któremi maska jest ochroną niewystarczającą, mianowicie, przed środkami parzącemi: iperytem, luizytem i drażniącemi — sternitami.

Tego typu substancje są najbrdziej cenne z punktu widzenia bojowego przy obecnym stanie obrony przeciwgazowej.

Zależność rozwoju walki chemicznej od postępów chemji jako nauki czystej z jednej strony, a stanu przemysłu chemicznego i skali produkcji z drugiej strony, występuje tu z wyrazistością dostatecznie jasną.

b) Technika skażania terenu. Zaskoczenie bronią chemiczną nie jest wyczerpane przez użycie nowej substancji. Nowy sposób skażenia środowiska daje zaskoczenie niemniej skuteczne. Użycie przez Anglików miotaczy Livens'a spowodowało duże straty wśród szeregów niemieckich. Kapitan Livens spotęgował własności fosgenu konstruując sprzęt bardziej odpowiedni do walki, gdyż udało się osiągnąć wysokie stężenie i zupełne zaskoczenie. Następnie Niemcy ulepszają miotacz Livens'a, zwiększając jego donośność do 3,400 mtr., co pozwala skutecznie ostrzelać i zaskoczyć odwody.

Pozatem, zwiększając ładunek wybuchowy w pociskach iperytowych, Niemcy zadają swoim przeciwnikom straty dwukrotnie większe. Jako skutek, powstaje konieczność szukania nowych środków zaradczych przy leczeniu oparzonych iperytem tym spsobem. Francuzi w tym celu projektują specjalne sale inhalacyjne, co jeszcze w większym stopniu komplikuje i tak trudne zadanie obrony przed iperytem.

Rozpylenie sternitów w postaci coraz drobniejszych pyłków zwiększa ich zdolność do przenikania przez pochłaniacz i tem samem, obrona staje się nieskuteczną.

Jednem słowem, przeciwnika zaskoczyć można znaną i używaną już substancją, skażając środowisko nowym sposobem, przez użycie do tego bardziej celowo zbudowanego sprzętu i opierając się na odpowiednich metodach fizycz-

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
BIBLIOTEKA

nych lub fizyczno-chemicznych. Równolegle z tem osiąga się uniezależnienie środków chemicznych od terenu i pogody.

O ile kwestja rozwoju walki chemicznej w zależności od odkryć w dziedzinie chemji jest zupełnie zrozumiałą, o tyle drugi czynnik, technika skażania środowiska jest mało doceniany.

c) T a k t y c z n e z a s t o s o w a n i e. Trzecim czynnikiem rozwoju i nowem źródłem zaskoczenia jest taktyczne zastosowanie broni chemicznej. Skuteczne użycie broni chemicznej zależy w dużym stopniu od wyboru odpowiedniego środka chemicznego, od rodzaju napadu chemicznego oraz od harmonijnego zespolenia z manewrem i walką ogniową. Umiejętne zastąpienie w poszczególnych fazach bitwy walki ogniowej walką chemiczną, mianowicie wtedy, gdy ona da lepsze wyniki, jest tem niewyczerpanem źródłem rozwoju nowej broni.

Pobudką do rozwoju walki chemicznej w dziedzinie nowych substancyj, techniki walki i zastosowania taktycznego, był stan obrony przeciwgazowej u przeciwnika. Zawsze starano się jedną z tych trzech możliwości zaskoczyć nieprzyjaciela i uczynić obronę nieskuteczną.

Pomiędzy temi trzema czynnikami rozwoju broni chemicznej a obroną wywiązał się rodzaj walki. Małe ulepszenia z jednej strony wywołują niezwłocznie odpowiednie środki zaradcze z drugiej, wyprzedzając nieraz stronę przeciwną, co znowu zmusza przeciwnika do dalszych ulepszeń i tak dalej, do nieskończoności. Jest to walka analogiczna do walki pocisku z pancerzem. Różnica tkwi w różnorodności środków chemicznych, sprzętu i metod skażania, co sprawia, że rozwój walki chemicznej nie postępuje w jednym określonym kierunku.

Zależność walki chemicznej od obrony i odwrotnie istnieje nietylko w stosunku do rozwoju walki chemicznej przeciwnika, lecz i do własnego, gdyż niewolno zastosować środka chemicznego jeśli sami nie umiemy obronić się przed nim. Stan obrony przeciwnika podczas pokoju, jego wyszkolenie, własności ochronne jego maski z wielką dokładnością odzwierciadlają faktyczny obraz tego, co przeciwnik przygotowuje do napadu chemicznego, względnie wskaże nam kierunek jego wysiłków i pracy.

Natomiast analiza wyszkolenia zorjentuje w zapatrywaniach przeciwnika na taktyczne zastosowanie środków chemicznych.

CZĘŚĆ PIERWSZA.

Systematyka bojowych środków chemicznych.

ROZDZIAŁ I.

Własności bojowe środków chemicznych.

Różnorodny materjał chemiczny użyty do skażania środowiska daje w terenie to, co nazywamy: gazem bojowym, dymem bojowym lub pożarem. Każda z tych grup— gazy bojowe, dymy bojowe i środki zapalające — zawiera dużą ilość różnego materjału, który w myśl wymagań wojskowych ujmujemy w pewien system i przeprowadzamy jego klasyfikację; przyczem środki zapalające, jako posiadające tylko jedną własność, pominiemy, zajmując się narazie wyłącznie gazami i dymami bojowemi. Ścisła granica między gazami, a dymami bojowemi nie da się ustalić, gdyż ten sam środek chemiczny może wytwarzać gaz lub dym bojowy, przeto przy określaniu ogólnych własności tak jednych jak drugich, będziemy posługiwali się wspólnem określeniem: bojowe środki chemiczne.

Biblioteka Akademii Sztuk Pięknych

Ilość środków chemicznych stosowanych podczas wojny światowej przez obie strony walczące, dosięgła 60-ciu. (tab. 5). Nieliczne tylko zdały egzamin na polu walki.

A. Własności fizjologiczne bojowych środków chemicznych.

Aby środek chemiczny mógł być użyty do walki, musi posiadać przedewszystkiem własności toksyczne, t. j. musi ujemnie działać na żywy ustrój ludzki przez drogi oddechowe albo przez bezpośrednie zetknięcie się z powierzchnią całego ciała ludzkiego. Działanie toksyczne bywa dwóch rodzajów: zabójcze i drażniące.

1. Podział fizjologiczny.

Zależnie od istoty działania środka chemicznego na organizm i spowodowane tem uszkodzenie lub przerwanie funkcyj fizjologicznych organizmu, rozróżniamy wśród środków zabójczych: duszące, trujące i parzące.

a) Gazy duszące powodują ostre podrażnienie dróg oddechowych i płuc:

Chlor, fosgen, dwufosgen, trójfosgen, chloropikryna, chlorek fenylokarbylaminowy, bromocyjan i inne.

b) Trujące:

Kwas pruski, fosgen w małych stężeniach, luizyt i in.

c) Parzące:

Iperyt, luizyt, dwumetylosulfat, etylodwubromoarsyna, etylodwuchloroarsyna i in.

Druga grupa środków chemicznych powoduje podrażnienie oczu (łzawiące), nosa, górnych dróg oddechowych (sternity).

a) Łzawiące:

Chloropikryna, bromek benzylu, bromek ksylilu, bromoaceton, akroleina, chloroacetofenon, kamit i in.

b) Sternity — podrażniają nos, górne drogi oddechowe i powodują kichanie, wymioty, ból głowy: dwufenylochloroarsyna, dwufenylocyjanoarsyna, etylodwuchloroarsyna, etylodwubromoarsyna, etylokarbazol, adamsyt i in.

Podział środków chemicznych podług ich działania fizjologicznego na organizm nie jest ścisły, gdyż środki drażniące w dużem stężeniu mogą spowodować śmierć, a poszczególne środki posiadają kilka własności, np.: chloropikryna, duszące i łzawiące; luizyt, parzące i trujące, i t. d. Dominujące własności decydują o przynależności do tej lub innej grupy.

Podział fizjologiczny francuski, niemiecki, amerykański, mało czem się różnią. Francuski podział uwzględnia nową własność toksyczną, mianowicie działanie na organ słuchu. Własność tę posiada dwuchlorometyloeter; środek ten został zaliczony do grupy gazów „les labirynthiques" Objawy działania powyższego środka w średnich stężeniach są: kłócie w uszach, zawroty głowy, częściowy zanik równowagi i koordynacji ruchu.

Major Lefebure, analizując możliwości działania toksycznego na organizm, jakie zostały wyzyskane w walce chemicznej przychodzi do wniosku, że istnieje jeszcze możliwość podziałania na organ równowagi, znajdujący się w wewnętrznem uchu (labirynt ucha). Wymieniony dwuchlorometyloeter byłby pierwszym, co prawda, słabym przedstawicielem grupy „les labirynthiques".

2. Działanie opóźnione.

Skutki i objawy po zagazowaniu występują natychmiast, lub po pewnym czasie, od kilku minut do kilkunastu godzin. Opóźnione działanie bojowych środków chemicznych posiada doniosłe znaczenie i zostało wszechstronnie wykorzystane jako własność podstępna, stosując te środki w odpowiednim czasie przed decydującym momentem, gdyż zagazowany jest w stanie walczyć jeszcze pewien czas.

Z tego względu dzielimy wszystkie środki chemiczne na dwie grupy:

Środki działające na organizm z opóźnieniem, a mianowicie: iperyt po zadziałaniu, którego objawy wystąpią po kilku lub kilkunastu godzinach [1]) zależnie od sposobu zagazowania się i indywidualności. Objawy po zadziałaniu fosgenem w małych stężeniach wystąpią po kilku godzinach, a sternitami po kilku minutach.

Pozostałe środki chemiczne działają natychmiast, zmuszając w ten sposób do natychmiastowego zastosowania obrony.

3. Kumulacja.

Niektóre środki chemiczne posiadają własność kumulacji, t. j. zdolność nagromadzenia się w ustroju i działa-

---

[1]) Obrona przeciwgazowa dąży do szybkiego rozpoznania zaiperytowanych, w tym celu zaleca gorące kąpiele podejrzanym o zetknięcie się z iperytem, przez co występowanie oparzeń przyśpiesza się o 4 — 5 godzin. Tym sposobem pierwsze objawy oparzeń iperytowych występują w ciągu 15-stu minut po przyjęciu gorącej kąpieli. („Miediko-sanitarnyje woprosy protiwochimiczeskoj oborony. Iprit. A. A. Glebowicz. O ranniej diagnostikie ipritnych porażenij koži. Gosudarstwiennoje Miedicinskoje Izdatielstwo. Leningrad, 1928").

nia nań małemi ilościami, jeśli ustrój przyjmuje je w ciągu odpowiednio długiego czasu. Ustrój stopniowo nagromadza środek toksyczny, aż do granicy szkodliwego działania.

Wybitną własność kumulującą posiada iperyt, fosgen, dwufosgen, chloropikryna i wiele innych. Z punktu widzenia bojowego jest to własność doniosła, gdyż powoduje dużą ilość porażeń małemi stężeniami. Małe stężenie środków chemicznych w terenie osiąga się łatwiej, przeto tego rodzaju środki o własnościach kumulujących miały szersze zastosowanie od tych, które własności owych nie posiadały, a działały tylko w dużych stężeniach, jak np. kwas pruski, który z tego powodu został zdyskwalifikowany.

4. Zapach środków chemicznych.

Zapach jest cechą charakterystyczną każdego środka chemicznego. Zapach przedewszystkiem ostrzega o obecności środków chemicznych w terenie i jest sygnałem do zabezpieczenia się przed niemi. Wszakże wykrywanie gazu bojowego w polu i określenie jego rodzaju na podstawie tylko zapachu prowadzi często do mylnych wniosków. Zapach chemicznie czystego gazu bojowego jest odmieny od technicznego, sposób fabrykacji również wywiera swój wpływ, naprzykład iperyt niemiecki posiada wyraźny zapach musztardy, gdy iperyt produkowany metodą francuską ma zapach czosnku. Dodawanie rozpuszczalnika powoduje zmianę lub zanik charakterystycznego zapachu.

W drugiej połowie wojny światowej nie stosowano poszczególnych środków chemicznych, a ich mieszaniny. Silnym zapachem środka mało szkodliwego, albo zupełnie nieczynnego, to jest zapachem niewzbudzającym żadnych podejrzeń, maskowano nieraz gaz o działaniu zabójczem.

Wreszcie maskowano zapach w terenie przez jednoczesne ostrzeliwanie pociskami zawierającemi różne gazy bojowe. Gaz o słabym zapachu, oczywiście, nie daje się wtedy wykryć. Tym sposobem maskowano iperyt przez jednoczesne ostrzeliwanie pociskami iperytowemi i chloropikrynowemi.

Maskowanie zapachu w samym pocisku i w terenie było zaledwie zapoczątkowane, dawało jednak dobre wyniki: usypiano tym sposobem czujność przeciwnika.

Wszystkie gazy bojowe stosowane podczas wojny posiadają mniej lub więcej wyraźny zapach. Jeden tylko kamit ma zapach nadzwyczaj słaby; nie jest on jednak gazem podstępnym, gdyż posiada własności łzawiące, które ostrzegają. Wobec czego zapach środków łzawiących z punktu widzenia wojskowego jest własnością obojętną. Natomiast, środki zabójcze o słabym zapachu, względnie zupełny brak jego, są bardziej skuteczne, gdyż spowodują większą ilość zatrutych. Słaby zapach posiada iperyt, sternity i fosgen w małych stężeniach.

Zapach nie ostrzega przed niebezpieczeństwem, jeśli ilość gazu zawarta w powietrzu jest niewyczuwalna powonieniem, a wystarczająca by spowodować działanie toksyczne, jak naprzykład iperyt w bardzo małych stężeniach.

Z punktu widzenia bojowego, środki chemiczne o potężnem działaniu toksycznem, posiadające silny zapach, są mało wartościowe. Naprzykład luizyt, posiadając zapach nadzwyczaj silny, zmusi do zabezpieczenia się maską i przez to spowoduje mniejsze straty, niż iperyt.

5. Stężenie bojowe.

Trucizna działa na ustrój różnie, zależnie od ilości wprowadzonej trucizny. Większa ilość zabija ustrój, gdy

małe ilości nietylko nie czynią szkody, lecz mogą być nawet pożyteczne; z tego też powodu trucizny często są używane, jako środki lecznicze.

Trucizna jest tem potężniejsza, im mniej jej potrzeba do zabicia ustroju; istnieje dla każdej trucizny granica dolna jej działania toksycznego, poniżej której będzie ona nieszkodliwą.

Podobnie rzecz się ma z bojowemi środkami chemicznemi. Środki chemiczne działają na ustrój ludzki skutecznie, jeśli ich zawartość w powietrzu przekracza dolną granicę działania szkodliwego.

Ilość środka chemicznego zawartą w jednostce przestrzeni i skutecznie działającą na ustrój człowieka, to jest zdolną usunąć go z szeregów, nazywamy stężeniem bojowem. Stężenie bojowe powodujące podrażnienie i uniemożliwiające pobyt w danej atmosferze nazywamy stężeniem napastliwem, albo drażniącem. Stężenie bojowe, które może spowodować śmierć, nazywamy stężeniem zabójczem.

Stężenia bojowe większości środków chemicznych są wyczuwalne powonieniem, niektórych słabo, nieliczne niewyczuwalne.

Stężenie wyrażamy, określając zawartość bojowego środka chemicznego w powietrzu, t. j. ilość gramów środka chemicznego zawartego w metrze sześciennym powietrza (g/m^3), lub ilością miligramów w litrze powierza (mg/l). Liczby w pierwszym i drugim wypadku są te same, naprzykład stężenie 2 g/m^3 = 2 mg/l.

Stężenia w ten sposób określone nie dają dokładnego obrazu z powodu zbyt dużych wahań w ciężarze cząsteczkowym poszczególnych środków chemicznych. Dla przykładu: stężenie kwasu pruskiego — 0,15 g/m^3 i chloropikryny 0,15 g/m^3. Stężenia wyrażone ilościowo

są identyczne, a w rzeczywistości substancje te, znajdując się w powietrzu w postaci pary niejednakowo będą rozrzedzone. Chloropikryna będzie rozrzedzona więcej niż sześciokrotnie w porównaniu do kwasu pruskiego. Istnieje przeto drugi sposób określania stężeń: przez stosunek objętości gazu lub pary środka chemicznego do objętości powietrza w którem zawiera się środek chemiczny.

Oczywiście, że ostatnie określenie stężenia bojowego może być zastosowane wyłącznie do środków chemicznych, znajdujących się w powietrzu w postaci cząsteczek (molekuł), t. j. w stanie gazu lub pary.

Jeśli V_1 jest objętość gazu lub pary środka chemicznego, V objętość powietrza zawierającego ten gaz, C stężenie;

$$C = \frac{V_1}{V}$$

Naprzykład stężenie $\frac{1}{100{,}000}$ wskazuje, że w stu tysiącach objętości (mtr^3, litr) powietrza, znajduje się jedna objętość (mtr^3, litr) środka chemicznego w stanie gazu lub pary.

Ostatni sposób określa stężenie bardziej obrazowo i nadaje się do porównań; przy obliczeniach, tak naukowych, jak technicznych jest jednak niedogodny i z tego powodu używa się wyłącznie pierwszego sposobu (g/m^3), który bywa nieraz zmodyfikowany, aby częściowo usunąć wpływ różnicy ciężaru właściwego poszczególnych środków chemicznych. W tym celu zamiast ilości gramów podaje się objętość w stanie ciekłym środka chemicznego, t. j. zamiast g/m^3, otrzymamy — cm^3/m^3.

Dla przykładu przeliczymy stężenie wagowe kwasu pruskiego i chloropikryny 0,15 g/m^3, na stężenie objętościowe.

Gramocząsteczka kwasu pruskiego — 27, chloropikryny — 164,5 (Tab. 5), które w stanie gazowym pod ciśnieniem 760 mm i 0° zajmują objętość 22,4 litra, to 0,15 g. kwasu pruskiego w stanie gazowym zajmie objętość:

$$\frac{22{,}4 \times 0{,}15}{27} \text{ litr.} = 0{,}124 \text{ litr.,}$$

a stężenie $C = \frac{0{,}124}{1000} = \frac{1}{8000}$ (zaokrąglone)

Analogicznie obliczymy dla chloropikryny:

$$\frac{22{,}4 \times 0{,}15}{164{,}5} \text{ litr} = 0{,}02 \text{ litr;} \quad C = \frac{0{,}02}{1000} = \frac{1}{50000}$$

Zestawiając stężenie wagowe i objętościowe widzimy, że równe wagowe różnych gazów bojowych, nieodpowiadają objętościowym i odwrotnie.

Przeliczenie stężeń objętościowych na wagowe jest następujące: Np. stężenie iperytu 1/100000 obliczymy przyjmując, że teoretycznie 1 litr pary iperytowej pod ciśnieniem 760 mm i 0° waży: 159,05 g : 22,4 = 7,1 g. Wobec tego, że jeden litr pary iperytowej (7,1 gr.) znajduje się w 100000 litrach powietrza, a 100000 litr. = 100 m^3, otrzymamy 7,1 g : 100 m^3 = 0,071 g/m^3.

Stężenie bojowych środków chemicznych, znajdujących się w powietrzu w postaci zawiesinek (dymy), określa się tylko w g/m^3.

Ilość substancji toksycznej zawartej w powietrzu nie wyczerpuje zagadnienia jej skuteczności bojowej. Oddychając dłuższy czas powietrzem o małej zawartości substancji bojowej osiągamy ten sam skutek co o dużej zawartości w ciągu krótkiego czasu.

a. Liczba trująca.

Zależność pomiędzy czasem wdychania środka chemicznego, a jego stężeniem, ujął prof. Haber wzorem $c \times t = W$ [1]), gdzie c — stężenie mg/m^3, t — czas wdychania w minutach, a W — liczba stała dla każdego środka chemicznego. Liczba stała została nazwaną liczbą trującą Habera.

Im mniejsza ta liczba, tem mniej trzeba odpowiedniego środka by spowodować śmierć, t. j. tem środek jest odpowiednio potężniejszy.

Wzór Habera został przyjęty z zastrzeżeniem, że wdychana trucizna całkowicie pozostaje w ustroju, co w rzeczywistości nie bywa, gdyż tylko część wprowadzonej trucizny pozostaje w organizmie, a druga część mniejsza zostaje, wyrzucona z powrotem z wydechem.

---

[1]) Ilościowym wykładnikiem potęgi działania trucizny jest iloraz:

$$\frac{\text{ilość trucizny niezbędna do spowodowania śmierci w gramach,}}{\text{ciężar ustroju zwierzęcego w kg.}}$$

t. j. powyższy stosunek ($\frac{G}{K} = W$) daje nam ile potrzeba gramów trucizny wprowadzić do organizmu na kilogram żywej wagi danego ustroju by spowodować śmierć.

W wypadku kiedy trucizna została wprowadzona do organizmu przez drogi oddechowe, jak to ma miejsce z gazami bojowemi, to wielkość G jest funkcją trzech zmiennych: stężenia gazu bojowego c (mg/m^4), czasu wdychania zagazowanego powierza t (minuty) i objętość wdychanego powietrza w ciągu minuty V (m^3). Ilość wprowadzonego gazu bojowego $G = c \times t \times V$.

Jeśli do wzoru $\frac{G}{K} = W$, podstawimy zamiast G, wielkość równoznaczną, to otrzymamy: $c \times t \times \frac{V}{K} = W$.

Iloraz $\frac{V}{K}$ jest wielkością stałą dla danego ustroju zwierzęcego, wobec tego poprzedni wzór dzielimy na współczynnik stały $\frac{V}{K}$ i otrzymujemy $c \times t = W$.

W rzeczywistości należy przyjąć, że nie całe stężenie c działa, a tylko część c — e. Dane stężenie c musi być przeto zmniejszone o stałą wielkość nieczynną — e, a wtedy wzór Habera przyjmie formę:

$$(c - e) \cdot t = W.$$

Wzoru tego używa się przy określaniu stężeń zabójczych, kwasu pruskiego, iperytu i tlenku węgla.

Poniższa tabela podaje liczby trujące, otrzymane przez prof. Habera z doświadczeń na kotach.

TAB. I.

Fosgen	450
Dwufosgen	500
Iperyt	1500
Chloropikryna	2000
Chloroaceton	3000
Bromoaceton	4000
Bromek ksylilu	6000
Chlor	7500
Kwas pruski	1000 — 4000.

Liczbami zabójczemi można posługiwać się dla celów praktycznych, z zastrzeżeniem jednak, by stężenia nie były zbyt niskie, a co się tyczy kwasu pruskiego, to tu wahanie stężenia jest najbardziej ograniczone i im stężenie niższe, tem liczba zabójcza większa, w rezultacie czego otrzymujemy, że w warunkach bojowych środek ten pozostaje w tyle za innemi.

Powyższe liczby pozwalają na określenie stężeń zabójczych dla dowolnych okresów wdychania gazu bojowego, przy założeniu, że stężenia zabójcze dla kota będą zabójczemi i dla człowieka. Jeśli weźmiemy fosgen, to pobyt w atmosferze w ciągu 1 minuty, 5 min. 30 min. i 120 minut

będzie niebezpieczny dla życia przy stężeniu 450, 90, 15 i 3,75 mg/m³.

c . t. = W, skąd stężenie fosgenu równa się

$$C = \frac{450}{t} \text{ mg/m}^3..$$

Analogicznie ze wzoru c . t = W, otrzymamy odpowiednie stężenia dla innych gazów bojowych.

Przegląd powyższej tabeli wskazuje nam, że środki wybitnie drażniące jak chloroaceton, bromoaceton, bromek ksylilu, przy większych stężeniach powodują śmierć.

Wzór Habera w zastosowaniu do iperytu, według Fries'a przyjmie postać: (c — 0,01). t = 1,7, t może wahać się od 7,5 do 480 minut; zaś W = 1,7 (w przybliżeniu).

Różnica pomiędzy liczbą zabójczą Habera podaną w tabeli I, która wynosi 1500 i przytoczona przez Fries'a 1,7, pochodzi stąd, że w pierwszym wypadku te same stężenie wyraża się liczbą tysiąckrotnie większą niż w drugim, mianowicie — mg/m³ u Habera i mg/l u Fries'a.

Tab. 2, podaje według źródeł amerykańskich stężenia zabójcze gazów w zależności od czasu wdychania.

TAB. 2.

Stężenia zabójcze.

Gaz bojowy	Czas wdychania gazu bojowego					
	5 minut		30 minut		2 godziny	
	gr/mtr³	$V_1 : V$	gr/mtr³	$V_1 : V$	gr/mtr³	$V_1 : V$
Chlor. . . .	3,17	1:1000	0,32	1:10000	—	—
Chloropikryna	2,74	1:2500	0,34	1:20000	0,15	1:50000
Fosgen . . .	0,88	1:5000	0,18	1:25000	0,04	1:100000
Iperyt . . .	0,55	1:13000	0,07	1:100000	0,02	1:300000
Kwas pruski .	0,6	1.2000	0,15	1:8000	0,12	1:10000

TAB. 3. (według Vedder'a).

Stężenie bojowe obezwładniające i usuwające z szeregów.

Bojowe środki chemiczne	stężenie w kilka sekund powoduje niezdolność do boju przez podrażnienie (stężenie napastliwe)		stężenie w 2 minuty powoduje zapalenie oskrzeli i uszkodzenie płuc	
	g/m³	$V_1 : V$	$V_1 : V$	g/m³
Środki duszące.				
Chlor	0,29	1 : 10,000	0,29	1 : 10,000
Fosgen	0,04	1 : 100,000	0,08	1 : 50,000
Palit	0,05	1 : 100,000	0,5	1 : 10,000
Dwufosgen	0,04	1 : 200,000	0,162	1 : 50,000
Chloropikryna	0,026	1 : 200,000	0,1	1 : 50,000
Czterochlorek cyny	—	—	0,8	1 : 10,000
Chlorek fenylokarbylaminy	—	—	0,71	1 : 10,000
Bromocyjan	0,035	1 : 200,000	0,14	1 : 30,000
Dwuchlorometyloeter	0,47	1 : 10,000	0,47	1 : 10,000
Środki paraliżujące (trujące)				
Kwas pruski	0,55 (Działa natychm. zabójcze)	1 : 2,000	Nie posiada własności kumulujących	
Siarkowodór	1,39	1 : 1,000	0,39	1 : 10,000
Środki parzące.				
Iperyt	Natychm. nie obezwładnia, działanie opóźnione		0,0065 (przy dział. w ciągu 60 min.)	1 : 1,000,000
Środki łzawiące.				
Bromek benzylu	0,00349	1 : 2,000,000	--	—
Bromek ksylilu	0,00378	1 : 2,000,000	—	—
Etylojodooctan	0,00437	1 : 2,000,000	0,17	1 : 50,000
Bromoaceton	0,0028	—	0,56	1 : 10,000
Chloroacetofenon	0,0003		—	—
Kamit	0,0003	1:30,000,000	—	—
Środki drażniące oczy, nos i górne drogi oddechowe (sternity).				
Dwufenylochloroarsyna	0,001	—	2,16	—
Dwufenylocyjanoarsyna	0,001	—	2,08	—
Etylodwuchloroarsyna	0,014	1 : 500,000	0,35	1 : 20,000
Adamsyt	0,0052 0,064	(podrażnienie występuje po paru minut.)		

Utrzymanie w ciągu dłuższego czasu stosunkowo wysokich stężeń zabójczych w warunkach polowych jest trudne, to też widzimy, że odsetek wypadków śmiertelnych wśród porażonych środkami chemicznemi waha się około 3%.

W wypadkach, gdy stężenia bojowe spadają poniżej stężeń zabójczych lub okres wdychania był zamały by spowodować wypadki śmiertelne, działanie gazów jest skuteczne.

Środki drażniące (łzawiące i sternity) już w minimalnych ilościach wywołują pożądany efekt, przez co są bardziej ekonomiczne od gazów zabójczych jeśli chodzi o obezwładnienie i zmuszenie przeciwnika do nałożenia maski.

Im silniejsze działanie drażniące środka chemicznego, tem mniej go trzeba użyć w polu by uniemożliwić przeciwnikowi pobyt w przestrzeni skażonej.

Tabela 4 podaje najmniejsze stężenia napastliwe powodujące łzawienie i uniemożliwiające pobyt w takiej atmosferze bez maski.

TAB. 4.

Kamit	0,0003 g/m³
Chloroacetofenon	0,0003 „
Martonit (chloroaceton + bromaceton) . . .	0,0012 — 0,0014 „
Ester etylojodooctowy	0,0014 „
Bromoaceton	0,0015 „
Bromek ksylilu	0,0018 „
Bromek benzylu	0,0035 „
Bromometyloetyloketon . . .	0,011 „
Chloroaceton	0,018 „
Chloropikryna	0,017 „

Według F. Flury, sternity powodują podrażnienie błon śluzowych nosa i uniemożliwiają pobyt w atmosferze, jeśli stężenie osiąga:

Dwufenylocyjanoarsyna	0,00025	g/m³
Dwufenylochloroarsyna	0,001 — 0,002	„
Fenylodwuchloroarsyna	0,010	„
Metylodwuchloroarsyna	0,045	„

Według J. Meyer'a najpotężniejszym środkiem drażniącym jest dwufenylocyjanoarsyna, gdyż już w rozcieńczeniu 0,0001 g/m³ działa bardzo przykro.

Wielkie różnice w przytoczonych stężeniach napastliwych sternitów spowodowane są różnemi metodami badań, jak również czas działania nie jest zawsze ten sam, wreszcie sposób rozpylania sternitów i wielkość powstałych zawiesinek — o czem badacze zwykle nie mówią, a co wybitnie wpływa na stopień napastliwości. Mniejsza ilość tego samego sternitu w jednostce objętości spowoduje większy efekt napastliwy jeśli sternit zostaje drobniej rozpylony.

b. Liczba parząca iperytu.

Doświadczenia wykazały, że wzór prof. Haber'a: $c \times t = W$, (c — stężenie mg/m³, t — czas w minutach) nadaje się do ujęcia zależności działania parzącego pary iperytowej na skórę ludzką w zależności od stężenia i czasu przebywania.

Mianowicie, im większa zawartość pary iperytowej w powietrzu, tem krócej trzeba przebywać by nastąpiło oparzenie skóry i odwrotnie. Są to wielkości (stężenie i czas) odwrotnie proporcjonale, przeto iloczyn ich jest liczbą stałą, a którą w odróżnieniu od „liczby zabójczej iperytu" (1500 — 1700) nazwiemy *„liczbą parzącą iperytu"*.

Najniższa liczba parząca iperytu, t. j. c × t waha się dla ludzi najbardziej wrażliwych od 500 do 1000.

Według A. A. Glebowicza, parzące działanie parą iperytową skóry ludzkiej obserwowano c × t = 600, t. j. 20 mg/m³ w ciągu 30 minut.

Liczba parząca pozwala zorjentować się, jak długo trzeba zmusić przeciwnika do przebywania na terenie zaiperytowanym by spowodować oparzenie powierzchni ciała parą iperytową.

B. Podział środków chemicznych w stosunku do własności ochronnych maski.

Wszystkie środki chemiczne ze względu na drogi któremi przedostają się do ustroju, można podzielić na dwie grupy:

a) Środki chemiczne działające na ustrój przez drogi oddechowe i oczy.

b) środki chemiczne działające poprzez te same drogi i działające na całą powierzchnię ciała—skórę.

Do tej ostatniej grupy (b), należą środki parzące jak—iperyt i luizyt; zaś wszystkie pozostałe do grupy pierwszej.

Z punktu widzenia bojowego podział ten możemy z lepszym skutkiem zastąpić podziałem środków chemicznych w stosunku do własności ochronnych maski, a mianowicie:

a) Środki chemiczne przed któremi maska w zupełności chroni, będą to gazy duszące, łzawiące i trujące jeśli znajdują się w powietrzu w stanie gazowym, z wyjątkiem tlenku węgla (czad).

b) Środki chemiczne przed któremi maska jest ochroną niewystarczającą, gdyż chroniąc drogi oddechowe i oczy

nie chroni reszty powierzchni ciała, są to gazy parzące — iperyt i luizyt.

c) Środki chemiczne przenikające przez pochłaniacz węglowy, gdyż węgiel aktywowany nie adsorbuje dymów, t. j. zawiesinek sternitów, chloroacetofenonu, trójfosgenu i t. p.

C. Własności fizyczne środków chemicznych.

Działanie środków chemicznych na żywy ustrój zależy od własności toksycznych, z któremi zapoznaliśmy się w rozdziale poprzednim. By środki chemiczne o własnościach toksycznych mogły być z dobrym skutkiem zastosowane do walki, muszą oprócz tego posiadać odpowiednie własności fizyczne, które łącznie z poprzedniemi określają ich charakter bojowy.

Poszczególne własności fizyczne wahają się w szerokich granicach, wobec czego zostały one odpowiednio wyzyskane do zmiennych warunków i celów w jakich toczy się walka chemiczna.

Przedewszystkiem stan skupienia środka chemicznego, w jakim występuje w temperaturze zwykłej, decyduje o czasie jego trwania w terenie. Gaz, ciecz i ciało stałe nie jednakowo długo skażają teren. Czas w ciągu którego środek skaża teren zależy przedewszystkiem od temperatury topnienia i temperatury wrzenia środka chemicznego.

Temperatury topnienia i wrzenia w równej mierze decydują o najwyższem stężeniu, które możemy osiągnąć w terenie, polegając wyłącznie na parowaniu środków chemicznych. Te środki, które występują jako gazy, mogą wytworzyć dowolnie wysokie stężenie uzależnione wyłącznie

TAB. 5.

Własności fizyczne bojowych środków chemicznych.

L. p.	Środek chemiczny	Wzór chemiczny	Ciężar cząsteczkowy	Temperatura		Gęstość		Lotność przy 20° C.	L. p.
				topnienia	wrzenia	Cieczy (woda = 1)	pary (powietrze = 1)		
1	Tlenek węgla . . .	CO	28	— 207°C	— 190°C	0,79	0,967	gaz	1
2	Siarkowodór . . .	SH_2	34,09	— 83	— 61,7	0,86	1,19	„	2
3	Arsenowodór . . .	AsH_3	77,98	— 113,5	— 55	3,498	2,695	„	3
4	Chlor	Cl_2	70,92	— 102	— 33,6	1,469	2,46	„	4
5	Dwutlenek siarki . .	SO_2	64,07	— 73	— 8	1, 35	2,23	„	5
6	Chlorek nitrozylu . .	$NOCl$	65,47	— 65	— 5,6	1,417	2,31	„	6
7	Fosgen	$COCl_2$	98,92	— 118	+ 8,2	1,432	3,4	„	7
8	Chlorocyjan	$ClCN$	61,47	— 5,5	+ 15,5	1,22	2,19	„	8
9	Dwutlenek azotu . .	NO_2	46,01	— 12	+ 22	—	2,65	„	9
10	Kwas pruski	HCN	27,02	— 15	+ 26,5	0,69	0,94	„	10
11	Czterokarbonylek niklu	$Ni(CO)_4$	170,68	— 25	+ 43	1,32	5,9		11
12	Trójtlenek siarki . .	SO_3	80,07	+ 14,8	+ 46	1,98+(16°)	2,77		12
13	Akroleina	$CH_2.CHCHO$	56,03	—	+ 52,4	1,30	1,9		13
14	Czterochlorek krzemu	$SiCl_4$	169,9	— 89	+ 57	1,49	5,86		14
15	Brom	Br_2	159,84	— 7,3	+ 59	3,18	5,52		15
16	Bromocyjan	$BrCN$	105,93	+ 52	+ 61,4	2,81	3,7	549,1 g/m³	16
17	Chlorek sulfurylu . .	SO_2Cl_2	134,99	—	+ 69	1,70	4,7		17
18	Chlorek tionylu . .	$SOCl_2$	118,99	—	+ 78	1,675	4,1		18
19	Eter dwuchlorometyl.	$(CH_2Cl)_2O$	114,95	—	+ 105	1,37	4,0	188,6 „	19
20	Palit	$Cl.CO_2CH_2Cl$ / $Cl.CO_2CHCl_2$	128,94	—	+ 109	1,456	4,4	46,3 „	20
21	Chloropikryna . . .	CCl_3NO_2	164,39	— 69,2	+ 112,8	1,69	5,7	295,8 „	21
22	Chloroaceton . . .	CH_3COCH_2Cl	92,5	—	+ 119	1,16	3,2		22
23	Czterochlorek cyny .	$SnCl_4$	260,54	— 33	+ 114	2,23	9,2		23
24	Dwufosgen (Chloromrówczan trójchlometylu)	$Cl.CO_2CCl_3$	197,84	—	+ 128	1,65	6,9	70,9 „	24

25	Trójchlorek arsenu .	$AsCl_3$	181,34	— 18	+ 130,2	2,20	6,3	84,2 „		25
26	Metylodwuchloroarsyna	CH_3AsCl_2	160,90	—	+ 132	1,84	5,6	74,44 „		26
27	Chlorosiarczan metylu	$ClSO_3CH_3$	130,55	—	+ 132	1,51	4,5			27
28	Czterochlorek tytanu .	$TiCl_4$	189,91	— 25	+ 136,4	1,76	6,84			28
29	Bromoaceton	$CH_3.CO.CH_2Br$	136,96	— 54	+ 137	1,63	4,7			29
30	Bromooctan metylu .	$CH_2BrCO_2CH_3$	152,96	—	+ 144	—	5,3			30
31	Olejek gorczyczny . .	$C_3H_5.NCS$	99,12	—	+ 161	1,03	3,4			31
32	Eter dwubromometyl.	$(CH_2Br)_2O$	223,87	—	+ 154	2,18	7,7	31,6 „		32
33	Chlorosiarczan etylu .	$Cl.SO_2C_2H_5$	144,57	—	+ 154	1,26	5,0			33
34	Etylodwuchloroarsyna	$C_2H_5AsCl_2$	174,92	—	+ 156	1,68	6,0	21,9 „		34
35	Kwas chlorosulfouowy	$Cl.SO_3H$	116,54	—	+ 156	1,78	4,0			35
36	Jodooctan etylu. . .	$JCH_2CO_2C_2H_5$	213,98	— 43,2	+ 179	1,8	6,9			36
37	Chlorek benzylu . .	$C_6H_5CH_2Cl$	126,52	— 27	+ 179	1,11	4,4			37
38	Siarczan dwumetylow.	$SO_2(OCH_3)_2$	126,12	—	+ 188	1,33	4,7			38
39	Bromek benzylu . .	$C_6H_5CH_2Br$	170,98	— 3,9	+ 201	1,44	6,0	3,5 „		39
40	Fenylodwuchlorokarbylamina	$C_6H_5.NCCl_2$	173,97	—	+ 208	1,29	6,0	2,1 „		40
41	Bromek ksylilu . . .	$CH_3C_6H_4.CH_2Br$	184,99	— 2,1	+ 215	1,38	6,4	2,5 „		41
42	Iperyt	$(ClC_2H_4)_2S$	159,05	+ 13,9	+ 217	1,27	5,5	0,565 „		42
43	Jodek benzylu . . .	$C_6H_5.CH_2J$	217,98	24	+ 226	1,77	7,5	1,2 „		43
44	Chloroacetofenon . .	$C_6H_5COCH_2Cl$	154,52	59	+ 245					44
45	Fenylodwuchloroarsyna	$C_6H_5.AsCl_2$	222,92	—	+ 252	1,64	7,7			45
46	Dwufenylochloroarsyna	$(C_6H_5)_2AsCl$	264,5	+ 38	+ 333	1,42	9,1	0,00025 „		46
47	Dwufenylocyjanoarsyna	$(C_6H_5)_2AsCN$	255,05	+ 31,5	+ 346	1,45	8,8	0,00012 „		47
48	Adamsyt	$(C_6H_4)_2NHAsCl$	277,49	+195	+ 410					48
49	Bromometyloetyloketon	$CH_2BrCOC_2H_5$	150,98	—	+ 52 (20 mm Hg)		5,2			49
50	Kamit	$C_6H_5CHCNBr$	195,98	+ 29	231,7	1,54	6,8			50
51	Jodoaceton	CH_3COCH_2J	183,96	—	+ 48 (11 m)		6,3			51
52	Chlorowinylodwuchloroarsyna	$CHClCH.AsCl_2$	207,36	— 13	+ 93 + 190° (26 mm)	2,17	7,1	4,47 „		52
	Luizyt									
53	Dwuchlorowinylochloroarsyna	$(CHClCH)_2AsCl$	233,37	—	+ 130 (26 m)	1,9	8,0			53
54	Trójchlorowinyloarsyna	$(CHClCH)_3As$	259,39	+ 3	+ 151 (26 m)		8,9			54
55	Trójfosgen	$CO(OCCl_3)_2$	297	+ 78	+ 206 (26 m)		10,3			55

od ilości użytego środka chemicznego, natomiast cieczą, lub ciałem stałem możemy osiągnąć stężenie zależnie od temperatury otoczenia. Im wyższa temperatura powietrza tem wyższe stężenie.

Środki chemiczne, które posiadają zbyt nikłe zdolności parowania i tem samem nie są w stanie wytworzyć stężenia bojowego, muszą być wprowadzone do powietrza przez rozpylenie ich siłą wybuchu lub ciepłem, np. sternity.

Główne własności fizyczne, które decydują o charakterze bojowych środków chemicznych zostały zestawione w tabeli 5-ej. Środki chemiczne są uszeregowane według temperatur wrzenia: najpierw środki o najniższej temperaturze wrzenia, następnie w miarę wzrostu tychże. Pierwsze dziesięć występują w temperaturze zwykłej jako gazy, następnie jako ciecze, wreszcie ciała stałe.

Środki chemiczne, które wrą bez rozkładu tylko pod zmniejszonym ciśnieniem podane są na samym końcu tabeli ze wskazaniem punktu wrzenia i odpowiedniego ciśnienia, mierzonego wysokością słupa rtęci w milimetrach.

1. Lotność.

Bojowy środek chemiczny, aby mógł działać na przeciwnika musi znajdywać się w powietrzu w postaci gazu lub pary. Działanie tem silniejsze, im więcej cząsteczek zawartych w powietrzu, to jest im większe stężenie. Dla każdego środka chemicznego istnieje dolna granica toksycznego działania, poniżej której, t. j. mniejsze ilości są nieskuteczne. Ta dolna granica musi być przekroczona w walce, t. j. wytworzyć stężenie bojowe, co osiąga się tem łatwiej, im większa lotność środka chemicznego.

Wszystkie substancje posiadają większą lub mniejszą lotność, t. j. własność przechodzenia cieczy i ciał stałych

w stan pary. Ilość pary nasyconej przy określonej temperaturze, zawarta w metrze sześciennym powietrza, określa lotność danego środka chemicznego, która jest tem większa, im niższy punkt wrzenia posiada środek chemiczny. Ilość pary nasyconej tego samego środka chemicznego zależy od temperatury powietrza, ze wzrostem tej ostatniej ilość danego środka w powietrzu wzrasta.

Aby móc porównać lotność rozmaitych środków bojowych, bierzemy je przy tej samej temperaturze, np. 20°, co zostało wykazane dla niektórych środków chemicznych w tab. 5-ej.

Jak dalece lotność, a tem samem stężenie bojowe środka chemicznego zależy od temperatury, wykazało użycie bromku ksylilu (temp. wrzenia 215°) przez Niemców w styczniu 1915 roku na froncie rosyjskiem. Wobec panującego zimna lotność była tak nieznaczna, że kilka tysięcy pocisków 15 cm z bromkiem ksylilu, wystrzelonych na pozycje rosyjskie pod Bolimowem, nie dały pożądanego rezultatu.

Porównywując lotność środka chemicznego przy dowolnej temperaturze ze stężeniem bojowem, możemy określić, czy w danej temperaturze badany środek wytworzy stężenie bojowe, t. j. czy będzie skuteczny lub nie. Naprzykład iperyt posiada lotność przy temperaturze:

0° — 0,093 g/m³
10° — 0,250 „
20° — 0,565 „
35° — 2,073 „

Lotność dwufenylocyjanoarsyny według Tabl. 5-ej wynosi 0,00012 g/m³, wtedy gdy jej stężenie napastliwe wynosi 0,00025 g/m³, wobec czego osiąga się stężenie bojowe przez odpowiednie rozpylenie.

a. Prężność pary.

Lotność substancji znajduje się w najściślejszym związku z prężnością jej pary i jest proporcjonalną do tej prężności. Im większa prężność pary, tem większa lotność i odwrotnie.

Ponieważ prężność pary środków chemicznych w temperaturze wrzenia osiąga ciśnienia atmosfery, temperatura wrzenia przyjmuje się jako miara lotności. Im niższa temperatura wrzenia, tem wyższa prężność pary danego środka chemicznego, tem samem większe będzie jego stężenie w powietrzu.

W tab. 5 środki chemiczne zostały zestawione kolejno według wzrostu temperatury wrzenia. Temperatury wrzenia bojowych środków chemicznych zawarte są pomiędzy — 190° (tlenk węgla) i + 410° (adamsyt). Wszystkie środki, które posiadają temperatury wrzenia poniżej temperatury zwykłej (20°), będą znajdowały się w atmosferze w stanie gazowym.

Widzimy, że substancje o niskich temperaturach wrzenia posiadają dużą lotność, i odwrotnie. Naprzykład chloropikryna o temperaturze wrzenia + 112° posiada lotność 295,75 g/m³ (20°), wtedy gdy iperyt o temperaturze wrzenia + 217°, posiada lotność 0,565 g/m³.

Zwykle przy charakterystyce własności substancji podaje się jej lotność, jednak nie ilością gramów w metrze sześciennym powietrza (g/m³), a podaje się prężność pary danej substancji przy różnych temperaturach. Prężność pary mierzy się wysokością słupa rtęci.

Znając prężność pary przy danej temperaturze, łatwo możemy obliczyć lotność w g/m³ i tem samem maksymalne stężenie jakie osiągniemy przy tej temperaturze.

Dla przykładu obliczymy jaką lotność posiada iperyt przy 0° i 20°, jeśli prężność jego pary w tych temperaturach wynosi 0,01 mm i 0,065 mm (tab. 6).

Gramocząsteczka każdej substancji w stanie gazu przy temperaturze 0° i 760 mm ciśnienia zajmuje objętość 22,4 litra. Gramocząsteczka iperytu, przy 0° pod ciśnieniem 1 mm zajmie objętość:

22,4 litra × 760, a pod ciśnieniem 0,01 mm:

$$\frac{22{,}4 \times 760}{0{,}01} = 1702{,}400 \text{ litr.} = 1702{,}4 \text{ m}^3.$$

Gramocząsteczka iperytu waży 159,05 gr., wobec czego w jednym m³ powietrza iperytu pod ciśnieniem 0,01 mm będzie się zawierać — 159,05 gr.: 1702,4 m³ = 0,093 g/m³; t. j. stężenie iperytu odpowiadające prężności 0,01 mm wynosi 0,093 g/m³.

Drugi przykład: przy temperaturze 20° objętość gramocząsteczki będzie

$$\frac{22{,}4 \times (273^0 + 20^0)}{273} \text{ litr.} = 24{,}04 \text{ litr.}$$

przy temperaturze 20° iperyt posiada prężność 0,065 mm i dlatego przy tej temperaturze i prężności gramocząsteczka iperytu zajmuje objętość

$$\frac{24.04 \times 760}{0{,}065} \text{ litr} = 281083{,}1 \text{ litra} = 281{,}0831 \text{ m}^3.$$

Z tego wynika, że jeden m³ powietrza nasyconego parą iperytową przy 20° zawierać będzie 159,05 gr. : 281,0831 m³ = 0,565 g/m³.

Ująć matematycznie zależność prężności pary substancji od stałych fizycznych (ciężar cząsteczkowy, temperatura wrzenia i t. p.) z jednej strony, a temperaturą otoczenia z drugiej strony dotąd nie udało się, wobec czego dla

każdej substancji istnieje wzór empiryczny, który pozwala dokładnie obliczyć prężność przy różnych temperaturach.

Załączona tab. 7 podaje prężności pary nasyconej niektórych środków chemicznych i wzory empiryczne, przy pomocy których zostały obliczone.

W terenie rzadko osiąga się nasyconą parę środka chemicznego ze względu na stale instniejący ruch powietrza. Wobec tego, by środek chemiczny parując osiągał w powietrzu stężenie bojowe, lotność jego musi wielokrotnie przewyższać te stężenie.

b. Temperatura topnienia.

Temperatura topnienia bojowego środka chemicznego określa, czy dany środek w temperaturze otoczenia będzie ciałem stałem lub ciekłem. Jeśli punkt topnienia jest wyższy od temperatury otoczenia, to środek jest w stanie stałym. Ogólnie temperatura topnienia w stosunku do lotności odpowiada stosunkowi zachodzącemu pomiędzy temperaturą wrzenia a lotnością, mianowicie: im wyższa temperatura topnienia (wrzenia), tem mniejsza będzie lotność danej substancji.

Temperatury topnienia środków chemicznych wahają się pomiędzy — 101,5 (chlor), a + 195°, (adamsyt) (tab. 5).

Przegląd temperatur topnienia podanych w tab. 5-ej wskazuje, że tylko nieliczne bojowe środki posiadają punkt topnienia (krzepnięcia) w granicach temperatury normalnej, co powoduje, że przy spadku temperatury substancja przechodzi ze stanu ciekłego w stan stały, a prężność pary niewspółmiernie obniża się.

Zapobiega się temu przez dodawanie rozpuszczalników, które obniżają temperaturę krzepnięcia, naprzkład przy

użyciu iperytu temperatura krzepnięcia (topnienia) z 13,9° (czystego iperytu) zostaje obniżona do 0°. Zależność obniżenia się temperatury krzepnięcia (topnienia) iperytu od ilości i rodzaju rozpuszczalnika podaje tabela 6.

TAB. 6.

Zawartość rozpuszczalnika	Temperatura krzepnięcia rozczynu iperytu		
	chloropikryny	chlorobenzenu	czterochlorku węgla
0%	13,9° C	13,9° C	13,9° C
10%	9,8 „	8,4 „	9,8 „
20%	6,3 „	6,4 „	6,6 „
30%	2,6 „	—1,0 „	3,1 „

Tylko chemicznie czysty iperyt posiada temperaturę topnienia 13,9°; wszelkie zanieczyszczenia obniżają temperaturę i tem więcej, im większe zanieczyszczenie. Iperyt techniczny posiada temperaturę topnienia od 6 do 10°, zależnie od czystości.

Niektóre bojowe środki chemiczne, jak chlorocyjan, a jeszcze bardziej bromocyjan, posiadają małą rozpiętość temperatur topnienia i wrzenia. Chlorocyjan posiada temperaturę topnienia (krzepnięcia) — 6°, a temperaturę wrzenia +15,5°, czyli że chlorocyjan istnieje jako ciecz tylko w granicach 21,5°. Bromocyjan posiada punkt topnienia +52°, a punkt wrzenia + 61,4°, a więc jako ciecz istnieje w granicach 9,4°. Własność ta powoduje dużą lotność bromocyjanu w stanie stałym, a z drugiej strony pozwala przypuszczać, iż tego rodzaju substancja będzie źle adsorbowana przez węgiel aktywowany, gdyż będzie znajdywać się w powietrzu nietylko w stanie pary, ale i stałych zawiesinek (kryształków).

TAB. 7.

Prężność pary nasyconej

Temperatura	Prężność pary nasyconej w mm (rtęć)		Temperatura	Prężność pary nasyconej w mm (rtęć)	
Dwufosgen			**Bromocyjan**		
10°C	5,0 mm	według Vedder'a	$\lg v.p = 10{,}3283 - \frac{2457.5}{273+t}$		
20°	10,3 „		−17,3°	5,9 mm	Baxter, Bezzenberger i Wilson
30°	16,3 „		15,5	6,3 „	
Palit ($Cl.CO_2CH_2Cl$)			0	21,2 „	
10°	3,6 mm		15	63,3 „	
20°	5,6 „		25	119,5 „	
Chloropikryna			35	223,5 „	
$\lg v.p = 8{,}2424 - \frac{2045,1}{273+t}$			**Czterochlorek cyny**		
−20°	1,50	według: Baxter, Bezzenberger i Wilson. The Journal of the American Chemical Society Vol. 42. No. 7. July — 1920.	−10°	2,78 mm	Vadder
19	1,70		0	5,53 „	
18	1,90		10	10,33 „	
0	5,71		20	18,58 „	
10	10,37		30	31,39 „	
15	13,82		**Etylojodooctan**		
20	18,31		10°	0,28 mm	Vedder'a
25	23,81		20	0,54 „	
30	31,10		30	0,87 „	
35	40,14		**Dwufenylochloroarsyna**		
Iperyt			$\lg v.p = 7{,}893 - \frac{3288}{273+t}$		
−17,8°	0,0045 mm	płk. lek. Vedder The Medical Aspects of Chemical Warfare	0°	0,0001 mm	Baxter, Bezzendorfer i Wilson
0	0,0100 „		25	0,0003 „	
10	0,0256 „		45	0,0039 „	
14	0,0379 „		55	0,0065 „	
15	0,0417 „		75	0,0282 „	
16	0,0457 „		**Karbonylek niklu**		
17	0,0499 „		−0°	94,3 mm	
18	0,0546 „		0	144,5 „	
19	0,0596 „		+20	329,5 „	
20	0,0650 „		+30	461,9 „	
21	0,0709 „				
22	0,0773 „				
23	0,0842 „				
24	0,0916 „				
25	0,0996 „				
30	0,1500 „				
35	0,2220 „				

Dalszy ciąg tab. 7.

Temperatura	Prężność pary nasyconej w mm (rtęć)	Temperatura	Prężność pary nasyconej w mm (rtęć)
Luizyt		**Chlorocyjan**	
0°	0,087 mm (Vedder)	— 30°	68,30 mm (stały)
20	0,395 „	20	148,21 „
Metylodwuchloroarsyna		10	270,51 „
$\lg v.p. = 8\,6944 - \frac{2281,7}{273 + t}$		5	350,20 „
— 17,0°	0,53 mm	0	440,11 „
16,8	0,56 „	20	1001,87 „
15	0,67 „	**Trójchlorek arsenu**	
0	2,17 „ (Baxter, Bezzenberger i Wilson)	$\lg v.p. = 7,5183 - \frac{2071}{241,2 + t}$	
15	5,94 „	0°	2,44 mm
25	10,83 „	+ 25	11,65 „
35	19,33 „	+ 35	19,53 „
Fenylodwuchloroarsyna		**Fosgen**	
$\lg v.p. = 9,15 - \frac{3164}{273 + t}$		— 25,56°	176,5 mm
0°	0,004 mm	— 15,34	282,5 „
15	0,014 „	+ 0,03	553,2 „
25	0,035 „ (Baxter Bezzenberger i Wilson)	12,6	889,2 „
30	0,049 „		
35	0,076 „		
45	0,159 „		
Chloroacetofenon			
0°	0,0028 mm		
15	0,0078 „		
25	0,188 „		
37	0,558 „		

c. Ciepło parowania.

Przejście ze stanu stałego albo ciekłego w stan pary połączone jest z użyciem ciepła. Ponieważ substancja pobiera potrzebną przy parowaniu ilość ciepła z otoczenia, przeto obniża się temperatura samej substancji i otoczenia. Im więcej ciepła zużywa substancja na wyparowanie i im większa jest szybkość tego parowania, tem większy następuje spadek temperatury.

Największy efekt spadku temperatury powstaje przy parowaniu skroplonego gazu.

Duże ciepło parowania zmniejsza szybkość jego parowania i taki środek chemiczny utrzyma się dłużej w terenie. Aby ładunek wybuchowy w pociskach i bombach gazowych nie spalał podczas eksplozji środka chemicznego, winien być obliczony z uwzględnieniem ciepła właściwego i ciepła parowania środka chemicznego.

TAB. 8.

Ciepłe parowania.

Chloropikryna	50	kal/gr.	
Clorocyjan	125,0	,,	(+ 12,7°)
Bromocyjan	81,1	,,	
Kwas pruski	210,9	,,	(+ 20°)
Trójchlorek arsenu . . .	69,7	,,	
Chlor	62,7	,,	(+ 8°)
Iperyt	80,0	,,	
Czterochlorek węgla . .	52,0	,,	(0°)
Trójtlenek siarki	147,5	,,	(+ 18°)
Czterochlorek cyny . .	46,84	,,	
Czterochlorek krzemu .	37,4	,,	
Dwusiarczek węgla . . .	86,9	,,	(14,1°)

Płynny chlor parując obniża znacznie temperaturę powietrza i powoduje tworzenie się mgły, a sama butla obmarza. Z tego powodu obłok chlorowy z butli gazowej jest nieprzezroczysty i posiada kolor białawy lub mleczno-żółty. Tylko podczas bardzo suchej pogody obniżenie temperatury powietrza nie osiąga punktu rosy i obłok jest wtedy przezroczysty, prawie niedostrzegalny, koloru zielonawo-żółtego.

Przy silnem wytrysku ciekłego chloru z butli gazowej opada on kropelkami na ziemię i tworzy na ziemi wodzian chloru ($Cl \cdot 8 H_2O$), który w formie krystalicznej żółto-zielonej masy utrzymuje się czas jakiś po opróżnieniu butli z chloru, powoli parując.

By zapobiec tworzeniu się wodzianu chloru i osiągnąć szybkie przejście ciekłego chloru w stan gazowy posiadają butle rozpylacze.

Kilkanaście kilogramów fosgenu w otwartym zbiorniku na otwartej przestrzeni nie są w stanie odrazu przejść w stan pary, a potrzebują na to kilku minut czasu, nawet w temperaturze powietrza wyższej od temperatury wrzenia fosgenu (8,2°).

2. Gęstość środków chemicznych.
(Ciężar właściwy).

Gęstość środków chemicznych w stanie stałym i ciekłym określa się w stosunku do wody i jak widzimy na tab. 5. waha się w granicach pomiędzy 0,7 (kwas pruski), a 3,2 brom. Przy napełnianiu pocisków środkami chemicznemi brana jest pod uwagę gęstość ze względów balistycznych, aby nie przekroczyć dopuszczalnych wahań ciężaru pocisku.

Wszystkie te środki, z małym wyjątkiem są cięższe od wody i przy użyciu ich w polu będą tonęły w wodzie. Do utrzymania na powierzchni wody trzeba je rozpuścić w odpowiednim rozpuszczalniku — to jest nierozpuszczalnym w wodzie i lżejszym od niej, np. nafta.

Gęstość środków bojowych w stanie pary określona w stosunku do powietrza, jest wielokrotnie większa od powietrza, z wyjątkiem kwasu pruskiego (0,9) i tlenku węgla (0,99). Maksimum gęstości posiada czterochlorek cyny—9,0.

Gaz lżejszy od otaczającego powietrza ma naturalnie dążność do góry, wtedy, gdy wymagania walki chemicznej są wprost przeciwne, aby substancja zamieniona w gaz lub parę możliwie dłużej trzymała się ziemi. Im większa gęstość pary, tem mniej środek chemiczny ulega dyfuzji, tem powolniej rozprasza się w powietrzu i tem dłużej trzyma się powierzchni ziemi, a stężenie bojowe zachowuje w ciągu dłuższego czasu ten sam poziom.

Kwas pruski z powodu swojej małej gęstości został zdyskwalifikowany, jako gaz bojowy i w drugiej połowie wojny światowej nie był już stosowany. Nie pomogło w tym wypadku obciążenie obłoku kwasu pruskiego trójchlorkiem arsenu i czterochlorkiem cyny.

Lepszy wynik otrzymano obciążając kwas pruski nie metodą fizyczną, lecz chemiczną, t. j. łącząc cyjan z chlorem lub bromem. Nowe środki chemiczne, chlorocyjan i bromocyjan są dwa i cztery razy cięższe od powietrza.

Masy powietrza obciążone środkami chemicznemi wciskają się w najgłębsze i najniżej położone miejsca pozycyj przeciwnika. Gaz utrzymuje się dłużej w dolinach, na moczarach, w lejach, gdyż wiatr unosi tylko wierzchnią warstwę obłoku gazowego.

Praktycznie, gęstość pary środków bojowych, obliczamy dzieląc ciężar cząsteczkowy przez 29 (tabl. 5).

Naprzykład chlor — ciężar cząsteczkowy 70,9 : 29 = 2,45; chlor jest 2,5 razy cięższy od powietrza; fosgen — 98,9 : 29 = 3,4.

3. Rozszerzalność środków chemicznych od ciepła.

Bojowe środki chemiczne, za wyjątkiem tylko sternitów, znajdują się w pociskach, bombach, granatach ręcznych i karabinowych, w butlach i t. p., sprzęcie walki chemicznej w stanie ciekłym. Ciecze te ulegają wahaniom temperatury otoczenia. Ogrzewając się, rozszerzają się w daleko większym stopniu, niż zawierająca je skorupa. Wobec tego, że ciecze są mało ściśliwe, rozwijają przy rozszerzaniu się wysokie ciśnienia, jakich nie wytrzymuje materjał stały. Aby zapobiec pękaniu zbiorników, nie napełnia się ich kompletnie, a pozostawia się wolną przestrzeń.

Spółczynnik rozszerzalności ciekłego:

chloru	0,0023
fosgenu	0,0018
chloropikryny	0,0011
iperytu	0,0009

Jeśli przyjmiemy, że temperatura napełniania pocisków i t. p. zbiorników cieczami bojowemi nie bywa niższą niż — 10° C, a pocisk w warunkach polowych nie ogrzeje się powyżej 50°, to zbiornik po napełnieniu powinien posiadać wolną przestrzeń nie mniejszą jak:

0,0023 × 60 = 0,138 objęt. zawartego choru w zbiorniku,
0,0018 × 60 = 0,108 „ „ fosgenu „
0,0011 × 60 = 0,066 „ „ chloropikryny „
0,0009 × 60 = 0,054 „ „ iperytu „

Z tego względu zbiorniki zawierające chlor. fosgen, posiadają wolną przestrzeń wynoszącą około 15% pojemności, a z chloropikryną lub iperytem około 5—7% pojemności zbiornika.

Przy przejściu substancji ze stanu ciekłego w stan gazu lub pary, objętość wzrasta o 300 do 550 razy.

Obliczymy zwiększenie objętości przy przejściu ciekłego chloru w stan gazowy. Weźmy butlę gazową zawierającą 20 kg ciekłego chloru, objętości 14,3 litra (20 kg : 1,4 kg = 14,3 litra). Gramocząsteczka w stanie gazowym przy 0^0 i 760 mm ciśnienia zajmie objętość 22,4 litra. Gramocząsteczka chloru (Cl_2) wynosi 71 g.

Objętość 20 kg. chloru w stanie gazowym przy 0^0 i 760 mm ciśnienia będzie:

71 g. chloru w stanie gazu posiada objętość 22,4 litra
20000 „ „ „ „ „ „ x

$$x : 22{,}4 = 20000 : 71$$

$$x = \frac{22{,}4 \times 20000}{71} = 6309{,}85 \text{ litra}$$

$$6309{,}85 : 14{,}3 = 441.$$

Przy przejściu chloru ze stanu ciekłego w stan gazu objętość wzrosła 441 razy.

Spółczynnik rozszerzalności gazów przy ogrzaniu o jeden stopień wynosi 1/273 swojej objętości. Co pozwoli na obliczenie objętości przy innych temperaturach i niezmiennem ciśnieniu (760 mm), ze wzoru: $V_1 = V_0 (1 + \alpha t)$, gdzie V_0 — objętość gazu przy 0^0, $\alpha = 1/273$, zaś t — temperatura.

4. Energja powierzchniowa.

Energja powierzchniowa przejawia się na powierzchni ciał stałych i ciekłych, ujawnia się ona w napięciu po-

wierzchniowem, w spójności, przyleganiu, adsorbcji i t. p. Energja powierzchniowa powstaje jako wynik działania sił międzycząsteczkowych.

Energja powierzchniowa substanji zależy od składu, chemicznego, budowy cząsteczek i ugrupowania ich i jest proporcjonalną do powierzchni; im powierzchnia bardziej rozwinięta, tem większą jest energja powierzchniowa. Energja maleje w miarę wzrostu temperatury. Dla porównania energji powierzchniowej różnorodnych substancji posługujemy się wielkością napięcia powierzchiowego, które wyrażamy ilością dyn na centymetr (dyn/cm).

W tab. 9 podane są wielkości napięcia powierzchniowego niektórych środków chemicznych jakie miały zastosowanie w walce lub obronie chemicznej.

TAB. 9.

Napięcie powierzchniowe.

		dyn/cm
1. Czterochlorek krzemu ($SiCl_4$)	w temp.	18,9° — 16,31
2. Eter etylowy ($C_2H_5 . O . C_2H_5$)	„	20° — 17,0
3. Chloral (CCl_3CHO)	„	19,4° — 24,5
4. Czterochlorek węgla (CCl_4)	„	20° — 25,68
5. Alkohol etylowy (C_2H_5OH)	„	20° — 26,0
5. Olejan sodowy ($C_{18}H_{33}O_2Na$) 0,25—2,5% roztwór w wodzie		— 26,0
7. Nafta (ciężar właśc. 0,8467)	w temp.	25° — 26,4
8. Terpentyna	„	20° — 26,7
9. Chloroform ($CHCl_3$)	„	10,2° — 27,62
10. Benzen (C_6H_6)	„	25,1° — 27,7
11. Chlorek sulfurylu (SO_2Cl_2)	„	15,9° — 29,01
12. Trójchlorek fosforu (PCl_3)	„	35,2° — 29,3
13. Dwusiarczek węgla (CS_2)	„	20° — 32,0
14. Chlorobenzen (C_6H_5Cl)	„	25° — 32,9

15. Tiofen (C_4H_4S)	„	0°	— 33,5
16. Iperyt niem. z pocisków	„	23°—36°	— 37,5
17. Trójchlorek arsenu ($AsCl_3$)	„	20,8°	— 39,4
18. Iperyt chemicznie czysty ($Cl_2H_8C_4S$)	„	15°	— 41,32
19. Woda (H_2O)	„	20°	— 75,0

Energja powierzchniowa bojowych środków chemicznych jest najmniej zbadana, chociaż już dziś możemy ogólnie określić jej znaczenie. Rozróżniamy przytem energję powierzchniową wykorzystaną do celów obrony przeciwchemicznej i walki chemicznej. Z chwilą zastosowania węgla aktywowanego do obrony, zostało wyzyskane zjawisko adsorbcji, to jest energję powierzchniową węgla, która zagęszcza i utrzymuje na powierzchni węgla cząsteczki gazu [1]).

Obrona posługując się energją powierzchniową węgla tryumfuje tylko do chwili kiedy walka chemiczna nie skorzystała z tejże samej energji. Mianowicie, do walki zastosowano środek chemiczny, który jest adsorbowany przez całą powierzchnię ciała ludzkiego, t. j. skórę: stykając się ze skórą mocno na niej osiada, przenika ją i przedostaje się do wnętrza ustroju. Tę zdolność osiadania i przenikania przez skórę zawdzięczamy *niskiemu napięciu powierzchniowemu, które powoduje osiadanie i rozpuszczanie się środka chemicznego w tłuszczu znajdującym się na skórze i w samej skórze. Są to środki parzące, działające na skórę (iperyt).*

---

[1]) B. Rozanow i N. Szyszakow (praca zbiorowa „Molekularnyje siły i ich elektriczeskaja priroda". Moskwa, 1929), obliczają siłę adsorbcji, która jest zdolna osłabić spójność cząsteczek, a nawet naruszyć siły cząsteczkowe (dysocjacja). Przykładu dysocjacji gazu bojowego, pod wpływem węgla aktywowanego, dostarczają nam karbonylki.

W roku 1918 Niemcy zastosowali rozpuszczalnik iperytu czterochlorek węgla, zamiast chlorobenzenu, o mniejszem napięciu powierzchniowem i w tym roku statystyka francuska wykazała większy odsetek wypadków śmiertelnych wśród oparzonych iperytem. Prawda, że jednocześnie z nowym rozpuszczalnikiem była wprowadzona bardziej zasadnicza zmiana w użyciu iperytu, silnie go rozpylając (niemiecki podwójny żółty krzyż). Te dwa czynniki spotęgowały własności bojowe iperytu.

Ustalonem zostało, że im mniejsze napięcie powierzchniowe rozpuszczalnika, tem łatwiej przenika iperyt przez skórę i trudniej go zmyć z powierzchni, z drugiej zaś strony obrona przy zmywaniu iperytu posługuje się środkami posiadającemi mniejsze napięcie powierzchniowe niż iperyt; naprzykład — mydło, benzyna, nafta, alkohol i t. p.

Praca nad środkami parzącemi idzie w dwóch kierunkach: wynalezienie nowego potężniejszego środka parzącego i zwiększenie lepkości iperytu [1]) by utrudnić obronę.

Płyny posiadają mniejsze napięcie powierzchniowe niż ciała stałe, co powoduje łatwiejsze rozpylenie cieczy niż ciał stałych. Rozpylenie metali w stanie płynnym pozwala otrzymać bardzo delikatną zawiesinę.

Sternity rozpylano jako ciało stałe i w roztworze fosgenu lub dwufosgenu, ostatnim sposobem osiągano drobniejsze rozpylenie.

Tam, gdzie przy rozpylaniu płynów chodzi o najdalej posunięte rozdrobnienie, płyny o niskiem napięciu powierzchniowem dają lepszy wynik przy tym samym wysiłku, w jednakowych pozastałych warunkach.

---

[1]) Die Ulftragifte. Hefte der Chemischen - Fabrik Stoltzenberg. Heft 1.

a. Adsorbcja.

Ciała o niewspółmiernie rozwiniętej powierzchni w stosunku do swej masy posiadają zdolność zagęszczania i utrzymywania na powierzchni cząsteczek gazu. Własność tę nazywamy adsorbcją.

Węgiel aktywowany posiada najbardziej rozwiniętą powierzchnię i zdolność jego adsorbcyjna dochodzi do 150%, t. j. adsorbuje taką ilość środka chemicznego w stosunku do wagi samego węgla. 1 gr. węgla posiada ogólną powierzchnię 200 — 1000 m^2.

Badania węgla aktywowanego wykazują, że środki chemiczne nie są jednakowo adsorbowne, węgiel adsorbuje więcej lub mniej zależnie od rodzaju środka chemicznego; te, które posiadają niski punkt wrzenia przy małym ciężarze cząsteczkwym są adsorbowane gorzej lub biorąc praktycznie zupełnie nie adsorbują się (np. tlen, azot, tlenek węgla). Na zdolność adsorbcyjną środków chemicznych wpływa obecność pary wodnej, której wpływ jest niejednakowy dla różnych środków chemicznych, najczęściej jednak jest on ujemny, t. j. węgiel aktywowany zostaje nasycony prędzej. Wyjątek stanowią chlor, fosgen.

Zdolność adsorbcyjna węgla w stosunku do tego samego środka chemicznego zależy od temperatury: im niższa temperatura tem większą ilość adsorbuje.

Umundurowanie żołnierzy, które utworzone jest z włókien pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, adsorbuje z powietrza bojowe środki chemiczne, przyczem włókna zwierzece w większym stopniu niż roślinne.

Środki spożywcze posiadają także zdolność adsorbcyjną.

Wobec tego, że węgiel aktywowany adsorbuje tylko środki chemiczne znajdujące się w postaci cząsteczek, przeto zespoły cząsteczek — zawiesinki stałe lub ciekłe, nie są zatrzymywane przez pochłaniacze węglowe.

Na tej drodze udało się Niemcom w połowie 1917 r. sternitem przebić pochłaniacz węglowy.

ROZDZIAŁ II.

Mieszaniny bojowych środków chemicznych.

Do walki chemicznej używano przeważnie mieszanin środków chemicznych. Z tego powodu tak działanie toksyczne jak i własności fizyczne ulegają znacznym wahaniom zależnie od części składowych mieszaniny. Na ogół własności bojowe mieszanin są potężniejsze od tychże własności poszczególnych składników. Mianowicie, mieszaniny posiadają następujące zalety:

a) Na podstawie zapachu mieszaniny nie możemy wykryć części składowych.

b) Osiąga się wyższe stężenie w powietrzu.

c) Zwiększa się działanie toksyczne.

d) Osiąga się natychmiastowe działanie środka o działaniu opóźnionem.

e) Prędzej wyczerpuje się pochłaniacz węglowy.

f) Osiąga się częściowo przeskok bez wyczerpania pochłaniacza.

Lotność mieszaniny da się obliczyć w przybliżeniu jako suma lotności części składowych, gdyż one parują niezależnie i w tej samej ilości jak i pojedyńcze.

Do iperytu, kamitu dodawano cały szereg rozpuszczalników, bądź o działaniu toksycznem, bądź nieszkodliwych, celem obniżenia punktu topnienia (tab. 6).

W tab. 10 są wykazane główniejsze mieszaniny używane podczas wojny światowej. Pozatem niemieckie mieszaniny gazów bojowych w pociskach artyleryjskich są wykazane w tabeli niemieckich pocisków chemicznych (tab. 28).

ROZDZIAŁ III.

Bojowe środki chemiczne w terenie.

A. Metody skażania środowiska.

Celem skażenia środowiska w którem znajduje się walczący przeciwnik, wprowadza się do powietrza bojowe środki chemiczne.

Wprowadzenie środków chemicznych do powietrza następuje:

1. Przez wypuszczenie ze zbiorników pod ciśnieniem w otaczające powietrze środków chemicznych o niskiej temperaturze wrzenia; środek chemiczny natychmiast przechodzi w stan gazu i tworzy z powietrzem o b ł o k g a z o w y.

Butle gazowe zawierające chlor, fosgen, były używane do wytwarzania obłoków gazowych.

Pociski artyleryjskie i bomby napełnione fosgenem, kwasem pruskim, eksplodując, wytwarzają obłoki gazowe.

2. Zraszanie powierzchni ziemi środkiem chemicznym o temperaturze wrzenia powyżej 150°. Zroszona bojowym środkiem chemicznym powierzchnia ziemi nosi nazwę p l a m y c h e m i c z n e j. Plama chemiczna paruje i tworzy w powietrzu obłok gazowy.

Pociski i bomby napełnione bromkiem ksylilu, bromoacetonem, iperytem, kamitem i t. p.; eksplodując zraszają powierzchnię ziemi i tworzą plamę chemiczną.

3. Mechaniczne rozpylenie środków chemicznych w stanie stałym, które unoszą się w powietrzu w postaci drobnych pyłków-zawiesinek. Tym sposobem rozpylano siłą wybuchu sternity znajdujące się wewnątrz pocisku kruszącego.

4. Mechaniczne rozpylenie cieczy, która w postaci drobnych zawiesinek tworzy w powietrzu mgłę. Do pocisków i bomb gazowych dawano większą ilość materjału kruszącego, który rozpylał środek chemiczny w powietrzu, np. iperyt tworzył mgłę iperytową i t. p.

5. Przez mechaniczne rozpylenie roztworów ciał stałych.

Niemcy rozpuszczali sternity w fosgenie i dwufosgenie, umieszczając tego rodzaju roztwór w flaszkach wewnątrz pocisków kruszących.

6. Przez sublimację ciał stałych, wytwarzając zawiesinki wielokrotnie mniejsze od mechanicznego rozpylenia.

Środki chemiczne użyte do skażenia środowiska sposobami wymienionemi dają w terenie obłok gazowy, plamę chemiczną lub obłok dymny.

Ścisłej jednak granicy pomiędzy obłokami gazowemi i dymnemi przeprowadzić się nie da, z tego powodu powietrze skażone sposobem pkt. 3, 4, 5 i 6 nazywamy obłokiem gazowym, lub obłokiem dymnym, zależnie od tego czy celem skażenia jest wyłącznie stworzenie obłoku przesłania-

TAB. 10.

Główniejsze mieszaniny chemicznych środków bojowych stosowane podczas wojny światowej.

L. p.	Mieszaniny	%	Kto stosował	Działanie fizjologiczne	Sposób użycia
1	Chlor Fosgen	zmienny	Niemcy Francja Anglja	duszące	butle gazowe
2	Chlor Chloropikryna	70 30	Anglja Niemcy	duszące łzawiące	butle gazowe
3	Chloropikryna Siarkowodór	65 35	Anglja	łzawiące trujące	butle gazowe
4	Bromoaceton Chloroaceton Czterochlorek cyny lub tytanu	70 20 10	Francja	łzawiące duszące	pociski
5	Bromometyloetyloketon Chloroaceton	80 20	Francja	łzawiące duszące	„
6	Chloropikryna Czterochlorek cyny	80 20	Anglja Francja Ameryka i Rosja	łzawiące podrażienie drogi oddechowe	pociski i bomby
7	Chloropikryna Fosgen	75 25	Anglja Ameryka Rosja	duszące łzawiące	„
8	Kwas pruski Chloroform Trójchlorek arsenu	50 25 25	Anglja Rosja	trujące	pociski
9	Kwas pruski Trójchlorek arsenu Czterochlorek cyny Chloroform	50 30 15 5	Francja	trujące	„
10	Fosgen Trójchlorek arsenu	50 50	Anglja	duszące	„

Dalszy ciąg tab. 10.

L. p.	Mieszaniny	%	Kto stosował	Działanie fizjologiczne	Sposób użycia
11	Fosgen Czterochlorek cyny	60 40	Anglja Francja	duszące	pociski
12	Fosgen Dwufenylochloroarsyna	85 15	Niemcy	duszące pobudza do kichania	„
13	Iperyt Chlorobenzen	80 20	Niemcy Francja Anglja Ameryka	parzące	„
14	Iperyt Czterochlorek węgla	80 20	Niemcy Anglja Francja Ameryka	parzące	„
15	Dwumetylosulfat Chlorometylosulfat	75 25	Francja	parzące, łzawiące, podrażnie drogi oddechowej	„
16	Etylodwuchloroarsyna Metylodwubromoarsyna Dwuchlorometyloeter		Niemcy	parzące	„
17	Bromocyjan Benzen	50 50	Francja Austrja	duszące trujące	„
18	Ester etylodwujodooctowy Alkohol etylowy	75 25	Anglja	łzawiące	Pociski, bomby Stokes'a i granaty ręczne
19	Etylodwuchloroarsyna Dwuchlorometyloeter	80 20	Niemcy	duszące łzawiące	pociski
20	Dwufenylocyjanoarsyna Etylokarbazol	50 50	Niemcy	pobudza do kichania	„
21	Kamit Chloropikryna	13 87	Francja	łzawiące	„

jącego, lub chodzi, przedewszystkiem, o działanie toksyczne. W pierwszym wypadku będziemy mieli obłok dymny, w drugim — obłok gazowy.

Zasadniczo w obłoku gazowym środek chemiczny znajduje się w postaci jednocząsteczkowej, t. j. w stanie gazu lub pary. Cząsteczki gazowe posiadają średnicę 0,00000001 cm (10^{-8} cm). Cząsteczki gazowe ulegają dyfuzji i szybko rozpraszają się. Zaś w obłoku dymnym środek chemiczny nie posiada krańcowego rozproszenia, a w postaci zespołu cząsteczek, zawiesinek stałych lub ciekłych, unosi się w powietrzu, co czyni je nieprzezroczystem (pył, mgła, opary, dym). Cząstki, z których tworzy się dym posiadają średnicę od 0.001 cm do 0.0000001 cm (10^{-3} cm — 10^{-7} cm).

Przy ścisłym podziale dymów bojowych, jako układów roproszonych, stosownie do rodzaju i wielkości cząstek, należałoby rozróżniać: pyły, dymy i mgłę.

P y ł y, składają się z zawiesinek stałych, są to cząstki o średnicy większej niż 10^{-3} cm. Takie zawiesinki opadają w spokojnem powietrzu z szybkością wzrastającą. Zawiesinki te nie ulegają dyfuzji.

D y m y składają się również z zawiesinek stałych o średnicy 10^{-4} do 10^{-7} cm); posiadają one ruch Brown'a i dyfundują powoli. Bardzo powoli opadają w spokojnem powietrzu.

M g ł a składa się z zawiesinek ciekłych o średnicy od 10^{-3} do 10^{-5} cm, opadają one w spokojnem powietrzu ze stałą szybkością, zależnie od ich rozmiaru zgodnie z prawem Stekes'a. Zawiesinki te nie ulegają dyfuzji.

Podziału tego nie będziemy przestrzegali, a będziemy nazywać ogólnie tego rodzaju układy rozproszone — dymami bojowemi.

Szybkość opadania zawiesinek w spokojnem powietrzu zależy od ich wymiarów. Im mniejsza średnica zawiesinki,

tem powolniej opada, wreszcie gdy średnica ta zbliża się do wielkości molekuły, cząstki nie opadają.

TAB. 11.

Szybkość opadania zawiesinek w powietrzu.

Średnica zawiesinki	Szybkość opadania	
10^{-2} cm	30 cm/sek	1080 mtr/godz.
10^{-3} „	3×10^{-1}	10,8 „
10^{-4} „	3×10^{-3}	0,108 „
10^{-5} „	3×10^{-5}	0,00108 „
10^{-6} „	posiadają ruch Browna	
10^{-7} „	i nie opadają.	

Z układami rozproszonemi spotykami się w życiu codziennem na każdym kroku; podane są one dla przykładu w tabl. 12.

TAB. 12.

Układy rozproszone.

Rodzaj układu rozproszonego	Średnica zawiesinki cm.		Gram substancji w układzie rozproszonym		
	od	do	objętość w litrach	ilość zawiesinek w cm^3	
				od	do
Cement	1×10^{-2}	$0{,}7 \times 10^{-2}$			
Opary giserni	1×10^{-2}	1×10^{-5}			
Atmosferyczna mgła	$1{,}4 \times 10^{-3}$	$3{,}5 \times 10^{-3}$			
Pył cementowy	6×10^{-3}	$0{,}8 \times 10^{-3}$			
Mgła z kwasu siarkowego	$5{,}5 \times 10^{-4}$	$0{,}8 \times 10^{-4}$	100	16×10^{5}	2×10^{7}
Dym z chlorku amonu	1×10^{-4}	1×10^{-5}	10000	—	5×10^{6}
Dym olejowy	1×10^{-4}	5×10^{-6}			
„ żywiczny	1×10^{-4}	1×10^{-6}			
„ tytoniowy	$1{,}5 \times 10^{-5}$	1×10^{-6}	5000	3×10^{7}	—
„ z tlenku cynku	5×10^{-5}		10000	2×10^{6}	5×10^{6}

B. Dymy bojowe.

Dym bojowy jest to zawiesina w powietrzu dużej ilości zawiesinek stałych lub ciekłych. Zawiesinki pochłaniają i rozpraszają światło, czynią powietrze nieprzezroczystem. Zawiesinki te mogą posiadać i własności toksyczne.

Francuzi zależnie od sposobu wytwarzania dymów bojowych rozróżniają dymy gorące i dymy chłodne. Dymy gorące powstają przy spalaniu fosforu lub sublimacji ciał stałych. Dymy chłodne tworzą się bez pomocy ciepła ze środków dymotwórczych (dymiących na powietrzu), np. czterochlorek cyny, kwas chlorosulfonowy, bezwodnik kwasu siarkowego i in. Dymy gorące składają się przeważnie z zawiesinek stałych, a dymy chłodne z zawiesinek ciekłych.

Niemcy wśród dymów bojowych rozróżniają dymy składające sę z zawiesinek stałych i mgły — z zawiesinek ciekłych.

Podziałów powyższych nie będziemy uwzględniać i niezależnie od sposobu powstawania, wzgl. stanu zawiesinek — nazywamy dymami bojowemi. Natomiast przyjmujemy za podstawę podziału własności fizjologiczne dymów bojowych. Z tego względu rozróżniamy dymy nienapastliwe i dymy napastliwe.

1. Dymy przesłaniające nienapastliwe.

Im drobniejsze zawiesinki i więcej ich znajduje się w jednostce objętości tem dym będzie gęstszy, bardziej nieprzezroczysty i lepiej przesłaniający. Dymy przesłaniające bywają czarne, szare, żółte i białe. Dobrym pod względem wartości przesłaniających okazał się dym biały, jako

najlepiej rozpraszający światło. Do celów sygnalizacyjnych używa się dymów o barwach jaskrawych.

Dymy przesłaniające, które są zupełnie nieszkodliwe dla zdrowia, spotyka się stosunkowo rzadko; przedstawicielem tego rodzaju dymu jest czarny dym ze świec rosyjskich. Inne nie są zupełnie obojętne i przy dłuższem przebywaniu zmuszają do zabezpieczenia się maską.

Dymy prędko prześwietlają się i czas skutecznego przesłanania jest naogół krótszy od czasu trwania gazów lotnych (patrz str. 74).

Wartość przesłaniająca dymu, określa się objętością wytworzonego dymu z jednostki wagowej wziętego materjału oraz własnościami powstałych cząstek.

Objętość wytworzonego dymu będzie tem większą, im więcej utworzy się zawiesinek, t. j. im wymiary tych zawiesinek będą mniejsze.

Dla celów przesłaniania najważniejszą zaletą dymu jest jego wartość przesłaniająca. Wartość przesłaniająca różnych środków dymotwórczych w stosunku do fosforu, który wytwarza najlepszy dym, podaje w przybliżeniu następująca tabela (według Fries'a).

TAB. 13.

Biały fosfor	100%
Bezwodnik kwasu siarkowego . .	65—75
Amonjak i chlorowodór	55
Czerochlorek cyny i amonjak . .	40
Czterochlorek tytanu i amonjak . .	25—35
Mieszanina Bergera	30
Trójchlorek arsenu	10
Dwutlenek siarki i amonjak . . .	10

Na zdolność przesłaniania powyższych środków wpływa przedewszystkiem wilgotność powietrza: im wilgotność powietrza większa, tem dym gęstszy i lepiej przesłania.

2. Dymy napastliwe.

Dymy napastliwe powodują łzawienie oczu (chloroacetofenon), podrażniają nos i gardło, powodując kichanie i wymioty (adamsyt i sternity niemieckie). Zadziwiającem jest wprost, jak mała ilość dymu napastliwego (małe stężenie) powoduje podrażnienie.

Dwufenylocyjanoarsyna już w stężeniu 0.00025 g/m^3, a chloroacetofenon 0.0003 g/m^3, wytwarzają atmosferę nie do zniesienia bez maski.

Własności przesłaniające dymów napastliwych są znaczne natomiast wtedy, gdy wzrokiem nie dostrzegamy już dymu, działanie drażniące odczuwa się.

Wytwarza się dymy napastliwe przez mechaniczne rozpylanie ciał stałych lub sublimację.

Najwyższe rozdrobnienie (rozpylenie) ciał stałych, jakie możemy osiągnąć sposobem mechanicznym są to cząstki o średnicy 0.001 cm — 0.00001 cm (10^{-3} —10^{-5} cm). Większe rozdrobnienie otrzymuje się przez rozpuszczenie bojowego środka chemcznego w lotnym rozpuszczalniku i rozpylenie roztworu. Lotny rozpuszczalnik szybko wyparuje, a ciało stałe w postaci zawiesin o wymiarach zbliżonych do wielkości cząsteczek będą unosiły się w powietrzu. Tym sposobem Niemcy rozpylali sternit rozpuszczony w dwufosgenie i fosgenie.

Było to naśladowaniem tworzenia się w przyrodzie „pyłu solnego" z morskiego pyłu wodnego. Zostało wykazanem, że trwała błękitna mgła na południu Portugalji, spowodowaną jest całkowicie przez zawiesinki soli; błę-

kitny kolor wskazuje na daleko posunięty stopień rozdrobnienia (średnica zawiesinek około 10^{-7} cm).

W wilgotnej atmosferze mgła błękitna staje się białą.

Dymy napastliwe posiadają własność przenikania poprzez zwykły węglowy pochłaniacz maski przeciwgazowej. Zdolność przenikania pochłaniacza zależy od wielkości zawiesinek. Zdolność przenikania zawiesinek sternitów z pocisków niebieski krzyż, przez sączek papierowy w zależności od ich wielkości podaje tab. 14.

TAB. 14.

Średnia zawiesinek		Ilość zawiesinek przenikająca przez saczek
Poniżej	10^{-5} cm	52,4 %
	od 10^{-5} — 2×10^{-5} cm	87,6 „
	„ 2×10^{-5} — 4×10^{-5} cm	93,6 „
	„ 4×10^{-5} — 8×10^{-5} cm	30,4 „
	„ 8×10^{-5} — $1{,}6\times10^{-4}$ cm	4,2 „
Ponad	$1{,}6\times10^{-4}$ cm	0,0 „

Z powyższych danych przychodzimy do wniosku, że najbardziej przenikliwe będą zawiesinki wymiarów średnich, t. j. te które prawie nie ulegają ruchom Browna, a jednocześnie mało ulegają sile odśrodkowej, która powstaje pod wpływem wichrów powietrza przechodzącego przez sączek.

Najlepiej przenikają przez sączek papierowy (filtr mechaniczny) zawiesinki o średnicy 2×10^{-5} cm — 4×10^{-5} cm.

Niesłusznym przeto jest pogląd, że sączki zatrzymują cząstki dymu, zawdzięczając małym otworom sączka przez które zawiesinki nie mogą przejść, gdyż w takim razie

przenikliwość byłaby największa najmniejszych zawiesinek, a tego niezaobserwowano.

Przenikliwość zawiesinki zależy również od rodzaju substancji i od jej stanu skupienia. Zawiesinki stałe przenikają lepiej od ciekłych.

Wartość bojową różnych środków chemicznych ze względu na zdolność przenikania filtra mechanicznego, wykazuje następujące przybliżone zestawienie w odniesieniu do dwufenylochloroarsyny, której wartość została określoną jako 100.

TAB. 15.

Dwufenylochloroarsyna	100
Trójfenylodwuchloroarsyna . . .	93
Dwufenylocyjanoarsyna	76
Fenylodwuchloroarsyna	56
Bromocyjan	52
Metylodwuchloroarsyna	39
Fenyloiminofosgen	38
Iperyt	21

Oprócz wielkości zawiesinek i rodzaju środka chemicznego na przenikanie pochłaniacza wpływa stan elektryczny zawiesinek.

Obłoki dymne posiadają pewną ilość elektrycznie naładowanych zawiesinek. Obecność tych naładowanych zawiesinek wywiera wpływ na trwałość obłoku, t. j. na czas utrzymywania się w powietrzu. Jeśli zawiesinki posiadają ładunek tego samego znaku, układ będzie nader trwały, ponieważ zawiesinki będą się wzajemnie odpychać. Tam gdzie układ zawiera dodatnio i ujemnie naładowane, nastąpi z łatwością zlewanie się. Wreszcie rodzaj naboju elektrycznego lub brak jego w dużej mierze, przyczynia się

do łatwiejszego przenikania zawiesinki przez pochłaniacz, gdyż adsorbcja jest przejawem energji elektrycznej, jako istoty sił międzycząsteczkowych.

Dymy bojowe przesłaniające i napastliwe, zwłaszcza ostatnie, zastosowane podczas wojny światowej później niż gazy bojowe, nie osiągnęły przeto tego stopnia rozwoju co gazy. Dymy posiadają wartość bojową, tak ze względu na własności przesłaniające, jak również na własność przenikania przez pochłaniacz. Tym sposobem pokonało się najpotężniejszy środek obrony przeciwgazowej — węgiel aktywowany.

Zastosowanie dymów napastliwych, t. j. gazów bojowych w stanie zawiesinek, zapoczątkowało nowy kierunek w walce chemicznej i jest dalszym rozwojem walki gazami bojowemi.

W warunkach bojowych prawie zawsze spotykamy w powietrzu mieszaninę pary i zawiesinek środków chemicznych, tylko nieliczne, które posiadają punkt wrzenia poniżej 100°, wyparowują i znajdują się w powietrzu w postaci cząsteczek.

C. Czas skutecznego trwania gazów i dymów bojowych w terenie.

Działanie kul karabinowych, granatów kruszących, szrapneli i t. p. narzędzi walki jest natychmiastowe i chwilowe. Kule i odłamki, które nie uszkodziły mechanicznie celu bezpośrednio po wybuchu, leżą w kilka sekund potem na ziemi zupełnie nieszkodliwe. Natomiast gazy i dymy bojowe bez porównania dłużej utrzymują się w terenie i skutecznie skażają go w ciągu godzin, dni, a nawet tygodni.

1. Gazy bojowe.

Charakterystyczną cechą gazów bojowych jest czas w ciągu którego skażają środowisko, czas ten zależy od lotności środka chemicznego, im niższy punkt wrzenia gazu bojowego, tem prędzej zamieni się on w gaz lub parę, tworząc obłok gazowy. Obłok zaś gazowy będzie podlegał wszystkim wpływom atmosferycznym, w wyniku czego obłok gazowy rozprasza się.

a. Gazy lotne albo krótkotrwałe.

Bojowe środki chemiczne, które posiadają punkt wrzenia poniżej 60°, tworzą w terenie obłok gazowy, który prędko rozprasza się.

Gazy bojowe trwające w terenie krótko, nazywamy gazami lotnemi (przemijającemi).

Czas trwania jednego i tego samego gazu lotnego w terenie jest wielkością zmienną, która zależy od pogody, terenu, sposobu użycia i ilości użytego gazu. Wobec czego czas trwania gazów lotnych, waha się od paru minut do 3-ch godzin.

Gazy lotne: chlor, fosgen, kwas pruski, chlorocyjan, akroleina i inne (tab. 5).

b. Gazy trwałe albo małolotne.

Bojowe środki chemiczne, posiadające temperaturę wrzenia ponad 150°, tworzą w terenie plamę chemiczną, która parując wytwarza w powietrzu obłok gazowy; przyczem środowisko będzie skażone, dopóki plama chemiczna nie wyparuje. Czas w ciągu którego plama chemiczna wyparuje, to jest czas trwania gazu bojowego, zależy od tem-

peratury otoczenia, pogody, terenu i sposobu wytworzenia plamy; waha się on od kilku dni do kilku tygodni i dłużej.

Gazy trwałe — posiadają temperaturę wrzenia ponad 150°, trwają od 2 do 14 dni i dłużej; są to: bromek benzylu, bromek ksylilu, kamit, iperyt, luizyt i inne. (Tab. 5).

Środki chemiczne o temperaturach wrzenia pomiędzy 60° a 150° zaliczamy do gazów średnio-trwałych.

Gazy średniotrwałe — trwają w terenie od 3 do 12 godzin. Są to: dwufosgen, chloropikryna, metylodwuchloroarsyna, eter dwubromometylowy, siarczan dwumetylowy i inne.

Wobec powyższego, rozróżniamy trzy grupy gazów bojowych:

lotne (krótkotrwałe),
średniotrwałe (średniolotne),
trwałe (małolotne).

Podział ten nie jest ścisły, gdyż gaz trwały, np. iperyt silnie rozpylony (pociski gazowo-kruszące) trwa w terenie krótko i użyty w ten sposób będzie gazem średniotrwałym.

2. Dymy bojowe.

Dymy bojowe tworzą tylko obłok dymny, skutecznie skażają środowisko niedługo, trwają w terenie krótko, zaliczamy je przeto do grupy gazów krótkotrwałych.

D. Wpływ pogody na gazy i dymy bojowe.

Bojowe środki chemiczne dają w terenie tylko obłok lub plamę chemiczną. Na dłuższe lub krótsze trwa-

nie środka chemicznego oprócz jego lotności, wywiera wpływ przedewszystkiem pogoda, t. j. zespół czynników atmosferycznych: ciepło, ruch powietrza, wilgotność oraz opady.

Kolejno rozpatrzymy wpływ poszczególnych czynników na obłok gazowy, obłok dymny i na plamę chemiczną.

1. Obłok gazowy.

a. Ciepło zwiększa dyfuzję gazów; cząsteczki gazowe ze wzrostem temperatury poruszają się szybciej, obłok gazowy zwiększa swą objętość, rozprasza się a stężenie spada. W obłoku chlorowym naprzykład, wysokości 1 metra, pod wpływem dyfuzji stężenie zmniejsza się o połowę po 5,5 godzinach.

Ujemny wpływ ciepła przez zwiększenie dyfuzji obłoku gazowego w porównaniu z innemi czynnikami jest nieznaczny i praktycznie może nie być brany pod uwagę, jednak ogólnie, ciepło jest czynnikiem ujemnym dla trwania obłoku gazowego, gdyż stężenie spada i rozprasza się prędzej. Zwłaszcza wpływ ten potęguje się jeśli świeci słońce. Powstają wtedy prądy wstępujące, które unoszą obłok do góry.

b. Ruch powietrza poziomy (wiatr) przesuwa obłok gazowy po powierzchni ziemi. Dolne warstwy obłoku gazowego opóźniają się wskutek tarcia i słabszego wiatru u samej powierzchni ziemi, przeto posuwający się obłok posiada górną część bardziej wysuniętą naprzód, obłok rozciąga się, deformuje się, miesza się z czystem powietrzem, część gazu pozostaje we wgłębieniach terenu, w trawie i t. p. stężenie zaś spada (rys. 1). Spadek stężenia nie jest proporcjonalny do przebytej drogi. Naprzykład, jeśli obłok małych wymiarów po przebyciu 50-ciu

metrów posiada stężenie 1 g/m³ i został następnie przesunięty wiatrem 100 metrów, to stężenie będzie mniejsze niż 0,5 g/m³ i tem bardziej od 0,05 g/m³ po przebyciu 1000 metrów.

Obłok rozprasza się i zanika tem prędzej, im obłok mniejszy i im większa szybkość wiatru. Wiatr jest przeto czynnikiem ujemnym.



Rys. 1. Obłok gazowy przesuwany wiatrem.

c. Ruch powietrza pionowy — prąd wstępujący, unosi obłok do góry, dolne warstwy powietrza oczyszczają się z gazu bojowego — stężenie spada, działa zatem ujemnie.

d. Ruch powietrza pionowy — prąd zstępujący, utrzymuje obłok przy powierzchni ziemi, przedłuża jego czas trwania — wpływa dodatnio.

e. Normalna wilgotność powietrza nie wywiera widocznego wpływu na zachowania się obłoku gazowego.

f. Mgła i drobny deszcz (mrzy) w małym stopniu wypłukują obłok z gazu bojowego, stężenie spada tembardziej im dłużej obłok znajduje się pod tem działaniem. Wpływ dodatni lub ujemny zależnie od działania chemicznego wody na gaz bojowy. Na gazy, które ulegają rozkładowi w obecności wody, wpływ ujemny, np. na fosgen. Na chloropikrynę wpływ dodatni.

g. Deszcz wypłukuje mechanicznie gaz z obłoku, gaz rozpuszcza się w kroplach wody, ulega chemicznemu działaniu wody i staje się nieszkodliwym, deszcz więc działa ujemnie.

2. Najdogodniejsze warunki atmosferyczne dla obłoku.

Wobec powyższego najdogodniejsze warunki przedłużające czas trwania obłoku gazowego o stężeniu bojowem będą: umiarkowana temperatura, spokojne powietrze w kierunku poziomym i pionowym, pochmurno i brak opadów.

Kilkuletnia obserwacja szybkości wiatru na stacji meteorologicznej w Satory ustaliła dla tej miejscowości, że wiatry poniżej 3 m/sek, aż do zupełnej ciszy włącznie, występują najczęściej i zajmują przeciętnie 60% czasu w roku.

Wiatry te przeważają w pewnych okresach doby, niezależnie od pory roku, co wykazuje w procentach następująca tabela:

TAB. 16.

Od godz.	0	do godz.	4	— 69,2%	prawdopodobieństwo wiatru poniżej 3 m/sek.
„ „	4	„	8	— 65,0„	„
„ „	8	„	12	— 48,1„	„
„ „	12	„	16	— 44,7„	„
„ „	16	„	20	— 63,6„	„
„ „	20	„	24	— 70,3„	„

Okazuje się, że najczęściej stałe wiatry, o szybkości poniżej 3 m/sek wieją w nocy i w ostatnich godzinach przed wschodem słońca. Wobec powyższego godziny te są najodpowiedniejsze do użycia gazów lotnych. Pozatem o tej porze dnia temperatura spada do minimum.

Inne względy, natury wyłącznie taktycznej, przemawiają również za temi godzinami i rzeczywiście większa część napadów chemicznych została wykonana w nocy lub nad ranem.

Ogólnie, im spokojniejsze powietrze, bardziej pochmurno i chłodniejsza powierzchnia ziemi, tem trwanie obłoku gazowego dłuższe, a działanie skuteczniejsze.

3. Obłok dymny.

a. Ciepło nie wywiera ujemnego wpływu na obłok dymny, gdyż średnia szybkość ruchu Browna jest znikomo mała (4×10^{-4} cm/sek) w porównaniu z szybkością cząsteczek gazowych (200 — 400 m/sek). Rozpraszanie się dymu od dyfuzji, biorąc praktycznie, jest żadne. Słońce powoduje powstanie prądu wstępującego będzie unosić dym do góry.

b. Wiatr wywiera taki sam wpływ jak na obłok gazowy (str. 77).

c. Słaby prąd wstępujący nie pozwala zawiesinkom opadać na ziemię. Jest to czynnik dodatni, zwłaszcza przy dymach ciężkich. Kropelki wody o średnicy 0,01 mm są utrzymywane w powietrzu prądem o szybkości 0,01 m/sek. Zawiesinki dymu mają średnicę mniejszą od 0,01 mm i do utrzymania ich wystarczy prąd wstępujący słabszy.

Silniejszy prąd wstępujący uniesie dym bardziej do góry i wytworzy wysoki obłok dymny. Ogólnie prąd wstępujący działa ujemnie na obłok dymny.

d. Prąd zstępujący nie pozwoli na wytworzenie wysokiego obłoku dymnego, gdyż dym będzie rozpościerał się nisko ponad ziemią.

e. Wilgoć a zwłaszcza mgła jest czynnikiem dodatnim, gdyż im więcej pary w powietrzu tem dym będzie gęstszy.

f. Drobny deszczyk nie powoduje widocznych ujemnych skutków.

g. Deszcz niszczy obłok dymny — wpływ ujemny.

h. Słońce świeci — intensywne oświetlenie, wymaga większej gęstości dymnego obłoku do przesłonięcia— wpływ ujemny.

i. Jonizacja powietrza, t. j. obecność ładunków elektrycznych w powietrzu będzie wpływała dodatnio, jeśli zawiesinki dymu posiadają ładunek elektryczny tego samego znaku co jony powietrza; przy zawiesinkach obojętnych, a zwłaszcza znaku przeciwnym, powoduje zwiększanie zawiesinek (kondensacja) i obłok prędzej prześwietla się.

Oprócz jonizacji powietrza na zachowanie się dymu wywiera wpływ stan pola elektro-magnetycznego danej przestrzeni.

4. Najdogodniejsze warunki atmosferyczne dla obłoku dymnego.

Aby poszczególne obłoki dymne mogły zlać się ze sobą i wytworzyć jednolitą zasłonę, niezbędny jest słaby wiatr. Silniejszy wiatr powoduje większe zużycie materjału dymotwórczego.

Wilgotne i mgliste powietrze jest najbardziej dogodnem przy wytwarzaniu dymów. Dym bojowy trzyma się wtedy o wiele dłużej i jest gęstszy, lepiej przesłaniający. Ostatnie warunki mamy prawie zawsze w godzinach porannych, gdy mgła naturalna znika i przejście do sztucznej mgły może być przez przeciwnika niezauważone.

Pochmurna pogoda, duża wilgotność względna i bezwzględna i słabe wiatry są najdogodniejsze do stosowania dymów.

5. Plama chemiczna (trująca).

Powierzchnię ziemi zroszoną kropelkami gazów trwałych nazywamy plamą chemiczną.

a. Ciepło zwiększa lotność środków chemicznych, w otaczającem powietrzu będzie więcej pary toksycznej, zaś plama chemiczna prędzej wyparuje. Ciepło jest czynnikiem dodatnim dla gazów trwałych, gdyż pozwala osiągnąć większe stężenie.

Lotność a zatem i stężenie gazu bojowego w powietrzu zależy przedewszystkiem od temperatury, wobec czego w chłodnej porze roku użycie gazów trwałych jest ograniczone do gazów parzących i to podczas zimy bezśnieżnej.

Przy niskich temperaturach niektóre gazy trwałe przestają być skuteczne, gdyż lotność spada poniżej stężenia bojowego. Im cieplej, tem plama chemiczna znika z terenu prędzej, a przez to czas trwania gazu bojowego będzie krótszy.

b. Wiatr zwiększa szybkość parowania. Przy wietrze 0,25 m/sek parowanie jest trzy razy szybsze niż w powietrzu spokojnem. Doświadczenie wskazuje, że szybkość parowania narazie prędko wzrasta w miarę zwiększania szybkości prądu powietrza; następnie proporcjonalność zanika. Przy wiatrach o szybkościach średnich szybkość parowania można przyjąć proporcjonalną do pierwiastka drugiej potęgi szybkości wiatru.

Wiatr unosząc parę z ponad plamy chemicznej nie daje możności nasycenia obłoku gazowego, przeto przy tej samej temperaturze wytwarza się tem słabsze stężenie

im szybszy wiatr. Z tego względu nie stosuje się gazów bojowych trwałych jeśli szybkość wiatru przekracza 5 m/sek.

c. Normalna wilgotność powietrza i mgła nie wpływają na szybkość parowania.

d. Deszcz zmywa plamę chemiczną, większość środków chemicznych rozpuszcza się w wodzie, wreszcie woda działa chemicznie (str. 84). Z tego powodu deszcz niszczy plamę chemiczną i skraca czas trwania gazu bojowego w terenie.

E. Wpływ terenu na gazy i dymy bojowe.

Teren, to jest rzeźba jego, roślinność i rodzaj gleby wywierają wpływ na zachowanie się obłoków gazowych i dymnych zarówno jak na plamę chemiczną. Wpływ ten na obłoki jest pośredni przez wzmożenie lub osłabienie czynników atmosferycznych, przedewszystkiem wiatru i ciepła.

1. Rzeźba terenu i roślinność.

Rzeźba terenu i roślinność wpływają na szybkość, kierunek i strukturę wiatru, a tem samem na odpowiednie zachowanie się obłoków gazowych i dymnych.

Teren nierówny powoduje zawichrzenie powietrza i obłoki będą posiadać większą wysokość.

a. Rzeźba terenu. Wysokie przeszkody pionowe odchylają kierunek wiatru. We wgłębieniach terenu wiatr zacicha, gdzie skupia się gaz i utrzymuje się dłużej.

Wiatr zacicha na stokach osłoniętych, t. j. na przeciwstokach (z kierunkiem wiatru) jeśli pochyłość nie

mniejsza niż 10—15°; największe osłabienie wiatru na przeciwstoku dosięga 0,5 szybkości wiatru na szczycie.

Im bardziej stromy przeciwstok, tem większe osłabienie wiatru.

b. Las. W gęstym lesie bez liści 7-io-metrowej wysokości, wiatr wiejący w otwartem miejscu z szybkością 10 m/sek zacicha do $^1/_3$ (3,7 m/sek mtr/sek) w odległości 60 m od skraju lasu, do $^1/_7$ (1,4 m/sek) w odległości 120 m i do 0,2 m/sek w odległości 240 metrów.

c. Za lasem 15—20 metrów wysokości po stronie osłoniętej od wiatru zacichanie wynosi, jeśli nad lasem wiatr 5 m/sek:

za lasem	50 metr.	100 metr.	200 mtr.	300 mtr.
szybkość wiatru	1,5 m/sek.	3,2 m/sek.	4 m/sek.	4,7 m/sek.

Widoczny wpływ lasu daje się zauważyć do 100 metrów.

Miejsca w terenie gdzie wiatr zacicha (wykazane pod a, b i c), określa się z mapy, znając kierunek i szybkość wiatru.

Jednocześnie z zacichaniem wiatru, jednolitość prądu jego zostaje naruszona w kierunku poziomym i pionowym. Powstają wiry, prądy wstępujące, zawichrzenia, w rezultacie czego obłok gazowy i dymny zostają rozstrzępione.

Wpływ znacznych nierówności terenu na zawichrzenie powietrza został wykorzystany przy lotach bezsilnikowych, przez ptaków w górach, utrzymujących się w powietrzu w ciągu godzin bez uderzeń skrzydłami.

d. Wiatr silniejszy od wskazanego przez posterunek meteorologiczny.

Daleko rzadziej zachodzi wypadek wzmożenia się szybkości wiatru, mianowicie—na punktach wyższych od

posterunku meteorologicznego, w wąskich dolinach i linjach wyciętych w lesie, jeśli kierunek wiatru jest do nich równoległy.

2. Grunt.

Rodzaj gruntu, błota, bagna, powierzchnia wód lub twardy grunt nie wywierają, biorąc praktycznie, ujemnego wpływu na obłoki gazowe i dymne. Natomiast duży wpływ wywiera rodzaj gruntu na plamę chemiczną.

Wszystkie środki chemiczne, które tworzą plamę chemiczną, t. j. gazy trwałe posiadają ciężar właściwy większy od wody, wskutek czego będą tonęły; aby temu zapobiec, można użyć rozpuszczalników lżejszych od wody, i nie rozpuszczających się w wodzie, naprzykład nafta, benzyna i t. p.

Rozbryzgany środek chemiczny częściowo wsiąknie w glebę i tem więcej, im więcej środka chemicznego i im gleba jest bardziej piaszczysta. Przenikanie gazów trwałych na glebach gliniastych, praktycznie, — żadne.

Następnie od rodzaju gleby będzie zależała ilość zabsorbowanego i zadsorbowanego środka chemicznego: gleba piaszczysta będzie adsorbowała mniej, gleba o dużej zawartości próchnicy więcej; część gazu bojowego zostaje stracona.

F. Chemiczne działanie wody na środki bojowe.

Omówiliśmy poprzednio wpływy fizyczne czynników atmosferycznych, t. j. wszystkie te zjawiska przy których środek bojowy nie ulega przemianie chemicznej.

Ze wszystkich czynników atmosferycznych, działających na gazy i dymy bojowe, tylko woda, w warunkach

zwykłych działa chemicznie. Mianowicie, pod wpływem pary wodnej w powietrzu lub wody w gruncie, następuje rozkład środków chemicznych — powstaje, tak zwane, zjawisko hydrolizy.

Jako skutek hydrolizy powstają nowe substancje, zwykle nie posiadające własności toksycznych. Hydroliza wobec tego niszczy gazy bojowe.

Nie wszystkie gazy bojowe w jednakowym stopniu ulegają hydrolizie; najszybciej hydrolizuje fosgen, dwufosgen, dwuchlorometyloeter i dwubromometyloeter. Hydroliza iperytu przebiega powoli, zaś chloropikryna nie hydrolizuje i nie rozpuszcza się w wodzie zupełnie. Z tego względu użycie chloropikryny będzie wskazanem na gruntach wilgotnych i podczas pogody dżdżystej.

Niżej przytoczone dane wskazują szybkość rozkładu iperytu pod wpływem wody (hydroliza) w następujących warunkach doświadczenia: iperyt był stale mieszany w dużej ilości wody o temperaturze zwykłej.

TAB. 17.

Po	2,5	godz.	zhydrolizowało	22 %
„	6	„	„	35 „
„	12	„	„	45 „
„	19	„	„	55 „
„	24	„	„	60 „
„	47	„	„	77 „
„	80	„	„	94 „

Wzrost temperatury znacznie przyśpiesza hydrolizę. Naprzykład w ciągu jednej godziny przy 10° iperytu zhydrolizuje 6,7%; przy 34°—10%; a przy 100°—97%.

Przy hydrolizie powstaje zwykle kwas solny. Jeśli hydroliza przebiega w środowisku zasadowem, kwas solny

będzie związany i hydroliza przyśpiesza się. Z tego powodu iperyt na glebach o odczynie zasadowym (gleby wapienne), będzie hydrolizował prędzej, a na glebach kwaśnych powolniej. Odpowiednie rozpuszczalniki mogą usunąć ujemny wpływ poszczególnych gleb.

Rozróżniamy chemiczne działanie wody na środki chemiczne w powietrzu, t. j. na obłoki gazowe i dymne i środki chemiczne na powierzchni ziemi, t. j. na plamę chemiczną. Otóż działanie pary wodnej na obłok gazowy jest nikłe, natomiast na obłok dymny para wodna działa dodatnio. Działalność wody na plamę chemiczną jest ujemne.

ROZDZIAŁ IV.

Cechowanie amunicji chemicznej.

Podczas wojny 1914—1918 obie strony walczące posługiwały się w szerokim zakresie bojowemi środkami chemicznemi, któremi walczyły specjalnie oddziały (chemiczne, gazowe) lub klasyczne bronie, a przedewszystkiem artylerja. Artylerja zastosowała nowy typ pocisku — p o c i s k c h e m i c z n y. Nazwa „pocisk chemiczny" obejmuje szereg różnorodnych pocisków używanych do skażania środowiska. Zależnie od sposobu skażania środowiska, od środka chemicznego i osiągniętego wyniku, pocisk chemiczny bywa następujących rodzajów:

1. pocisk gazowy,
2. „ gazowo-kruszący,
3. „ dymny,
4. „ zapalający.

Bomba chemiczna do miotaczy i moździerzy była również czterech rodzajów (1—4).

W pociskach stosowane były wszystkie bojowe środki chemiczne. Ta mnogość materjału chemicznego o najrozmaitszych własnościach fizjologicznych, fizycznych i chemicznych, przenikających przez pochłaniacz i t. p., które decydowały o użyciu taktycznem, utrudniałyby artylerzyście celowe stosowanie ich w polu, gdyby nie cechowanie pocisków. Cechowanie opiera się przedewszystkiem na własnościach fizjologicznych, na czasie trwania w terenie, na stosunku do własności ochronnych maski i sposobie rozpylania środka chemicznego. Syntetyczne ujęcie tych własności w odniesieniu do zagadnień techniczno-taktycznych uwidocznione jest na pocisku chemicznym.

Cechowanie amunicji chemicznej ma doniosłe znaczenie przy użyciu jej na froncie; musi być oparte na systemie, by przy zastosowaniu nowej substancji lub zmianach wewnętrznej budowy pocisku nie stwarzać nowych znaków konwencjonalnych i nie obciążać niepotrzebnie pamięci.

Tym wszystkim wymogom w zupełności odpowiada niemieckie i amerykańskie cechowanie pocisków chemicznych, tworzy ono nietylko klasyfikację taktyczną bojowych środków chemicznych, lecz wskazuje i na działanie wybuchowe pocisku.

A. Rosyjskie cechowanie pocisków gazowych.

Cechowanie oparte było na własnościach fizjologicznych gazu bojowego. Pociski gazowe poznawało się po kolorze i znakach konwencjonalnych w postaci liter; litery wskazują na zawartość pocisku.

Gazowe pociski rosyjskie były następujących kalibrów:

76,2 mm (3 cal.) pocisk artyleryjski,
152 mm (6 cal.) „ „
bomby do miotacza 58 mm Diemesil'a.

1. Pociski o gazach duszących. Głowica pocisku szarego koloru, część walcowata czerwonego. Poniżej zgrubienia centrującego znak rozpoznawczy (cecha) — jedna albo zespół liter: „А", „Г", „Ж", „ЖА", „АЖО", „ЖАМ". Główna część składowa — chloropikryna.

2. Pociski o natychmiastowem działaniu trującem, malowane na kolor niebieski. Na pocisku cecha: „X", „X3". Główna część składowa kwas pruski.

3. Pociski o opóźnionem działaniu trującem. Głowica szara, walec niebieski. Cecha: „Ю", „ЮО", „ЮАО", zawierały fosgen.

4. Pociski o działaniu dusząco-trującem. Głowica szara, walec czerwony, z niebieskim pierścieniem dwucentymetrowej szerokości. Cecha: „Y".

5. Bomba do 58 mm miotacza. Posiada napis: „jadowityj" (trujący), ładowane wyłącznie gazem bojowym „X".

B. Austryjacko-węgierskie cechowanie pocisków gazowych.

75, 80, 100 i 150 mm pociski artyleryjskie.

1. Czerwony pierścień na pocisku i czarne „B" — zawierały bromoaceton i bromometyloetyloketon.

2. Czerwony pierścień na pocisku i czarne „C" — zawierały bromocyjan.

C. Francuskie cechowanie pocisków chemicznych.

75, 105, 120, 145 i 155 mm pociski artyleryjskie i bomby 58 L. S.

Wszystkie pociski gazowe koloru ciemno-zielonego. Zależnie od zawartego gazu bojowego lub mieszaniny, numer na głowicy. Numer wskazywał kolejność zastosowania danego gazu bojowego.

Biały pierścień na pocisku oznaczał działanie trujące opóźnione i gaz lotny.

Dwa pierścienie białe — działanie szybko trujące i gaz lotny.

TAB. 18.

Pociski gazowe.

Nr. na pocisku	Kolor i ilość pierścieni	Nazwa konwencjonalna zawartego gazu	Nazwa chemiczna gazu bojowego
	I. Gazy bojowe szybko trujące i lotne.		
4	2 białe	Vincennite	Kwas pruski
4B	1 „	Vitrite	Chlorocyjan
5	1 „	Collongite	Fosgen
8	1 „	Papite	Akroleina
	II. Gazy trwałe o działaniu natychmiastowem (łzawiące).		
7	1 pomarańczowo-żółty	Aquinite	Chloropikryna
9	„ „ „	Martonit	Bromoaceton i chloroaceton
12	„ „ „	Fraissitte	60% jodku benzylu 40% benzolu, toluolu lub ksylolu
14	„ „ „	Cyclite	bromek benzylu, bromek ksylylu
16	„ „ „	Rationite	dwumetylosulfat
21	„ „ „	Camite	bromocjan benzyl.
	III. Gazy trwałe parzące o działaniu opóźnionem.		
20	2 pomarańczowo-żółte	Yperite	siarczek dwuchloroetylowy

Pomarańczowo-żółty pierścień oznaczał działanie łzawiące i gaz trwały.

Dwa pierścienie pomarańczowo-żółte — działanie parzące i gaz trwały.

Pociski i bomby oprócz Nr. Nr. 20 i 21, zawierały materjał dymotwórczy.

TAB. 19.

Pociski dymne.

Ph. F	Głowica czarna		Fosfór
O.C.S.	„ „		Oleum i kwas chlorosulfonowy

TAB. 20.

Bomby gazowe — kolor ciemno-zielony.

Nr. na bombie	Kolor i ilość pierścieni	Nazwa konwencjonalna zawartego gazu	Nazwa chemiczna gazu bojowego
4	2 białe	Vincennite	Kwas pruski
5	1 „	Collongite	Fosgen
8	1 „	Papite	Akroleina

D. Amerykańskie cechowanie pocisków chemicznych.

Kaliber pocisków 75 mm, 155 mm, 240 mm, 4,7 cal. 6 cal, 8 cal, 9,2 cala. Pociski koloru popielatego. Wzdłuż pocisku napis czarnemi literami: „Specjal Gas".

1. Pociski gazowe i gazowo-kruszące.

Białe pierścienie na pocisku oznaczały lotność i działanie zabójcze.

Czerwone pierścienie oznaczały trwałość.

Żółte pierścienie — własności dymotwórcze. Rodzaj i ilość tych pierścieni mówią o własnościach toksycznych i o trwałości w terenie. Naprzykład dwa pierścienie białe oznaczają gaz o silniejszych własnościach zabójczych niż pocisk z jednym pierścieniem. Trzy pierścienie czerwone oznaczają gaz bardziej trwały niż dwa albo jeden.

TAB. 21.

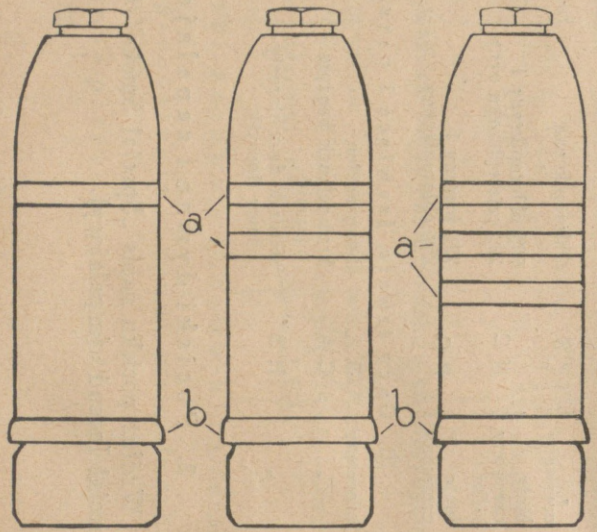
Kolor i ilość pierścieni	Środek bojowy (konwencjonalnie)	Nazwa chemiczna środka bojowego	Rodzaj pocisku
I. Gazy lotne zabójcze			
1 biały	D A	Dwufenylochloarsyna	Gazowo-kruszący
2 „	C G	Fosgen	Gazowy
3 „	P D		
II. Gazy średniotrwałe, przenikające i duszące.			
1 „ 1 czerwony	P S	Chloropikryna	Gazowy
1 biały 1 czerwony 1 żółty	N C	80% chloropikryny i 20% czterochlorku cyny	„
2 białe 1 czerwony	P G	75% fosgenu i 25% chloropikryny	„
III. Gazy trwałe, łzawiące i parzące.			
1 czerwony	B A	bromoaceton	Gazowy
2 „	C A	bromocjanek benzylu (kamit)	„
3 „	H S	siarczek dwuchloroetylowy (iperyt)	„

2. Pociski dymne i zapalające.

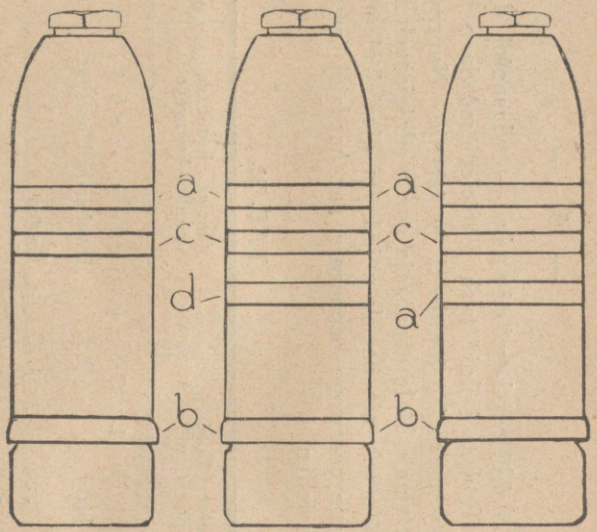
Wzdłuż pocisku napis „Specjal Smoke" (dymny) lub „Specjal Incend" (zapalający).

Rys. 2. Amerykańskie cechowanie pocisków chemicznych.

Pociski o gazach lotnych.



Pociski o gazach średniotrwałych.

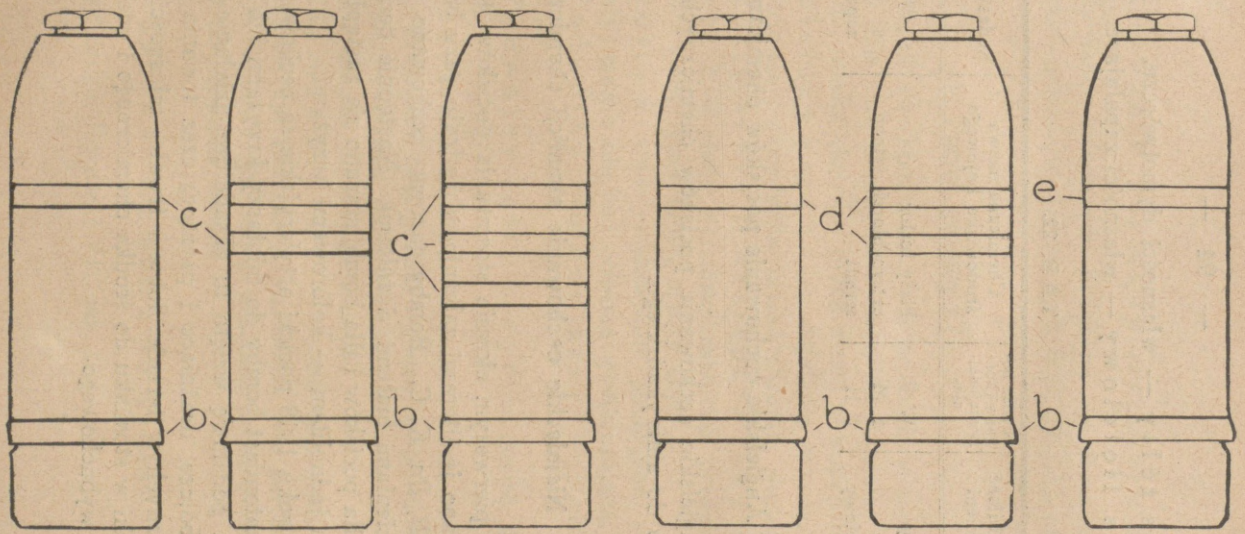


Pociski o gazach trwałych.

Pociski:

dymne,

zapalające.



a — biały, *b* — pierścień prowadzący, *c* — czerwony, *d* — żółty, *e* — fioletowy.

Pas żółty — własności dymotwórcze.
Pas fioletowy — własności zapalające.

TAB. 22.

Kolor i ilość pierścieni	Środek bojowy (konwencjonalnie	Chemiczna nazwa środowiska bojowego	Rodzaj pocisku
1 żółty	W P	biały fosfor	dymny
2 „	F M	czterochlorek tytanu	„
1 fjoletowy	P H	termit	zapalający

E. Angielskie cechowanie pocisków chemicznych.

Angielskie cechowanie pocisków chemicznych podobne było do amerykańskiego.

F. Niemieckie cechowanie amunicji chemicznej.

W pierwszym okresie stosowania pocisków gazowych cechowano je literami zależnie od rodzaju gazu bojowego: *Ni, T, B, Bn, K, C.* Bomby gazowe cechowano literami i pierścieniami białemi i żółtemi. Następnie cechowanie, różne dla pocisków i dla bomb, starano się zastąpić znakowaniem jednolitem — kolorowemi krzyżami.

W roku 1918 pociski artyleryjskie są cechowane krzyżami, natomiast bomby do miotaczy krzyżami lub literami.

Za podstawę wzięto tu zasadnicze działanie toksyczne: zabójcze, drażniące i parzące; czas trwania środków chemicznych w terenie: lotne i trwałe; własności ochronne maski w stosunku do środka chemicznego i wielkość ładunku wybuchowego.

1. Cechowanie pocisków artyleryjskich.

Cechowano kolorowemi krzyżami umieszczonemi na dnie i walcu pocisków. (Rys. 4, 5, 6, 7, 12 i 13 na końcu książki).

Pocisk gazowy (1 — 4).

1. Pocisk zielony krzyż, posiadał własności zabójcze o działaniu duszącem i słabo drażniącem; były to gazy lotne, maska chroniła przed niemi w zupełności.

2. Zielony krzyż 1 — działanie łzawiące i zabójcze (trujące); gazy lotne, maska chroniła skutecznie.

3. Żółty krzyż 1, następnie jako Zielony krzyż 3 — słabe własności zabójcze, drażnią drogi oddechowe i nos; gazy lotne; maska chroni.

4. Żółty krzyż — działanie podstępne, parzące; gaz trwały; maska nie jest ochroną wystarczającą.

5. Podwójny zielony krzyż — pocisk gazowo-kruszący.

6. Podwójny żółty krzyż — pocisk gazowo-kruszący.

7. Niebieski krzyż — pocisk gazowo-kruszący. Działanie drażniące nos, gardło i górne drogi oddechowe; czas trwania w terenie bardzo krótki; przenika przez pochłaniacz i zmusza do zerwania maski.

8. Zielony krzyż 2 — pocisk gazowo-kruszący. Działanie zabójcze (duszące) i drażniące nos, gardło i górne drogi oddechowe; gaz lotny; przenika przez pochłaniacz i zmusza do zerwania maski.

2. Cechowanie bomb do miotaczy.

Część druga. Rozdział VII, str. 183.

3. Granaty ręczne gazowe.

Rodzaj	Znak zewnętrzny	Środek chemiczny
Granat kulisty	czerwone „B“	Bromometyloetyloketon
„ „	„ „C“	Metylochlorosulfat i 5% dwumetylosulfatu
„ trzonowy	niebieskie „C“	Dwufenylochloroarsyna z taką samą ilością materjału wybuchowego

CZĘŚĆ DRUGA.

Walka artyleryjska środkami chemicznemi.

ROZDZIAŁ I.

Ogólne zasady techniki walki chemicznej.

W pierwszej części niniejszej pracy poznaliśmy działanie gazów i dymów bojowych na żywy ustrój ludzki i czas trwania środków w terenie. Jedno i drugie zależy:

a) Od własności toksycznych i fizycznych środka chemicznego, które są niezmienne.

b) Od warunków atmosferycznych i terenowych, które nie są stałe lecz zmieniają się w szerokich granicach, działając dodatnio lub ujemnie na środki chemiczne.

Niezmienne własności (pkt. a) i zmienne czynniki (pkt. b) nie zależą od woli ani życzeń walczącego, wobec czego decyzja jego ograniczałaby się do umiejętnego wyboru miejsca, czasu i bojowego środka chemicznego. Te szczupłe możliwości zostały rozszerzone przez technikę walki, t. j. przez ulepszenie metod skażania terenu, budowę bardziej odpowiedniego sprzętu i narzędzi i technikę wykonania napadu chemicznego.

W rezultacie własności niezmienne zostają zmienione na korzyść walczącego, a zależność od pogody i terenu znacznie zmniejszyła się.

Z chwilą zastosowania obrony przeciwchemicznej, t. j. niezwłocznie po pierwszym skutecznym napadzie chemicznym falą gazową, 22 kwietnia 1915 roku pod Ypres, zadaniem techniki walki chemicznej było i pozostało nadal, uczynienia obrony nieskuteczną, następującemi środkami i sposobami:

1. Przez przeskok bojowego środka chemicznego przez pochłaniacz maski, — istnieją tu możliwości:

a) środki chemiczne, które nie są zatrzymywane przez pochłaniacz lub bardzo źle (sternity);

b) środki chemiczne rozkładające się w pochłaniaczu, a część toksyczna środka przenika przez pochłaniacz (karbonylki niklu, żelaza);

c) dodanie do środka chemicznego substancji utrudniającej normalną pracę pochłaniacza;

d) bardzo wysokie stężenie (fosgen z bomb Livens'a).

2. Pominięcie maski przez podziałanie na taką część organizmu, której maska nie zabezpiecza. (iperyt).

3. Przez wyczerpanie pochłaniacza, które uskutecznia się:

a) wysokim stężeniem środka chemicznego;

b) mniejszym stężeniem przedłużając odpowiednio czas skażania terenu, (fala gazowa).

4. Przez ogarnięcie przeciwnika obłokiem gazowym wpierw, niż zdąży nałożyć maskę, (napad miotaczami Livens'a).

Sposób, polegający na wyczerpaniu pochłaniacza (pkt. 3), wobec jego dużej zdolności chłonnej, wymaga dużego

zużycia środków chemicznych — jest przeto nieekonomiczny i w drugiej połowie wojny chemicznej niestosowany.

Napady chemiczne.

Gazy i dymy bojowe by skazić środowisko, w którem przebywa walczący przeciwnik, muszą być przeniesione na jego teren.

Są dwa sposoby przenoszenia gazów i dymów bojowych na teren przeciwnika.

Pierwszy sposób polega na użyciu pocisków i bomb ładowanych środkami chemicznemi, które siłą miotającą prochów są przerzucone na teren przeciwnika i tam eksplodując, skażają środowisko u samego celu. Będzie to napad artyleryjski.

Drugi sposób polega na wykorzystaniu siły nośnej wiatru. W tym celu skaża się powietrze gazem lub dymem we własnych stanowiskach, a wiatr wiejący w stronę przeciwnika przenosi skażone powietrze na jego teren. Jest to napad falowy.

Każdy ze sposobów, by był skuteczny, musi być wykonany i technicznie przeprowadzony tak, aby odpowiadał trzem zasadniczym wymaganiom walki chemicznej:

a) Wytworzyć u celu możliwie wysokie stężenie bojowe.

b) Zaskoczyć przeciwnika (pkt. 1, 2, 4) lub wprowadzić go w błąd.

c) Skazić możliwie większą powierzchnię terenu, by utrudnić przeciwnikowi uchylenie się od środka chemicznego.

Nie wszystkie napady chemiczne w jednakowej mierze odpowiadają stawianym wymaganiom, zwłaszcza pod

względem zaskoczenia. Odnośnie zaś do stężenia bojowego i masowego użycia środków chemicznych, to te wymagania bezwzględnie muszą być wykonane by osiągnąć pożądany skutek.

ROZDZIAŁ II.

Pocisk chemiczny.

Wojna 1914—1918 r. w szerokim zakresie rozwinęła walkę chemiczną, która w dziedzinie artylerji doprowadziła do budowy nowego typu pocisku artyleryjskiego — pocisku chemicznego. Nazwą „pocisk chemiczny" obejmujemy cały szereg pocisków specjalnie przeznaczonych do skażania środowiska celem niszczenia żywej siły przeciwnika lub zmniejszenia jego zdolności bojowej.

Zależnie od rodzaju skażenia środowiska, t. j. od tego jakim środkiem chemicznym jest pocisk ładowany i co osiągamy, pocisk chemiczny bywa następujących rodzajów:

1. Pocisk gazowy;
2. „ dymny:
3. „ gazowo-kruszący;
4. „ zapalający.

Przed wojną światową znane były tylko pociski dymne i zapalające, które stanowiły nikły odsetek pocisków artyleryjskich.

Pocisk dymny stosowany był tylko do wstrzeliwania się, a pociski zapalające jednoogniskowe i wieloogniskowe, zawierające przeważnie fosfór, nie miały wielkiego zastosowania.

W czasie wojny światowej zastosowano lepsze środki dymotwórcze i zapalające, przez co pociski tego rodzaju nie zawodziły. Ulepszenia techniczne spowodowały zastosowanie pocisku dymnego do oślepienia i obezwładnienia przeciwnika, do wytwarzania zasłon dymnych, zaś pocisku zapalającego do ostrzeliwania celów żywych i t. p.

Idea i projekt pocisku gazowego nie są wyłącznie dziełem wojny światowej, gdyż już w r. 1591 puszkarz niemiecki Brechtel w dziele „Büchsen Meisterei" proponuje używać pocisków ładowanych związkami arsenowemi.

Projekt ten dobrze był pomyślany i mógłby być urzeczywistniony, jeśliby technika ówczesna zdolna była dostarczyć potrzebnej ilości środków chemicznych. Stało się to możliwem dopiero w roku 1914 w Niemczech, gdzie przemysł chemiczny osiągnął wysoki poziom, monopolizując produkcję chemiczną Europy i Ameryki.

Z punktu widzenia teoretycznego pomysł Brechtla został zrealizowany już przed wojną światową. Mianowicie materjały wybuchowe (kwas pikrynowy, trotyl), któremi napełniano pociski artyleryjskie wybuchowe, przy eksplozji wytwarzają sporo tlenku węgla (czad), t. j. gazu trującego.

Znane są wypadki, gdzie pociski ładowane temi materjałami wybuchowemi powodowały zatrucia. Naprzykład, pocisk eksplodował w przedsionku schronu, odłamki nie trafiły do izby schronu, a załoga znajdująca się tam, poniosła śmierć przez zatrucie.

Z tego powodu powstały protesty przeciw użyciu owych materjałów wybuchowych, które podczas eksplozji wytwarzają tlenek węgla. Protesty tego rodzaju miały miejsce podczas wojny angielsko-boerskiej 1900 r., gdy Anglicy zastosowali kwas pikrynowy, następnie podczas woj-

ny rosyjsko-japońskiej, gdy zastosowano szimoze przez Japończyków. Pojęcie o pociskach kruszących, wytwarzających tlenek węgla, jako o pociskach gazowych napotykamy obecnie.

Pocisk wybuchowy, eksplodując, działa mechanicznie i zatruwa powietrze tlenkiem węgla. Zatrucie może nastąpić tylko w przestrzeni zamkniętej, gdyż tlenek węgla posiada mniejszy ciężar właściwy od powietrza i na otwartej przestrzeni, rozprasza się szybko — zatruć przeto nie może. W zamkniętej przestrzeni następuje nietylko zatrucie, ale i porażenie odłamkami, tylko w wyjątkowych wypadkach, jak przytoczony poprzednio, działa jako pocisk gazowy. Wobec tego, że zatrucie bez porażenia odłamkami może nastąpić tylko w wyjątkowych i bardzo nielicznych wypadkach, pocisku takiego, o wybitnem działaniu mechanicznym, nie zalicza się do pocisków gazowych.

Podczas wojny światowej badanie karbonylku niklu— narazie dały powód do przypuszczenia, że substancja ta, posiadająca własności wybuchowe, zapalające i trujące, uzupełni poprzednio stosowane materjały wybuchowe i otrzyma się pocisk o działaniu podwójnem.

Próby wykonane z karbonylkiem niklu dały wynik ujemny: jako materjał wybuchowy posiada on słabą siłę kruszącą, a własności zapalające nikłe. Co się tyczy własności trujących, to, nie zważając na to, że para karbonylku niklu częściowo rozkłada się w pochłaniaczu maski na tlenek węgla, który swobodnie przezeń przechodzi — stężenie powstaje zbyt niskie by można było tym sposobem skutecznie zatruwać.

Zagadnienie otrzymania substancji wybuchowej, któraby dawała podczas eksplozji gazy trujące cięższe od powietrza, nie zostało dotychczas rozwiązane; co nie wyklu-

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
BIBLIOTEKA

cza podobnj możliwości na przyszłość, zbyt wiele obiecującej wynalazcy, aby nad nią nie pracowano.

Niemcy w r. 1917 na innej drodze osiągnęli ten sam skutek—mianowicie, zbudowali pocisk o podwójnem działaniu, dodając do pocisków kruszących substancji silnie drażniącej (sternit), rozpylanej siłą eksplozji i w postaci drobnego pyłu działającej drażniąco na organizm człowieka; natomiast działanie wybuchowe takiego pocisku było o 25% mniejsze od zwykłego.

Widzimy tu zmianę pocisku kruszącego na gazowo-kruszący — jest to pocisk niebieski krzyż.

W 1918 r. Niemcy ulepszyli pocisk gazowy iperytowy, budując pocisk gazowo-kruszący, zmniejszając w pocisku ilość iperytu, a zwiększając materjał kruszący (podwójny żółty krzyż).

Pociski niebieski krzyż, podwójny żółty krzyż i podwójny zielony, działają odłamkami i środkiem chemicznym. Te trzy rodzaje pocisków niemieckich, tworzą grupę pocisków gazowo-kruszących. Mimo wielkich ich zalet, koalicja pocisków gazowo-kruszących nie stosowała.

Pocisk gazowy i gazowo-kruszący, przeznaczony do niszczenia żywej siły przeciwnika, ceniony jest przez artylerzystów, natomiast pocisk dymny nie cieszy się uznaniem, gdyż nie powoduje strat wśród szeregów przeciwnika, a oprócz tego, co się przyczynia prawdopodobnie do podtrzymania ogólnej niechęci, pocisk ten, chociażby najlepiej umieszczony, daje wynik tylko w razie jednoczesnego wykonania manewru; bez manewru strzelanie pociskami dymnemi nic nie przyniesie, prócz zużycia amunicji.

W zimie 1916/1917 Niemcy użyli pocisków, które po wybuchu zostawiały na terenie barwne plamy. Plamy te powstały z barwnika znajdującego się wewnątrz poci-

sku. Czyniono wiele przypuszczeń dla wytłómaczenia potrzeby takiego cechowania terenu. Analiza plam wykazała, że jest to tylko barwnik, co nasuwa przypuszczenie, że Niemcy używali tego środka celem identyfikacji ostrzelanego terenu w kilka godzin, albo kilka dni po ostrzelaniu gazami trwałemi. Być może Niemcy liczyli na to, że plamy barwne dopomogą do orjentowania się posuwającym się własnym wojskom.

Kaliber i ilość pocisków chemicznych. Pociskami chemicznemi posługiwała się artylerja polowa lekka i ciężka wszystkich państw wojujących. Niemcy w roku 1918 zastosowali pociski 21 cm i 24 cm (niebieski i żółty krzyż).

Obie strony walczące posiadały pociski chemiczne o kalibrze od 75 do 240 mm włącznie. Ilość tych pocisków sięga zawrotnych liczb. Naprzykład Francja, która w czasie wojny musiała organizować produkcję chemiczną, przezwyciężając wiele trudności technicznych, napełniła i skompletowała od 1 czerwca 1916 do listopada 1918 roku 17,000.000 pocisków gazowych, w tem około dwóch miljonów iperytowych. Stany Zjednoczone Ameryki Północnej wystąpiły na polu walki dopiero w 1917 roku i nie produkowały wówczas środków chemicznych, lecz zalety tych środków chemicznych zwróciły uwagę i zmusiły do masowej produkcji pocisków gazowych.

Produkcja miesięczna St. Zjedn. Am. Płn. pocisków gazowych, w ostatnim miesiącu wojny wynosiła:

Pocisków	75 mm	2.400.000
„	4 cal.	450.000
„	155 mm	540.000
„	6 cal.	180.000

Niemcy w czasie wojny wyprodukowały pocisków gazowych i gazowo-kruszących około 34.000.000. Zdobyty niemiecki park artyleryjski dywizji na odcinku Moreuil w lipcu 1918 r. posiadał:

Pocisków wybuchowych 50%,
„ niebieskiego krzyża 19% (gazowo-kruszący).
„ zielonego krzyża 24% (gazowy).
„ żółtego krzyża 7% (gazowy).

Odsetek pocisków chemicznych w ogólnej ilości pocisków artyleryjskich był znaczny. Zdobyty skład niemieckiej amunicji przez 3, armję angielską we wrześniu 1918 r., zawierał:

Pocisków wybuchowych i szrapneli . . . 60%
„ niebieskiego krzyża 30%
„ gazowych 10%

Widzimy, że pociski gazowe i gazowo-kruszące w r. 1918 stanowią u Niemców około połowy amunicji artyleryjskiej. Liczby te nie obejmują pocisków zapalających i dymnych.

Amerykanie szybko zwiększali odsetek pocisków gazowych i tak — w roku 1917 wynosił on 10% ogólnej ilości wyprodukowanych pocisków, 1 listopada 1918 r. zwiększony został do 20%, zaś na 1-go stycznia 1919 było przewidziane 25%.

Rozważania teoretyczne stawiają pewien kres nadmiernej ilości pocisków chemicznych. Kres ten dotyczy wyłącznie pocisków gazowych i dymnych; te dwa rodzaje pocisków najbardziej zależne są od warunków atmosferycznych.

Rozważania natury taktycznej pomijamy. Jeśli zechcemy uwzględnić czas dogodny do użycia pocisków gazowych

Biblioteka Akademii Sztabu Generalnego

i dymnych, to przyjdziemy do wniosku, że tylko jedna trzecia część roku nadaje się do ich użycia. Innemi słowy, tylko w jednym wypadku na trzy artylerzysta może się niemi posługiwać, co daje maksimum 33% pocisków gazowych w stosunku do amunicji artyleryjskiej. Granicy tej nie przekroczyli i Niemcy, gdyż do ogólnej liczby 40—50% pocisków chemicznych wliczone są pociski gazowo-kruszące, których było 20—30%, a zależność ich od warunków atmosferycznych jest nieznaczna.

Instrukcje niemieckie normujące użycie pocisków chemicznych w przygotowaniu natarcia ustalają ich cyfrę do 80% ilości pocisków potrzebnych do danej operacji, co w niczem nie zmienia stosunku ogólnego, gdyż dla niektórych celów były używane nawet wyłącznie pociski chemiczne.

Następujący dokument z 8 maja 1918 roku, pochodzący z 7 armji niemieckiej, podaje stosunek różnych rodzajów pocisków w zależności od celu w czasie natarcia.

TAB. 23.

Rodzaj pocisków	Ostrzeliwanie bateryj	Ostrzeliwanie pozycji piechoty	
		zapora ogniowa ruchoma	zapora ogniowa
Pociski wybuchowe	20%	60%	30%
Niebieski krzyż	70%	30%	60%
Zielony krzyż albo Żółty krzyż 1	10%	10%	10%

Stosunek pocisków gazowych do wybuchowych, zużytych przez francuską artylerję w bitwie pod Verdun 20.VIII.17 r. i pod Ailette 23.X.17 r. uwidocznione w poniższem zestawieniu:

TAB. 24.

Jednostka	Miejsce, data i czas	Stosunek pocisków gazowych do innych zużytych podług kalibru			
		75 mm. arm.	120 mm. arm.	155 mm. arm	155 mm. hb.
XV. K. A.	Verdun, 20 sierpnia (g — 6 do g + 3)	12,5 %	39,5 %	24,8 %	?
XX. K. A.	Ailette, 23 października (g — 8 do g + 2)	34 „	41 „	36 „	13,7 %
XI K. A.	Ailette, 23 października (g — 8 do g + 0)	12,1 „	26,4 „	34,5 „	13,8 %
VI armja	Ailette, 23 października (g — 6 do g — 3)	13,6 „	22,3 „	30 „	11 „

Straty armji angielskiej od środków chemicznych, pomijając inne ich działanie skuteczne (str. 17), wynoszą 180.981 żołnierzy, w tem od lipca 1917 r. 169.776 żołnierzy. Jeśli uwzględnimy, że pociski gazowe stanowiły tylko odsetek wystrzelonych pocisków artyleryjskich, to skuteczność ich jest wybitna.

Od połowy 1917 r. straty angielskie w przybliżeniu wynoszą:

Od pocisków żółty krzyż 78 %
„ „ zielony „ 11 „
„ „ niebieski „ 11 „

A. Pocisk gazowy.

1. Budowa pocisku gazowego.

a. Skorupa pocisku.

Pocisk gazowy w budowie swojej różni się od zwykłego pocisku wybuchowego zawartością wewnętrzną. Miano-

wicie, zamiast materjału kruszącego zawiera chemiczny środek bojowy w stanie ciekłym.

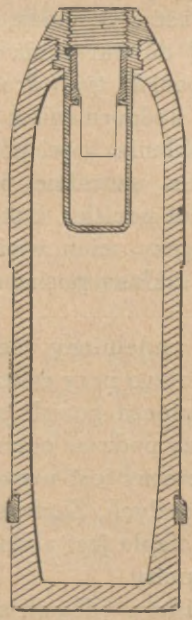
O wartości skorupy pocisku gazowego decyduje przedewszystkiem—wydajność. Wydajnością pocisku, nazywamy stosunek (w procentach) ciężaru zawartego gazu bojowego do ciężaru kompletnego pocisku; stosunek ten waha się od 10 do 15 %, co oczywiście nie jest dużo, zwłaszcza jeśli porównamy z innym narzędziem walki chemicznej, mianowicie z bombą gazową Livens'a, wydajność której wynosi 45%.

Mała wydajność pocisków gazowych wynika z tego, że do napełnienia gazami bojowemi, używa się tych samych skorup, co i do pocisków wybuchowych.

Zagadnienie skonstruowania specjalnego pocisku do napełniania gazami, posiadającego dużą pojemność przy małym ciężarze i dużej wytrzymałości ścianek, przedstawiało podczas wojny wielkie trudności i nie zostało rozwiązane. Do tego przedewszystkiem potrzebna jest stal w dobrym gatunku i w dużych ilościach, jak również szybka produkcja skorup. W czasie wojny łatwiejszem okazało się zwiększenie produkcji z 100.000 na 110.000 skorup typu ustalonego (t. j. wybuchowego), niż wyprodukować 100 skorup nowego typu.

Pozatem znaczne ilości skorup pocisków wysortowanych, jako nie nadające się do ładowania materjałem wybuchowym z powodu przekroczenia dopuszczalnych odchyleń ciężaru, mogły być napełniane środkam chemicznemi. Gazy bojowe posiadają ciężar właściwy (tab. 5), wahający się w szerszych granicah niż materjałów wybuchowych, przeto skorupy lekkie można napełnić cieczą ciężką i odwrotnie, co dało możność zachowania wagi pocisków gazowych w ramach odchyleń ustalonych dla wybuchowych pocisków artyleryjskich danego kalibru. Te względy spowo-

dowały, że wszystkie państwa używały do pocisków gazowych tych samych skorup co w pociskach wybuchowych, oddając pierwszeństwo pociskom o cienkich ściankach, to jest stalowym.



Rys. 3. Skorupa francuskiego pocisku gazowego z wkrętką na ładunek wybuchowy.

b. Napełnianie pocisków gazami bojowemi.

Pociski napełniano gazami bojowemi w stanie ciekłym. Były stasowane wszystkie gazy bojowe, z wyjątkiem chloru. Niektóre z nich działają ujemnie na ścianki pocisku i nadgryzają je, a sam gaz rozkłada się. Powstała konieczność zabezpieczenia wewnętrznych ścianek pocisku

przed tem działaniem. O ile takie zabezpieczenie jest łatwe w pociskach składających się z dwóch części, t. j. części walcowatej i wkręconej głowicy lub wkręconego dna, o tyle trudne jest przy pociskach jednoblokowych, t. j. stanowiących jedną całość i posiadających tylko mały otwór u góry (oko pocisku) do wkręcenia zapalnika. (Rys. 3, 4).

Francuzi mieli pociski typu drugiego, t. j. jednoblokowe i wysiłek ich nad uodpornieniem wewnętrznych ścianek doprowadził do szklenia pocisków, t. j. do pokrywania cienką warstwą szkła, szczelnie przylegającego do wewnętrznej powierzchni pocisku. Szklenia pocisków wymagają tylko niektóre gazy, mianowicie związki bromowe. Wewnętrzną osłonę szklaną posiadały pociski Nr. 9, 12, 14 (tab. 18).

Pocisk gazowy napełniony cieczą posiada wewnątrz wolną przestrzeń i dlatego przy wstrząsaniu bulgocze. Wolna przestrzeń zabezpiecza pocisk przed pęknięciem przy rozszerzaniu się cieczy podczas ogrzewania, gdyż spółczynnik rozszerzalności cieczy jest większy od spółczynnika rozszerzalności ciał stałych. Zachowanie się cieczy w pocisku pod wpływem ciepła jest podobne do zachowania się rtęci w rurce termometru.

Napełnianie pocisków odbywa się przy niskich temperaturach, a to ze względu na zmniejszenie lotności gazu bojowego i zabezpieczenie robotników, jak również aby utrzymać gazy o niskiej temperaturze wrzenia (fosgen) w stanie ciekłym. Pocisk w polu, może ogrzać się do 50°. Wobec czego przestrzeń wolna w pocisku musi być odpowiednio duża.

Jeśli przyjmiemy temperaturę napełniania pocisku, np. fosgenem przy — 10°, a możliwość ogrzania się pocisku do 50°, to w tych granicach fosgen rozszerza się do 0,1 swej objętości (str. 55).

Przeciętna pojemność skorupy francuskiego pocisku 75 mm wynosi 525 cm^3, z odchyleniem ± 30 cm^3, wobec czego nie można do pocisku najmniejszego, t. j. 495 cm^3, nalać więcej jak 450 cm^3 cieczy, zostawiając wolną przestrzeń 45 cm^3 [1]). Napełniając 75 mm. pociski 450 cm^3 cieczy, otrzymamy, zależnie od pojemności skorupy przestrzenie wolne: najmniejszą—45 cm^3, przeciętną—75 cm^3 i największą — 105 cm^3.

Ładunek wybuchowy wystarczający do otwarcia pocisku przy 45 cm^3 wolnej przestrzeni, może zawieść przy 105 cm^3. Jest to spowodowane tem, że w drugim wypadku ten sam ładunek wybuchowy w dużej komorze wybuchowej (105 cm^3) rozwija mniejsze ciśnienie, niewystarczające do rozerwania skorupy.

Ciśnienie powstające przy eksplozji zależy od gęstości ładodwania. Gęstość ładawania jest to stosunek ciężaru ładunku wubuchowgo od objętości komory wybuchowej, albo masa wybuchowa w jednostce objętości ($\Delta = \frac{1}{v}$). Zależność pomiędzy gęstością ładowania, a ciśnieniem powstałem oblicza się według równania Nobel'a i Abel'a:

$$p = \frac{f\Delta}{1 - \alpha\Delta}$$

gdzie p jest to ciśnienie wyrażone w kg na cm^2, f — siła materjału wybuchowego, która dla melinitu przedstawia wartość 9.750,

α — kowolum i dla 1 kg. melnitu wynosi 0,9 cm^3.

Δ — gęstość ładowania,

---

[1]) $x + 0{,}1\ x = 495\ cm^3$; $1{,}1\ x = 495\ cm^3$; $x = 495 : 1{,}1 = 450\ cm^3$; $0{,}1\ x = 45\ cm^3$ (przestrzeń wolna).

Ładunek wybuchowy francuskiego pocisku gazowego 75 mm, wynosi 25 gr melinitu, i zajmuje objętość około 15 cm^3, 25 gr melinitu eksplodując:

w komorze wybuchowej	wywiera ciśnienie
15 cm^3 + 45 cm^3	6290 kg/cm^2
15 „ + 75 „	3545 „
15 „ + 100 „	2468 „

Z drugiej strony wytrzymałość pocisku 75 mm na rozerwanie ze wzoru:

$$P = T\left(\frac{R}{r} - 1\right)$$

gdzie P — wytrzymałość pocisku na rozerwanie;

T — wyrzymałość materjału na rozerwanie z którego zrobiona skorupa, przyjmujemy ją dla stali 95 kg/mm^2; dla stalosurówki 25 kg/mm^2.

R, r — promienie, zewnętrzny i wewnętrzny pocisku w miejscu najmniejszego oporu.

Wytrzymałość pocisku przy promieniu głowicy R = 30 mm i r = 23 mm, wyniesie 2.850 kg/cm^2.

Jeśli porównamy teraz najmniejsze ciśnienie, jakie powstaje przy wybuchu — 2.468 kg/cm^2 z wytrzymałością pocisku — 2.850 kg/cm^2, okazuje się, że powstałe ciśnienie nie będzie w stanie rozsadzić pocisku z dużą (105 cm^3) przestrzenią wolną.

Dla uniknięcia tej ewentualności, gęstość ładowania musi być ta sama, albo wahać się bardzo nieznacznie; w tym celu przestrzeń wolna musi być we wszystkich pociskach jednakowa. Oczywiście nie da się tego osiągnąć, jeśli będziemy napełniać skorupy o różnej pojemności tą samą objętością gazu bojowego.

Zauważono, że pojemności głowic (od oka pocisku do zgrubienia centrującego) bardzo nieznacznie różnią się od

siebie. Zaczęto więc napełniać pociski do jednej i tej samej wysokości, t. j. do stałego poziomu. Przy takim sposobie napełniania, pociski tego samego kalibru zawierają niejednakowe ilości gazu bojowego, wahania te nie są jednak duże i nie przekraczają dopuszczalnych granic ciężaru pocisków.

c. Ładunek wybuchowy albo rozpylający.

Do rozwarcia pocisku gazowego, wewnętrz jego umieszczony jest ładunek wybuchowy. Wielkość jego uzależniona jest od wielu czynników. Przedewszystkiem musi być wystarczający do rozwarcia pocisku. Jednak za duży ładunek może wywiązać tyle ciepła, że częściowo spali gaz bojowy, lub siłą detonacji utworzy tak duży obłok gazowy, że stężenie stanie się zbyt niskie. Do otwarcia pocisku 75 mm i 155 mm, wystarcza 25 gr melinitu.

Pociski gazowe posiadają zapalniki uderzeniowe o działaniu natychmiastowem, które powodują detonację materjału wybuchowego i otwarcie pocisku w chwili dotknięcia powierzchni ziemi; pocisk wtedy posiada jeszcze dużą energję kinetyczną (ruchu) i częściowo zagłębia się do ziemi, przez co sporo cieczy będzie straconej, a obłok gazowy będzie posiadał mniejsze stężenie. Pociski o większym ciężarze posiadają większą energję kinetyczną i wbijają się w ziemię głębiej przy tych samych warunkach (grunt, kąt upadku, zapalnik) od pocisków mniejszego kalibru. To powoduje, że ładunek wybuchowy kalibrów większych został zwiększony do 90 gr, celem przeciwdziałania jego energji ruchu.

Poc.	75	mm	25 gr.
„	105	„	60 „
„	120	„	60—90 „
„	155	„	90 „

Ładunki wybuchowe pocisków niemieckich, uwidocznione w tab. 28, i prawie nie różnią się od francuskich.

Siła wybuchu rozrywa głowicę i działa na pozostałą część pocisku wraz z cieczą w kierunku przeciwnym energji ruchu, zrównoważa ją i ciecz nie wbija się w ziemię.

Wielkość ładunku wybuchowego zależy również od rodzaju gazu. Gazy lotne, takie jak fosgen, nie wymagają nic więcej ponad otwarcie pocisku; wystarczy tu minimalny ładunek.

Gaz trwały lub średniotrwały wymaga o wiele silniejszego ładunku wybuchowego, gdyż tu nie wystarczy roztworzyć pocisk, a potrzeba jeszcze rozproszyć ciecz na większą powierzchnię w postaci drobnych kropelek, aby utworzyć plamę chemiczną, względnie rozpylić w powietrzu. Wielkość ładunku wybuchowego, przy wszystkich pozostałych tych samych warunkach pogody i terenu, decyduje o trwałości danego gazu. Silne rozpylenie cieczy w powietrzu, może wielokrotnie skrócić czas jej trwania w terenie i właściwie z gazu trwałego otrzymamy krótkotrwały, gdyż plama chemiczna w tym wypadku nie powstaje. Pocisk o dużym ładunku wybuchowym, który silnie rozpyli ciecz i skróci kilkakrotnie czas jej trwania w terenie, nie będzie gazowy, a gazowo-kruszący; ścisłej granicy wszakże między temi rodzajami pocisków przeprowadzić się nie da.

Materjał wybuchowy umieszcza się w głowicy tuż pod detonatorem, lub otaczając detonator, co powoduje pęknięcie górnej połowy pocisku, gdy dolna pozostaje najczęściej nienaruszoną. (Rys. 3, 4, 5, 6, 7 — na końcu książki).

Tego rodzaju rozwarcie pocisków z gazami lotnemi powoduje odrzucenie gazu do góry, przez co zmniejsza się znacznie stężenie obłoku gazowego nad powierzchnią ziemi. Spora część gazu jest stracona. Na skutek tego pożąda-

nem jest, aby rozwarcie nastąpiło w kierunku poziomym, t. j. wysokość obłoku w chwili wybuchu nie przekraczała wzrostu człowieka. W tym celu ładunek wybuchowy pocisków dużych kalibrów, umieszcza się w rurce centralnej. (Rys. 7).

d. Zapalnik.

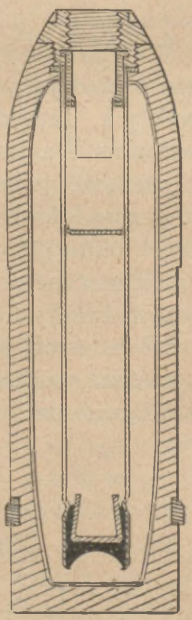
Pociski gazowe nie posiadają specjalnych zapalników, używa się do nich zwykłych zapalników uderzeniowych o działaniu natychmiastowem. Na terenach błotnistych niezbędne są zapalniki czasowe, jednak tylko do pocisków o gazach trwałych, do gazów lotnych natomiast nie nadają się, gdyż wytwarzanie obłoków gazowych na pewnej wysokości jest zupełnie nieskuteczne.

Do pocisków o gazach trwałych, mogą być zastosowane zapalniki czasowe, celem użycia pocisku gazowego, jako szrapnela, gdzie kule zostaną zastąpione kroplami gazu trwałego (iperyt), opadającemi na teren i skażając go skutecznie.

e. Uszczelnienie francuskiego pocisku gazowego.

Po napełnieniu pocisku do stałego poziomu, zamyka się go emaljowaną wkrętką zwykłą lub łącznikową, wkręcając ją do oka pocisku i uszczelniając pierścieniem ołowianym. Do wkrętki wkłada się materjał wybuchowy, a w gniazdo wkręca się zapalnik (rys. 3). Większość francuskich pocisków gazowych zawierała oprócz gazu bojowego substancje dymotwórcze. Jeśli one ze sobą nie reagują, wtedy miesza się je razem w pocisku. Natomiast reagujące izolowano przez umieszczenie substancji dymotwórczej w rurce przylutowanej do wkrętki i dochodzącej prawie do dna pocisku. Rurka z dołu była zamkniętą korkiem szklanym i uszczelniona cementem magnezjowym. (Rys. 8).

Cement magnezjowy jest mieszaniną magnezji i chlorku magnezu ($MgO + MgCl_2$). Cement był najlepszym środkiem, którym posługiwano się do uszczelniania pocisków gazowych.



Rys. 8. Francuski pocisk gazowy z rurką na środki dymotwórcze.

2. Działanie pocisków gazowych.

Pocisk gazowy zawiera mały ładunek wybuchowy daje wybuch o wiele słabszy i łatwo daje się odróżnić od zwykłego pocisku wybuchowego. Działanie jego odłamkami jest słabe. W miejscu eksplozji pocisku powstaje mały niewyraźny lej.

Zależnie od rodzaju gazu zawartego w pocisku, pocisk ten po eksplozji daje w terenie obłok gazowy, lub plamę chemiczną. Gazy lotne i średniotrwałe dają tylko obłok gazowy, zaś trwałe — plamę chemiczną. Wpływ czynników atmosferycznych i terenu na polowe elementy walki chemicznej (obłok i plama), został omówiony w pierwszej części niniejszego podręcznika.

a. Pociski o gazach lotnych.

Wielkość obłoku natychmiast po wybuchu pocisku, zawierającego gaz lotny, zależy od kalibru pocisku; przeciętnie obłok fosgenowy, lub obłok kwasu pruskiego z pocisku franc. 75 mm, posiada wymiary: 2 m × 2 m × 5 m = 20 m^3. Wysokość obłoku 5 m. Obłok szybko zwiększa swą objętość i rozprasza się — wiatr przesuwa obłok, który przeciętnie po przebiegu 50 metrów zatraca swoje własności zabójcze.

Pociski 120 i 155 mm, po wybuchu tworzą obłok gazowy: 10 m × 10 m × (5—10) m = 500 — 1.000 m^3 o wysokości 5—10 mtr. Obłok po przebiegu 10 mtr. rozprasza się.

Promień działania pocisków gazowych 50 m względnie 100 m, dotyczy tylko pojedyńczych obłoków, natomiast przy wytworzeniu dużej ilości obłoków i powstania jednolitej chmury gazowej promień jej działania z wiatrem, t. j. zasięg wynosi do kilku kilometrów.

Stężenie obłoku gazowego oblicza się w przybliżeniu w każdym dowolnym momencie jego istnienia, znając jego objętość; obłok gazowy zaraz po wybuchu pocisku posiada stężenie:

Pocisk 75 mm zawiera około 700 gr, a pocisk 155 mm 3.500 gazu bojowego.

700 g : 20 m^3 = 35 g/m^3 (pocisk 75 mm).
3500 g : 500 m^3 = 7 g/m^3 (pocisk 155 mm).

Na wysokość obłoku gazowego, oprócz wielkości ładunku wybuchowego wywiera znaczny wpływ grunt, kąt upadku i końcowa szybkość pocisku.

b. Pociski o gazach trwałych.

Z pocisków zawierających gazy trwałe ciecz rozpylona siłą wybuchu zostaje rozrzucona dokoła powstałego niedużego leja. Kropelki cieczy rozrzucone dokoła tworzą plamę chemiczną, powierzchnia której, zależy od kalibru pocisku i ładunku wybuchowego; im większy kaliber i ładunek wybuchowy, tem większa plama chemiczna. Powierzchnia plam z pocisków francuskich łzawiących:

74 mm — 5 m^2
155 mm — 50 m^2

Iperytowe pociski francuskie i niemieckie wytwarzają plamy chemczne o powierzchni:

Pocisk 75 mm. i 77 mm. — 20 m^2
„ 105 „ — 50 „
„ 150 „ i 155 mm. — 200 „

3. Ilość potrzebnych pocisków gazowych do wytworzenia stężenia bojowego.

a. Pociski o gazach lotnych i średniotrwałych.

By ogień pociskami gazowemi był skuteczny, trzeba wytworzyć ponad celem jednolitą chmurę gazową o stężeniu bojowem; chmura taka, powstała z oddzielnych obłoków gazowych, osiąga wysokość przeciętnie 5-ciu metrów. Przestrzeń, którą trzeba zagazować, będzie równała się powierzchni celu pomnożonej przez wysokość obłoku, t. j. 5 m.

Ilość pocisków (N) potrzebnych do wytworzenia stężenia C g/m³ ponad celem o powierzchni f metrów × × d mtr, oblicza się ze wzoru:

$$N = \frac{f \; d \; 5 . c}{m}$$

gdzie N — ilość potrzebnych pocisków o gazach lotnych:
f — front celu do zagazowania w metrach;
d — głębokość celu w metrach;
5 — wysokość obłoku gazowego w metrach;
c — stężenie bojowe w gr/m³;
m — zawartość w gramach gazu bojowego w pocisku.

Przykład. Ile potrzeba pocisków 75 mm lub 155 mm fosgenowych do wytworzenia chmury gazowej o stężeniu 3 g/m³ nad celem 100 m × 100 m? (1 hektar).

$$N = \frac{100 \times 100 \times 5 \times 3}{700} = 215 \text{ pocisków 75 mm.}$$

$$N = \frac{100 \times 100 \times 5 \times 3}{3500} = 43 \text{ pociski 155 mm.}$$

Obliczona liczba pocisków potrzebna do wytworzenia odpowiedniego stężenia bojowego będzie wystarczająca, jeśli wszystkie pociski upadną na cel, uwzględniając przeto rozrzut, musimy przytoczone liczby zwiększyć odpowiednio. Dlatego im cel jest dalszy, tem na cel tej samej powierzchni, do wytworzenia tego samego stężenia, potrzeba użyć więcej pocisków.

Różnice w ilości potrzebnych pocisków zależnie od odległości celu są tem większe, im mniejsza powierzchnia celu — różnica ta nieznaczna przy celach o dużej powierzchni.

Najmniejszą powierzchnią do zagazowania pociskami artyleryjskiemi będzie pole rozrzutu dla danego działa i od-

ległości. Okazuje się, że w warunkach normalnych przy odległościach przeciętnych dla wytworzenia nad polem rozrzutu stężenia bojowego, potrzeba użyć (według instrukcji niemieckiej) niemniej niż:

100 pocisków 77 mm.
50 pocisków 105 mm.
25 pocisków 150 mm.
10 pocisków 210 mm.

Są to jednocześnie najmniejsze ilości pocisków gazowych, jakie mogą być użyte do strzelania gazowego.

Dla dział farncuskich 75, 105, 120 i 155 mm minimalną ilość można obliczyć, posługując się danemi tabel strzelniczych i wysokością stężenia bojowego, które dla gazów lotnych waha się od 1 g/m³ do 5 g/m³.

Ilość potrzebnej amunicji gazowej przy niesprzyjającej pogodzie: słońce, silny wiatr, deszcz — wzrasta niepomiernie, zaś rezultat bywa wątpliwy.

b. Pociski o gazach trwałych.

Ilość pocisków potrzebnych do skutecznego pokrycia celu plamami chemicznemi, otrzymuje się dzieląc powierzchnię celu na wielkość plamy chemicznej; otrzymana ilość pocisków wystarcza do pokrycia całej powierzchni celu gazem bojowym, w rzeczywistości plamy chemiczne pokrywają tylko $^1/_5$ do $^1/_2$ powierzchni celu.

Przykład. Ile potrzeba pocisków 75 mm lub 155 mm do zaiperytowania celu o powierzchni 100 mtr × × 100 mtr.?

$$N = \frac{100 \cdot 100}{20} \times \left(\frac{1}{5} \text{ do } \frac{1}{2}\right) = 100—250 \text{ pocisków 75 mm.}$$

$$N = \frac{100 \cdot 100}{200} \times \left(\frac{1}{5} \text{ do } \frac{1}{2}\right) = 10—25 \text{ pocisków 155 mm.}$$

Poniżej przytoczony przykład zaczerpnięty z literatury amerykańskiej podaje ilość wystrzelonych pocisków iperytowych.

Dn. 28 października 1918 r. 78-ma dywizja amer. I korpusu celem przygotowania natarcia piechoty użyła pocisków iperytowych do ostrzelania Bois de Bourgogne na odcinku Bourancy en Aisne. Niemieckie karabiny myszanonowe i artylerja zagrażały z Bois de Bourgogne lewemu skrzydłu posuwających się wojsk amerykańskich.

Artylerja korpusowa brała udział w zaiperytowaniu dopomagając artylerji dywizyjnej. Wystrzelono 36.000 pocisków iperytowych w ciągu 24 godzin. Zaiperytowano las mniej więcej 2 km na północ od Grand-Père, a o 1 km na północ od Briquenay.

Sposób strzelania pociskami gazowemi opracowany był jak zwykle dla artylerji. Ilość teoretyczna potrzebnej amunicji gazowej według instrukcji amerykańskiej.

Strefa zaiperytowana wynosiła 7.000 m $\times$ 500 m $=$ 3.500.000 m², w czem 48 dział 75 mm zagazowało połowę strefy, to jest:

$$3.500.000 \text{ m}^2 \times \frac{1}{2} = 1.750.000 \text{ m}^2.$$

Haubice 155 miały ostrzeliwać odcinek północny naprzemian z działami 75 mm, tak aby jeden pocisk 155 mm został zamieniony przez 8 pocisków 75 mm, przez co osiągało się pewniejsze i bardziej równomierne zaiperytowanie terenu.

Do zaiperytowania tej powierzchni zgodnie z instrukcją amerykańską, potrzeba 3.685 pocisków 75 mm i 495 pocisków 155 mm, co da dobry ogień obezwładniający, częściowo niszczący. Tam wszakże gdzie zabezpieczyć trzeba ważne posunięcia na przestrzeni wąskiej, lepiej dla pewności zdwoić tę ilość. Zatem w przybliżeniu otrzymamy 7.500

pocisków 75 mm i 1000 pocisków 155 mm. Uderza tu wprawdzie ogromna różnica w porównaniu z 36.000 pociskami, jakie spotrzebowała 78-ma dywizja amerykańska, nie jest to jednak liczba wygórowana, według opinji amerykańskiej, jeśli wziąć pod uwagę otrzymane rezultaty: operacja bowiem została uwieńczona najzupełniejszem powodzeniem, piechota nie napotkała żadnego oporu i marsz aż do Briguency odbył się bez przeszkód.

4. Najodpowiedniejszy kaliber pocisków dla gazów lotnych i trwałych.

Większy obłok gazowy z pocisków o większym kalibrze trwa dłużej, posiada większy promień działania: pociski 155 mm—100 mtr, a pociski 75 mm — 50 mtr; wygodniej przeto używać gazów lotnych w pociskach większych kalibrów, chociaż stężenie obłoku będzie mniejsze.

Natomiast gdy chodzi o skażenie terenu gazem trwałym, np. iperytem, wtedy im więcej będzie plam chemicznych tem większe prawdopodobieństwo zaiperytowania przeciwnika i trudniej plamy zniszczyć. W tym wypadku bardziej celowem będzie użycie tej samej ilości iperytu w pociskach o małych kalibrach (75 mm).

Z przytoczonych względów najracjonalniej byłoby napełniać pociski gazowe, według kalibrów w następującym stosunku:

		napełnionych gazami
75 mm. pociski	50%	trwałemi (iperyt)
	30%	średniotrwałemi (chloropikryna)
	20%	lotnemi (fosgen)
155 mm. pociski	50%	"
	30%	średniotrwałemi
	20%	trwałemi

We wniosku tym został pominięty czynnik szybkostrzelności dział, który może powyższy odsetek pocisków przesunąć w jednym lub w drugim kierunku.

B. Pocisk dymny.

Pocisk dymny zawiera środek dymotwórczy w stanie stałym lub ciekłym. Łodunek wybuchowy większy od ładunku wybuchowego pocisków gazowych tego samego kalibru.

Budowa pocisków dymnych. Zapalniki uderzeniowe natychmiastowe.

Niemiecki pocisk 77 mm cechowany białą literą N (Rys. 9) zawiera jako materjał dymotwórczy—bezwodnik kwasu siarkowego w stanie stałym 675—700 gr, materjału wybuchowego 180 gr.

Odmiana tego samego pocisku, czarne N na walcu pocisku (Rys. 10). Zawiera materjał dymotwórczy mieszaninę bezwodnika kwasu siarkowego i kwasu chlorosulfonowego — 900 gr, materjał wybuchowy 35 gr.

Rys. 11, przedstawia nam obłok dymny zaraz po wybuchu pocisku fosforowego.

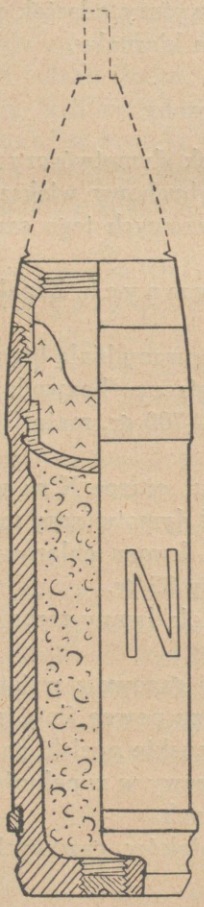
Wszystkie francuskie pociski gazowe z wyjątkiem Nr. 20 i Nr. 21 zawierały oprócz gazu pewną ilość substancji dymotwórczej; wobec czego francuskie pociski gazowe dawały zaraz po wybuchu obłok gazowy w zupełności podobny do obłoków z pocisków dymnych.

Własności przesłaniające obłoków gazowych francuskich, były jednak nikłe.

C. Pocisk gazowo-kruszący.

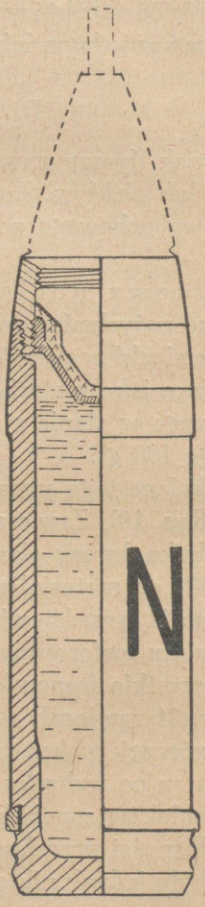
Pocisk gazowo-kruszący jest dalszem udoskonaleniem pocisku gazowego i, jak sama nazwa wskazuje, posiada

Niemieckie pociski dymne.



Rys. 9.

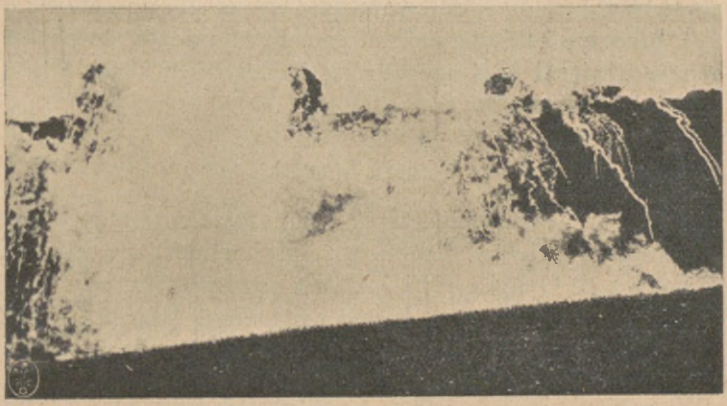
Środek dymotwórczy w stanie stałym.



Rys. 10.

Środek dymotwórczy w stanie ciekłym.

podwójne działanie: gazowe i siłą mechaniczną odłamków. Pociski te były stosowane wyłącznie przez Niemców i cechowano je: niebieskim krzyżem, zielonym krzyżem 2, podwójnym żółtym krzyżem i podwójnym zielonym krzyżem. (Tab. 28).



Rys. 11. Obłok dymny z pocisku fosforowego.

Wybuch tych pocisków niczem nie różni się od zwykłego pocisku wybuchowego, a działanie odłamkami było mniejsze przeciętnie o 25—35% od zwykłego pocisku tego samego kalibru. Zależność użycia pocisków gazowo-kruszących od wiatru i pogody zmniejszyła się znacznie, a niektóre z nich, jak pocisk niebieskiego krzyża, został prawie uniezależniony od tych czynników.

Pociski gazowo-kruszące były ładowane gazami bojowemi podstępnemi, t. j. gazami, które posiadają słaby zapach i opóźnione działanie, mianowicie: sternity, iperyt, fosgen.

Pociski te wytwarzają obłoki składające się z mieszaniny pary i zawiesinek stałych sternitowych lub ciekłych iperytowych.

Według generała Fries'a, Szefa Broni Chemicznej St. Zjedn. Am. Półn. — pociski gazowo-kruszące w przyszłych wojnach będą dominowały, przedewszystkiem jako amunicja artylerji polowej do zwalczania żywej siły przeciwnika.

Jako typ takiego pocisku gen. Fries podaje, że pocisk będzie zawierał 15% iperytu zestalonego i 85% materjału silnie wybuchowego.

1. Pocisk „niebieski krzyż".

Pocisk „niebieski krzyż" zastosowali Niemcy poraz pierwszy przeciwko Anglikom pod Nieuport we Flandrji w nocy z 10/11 lipca 1917 r. Celem tego pocisku było rozpylanie w powietrzu substancji napastliwej (sternit), przed którą pochłaniacze ówczesne, oparte wyłącznie na węglu aktywowanym, nie mogły ochronić, wobec czego maska stawała się ochroną nieskuteczną. Pociski te były wszychkich kalibrów od 77 mm do 210 mm włącznie.

a. Budowa i działanie pocisku.

Pocisk „niebieski krzyż" jest to zwykły pocisk wybuchowy, zawierający wewnątrz materjału kruszącego szklaną lub blaszaną flaszeczkę z napastliwym środkiem chemicznym — sternitem. (Rys. 12). Flaszka zawiera sternit w stanie stałym lub roztwór w fosgenie. Stosunek sternitu do materjału wybuchowego waha się w granicach od 17% do 41%. Działanie odłamkami mniejsze o 25% od zwykłego wybuchowego tego samego kalibru. Siłą wybuchu sternit rozpyla się na drobne zawiesinki, o średnicy 10^{-4} cm, 10^{-5} cm, unoszą się one w powietrzu i tworzą obłok gazowy, który jest niewidoczny.

Wytworzony obłok napastliwy wyglądem zewnętrznym nie różni się od obłoku powstałego przy wybuchu zwykłego pocisku. Obłok posiada stężenie 0,02 g/m³ i więcej co stokrotnie przekracza stężenie napastliwe.

Zdolność przenikania sternitu przez pochłaniacz zależy od wielkości zawiesinek, od ich ładunku elektrycznego a przedewszystkiem do wysokiego stężenia. Zdolność przenikania przez pochłaniacz maski przy zdwojonem stężeniu nie jest podwójna lecz zwiększa się czterokrotnie.

Według instrukcji niemieckiej sternit z pocisków niebieski krzyż najprędzej przenika przez pochłaniacz maski francuskiej, następnie włoskiej, nieco oporniej przez maskę rosyjską, a najtrudniej przez angielską. Pochłaniacz maski niemieckiej przy niezbyt dużem stężeniu nie przepuszcza chwilowo, jeśli chustkę zwiniętą przecisnąć do siatki pochłaniacza, jednocześnie zbliżając do ust pochłaniacz celem ułatwienia oddychania.

Opinja Sprzymierzonych o skuteczności pocisku niebieski krzyż jest sprzeczna: z jednej strony wskazuje się, że tylko w nielicznych wypadkach mógł obezwładnić; z drugiej zaś strony Sprzymierzeni zmuszeni byli do obrony zastosować specjalne filtry, a St. Zj. Am. Półn. i Francja przystąpiły do produkcji pocisków tego typu i tylko zakończenie wojny nie pozwoliło zastosować ich na polu walki. Skuteczność pocisków widzimy w zestawieniu strat armji angielskiej (str. 107).

Pocisk niebieski krzyż wybuchając, tworzy tylko obłok gazowy, który trwa krótko i pod tym względem zaliczamy ten pocisk do grupy pocisków o gazach lotnych. Analogcznie do pojedyńczych obłoków gazowych z poc. 75 mm i 155 mm, odpowiednie kalibry pocisków niebieski krzyż 77 mm i 150 mm powinny posiadać promień działania w kierunku wiatru około 50 i 100 mtr. Ze względu jed-

nak na wielkość stężenia napastliwego, obłok sternitowy będzie jeszcze działał na tych odległościach, na których zwykły gazowy nie działa, t. j. 100 i 200 mtr.

Wpływ czynników atmosferycznych na działanie obłoku sternitowego jest, biorąc praktycznie nieznaczny, jeśli bowiem stężenie spadnie, to i tak w minimalnej ilości powoduje pożądany skutek — podrażnienie; wreszcie jeśli działanie chemiczne zawiedzie pod wpływem ujemnych czynników atmosferycznych, pozostaje działanie mechaniczne odłamkami.

Działanie sternitu na organizm jest opóźnione. Występuje podrażnienie błon śluzowych nosa, gardła, ból głowy, ucisk w piersiach, kichanie, wymioty. Objawy wystąpią nie wcześniej niż po minucie od chwili zadziałania. Ból i przykre samopoczucie potęguje się w ciągu pierwszych 30 minut.

2. Pocisk „zielony krzyż 2".

Pocisk „zielony krzyż 2" użyty został poraz pierwszy w sierpniu 1917 r. przez Niemców. Było to połączenie pocisku zielonego krzyża z niebieskim. Jest to właściwie pocisk pośredni pomiędzy pociskami gazowemi a gazowo-kruszącemi.

Pociski były dwóch kalibrów: 15 cm i 21 cm. Ładunek wybuchowy 15 cm pocisku 165 gr umieszczony w rurce centralnej idącej wzdłuż osi pocisku. (Rys. 7). Pocisk zawierał roztwór:

fosgenu	65%
dwufosgenu	20%
sternitu (dwufenylochloroarsyna) .	15%

Kruszące działanie pocisku średnie.

Roztwór siłą wybuchu rozpylony na drobną mgłę, daje w powietrzu zawiesinki sternitu o bardzo małych wymiarach, gdyż fosgen i dwufosgen, jako środki lotne wyparowują, a sternit w stanie krańcowego rozproszenia, t. j. w stanie cząsteczek (gazu) unosi się w powietrzu. W następnej fazie cząsteczki skupiają się i tworzą zawiesinki o średnicy od 10^{-5} cm do 10^{-7} cm.

Pocisk zielony krzyż 2, tworzy biały obłok gazowy dobrze widoczny podczas pogody wilgotnej i mało widoczny podczas suchej. Pod względem czasu trwania w terenie zaliczamy do gazów lotnych.

W połowie 1918 r. zaprzestali Niemcy używać tych pocisków, gdyż lepszy efekt osiągano ostrzeliwując jednocześnie pociskami zielony krzyż i niebieski niż samym zielonym krzyżem 2.

Zdolność przenikania sternitu przez pochłaniacz maski jest mniejsza od pocisków niebieski krzyż.

3. Pocisk „podwójny krzyż żółty".

Pocisk podwójny krzyż żółty jest to pocisk iperytowy o silnem działaniu wybuchowem. Ukazał się on na polu walki w czerwcu 1918 r. Pociski te były wyłącznie 15-cm. Zawierają materjału wybuchowego 1.090 gr. — 1.230 gr, iperytu 2.800 g. Budowę pocisku widzimy na rys. 13.

Materjał wybuchowy znajduje się w górnej części pocisku i jest oddzielony od iperytu grubą blachą żelazną formy paraboidalnej. Płyta żelazna silnie wtłoczona trzema zgrubieniami w odpowiednie wgłębienia pocisku tworzy hermetyczne zamknięcie. Oprócz tego zalewa się brzeg cementem magnezjowym.

W walcowatej części skorupy u dołu lub z boku znajduje się otwór, przez który wlewa się iperyt i zaśrubowuje się na stałe śrubką z miękkiego żelaza.

Górna komora pocisku wypełniona materjałem kruszącym, zaś dolna cieczą; obie komory rozmieszczone w ten sposób, że własności balistyczne pocisku nie różnią się od własności balistycznych pocisku wybuchowego.

Płyta dzieląca na dwie części pocisk, spowodowała nazwę jego „pocisk o środkowem dnie" (Zwischenbodengeschoss).

Celem tego pocisku gazowo-kruszącego było wprowadzenie w błąd przeciwnika, gdyż wybuch jego nie różnił się od wybuchu pocisku normalnego, a wykrycie iperytu powonieniem jest trudne.

Duży ładunek wybuchowy (30% pojemności pocisku) silnie rozpylał iperyt i tworzył mgłę iperytową. Osiąga się wysokie stężenie iperytu niezależnie od temperatury otoczenia. Nawet chwilowe przebywanie w mgle iperytowej powodowało silne oparzenie skóry, a jeden wdech wystarcza by spowodować oparzenie dróg oddechowych. Statystyka wykazuje, że po zastosowaniu pocisku podwójny krzyż żółty, odsetek wypadków śmiertelnych wśród oparzonych iperytem zwiększył się dwukrotnie z 2,5% do 5%.

Obłok składający się z pary i zawiesinek iperytu jest widoczny o wiele lepiej podczas pogody wilgotnej.

Silne rozpylenie iperytu skraca czas trwania jego w terenie. Z tego względu nie jest obojętnem czy teren został zaiperytowany pociskami gazowemi (żółty krzyż), czy gazowo-kruszącemi (podwójny żółty krzyż). Wobec tego, że pocisk iperytowy, gazowo-kruszący daje przedewszystkiem obłok gazu i nikłą plamę chemiczną, efekt trwania w terenie jest zbliżony do gazów średniolotnych.

Z tego względu podział środków chemicznych na lotne i trwałe na podstawie ich punktów wrzenia jest niewystarczający, gdyż ten sam środek chemiczny występuje

jako trwały i średniotrwały. Racjonalniej przeto wziąść za podstawę efekt działania pocisku, dzieląc je na wytwarzające tylko obłoki gazowe lub plamy chemiczne.

4. Pocisk „podwójny krzyż zielony".

Pocisk podwójny krzyż zielony, zastosowali Niemcy we wrześniu 1918 roku. Pociski wyłącznie 15 cm. Zawierały materjału wybuchowego 1090 g, fosgenu 3220 g. Budowa pocisku identyczna z pociskiem podwójny krzyż żółty (rys. 13).

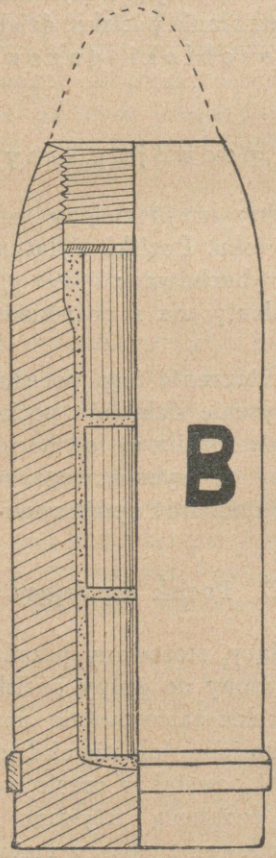
Działanie i skuteczność tego pocisku nieznane zupełnie. Sądząc teoretycznie działanie pocisku było podstępne: siła wybuchu nie różniła się od normalnego, obłok gazowy trochę gęstszy od wybuchowego, o małym stężeniu, źle wyczuwalnem i działaniu opóźnionem.

E. Pocisk zapalający.

Pocisk zapalający, stosowany przed wojną światową, został obecnie włączony do grupy pocisków chemicznych, ze względu na szerokie zastosowanie amunicji zapalającej przez oddziały chemiczne, jak również ze względu na nowy typ pocisku jaki powstał w czasie wojny światowej.

Przed wojną światową używano nieraz zwykłych szrapneli do spowodowania pożaru materjału łatwopalnego, przez nastawienie zapalnika na uderzenie. Szrapnel jako pocisk zapalający najczęściej zawodził.

Istniały oprócz tego specjalne pociski zapalające ładowane fosforem. Palący się fosfór posiada stosunkowo niską temperaturę, nie zawsze wystarczającą by zapalić suche drzewo, wobec tego fosfór jako materjał zapalający



Rys. 14. Niemiecki pocisk zapalający.

został zdyskwalifikowany, a natomiast zajął pierwsze miejsce wśród materjałów wytwarzających dymy. Oczywiście pociski fosforowe są jednocześnie zapalającemi.

Pociski zapalające fosforowe zawierały wewnątrz kilka lub kilkanaście cylindrów metalowych albo celluidowych z fosforem. Miały one przeciętnie 70 mm wysokości i 20 mm średnicy. (rys. 14). Dokoła każdego cylindra okręcano kilka razy sznur z bawełny, nasycony materjałem zapalającym. Przestrzeń między cylindrami wypełniano także materjałem zapalającym i prochem czarnym. Cylinder z fosforem spala się w ciągu jednej minuty.

Pocisk podczas eksplozji daje kilka-kilkanaście palących się ognisk.

Skuteczność tych pocisków ogranicza się do celów żywych, balonów, hangarów i terenu pokrytego wyschłą roślinnością.

Zawartość cylindrów zapalających została zastąpiona przez różnorodne mieszaniny palne, skuteczniejsze od fosforu.

Przedewszystkiem zasługuje na uwagę środek zapalający t e r m i t, zaletą tego materjału jest to, że paląc się wytwarza bardzo wysoką temperaturę (około 3000°); zapala każdy materjał palny i niszczy materjały niepalne, np. topi żelazo i t. p.

Termit zapala się trudno, wymaga specjalnej mieszaniny podpalającej i czas palenia się około pół minuty. Pociski termitowe są zaopatrzone w zapalniki o działaniu podwójnem.

Ogień rozpryskowy pociskami termitowemi przeciwko celom żywym nieosłoniętym był bardzo skuteczny. Skalowano zapalnik tak, by zapłonienie mieszaniny podpalającej nastąpiło pół minuty przed celem, wtedy stopiony termit w postaci kropel opadał na ziemię.

Najlepszy efekt osiągano przy rozprysku kilkanaście metrów przed i ponad celem.

ROZDZIAŁ III.

Strzelanie pociskami gazowemi.

Ogień artylerji pociskami chemicznemi jest przeznaczony do niszczenia żywej siły i obezwładnienia przeciwnika, względnie zmniejszenia jego zdolności bojowej przez zmuszenie do nałożenia maski.

Ogień pociskami chemicznemi z wyjątkiem pocisków zapalających, t. j. pociskami gazowemi, dymnemi i gazowo-kruszącemi jest zasadniczo ogniem do pola.

Ogień do pola przeciwko celom żywym bywa trzech rodzajów:

1. Ogień niszczący,
2. „ obezwładniający,
3. „ wzbraniający (skażający).

Nie każdym pociskiem chemicznym można wykonać te trzy rodzaje ognia, np. pociskami dymnemi ognia niszczącego, wobec czego rozpatrzymy możliwości i techniczne sposoby wykonania poszczególnych rodzajów ognia dla pocisków gazowych, dymnych i gazowo-kruszących oddzielnie.

T o r p o c i s k u. Pocisk chemiczny zawierający wewnątrz ciecz i wolną przestrzeń powinien, sądząc teoretycznie, zachowywać się na torze inaczej od pocisku ładowanego materjałem stałym. Z chwilą powstania ruchu wirującego pocisku, ruch wirujący cieczy opóźnia się, powstaje tarcie cieczy o ścianki pocisku i przez to zmniejsza się sam ruch wirujący oraz szybkość pocisku. Następnie pocisk chemiczny zależnie od miejsca znajdowania się na torze, będzie zmieniał środek ciężkości, co wpłynie na

zwiększenie rozrzutu w porównaniu z pociskami wybuchowemi.

Celem sprawdzenia wniosków teoretycznych, francuska Komisja Doświadczalna w Bourget i Calais wykonała cały szereg seryj strzałów pociskami chemicznemi i wybuchowemi rozmaitych kalibrów, na odległość od 3 do 17 klm. i otrzymała wynik następujący: biorąc praktycznie, pociski chemiczne posiadają ten sam tor co pociski wybuchowe. Co oznacza, że tablice strzelnicze dla pocisków chemicznych ładowanych cieczami i wybuchowych będą te same.

Doświadczenia dokonane w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej z pociskiem gazowym 75 mm przy strzelaniu na 2000 — 5000 metr. wykazały, że rozrzut pocisków napełnionych substancją stałą i cieczą jest ten sam (różnica nieznaczna), natomiast na 6800 metrów pocisk napełniony cieczą daje strzał krótszy o 200 metr.

Nie ulega wątpliwości, że strzał pociskiem napełniony cieczą jest krótszy, a rozrzut większy od odpowiednich pocisków wybuchowych. Jednak ze względu na to, że ogień pociskami chemicznemi jest ogniem do pola na odległości średnie różnica jest nieznaczna, zagadnienie powyższe zostało rozstrzygnięte i ujęte wyłącznie praktycznie.

Biorąc praktycznie, pociski napełnione cieczą posiadają ten sam tor co pociski wybuchowe ładowane ciałami stałemi, przy jednakowych pozostałych warunkach.

A. Rodzaje ognia pociskami gazowemi.

Warunki atmosferyczne.

Rozróżniamy strzelanie pociskami o gazach lotnych i gazach trwałych. Do pierwszych należą francuskie po-

ciski Nr. Nr. 4, 5, 7, 8, 16 — pozostałe do trwałych. Niemieckie pociski o gazach lotnych są następujące: „zielony krzyż" i „żółty krzyż 1" (to samo co „zielony krzyż 3"); pociski o gazach trwałych mieli Niemcy tylko jednego rodzaju — „żółty krzyż".

Strzelanie pierwszemi, t. j. pociskami o gazach lotnych jest to wytwarzanie obłoków gazowych, drugiemi — plam chemicznych.

Działanie i skuteczność jednych i drugich jest w dużej mierze zależne od warunków atmosferycznych i terenowych.

Pierwszą przeto czynnością będzie rozpoznanie terenu i łącznie z pogodą określenia go pod względem przydatności do ostrzeliwania pociskami gazowemi. Określa się przedewszystkiem miejsca, gdzie gazy bojowe będą bardziej skuteczne i kierunek posuwania się obłoków gazowych.

Ważnem wobec tego staje się przewidywanie pogody, a przedewszystkiem kierunku i szybkości wiatru w dniu rozpoczęcia działań artyleryjskich gazowych, tak pociskami lotnemi, jak i trwałemi. Jeśli pogoda nieodpowiednia, to pociski gazowe nie mogą być użyte.

W czasie niemieckich ofensyw 1918 roku pogoda na dzień 21 marca, 9 kwietnia i 9 czrwca była przewidywana jako „sprzyjająca", „bardzo sprzyjająca" na 27 maja i „możliwa" na 15 lipca. W pierwszych trzech wypadkach oprócz wiatrów sprzyjających mogły w niektórych miejscach powstać wiatry lokalne wiejące z umiarkowaną szybkością równolegle do pozycji, a częściowo nawet w stronę niemiecką; nie były to jednak powody wystarczające do odwołania użycia pocisków gazowych.

Najwięcej wątpliwości było 14 lipca, gdyż na 15-go rano spodziewane były wiatry wiejące przeciw pozycjom

niemieckim. Niezważając jednak na niesprzyjający wiatr, postanowiono wykonać planowe strzelanie pociskami gazowemi, licząc na to, że gazy do rana zdążą wykonać swoje zadanie, a własne wojska zdołają zabezpieczyć się przed ich działaniem.

Według opinji niemieckiej przepowiednia pogody sprawdziła się w zupełności we wszystkich pięciu wypadkach. Działanie gazu 21 marca, 9 kwietnia i 9 czerwca było, ogólnie biorąc, dostateczne, a 27 maja wybitne. W tym dniu umiarkowany sprzyjający wiatr zapędził chmurę gazową głęboko w stanowiska przeciwnika. We wszystkich tych 5-ciu ofenzywach były straty od gazów i wśród szeregów niemieckich — największe 21 marca, przeważnie byli to lekko zagazowani.

Zabezpieczenie własnych wojsk. (Strefa bezpieczeństwa).

Dla zabezpieczenia własnych wojsk przy strzelaniu pociskami gazowemi, cel nie może znajdować się w bezpośredniej bliskości własnych stanowisk. Wielkość strefy bezpieczeństwa zależy przedewszystkiem od kierunku wiatru; przy wietrze wiejącym w kierunku stanowisk przeciwnika, odległość celu do najbliższego punktu własnych stanowisk nie może być mniejszą niż 300 metrów dla gazów lotnych, i 1000 metrów dla gazów trwałych.

Jeśli wiatr wieje ku naszym linjom albo panuje cisza, to strefa bezpieczeństwa zależy od terenu, rodzaju gazu i ilości wystrzelonych pocisków. Im większa powierzchnia została zagazowana, tem strefa bezpieczeństwa będzie większa. Na terenie równym:

1000 metrów i więcej dla gazów lotnych,
2000 metrów i więcej dla gazów trwałych.

Jeśli teren dzielący nasze pozycje i cel jest poprzecinany, pokryty, wtedy strefa bezpieczeństwa może być znacznie zmniejszona.

Kierunek wiatru i charakter terenu pozwala przeto na ostrzeliwanie bliższych lub dalszych celów.

Zachodzi nieraz konieczność zabezpieczenia się maską i przed własnemi gazami bojowemi.

1. Strzelanie pociskami o gazach lotnych.

Pociskami o gazach lotnych można wykonać wszystkie rodzaje ognia: niszczący, obezwładniający i wzbraniający.

a. Pogoda i teren.

Pociski o gazach lotnych po wybuchu tworzą obłok gazowy, którego skuteczność zależy od pogody i terenu, przedewszystkiem od siły wiatru (str. 117). Jeśli wiatr przekracza 3 m/sek użycie pocisków jest bezcelowe.

Najodpowiedniejsza pora do strzelania: pochmurna pogoda, spokojne powietrze i niska temperatura, t. j. noc lub godziny poprzedzające świt.

Wpływ szybkości wiatru na skuteczność działania obłoków gazowych podaje nam wynik strzelania pociskami na poligonie gazowym we Francji. (tab. 25).

W rowie strzeleckim 50 metrów długości, 2,3 m głębokości i szerokości 80 cm — 100 cm, umieszczono psy i króliki. Podczas strzelania wypadków trafienia zwierząt odłamkami — nie zauważono.

We wszystkich tych wypadkach, gdzie wiatr przewyższał 3 m/sek wynik strzelania był zero. Strzela się przeto pociskami o gazach lotnych przy wietrze nieprzekraczającym 3 m/sek u celu. Przy wietrze ponad 3 m/sek można

TAB. 25.

Działanie obłoków gazowych w zależności od szybkości wiatru.

Data	Godz. i min	kaliber w mm.	Czas strzelania	Odległość w metr.	Ilość strzałów	Szybkość wiatru w mtr/sek	Wyniki: Ilość wypadków śmiertelnych	Wyniki: Ilość zagazowanych	Ilość subst. chem w litr.	Ilość litr. na minutę
19. II. 17 r.	14^{37}	75	10 min	3 300	197	3,5 — 4,5 z porywami	0	0	95	9,5
24. III. „	„	„	8 „	2 400	157	2,7	6/19 = 31%	10/19=52%	75	9,4
20. V. „	18^{25}	120	40 „	4.000	50	1,5	9/15 = 60%	12/15=80%	53	1,3
20. VIII. „	19^{00}	75	10 „	3.500	200	5 — 15	0	0	96	9,6
„ „	19^{20}	155	40 „	4 050	47	5 — 15	0	0	116	2,9
22. X. „	16^{35}	75	7 „	3 600	120	0,3	14/14=100%	14/14=100%	58	8,2
„ „	16^{45}	155	20 „	4 100	42	0,3	„	„	104	5,2

ostrzeliwać cele położone w miejscach, gdzie pod wpływem rzeźby terenu lub roślinności wiatr zacicha (str. 82).

Mały promień działania pojedyńczych obłoków gazowych (50 — 100 metr) zmusza do dokładnego strzelania, zwłaszcza, gdy chodzi o cele linearne i małe. Obłoki wytworzone w odległościach 50 — 100 metrów od celu, nie będą działały. Przy masowym ostrzeliwaniu i utworzeniu jednolitej chmury ponad celem promień zasięgu z wiatrem jest daleko większy — do paru kilometrów.

Podczas deszczu i śniegu strzelanie pociskami gazowemi jest niewskazane.

Pocisków o gazach lotnych używa się w lecie, i w zimie bezśnieżnej. Teren rozmiękły po deszczach lub błotnisty nie nadaje się do ostrzeliwania.

b. Ogień niszczący.

Ogień niszczący przez zaskoczenie pociskami o gazach lotnych polega na ogarnięciu przeciwnika obłokami gazowemi o wysokiem stężeniu wpierw niż on zdąży nałożyć maskę. Czas potrzebny do wykonania tego ognia zależy od czasu jakiego przeciwnik wymaga by nałożyć maskę. Im w krótszym czasie wykonamy strzelanie, a stężenie będzie większe tem efekt poważniejszy. Idealnem wykonaniem ognia niszczącego byłoby oddanie tylko jednej salwy pociskami przeznaczonemi na ten cel.

W rzeczywistości dążymy do wykonania ognia w ciągu takiego czasu, by pierwszy utworzony obłok nie zanikł, a ostatni strzał został oddany. Pojedyńcze obłoki gazowe z poc. 75 i 155 mm przestają być skuteczne po przebiegu 50 — 100 mtr, wobec czego czas ich trwania będzie zależał od szybkości wiatru, najkrócej będą trwały przy wietrze 3 m/sek, t. j. 17 sek wzgl. 33 sek. W ciągu więc tego czasu trzeba wykonać strzelanie odpowidniemi pociskami 75 i 155 mm.

W praktyce ogień niszczący przez zaskoczenie wykonywano w ciągu 1 — 3 minut.

Instrukcja niemiecka podaje 1 minutę, francuska 2 — 3 minuty, angielska i amerykańska do 2-ch minut.

Zawsze jednak tą samą ilością pocisków, krótszem ostrzeliwaniem osiągniemy wyższe stężenie i zmniejszymy ujemny wpływ czynników atmosferycznych.

Ilość pocisków potrzebnych do zaskoczenia zależy od wielkości powierzchni na której znajduje się żywa siła przeciwnika i od wysokości stężenia bojowego jakie chcemy osiągnąć. Ilość pocisków oblicza się ze wzoru (str. 119):

$$N = \frac{f \cdot d \cdot 5 \cdot c}{m}$$

Ilości pocisków do wykonania ognia niszczącego były następujące:

F r a n c j a. Na każde 100 metr. frontu:

75 mm. pocisków 200 — 400, zależnie od odległości
lub 155 „ „ 50 — 100, „ „ „

A n g l j a. Na każde 36 metr. frontu:

	114 mm. poc.	30
lub	127 „ „	30
„	152 „ „	15

A m e r y k a. Na hektar (100 m × 100 m):

	75 mm. pocisków . . .	100
lub	114 „ „ . . .	50
„	155 „ „ . . .	25

N i e m c y. Na punkt (pole rozrzutu) w ciągu 1 min.:

	77 mm. pocisków . . .	100
lub	105 „ „ . . .	50
„	150 „ „ . . .	25

Przeciętnie osiągano stężenie od 1 g/m³ do 5 g/m³.

Ogień niszczący przez zaskoczenie oparty na wytworzeniu wysokiego stężenia w ciągu krótkiego czasu może być wykonany na cele o powierzchni niedużej, przy ześrodkowaniu ognia z dział szybkostrzelnych. Wymaga to koncentracji artylerji, dobrej organizacji strzelania i zaniechania zupełnie wstrzeliwania się. W pierwszym okresie wojny światowej wstrzeliwanie było wykonywane pociskami wybuchowemi tego samego typu. Francuskie pociski gazowe posiadały ten sam ciężar co wybuchowe, przejście więc do ognia skutecznego było łatwe. Natomiast Niemcy musieli uwzględniać poprawki wynikające z różnicy ciężaru pocisków wybuchowych i gazowych. (Str. 163).

Wstrzeliwanie się większej ilości bateryj zdradzało zwykle koncentrację artylerji. Aby temu zapobiec wstrzeliwywały się tylko nieliczne baterje, następnie zupełnie zaniechano, zastępując strzelaniem obliczonem na podstawie pomiarów topograficznych i danych dostarczonych przez oddziały pomiarowe.

Przy zaskoczeniu dąży się do tego, by wytworzone stężenie było zabójcze. Jako przykład nieskutecznego ognia spowodowanego nieodpowiednią techniką strzału, daje nam francuska artylerja dywizyjna, która wykonała ogień w nocy 5/6 listopada 1916 roku na lasek Saint-Pierre-Waast.

Grupa artyleryjska wystrzeliła 1000 pocisków w ciągu pół godziny z odległości 4000 metrów na okopy 300 m frontu. Strzelano z szybkością trzech strzałów na działo i na minutę. Grupa oddając na minutę 36 strzałów, z których tylko 18 obłoków działa na cel, nie może wytworzyć odpowiedniego stężenia. Przypuśćmy tu wyjątkowo pomyślne warunki atmosferyczne, zupełną ciszę, zalesienie, które formuje rodzaj sklepienia nad celem w taki sposób,

że obłoki gazowe nie wznoszą się ponad 5 metrów wysokości. Objętość skażonego powietrza na przestrzeni dwóch prawdopodobnych uchyleń wgłąb będzie wynosiła:

$$300.50.5 = 75.000 \text{ mtr}^3$$

to znaczy, że do skutecznego zagazowania tej przestrzeni w warunkach najbardziej pomyślnych, potrzeba conajmniej $\frac{300 \quad 50 . 5 . 2}{600} = 250$ pocisków 75 mm zamiast 18-tu, które padają na tę strefę.

c. Ogień obezwładniający.

Ogień obezwładniający pociskami o gazach lotnych polega na wytworzeniu takiego stężenia bojowego, by zmusić przeciwnika do nałożenia maski i przebywania w niej możliwie dłużej.

Czas potrzebny do zupełnego obezwładnienia przeciwnika zależy od stanu jego wyszkolenia przeciwgazowego, od umiejętności wykonywania wszystkich czynności bojowych w masce i czasu w ciągu którego jest przyzwyczajony do przebywania w masce.

Oprócz tego na skrócenie lub przedłużenie czasu wykonania ognia obezwładniającego wpływa i rodzaj sprzętu ochronnego. Jeśli maska jest bardziej krępująca i przykra w użyciu to obezwładnienie nastąpi prędzej.

Niemcy na froncie wschodnim obezwładniali w ciągu 2-ch godzin, wtedy gdy na froncie zachodnim 6 — 8 godz.

Według instrukcji francuskiej czas trwania ognia skutecznego do zupełnego obezwładnienia nieprzyjaciela, wynosi 4 godziny. Wobec szybkiego rozpraszania się obłoków gazowych ilość potrzebnych pocisków na okres 4-ch godzin przy wietrze do 3 m/sek na cel o szerokości 100 metrów:

poc. 75 mm. — 500
„ 105 „ — 300
„ 155 „ — 200.

Czas trwania i ilość pocisków potrzebnych do obezwładnienia według instrukcji amerykańskiej zawarte w tab. 26.

TAB. 26.

Ilość pocisków potrzebnych do obezwładnienia przeciwnika, na powierzchni 1 hektara w ciągu 6-ciu godzin.

Gaz bojowy	Ilość pocisków na jedną serję		Strzelanie powtarzać co:	Ilość pocisków na 6 godz.		Trwałość		Skutek następuje po upływie
	75 mm	155 mm		75 mm	155 mm	w otwartem polu	w lesie	
Fosgen	6	1	2 min.	1080	180	10 min.	3 g	1—5 g.
Chloropikryna	29	1	1 godz.	174	24	3 godz.	12 g.	natychmiast
Bromoaceton	9	2	30 min.	108	24	„ „	„ „	„

Zwykle ogień obezwładniający rozpoczyna się ogniem niszczącym przez zaskoczenie; z chwilą gdy przeciwnik zabezpieczył się maską dalej prowadzi się ogień obezwładniający.

Do utrzymania stężenia bojowego, przeznaczoną amunicją prowadzi się ogień niesystematyczny, utrzymujący przeciwnika w niepewności: wskazanem jest ześrodkowywanie ognia w nierównych odstępach czasu. Wówczas ogień obezwładniający staje się zarazem nękającym.

Im dłużej trwa ogień obezwładniający i im wyższe stężenie, tem większe prawdopodobieństwo zatrucia przeciwnika. Zagazowani zwykle są wskutek braku karności gazowej i niedokładności masek.

Za jednostkę powierzchni do ostrzeliwania bierze się 1 hektar; jest to najmniejsza powierzchnia celu, którą można zagazować, dąży się natomiast do zagazowania jaknajwiększych powierzchni, do kilku kilometrów kwadratowych, a to dlatego, by przeciwnik nie uchylił się od działania gazów. Małe powierzchnie mogą być zagazowane tylko w tym wypadku, jeśli cel jest nieruchliwy lub mało ruchliwy, np. baterja artylerji.

d. Przykłady z wojny światowej.

1. Natarcie francuskie 14 lipca 1917 roku na Mont-Haut przy niesprzyjających warunkach atmosferycznych. Stacja meteorologiczna w Châlons-Mélette notuje następujące szybkości wiatru:

o godz. 18-ej — 7 m/sek.
„ „ 19-ej — 5 „
„ „ 20-ej — 4 „
„ „ 21-ej — 3 „

Wobec zacichania wiatru we wgłębieniach terenu, w lasach i zaroślach, gdzie znajdowała się artylerja niemiecka, można było przewidzieć, że wiatr z pewnością nie przekroczy 3 m/sek z chwilą rozpoczęcia ognia o godz. 19.45.

Ogień obezwładniający pociskami o gazach lotnych rozpoczęto o godz. H, tak aby nie uprzedzić przeciwnika. Technika ognia następująca: 15 minut szybki ogień, następnie 40 pocisków na baterję obezwładnianą i godzinę. Rezultat świetny: po 5-iu minutach ogień artylerji niemieckiej znacznie się zmniejszył a zapora ogniowa przestała istnieć. Na sąsiednim odcinku, gdzie wiatr był bardzo niesprzyjający i nie można było użyć pocisków gazo-

wych, zapora przeciwnika była skuteczna i piechota nie mogła posunąć się naprzód.

Ten przykład wskazuje na konieczność liczenia się nietylko z ogólnym kierunkiem i szybkością wiatru notowanemi na stacjach meteorologicznych, lecz przedewszystkiem z wiatrem u celu.

2. Natarcie 14-go korpusu na Ailette 23 października 1917 roku o godz. 5.15. Ogień pociskami gazowemi wykonało 60 bateryj dział 155. Technika srzelania: o godz. H— 3 zaskoczonie 20-ma pociskami na każdy cel, następnie podtrzymanie ognia 20-ma strzałami na godzinę serjami po 10 strzałów co pół godziny, wszystko przeplatane wyrzucaniem pocisków wybuchowych, po 2 z każdego działa. O godz. H serja 20 pocisków gazowych; koniec ognia obezwładniającego o H + 1. Zużycie amunicji na baterję przeciwnika w ciągu 4-ch godzin srzelania: 200 pocisków gazowych i 80 wybuchowych. Taki ogień dał doskonałe rezultaty, baterje nieprzyjacielskie prawie nie reagowały w trakcie natarcia. Opierając się na następnem doświadczeniu można sądzić, że zużycie amunicji mogłoby być mniejsze.

3. Natarcie 157 dywizji piechoty pod Brimont 29 października 1917 roku o godz. 17.50. Ogień 15 bateryj 155 mm. Na początku szybki ogień, potem tempo powolne. Na każdą baterję przeciwnika 50 do 60 pocisków; artylerja przeciwnika zamilkła zupełnie. Przykład udanego zastosowania ognia obezwładniającego w niewielkiej operacji— działanie krótkie ale gwałtowne, gęste.

4. Operacja 8 stycznia 1918 roku o godz. 15.15 na odcinku Flirey — 29 bateryj 120 i 155. Ogień obezwładniający trwa od H — 3 do H + 2. Na samym początku gwałtowne 5-cio minutowe zaskoczenie z maksymalną szybkością ognia — następnie powolniejsze tempo, 50 strzałów

na godzinę ze 155, i 60 ze 120, przecinane kilkoma pojedyńczemi serjami (do tych serji amunicja dodatkowo). Całkowite zużycie: 4800 pocisków 120 mm i 4500 — 150 mm. Obezwładnienie artylerji przeciwnika, od czego zależało powodzenie całej operacji, udało się dzięki pociskom gazowym w bardzo dobrych warunkach atmosferycznych (cisza).

Są właściwe trzy sposoby wykonania ognia obezwładniającego, który rozpoczyna się zawsze zaskoczeniem przeciwnika, następnie gęste fale ognia przerywane okresami zupełnego spokoju, strzelanie ciągłe regularne, albo ciągłe nieregularne.

Trzymanie się ściśle jakiejś stałej reguły pod tym względem jest oczywiście niewskazanem.

e. Ogień wzbraniający.

Trzeci rodzaj ognia pociskami o gazach lotnych — ogień wzbraniający, celem którego jest nie dopuścić przeciwnika do zajęcia pewnej przestrzeni, względnie uniemożliwić mu utrzymanie pozycji i zmusić do opuszczenia jej; przeszkodzić lub chociażby skrępować normalny ruch jego rowami łącznikowemi, ścieżkami, drogami i t. p.

Dla wzbronienia komunikacji przestrzeń skażona powinna być nie mniejsza jak 200 metrów.

Ogień wzbraniający wykonany pociskami o gazach lotnych, wymaga zużycia dużej ilości pocisków, zwłaszcza przy niezupełnie sprzyjających warunkach terenowych i meteorologicznych.

Przykładem udanego ognia wzbraniającego wykonanego przez francuską artylerję gazami lotnemi, według opinji samych Niemców, była walka o cypel Laffo w październiku 1917 roku. Gaz lotny użyty w dużej ilości w cza-

sie tej operacji skupiał się w głębokich wąwozach poza pozycjami niemieckiemi, utrudniał komunikację z pierwszą linją, wyczerpywał siły obrońców zmuszając do przebywania po kilkanaście godzin w masce i wreszcie opór Niemców został złamany. Tym sposobem udało się wytworzyć na tyłach przeciwnika zaporę gazową w ciągu kilkudziesięciu godzin, jedną z nielicznych co do skuteczności, co przypisujemy dużemu zużyciu amunicji, dogodnemu układowi terenu i sprzyjającej pogodzie.

Przytoczony przykład jest jednocześnie ogniem zaporowym stałym.

Ilość pocisków do ognia wzbraniającego jest ta sama co przy ogniu obezwładniającym.

Tempo strzelania jest dowolne zależnie od sytuacji i warunków meteorologicznych i ilości posiadanych dział.

f. Strzelanie pociskami o gazach lotnych i wybuchowemi.

Jednoczesne strzelanie pociskami gazowemi lotnemi i pociskami wybuchowemi nie daje korzyści, gdyż pociski wybuchowe rozpraszają utworzone obłoki gazowe. Natomiast kolejne ostrzeliwanie pociskami gazowemi i wybuchowemi jest wskazanem, zwłaszcza wtedy, gdy prowadzimy ogień obezwładniający.

2. Strzelanie pociskami o gazach trwałych.

Pociskami o gazach trwałych można wykonać ogień obezwładniający i ogień wzbraniający (skażający).

a. Pogoda i teren.

Plamy chemiczne powstałe z pocisków o gazach trwałych ulegają wpływom pogody (str. 81). W zimie,

gdy temperatura spada poniżej zera stężenie w powietrzu osiąga się zbyt nikłe i działanie nie następuje. Co się tyczy iperytu to on w tych warunkach przez powietrze nie działa, względnie wymaga długiego przebywania w tej atmosferze (patrz liczbę parzącą iperytu, str. 40). Pozostaje jednak działanie przez bezpośrednie zetknięcie się z ziemią i przedmiotami zaiperytowanemi.

Nie wytwarza się plam chemicznych jeśli teren pokryty śniegiem.

Szybkość wiatru nie odgrywa tu decydującej roli jak przy pociskach o gazach lotnych. Mianowicie plamy chemiczne skutecznie działają jeśli wiatr nie przekracza 5-ciu m/sek.

Teren błotnisty może być pokryty plamami chemicznemi ogniem rozpryskowym.

b. Ogień obezwładniający.

Ogień obezwładniający pociskami o gazach trwałych ze względu na czas trwania plam chemicznych wymaga mniejszego zużycia amunicji niż obezwałdnienie gazami lotnemi, są przeto bardziej odpowiednie jeśli chodzi o zmuszenie przeciwnika do przebywania w masce.

Ilość potrzebnych pocisków oblicza się, dzieląc powierzchnię celu przez wielkość plamy chemicznej i zmniejszając tę ilość (od $^1/_5$ do $^1/_2$) w zależności od okoliczności (str. 120).

Pociski wytwarzające plamy są dwóch rodzajów: powodujące łzawienie i oparzenia (iperyt).

Ogień obezwładniający pociskami iperytowanemi będzie jednocześnie i ogniem wzbraniającym, gdyż zmusi się przeciwnika w większości wypadków do ewakuowania skażonego terenu. Ogień pociskami iperytowemi jest

jednocześnie i ogniem niszczącym, gdyż usuwa duży odsetek z szeregów.

Nad terenem pokrytym plamami chemicznemi w czasie pogody ciepłej i bezwietrznej unosi się lekka mgła, która podczas pogody wilgotnej jest lepiej widoczna, a podczas suchej prawie że zanika.

c. Ogień wzbraniający.

Ogień wzbraniający pociskami o gazach parzących może być wykonany nadługo przed czasem kiedy przeciwnik będzie starał się wstąpić na ten teren, a to ze względu na plamy, które trwają dnie i tygodnie.

Jedyny to wypadek, kiedy może być ostrzeliwany teren bez obecności na nim żywej siły przeciwnika.

Teren zaiperytowany będzie stanowił faktyczną przeszkodę, którą można sforsować dopiero po pewnym czasie, t. j. po odkażeniu terenu lub decydując się na poniesienie pewnych strat i przemarsz. W każdym wypadku trzeba zdać sprawę ze stężenia istniejącego w terenie i liczby parzącej. Zajęcie takiego terenu na stałe połączone jest z większemi trudnościami.

Ilość pocisków dla skutecznego ognia wzbraniającego ta sama co i przy ogniu obezwładniającym (str. 149).

Strefa pokryta plamami chemicznemi musi być taką, by przeciwnik musiał przejść nie mniej niż 200 mtr.

Ogień wzbraniający pociskami iperytowemi ze względu na działanie iperytu, nazywamy ogniem skażającym.

d. Strzelanie pociskami o gazach trwałych i wybuchowemi.

Jednoczesne ostrzeliwanie pociskami o gazach trwałych o działaniu natychmiastowem (łzawiące) i wybucho-

wemi, jak również kolejne fale ognia jednemi i drugiemi nie dają dobrych wyników.

Natomiast ostrzeliwanie jednoczesne pociskami o gazach trwałych o działaniu opóźnionem (iperyt) i wybuchowemi było zwykle wykonywane przez Niemców. Celem takiego ostrzeliwania było zamaskować słabą eksplozję pocisków iperytowych i powiększyć szanse oparzenia, przez rozrzucanie ziemi zaiperytowanej pociskami wybuchowemi.

Na cele nieduże, np. baterje, strzelano jednocześnie pociskami iperytowemi i wybuchowemi zwykłemi w stosunku 2 do 4 pocisków iperytowych na jeden wybuchowy.

Poraz pierwszy użyte były pociski iperytowe przez Niemców, strzelając tą metodą na pozycje angielskie pod Ypres z 12 na 13 lipca 1917 roku. Warunki pogody: lekki wiatr wschodni (1 m/sek), poprzedzający dzień był gorący, deszcz nie padał od dłuższego czasu i ziemia wyschła zupełnie — temperatura w nocy od 10° do 13° C. Zostało zagazowane całe miasto Ypres wraz z najbliższą otaczającą okolicą

Strzelanie wykonano pociskami iperytowemi 77 mm i 105 mm, kolejno na rozmaite punkty wymienionej strefy od godz. 20-ej i 24-ej, zaprzestano o godz. 4-ej i 5-ej 13 lipca. Jednocześnie wystrzelono znaczną liczbę szrapneli i granatów.

Do spowodowania zamieszania i odwrócenia uwagi rozpoczynano ogień samemi pociskami wybuchowemi, a następnie iperytowemi i wybuchowemi jednocześnie.

Celem zupełnego zamaskowania pocisków iperytowych dodawano oprócz wybuchowych pewien odsetek pocisków o innych gazach. Jako przykład może służyć zaiperytowanie przez Niemców 28 — 29 lipca 1918 roku czterech ulic w pobliżu Rue de Lille miasta Armentières. Pogoda była ładna, ze słabym wiatrem północnym. Strzelanie rozpo-

częto huraganowym ogniem pocisków gazowych (iperytowych) wspólnie z wybuchowemi i zapalającemi. Pociski gazowe zostały wystrzelone w pięciu okresach po 15 minut; na minutę spadło 120 pocisków 77 mm i 105 mm; oprócz pocisków iperytowych były pociski 77 mm z dwufosgenem. Dwufosgen użyty był dla zamaskowania zapachu iperytu.

3. Niemiecka metoda strzelania pociskami gazowemi.

Podana w poprzednim rozdziale metoda strzelania pociskami gazowemi, polegająca na wyborze celów stosunkowo małych, często linearnych i ześrodkowaniu na nich pocisków gazowych, jest metodą stosowaną przez wojsko francuskie. Niemcy natomiast, skażali większe przestrzenie ostrzeliwując równomiernie całą powierzchnię. Za jednostkę powierzchni do ostrzeliwania brano kilometr kwadratowy i do zagazowania każdego kilometra wyznaczono 6 bateryj art. lekkiej; strzelanie tego rodzaju uskuteczniano w ciągu 6 — 8 godzin.

Według instrukcji niemieckiej na kilometr kwadratowy potrzeba 12000 pocisków „zielonego krzyża" 77 mm. Stężenie gazu bojowego przy użyciu tej ilości amunicji osiągnęłoby dość wysoki stopień, mianowicie:

12000 pocisków 77 mm zawiera około 12.000 kg. gazu, na powierzhnię 1 km^2, przy wysokości chmury gazowej 5 metrów, otrzymamy 5.000.000 mtr^3 zagazowanej przestrzeni a stężenie — 12.000.000 gr : 5.000.000 mtr^3 = 2,4 g/m^3. W rzeczywistości jednak stężenie będzie wielokrotnie mniejsze od 2,4 g/m^3, gdyż srzelanie rozkłada się na zbyt długi okres czasu (6 — 8 godzin).

Równomierne ostrzeliwanie dużych powierzchni i ostrzeliwanie w ciągu długiego okresu, t. j. rozpraszanie

gazu w przestrzeni i czasie nie pozwala osiągnąć wysokiego stężenia gazu ponad celem.

Pod wpływem zdobytego doświadczenia przeszli Niemcy następnie do stosowania ognia ześrodkowanego na rozpoznane cele ważne.

Ześrodkowanie ognia pociskami gazowemi i skrócenie czasu ostrzeliwania do dwóch godzin zapoczątkowano w drugiej połowie 1917 roku, jednocześnie z użyciem pocisku gazowo-kruszącego (niebieski krzyż); nowy ten sposób zostanie przeto uwzględniony w rozdziale poświęconym strzelaniu pociskami gazowo-kruszącemi.

Przytoczona poniżej, tłumaczona z francuskiego, niemiecka instrukcja użycia pocisków zielonego krzyża zapoznaje dokładnie z techniką strzelania, ilością potrzebnych pocisków, szybkością ognia, warunkami meteorologicznemi i częściowo z taktycznem zastosowaniem pocisków o gazach lotnych (zielony krzyż).

B. Instrukcja użycia pocisków zielonego krzyża [1])

(dokument z dnia 18 lutego 1917 roku).

(Od str. 153 do str. 167).

I. Metody strzelania pociskami zielonego krzyża.

1°. Pocisków oznaczonych zielonym krzyżem używa się:

A. Przedewszystkiem tam, gdzie chodzi o skutki zatrucia, przeto:

a) do ognia skutecznego.

Pociski wybuchowe w niedużych ilościach (do 10%) mogą być wystrzeliwane razem z pociskami zielo-

---

[1]) Ministère de l'armement. Conférences sur les projectiles spéciaux. Paris, 1917.

nego krzyża; zbyt wielkie ilości pocisków wybuchowych powodują za szybkie rozpraszanie gazu bojowego.

b) do ognia n ę k a j ą c e g o.

B. Tam zwłaszcza, gdzie idzie o skutek niszczący, a także o niepokojenie nieprzyjaciela zmuszając go do ciągłego noszenia maski. W takim razie bierze się do 10% pocisków gazowych. (Patrz pkt. 18).

2°. Ogień skuteczny ma na celu pokrycie gazami tak dużej przestrzeni, aby przeciwnik nie był w stanie ujść jego działaniu, chroniąc się na teren nieskażony. D o t e g o p o t r z e b a a b y p r z e s t r z e ń z a g a z o w a n a m i a ł a c o n a j m n i e j 1 k i l o m e t r k w a d r a t o w y, o i l e t o j e s t t e r e n o t w a r t y i p ł a s k i; pożądane są przestrzenie jaknajwiększe. W każdym bądź razie najmniejszy jej wymiar na płaskim terenie (głębokość, szerokość) nie powinien być mniejszy jak 700 metrów. Jeśli ostrzeliwane pole jest mniej rozległe, to najbliższe graniczące strefy tak samo muszą być ostrzelane, zwłaszcza część p o ł o ż o n a od strony wiejącego wiatru.

W miejscowościach górzystych układ terenu pozwala ograniczyć pole obstrzału celu do mniejszych rozmiarów (doliny, wąwozy).

Skuteczny ogień pociskami gazowemi ma na celu — po pierwsze unieruchomienie artylerji nieprzyjacielskiej, zwłaszcza jeśli sami mamy wykonać natarcie, albo gdy napad z jego strony jest nieunikniony — po drugie służy do odcięcia odwodów i wogóle do wypełnienia tych wszystkich zadań, które mają na celu uniemożliwienie na pewien ograniczony czas przebywania na terenie zagazowanym wszelkim żyjącym stworzeniom.

Na terenie płaskim skuteczny ogień wymaga zawsze użycia wielkiej ilości bateryj i amunicji. Najlepsze rezul-

taty otrzymuje się powtarzając strzelanie masowe i przedłużając czas jego trwania do 6—8 godzin.

3°. Ogień nękający ma na celu wytworzenie dokoła przedmiotu ostrzeliwanego niewielkiej, ale gęstej chmury gazowej. Cel ten osiąga się ostrzeliwując stosunkowo niedużą ilością pocisków gazowych gwałtownym ogniem przez zaskoczenie, tak aby nieprzyjaciel nie mógł skorzystać w porę z masek ani innych przyrządów ochronnych. Szczególnie zaleca się powtarzanie takiego ognia.

Niejednokrotnie korzystnem będzie wykonywanie kolejne ognia nękającego gazowego naprzemian z ogniem niepokojącem; ogień nękający będzie brał na cel skupienia bateryj, wojsk zajętych pracą albo będących w marszu, drogi wgłębione, mosty, dworce kolejowe, punkty wyładowcze, obozowiska, miejsca postoju dowództw, odwody i punkty obserwacyjne. Nie powinno się stosować ognia nękającego dopóki niema pewności dosięgnięcia nim celów żywych nadających się do tego.

II. Ogólne.

4°. Strzelanie pociskami zielonego krzyża daje tem większe wyniki im większa cisza panuje w atmosferze, w kierunku tak pionowym jak poziomym. Atmosfra jest zakłócona w kierunku pionowym:

a) Przez słońce. — Słońce wytwarza prądy wstępujące, które szybko rozpraszają gazy, unosząc je do góry.

b) Silny deszcz. — Silny deszcz przybija gaz do ziemi, czyniąc go bezskutecznym.

Nieobecność w powietrzu prądów poziomych oznacza brak wiatru.

5°. Pora najlepiej sprzyjająca bombardowaniu gazowemu jest zawsze noc. W po-

rze dziennej otrzymać można równoznaczne rezultaty tylko wtedy, jeśli niebo pokryte jest chmurami, a cel spowity we mgle.

Jeśli szybkość wiatru przy ziemi przekracza 1,5 mtr. na sekundę, skuteczność zagazowania znacznie się zmniejsza. Zdwajając nawet w danym przeciągu czasu ilość amunicji, nie zawsze dochodzi się do wyrównania wyników otrzymywanych przy szybkości wiatru 1 m na sekundę.

6°. Charakter gruntu nierównego, pagórkowatego albo poprzecinanego zagłębieniami i dolinami wpływa też w dużym stopniu na skuteczność strzałów gazowych. W lasach wiatr zawsze bywa słabszy, jak w miejscowościach odkrytych. Można więc otrzymać dobre rezultaty ostrzeliwując objekty znajdujące się w lesie, jeśli wiatr jest zasilny aby można było ostrzeliwać cel wśród przestrzeni odkrytej. O ile różnice poziomu terenu są bardzo duże, należy normować strzelanie licząc się z tem, że na miejscach wyżej położonych wiatr jest zawsze silniejszy niż na nizinach, o ile więc cel jest rozległy, gęstość strzału będzie największa na strefy leżące wysoko i odsłonięte, w porównaniu do zagłębień terenu i części porośniętych.

O ile uskutecznia się strzelanie w terenie górzystym, trzeba pilnie zwracać uwagę na różnice zachodzące pomiędzy wiatrami lokalnemi, a ruchem ogólnym powietrza, jak również prądami przebiegającemi wąskie parowy w pewnych godzinach dnia przy jasnej pogodzie.

Nie można liczyć na samoczynne ściekanie gazów z wysokości ku nizinom, jak to ma miejsce przy napadach falowych. W razie bowiem strzelania gazami gęstość mieszaniny powietrza z gazem jest o wiele niższą niż w fali gazowej.

Gazy na terenie stosują się do ruchów powietrza, i użyte w bardzo dużej ilości mogą wywierać poważne

skutki o kilka kilometrów od ostrzeliwanego przedmiotu.

7°. Celem maskowania błysków rozdaje się razem z amunicją zielonego krzyża woreczki przeciwbłyskowe, utrdudniające przeciwnikowi odkrycie naszych stanowisk bateryjnych.

8°. Wojska nasze nie potrzebują zachowywać specjalnych środków ostrożności przy strzelaniu. Obsługa dział winna być tylko przygotowana do obrony przed gazami w razie potrzeby jak i reszta wojska, do którego gaz mógłby dosięgnąć (pkt. 12 i pkt. 17). Każdy dowódca artylerji dający rozkaz strzelania gazowego, ma w odpowiednim czasie zawiadomić o tem służbę obrony przeciwgazowej, za pośrednictwem dowództwa dywizji albo równorzędnego.

III. Przygotowanie ognia skutecznego.

9°. Im większa przestrzeń pokryta gazami i dłuższy czas trwania skażenia, tem trudniej nieprzyjacielowi uchronić się przed ich działaniem. Najlepsza maska posiada tylko pewien ograniczony czas swojej skuteczności.

Najkorzystniejsze warunki daje powtarzane strzelanie nękające, naprzemian z ogniem skutecznym w ciągu szeregu kolejnych nocy lub pochmurnych dni, gdy wymiana zużytych masek nowemi jest rzeczą naogół trudną do wykonania.

Strzelanie skuteczne winno rozpoczynać się nagle, natomiast nie należy przerywać go odrazu, lecz prowadzić tak, żeby po niem następowało bezpośrednio nękające, powtarzane przez jakiś czas w nierównych odstępach. Ten sposób postępowania nie dopuszcza sprowadzenia na czas świeżych posiłków nieprzyjacielskich.

10°. Minimalna powierzchnia 1 km kwadratowego, przewidywana dla ognia skutecznego w terenie płaskim,

będzie tylko wyjątkowo ostrzeliwana; z reguły należy przewidywać przestrzenie znacznie większe (5 km. kw. i więcej).

Do wykonania ognia skutecznego na powierzchni 1 km kwadratowego w okresie 6—8 godzin, potrzeba:

12.000 strzałów dział polowych (1 strzał = 1 kg gazu, liczba zaokrąglona),

albo 6.000 strzałów haubic polowych albo dział 10-cent. (1 strzał = 2 kg gazu),

3.000 strzałów ciężkich haubic polowych lub armat 15 cm (1 strzał = 6 kg gazu (ten kaliber wymaga większej ilości gazu ponieważ przy mniejszej liczbie strzałów zagazowanie jest mniej dokładne).

Tą ilością pocisków i odpowiednim ich rozkładem na strefę ostrzeliwaną, skutek daje się odczuć najpóźniej w godzinę po rozpoczęciu strzelania.

Gazy zielonego krzyża działają przedewszystkiem jako obłoki gazowe, których efekt daje się czuć jeszcze po dwóch godzinach w lecie, a godzinę w zimie po rozrzedzeniu tych obłoków, przez wiatr i prądy wstępujące do mniej lub więcej widocznych. Tym sposobem można wkroczyć na przestrzeń ostrzeliwaną temi gazami w godzinę, albo dwie po zniknięciu obłoków.

Obłoki znikają tem wolniej, im większa ostrzeliwana powierzchnia. Warunki terenowe, takie jak rzeźba terenu, roślinność i t. p., grają tu ważną rolę. Zwracać się zawsze w tej mierze do zawodowego meteorologa.

Dla zwiększenia widoczności obłoków gazowych, tam gdzie chodzi o ogień niszczący o wielkim znaczeniu, możemy oddawać salwy pocisków dymnych na te części ostrzeliwanej przestrzeni na których zależy szczególnie żeby wiedzieć kiedy zostaną uwolnione od działania gazu; gaz bowiem znika jednocześnie z dymem.

11°. Przy ogniu skutecznym na dużą skalę, dowództwo rozsyła do armji oficerów specjalistów biorących udział w wywiadach, w wyznaczeniu celów i podziale stref ostrzeliwanych oraz w przygotowaniach do wykonania ognia. W razie potrzeby oficerowie ci obejmują kierownictwo ognia.

Zasięga się również rady specjalisty meteorologa, dostarczając mu poprzednio, regularnie przez kilka dni wszelkich potrzebnych danych, głównie depesz obserwacyj morskich, z których można przewidywać stan pogody. Meteorolog bierze udział w przygotowaniu strzelania, w bezpośredniej łączności z oficerem wykonywującym strzelanie.

Ponieważ przepowiednie pogody im dawniejsze tem mniej pewne, przygotowanie do strzelania skutecznego winno być postawione w możności dostosowania się do zmiennych warunków atmosferycznych, odmiennego naprzykład kierunku wiatru, albo do zmienionej sytuacji taktycznej, wymagającej pokrycia gazami innej przestrzeni. W tym celu można mieć przygotowanych kilka schematów i podać je do użytku odpowiednich jednostek.

O ile bierzemy pod uwagę warunki atmosferyczne, wybór najodpowiedniejszego schematu odbywa się na podstawie ostatnich, otrzymanych przed rozpoczęciem ognia przepowiedni meteorologicznych.

Wobec konieczności liczenia się do ostatniej chwili ze zmianą pogody, decyzja ostateczna zapada dopiero przed samem rozpoczęciem. Rozkaz rozpoczęcia ognia, o ile zajdzie potrzeba, dawany bywa zapomocą umówionego sygnału — widocznego znaku (np. z balonu na uwięzi). Analogiczny sygnał przewidziany jest w razie koniecznego przerwania lub zaprzestania ognia.

12°. Szczegóły: a) Jeśli po strzelaniu zielonym krzyżem ma nastąpić natarcie, strzela się wtedy mniej

intensywnie conajmniej od chwili rozpoczęcia natarcia. Taki ogień nie może być wstrzymany nadługo przed samem natarciem, nawet dla wykonania ognia niszczącego poprzedzającego je bezpośrednio, co mogłoby ułatwić artylerji przeciwnika zebranie sił i wykonanie ognia skutecznego na nasze oddziały szturmowe przy wyjściu z okopów.

Trzeba dążyć do podziału artylerji na osobne grupy, z których jedne będą strzelać gazami, inne zaś wykonywać ogień niszczący ze względu na natarcie.

b) szybki ogień na cele daleko położone, prawie zawsze bardzo zużywa sprzęt.

Na ogół nie oddawać więcej jak:

strzałów na baterję	
2.000	— 77 mm. wzór 1896 i 1916,
1.200	— lek. haubic wz. 1898—1909 (1916 i K. P.)
800	— armat 10-cm. wz. 1904 i 1914,
600	— cięż. haubic wz. 1902 i 1915,
500	— armat 15.

Dotację tę rozkłada się na okres mniej więcej 6-ciu godzin; można tu użyć działa niemieckie starego systemu oraz belgijskie armaty 15. Zatem dla pokrycia gazem powierzchni 1 km kw w ciągu sześciu godzin trzeba mieć do dyspozycji:

	6	bateryj 77 mm.
albo	5	„ lekkich haubic
„	5	„ ciężkich haubic
„	7 do 8	bat. armat 10-centymetrowych
„	6	bateryj armat 15-centymetrowych

c) Dla zaoszczędzenia sprzętu wybrać o ile możności pozycje bateryj w ten sposób aby:

Działa 77 (1896 i 1916) wydłużonemi pociskami nie strzelały dalej jak na:

Armaty wzoru 1916 bez ładunku dodatkowego.	7.000 m
Lekkie haubice 1896 i 1909	6.000 m
Lekkie haubice 1898 i 1909.	6.550 m
(ładunek 9)	8.300 m
Haubice lekkie Kp.	7.700 m
(ładuek 10)	8.800 m
Armaty 10, 1904 i 1914	9.000 m
Ciężkie haubice 1902 i 1912	7.000 m
Armaty 15	9.500 m

Przerwy ognia do jednej godziny nie przeszkadzają jego skuteczności przy ciszy powietrza; w porze wietrznej należy, przeciwnie, prowadzić strzelanie ciągłe i szybkie.

d) Każda baterja wyznaczona do strzelania zielonym krzyżem, otrzymuje kalkę lub mapę, przeważnie 1 : 25.000 z oznaczonym dokładnie celem do ostrzeliwania. Przy rozdziale pojedyńczych stref pomiędzy baterje trzeba liczyć się z dużym rozrzutem pocisków zielonego krzyża, uważając aby oś wydłużona celu leżała o ile możności w kierunku osi strzału danej baterji.

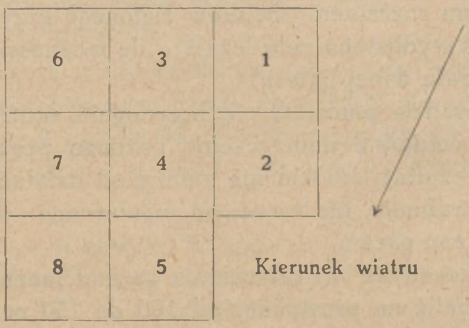
W zasadzie pamiętać, że przy ogniu skutecznym nie chodzi o dokładne umieszczenie każdego poszczególnego pocisku, rezultat bowiem nie zależy od działania pocisku w chwili trafienia, ale raczej od regularnego pokrywania całego terenu gazem.

e) Przestrzeń do ostrzelania gazami można z pożytkiem podzielić na prostokąty od 100 do 150 m szerokości i 120 m gębokości (2 do 3 hektarów). Każda baterja otrzymuje do ostrzelania pewną ilość takich czworoboków. Baterja ostrzeliwuje je kolejno w ten sposób, że strzelając na środek czworoboków równomiernie zagazowuje całą powierzchnię.

Przy wyznaczeniu kolejności ostrzeliwania czworoboków liczyć się z kierunkiem wiatru, trzymając się zasady stopniowego zwiększania zawartości gazu w powietrzu. Dla uskutecznienia tego rozpoczyna się od czworoboków położonych od strony wiatru; w razie natomiast zupełnej ciszy powietrza, kolejność ostrzeliwania czworoboków, będzie obojętna.

Także względy taktyczne wpływać mogą na kolejność ostrzeliwania tych czworoboków; można naprzykład, zapomocą posuwającej się od tyłu ku przodowi zasłony gazowej, popchnąć przeciwnika w tym kierunku. Z pomocą przysłanych przez dowództwo oficerów specjalistów ustala się: kolejność w jakich czworoboki będą ostrzeliwane i czy mają one być ostrzeliwane pociskami dla nich przeznaczonemi jednorazowo lub kilka razy.

P r z y k ł a d: przestrzeń do ostrzelania dla bateryj dział 77 wynosi 8 czworoboków, po 2 hektary każdy



Kolejność ostrzeliwania tych czworoboków jest oznaczona numerami. Stosownie do ważności celu i do układu terenu (§ 6) niektóre czworoboki mogą, w miarę potrzeb i okoliczności, otrzymać zwiększoną liczbę pocisków.

f) W terenie zupełnie płaskim przy braku wiatru, albo kiedy wiatr wieje ku naszym linjom, strefa przeznaczona do ostrzeliwania gazami musi być przynajmiej o 2 kilometry odległa od linji czołowej, dla uniknięcia niebezpieczeństwa. Odległość ta jednakże może być zmniejszona jeśli wieje w stronę przeciwnika, a meteorolog uzna raptowny zwrot kierunku za niemożliwy.

W górach niepodobna ustalić dokładnych przepisów strzelania. Wysokie wzniesienia terenu zarówno jak kotliny rozciągające się pomiędzy linjami, utrudniają bardzo przepływ gazu ku własnym okopom.

g) Odległość ustala się przy pomocy wstrzeliwania pociskami kruszącemi. Czynność ta powinna o ile możności przejść niepostrzeżenie dla przeciwnika; wykonywa się ją:

dla armaty 77 pociskiem wydłużonym (L. F. K. Gr.)
„ haubicy lekkiej „ „ (L. F. H. Gr.)
„ armaty 10 . . . . . (10 cm. Gr. 15)
„ haubicy 15 . . . . . (15 cm. Gr. 12)

Jeśli niema pocisków L. F. K. Gr., można tego samego dokonać zapomocą K. Gr. 15. Jeśli idzie o donośność większą niż 6.000 metrów, K. Gr. 15 będzie nawet lepszy jak L. F. K. Gr. Po osiągnięciu donośności pociskami K. Gr. 15 trzeba ją zwiększyć dla L. F. K. Gr. z zielonym krzyżem:

donośność 3000, 4000, 5000, 6000, 7000 metrów
o 100, 200, 300, 350, 400 „

Tory pocisku kruszącego i pocisku zielonego krzyża są prawie te same, za wyjątkiem torów pocisku lekkiej haubicy polowej i armaty 10. Odległości otrzymane przez pociski wybuchowe będą więc dobre dla pocisków zielonego krzyża. Wszakże dla wyżej wymienionych dział odległości

otrzymane przez wstrzeliwanie się pociskami wybuchowemi trzeba zwiększyć dla skutecznego strzału zielonego krzyża w następujący sposób:

		zwiększenie około
a) dla lekkiej haubicy polowej do	4000 m.	100 m.
„	6000 „	150 „
b) „ armaty 10, wzór 1904 „	7000 „	250 „
wstrzelanej poc „	8000 „	320 „
wydłużonym (L. F. H Gr.) „	9000 „	470 „
c) „ armaty 10, wzór 1914 „	7000 „	220 „
wstrzelanej poc. „	8000 „	300 „
wydłużonym (L. F. H. Gr.) „	9000 „	660 „

(dla ciężkiej artylerji pamiętać o woreczkach przeciwbłyskowych).

Tory pocisków: 10 cm. Gr. 15 i 10 cm. Gr. 15 zielonego krzyża są identyczne.

Baterje, które nie będą mogły wykonać wstrzeliwania ani otrzymać kąta podniesienia zapomocą sąsiedniej baterji, będą musiały posługiwać się mapą. Pozwolą one ściśle określić kąt położenia.

h) Można też będzie, posiłkując się obserwacją z balonów, lotniczą lub obserwacją ścisłą naziemną, lekko obramować strefę gazową wczasie strzelania skutecznego. Na ogół jest to mniej potrzebne, ostateczny bowiem rezultat osiąga się nie przez trafianie pocisków w sam cel, a raczej przez rozmiar przestrzeni zagazowanej.

Pożądanem jest prowadzenia do końca jednolitego sposobu strzelania bez zmian w ciągu wykonywania go, celem uniknięcia rozproszenia działania pocisków zielonego krzyża.

Odstąpienie w jakikolwiek sposób jednej baterji, albo ugrupowania od przewidzianego planu, może przyczynić

się do udaremnienia całego wyniku, czyli jest rzeczą niedopuszczalną, chyba w wypadkach zupełnie wyjątkowych, o których należy bezzwłocznie meldować.

Strzelania gazowgo nie przerywa się z chwilą gdy baterje nieprzyjacielskie zamilkną.

IV. Ogień nękający.

13°. Na każde strzelanie nękające (§ 3) zużywa się w liczbach zaokrąglonych:

	77 mm.	pocisków . . .	100
albo	100 „	„ . . .	50
„	150 „	„ . . .	50

Strzały te będą oddawanne co 2 minuty z największą możliwą szybkością. Celem zmniejszenia zużycia dział można użyć kilka bateryj na jeden cel.

Pocisków nie rozdziela się na całą przestrzeń, lecz koncentruje się je na jeden punkt. W ciągu jednego i tego samego strzelania nękającego nie zmieniać ani wzniesienia ani kierunku.

Jeśli według obserwacyj lotników lub ścisłych obserwacyj z ziemi zostało stwierdzone, że strzały są źle umieszczone, to strzelanie nękające trzeba powtórzyć.

Szkodliwe działanie gazu w punkcie upadku pocisków będzie trwało około pół godziny, a w razie silniejszego wiatru krócej. Sprzyjający układ gruntu i roślinność mogą się przyczynić do przedłużenia go.

Wstrzeliwanie wykonuje się niewidocznie zapomocą pocisków wybuchowych. Przechodząc od tych ostatnich do pocisków gazowych, liczyć się z różnicą toru pocisku.

Niekiedy pożytecznie jest wycelować nie na sam środek ostrzeliwanego przedmiotu, ale na jakiś punkt położo-

ny o 50 metrów od strony wiatru. Ruch obłoków dymnych wytworzonych przez pociski wybuchowe pozwoli sądzić o kierunku wiatru w stosunku do celu.

14°. Jeśli ogień nękający przeplata się pociskami wybuchowemi lepiej jest po pociskach gazowych strzelać szrapnelami, albo granatami na rozprysk, a nie na uderzenie. Ten sposób pozwala utrzymać dłużej chmurę gazową nad celem ostrzeliwanym.

15°. Przy wykonywaniu ognia nękającego jest zbyteczne udawać się do oficera wyższego dowództwa lub do zawodowego meteorologa. Ogień ten może być zarządzony przez dowódcę artylerji, jeśli regularne przepowiednie pogody ze stacyj meteorologicznych zapowiadają pogodę sprzyjającą.

16°. Dowódcy baterji, który ma wykonać ogień nękający daje się do dyspozycji pewien okres czasu, w którym on może wykorzystać chwilę ciszy. Anemometry są niepotrzebne, wystarcza rozpoznanie braku wiatru po spokojnem zachowaniu się dymu w powietrzu, albo zapomocą innych podobnych i prostych znaków.

17°. O kierunku wiatru zapytuje się najbliższą stację meteorologiczną okopową. O ile wiatru niema, albo wieje ku naszym pozycjom, a przedmiot celu znajduje się conajmniej o 1.000 metrów od własnego frontu — strzelanie nękające wolno wykonać po porozumieniu się z dowódcami oddziałów zainteresowanej piechoty (§ 8).

Kiedy wiatr wieje wyraźnie na nieprzyjaciela, nie potrzeba przy wykonaniu ognia nękającego korzystać ze sprzętu obrony przeciwgazowej; wybiera się tylko cel w ten sposób, aby nawet krótkie strzały padały conajmniej o 300 metrów od własnych pierwszych linji.

Jeżeli zachodzi potrzeba użycia gazów toksycznych na bliższą metę, posługujemy się bombami gazowemi.

18°. Doświadczenie wykazało, że małe ilości (do 10%) pocisków gazowych, jako strzały pojedyńcze, albo salwy 4-o strzałowe, przeplatające ogień niszczący, zwiększają jego efekt, zmuszając przeciwnika do noszenia maski i krępują bardziej jego niepewne ruchy. Wtedy nie liczymy na niszczące działanie gazu.

Przy powyższem sposobie strzelania przestrzegać przepisów zawartych w §§ 15 i 17 instrukcji.

19°. Zabrania się używać pocisków zielonego krzyża do ognia zaporowego.

C. Przykłady niemieckich ostrzeliwań pociskami gazowemi.

1. 22-go czerwca 1916 r. o godz. 22-ej 40 bateryj haubic lekkich i 16 bateryj armat polowych, rozpoczęły ogień na pozycje francuskie szerokości 1 km pomiędzy Bras i fortem Tavanore i 5 km głębokości pomiędzy Souville i fortami Verdun.

Wystrzelono 110.000 pocisków gazowych w ciągu 8-iu godzin na powierzchnię 5 km². Głównie działał gaz w dolinach i niskich miejscach w których skupiał się, natomiast wzniesienia terenu zostały nietknięte. Obserwacja lotnicza wykazała, że obłoki z pocisków po zlaniu się unosiły się w dolinie w postaci jesiennej mgły. „Mgła" trwała do godziny 18-ej następnego dnia i została rozproszona powstałym wiatrem.

Najbardziej ucierpiały baterje artyleryjskie znajdujące się na południe od fermy Cabarts jak również odwody, straty których wyniosły około 30%. Straty Francuzów: 1.600 zagazowanych, z czego wypadków śmiertelnych—90.

2. W nocy z 19-go na 20-go lutego 1917 r. baterja francuska 155 mm armat pod Montauville w rejonie Pont à Mousson została ostrzelana 600 pociskami 15 cm. Pomiędzy godz. 18-tą i 19-tą 10 gwałtownych napadów dwuminutowych — 300 pocisków. Od godz. 19 do 23-ej — 300 pocisków.

Warunki atmosferyczne: lekka mgła, temperatura 0° i słaby wiatr.

Stanowisko batrji w lesie na pochyłości wzgórza. Utworzyła się gęsta chmura gazowa. Baterja nie oddała żadnego strzału.

ROZDZIAŁ IV.

Strzelanie pociskami dymnemi.

Pocisków dymnych używa się do oślepienia przciwnika i wytworzenia zasłony dymnej; ilość potrzebnych pocisków zależy od wielkości celu zadymienia, czasu zadymienia, kierunku i szybkości wiatru.

Zależność pocisków dymnych od wiatru i pogody jest znacznie mniejsza od pocisków gazowych o gazach lotnych. Przy wietrze ponad 3 m/sek można używać pocisków dymnych.

Niżej załączona tabela, według danych amerykańskich, podaje w przybliżeniu ilość pocisków dymnych (fosforowych) przy różnych kierunkach wiatru i szybkości 6 m/sek, potrzebnych do przesłonięcia frontu 1.000 metr i utrzymania zasłony dymnej w ciągu 30 minut.

TAB. 27.

Kaliber	Wiatr prostopadły do linji frontu			Wiatr pod kątem 45° do linji frontu			Wiatr równoległy do linji frontu		
	Ilość dział	Ilość pocisk. do wytworzenia zasłony	Ilość pocisk. do utrzymania zasłony	Ilość dział	Ilość pocisk. do wytworzenia zasłony	Ilość pocisk. do utrzymania zasłony	Ilość dział	Ilość pocisk. do utrzymania zasłony	Ilość pocisk. do utrzymania zasłony
75 mm	59	472	3422	11	88	638	7	60	453
155 mm	25	50	363	4	9	65	3	6	44

Przy wietrze ponad 6 metr/sek lub przy słonecznej pogodzie zwiększa się ilość pocisków.

Amunicja podana w tabeli ma na celu wytworzenie bardzo gęstej zasłony dymnej; mniej gęsta da się otrzymać z mniejszej ilości pocisków. Mniej pocisków potrzeba w pogodę mglistą i pochmurną, wczesnym rankiem i przy wietrze słabszym od 6 m/sek.

Do wytworzenia zasłony dymnej strzelanie rozpoczyna się szybkim ogniem w ciągu pierwszych paru minut, zwalniając później tempo, celem podtrzymania zasłony.

Przy silnym wietrze wskazanem jest ostrzeliwać kolejno pociskami dymnemi i kruszącemi, gdyż chmura dymna zmieszana z pyłem wytworzonym przez pociski kruszące jest bardziej trwałą i lepiej przesłania.

Zasłona dymna wytworzona celem osłonięcia własnych wojsk, nie może być umieszczona bliżej jak 500 m od nich, w przeciwnym razie ściągnąć może skuteczny ogień artylerji przeciwnika.

Przy osłonie czołgów formuje się zasłonę z trzech stron, czyli t. zw. „klatkę dymną". Polega ona na utworzeniu zasłony przed wszystkiemi punktami z których oddział nacierających czołgów może być obserwowany. Jednak zasłon tych nie można umieszczać blisko czołgów, odległość wynosi przeciętnie 500 — 600 metrów.

Jednocześnie oślepa się wszystke rozpoznane punkty obserwacyjne.

W ten sposób wytwarza się zamkniętą przestrzeń, w której piechota wraz z czołgami jest zasłoniętą przed obserwacją nieprzyjaciela.

Ilość pocisków dymnych potrzebnych do oślepienia przeciwnika, tam gdzie punkty obserwacyjne lub punkty jego oporu są znane, znacznie się zmniejsza, wtedy bowiem oślepia się tylko te punkty.

Przy oślepianu przeciwnika pociskami dymnemi na-

leży umieszczać je od strony wiejącego wiatru tak, by padały w odległości od celu ¼—½ wideł, w zależności od tego, czy wiatr jest słaby lub silny. Minutowa obserwacja obłoku dymnego, który powstanie po wybuchu pierwszego pocisku, da dokładne wskazówki co do stanu atmosfery i wskaże sposób skutecznego oślepienia.

Wysokość obłoku dymnego z pocisku 75 mm przeciętnie wynosi 5 metrów; prądy wstępujące unoszą obłok znacznie wyżej. O ile cel który ma być oślepiony znajduje się wysoko ponad powierzchnią ziemi, na terenie równym, to oślepienie nie nastąpi, chyba że zastosowany będzie zapalnik czasowy.

ROZDZIAŁ V.

Strzelanie pociskami gazowo-kruszącemi.

Pociski gazowo-kruszące stosowali wyłącznie Niemcy (niebieski krzyż, podwójny żółty i podwójny zielony krzyż). Mała zależność ich od warunków atmosferycznych pozwala strzelać niemi prawie przy każdej pogodzie.

Oprócz jednoczesngo użycia ich z pociskami kruszącemi były on stosowane przy strzelaniu pociskami gazowemi.

Ogień pociskami gazowo-kruszącemi był zwykle ześrodkowany i wykonany z największą szybkością, przyczem ilość ich przeciętnie stanowiła ⅙ do ¾ ilości pocisków przeznaczonych na cel.

Zwykle był stosowany pocisk niebieski krzyż wraz z zielonym krzyżem, t. zw. strzelanie pstre („Buntkreuz").

A. Strzelanie pociskami „niebieski krzyż".

Ostrzeliwanie żywych celów wyłącznie pociskami niebieski krzyż zdarzało się tylko w wyjątkowych wypadkach. Natomiast z wybuchowemi i gazowemi przeciw piechocie i artylerji z dobrym wynikiem we wszystkich fazach walki.

Pocisk niebieski krzyż był używany w zaporze ogniowej ruchomej przed posuwającą się piechotą. Jednoczesne ostrzeliwanie z pociskami wybuchowemi nietylko nie wpływało ujemnie na obłok sternitowy, lecz przeciwnie, razem z wyrzuconą do góry ziemią utrzymywał się on w powietrzu. Z czasem tego rodzaju zapora ogniowa mieszana została zmodyfikowaną i składała się z dwóch: pierwszej, wytwarzanej dalej od piechoty niemieckiej, powstającej wyłącznie z niebieskiego krzyża, i z drugiej — z pocisków wybuchowych — bliżej.

Najlepszy efekt osiągnięto pociskami „niebieski krzyż" skierowanemi na cele żywe jednocześnie z pociskami „zielony krzyż", mianowicie—sternit z pocisków niebieski krzyż zmuszał przeciwnika zabezpieczonego w maskę do zdarcia jej, otwierając w ten sposób drogę dla gazu zabójczego — zielonego krzyża.

Wobec tego, że maska angielska nie przepuszczała sternitu w ciągu kilku minut, rozpoczynano strzelanie pociskami niebieskiego krzyża dla przeszkodzenia w nałożeniu maski (wywołując kichanie, wymioty, i t. p.). Objawy działania sternitu występują po 2—5 minutach, przeto przeciwnik zapóźno spostrzegał się.

Strzelanie tego rodzaju składało się z kilku następujących po sobie fal ogniowych pociskami niebieskiego i zielonego krzyża.

Jednostką powierzchni do ostrzelania był hektar i na każdy hektar oddawano z dział 77 mm 50 strzałów niebieskiego krzyża, następnie 50 pocisków zielonego krzyża, następnie w zależności od ważności celu powyższe bombardowanie mogło być powtórzone.

Pocisków większych kalibrów przypada odpowiednio mniej na hektar.

Hektar był najmniejszą jednostką powierzchni na którą były wykonywane strzelania pociskami chemicznemi. Był to ogień niszczący przez zaskoczenie.

Powierzchnie większe były dzielone na „czworoboki gazowe" o wymiarach 400 m × 500—600 m (rys. 15).

Czworobok gazowy był przydzielany dwom baterjom, każdej baterji 10—12 hektarów, tak że strzelanie było wykonane kolejnemi napadami na środkowy punkt każdego hektaru — wszystkiego 10—12 napadów. Ogień wykonuje się w ciągu 1—2 godzin.

Od ostrzeliwań pojedyńczych hektarów przeszli następnie do ześrodkowania ognia z dwóch bateryj na poszczególne ćwiartki czworoboku gazowego. A, B, C, D (rys. 15).

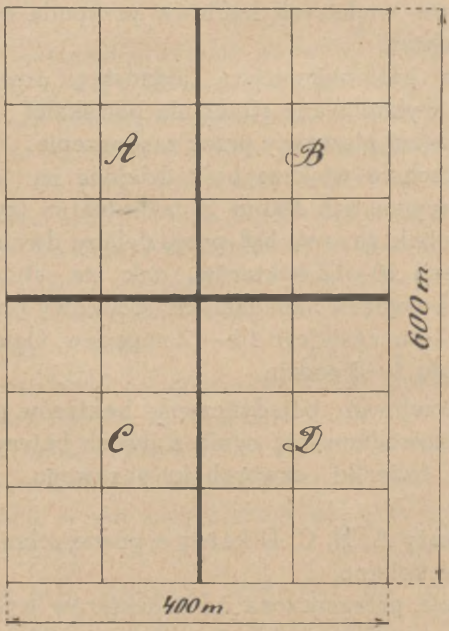
Prostokąty A, B, C, D każdy o powierzchni 6 ha, były ostrzeliwane kolejno.

Amunicja przeznaczona na 6 hektarów wystrzeliwano na środkowy punkt prostokątu. Tym sposobem osiągano większe stężenie niż kolejne ostrzeliwanie hektarów 1—12 przez jedną baterją, a w tym samym czasie hektarów 13—24 przez drugą.

Ostrzeliwano najpierw prostokąty położone od strony wiatru. Ze względu na pociski zielony krzyż szybkość wiatru nie powinna przekraczać 3 m/sek.

Prostokąty powinny być tak wybrane by środek prostokątu nakładał się ze środkiem celu.

Niektóre z nich o celach ważnych i dokładnie rozpoznanych otrzymywały pocisków więcej niż po 100 na hektar, kosztem powierzchni mniej ważnych, które ostrzeliwano tylko połową amunicji. Przestrzenie mniej zagazowane



Rys. 15. „Czworobok gazowy".

otaczały powierzchnie o wysokiem stężeniu gazowem, które nosiły nazwę „bagna gazowego" (Gassumpf).

Niemcy w r. 1918 zastosowali odmienną technikę ostrzeliwania, mianowicie podział na hektary został zarzucony, a jako najmniejszą jednostkę do ostrzeliwania przyjęto powierzchnię, wielkość której zależała od energji

i własności balistycznych strzelającej baterji (szybkostrzelność i rozrzut); zgodnie z tem, działom o torze stromym wyznaczono powierzchnie mniejsze niż dla torów płaskich; haubice miały około jednego hektara, armaty zaś po 2 hektary.

2. Rola pocisków zielony i niebieski krzyże w przygotowaniu natarcia.

Zwykle rozpoczynano strzelanie w dniu natarcia przed świtem ze wszystkich bateryj gwałtownym ogniem. Przygotowanie artyleryjskie składa się z 5-iu okresów:

Pierwszy okres przy największej osiągalnej szybkości trwał 10 minut pociskami niebieski krzyż.

Drugi okres trwał 65 minut; zwalczano przedewszystkiem artylerję przeciwnika. Strzelano pstrym krzyżem, t. j. niebieskim i zielonym lub żółtym 1. Przytem cele były tak podzielone, że prostokąt gazowy na którym znajdowała się baterja nieprzyjecielska, był ostrzeliwany przez 3—4 baterje niemieckie.

Okresy trzeci, czwarty i piąty trwały po 45 minut, zagazowując przednie pozycje piechoty. Tu stosowano prawie wyłącznie niebieski krzyż i tylko rzadko, przy dogodnych warunkach terenowych i meteorologicznych krzyż zielony, jednak na odległościach nie bliższych jak 900 metrów od własnej piechoty.

Jednocześnie w tych okresach baterje przeznaczone do zwalczania artylerji kontynuowały „ogień pstry" na baterje przeciwnika. Ogień w tych okresach również szybki.

Przy użyciu pocisków zielony krzyż czas musiał być obliczony ściśle, tak żeby działanie gazu zanikało do chwili znalezienia się własnej piechoty na terenie zagazowanym.

Ostatnim aktem ognia artyleryjskiego była zapora ogniowa. Do wytworzenia jej używano również pocisków niebieski krzyż, nigdy jednak nie bliżej, jak 600 metrów przed własną piechotą.

ROZDZIAŁ VI.

Organizacja artyleryjskiej walki chemicznej.

W pierwszym okresie swego zastosowania pocisk gazowy w działaniach artylerji francuskiej i niemieckiej nie był z nią organicznie złączony, tworzył tylko fragment dodawany nadprogramowo do tych działań. Po skończonem przygotowaniu artyleryjskiem pociskami wybuchowemi, jeśli czas pozwalał strzelano dodatkowo pociskami gazowemi. Obsługa była już zmęczona i stawianie jej nowych zadań nie mogło zjednać uznania do ognia pociskami gazowemi. Cały szereg nowych warunków i wymagań przy strzelaniu gazowem do reszty zniechęcał artylerzystów; wreszcie zbyt mało było zrozumienia istoty walki gazowej.

Aby zapobiec zbyt powolnemu przenikaniu uświadomienia co do wartości i znaczenia walki gazowej, niemieckie Naczelne Dowództwo powzięło w roku 1915 zamiar zorganizowania „sztabów gazowych" artylerji, któreby miały wyłącznie do swojej dyspozycji „artylerję gazową", składającą się przeważnie z dział 15 cm. Artylerja taka wykonywałaby tylko napady pociskami gazowemi.

Projekt ten nie został w całości zrealizowany, gdyż armja niemiecka nie posiadała dostatecznej ilo-

ści dział do stworzenia artylerji specjalnego przeznaczenia, którąby posiadała zakres działania zbyt ograniczony. Powstały tylko „sztaby gazowe" w charakterze organów doradczych wyższych dowództw, opracowujące techniczne wykonanie strzelania gazowego.

Stopniowo jednak strzelanie pociskami chemicznemi staje się udziałem całej artylerji, zaopatrzenie w amunicję wzrasta a niezbędne warunki techniczne i taktyczne zostają opanowane.

Tam gdzie zachodzi potrzeba użycia pocisków chemicznych do skażenia większych przestrzeni, oficerowie sztabu gazowego współpracują z dowódcą artylerji, przeprowadzającym operację.

Współpraca ta polega na udzielaniu potrzebnych informacyj i danych, tyczących zagazowania. Przeprowadzają wywiad terenu i pogody, wybór i podział najodpowiedniejszych celów i t. p.

Przy wszelkich operacjach artyleryjskich chodziło przedewszystkiem o efekt zaskoczenia, które mogło być osiągnięte tylko wtedy, gdy wstrzeliwanie było ograniczone do minimum lub zupełnie zaniechane.

Pod wpływem konieczności zachowania tajemnicy do ostatniej chwili, przygotowanie strzału w 1918 roku wykonywane było teoretycznie na podstawie danych oddziałów pomiarowych i danych stacyj meteorologicznych. Specjalna sekcja w dowództwie artylerji obliczała wpływy atmosferyczne dla wszystkich rodzajów ognia i wszystkich kalibrów dział, podając je do użytku bateryj.

Tylko niektóre baterje mogły przed rozpoczęciem skutecznego ognia oddać kilka strzałów próbnych pociskami wybuchowemi. Kilka strzałów wystarczało by zdać sobie sprawę z wielkości poprawek i uzupełnić obliczenia teoretyczne.

1. Przerwanie frontu pod Rygą (Uxkül) 1 września 1917 r.

Jako przykład niemieckiej organizacji napadu chemicznego w ramach armji podaje płk. Georg Bruchmüller w dziele „Die Deutsche Artillerie in den Durchbruchchlachten, des Weltkrieges". Niemcy do wykonania napadu chemicznego w bitwie pod Uxkül 1 września 1917 r., skoncentrowali na odcinku 18 km 170 bateryj art., wielką ilość lekkich miotaczy bomb, średnich miotaczy 130 i ciężkich 100 sztuk.

Każda niem. baterja przeznaczona do zwalczania artylerji przeciwnika posiadała:

Baterja	działa	77 mm	2300	poc.	zielony	i	niebieski krzyż
„	„	100 „	800	„	„	„	„
„	„	150 „	500	„	„	„	„

oprócz tego pociski wybuchowe.

Na rysunku 16 wskazane są przestrzenie, które były zagazowane zielonym i niebieskim krzyżem — („pstre strzelanie"). Powierzchnia zagazowana około 8 km² była podzielona na 40 czworoboków gazowych, z których każdy 400 m × 500 m.

Czworoboki gazowe były wykreślone na kalce i załączone do artyleryjskiego rozkazu gazowego.

Cel i powierzchnię do gazowania określał dowódca baterji przez nałożenie kalki na odpowiednią mapę.

Skuteczny ogień pociskami gazowemi i gazowo-kruszącemi rozpoczęto w ciemnościach o godz. 4 rano; skuteczny ogień przeciw piechocie (amunicja wybuchowa) wykonano natychmiast po rozwidnieniu się o 6-ej, a samo natarcie piechoty niemieckiej miało miejsce o godzinie 9 min. 10.

Działanie artylerji aż do końca wytwarzania zapory ogniowej odbyło się według planu ułożonego.

Rosyjskie posterunki obserwacyjne były umieszczone w opuszczonych przez ludność domach w miejscowości Oger-Galle, doskonale nadającej się do tego celu. Domy te zostały ogarnięte pożarem wskutek ostrzelania granatami zapalającemi.

Artylerja rosyjska milczała, gdyż, jak następnie stwierdzono, wskutek użycia pocisków gazowych i zagazowania niemi dużych przestrzeni, część obsługi bateryj rosyjskich została zatruta, a niektóre baterje opuszczone w panice przez artylerzystów.

W ten sposób ogień artyleryjski, przygotowujący natarcie piechoty przy pomocy pocisków gazowych, został wykonany w ciągu 5 godzin.

Dźwinę sforsowano, a obie linje obronne zostały zdobyte łatwo i bez poważniejszego oporu.

2. Ofensywa niemiecka 9 — 21 marca 1928 r.

Przygotowanie artyleryjskie polegało głównie na działaniu pocisków chemicznych. W pierwszej fazie, t. j. od 9 do 19 marca przeważały pociski żółty krzyż. Na samą tylko 3-cią armję angielską wystrzelano 250.000 tych pocisków. Tereny zagazowane od 9 do 19 marca są oznaczone na rys. 17, kolorowemi plamami odpowiednio do kolorów krzyży na pociskach: żółty, zielony i niebieski.

W ciągu dwóch ostatnich dni przed i w dniu natarcia 21 marca, Niemcy gęsto ostrzeliwali pozycje piechoty pociskami zielony i niebieski krzyż. W tym okresie były użyte również pociski żółty krzyż na odcinku północnym przeciwko punktom oporu, których nie mieli zamiaru zdobywać. Tereny zagazowane w dniu natarcia (21 marca) są uwidocznione na rys. 18.

W dniu natarcia 21 marca działanie artyleryjskie opierało się na gazach. Szybkość i kierunek wiatru 20-go nie były wcale sprzyjające, mimo to 20-go o godz. 12-ej Naczelne Dowództwo dało rozkaz wykonania planowego strzelania gazowego. 21 marca o godz. 4 rano rozpoczęła się bitwa artyleryjska gwałtownym ogniem na froncie 70 km szerokości.

Przez dwie godziny cała artylerja niemiecka ostrzeliwała baterje nieprzyjacielskie, poczem większa część bateryj przeszła do ostrzeliwania pozycyj piechoty pstrym krzyżem(niebieski i zielony).

Zyżycie amunicji chemicznej podaje niniejszy rozkaz. (Rys. 16, 17 i 18 na końcu książki).

ROZKAZ ARTYLERYJSKI Nr. 10 [1].

Wskazówki zużycia amunicji.

(Wyciąg).

A. Zużycie amunicji.

1. Na czas trwania ognia skutecznego i zapory ogniowej pociskami kruszącemi grupy artylerji do zwalczania piechoty (Ika) mogą zużyć następującą ilość amunicji, jako najwyższą na baterję i na godzinę:

400 strzałów dz. pol.; 300 strz. lek. haub.; 180 strz. armat 10 cm; 75 strzałów z moździerzy.

Unikać nadewszystko zużycia luf.

2. Amunicję „pstrego krzyża" oblicza się i zużywa się według następujących danych:

---

[1]) Georg Bruchmüller. Die Artillerie beim Angriff im Stellungskrieg. Charlottenburg. 1926.

Grupa artylerji do zwalczania piechoty (Ika).

Baterje:

dział polowych:	500	poc.	ziel.	krzyż,	500	poc.	nieb.	krzyż.
lekkich haubic	350	„	„	„	350	„	„	„
ciężkich „ pol.	150	„	„	„	150	„	„	„
moździeży	150	„	„	„	11	„	„	„

Oprócz tego dla podgrupy C (Ika).

Baterje armat 10 cm. po 400 pocisków niebieski krzyż.

Grupa artylerji do zwalczania artylerji przeciwnika (Aka).

Baterje:

dział polowych:	500	poc.	ziel.	krzyż i	1280	poc.	nieb.	krzyż.
lekkich haubic	250	„	„	„	800	„	„	„
ciężkich „	150	„	„	„	350	„	„	„
armat 10-cm.	180	„	„	„	500	„	„	„

Grupa artylerji zwalczająca cele odległe (Feka).

Baterje oprócz skrzydłowych Feka. Baterje armat 10 cm. 400 pocisków niebieski krzyż.

Działalność ogniowa przed szturmem i podczas, t. j. zwalczanie wyznaczonych celów przez odpowiednie grupy artyleryjskie, użycie rodzaju amunicji w ściśle określonym czasie zostało podane baterjom w formie wykresów.

ROZDZIAŁ VII.

Walka chemiczna miotaczami bomb.

Podczas wojny światowej do zwalczania celów blisko położonych powstała artylerja okopowa. Sprzęt arylerji okopowej składał się z moździerzy piechoty, t. zw. miotaczy bomb i miotaczy granatów. Sprzęt ten najbardziej rozwinął się i masowo był używany przez Niemców. Miotacze bomb były trzech rodzajów:

lekkie, średnie i ciężkie.

Do miotaczy lekkich i średnich zastosowano bomby chemiczne. Bomby chemiczne były tych samych rodzajów co i pociski chemiczne, t. j.:

gazowe,
gazowo - kruszące,
dymne,
i zapalające.

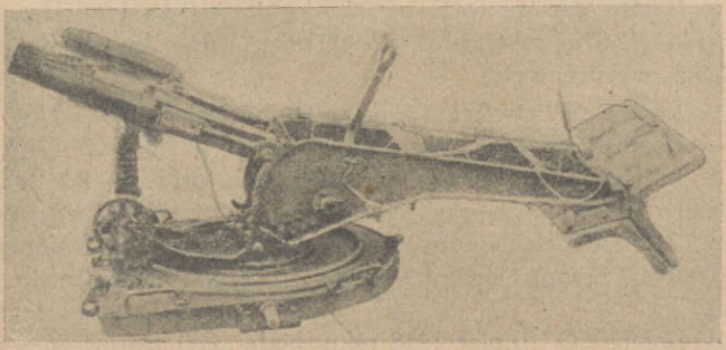
Ogólną cechą bomb chemicznych jest ich większa wydajność w porównaniu z artyleryjskim pociskiem chemicznym, t. j. przy tym samym ciężarze bomby zawierają więcej środka chemicznego.

Podczas chemicznych napadów artyleryjskich miotacze bomb zagazowały cele bliskie, zawsze jednak w ścisłej łączności i zależności od dowództwa artylerji.

Zależność strzelania bombami chemicznemi od terenu i pogody ta sama co i przy strzelaniu pociskami chemicznemi (str. 138 i 148).

A. Niemiecki lekki miotacz bomb 76 mm (rys. 19).

Lekki miotacz, kalibru 76 mm zaopatrzony w podstawę okopową, posiada pole obstrzału 360°, przy kątach podniesiona od 45° do 75°. Z miotacza na lawecie można strzelać przy kątach podniesienia od 0° do 27° i od 45° do 70°, pole obstrzału 13°.



Rys. 19. Niemiecki lekki miotacz bomb 76 mm.

Donośność miotacza 1750 metrów. Szybkostrzelność do 20 strzałów na minutę.

Bomba gazowa waży 4,3 kg i zawiera około 0,8 kg gazu. Ładunek wybuchowy 32 g. Skorupa ta sama co bomb wybuchowych. Zapalnik o podwójnem działaniu.

Bomby 76 mm były cechowane literami i białemi pierścieniami.

Bomba „B" zawierała bromek ksylilu — 750 gr.

Bomba „C" zawierała palit — 540 cm^3.

Bomba „D" zawierała dwufosgen lub fosgen — 700 cm^3.

Oprócz wymienionych były zastosowane w 1918 roku bomby cechowane żółtym i niebieskim krzyżami. Nieduży odsetek stanowiły bomby dymne.

B. Niemiecki średni miotacz bomb 17 cm.

Donośność średniego miotacza 1600 metrów; szybkostrzelność — jeden strzał na minutę.

Bomba gazowa waży od 37,5 kg do 38,8 kg i zawiera około 12,5 kg materjału chemicznego i 64 g trotylu (ładunek wybuchowy).

Bomba „B" zawierała bromometyloetyloketon—11,5 kg

Bomba „C" zawierała palit około — 10 kg.

Bomba „D" zawierała dwufosgen lub fosgen — 8,5 ltr

Bomba żółty krzyż—zawierała iperytu 83%, chlorobenzenu 12%, ładunek dymotwórczy — 29 gr (czerwony fosfór, parafina i arsen); ogólny ciężar materjału chemicznego 10,7 kg.

Bomba „G" (lipiec 1918 roku; białe „G") zawartość—fosgen 57,5% lub dwufosgen 41,5% reszta chloropikryna. Ogólny ciężar materjału chemicznego 12,5 kg.

Do bomb iperytowych używano zapalnika czasowego. Rozprysk kilkanaście — kilkadziesiąt metrów ponad celem wytwarzał deszcz iperytowy. Tego rodzaju bomba posiada własności szrapnela, w którem kule metalowe zostały zastąpione cieczą — iperytem.

Z pośród bomb zapalających do miotacza 17 cm zasługuje na specjalną uwagę bomba termitowa z metalicznym sodem.

Termit znajduje się wewnątrz cylindra z sodem metalicznym i zapala się zapalnikiem czasowym. Tuż przed celem termit spala się, topi sód metaliczny, następuje roz-

prysk i w postaci ognistego deszczu opada na ziemię. Najlepszy efekt osiągano, strzelając niemi do nieosłoniętych celów żywych.

C. Strzelanie bombami gazowemi.

Ilość bomb o gazach lotnych do skutecznego zagazowania winna być taką, by ponad celem wytworzyć odpowiednie stężenie bojowe. Sposób obliczenia analogiczny do art. pocisków gazowych, mianowicie:

$$N \text{ (ilość bomb)} = \frac{\text{powierzchnia celu } (m^2) \times \text{wysokość } (5m) \times \text{stężenie } (g/m^3)}{\text{zawartość gazu bojowego w bombie } (gr.)}$$

Niemcy rozróżniali trzy rodzaje ostrzeliwań bombami gazowemi: małe, średnie i wielkie. Skuteczność ognia bombami gazowemi zależy od tych samych warunków co i strzelanie pociskami gazowemi, mianowicie od pogody, terenu, osiągniętego stężenia i stanu obrony przeciwnika.

Małe ostrzeliwanie jest to zaskoczenie analogiczne z zaskoczeniem pociskami artyleryjskiemi o gazach lotnych. Ogień możliwie szybki i nie dłużej jak minutę na powierzchnię 1 hektaru (pole rozrzutu).

Do wykonania zaskoczenia potrzeba conajmniej:

Lekkich bomb gazowych 80 —100; ilość miotaczy lekkich 4 — 5;

lub średnich bomb gazowych 6—8; ilość miotaczy średnich 6 — 8.

Lekkich i średnich bomb:

lekkich bomb 40; ilość miotaczy lekkich 2;

i średnich bomb 2; ilość miotaczy średnich 2.

Powtarzanie ostrzeliwań było zalecane. Do zniszczenia schronów i okopów wpierw strzelano bombami śred-

niemi lub ciężkiemi wybuchowemi, a następnie bombami gazowemi.

Przed rozpoczęciem strzelania gazowego nieznacznie wstrzeliwano się bombami wybuchowemi.

Średnie ostrzeliwanie, przy wietrze do 3 m/sek, a ilość wystrzelonego gazu nie przekracza 1000 kg; składało się ono z kilku kolejnych małych ostrzeliwań.

Na powierzchnię jednego hektara około 300 kg gazu. Na pierwszy napad, t. j. zaskocznie, zużywano 150 kg, potem na następne dwa napady po 80 kg. Ogień szybki.

Wielkie ostrzeliwanie — różniło się od średniego ilością zużytego gazu — więcej niż 1000 kg. Na hektar 150 kg gazu. Na cele wyjątkowo ważne: silnie obsadzone pozycje i przy korzystnym układzie terenu — ilość gazu kilkakrotnie zwiększano na jednostkę powierzchni; naprzykład jeżeli teren ostrzeliwany leżał wysoko i można było spodziewać się spływania obłoków gazowych do okopów nieprzyjacielskich.

Jednoczesne strzelanie bombami gazowemi i wybuchowemi nie było zalecane, powoduje ono bowiem prędsze rozpraszanie obłoków gazowych; natomiast kolejno ostrzeliwanie pociskami gazowemi i wybuchowemi dawało dobre wyniki.

Strzelanie wykonuje się w ciągu dwóch godzin.

Wielkie niemieckie strzelanie bombami gazowemi na pozycje rosyjskie pod Ozierkami 27 października 1917 r.

Teren: las.

Pogoda: wiatr zachodni 1,5 — 2 m/sek, w lesie 0,5 m/sek.

Miotacze: 8 lekkich i 8 średnich.

Amunicja:

900 bomb lekkich: 50 bomb z bromkiem ksylilu, pozostałe z fosgenem;

500 bomb średnich: 50 z bromometyloetyloketonem, pozostałe z palitem, razem 5720 kg gazu bojowego.

Przestrzeń do zagazowania: 36 hektarów po 160 kg na każdy. Na każdy hektar po dwa małe ostrzeliwania z przerwami 30-sto minutowemi. Wobec czego wszystkiego 72 małych ostrzeliwań. Strzelanie rozpoczęto w nocy o godz. 12 min. 30 i ukończono w ciągu niecałej godziny.

Dwie kompanje rosyjskiej piechoty poniosły znaczne straty.

D. 81 mm moździerz Stokes'a (rys. 20).

Moździerz, łatwo przenośny, waży 52 kg i składa się z lufy, podstawy i płyty oporowej.

L u f a gładka, długości 1,22 m, waży 21 kg. Lufa w dolnej części posiada nagwintowaną szyjkę z czopem i wśrubowaną w niego iglicą.

P o d s t a w a jest to dwójnóg w którym znajduje się mechanizm podniesień i zwrotów, waży 16 kg. *Płyta oporowa* wykonana ze stali w formie prostokąta 508 × 330 mm z trzema wgłębieniami do oparcia czopu lufy, waży 15,5 kg. Oddanie strzału następuje przez wrzucenie bomby do lufy.

Donośność miotacza 1920 m. Szybkostrzelność do 10—20 strzałów na minutę. Pozwala na oddanie strzałów przy kątach podniesienia od 41° do 75° i od 10° do 41° przy specjalnym mechanizmie odpalającym. Ładunek prochowy zmienny.

Bomby dwojakiej formy: angielskie cylindryczne o donośności 700 metrów i francuskie w kształcie spadającej kropli ze skrzydełkami — donośność 1920 metrów.

Bomby były dwóch rodzajów: kruszące i dymne.

Bomba kroplista dymna waży 3 kg i zawiera 0,6 kg fosforu. Bomba posiada zapalnik uderzeniowy natychmiastowy. Po wybuchu tworzy się gęsty obłok dymu. Używane były do ostrzeliwania nieosłoniętego przeciwnika.



Rys. 20. 81 mm moździerz Stokes'a.

Moździerza Stokes'a 81 mm z powodu małego kalibru i małej zawartości materjału chemicznego niezastosowano do walki gazowej. Natomiast stosowano ten sam typ moździerza o kalibrze większym 102 mm (4 cal) (str. 191).

E. Francuski miotacz bom Nr. 1 (58 mm).

Miotacz o donośności 500 metrów. Bomby kruszące i gazowe (58 T.) do stabilizacji na torze posiadają skrzy-

dełka. Bomby gazowe Nr. 4 i Nr. 5 (str. 90) były ładowane kwasem pruskim albo fosgenem. Zapalnik wydłużony natychmiastowy. Grubość ścianek skorupy 4 mm. Ładunek wybuchowy 45 gr melinitu. Zawartość gazu w stanie ciekłym 3,3 litra. Zaraz po wybuchu obłok gazowy posiadał objętość 1350 m^3 (6 m × 15 m × 15 m). Obłok gazowy po przesunięciu go wiatrem o 100 metrów zatracał własności zabójcze.

CZĘŚĆ TRZECIA.

Specjalne miotacze do walki chemicznej.

Opisana w drugiej części niniejszej pracy amunicja chemiczna, t. j. pociski i bomby powstały przez adaptację odpowiednich skorup. Zamiast materjałem wybuchowym napełniano je bojowemi środkami chemicznemi. Istniejący sprzęt jak również powstała amunicja chemiczna posiadały szereg braków i nie mogły w zupełności zaspokoić wymagań walki chemicznej, t. j. zaskoczyć przeciwnika wysokiem stężeniem na możliwie większej przestrzeni. Braki istniejącego sprzętu dotyczyły przedewszystkiem miotaczy bomb. Ulepszenia i wynalazczość szły w dwóch kierunkach:

1. Dostosowanie istniejących miotaczy do walki chemicznej.

2. Skonstruowanie specjalnego miotacza dostosowanego do potrzeb i wymagań walki chemicznej.

W rezultacie doprowadziły one do 102 mm (4 cal.) moździerza Stokes'a i miotacza Livens'a znanego pod nazwą „projektora" lub miotacza gazów.

ROZDZIAŁ I.

4-o calowy moździerz Stokes'a.

(Rys. 21).

1. Opis moździerza.

4-o calowy moździerz Stokes'a używany był przez oddziały chemiczne armji angielskiej i amerykańskiej, przeznaczony do napadów chemicznych na cele o małej powierzchni.

Donośność moździerza 1200 metrów, szybkostrzelność 10 — 20 strzałów na minutę. Daje się on stosunkowo łatwo przenosić. Strzela się przez wrzucenie bomby do lufy. Moździerz składa się z lufy, podstawy i płyty oporowej (rys. 22).

Lufa stalowa; kaliber 4 cale (101,6 mm), długość 129,54 cm, waży 40,8 kg — wewnątrz gładko wypolerowana, najgrubsza u podstawy, najcieńsza u wylotu, celem zmniejszenia wagi.

Lufa w przedniej swojej części posiada pierścień oporowy z dwoma uszkami, które służą do osadzenia jej na podstawie dwójnoga. W dolnej części posiada nagwintowaną szyjkę, na którą nakręca się obsada iglicy o dużej główce do oparcia o płytę oporową. Do lufy przez otwór w szyjce wchodzi iglica, o którą rozbija się kapiszon ładunku prochowego. Iglice bywają dwóch długości: 7,6 cm i 17,8 cm. Krótsza iglica przy tym samym ładunku prochu daje dłuższy strzał.

Do wycelowania w kierunku służy biała linja wzdłuż lufy.

Podstawa lufy czyli dwójnóg — zrobiony ze stali, waży 25,6 kg. W miejscu skrzyżowania dwóch nóżek znajduje się ruchoma śruba pionowa poruszana za pomocą rączki; śruba służy do nadawania lufie kąta podniesienia.



Rys. 21. 4-o calowy moździerz Stokes'a.

W grónej części dwójnogu znajduje się pozioma śruba, która obraca się za pomocą rączki, nadając kierunek lufie. Mechanizmem kierunkowym można lufę przesunąć o 1°53', wprawo lub wlewo od linji środkowej.

Płyta oporowa. Jest to płyta stalowa okrągła lub ośmiokątna, 38 cm średnicy. Jest ona połączona z dębową płytą oporową szerokości 43 cm, długości 81 cm

i grubości 7,6 cm. Obie płyty złączone śrubami na stałe posiadają rączki do dźwigania i ważą po 27 kg każda. Gwałtowny ogień wzrusza na zwykłym gruncie stalową płytę, rozrywając drewnianą o ile nie została dobrze ułożona.

2. Bomba Stokes'a.

Bomba jest to stalowa rura cylindryczna mająca 4 cale średnicy zewnętrznej, ściany 0,4 cm grubości, zamknięta na końcach płytkami stalowemi; u podstawy płytka grubsza i przytwierdzona na stałe.

Płytka głowicy posiada dwa otwory do napełniania środkiem chemicznym, a w środku otwór do przeniesienia ognia zapalnika. Dno w miejsce otworu centralnego posiada nazewnątrz czop formy cylindrycznej, na który przyśrubuwuje się ogon bomby.

Ogon bomby jest to rurka stalowa 9 cm długości, 2 cm średnicy zewnętrznej o ściankach grubości 0,46 cm. Do wnętrza wkłada się zapał, (ładunek zasadniczy) przypominający 12-sto kalibrowy ładunek myśliwski. Ogon posiada szesnaście otworów 0,42 cm średnicy, dla przepuszczenia ognia i zapalenia dodatkowych ładunków prochowych.

Bomba waży około 12 kg i zawiera 3,4 kg materjału chemicznego (wydajność 30%). Zależnie od zawartego materjału bomby chemiczne były:

a) gazowe, b) zapalające, c) dymne.

Gazowe zawierały 75% chloropikryny i 25% fosgenu, lub 80% chloropikryny i 20% czterochlorku cyny.

Napełniano w przybliżeniu 90% pojemności skorupy, a ciężar różnił się cokolwiek od 3,4 kg w zależności od ciężaru właściwego środka chemicznego.

Zapalające bomby zawierały termit. Działanie bomb termitowych polegało na rozrzuceniu drobnych kro-

pelek płynnego metalu (3000°) w promieniu 25 metrów. Bomby termitowe nadają się doskonale przeciwko celom żywym nieosłoniętym, np. piechota ukryta w lejach i t. p.

Bomby dymne zawierały 3,4 kg fosforu, który spalając się daje b. dobrze przesłaniający biały dym. Fosfór posiada również zdolność zapalania, jednak w ograniczonym stopniu.

Ładunek prochowy składa się z czterech pierścieni kordytowych umieszczonych na ogonie bomby. Każdy pierścień zawiara 23 gr kordytu. Kordyt zapala się zapłonnikiem wstawionym w ogonie bomby (nabój myśliwski). Ilość krążków kordytowych zmienia się zależnie od odległości celu. W użyciu były również inne gatunki prochu.

Zapłonnik zawiera 10 g prochu.

Zapalnik. Zapalniki używane do bomb Stokes'a były uderzeniowe natychmiastowe, które działały niezależnie od upadku bomby. Bomby, ładunki prochowe i zapalniki były kilku wzorów.

3. Opakowanie i transport.

Lufę wraz z narzędziami do czyszczenia i celowania, jak również części zapasowe umieszczono w jednej skrzyni. Płyty oporowe i dwójnóg oddzielnie. Bomby w skrzyniach po dwie, zapalniki oddzielnie po 50 sztuk. Zapalniki wkręcano na pozycji.

Lufa	41 kg
Dwójnóg	25,6 „
Płyty oporowe (dwie)	54 „
Skrzynia z dwiema bombami .	22 „
Skrzynia z 50 zapalnikami . .	38,5 „

Moździerz przenoszą: 1 podoficer i 8 szeregowych. Podoficer kwadrant artyleryjski.

Nr. 1 — paliki do wytyczania i szczotki do czyszczenia.

Nr. 2 — kilof, łopatę i 6 pustych worków do piasku.

Nr. 3 i 4 — płyty oporowe.

Nr. 5 i 6 — lufę.

Nr. 7 — dwójnóg.

Nr. 8 — sprzęt drobniejszy i części zapasowe.

Każdy z niosących dźwiga zarazem skrzynkę z dwiema bombami.

4. Wybór pozycji i ustawienie moździerza.

Moździerz ustawia się we wgłębieniach terenu lub w odpowiednio rozszerzonych rowach strzeleckich, wobec czego strzela się z pozycji zakrytej.

Ustawienie moździerza na pozycji polega na wytyczeniu linji strzału i wbudowaniu moździerza. Linję strzału wytycza się w zależności od tego, czy cel jest widoczny z poza zasłony, lub nie. Do wytyczenia potrzeba trzech palików.

W pierwszym wypadku, to jest gdy cel jest widoczny, wytknięcie kierunku nie sprawia żadnej trudności. W drugim, kierunek określa się zapomocą mapy, przenośnicy i busoli.

Płytę oporową wkopuje się tak, by lufa miała dobre i pewne oparcie i żeby była do niej prostopadłą. Następnie wstawia się lufę w gniazdo płyty oporowej i łączy się z dwójnogiem. Dwójnóg w pozycji prostopadłej do lufy, wbija się mocno w ziemię ostro zakończonemi nóżkami. Od dokładnego wbudowania moździerza zależy dokładność ognia. Worki z ziemią układa się na płycie; również kładzie się worki i na nóżki dwójnoga celem unieruchomienia moździerza.

5. Przygotowanie strzału.

Przygotowanie strzału polega: a) na określeniu celu i na wskazaniu go celowniczemu.

Jeśli cel jest niewidoczny dla celowniczego, co się zdarza najczęściej, wskazuje się punkt, znajdujący się ponad celem, lub kątowe odchylenie widocznego przedmiotu od celu, wzgl. azymut, a następnie wytycza się palikami.

b) Ustawieniu moździerza w kierunku przy pomocy mechanizmu kierunkowego.

c) Określeniu odległości celu oraz różnicy poziomów moździerza i celu.

d) Określeniu dla każdego moździerza najmniejszego kąta strzału, t. j. najmniejszego kąta przy którym bomba przechodzi ponad zasłoną.

e) Zależnie od odległości celu i różnicy poziomów moździerza i celu określa się z tabeli strzelniczej najdogodniejszy kąt podniesienia i wielkość ładunku.

f) Określa się rodzaj ognia.

Strzelanie w nocy może być wykonane tylko do celów dokładnie określonych i wytyczonych podczas dnia. Użycie latarni przy celowaniu jest konieczne; w wyjątkowych wypadkach można to wykonać bez latarki, jednakże w dzień wszystko musi być dokładnie przewidziane i przygotowane.

Z moździerza można strzelać przy kątach podniesienia od 45° do 75°; przy kątach podniesienia poniżej 45° bomba wrzucona do lufy nie nabiera dostatecznej szybkości i odpalenie nie następuje.

Prawdopodobne uchylenia bez względu na ładunek prochowy są następujące:

Donośność	Jedno prawd. uch. wgłąb	Jedno prawd. uch. wszerz
do — 300 mtr.	10 metrów	8 metrów
301 — 550 „	15 „	7 „
551 — 800 „	25 „	10 „

TABELA STRZELNICZA

4-ro calowego moździerza Stokes'a dla bomb dymnych i termitowych.

Pocisk: bomba wagi 11,2 kg.

Odległość	Kąt podniesienia	Czas lotu	Kąt podniesienia	Czas lotu	Kąt podniesienia	Czas lotu	Kąt podniesienia	Czas lotu
Metry	Stopnie	Sek.	Stopnie	Sek.	Stopnie	Sek.	Stopnie	Sek.
	1 krążek proch.		2 krążki proch.		3 krążki proch.		4 krążki proch.	
183	75	13.1						
201	73.1/2	13.0						
220	72	12.9						
238	70.1/2	12.8						
256	68.3/4	12.7						
280	67	12.6						
293	65.1/4	12.4						
311	63.1/4	12.2	75.1/2	17.4				
329	61	12.0	74.1/4	17.4				
348	58.3/4	11.8	73.1/4	17.3				
366	56	11.4	72.1/4	17.3				
385	52.1/4	10.9	71.1/2	17.2				
408	45	9.8	70.1/2	17.1				
421			69.3/4	17.0				
429			68.3/4	16.9	75	20.5		
458			67 3/4	16.8	74.1/4	20.5		
476			66.3/4	16.7	73.3/4	20.4		
494			65.3/4	16.5	73	20.3		
512			64.1/2	16.4	72.1/4	20 3		
531			63.1/4	16.2	71.1/2	20.2	75	22.7
549			62	16.1	71	20.1	74.1/2	22.6
567			60.3/4	15.9	70.1/4	20.0	73.3/4	22.6
585			59.1/2	15.6	68.3/4	19.9	73 1/2	22.5
604			57.3/4	15.4	69.3/4	19 8	72.3/4	22.4
622			56	15.2	67.3/4	19.7	72	22.3
641			54.1/2	14 8	67	19.6	71.1/2	22.3
659			52	14.7	66.1/4	19.5	73.3/4	22.2
677			48.1/2	14.4	65.1/2	19.4	70 1/4	22.1
695					64.1/2	19.2	69.1/2	22.0
714					63.1/2	19.1	69	21.9
732					62 1/2	18.9	68.1/2	21.8
750					61.1/2	18.7	67.1/2	21.7
768					60.1/2	18.6	66.3/4	21.6
787					59.1/2	18.4	66	21.5
805					58.1/4	18.1	65.1/2	21.4
824					57	17.9	64.1/2	21.2
842					55.1/2	17.6	63.3/4	21.1
860					53.3/4	17.2	63	20.9
877					51.3/4	16.8	62	20.7
896					48.3/4	16.1	61	20.5
915					45	16.0	61.1/4	20.4
933							59.1/4	20.2
951							58.1/4	20 0
969							57	19 7
988							55.3/4	19.4
1006							54.1/4	19.0
1025							52.1/2	18.6
1044							50.1/4	18.0
1061							45	16.6

Zależność wielkości odchylenia w kierunku od ilości obrotów rączką kierunkową i donośnością, podana poniżej:

Ilość obrotów rączką kierunkową	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Odchylenie w kierunku w metrach									
Donośność 500 m.	6	12	18	25	31	37	43	49	56	62
„ 750 „	9	18	28	38	47	56	65	74	84	93
„ 1000 „	12	25	37	50	62	74	86	99	111	124

6. Strzelanie bombami gazowemi.

Gazowe bomby Stokes'a ładowane są gazami lotnemi, wobec czego przy strzelaniu należy wytworzyć stężenie bojowe nad celem w czasie możliwie najkrótszym.

Nie posiadamy danych odnośnie do wielkości jednostki powierzchni przeznaczonej do zagazowania dla jednego moździerza, również nie posiadamy danych co do minimalnej ilości bomb potrzebnych do wytworzenia stężenia bojowego ponad polem rozrzutu.

Sprobujemy jednak teoretycznie obliczyć brakujące dane. Za jednostkę powierzchni do ostrzelania weźmiemy pole rozrzutu; będzie to powierzchnia prostokąta powstałego z ośmiu prawdopodobnych uchyleń wgłąb i ośmiu wszerz. Prawdopodobne uchylenia dla miotacza na 800 metrów wynoszą 25 metr. i 10 metr., otrzymamy powierzchnię 200 metr. × 80; tę powierzchnię przydzielamy jako najmniejszą jednostkę do ostrzeliwania z moździerzy Stokes'a.

Ilość potrzebnych bomb (N) do zagazowania powierzchni 200 m × 80 m, nad którą ma być wytworzone bojowe stężenie otrzymamy ze wzoru:

$$N \text{ (ilość bomb)} = \frac{\text{powierzchnia celu } (m^2) \times \text{wysokość } (5m) \times \text{stężenie } (g/m^3)}{\text{zawartość gazu bojowego w bombie } (g)}$$

Jeśli chcemy osiągnąć ponad celem 3 g/m³, wtedy ilość potrzebnych bomb:

$$N = \frac{80 \times 200 \times 5 \times 3}{3400} = 71 \text{ bomb}$$

W warunkach bojowych z moździerza można oddać 10 strzałów na minutę.

By osiągnąć stężenie 3 g/m³ strzelanie winno być wykonane w najkrótszym czasie, przypuśćmy w ciągu 2-ch minut. Do wykonania strzelania trzeba 4 moździerze. Ogień ześrodkowany na jeden punkt. (Snop zbieżny).

Obliczona ilość bomb gazowych wystarczy, jeśli odległość do celu została ściśle określona, a środkowy punkt trafienia nałoży się ze środkowym punktem celu.

W rzeczywistości — niedokładność ognia i ujemne wpływy atmosferyczne wymagają zwiększenia ilości bomb o 50% — 100%.

Wielkość obłoku gazowego zaraz po wybuchu, objętość i promień działania, są mniej więcej takie same jak z pocisku 155 mm o gazach lotnych. Objętość do 1000 m³ i promień zabójczego działania z wiatrem 100 metr. (str. 117).

Warunki atmosferyczne decydują o skuteczności strzelania bombami gazowemi. Silny deszcz, wiatr powyżej 3 m/sek, uniemożliwiają strzelanie. Najlepsze wyniki osiąga się podczas pogody pochmurnej, chłodnej i przy spokojnem powietrzu. Cele, położone we wgłębienach terenu, w lasach, mogą być skutecznie ostrzeliwane, gdy wiatr przekracza 3 m/sek (str. 82).

Strefa bezpieczeństwa zależy od kierunku wiatru i terenu. Przy wietrze, wiejącym od przeciwnika, i terenie odkrytym i równym strzelania gazowego wykonać nie można.

Środkowy punkt trafienia zależny jest od kierunku wiatru w stosunku do celu. Wybuchy bomb powinny na-

stępować przed samym celem od strony, skąd wiatr wieje. tak aby obłok gazowy przeszedł ponad celem.

Rodzaje ognia bombami gazowemi:

z a s k o c z e n i e

i o g i e ń o b e z w ł a d n i a j ą c y,

wykonywane podobnie do ogni pociskami artyleryjskiemi o gazach lotnych (str. 140).

Podczas strzelania oddziały własne, znajdujące się przed moździerzem, są usuwane.

Zachodzi nieraz potrzeba nałożenia maski celem zabezpieczenia się przed własnym gazem.

7. S t r z e l a n i e b o m b a m i d y m n e m i.

Bomba dymna ładowana fosforem. Po wybuchu tworzy obłok dymny pokrywający przestrzeń 25 metrów szerokości na 200 metrów długości w kierunku wiejącego wiatru.

Bomb dymnych używa się do wytworzenia zasłony dymnej lub oślepienia przeciwnika. Ilość bomb potrzebnych do wytworzenia zasłony i utrzymania jej przez pewien czas zależy od wielkości odcinka przesłoniętego, od czasu trwania zasłony i warunków atmosferycznych, a przedewszystkim od szybkości i kierunku wiatru.

Im wiatr silniejszy tem więcej potrzeba bomb. Najdogodniejszy kierunek wiatru będzie równoległy do linji wytwarzanej zasłony, gdyż obłoki dymne są wtedy rozciągane wiatrem wzdłuż frontu.

Ilość bomb potrzebnych do przesłonięcia jednego kilometra frontu na przeciąg pół godziny, przy wietrze 4 — 5 m/sek, pogoda pochmurna i chłodna, zależnie od kierunku wiatru.

Rodzaj amunicji	Kierunek wiatru w stosunku do linji zasłony dymnej								
	Prostopadły			Skośny			Równoległy		
	Ilość miotaczy	Ilość bomb		Ilość miotaczy	Ilość bomb		Ilość miotaczy	Ilość bomb	
		do wytworzenia zasłony	do utrzymania zasłony		do wytworzenia zasłony	do utrzymania zasłony		do wytworzenia zasłony	do utrzymania zasłony
4-ro calowe bomby Stokes'a	11	132	960	2	24	177	2	17	124

Przy silniejszym wietrze zwiększa się zużycie amunicji, przy słonecznej pogodzie zwiększa się podwójnie. Po utworzeniu zasłony najbardziej żywotną kwestją jest jej utrzymanie.

Podane ilości mają na celu wytworzenie bardzo gęstej zasłony, mniej gęste i również skuteczne otrzymać można mniejszą ilością bomb, zwłaszcza podczas pogody wilgotnej, wczesnym rankiem i przed wieczorem.

Przy wytwarzaniu zasłony trzeba zawsze uwzględnić czas potrzebny do jej wytworzenia, w zależności od wiatru i ilości posiadanych miotaczy, czas 1 do 4 minut.

Zasłony wytwarza się możliwie dalej od własnych stanowisk.

8. Strzelanie bombami zapalającemi.

Bomby zapalające są ładowane termitem lub fosforem. Bardziej skuteczne są termitowe, gdyż rozbryzgany i roztopiony metal (3000°) powoduje zapalenie każdego materjału palnego i duże zniszczenie, zwłaszcza przeciw celom żywym nieosłoniętym. W tym wypadku najlepszy wynik osiąga się przy zastosowaniu ognia rozpryskowego (zapalnik czasowy).

Strzelanie bombami zapalającemi nie zależy zupełnie od warunków atmosferycznych — dodaje się je zwykle przy ostrzeliwaniu gazowem.

ROZDZIAŁ II.

Miotacz Livens'a.

A. Angielski miotacz bomb Livens'a.

Inicjatywa walki chemicznej przez cały czas trwania wojny światowej niepodzielnie należała do Niemców i tylko jedyny raz udało się Anglikom wyrwać im tę inicjatywę.

Mianowicie, użyte masowo miotacze Livens'a pozwalały wytworzyć w ciągu kilkunastu sekund bardzo wysokie stężenie nad większemi powierzchniami. Od chwili zauważenia napadu przez przeciwnika do chwili kiedy był ogarnięty obłokiem gazowym, t. j. czas najwyżej kilkanaście sekund, zwykle nie wystarczał do nałożenia maski, a jeśli zdążono maski nałożyć, to bardzo wysokie stężenie gazu przenikało przez pochłaniacz.

Miotacz ten skonstruowany przez angielskiego kapitana Livens'a, po raz pierwszy zastosowany w kwietniu 1917 roku pod Arras.

Miotacze używa się masowo do oddania salwy, nie mniej niż 200 miotaczy. Podczas napadu oddaje się zwykle jedną salwę. Donośność miotacza angielskiego 1600 metrów.

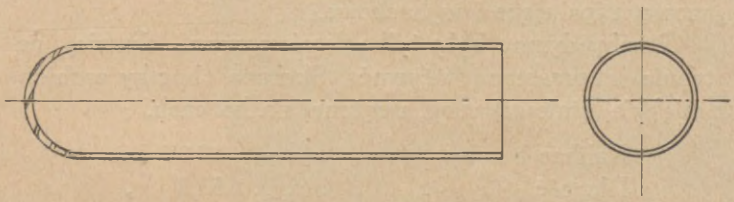
Zalety miotacza Livens'a w walce chemicznej spowodowały zastosowanie go przez wojska amerykańskie, niemieckie, francuskie, włoskie i austrjacko-węgierskie. Zasadniczy typ miotacza, t. j. angielski uległ stosunkowo niedużym modyfikacjom — zasada pozostała ta sama. Naj-

większy wysiłek skierowano na zwiększenie donośności, co rozszerza możliwości taktycznego zastosowania miotacza przez częściowe uniezależnienie się od kierunku wiatru.

Mianowicie, przy donośności ponad 3000 metrów (miotacz niemiecki) napad z miotaczy można czasami wykonać i przy wietrze wiejącym od strony przeciwnika.

1. Opis miotacza.

Miotacz Livens'a jest prostej konstrukcji i składa się z dwóch części: z gładkiej stalowej lufy i stalowej płyty oporowej.



Rys. 22. Lufa miotacza Livens'a.

a. Lufa. (Rys. 22). Lufa jest to długa rura stalowa o kalibrze 20,14 cm gładko wypolerowana wewnątrz, półokrągło zamknięta z jednego końca. Grubość ścianek 9,5 mm.

Lufy tego samego kalibru są dwóch długości:
Lufa długości 84 cm waży 47,6 kg,
Lufa długości 122 cm waży 68,0 kg.

b. Płyta oporowa. Płyta oporowa zrobiona z prasowanej stalowej blachy, grubości 0,63 cm, waży 13,6 kg. Pośrodku posiada gniazdo przystosowane do wstawiania lufy miotacza. Celem płyty oporowej jest zebezpiecze-

Biblioteka Akademii Sztabu Generalnego

nie miotacza od zbytniego wgłębiania się w ziemię przy odrzucie. Płyty bywają okrągłe i prostokątne; pierwsze o średnicy 46 cm, drugie 46 × 30 cm. Prostokątne zostały uznane za lepsze. Jedne i drugie posiadają uchwyt z liny do przenoszenia.

Opakowanie i przewożenie. Każdą lufę pakuje się osobno. Płyty oporowe po 5 do skrzyni, albo spina się je specjalnemi klamrami. Po użyciu w polu rzadko wykopywano płyty oporowe i lufy z powrotem, spora bowiem ilość miotaczy, jak płyt rozsadzonych i wydętych, z tego powodu bardzo często nie były one wykopywane z ziemi.

c. Bomba Livens'a. Bomby są trzech rodzajów: gazowe, zapalające i wybuchowe.

Bomby dymne były tylko w pierwszym okresie, następnie zaprzestano używać. Skorupa bomby zrobiona z miękkiej stalowej rury, zwężonej na końcach.

Kaliber bomby	19,35 cm.
Długość „	53,3 „
Grubość ścianek	0,475 „
Skorupa bomby waży . . .	15,0 kg.
Materjał chemiczny (przeciętnie)	13,6 „

Bomba gazowa. Wzdłuż bomby przez środek przechodzi rurka centralna umocowana obu końcami (rys. 23). Średnica zewnętrzna 3,3 cm, grubość ścianek 0,44 cm. Na jednym końcu rurki centralnej znajduje się zapalnik, drugi zaś, posiada kilka otworów przez które wlewa się ciecz do środka, po napełnieniu rurkę zakorkowuje się żelaznym korkiem. Bomba posiada rączkę do łatwiejszego ładowania, pod nią umieszczony jest czasowy zapalnik 22-sekundowy, który zapala się przy oddaniu strzału. Zapalnik zabezpieczony zatyczką, wyciąganą przed samym strzałem.

Ładunek wybuchowy bomby gazowej 60 gr trotylu, umieszczony w rurce centralnej. Bomby transportuje się rozbrojone, po jednej w skrzyniach drewnianych.

Rurki z materjałem wybuchowym w oddzielnych skrzyniach. Kompletowanie bomby uskutecznia się na samej pozycji.

Bomby gozowe były ładowane przeważnie samym fosgenem, następnie z domieszką chloropikryny lub mieszaniną chloropikryny i czterochlorku cyny.

Bomby zapalające i kruszące napełnia się przez otwór w górnej części skorupy bomby w oddaleniu 5 cm od końca tulejki zapalnika. Po napełnieniu bombę zamyka się szczelnie za pomocą wśrubowywanego korka. Bomby zapalające posiadają w rurce centralnej zamiast trotylu 57 gr oforitu (mieszanina zapalająca).

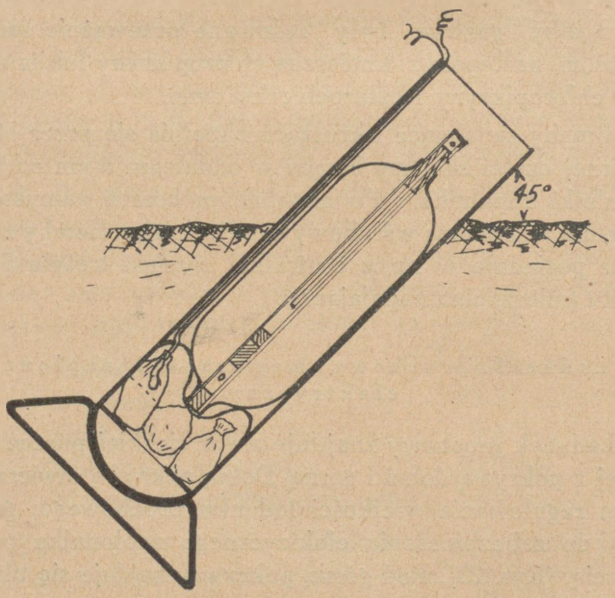
d. Ładunek prochowy, membrana i zapłonnik elektryczny.

Ładunek prochowy znajduje się w cienkiej puszce blaszanej z pokrywą dolną i górną. Dolną pokrywę otwiera się celem regulowania wielkości ładunku prochowego, górna służy do zabezpieczenia elektrycznego zapłonnika przed wilgocią. (Rys. 23). Pod górną pokrywą znajduje się płytka stalowa 4,4 mm grubości (membrana) przystosowana do dna bomby. Siłą wybuchu prochu membrana wyprostowuje się i przylega do lufy miotacza, uszczelnia gazy prochowe podczas ruchu bomby w lufie i zwiększa donośność miotacza.

Puszka posiada wewnątrz siedem przedziałów, w których znajdują się woreczki z prochem kordytem w ilości od 28 g do 227 g oraz 2,25 g czarnego prochu, służącego do podpalania kordytu.

W jednym z bocznych przedziałów lub w centralnym umieszczony jest zapłonnik elektryczny.

Zapłonnik elektryczny jest to cieniutki i krótki drucik irydo-platynowy rozpięty pomiędzy dwoma izolowanemi przewodnikami. Wokoło tego drucika owinięta jest beweł-



Rys. 23. Miotacz Livens'a.

na strzelnicza, a dokoła niej znajduje się 2,25 gr czarnego prochu. Prąd elektryczny rozżarza drucik, zapala bawełnę strzelniczą, a dalej następuje zapalenie prochu czarnego i ładunku miotającego.

Zapłonnik w stanie zimnym posiada opór 1,06 oma, a w stanie stopnionym 2,6 oma. Do stopienia drucika trzeba prąd o sile 0,9 amperów.

e. Zapalarka.

Do spowodowana jednoczesnego zapalenia zapłonników elektrycznych używa się prądu elektrycznego, który wytwarzają prądnice upustowe, tak zwane, zapalarki. Zależnie od dzielności zapalarki i oporu zapłonników, ilość która może być jednocześnie zapalona, waha się od 10-ciu do 50-iu zapłonników.

Przeważnie używa się zapalarek zdolnych zapalić 20 i więcej zapłonników.

2. Budowa baterji miotaczy Livens'ów.

Baterja składa się z 20 miotaczy.

Strzela się zwykle ze stanowisk zakrytych i do celu niewidocznego, dla tego trzeba dokładnie określić na mapie tak cel, jak stanowisko baterji; odczytuje się następnie azymut, który po uwzględnieniu poprawki na odchylenie magnetyczne, daje kierunek w terenie dla strzału baterji; kierunek wytycza się trzema palikami.

Prostopadle do linji strzału kopie się rów bateryjny. Długość rowu 9 metrów, szerokość 1 metr i głębokość 0,5 m. Przednia ściana rowu gładka i równa, pod kątem 45°. Na dnie rowu odpowiednie wgłębienie dla płyt oporowych. Wgłębienie jest przedłużeniem tylnej ściany rowu i również musi być pod kątem 45°. Do tak przygotowanego rowu wstawia się najpierw płyty oporowe, następnie lufy, opierając je na płytach i przedniej ścianie rowu; środkowy miotacz kierunkowy, inne równolegle do niego. Często miotacze kierunkowe znajdują się na skrzydłach. Kąt podniesienia nadaje się kwadrantem.

Głębokość rowu, jak i osadzenie płyty oporowej winny być takie, by miotacz po zainstalowaniu wystawał nad

powierzchnią ziemi, celem zabezpieczenia przed osypywaniem się tejże i przed zaciekiem wody. (Rys. 24).

Szybkość budowy baterji zależy od stopnia wyszkolenia obsługi, od sposobu ustawiania, rodzaju gruntu (kamienisty, piaszczysty i t. p.). W przeciętnych warunkach



Rys. 24. Baterja miotaczy Livens'a.

gruntu i transportu kompanja chemiczna w ciągu nocy ustawi 200—250 miotaczy i nad ranem może oddać salwę.

Amerykanie, dostosowując miotacz Livens'a do walki ruchowej, ustawiali je na drewnianych podporach (kozioł-kach), wkopując tylko płyty oporowe, co zmniejsza, jakoby, czas potrzebny na instalację do $^1/_5$.

M a s k o w a n i e b a t e r y j. Zakopywanie większej ilości miotaczy trwa nieraz przez kilka nocy, wtedy w porze dziennej miejsca instalacji były starannie zamaskowane;

w tym celu wystrzegano się widocznego rozrzucania ziemi świeżo rozkopanej i przykrywano ustawione miotacze płachtami, przysypywano ziemią, maskując odpowiednio do otoczenia. (Rys. 25).



Rys. 25. Baterja miotaczy Livens'a dobrze dostosowana do terenu.

3. Przygotowanie baterji do strzału.

Do miotaczy ustawionych w baterję wkłada się ładunki prochowe, wielkość których zależna jest od odległości celu. Wielkość ta określa się z tabeli strzelniczej.

Wyjmowanie zbytecznych woreczków prochowych uskutecznia się przez dolną pokrywę. Następnie zdejmuje się górną pokrywę i rozwija się przewodniki za-

płonnika elektrycznego oraz zrywa się izolację na kilka centymetrów z końców. Puszkę bez przykrywy z rozwiniętemi przewodnikami opuszcza się na dno miotacza; membrana zwrócona jest do wylotu lufy, a przewodniki nieskręcone i lekko naciągnięte idą wzdłuż ścian lufy.

Po umieszczeniu ładunków prochowych, zapłonniki elektryczne łączy się ze sobą szeregowo, wzgl. równolegle, a następnie kablem z zapalarką; po sprawdzeniu czy linja nie jest przerwana, ładuje się bomby do lufy.

Po dokładnem sprawdzeniu gotowości baterji do strzału, odbezpiecza się bomby, łączy się przewody główne z zapalarką i na komendę lub sygnał włącza się prąd elektryczny, który powoduje odpalenie i oddanie salwy. Zapalenie zapalarką uskutecznia się z odległości mniej więcej 100 m od baterji.

Do oddania salwy z wielu bateryj skupia się obsługę zapalarek w jednym punkcie (schron i t. p.). (Rys. 26).

Rozrzut z baterji Livens'ów wgłąb osiąga 20% donośności a wszerz 10%, t. j. przy strzelaniu na odległość 1.000 m rozrzut wgłąb 200 m, a w kierunku 100 metrów.

4. Wykonanie napadu z miotaczy Livens'a.

Celem napadu jest zniszczyć żywą siłę przeciwnika przez zaskoczenie wysokiem stężeniem, wpierw nim zdąży nałożyć maskę, lub spowodować przeskok gazu przez pochłaniacze masek.

Stężenie, które trzeba wytworzyć, według danych amerykańskich, wynosi do 10 g/m^3, natomiast źródła niemieckie podają 250 g/m^3. Ta kolosalna różnica jest pozorną, gdyż 10 g/m^3 jest to stężenie przeciętne ponad celem, a 250 g/m^3 stężenie w miejscu wybuchu bomby.

a. Ilość miotaczy.

Ilość bomb gazowych potrzebnych do wytworzenia stężenia bojowego, zależy od wielkości powierzchni celu i żądanej wysokości stężenia.

Przykład: Ile potrzeba bomb Livens'a, aby nad celem powierzchni 500 m × 200 m wytworzyć stężenie 5 g/m³?

Wysokość obłoku powstałego po wybuchu bomby 5 metr. Wobec tego przestrzeń którą trzeba zagazować będzie wynosiła:

500 m × 200 × 5 = 500.000 m³. Stężenie 5 g/m³, potrzeba więc 5 g × 500.000 = 2.500 kg fosgenu, co pomnożone przez 2 (spółczynnik usunięcia wpływów ujemnych) daje 5.000 kg.

Bomba zawiera 13,6 kg gazu. Ilość potrzebnych bomb 5.000 kg : 13,6 kg = 367,6 bomb.

Wobec tego, że oddaje się tylko jedną salwę, potrzeba do wykonania napadu 368 miotaczy.

b. Ugrupowanie bateryj.

Stanowiska bateryj znajdują sę poza pierwszą, wzg. drugą linją okopów piechoty.

Ugrupowanie bateryj zależy od terenu stanowisk i od kształtu celu. Jeśli cel jest głęboki wtedy baterje są ustawione wgłąb, przy celu wydłużonym — wzdłuż frontu.

Ilość punktów celowania i rozmieszczenie ich na powierzchni celu zależy od rozrzutu. Natomiast ilość bateryj wycelowanych na jeden punkt zależy od wielkości stężenia. Jeśli poprzedni przykład, t. j. zagazowanie powierzchni 500 m × 200 m wymaga 368 miotaczy, które stanowią 18,5 bateryj. Przy strzale na 1.000 metrów pole rozrzutu

wyniesie 200 m × 100 m = 20.000 m^2, a przestrzeń do zagazowania 20.000 m^2 × 5 m = 100.000 m^3.

Ilość gazu z jednej baterji — 13,6 kg × 20 = 272 kg, to stężenie wyniesie: 272 kgr : 100.000 m^3 = 2,72 g/m^3, wobec czego do osiągnięcia stężenia 10 g/m^3 trzeba na jeden punkt wycelować 3—4 baterje.



Rys. 26. Oddanie salwy z kilkunastu bateryj Livens'a.

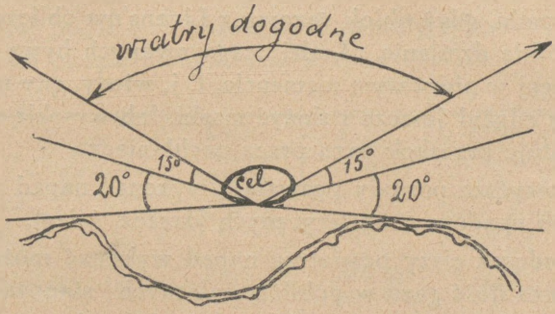
Stężenie 10 g/m^3 jest przeciętne stężenie jakie powstanie jeśli gaz z bomb równomiernie rozproszy się ponad celem. W rzeczywistości stężenie jest niejednakowe: największe wokoło środkowego punktu upadku bomb i im dalej od niego tem mniejsze.

c. Warunki meteorologiczne.

Jednoczesny wybuch bomb Livens'a tworzy ponad celem jednolity obłok gazowy. Obłok gazowy, jeśli teren jest

równy i nieporośnięty, posuwany wiatrem dociera do 5-iu kilometrów.

Obłok gazowy na terenie równym, posuwając się rozszerza się mniej więcej o kąt 15° z każdej strony. Będzie to tak zwana strefa rozpraszania się gazu. Cały szereg przyczyn, a przedewszystkiem odchylenie kierunku wiatru może spowodować, że gaz będzie zalewał więcej niż powierzchnię kąta 15°. Z tego powodu musi jeszcze istnieć strefa bezpieczeństwa, wielkość której wynosi 20° z każdej strony posuwania się obłoku gazowego.



Rys. 27. Dogodne kierunki wiatrów.

Zgodnie z tem, co powiedzieliśmy o strefie rozpraszania się gazu i strefie bezpieczeństwa, określa się kierunki wiatru, przy których można napad wykonać. (Rys. 27). Wszystkie dogodne kierunki określimy, jeśli weźmiemy przebieg okopów naszej piechoty i od dolnej granicy celu przeprowadzimy dwie styczne długości 5 km każda do najbardziej wysuniętych punktów własnych okopów, następnie odkładamy po obu stronach kąt bezpieczeństwa (20°) i kąt rozpraszania się gazu (15°); powstały przytem ś r o d k o w y k ą t z a w i e r a k i e r u n k i w i a t r ó w przy których napad może być wykonany.

Kąt ten będzie tem większy, a tem samem możliwość wykonania napadu, im przebieg linji pozycyj własnej piechoty jest bardziej zbliżony do linji prostej, i tembardziej jeśli miotacze ustawić w punkcie, gdzie pozycje własne są wysunięte naprzód.

Kąt jest tem większy im odległość do celu większa.

Najdogodniejsza szybkość wiatru do wykonania napadu będzie do 3 m/sek, wtedy bowiem, obłok gazowy będzie miał największy zasięg.

Wiatr ponad 3 m/sek nie jest przeszkodą do wykonania napadu, gdyż obłok gazowy z Livens'ów obliczony jest na krótkie działanie. Ludzi zagazowanych bywa zwykle najwięcej w pierwszym momencie, t. j. wtedy, gdy przeciwnik nie zdążył jeszcze nałożyć maski, lub wysokie stężenie spowoduje przeskok gazu przez pochłaniacz.

Powyższe powody pozwalają wykonać napad podczas słabych opadów atmosferycznych (deszcz, śnieg).

Podczas ciszy powietrza napad wykonać można, jednak duża ilość gazu w pobliżu własnych stanowisk jest groźbą dla własnych wojsk, gdyż nieda się przewidzieć kierunek wiatru wrazie jego powstania. Wobec tego napad można wykonać podczas ciszy, ale na cele najbardziej odległe w granicach donośności lub jeśli teren jest poprzecinany, zalesiony.

d. Zabezpieczenie wojsk własnych.

Miotacz Livens'a nie jest bronią precyzyjną, posiada duży rozrzut i przy masowem użyciu trzeba liczyć się z pewną ilością strzałów krótkich. Ze względu na krótkie strzały ewakuuje się własne wojska na czas napadu z terenu położonego przez baterjami Livens'a.

e. Napady angielskie.

Nie wykonywano napadów mniejszych niż z 200—300 miotaczy; niektóre napady były wykonane przez Anglików z kilku tysięcy miotaczy. W nocy z dn. 19 listopada 1917 r. w bitwie pod Cambrai, 7 kompanji wojsk chemicznych oddały salwę 4.224 bombami; 18 marca 1918 Anglicy skoncentrowali pod Lens oddziały chemiczne i wykonali napad z 4.000 miotaczy Livens'a.

Dowóz materjału, budowa bateryj i przygotowanie do strzału, były wykonane w nocy.

Niżej podane są główniejsze napady wykonane przez angielskie oddziały chemiczne w roku 1917/18.

Bitwa	Ilość kompanji chemicznych	Czas budowy bateryj	Bomby Livens'a	Bomby 4-ro calowe Stokes'a	Ilość materjału chemicznego
Arras	7	od 4—9 IV	2231	5184	20 ton
Messines	10	„ 24 V do 4.VI	1805 gaz 1894 zap.	3843	43 „ a)
Ypres	7	„ 15.VII do 21.VII	5096	14000	100 „
Cambrai	7	noc z 19 na 20.XI.	4224 zap. dym.	3059 b)	60 „
W r. 1918	21	11.III. do 7 X.	95.476 gaz 3.072 zap.	34874 gaz. 6545 dym. 697 term.	

a) Oprócz 43 ton wyrzuconych na przeciwnika, Anglicy mieli jeszcze przygotowanych 288, napad nie został wykonany z powodu wiatrów niesprzyjających.

b) Dymy i termity.

Zwykle do baterji dodaje się parę bomb zapalających

i wybuchowych. Były napady wykonane wyłącznie bombami wybuchowemi.

Ogółem Anglicy wykonali około 300 napadów chemicznych miotaczami Livens'a. Największy napad wykonany był na pozycje niemieckie pod Lens 31 marca 1918 r. przez angielskie kompanje chemiczne, wspomagane amerykańskim pułkiem chemicznym. Wbudowano 3.728 miotaczy Livens'a, a oprócz tego w zagazowaniu wzięło czynny udział 920 moździerzy Stokes'a. Bomby gazowe ładowane fosgenem. Napad wykonano o północy.

Straty niemieckie nie są znane.

B. Amerykański miotacz Livens'a.

Amerykańskie oddziały chemiczne były uzbrojone w ten sam miotacz Livens'a, co i wojska angielskie (str. 202).

Napad gazowy wykonany na pozycje niemieckie pod Meroiller koło Baccarat 18-go sierpnia 1918 r.

Napad wykonała 3 kompanja amerykańska chemicznego pułku. Wbudowano 800 miotaczy Livens'a. Ogólny tonaż sprzętu do napadu 80 ton.

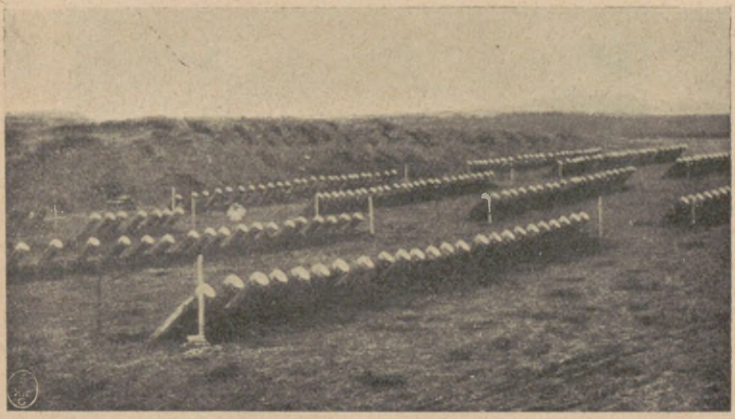
Miotacze	40	ton.
Bomby	24	„ (w tem 12 ton fosgenu i chloropikryny)
Płyty oporowe.	12	„
Ładunki prochowe i rekwizyty	4	„

Salwa oddana o północy. Straty niemieckie niewiadome.

C. Niemiecki miotacz typu Livens'a.

1. 182 mm gładki miotacz (G. W.).

Niemcy przekonali się na sobie o skuteczności angielskich miotaczy Livens'a i bogaci w bolesne doświadczenie, naśladują Anglików, konstruując 18-stocentymetrowy miotacz tego samego typu co angielski.



Rys. 28. Niemieckie baterje miotaczy typu Livens'a.

Donośność miotacza 1.600 metrów; do zapalania prądem elektrycznym łączono miotacze w baterje po 12 lub 24 sztuk. Zakopywano je w płytkich rowach 15-sto metrowej długości; 50—60 cm miotacz od miotacza; odległość pomiędzy równoległemi rowami 3—5 metrów. Strzelano salwami z 200—400 sztuk miotaczy. Zapłonnik elektryczny był wkręcany w dno lufy. Używali płyt oporowych jednak nie zawsze. (Rys. 28 i 29).

Bomby były trzech rodzajów: wybuchowe, gazowe i gazowo-kruszące.

Bomba wybuchowa o ciężarze 27,5 kg zawierała 8,075 kg materjału wybuchowego (donaryt).

Bomba gazowa — „Zielony krzyż". Ciężar bomby 27,3 kg — 30 kg; ładunek wybuchowy (trotyl) 115—140 gr; mieszanina fosgenu 60% i dwufosgenu 40%



Rys. 29. Niemiecka baterja miotaczy Livens'a.

lub fosgenu 50% i chloropikryny 50%. — 6,3 kg do 7,5 kg. (Rys. 30).

„Niebieski krzyż". Ciężar bomby 26,4 kg. Sternitu 2,62 kg i tyleż heksanitrodwufenyloaminy (tetryl). Bomba wypełniona ziarnkami wielkości grochu, które zawierały wewnątrz sternit, a zewnętrzną powłokę z heksanitrodwufenyloaminy. Powyższa mieszanina detonuje dobrze i wytwarza gęsty czarny obłok dymu, nadzwyczaj silnie drażniący drogi oddechowe.

2. Napady niemieckie.

Napady gazowe były wykonane przez specjalne bataljony miotaczy gazów. Bataljon posiadał 1.000 miotaczy. Stosowano przeważnie bomby zielony krzyż, dodawano nieduży odsetek bom kruszących i niebieskiego krzyża.

Poraz pierwszy gładki 182 mm miotacz Livens'a zastosowali Niemcy na froncie włoskim w 12-ej bitwie nad Isonzo około m. Flitsch 24 października 1917 roku.

Napad wykonał 35 bataljon pionerów, przemianowany i odpowiednio wyszkolony na bataljon miotaczy gazów.

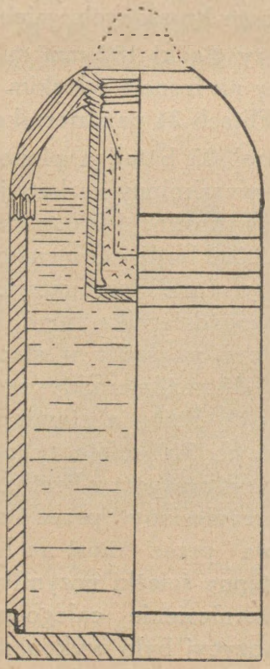
Zaopatrzenie wynosiło: 1.000 miotaczy, 1.000 skorup bomb gazowych, 2.000 butli z fosgenem i bomby kruszące. Bomby były napełnione fosgenem tuż poza linją baterji miotaczy. 16-go października sprzęt i amunicja z wyjątkiem 310 miotaczy, nadszedł na stację kolejową Tarvis. W nocy 16/17 i 17/18 października przewieziono samochodami ciężarowemi do Raibl, a stamtąd kolejką do Breth. Z liczby brakujących 310 miotaczy nadeszło rano 18-go 222 miotacze. Dalszy transport z Breth, względnie z Pustiny na pozycje był przeniesiony przez oddziały robotnicze. Trudna przeprawa przez most na Korytnicy, następnie wąskie, mało dostępne ścieżki uczyniły transport nadzwyczaj trudnym. Przeniesienie całego sprzętu od mostu na Korytnicy do pozycyj było wykonane w ciągu czterech nocy, t. j. od 19 do 23 października.

W ciągu trzech nocy pracowało 1.200 ludzi i w ciągu jednej 800.

Celem zagazowania był bataljon włoski, który doskonale wykorzystał kawerny, skutecznie chroniąc się przed pociskami kruszącemi.

Wkopywanie miotaczy rozpoczęto o świcie 23.X. O godzinie 22-ej minut 30 otrzymano rozkaz ładо-

wania miotaczy amunicją gazową. 24-go o godzinie 2-iej w nocy baterje były gotowe do oddania salwy, a o 2-iej min. 5 oddano salwę. Część miotaczy 1 kompanji zawiodła wskutek wadliwego połączenia przewodników elektrycz-



Rys. 30. 182 mm bomba gazowa do niem. miotacza Livens'a.

nych, oddano więc salwę dopiero o godz. 2 min. 40. Następnie poraz drugi zainstalowano miotacze i oddano kilka salw bombami kruszącemi o godz. 6 min. 30 i 8.50, z ogólnej ilości 269 miotaczy.

Pomiary kierunku i szybkości wiatru wykonane przed

ładowaniem miotaczy amunicją gazową (godz. 22.30) i przed oddaniem salwy (godz. 2.00) wykazały słabe prądy w kierunku północnym i w trzech punktach ciszę, czyli, że wiatr był pomyślny.

Jednak wszystkie kompanje baonu miotaczy gazów z wyjątkiem 1-ej były ogarnięte gazem, płynącym przez dolinę Isonzo i z tego powodu drugiej salwy (bombami kruszącemi) oddać nie mogły. Niemcy mieli 6-ciu zagazowanych.

Bataljon pionierów wykonał wypad, któremu dodano dwa oddziały szturmowe z 80-iu i z 60 żołnierzy i 3 patrole gazowe, nie napotkał żadnego oporu z wyjątkiem słabego flankowego ognia karabinów maszynowych z przeciwnego brzegu Isonzo. Na pozycjach zastano przy życiu pojedyńczych Włochów ciężko zagazowanych. Mniej więcej 500 — 600 wypadków śmiertelnych.

Na froncie zachodnim poraz pierwszy napad z miotaczy Livens'a wykonali Niemcy w grudniu 1917 r.

Napad 17 kwietnia 1918 r.

Niemcy na froncie francuskim o godz. 2 min. 30 oddali trzy salwy z przerwą 6-cio sekundową pomiędzy pierwszą a drugą i 20 sekund pomiędzy drugą a trzecią salwą. 750 bomb, zawierające fosgen lub sternit (niebieski krzyż), upadło do wąwozu. Wytworzony obłok płynął wąwozem z szybkością 100 metr na minutę w kierunku wsi Montauville, którą dosięgnął po 20 minutach. Na terenie gdzie spadły bomby, znajdowało się 150 żołnierzy z których zmarło na miejscu 13; 26 zaś ewakuowano (10 zmarło). We wsi Montauville było zagazowano 13 osób (1 zmarła) i 24 konie.

Napad 25 lutego 1918 r. na pozycje amerykańskie w lasku Bois de Remières.

Wiatr wiał od okopów niemieckich 3,5—4 m/sek. O godzinie 1 min. 20 oddano pierwszą salwę, następną po 15 minutach. Bomby były 18 cm gładkie i zawierały fosgen z chloropikryną.

Wystrzeleno około 200 bomb z dwóch pozycyj: jedna była, prawdopodobnie, na linji frontu, druga — poza drugą linją. Bomby spadły na powierzchnię około 300 metrów średnicy. Wynik napadu niewiadomy.

Ogólnie Niemcy wykonanali mniej napadów niż Sprzymierzeni. Napady niemieckie były mniej skuteczne od angielskich, gdyż bomba niemiecka zawierała prawie dwa razy mniej gazu od angielskiej, wreszcie angielska maska daleko lepiej chroniła od niemieckiej.

3. 158 mm gwintowany miotacz typu Livens'a. (G. W. 18).

21 sierpnia 1918 r. zastosowali Niemcy poraz pierwszy ulepszony miotacz Livens'a o donośności 3.400 metrów. Lufa miotacza była gwintowana, a bomba posiadała pierścień prowadzący z gotowemi wcięciami, które wchodziły w gwinty lufy i nadawały bombie ruch wirujący. (Rys 31).

Dwa przeciwległe występy na pierścieniu prowadzącym posiadają dwa wycięcia na krzyż: poziome służą do przymocowania puszki z ładunkiem prochowym, pionowe zaś do przejścia przewodnika elektrycznego. Miotacze łączono w baterje po 12 sztuk. Strzelano salwami z 200—300 miotaczy.

Bomba oznaczona zielonym krzyżem waży 33 kg i za-

wiera: — 6,6 kg fosgenu, pumeksu wielkości ziarnek prosa 2,53 kg — 2,7 kg i materjału wybuchowego 200 g. Pumeks dodawano, ażeby zmniejszyć szybkość parowania fosgenu i przez to zwiększyć trwałość fosgenu w terenie. 2,7 kg pumeksu absorbuje 3,5 kg fosgenu i wyparowuje w ciągu 1 — 2 godzin.

Zapalnik czasowy 45 sek; mechanizm uderzeniowy unieruchomiony przez wkręconą śrubę.

Bomby, ładowane materjałem kruszącym, zawierały 11,5 kg materjału.

Ładunek prochowy w pudełku tekturowem przyczepionem do dna bomby, zawiera 550 g balistytu, w płytkach średnicy 108 mm, grubości 0,4 mm oraz 16 g prochu czarnego.

Są wskazówki, że były również i bomby niebieski krzyż.

D. Austrjacko-węgierski miotacz typu Livens'a.

Kaliber miotacza 22,5 cm, długość 110 cm, lufa 75 kg. Donośność 1.800 metrów.

Bomba waży 35 do 37 kg i zawiera 15 litrów fosgenu lub mieszaniny fosgenu i chloropikryny. Oprócz bomb gazowych były bomby wybuchowe i zapalające (termitowe).

Poniżej przytoczone tymczasowe tabele strzelnicze do miotacza gazów (Livens) 22,5 cm wydane w 1918 r. przez austryjacko-węgierskie ministerjum wojny.

Tymczasowe tabele strzelnicze do miotacza gazów (Livens) 22,5 cm.

Przykład.

Odległość do celu wynosi 1.400 m przy spodziewanym odrzucie 60 cm (zagłębia się). Szybkość wiatru poniżej 5 m/sek i 30° w stosunku do linji strzału.

Według tabeli 2-ej, 60-cio centymetrowy odrzut zmniejsza donośność o 60 m.

Według tab. 3-ej 1 metr szybkości wiatru przy kącie 30° w kierunku linji strzału zmniejsza donośność o 17,5 m, a odchylenie w kieruku 10 m, czyli wiatr 5 m/sek powoduje zmniejszenie o 88 m i 50 m odchylenie w kierunku.

Do trafienia w cel odległy 1.400 m, określa się kąt podniesienia na donośność 1.400+60+88=1.548 metrów.

Według tab. 4-ej donośność 1.540 osiąga się:

przy ładunku I kąt 31° i $52\frac{1}{2}$°
„ „ II „ $26\frac{1}{2}$° i 56°
„ „ III „ $22\frac{1}{2}$° i $58\frac{1}{2}$°

TAB. 1.

Zasadnicza donośność miotacza przy odrzucie lufy 30 cm i ciszy powietrza.

Kąt podniesienia lufy	Ładunek I 500 + 25 g (zasadniczy)	Ładunek II. 550+ 25 g	Ładunek III. 600+ 25 g.	Kąt podniesienia lufy
20°	1360	1430	1500	20°
25°	1450	1520	1580	25°
30°	1520	1590	1650	30°
35°	1690	1650	1710	35°
40°	1630	1690	1750	40°
45°	1650	1710	1770	45°
50°	1600	1670	1750	50°
55°	1460	1570	1670	55°
60°	1320	1410	1510	60°
65°	1150	1220	1300	65°
70°	1000	1040	1080	70°

TAB. 2.

Wpływ gruntu.

Odrzut lufy	Zwiększenie donośności	Zmniejszenie donośności	Rodzaj gruntu
0 cm.	60 m	0 m	Skalisty
30 „	0 „	0 „	Grunt twardy
60 „	0 „	60 „	„ miękki
80 „	0 „	100 „	„ b. miękki

TAB. 3.

Wpływ wiatru.

Kierunek wiatru do linji strzału	Zwiększenie wzgl. zmniejszenie donośności w metr. na 1 m/sek szybkości wiatru	Uchylenie wszerz w m. na 1 m/sek szybkości wiatru
0°	20.0	0
10°	19.5	3.5
20°	18.5	7.0
30°	17 5	10.0
40°	15.5	13.0
50°	13 0	15.5
60°	10.0	17.5
70°	7 0	18 5
80°	3.5	19 5
90°	0	20.0

Mając na względzie pkt. 9-ty poniżej zamieszczonych uwag, należy przy ładunku 1 stosować kąt $31^{0}1/2$, przesuwając punkt celowania o 50 m w odpowiednim kierunku.

TAB. 4.

Z uwzględnieniem szybkości wiatru i odrzutu lufy.

Odległość	Ładunek 500	I + 25 g.	Ładunek 550	II + 25 gr.	Ładunek 600	III + 25 gr.
1770						45°
1740					39°	51
1720					36 1/2	52 1/2
1700			42°	47°	34 1/2	53 1/2
1680			38 1/2	49 1/2	32 1/2	54 1/2
1660			36 1/2	50 1/2	31	55
1640	42°	48°	34	52	29	56
1620	38 1/2	49 1/2	32 1/2	53	27 1/2	56
1600	36	50 1/2	30 1/2	54	26	56 1/2
1580	34	51	28	54 1/2	25	57
1560	32 1/2	51 1/2	27 1/2	55 1/2	2 1/2	58
1540	31	52 1/2	26 1/2	56	22 1/2	58 1/2
1520	29 1/2	53	25	56 1/2	21	59
1500	28	54	24	57	20	59 1/2
1480	27	54 1/2	22 1/2	58	19	60
1460	25 1/2	55	21 1/2	58 1/2	18	61
1420	24	56	20 1/2	58	17	61 1/2
1420	23	56	19 1/2	59 1/2	16	62
1400	22	57	18 1/2	60	15	62 1/2
1380	21	58	17 1/2	61	14	63
1360	20	58	17	61 1/2	13	63 1/2
1340	19	59	16	62		64
1320	18	60	15	62 1/2		64 1/2
1300	17 1/2	60 1/2	14 1/2	63		65
1280	16 1/2	61	13 1/2	63 1/2		65 1/2
1260	16	62		64		66
1240	15	62 1/2		64 1/2		66 1/2
1220	14 1/2	63		65		67
1200	13 1/2	63 1/2		65 1/2		67
1180	12 1/2	64 1/2		66 1/2		67 1/2
1160	12	65		67		68
1140	11 1/2	65 1/2		67 1/2		68 1/2
1120	11	66 1/2		68		69
1100		67		68 1/2		69 1/2
1080		67 1/2		69		70 1/2
1060		68		69 1/2		70 1/2
1040		69		70		
1020		69 1/2		70 1/2		
1000		70		71		
980		70 1/2		71 1/2		
960		71 1/2		72		
940		72		73		
920		72 1/2				
900		73 1/2				
880		74				
860		75				

Uwagi.

1) Ładunek zasadniczy (1) zawiera 500 g prochu płytkowego i 25 g czarnego prochu do zapalania. Prócz tego ładunki dodatkowe w woreczkach prochowych po 50 g.

2) Donośność podana w tabeli 1 przy wielkości odrzutu 30 cm w czasie ciszy powietrza nazywa się donośnością zasadniczą. Odrzuty poniżej 30 cm są strzałami twardemi, a odrzut 30—80 cm strzałami zahamowanemi, a przewyszające 80 cm — niezahamowane.

3) Tabela 2 podaje wpływ gruntu.

4) Według wykonanych doświadczeń ciężar powietrza zdaje się nie mieć wpływu na donośność.

5) Wpływ zmian ciśnienia atmosferycznego nie został ściśle określony, prawdopodobnie jednak minimalny.

6) Rozrzut (100%) w donośności wynosi około 200 m, rozrzut wszerz około 100 m.

7) Przy wzniesieniu 45° szybkość początkowa wynosi: przy ładunku I—158 m, przy ładunku II—171 m i ładunku III — 184 m.

8) Donośność zasadnicza podana dla bomb gazowych o ciężarze 36 kg i napełnieniu 86% pojemności; różnice w ciężarze bomb o 2 kg nie są uwzględniane.

TAB. 5.
Czas lotu bomby.

Kąt	Ładunek I 500 + 25 g		Ładunek II 550 + 25 g		Ładunek III 600 + 25 g	
	Donośność	Czas lotu na sek.	Donośność	Czas lotu w sek.	Donośność	Czas lotu w sek
20°	1360	15	1430	12	1500	9
25°	1450	19	1520	16	1530	13
30°	1520	22	1590	19½	1650	17
35°	1590	24	1650	22	1710	19½
40°	1630	26	1690	24	1750	22
45°	1650	17	1710	25	1770	23
50°	1600	28	1670	26	1750	24½
55°	1460	28½	1570	27	1670	25
60°	1320	29	1410	27½	1510	26
65°	1150	29½	1220	28	1300	26½
70°	1000	30	1040	28½	1080	27

9) Odległość do ostrzeliwanego celu nie powinna być mniejsza niż 300 m od własnych linji.

TAB. 6.

Najwyższy punkt toru.

Kąt	Ładunek I 500 + 25 g	Ładunek III 550 + 25 g	Ładunek III 600 + 25 g
20°	150	290	450
25°	290	400	600
30°	400	520	700
35°	520	640	800
40°	630	740	880
45°	740	850	970
50°	850	930	1040
55°	920	1000	1100
60°	980	1060	1160
65°	1050	1120	1190
70°	1100	1150	1220

E. Francuski miotacz Livens'a.

Kaliber miotacza 215 mm; lufa 45 kg (typ ciężki) lub 37 kg (typ lekki).

Donośność do 2.000 m; bomba 32 kg i zawiera 15 kg fosgenu. Drugi typ miotacza o doności do 3.000 m, bomba 22 kg (10 kg fosgenu).

Baterja z 20—25 miotaczy. Do ostrzelania celu wbudowuje się 25—30 bateryj.

F. Włoski miotacz Livens'a.

Był to lekki typ miotacza angielskiego o donośności 1.100 metrów. Włosi wykonali tylko jeden napad przeciwko wojskom austryjacko-węgierskim.

CZĘŚĆ CZWARTA.

Napad falowy.

Napad falowy polega na skażaniu powietrza gazem lub napastliwym dymem bojowym we własnych stanowiskach, a wiatr jako siła nośna pędzi skażone powietrze głęboko w teren przeciwnika. Do napadu falowego ustawiano butle z gazem lub świece dymne i t. p. w pierwszej linji okopów piechoty na odcinku szerokości 1—12 kilometrów. Rozróżniamy falę gazową i falę dymną napastliwą.

Falą gazową nazywamy olbrzymi obłok gazowy, który powstaje przy jednoczesnem wypuszczaniu gazu z dużej ilości butli.

Falą dymną — olbrzymi obłok dymny z dużej ilości napastliwych świec dymnych.

Jak fale morskie zalewają brzegi niskie i toczą się daleko wgłąb lądu, tak fala gazowa i dymna pędzona wiatrem, toczy się w głąb terenu przeciwnika i zalewa wszelkie wgłębienia terenu. Fale gazowe i dymne wypuszczone jedne za drugą w małych odstępach czasu (3—40 minut) osiągały poważną liczbę — do 13 fal.

Fale przenoszone wiatrem są uzależnione od jego kierunku i szybkości. Fala dolną częścią przesuwa się po powierzchni terenu, wobec czego rzeźba terenu wywiera wpływ na ruch fali.

ROZDZIAŁ I.

Fala gazowa.

Pierwszy napad falą gazową wykonali Niemcy 22 kwietnia 1915 r. na odcinku 6-cio kilometrowym pod Ypres. W pierwszej połowie wojny napady falą gazową dominowały nad innemi sposobami walki chemicznej, jednak ze względu na dużą zależność od terenu i pogody utraciły swoje znaczenie na korzyść artyleryjskiej walki chemicznej. Niemcy w połowie 1917 r. zaprzestali napadów falą gazową, Sprzymierzeni wykonywali z dobrym wynikiem w 1918 roku.

1. Opis butli gazowej.

Butla gazowa jest to zbiornik stalowy formy cylindrycznej do przechowywania gazów pod zwiększonem ciśnieniem, otwierana i zamykana zaworem; zewnętrzna część tego zaworu zabezpieczona metalową czapką, odśrubowywaną przy otwieraniu zaworu. (Rys. 32).

Butle używane do walki gazowej były te same jakiemi posługiwano się w przemyśle dla gazów skroplonych i tylko w miarę przedłużania się wojny ulepszano je, dostosowując do celów bojowych.

Butle stosowane w przemyśle, przy użyciu na froncie okazały się niedogodne ze względu na zbyt powolne i nierównomierne wydobywanie się gazu. Braki te usunięto przez wstawienie do butli rurki syfonowej, jednym końcem połączonej z zaworem, drugi zaś koniec dochodził prawie do dna. Przy otwarciu zaworu ciecz (gaz bojowy) zostaje wy-

pchnięta nazewnątrz, gdzie wyparowuje, wobec czego obniżenie temperatury w butli nie następuje i gaz wydziela się równomiernie.

Butle gazowe dostosowane do użytku bojowego zawierały gazów bojowych:

Niemieckie	20—30 kg.
Rosyjskie (Typ E—30)	12 „
„ (Typ E—70) . . . :	28 „
Austrjackie	23 „
Angielskie	24 „
i najnowszy typ amerykański . .	13,6 „

Francuskie wojsko posiadało butle gazowe trzech wielkości. Oto ich charakterystyka. (Rys. 32).

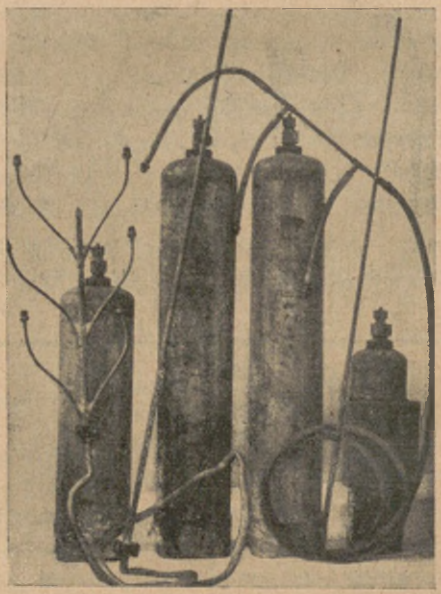
Rodzaj butli	Wysokość mtr.	Pojemność litr.	Ciężar gazu kg	Ciężar butli napełn.	Szybkość wydobywania się gazu	Czas opróżniania butli
Ciężka	1.25	33	40	70	100—120 gr na sekundę	6 minut
Średnia	0.90	22	27	50	„ „	4 „ 30 sek
Lekka	0.75	13	15	30	„ „	2 „ 30 „

Butla waży prawie to samo, co zawarty w niej gaz, przeto wydajność butli osiąga około 50 — 60% ogólnego ciężaru.

Celem łatwiejszego przenoszenia dorobiono haki i taśmy przy pomocy których umocowywano butle na plecach. Dla uniknięcia dźwięków i hałasu podczas przenoszenia butli, opakowywano je w kosze.

Zawory też zastąpiono innemi, łatwiej otwierającemi się, zrobionemi ze stopu odpornego na działanie chloru.

Gazy bojowe w zbiornikach, butlach, są zawsze w stanie ciekłym.



Rys. 32. Francuskie butle gazowe i kolektory.

Gaz skroplony w butli gazowej (chlor, fosgen) wywiera na ścianki butli ciśnienie; wielkość ciśnienia zależy od rodzaju gazu i temperatury otoczenia.

Załączona tabela wykazuje zwiększenie ciśnienia w zamkniętej butli przy wzroście temperatury od — 30° do + 100° dla chloru i fosgenu.

TAB. 29.

Prężność pary nasyconej chloru i fosgenu.

Temperatura	Chlor	Fosgen	Temperatura	Chlor	Fosgen
	atm.	atm.		atm.	atm.
— 30°	1,20	0,26	+ 15°	5,75	1,32
— 20	1,84	0,38	20	6,62	1,57
— 15	2,23	0,46	25	7,63	8,84
— 10	2,63	0,55	30	8,75	
— 5	3,14	0,67	40	11,50	
0	3,66	0,82	50	14,70	
+ 5	4,25	0,95	65	20,80	
+ 10	4,97	1,12	100	41,70	

W warunkach polowych najwyższa osiągalna temperatura wynosi 50°, a chlor w butli wywiera ciśnienie 15 atmosfer.

Mieszanina fosgenu i chloru wywiera ciśnienie zależnie od stosunku ilościowego chloru i fosgenu i temperatury otoczenia. Niżej podana tabela wykazuje te prężności dla dwu mieszanin; jedna z nich zawiera dwie części chloru i jedną część fosgenu, druga zaś odwrotnie: dwie fosgenu i jedną część chloru.

Dla porównania podana jest również prężność czystego chloru.

TAB. 30.

Temperatura	Czysty chlor	Mieszanina: 2 cz. chloru 1 cz. fosgenu	Mieszanina: 2 cz. fosgenu 1 cz. chloru
	atm	atm.	atm.
— 20°	1,84	1,5	1,15
10	2,63	2,5	1,5
0	3.66	3,0	2,05
+ 10	4,97	4,1	2,85
20	6,62	5,6	3,9
30	8,75	—	5,2
40	11,50	—	6,75

Francuzi nie napełniali butli mieszaniną chloru z fosgenem, lecz samym chlorem lub samym fosgenem, wytwarzając fale gazowe przez ustawienie obok siebie butli z chlorem i butli z fosgenem.

Po pierwszych napadach chlorowych zaczęto stosować wyłącznie mieszaninę chloru i fosgenu lub chloru i chloropikryny. Mieszaniny te w niskich temperaturach posiadały małą prężność par i butle zbyt powoli opróżniały się, wydajność była zamała.

Zapobiegano temu przez stosowanie dwóch mieszanin: jednej zimowej, drugiej letniej, pierwsza zawierała mniej fosgenu lub chloropikryny, druga więcej. To było niewystarczające i zaczęto butle z mieszaniną uzupełniać dodatkowem ciśnieniem 15—25 atm. Do butli wpompowywano powietrze lub dwutlenek węgla. Wobec tego ciśnienie, pod którem znajdowała się mieszanina w butli składało się z prężności par mieszaniny plus dodatkowe ciśnienie 15—25 atm.

Dwutlenek węgla dawał lepszy wynik, gdyż jako cięższy od powietrza, po wypuszczeniu z butli tworzył bardziej ciężki obłok.

Zwiększone ciśnienie, zwiększa szybkość wypływu gazu bojowego w stanie ciekłym, proporcjonalnie do pierwiastka drugiej potęgi ciśnienia pod działaniem którego wypływa.

Butla rosyjska:

bez dodatkowego ciśnienia opróżnia się w ciągu 3,5 minut;

z dodatkowem ciśnieniem 15 atm. opróżnia się w ciągu 2,75 min.;

z dodatkowem ciśnieniem 25 atm. opróżna się w ciągu 2,5 min.

Wobec powyższego znaczne zwiększenie ciśnienia po-

woduje małe zwiększenie szybkości wypływu. Inny sposób zwiększenia szybkości wypływu, przy tem samem ciśnieniu, polega na zwiększeniu średnicy otworu wylotowego zaworu. W tym wypadku szybkość opróżniania się butli prawie proporcjonalna średnicy przewodu zaworu.

Poniższe zestawienie wykazuje wpływ wielkości otworu wylotowego na wypływ cieczy, t. j. na wydajność:

Średnica otworu wylotowego zaworu	1 mm	2 mm	3 mm	5 mm
Ciśnienie	16,5 atm.	15,5 atm.	14,4 atm.	13,3 atm
Wydajność na 1 sekundę	40 gr.	97,5 gr.	150 gr.	208 gr.

Ciśnienie i średnica otworu wylotowego, muszą być tak wypośrodkowane, by osiągnąć optimum działania butli: dobre rozpylanie w powietrzu i wystarczającą ilość wypływu.

Dodatkowe ciśnienie przy wypuszczaniu cieczy z butli powoduje narazie większą wydajność, a następnie mniejszą, analogicznie do syfonu z wodą sodową.

Natomiast bez dodatkowego ciśnienia wydajność jest bardziej równomierna w ciągu całego okresu opróżniania się butli.

2. Materjał chemiczny.

Aby gaz bojowy mógł być użyty do wytworzenia fali gazowej, musi odpowiadać następującym warunkom:

a) być skutecznym w małych stężeniach;

b) posiadać niską temperaturę wrzenia lub sublimować;

c) łatwo się skraplać;

d) para jego musi być cięższa od powietrza;

e) musi być bezpieczny i tani w produkcji;

f) przedstawiać możność produkowania go w dużych ilościach.

Ostatni warunek wymaga wyjaśnienia, wobec podanych poprzednio stężeń zabójczych (str. 36); zdawałoby się, że do skutecznego skażenia powietrza wymagane są minimalne ilości gazów bojowych. Stosunek gazu do powietrza jest mały, jednak zagazowuje się większe przestrzenie sięgające kilkuset miljonów metrów sześciennych powietrza, potrzeba przeto do napadu dużej ilości gazu bojowego.

Ilość chloru użyta do pierwszego napadu gazowego 22 kwietnia 1915 r.: użyto było 6.000 butli o zawartości 180.000 kg chloru.

Ilość ta nie jest bynajmniej największa, gdyż następne napady wykonywane były na większych odcinkach i czas trwania ich był wielokorotnie zwiększony.

Najlepiej postawionym warunkom (pkt. a — f) odpowiada chlor i fosgen, sternity i chloroacetofenon.

Pierwsze napady były wykonane chlorem; później dla spotęgowania własności toksycznych chloru i zaskoczenia przeciwnika, zastosowano mieszaninę chloru i fosgenu (25 — 50%).

Pierwszy taki napad fosgenowy wykonali Niemcy przeciw Anglikom 19 grudnia 1915 r.

Następnie próbowano do chloru dodawać tlenków azotu, dwutlenku siarki, siarkowodoru i chloropikryny; zostały one jednak zarzucone jako nieodpowiadające wszystkim warunkom wymienionym „a — f"; wyjątek stanowi chloropikryna, która dała dobre wyniki. Wobec tego gazami nadającemi się do użycia w fali gazowej jest chlor, fosgen, chloropikryna, sternity, chloroacetofenon i trójfosgen.

Niemcy próbowali zastosować środek chemiczny przenikający przez pochłaniacz (sternit). Francuzi w tym celu dodawali do fosgenu czterochlorku cyny.

W sierpniu 1917 r. Niemcy na odcinku pomiędzy fermą Navarin a Butte du Mesnil przygotowali napad falowy chlorem, fosgenem i sternitami, te ostatnie miały przeniknąć przez pochłaniacz masek francuskich, spowodować zerwanie ich, a chlor i fosgen miałyby drogę otwartą do płuc. Niemcy spodziewali się nadzwyczajnych wyników i nazwali ten napad „letniem żniwem" („Sommerernte"). Miały być wypuszczone dwie krótkie fale gazowe i jedna fala dymna sternitowa (dwufenylochloroarsyna) ze świec dymnych (patrz str. 260).

Przygotowany napad nie zdążyli Niemcy wykonać, gdyż Francuzi skoncentrowanym ogniem artylerji całą instalację zniszczyli.

3. Warunki terenowe.

Napad falą gazową można wykonać tylko na terenie odpowiednim. Teren, po którym będzie posuwała się fala, powinien być możliwie równy, bez znacznych wgłębień i wzniesień. Teren nie może być porośnięty lasem, krzakami, dojrzewającem zbożem, i t. p. Grupy drzew, zagajniki, krzaki przerywają falę i powodują wznoszenie się gazu do góry i odchylają od głównego kierunku ruchu. We wgłębieniach terenu (wąwozy, rowy, i t. p.), pozostaje sporo gazu, przezco stężenie fali obniża się i fala prędzej zatraca swoją skuteczność.

Wzgórza o łagodnej pochyłości (poniżej 15°) nie są przeszkodą do wykonania napadu falą gazową, jeśli szybkość wiatru nie mniejsza niż 2,5 m/sek.

Większe powierzchnie wód, jeziora, rzeki nad któremi przepływa fala gazowa, tylko nieznacznie obniżają stężenie w dolnej jej części, więc nie są przeszkodą do wykonania napadu falowego.

Doświadczenia wykazały, że, jeśli fala gazowa znajduje się nad powierzchnią wody w ciągu 18 minut lub 2 godzin, to stężenie jej w pierwszym wypadku zmniejsza się o połowę do wysokości 12 cm i w drugim 31 cm. Naprzykład, jeśli fala gazowa ma przejść nad powierzchnią wody 300 mtr, a posuwa się z szybkością 4 m/sek, to przestrzeń ta zostanie przebyta w 75 sekund i zmniejszenie stężenia nastąpi tylko w dolnej kilkucentymetrowej warstwie, co nie wywiera wpływu na skuteczność fali.

Podczas wojny światowej terenów większych, któreby w zupełności odpowiadały stawianym powyżej warunkom, nie spotykano, wobec czego wykonywano napady na terenach posiadających braki, pod tym względem, zwiększając odpowiednio ilość gazu bojowego, lub miejsca, do których fala gazowa nie docierała, jak naprzykład las, były ostrzeliwane pociskami lub bombami gazowemi.

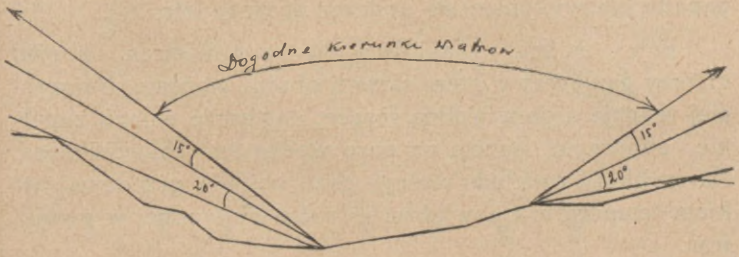
4. Warunki meteorologiczne.

Wiatr przenosi falę gazową, nadając jej kierunek i rozprasza ją. Te dwie czynności wiatru muszą być wypośrodkowane, by fala dosięgła przeciwnika o możliwie najwyższem stężeniu. Kierunek wiatru musi być stały i w stronę pozycyj nieprzyjaciela, a szybkość niezmienna. Wiatr zmienny pod względem kierunku i szybkości nie nadaje się do wykonania napadu falowego; tak samo nie nadaje się zbyt słaby i zbyt silny. Napady falowe wykonywane były przy szybkościach wiatru od 1,5 m/sek do 5 m/sek. Przy

wietrze silniejszym napad może być wykonany, tylko fala prędzej rozproszy się.

Jednocześnie trzeba uwzględnić wpływ terenu na ruch powietrza, mianowicie: zacichanie wiatrów, wiatry miejscowe i t. p. (str. 76 i 82).

Okazuje się, że noc i ostatnie godziny przed wschodem słońca są najodpowiedniejsze do wykonania napadu falowego. Inne względy, natury czysto taktycznej, przemawiają również za temi godzinami



Rys. 33. Wykres kierunków wiatrów dogodnych do wykonania napadu falą gazową.

i rzeczywiście 90% napadów falowych zostało uskutecznionych w nocy.

Kierunek wiatru nie musi być koniecznie prostopadły do linji frontu. Granice odchyleń od prostopadłego kierunku ustala się wykreślając przednią linję własnych pozycyj i przeprowadzając styczne 10 km długości od końców linji emisji gazu do najbardziej wysuniętych punktów okopów własnych. (Rys. 33).

Następnie odkładamy na stycznych kąty po 20^0, co utworzy niezbędne strefy bezpieczeństwa. Dalej odkładamy jeszcze po 15^0 i otrzymujemy, tak zwane, strefy rozproszenia gazu, gdyż gaz wypuszczony z butli rozchodzi się

w kształcie wachlarza, a kąt rozproszenia posuwającej się fali wynosi 15° z każdej strony.

Otrzymany kąt środkowy zawiera wszystkie kierunki wiatrów, przy których można wykonać napad, nie narażając własnych wojsk na zatrucie, t. j. napad można wykonać przy wietrze wiejącym w stronę przeciwnika, jeśli kierunek wiatru z linją frontu, tworzy kąt nie mniejszy niż 35°.

Deszcz wypłókuje falę gazową i niszczy ją, przeto napadu nie wykonuje się podczas deszczu (str. 77).

Para wodna, znajdująca się w powietrzu, powoli niszczy gaz bojowy i tem samem obniża stężenie. Najszybciej reaguje z parą wodną fosgen, następnie chlor i zupełnie odpornym gazem na parę wodną jest chloropikryna. Na szybkość rozkładu danego gazu wpływa przedewszystkiem temperatura powietrza i ilość pary wodnej w powietrzu.

Stężenie chloru w powietrzu przy temperaturze + 20° C i 100% wilgotności względnej spada na 50% swojej początkowej wielkości w ciągu 42 minut. Natomiast przy temperaturze — 10° i wilgotności 100%, spadek stężenia o 50% nastąpi po 72 godzinach, t. j. stokrotnie powolniej.

5. Wymiary i ruch fali gazowej.

Gaz z butli rozchodzi się w powietrzu wachlarzowatym strumieniem, o rozpięciu 24°—30° i przy obserwacji z góry posiada formę trójkąta, wierzchołkiem opartym o zawór butli.

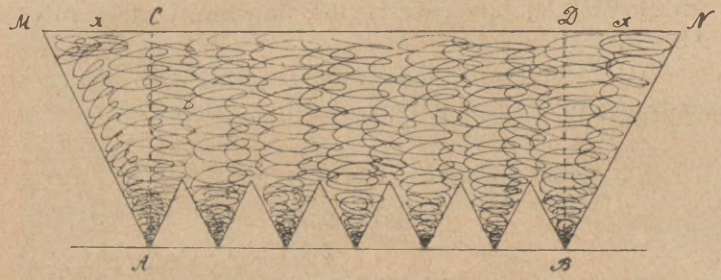
Jeśli wypuścić gaz z szeregu butli ustawionych w jednej linji, to zależnie od odległości między butlami po-

szczególne obłoki (trójkąty) połączą się ze sobą bliżej lub dalej od linji emisji (rys. 34).

Szerokość fali (AB) jest to szerokość odcinka na którym wypuszcza się gaz.

Podczas wojny światowej szerokość fali gazowej wynosiła od 1 do 12 km.

Głębokość fali (AC) jest to odległość pomiędzy przednią, a tylną ścianą fali gazowej. Głębokość tem większa im dłużej gaz wydobywa się i im szybszy wiatr.



Rys. 34. Wymiary fali gazowej.

Głębokość fali AC = vt, gdzie v jest to szybkość wiatru (m/sek), t — czas wypustu gazu w sekundach.

Wysokość fali (h) stopniowo wzrasta w miarę posuwania się i przeciętnie na odległości 500 metrów od butli osiąga 3—6 mtr wysokości. Na odległości 1,5—2 km osiąga 10 metrów, a dalej zachowuje tą samą wysokość.

Jeśli na linji AB (rys. 34) ustawione będą butle gazowe, a wiatr wieje z szybkością v m/sek w kierunku prostopadłym do linji emisji, czas wypuszczenia gazu t sekund, to po opróżnieniu butli, to jest po t sekundach, powierzchnia (S) terenu zalanego falą gazową, będzie wynosiła:

$$S = \frac{(AB + MN)\,AC}{2}$$

AB = jest szerokość fali,
AC = głębokość fali,
MN = AB + 2x,
x + ACtg 14°,
2x = 2 ACtg 14°,
tg 14° = 0,2493,
2 tg 14° = 0,4986,

co dla łatwości obliczeń zaokrąglimy do 0,5.

2x = 0,5 AC, t. j. fala płynąc rozszerza się o połowę odległości jaką fala przeszła od linji emisji, t. j. MN = AB + 0,5 AC.

AC — głębokość fali, równa się szybkości wiatru pomnożonej przez czas trwania emisji w sekundach.

AC = vt
MN = AB + 0,5 vt.

$$S = \frac{(2AB + 0{,}5\,vt)\,v\,t}{2}$$

P r z y k ł a d. Jeśli linja emisji wynosi 2 km, szybkość wiatru 3 m/sek, a czas emisji 5 minut, to powierzchnia terenu zagazowanego:

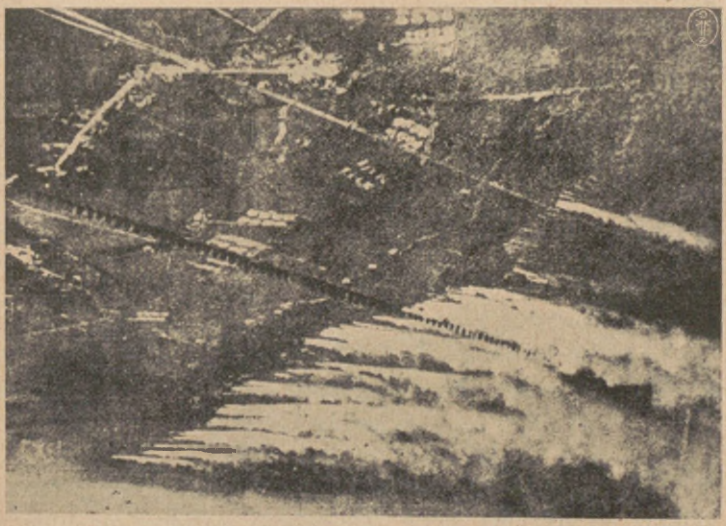
$$S = \frac{(2x\,2000 + 0{,}5 \times 3 \times 300)\,3 \times 300}{2} = 2.002.500\ m^2$$

Wysokość fali jest niejednakowa i zwiększa się w miarę posuwania się, dosięgając 10 mtr; warunki meteorologiczne wpływają na wysokość fali: prądy wstępujące zwiększają ją. Teren nierówny, porośnięty również powoduje zwiększenie wysokości fali gazowej. W obliczeniach przyjęto, ze wysokość niezależnie od odległości wynosi 10 metrów, wobec czego objętość fali gazowej o powierzchni S będzie V = S . 10 m^3.

W miarę posuwania się fali zwiększa ona swoją objętość, rozprasza się, stężenie spada. Szybkość spadania stę-

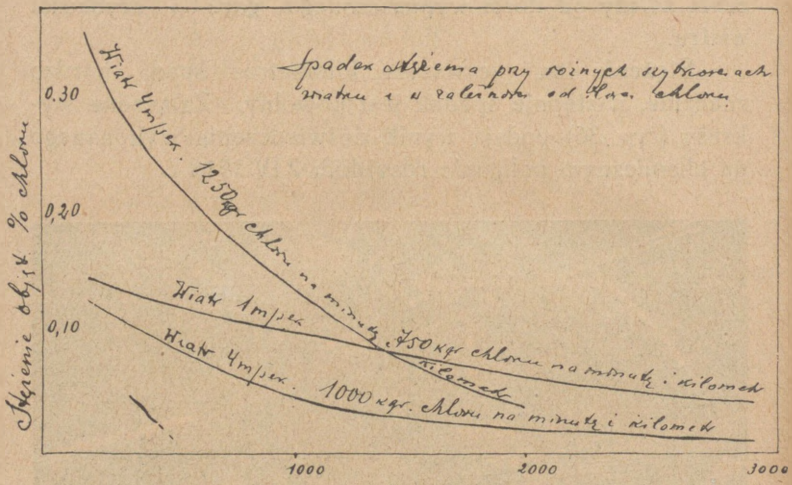
żenia zależy od ilości wypuszczonego gazu i szybkości wiatru.

Stężenie na pierwszym kilometrze spada bardzo znacznie, następnie spadek jest powolny. Załączone wykresy (rys. 36) podają wynik doświadczenia wykonanego na chemicznym poligonie rosyjskim 2.IV.1916 r.



Rys. 35. Zdjęcie lotnicze napadu falowego.

Zasięg fali. Zasięgiem fali gazowej nazywamy największą odległość fali od linji emisji na której jeszcze działa skutecznie, t. j. zmusza do nałożenia maski. Zasięg fali tem większy im dogodniejszy teren, bardziej sprzyjające warunki atmosferyczne, im stężenie jest wyższe, szerokość fali większa, a czas wypustu gazu dłuższy. Przeciętnie zasięg fal gazowych podczas wojny światowej wynosił od 10 do 25 km.



Rys. 36. Spadek stężenia fali gazowej.

6. Ilość gazu potrzebna do wytworzenia fali.

Ilość gazu potrzebnego do wytworzenia fali gazowej zależy: od stężenia, jakie zamierzamy osiągnąć na linjach przeciwnika, od szerokości fali gazowej, t. j. frontu napadu i czasu wypustu gazu.

Przykład. Mamy wytworzyć falę gazową szerokości 3 km na linji nieprzyjacielskiej, odległej 600 metrów od naszych pozycyj, czas wypuszczenia gazu 5 minut: wiatr wieje z szybkością 5 mtr/sek; stężenie na linji okopów przeciwnika 1 g/m^3. Ile potrzeba do tego butli gazowych i wielkość odcinka, na którym trzeba je ustawić?

Do wytworzenia stężenia 1 g/m^3 potrzeba, aby tyle gramów gazu wyładowało się na sekundę na linji emisji,

ile metrów sześciennych powietrza przepływa na sekundę nad linją okopów nieprzyjaciela.

Jeśli front npla szerokości 3.000 metrów, wysokość fali 10 m, wiatr 5 m/sek, to objętość powietrza przepływającego na sekundę wyniesie:

$$3.000 \times 10 \times 5 = 150.000 \text{ m}^3.$$

Tyleż gramów gazu bojowego trzeba wprowadzić do powietrza wciągu 1 sekundy, to jest 150.000 gr. Tę obliczoną ilość trzeba zwiększyć, żeby zabezpieczyć wysokość stężenia przed ujemnym wpływem czynników atmosferycznych i terenu. Obliczoną ilość gazu w warunkach przeciętnych zwiększamy dwukrotnie, a w bardziej niedogodnych trzykrotnie, wobec czego ilość gazu na sekundę:

$$150.000 \text{ g} \times 2 = 300.000 \text{ g}.$$

Do wykonania napadu potrzeba 4.286 butli, o zawartości 90.006 kg gazu i napad będzie trwał 5 minut.

Jeśli napad trwa dłużej, odpowiednio do tego potrzeba więcej gazu. Przeciętnie na 1 m bieżący frontu przypada 1 — 3 butli gazowych.

Stężenie osiągane w fali gazowej na linji przeciwnika nie przekraczało 3 g/m³.

Ilość potrzebnych butli otrzymamy jeśli obliczymy ile gazu daje jedna butla na sekundę. Jeśli butla o zawartości 21 kg (chlor z fosgenem), wypróżnia się w ciągu 5 minut, w takim razie na sekundę 21.000 g : 300 = 70 g/sek. Do wyładowania 300.000 g potrzeba butli:

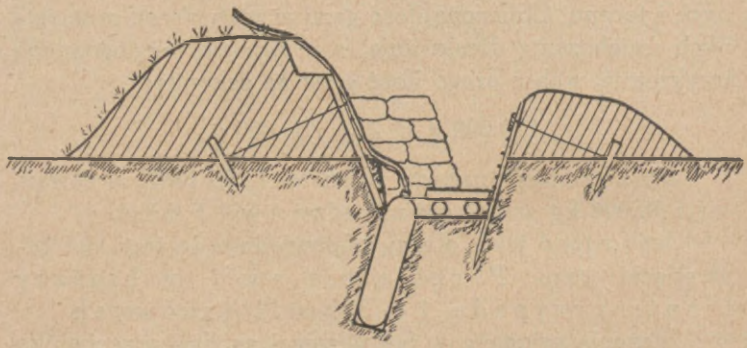
$$300.000 \text{ g} : 70 \text{ g} = 4285,7 \text{ (butli)}.$$

Długość linji emisji. Poprzednio wykazaliśmy, że szerokość posuwającej się fali zwiększa się o 0,5 przybytej drogi. Jeśli odległość od przeciwnika wynosi 600

metrów, fala po przejściu tej odległości rozszerzy się o 600 m × 0,5 = 300 m, wobec czego linja emisji równa się 3.000 m — 300 m = 2.700 m.

7. Łączenie butli gazowych w baterje.

Przeznaczoną do wykonania napadu ilość butli z gazem ustawia się w przedniej linji okopów (linji emisji). Butle gazowe są zgrupowane w baterje. Baterja składa się z 6—50 butli.



Rys. 37. Niemiecka baterja butli gazowych.

a. Baterja niemiecka.

Butle gazowe zakopywano na dnie okopu w jeden lub dwa rzędy. Każdą butlę łączono z rurką wypustową 3 — 5 metrów długości. Rurkę wypustową wyprowadzono nazewnątrz na przedpiersie okopu. Rurki były ołowiane. Wbudowaną baterję butli widzimy na rys 37.

Zawory zamykające butle zabezpieczano czapkami, a całą instalację przykrywano deskami, na które z kolei kładziono t. zw. „Salzdeck'i", t. j. długie worki napełnione

mchem torfiastym, nasyconym roztworem sody lub potażu dla zneutralizowania gazów, wydobywających się z uszkodzonych butli. Na to kładło się kilka warstw worków z piaskiem, które miały chronić butle przed ogniem nieprzyjacielskim i jednocześnie tworzyć rodzaj pomostu dla strzelającej piechoty.

Koniec rurki wypustowej skierowany do góry pod kątem 30°, by mieszanina gazów w stanie ciekłym była lepiej rozpyloną i nie opadała kropelkami na ziemię.

Odstępy pomiędzy baterjami od kilku do kilkudziesięciu metrów w zależności od terenu i ilości butli w baterjach.

Im z większej ilości butli składała się baterja, tem większe odstępy. Biorąc to wszystko pod uwagę i pamiętając o celu jaki trzeba osiągnąć, t. j. wytworzyć jednolitą falę gazową przed linją nieprzyjaciela, decydującym czynnikiem będzie odległość od linji nieprzyjaciela. Czyli, odległość między poszczególnemi baterjami może być tem większa, im większa przestrzeń dzieli linje przeciwników i odwrotnie. W każdym razie nie może ona być większą niż czwarta część odległości między linją emisji a linją nieprzyjaciela.

b. Baterja francuska.

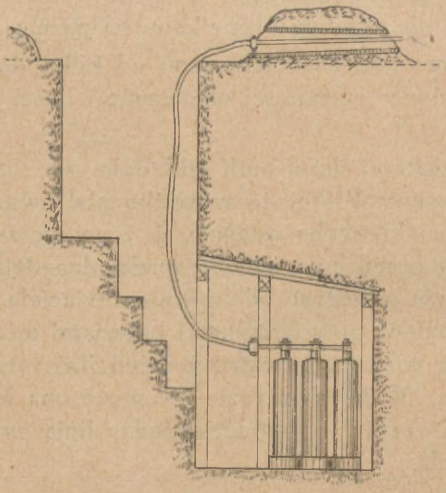
Butle gazowe łączono w baterje za pomocą rury stalowej, zwanej kolektorem (rys. 32 i 38). Kolektor posiada ramiona, któremi łączy się z butlami; rurki łączące kolektor z butlami są ołowiane. Kolektor jest połączony z rurą wypustową, która się składa z dwóch części: ołowianej rurki, średnica 16/22 mm i długości 3 metry, i części żelaznej 12/17 mm o długości 1,5 metra (rys. 38).

Do ustawiania bateryj budowano specjalnie schrony

lub dostosowywano już istniejące. Baterja składała się z 30 do 100 butli ustawionych w jednym schronie.

Celem równomiernego wypływu ciekłego gazu z baterji dołączono do każdej baterji jedną butlę ze sprężonem powietrzem do 125 atmosfer.

Butle francuskie zawierały bądź tylko sam chlor lub tylko fosgen. Butle chlorowe i fosgenowe ustawiano obok



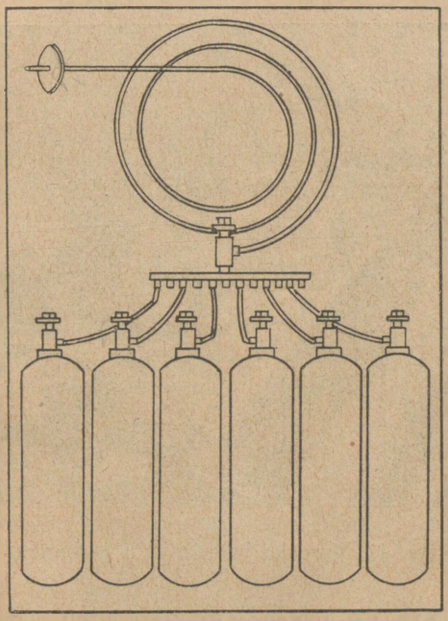
Rys. 38. Francuska baterja butli gazowych.

siebie, tak że zmieszanie się gazów następowało w kolektorze lub w samej fali. Oprócz butli z gazem były butle z materjałem dymotwórczym, np. czterochlorek cyny ($SnCl_4$).

c. Baterja rosyjska.

Kolektor rosyjski łączył 6 lub 12 butli gazowych (rys. 39 i 40). Rurka wypustowa celem dokładniejszego rozpy-

ienia ciekłego gazu, była zakończona siatką lub forsunką (rozpylacz). By koniec rury wylotowej skierować do góry i zabezpieczyć baterję przed ściekaniem ciekłego gazu po zewnętrznej stronie rury wypustowej do okopu, na końcu jej osadzono tarczę o średnicy 20 cm.



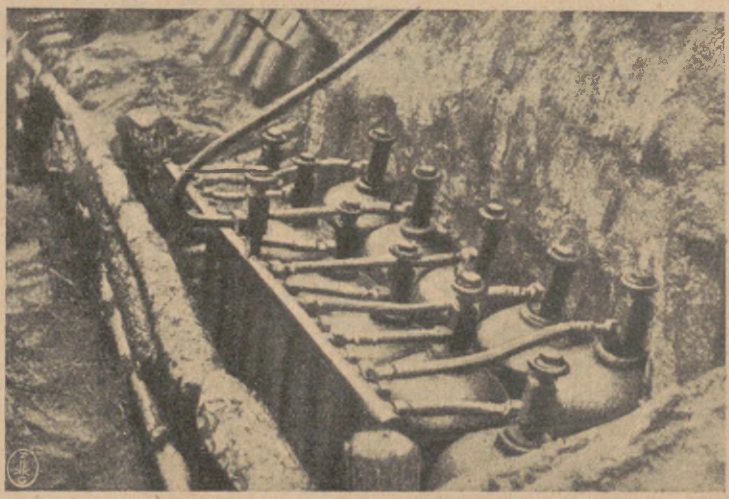
Rys. 39. Rosyjski sposób łączenia kolektorem butli gazowych.

Baterja z 6-ciu butli z ciśnieniem dodatkowem 25 atm. opróżnia się w ciągu 10,5 minut.

Baterja z 6-ciu butli z ciśnieniem dodatkowem 15 atm. opróżnia się w ciągu 11,5 minut. Baterja z 6-ciu butli bez dodatkowego ciśninia opróżnia się w ciągu 24 minut.

8. Wykonanie napadu falowego.

Po zainstalowaniu butli gazowych i zabezpieczeniu ich od ognia przeciwnika oczekuje się nieraz bardzo długo na odpowiednie warunki atmosferyczne, t. j. kierunek



Rys. 40. Rosyjska baterja butli gazowych.

i szybkość wiatru. Noc jest najodpowiedniejszą porą do wypuszczenia fali gazowej. Dopiero z nastaniem sprzyjającej nocy, rury wypustowe wyrzuca się nazewnątrz okopu.

Przed rozpoczęciem napadu usuwa się piechotę z okopów, w których ustawione są butle z gazem. Miejsce piechoty zajmują oddziały chemiczne, wykonywujące napad. Z przedpola zdejmują się wszelkie posterunki, czujki i t. p.

Obsługa nakłada maski i na umówiony sygnał obsługa bateryj jednocześnie i możliwie prędzej otwiera zawory.

Wypuszczano zwykle kilka fal gazowych z przerwami czasu niejednakowemi od 3 do 60 minut.

Francuzi do fal gazowych dodawali dym lub dym wytwarzali na skrzydłach fali gazowej. Nieraz po fali gazowej wypuszczono falę dymną.

Francuzi podczas jednego napadu wypuszczali do 13 fal gazowych i dymnych. Fale były krótkie i zasięg ich nieduży. Niemcy natomiast, wypuszczali mniejszą ilość fal gazowych, przedłużając czas wypustu gazu. Fale niemieckie posiadały przeto większy zasięg.

9. Organizacja napadu falowego.

Na froncie przeprowadza się dokładny wywiad terenu i wywiad meteorologiczny i tylko przy odpowiedniem ukształtowaniu terenu i prawdopodobieństwie dogodnego wiatru, łącznie z uwzględnieniem ugrupowania nieprzyjaciela, wybiera się najodpowiedniejszy odcinek frontu do wykonania napadu falowego.

Na kilometr frontu i godzinę napadu potrzeba około 100 ton sprzętu. t. j. butle z gazem, rury wypustowe, kolektory i t. p. Transport sprzętu do pierwszej linji okopów (linja emisji), przechodzi kilka etapów, a mianowicie: wyładowanie na ostatniej stacji kolejowej, przewóz kolejką lub autami do miejsca, skąd ręcznie jest przeniesiony na pozycje. Każdy z tych etapów wymaga zorganizowania środków transportowych i siły roboczej ludzkiej, zwłaszcza tej ostatniej w etapie końcowym.

Przeniesienie butli do pierwszej linji w warunkach bo-

jowych w nocy, w bezpośredniej bliskości od wroga wymaga naukowej organizacji pracy tysiąca żołnierzy jak również zachowania niezbędnych środków ostrożności. Oprócz tego, praca ta od przenoszących wymaga dużej wytrwałości, zupełnego opanowania nerwów, a przedewszystkiem chęci dostarczenia butli z gazem na pozycję wbrew przeszkodom terenowym i ogniowym.

Organizację napadu i środki do przeprowadzenia go wraz z pracą wykonaną uwypukli nam przygotowanie napadu falowego przez armję austrjacką nad rzeką Piave w marcu 1918 r. Napad ten nie został wykonany, t. j. fali gazowej nie wypuszczono ze względów meteorologicznych, co jednak w niczem nie zmienia zagadnienia, obecnie nas zajmującego.

W lutym 1918 r. Naczelne Dowództwo zarządziło wykonanie napadu falowego nad rzeką Piave. Celem napadu było spowodować ciężkie straty w pierwszych linjach przeciwnika. Co się tyczy zdobycia terenu kwestja ta pozostawiona była decyzji D-twa Armji Isonzo. D-two Armji Izonzo opracowało wszystkie niezbędne rozkazy, wyszkoliło specjalne oddziały, przygotowało potrzebny sprzęt i materjał wraz z odpowiedniem przegrupowaniem oddziałów. Wszystkie te sprawy zostały przekazane oficerowi sztabu, zaś sprawy dotyczące jednoczesnego przygotowania artyleryjskiego sztabowemu oficerowi artylerji. Z Naczelnego Dowództwa, jako łącznik, był wyznaczony oficer sztabu generalnego.

Plan napadu polegał na wypuszczeniu fali gazowej, a następnie jednoczesne działanie artylerji i oddziałów miotaczy bomb amunicją gazową i wybuchową. Celem tego ognia było:

a) Amunicją — B (patrz str. 88) uczynić obronę piechoty maskami przeciwgazowemi niewystarczającą.

b) Amunicją — C obezwładnić artylerję przeciwnika poza strefą działania fali gazowej.

c) Amunicją wybuchową ogień zaporowy z trzech stron



Rys. 41. Austryjacka baterja butli gazowych.

strefy zagazowanej, celem uniemożliwienia przeciwnikowi wycofania się z terenu zagazowanego.

d) Zwalczanie samolotów nieprzyjaciela dla ułatwienia akcji swego lotnictwa.

e) Amunicją wybuchową ostrzelać wszelkiego rodzaju schrony w chwili dotarcia do nich fali gazowej.

Silne szturmowe oddziały piechoty powinny były być wysyłane po 10 — 15 minutach po wypuszczeniu fali celem złamania oporu przeciwnika i starania się o ile możności dotarcia do pozycyj artylerji nieprzyjaciela.

Za oddziałami szturmowemi miały posuwać się kompanje zdobyczne, które zabierają jeńców i przenośny materjał wojenny.

Wreszcie saperzy i patrole zaopatrzone w środki do wysadzenia i niszczenia dział, składów amunicji, magazynów i t. p.

Lotnictwo miało za zadanie:

a) obserwację fali gazowej co do szerokości i głębokości zasięgu i meldowania przez radjo dowódcom artylerji.

b) Bombardowanie schronów i gniazd karabinów maszynowych.

Były przedsięwzięte daleko idące środki ostrożności, by utrzymać napad w tajemnicy. Dywizja na odcinku której przygotowano napad dowiedziała się o tem 24 marca. Ukończenie przygotowań ze względów meteorologicznych (okresy deszczów i szata roślinna), wskazanem było do dnia 15 marca, okazało się to jednak niewykonalnem i zostało ustalone do 31-go marca.

Przygotowanie techniczne napadu falowego nad Piavą.

Przygotowanie wykonał 62 baon saperów w składzie czterech kompanji. 10-go lutego przystąpiono do zorganizowania posterunków meteorologicznych, które 23-go marca mogły funkcjonować normalnie.

Na froncie 4-ch km miało być wbudowano 8.400 butli gazowych napełnionych mieszaniną 60% fosgenu i 40% chloru. Butla zawierała 23 kg mieszaniny.

Butle przewieziono koleją, do 25-go marca w ten sposób, że dziennie na stację Oderzo z nastaniem nocy nadchodzi 2.000 butli wraz z niezbędnym sprzętem. Skąd tej samej nocy dalszy transport odbywał się samochodami ciężarowemi do składów kompanji. Do wyładowania butli w Oderzo przydzielono codziennie 200 żołnierzy piechoty. Do przewożenia 2 kolumny samochodowe, t. j. 28 samochodów 3-tonnowych.

Do przenoszenia ze składów kompanij na pozycje potrzeba było 25, 26 i 27 marca po 500 ludzi, 28-go — 1.200 i 29-go 1.600 piechurów.

Transporty samochodami i dalej ręcznie odbywały się bez przeszkód. Butle gazowe ustawiono w baterje po 20 do 40 w każdej i do 30 marca instalacja została zakończona. Przeciętnie na metr bieżący frontu wypadło na prawem skrzydle po 3, na lewem po 2,25 butli gazowych.

Na podstawie obserwacyj meteorologicznych przewidywano, że sprzyjający kierunek wiatru i odpowiednia jego szybkość o tej porze roku będzie w godzinach nocnych, wobec czego czas rozpoczęcia napadu został wyznaczony na godzinę 3-cią rano, w razie nieodpowiedniego kierunku lub szybkości wiartu rozpocząć napad o godzinę później.

Dzień wykonania napadu miał być ustalony w ten sposób, że jeśli obserwacja wiatru o godz. 21-ej pozwalała spodziewać się następnego dnia o godz. 3-ej rano pomyślnych warunków, to d-two 62 baonu meldowało o tem do d-twa dywizji. Po otrzymaniu ostatecznego zezwolenia z d-twa armji, d-two dywizji wyda rozkaz wypuszczenia gazów, od tej zaś chwili akcja będzie się rozwijać według szczegółowo opracowanego planu (str. 252).

Po wykonaniu olbrzymiej pracy transportu i instalacji butli, zorganizowaniu i wyszkoleniu oddziałów wypadowych (50 oficerów i 1.350 szeregowych), przygotowaniu środków przeprawy przez rzekę, napadu falą gazową nie wykonano z powodu nieznajomości warunków meteorologicznych włoskiej doliny górskiej. Nieznajomość warunków spowodowało spóźnione sprowadzenie oddziału chemicznego, następnie upuszczenie 2-go kwietnia sprzyjających warunków meteorologicznych, wreszcie, nastanie pory deszczowej i długie jej trwanie tylko z małemi przerwami aż do chwili kiedy rozwijająca się bujna roślinność była przeszkodą do wypuszczenia fali gazowej.

10. Skuteczność napadu falą gazową.

Fale gazowe wytworzone na większych odcinkach toczą się wgłąb terenu nieprzyjacielskiego do 30 km i powodują poważne wypadki zagazowań. Dlatego też nie zważając na trudności wykonania fali gazowej, stosowano ją w 1918 roku.

Major John Schultz w „Text-Book of the Chemical Service" podaje operacje dokonane butlami gazowemi:

„Niemcy od maja do czerwca 1915 r. wykonali conajmniej trzy napady gazowe na Rosjan, na zachód od Warszawy pod Bolimowem. We wszystkich tych napadach razem wziętych gaz wypuszczany był w ciągu prawie godziny, wszystkie one miały miejsce na tym samym odcinku frontu mniej więcej 9-cio kilometrowego. Rosjanie pozostawili na polu nie mniej jak 5.000 zabitych, a ogólna liczba zagazowanych oficerów i szeregowych wynosiła 25.000 ludzi. Jeden pułk syberyjski o stanie 4.000 ludzi stopniał w ciągu 20 minut wystawienia na działanie gazów do 4 oficerów i 400 żołnierzy.

„W tak późnym okresie wojny 23 czerwca 1918 r., kiedy można było przypuszczać, że karność gazowa dosięgła ogólnie wysokiego stopnia doskonałości, Anglicy wykonali napad gazowy przeciw Niemcom z 1.500 butli, na odcinku pod Ypres. Wśród jeńców ujętych natychmiast po tym napadzie, skonstatowano 500 wypadków poważnego zagazowania na skutek tej operacji. To samo miało miejsce w październiku 1918 r. pod Nieuport, również ze strony Anglików, a ze strony Niemców w Szampanji w styczniu 1917 r. Za każdym razem środki obrony były przygotowane i stosowane, mimo to wypadki z ludźmi, jak tu tak tam były niezmiernie ciężkie. Napad angielski pod Nieuport narazie został niedoceniony, jako mało skuteczny; dopiero później okazało się, że skutki zagazowania z 1.800 butli były olbrzymie".

Anglicy pomiędzy 11 marca a 7 października 1918 r. przy pomocy 20 kompanji chemicznych wykonali 10 napadów falowych, w tym czasie zostało opróżnionych 27.181 butli z gazem.

W ciągu całej wojny Anglicy zużyli 87.968 butli z gazem.

Ilość zagazowanych w ostatnim okresie wojny spadła znacznie w porównaniu ze stratami spowodowanemi przez pierwsze napady.

Niemcy na froncie rosyjskim wykonali nie mniej jak 10 napadów falowych: nad Bzurą, Rawką, pod Ossowcem, Włodawą, Uexküll, nad jeziorem Narocz i pod Smorgoniami. Zaś na froncie zachodnim około 40 napadów falowych. Zaprzestali wykonywać w roku 1917.

Ostatni napad falowy wykonali Niemcy 31 stycznia 1917 r. na odcinku 11,5 km w Szampanji, w rejonie Monts de Champagne. Zastosowano mieszaninę chloru i chloropikryny według innych źródeł — chlor i fosgen. 18.500 butli

z gazem co stanowi około 550 tonn gazu. Odległość pomiędzy pozycjami niemieckiemi i francuskiemi 400—500 metrów. Wiatr północno-wschodni do 3 m/sek. Powietrze suche i mroźne: godzina 16-a — 5° C, godz. 19-a — 10°.

O godzinie 16-ej min. 30, wypuszczono pierwszą falę gazową w ciągu 40 minut, drugą o godz. 19-ej również w ciągu 40 minut.

Zasięg fal gazowych głęboki: na 12-stym km od linji emisji gazu były wypadki zagazowań śmiertelnych, zagazowani poważnie — na 22-gim km; zabezpieczano się maską do 30-stu km, a do 40-stu km wyczuwało się zapach gazu.

Straty francuskie: 2.062 zagazowanych (20,6% ogólnej liczby wojsk znajdujących się na terenie zagazowanym), z których zmarło 531, z tego w polu 250, reszta w szpitalach.

Duże straty francuskie były spowodowane dogodnemi warunkami atmosferycznemi: umiarkowany wiatr, niska temperatura i suche powietrze; terenowemi: doliny szły wgłąb terenu francuskiego, równolegle do wiejącego wiatru. Napad wykonano o zmroku, co nie pozwoliło na obserwację wzrokową i wreszcie skrzepnięte od mrozu ręce zbyt powoli i niedokładnie nakładały maski w atmosferze zagazowanej.

11. Rozwój napadu falowego.

Skuteczność fali gazowej w walkach pozycyjnych była pobudką do ustawicznego jej ulepszenia, które szło w trzech kierunkach:

a) Ulepszenie materjału chemicznego, t. j. odpowiedni wybór gazu lub mieszaniny gazów.

b) Ulepszenie sprzętu do wykonania napadu.

c) Doskonalenie techniki wykonania napadu.

W ostatnich dwóch kierunkach największe postępy uczynili Amerykanie i Anglicy.

Ulepszona butla amerykańska jest dogodna do przenoszenia; waży 28,6 kg w tem 13,6 kg gazu, zaopatrzona w dwa rzemienie na hakach do zakładania przez ramię. Dno płaskie. Z chwilą postawienia butli na ziemi haki służą do podparcia jej lub do zawieszenia na ścianie okopu.

Butla otwiera się dwoma sposobami: ręcznie, albo też prądem elektrycznym, co pozwala na jednoczesne otwarcie dużej ilości butli i zmniejszenie obsługi do minimum.

Zawór oprócz mechanizmu do otwierania prądem elektrycznym posiada tłumik, głuszący skutecznie charakterystyczny gwizd przy wydobywaniu się gazu z butli, ostrzegający przeciwnika o rozpoczęciu napadu.

Skonstruowane w ten sposób butle mogą w ciągu jednej nocy być przetransportowane, zainstalowane i wypróżnione, czyli używać ich można i w wojnie ruchowej.

Ulepszenie techniki napadu polegało na usunięciu lub doprowadzeniu do minimum pracy przy instalacji butli na froncie.

Generał Fries zaznacza postęp w tym kierunku w artykule „Służba Broni Chemicznj" drukowanym w Journal of Infantry z 1922 r.

„Pod koniec wojny Anglicy poczęli posługiwać się butlami gazowemi w sposób całkiem odmienny. Obrawszy front z którego miała wyjść fala gazowa, dowozili doń koleją lub innym sposobem potrzebną ilość butli umieszczonych na wagonach, względnie samochodach ciężarowych i wypuszczali z nich gaz nie ładowując na ziemię. Pod Echelon, naprzykład, gaz został jednocześnie wyładowany z 6.000 butli za pomocą prądu elektrycznego; to samo miało

miejsce w okolicy Lens w marcu 1918 roku, z trzech pociągów, w okresie niewielu minut na małym froncie.

Metoda ta uznana została za najskuteczniejszą i najbardziej praktyczną z powodu możności prędkiego dostarczania tak dużej ilości butli na żądany odcinek frontu w czasie możliwie najkrótszym, bez ściągania uwagi nieprzyjaciela na prace przygotowawcze przy instalacji. Prócz tego metoda ta dawała możność korzystania odrazu z dogodnego wiatru".

Napady angielskie z wagonów kolejowych były wykonywane z tych odcinków toru, które były najbardziej wysunięte w stronę przeciwnika — do kilometra od pierwszych linij własnych, skąd przed napadem obsadę ewakuowano. Na taki odcinek przy odpowiednim wietrze wysyłano „pociąg gazowy" i napad wykonywano w ciągu nocy.

Ze strony armji francuskiej projektowano wykorzystać kanał wodny do puszczania pływających zbiorników z gazem, jednak zmiana linji frontu przeszkodziła wykonaniu powyższego pomysłu.

Jest do pomyślenia bardziej giętki sposób wykonania napadu falowego przez umieszczenie wielkich zbiorników z gazem na pojazdach gąsienicowych.

Falą gazową można wykonać napad, na bazę morską. Ten sposób obiecuje dać dobre wyniki, gdyż okręty mogą posiadać bardzo znaczne zapasy gazu.

ROZDZIAŁ II.

A. Świece dymne napastliwe.

Falę dymną napastliwą wytwarza się świecami dymnemi. Dym napatsliwy posiada własności przesłaniające. Środki napastliwe są to ciała stałe: chloroacetofenon, dwu-

fenyloaminochloroarsyna (adamsyt), dwufenylochloroarsyna i in.

Wytwarza się falę napastliwą na terenie i w warunkach atmosferycznych takich samych, jak falę gazową.

Świece dymne napastliwe są bezpieczne w użyciu i lekkie, co pozwala wytworzyć falę w walkach ruchowych. Maski chronią przed dymem tylko częściowo, t. j. dym po kilku — kilkunastu minutach przenika przez pochłaniacze masek. Najdłużej chroniła maska angielska i amerykańska.

1. Amerykańskie świece dymne napastliwe.

Świece napastliwe są to puszki blaszane formy różnej, zwykle cylindrycznej. Zapala się je zapalnikiem tarciowym, dym napastliwy wydziela się w ciągu 3 — 5 minut.

Substancja napastliwa wyparowuje przy pomocy ciepła wytwarzanego z mieszanin palnych.

Substancja napastliwa i substancja palna znajdują się w świecy bądź oddzielnie lub są one dokładnie zmieszane i sprasowane pod dużem ciśnieniem. Rozpowszechniony jest drugi sposób, chociaż przy tym sposobie pewien odsetek substancji napastliwej spala się.

Zależnie od zawartej substancji napastliwej świece amerykańskie są cechowane:

„C . N" — chloroacetofenon,
„D . M" — adamsyt,
„D . A" — dwufenylochloroarsyna.

Świece z substancją napastliwą, oddzieloną od mieszaniny palnej, były dwóch typów:

a) Puszka blaszana cylindrycznej formy, wewnątrz posiadała flaszkę z cienkiej żelaznej blachy, w której umieszczano środek napastliwy; flaszka była otoczona mieszaniną dymotwórczą (mieszanina Berger'a). Flaszka

zakorkowana korkiem z łatwo topliwego stopu (punkt topnienia 90°); celem dobrego przewodnictwa cieplnego posiadała flaszka wewnątrz wióry żelazne. Po zapaleniu świecy zapalnikiem tarciowym po 10-ciu sekundach wydziela się dym nienapastliwy, następnie korek się topi i po minucie



Rys. 42. Fala dymna chloroacetofenonowa.

wydziela się dym napastliwy. Dym wydziela się w ciągu 4 — 5 minut.

b) Świeca składa się z dwóch części: dolnej zawierającej mieszaninę palną i górnej zawierającej adamsyt: Adamsyt jest rozmieszczony na kilku półkach, skąd sublimuje pod wpływem ciepła gazów spalinowych. Zapala się świeca zapalnikiem tarciowym, dymi 4 minuty. Świeca zawiera 600 gr. adamsytu.

Świece ze sprasowaną substancją napastliwą i palną w budowie swej są bardziej proste.

Świeca „C. N" waży około 500 gr. i zawiera 114 gr. chloroacetofenonu. Pali się 3 minuty. Przy wietrze do 4,5 m/sek. daje obłok 200 metrów długi i 10 metrów szerokości. (Rys. 42).



Rys. 43. Fala dymna adamsytowa.

Świeca „D. M" formy cylindrycznej o średnicy 9 cm., wysokość 23 cm.; waży około 2 klg. i zawiera 600 gr. adamsytu. Dymi 4 — 5 minut. (Rys. 43).

2. Amerykańskie granaty dymne łzawiące.

Granat ręczny chloroacetofenonowy posiada skorupę granatu zaczepnego z otworami w górnej

części, przez które wydobywa się dym. Zapala się zapalnikiem automatycznym. Granat zawiera chloroacetofenonu— 25 gr, prochu bezdymnego 67 gr i magnezji 3 gr. Dymi granat 2 minuty.

Granat chloroacetofenonowy ręczny i karabinowy. Zawartość granatu ta sama co i poprzedniego. Zapalnik uderzeniowy, zaczyna dymić po 4,5 sekundach. Przy użyciu granatu, jako karabinowego, wkręca się w dno granatu pręt i wkłada się pręt do lufy. Karabin opiera się o ziemię, a kąt pochylenia karabina zależnie od odległości. Przy strzale zapalnik zapala się; granat zaczyna dymić po 4,5 sekundach. Jako granat karabinowy osiąga rzut do 200 metrów.

3. Wytwarzanie fali dymnej napastliwej.

a. Teren. Fala napastliwa, wytwarzana ze świec lub granatów, by dosięgła przeciwnika, musi posuwać się po terenie równym, otwartym. Wszelkie przezkody terenowe: wyniosłości, krzaki, zagajniki, będą zatrzymywały falę lub zmieniały kierunek ruchu. Powierzchnie wodne jezior, mórz są doskonałym terenem do posuwania się fali dymnej.

b. Wiatr. Fala dymna wytworzona we własnych stanowiskach będze przeniesiona na teren przeciwnika, wiatrem wiejącym w jego stronę, t. j. wszystkie te kierunki wiatrów, które tworzą z linją własnych stanowisk kąt nie mniejszy niż 35°, nadają się do wykonania napadu falą napastliwą. (Patrz fala gazowa).

Najodpowiedniejsza szybkość wiatru od 1 m/sek do 6 m/sek, przytem wiatr stały co do kierunku i szybkości. Deszcz lub prądy wstępujące uniemożliwiają wykonanie napadu.

Przy wykonaniu napadu falą dymną napastliwą na małym odcinku, zwłaszcza wtedy jeśli chodzi o dosięgnięcie przeciwnika dymem napastliwym na powierzchni niedużej— fala musi być dobrze „wycelowaną", by trafiła i przepłynęła ponad celem. Wycelowanie fali uskutecznia się przez zajęcie odpowiedniego odcinka, jako linji emisji dymu, w zależności od kierunku wiatru i położena celu. Postępuje się w tym wypadku następująco: odwrócić się plecami do wiatru, a wzrok skierować w kierunku wiejącego wiatru; posługując się obserwacją dymem z papierosa, uginającej się trawy, i t. p., i jeśli linja celownania wiatrem przechodzi przez środek celu, będzie to środek odcinka emisji dymu. By ten punkt znaleść trzeba zwykle przesunąć się w prawo lub w lewo wzdłuż prostopadłej do wiatru.

c. Wymiary fali. Szerokość fali jest to odcinek, na którym wytwarza się dym napastliwy.

Głębokość fali jest to odległość pomiędzy przednią a tylną krawędzią fali i jest ona tem większą, im dłużej wydzielał się dym i im szybszy wiatr. Głębokość fali jest iloczynem szybkości wiatru (m/sek) przez czas dymienia w sekundach — vt.

Wysokość fali wzrasta w miarę posuwania się fali i tem bardziej im słabszy wiatr, teren nierówniejszy i powietrze suchsze.

Zasięg fali jest to największa odległość od linji emisji, na której fala działa skutecznie, t. j. posiada jeszcze stężenie bojowe.

Zasięg fali tem większy, im dogodniejszy jest teren i warunki atmosferyczne i im ilość dymu jest większa na jednostkę przestrzeni i czasu.

100 świec chloroacetofenonowych ustawionych w odstępach 1 metr, jednocześnie zapalonych, wytworzą falę o zasięgu 1500 metrów.

2000 świec angielskich, zawierająca każda 350 g dwufenylochloroarsyny, ustawione na odcinku 300 metrów wytworzyły falę dymną o zasięgu do 10 km.

d. Szerokość odcinka napadu falowego.

Szerokość odcinka frontu, na którym wykonuje się napad falą napastliwą, nie może być mniejsza, niż szerokość celu, a przeciwnie, szerokość fali tem większa, im mniejsza szerokość celu i im cel jest odleglejszy.

Najmniejszy odcinek do wykonania napadu falą dymną nie może być mniejszy, niż 100 metrów.

Rozszerzanie się fali, przy posuwaniu się z wiatrem, wynosi 15^0 w prawo i w lewo.

e. Linja emisji dymu i sposób zapalania świec.

Na odcinku wybranym do wykonania napadu falą dymną, świece ustawia się możliwie niewidocznie dla nieprzyjaciela, tak by skryć linję emisji dymu.

Następnie świece zapala się jednocześnie. Najbardziej zdradza linję emisji moment zapalania i następne kilkanaście sekund, dopóki nie utworzy się jednolita fala dymna. (Rys. 42 i 43).

Do otrzymania większego zasięgu fali, bierze się na metr bieżący frontu większą ilość świec (do 7 świec). Świece te mogą być zapalone jednocześnie i wytworzona fala o dużem stężeniu i czasie trwania krótkim (4 — 6 minut). Lub świece można spalać serjami w ciągu dłuższego czasu. W tym wypadku napad będzie trwał dłużej, przy stężeniu mniejszem. Co jest dogodniejszem, zależy od sytuacji i celu, jaki chcemy osiągnąć i własności ochronnych maski nieprzyjaciela przed danym dymem napastliwym.

4. Napad falą dymną napastliwą.

Napad falą dymną jest łatwy do wykonania ze względu na lekkie i łatwo przenośne świece i nie wymagają specjalnych instlacyj do wytwarzania fali.

Fala dymna z dobrym skutkiem może być wytworzona na odcinku od stu metrów do kilku kilometrów. Jest ona dalszym rozwojem fali gazowej i łatwiejszą do wykonania przy walkach ruchowych.

Największy efekt da się osiągnąć przez wykonanie napadu falą gazową i dymną.

ROZDZIAŁ III.

Dymy przesłaniające. (nienapastliwe).

Świece dymne, wytwarzające dym nienapastliwy, są to puszki tekturowe lub blaszane różnej formy, napełnione substancją dymotwórczą, którą zapala się zapłonnikiem tarciowym. Świeca wydziela dym w ciągu kilku minut. Przeciętnie świece palą się od dwóch do pięciu minut; tylko wyjątkowo wielkie, mianowice dla celów obrony przeciwlotniczej (40 kg mieszaniny Berger'a) i świeca pływająca (pława dymna) używana w marynarce, palą się około dziesięciu minut.

Mieszanina dymotwórcza Berger'a zawiera:

Cynk w proszku	35%
Czterochlork węgla	41 „
Chloran sodu	9 „
Chlorek amonu	8 „
Węglan magnezu	7 „
	100%



Rys. 44. 5-cio kilogramowa świeca dymna Berger'a.

Poszczególne składniki mieszaniny Berger'a były zastępowane bardziej odpowiedniemi substancjami, jak również zmieniał się ich stosunek; skład tej mieszaniny jest tylko orjentacyjny.

Istnieje cały szereg innych mieszanin dymotwórczych, jak: trociny i parafina; naftalen, chloran potasu i chlorek amonu; chlorek ołowiu i nadchloran potasu i t. p.



Rys. 45. 40-sto kilogramowa świeca dymna Berger'a.

1. Świeca dymna Berger'a 5 kg. (Rys. 44). Wydziela szary dym w ciągu 3,5 minut.

2. Świeca dymna Berger'a 40 kg. (Rys. 45). Wydziela dym w ciągu 10 — 12 minut. Posiada czapkę do tłumienia wydobywającego się płomienia.

3. Wytwarzanie zasłon dymnych.

Świece dymne nienapastliwe są używane do wytwarzania zasłon dymnych, (rys. 46), celem ukrycia przed obserwacją przeciwnika ruchu własnych oddziałów, wzgl. wprowadzenia w błąd przeciwnika.

Wytwarza się zasłony na terenie otwartym przy wietrze wiejącym w stronę nieprzyjaciela lub równolegle do frontu.

Ilość świec do wytworzenia zasłony dymnej zależy:

a. od wielkości przesłanianego odcinka;

b. czasu przesłaniania;

c. kierunku i szybkości wiatru;

d. od pogody (jasno, pochmurno, wilgotność);

e. od czasu palenia się świecy i jej własności przesłaniających.

a. Zasłona dymna musi być 2 — 4 razy większa od przesłanianego objektu, by nie ściągnąć ześrodkowanego ognia artyleryjskiego. Nie wytwarzano mniejszych zasłon dymnych, niż na odcinku jednego kilometra.

Odległość zasłony dymnej od przesłanianego objektu powinna być możliwie dalsza, a możliwie bliżej przeciwnika; o ile bowiem weźmiemy dla przykładu skuteczność ognia piechoty poprzez zasłonę dymną, to wytwarzając zasłonę na linji własnych strzelców i na linji celu, osiągniemy niejednakowe rezultaty. Mianowicie, celność ognia piechoty przez zasłonę dymną na linji celu jest trzy razy większa, niż jeśliby piechota strzelała, znajdując się sama w dymie.

Szerokość odcinka, na którym została wytworzona zasłona przy wietrze wiejącym równolegle do linji zasłony, jest zmienna — stale się powiększa, przesuwając się z wiatrem i wytwarza zasłonę skuteczną w prawo lub w le-

wo od odcinka, (zależnie od wiatru), na którym została wytworzona.

b. Najkrótszy czas trwania zasłony jest to czas palenia się świecy. Trzeba jednak liczyć się z tem, że nawet przy jednoczesnem zapaleniu świec potrzeba około 30 — 40 sekund do sformowania zasłony, następnie ostatnie pół minuty wydziela się dym rzadki i zasłona prześwietla się, występuje to przy wietrze równoległym do frontu, natomiast przy wietrze wiejącym nawprost do nieprzyjaciela, czas trwania zasłony przy odpowiedniej odległości linji emisji dymu od nieprzyjaciela, jest trochę większy od czasu palenia się świecy.

Przy utrzymaniu zasłony w ciągu dłuższego czasu, niż czas palenia się świecy (3 — 5 minut), zwiększa się odpowiednio ilość potrzebnych świec.

c. Zależnie od kierunku wiatru w stosunku do linji zasłony, zwiększa się lub zmniejsza się ilość potrzebnych świec. Najdogodniejszy kierunek wiatru ze względu na ilość potrzebnych świec jest równoległy do linji emisji dymu, gdyż wówczas dym rozciąga się i każda świeca przesłoni większy odcinek frontu, jednak sama zasłona będzie cienka i wątła. Przy wietrze skośnym ilość świec wzrasta, a przy prostopadłym jeszcze bardziej.

Najodpowiedniejsza szybkość wiatru jest 2—6 m/sek, jeśli wiatr szybszy, świec potrzeba więcej.

Wiatr ponad 10 m/sek nie pozwala na wytworzenie zasłony dymnej. Podczas ciszy nie można wytworzyć jednolitej zasłony dymnej.

d. Dzień słoneczny wymaga dwukrotnie większej ilości świec. Promienie słońca powodują powstanie prądów wstępujących, co sprawia, że dym unosi się do góry, tworząc wysoką zasłonę.

Im większa wilgotność względna i bezwzględna powietrza, tem mniej trzeba świec dymnych. Dogodną porą do wytwarzania zasłony dymnej będzie wczesny ranek, kiedy mgła naturalna niezupełnie jeszcze rozwiała się



Rys. 46. Zasłona dymna.

i przejście do białej zasłony dymnej trudne do zaobserwowania.

Ilość świec potrzebna do wytworzenia zasłony dymnej zależna, od tylu zmiennych, nie może być obliczona teoretycznie, liczby są wzięte z praktyki dla przeciętnych warunków atmosferycznych.

Instrukcja angielska podaje zużycie świec dymnych do przesłonięcia frontu 4500 metrów i głębokości 400 mtr. w ciągu 2 godzin przy założeniu następującem: kierunek wiatru równoległy do frontu przeciwnika, szybkość 3,4 m/sek; świeca spala się w ciągu trzech minut.

Do wytworzenia i utrzymania zasłony dymnej potrzeba 180 szeregowych i 21.600 świec. Szeregowych rozsta-



Rys. 47. Zasłona dymna niejednolita.

wia się po dwóch co 50 metrów i każda grupa zapala cztery świece co 2 minuty.

Do wytworzenia zasłony tych samych wymiarów i przy tych samych warunkach tylko przy innym kierunku wiatru, mianowicie prostopadle do linji zasłony — wystarcza poprzedni personel i poprzednia ilość świec. Natomiast żołnierze powinni być rozstawieni pojedyńczo co 25 metrów wzdłuż linji zamierzonej zasłony. Każdy żołnierz ma zapalać 2 świece co 2 minuty i rozstawiać je tak, by nie powstały luki. (Rys. 47).

4. Dymne granaty ręczne i karabinowe.

Granaty ręczne i karabinowe wytwarzające dym zawierają: fosfór, czterochlorek cyny, lub kwas chlorosulfonowy. Do granatów ręcznych używa się zapalnika automatycznego, zaś do granatów karabinowych uderzeniowego.

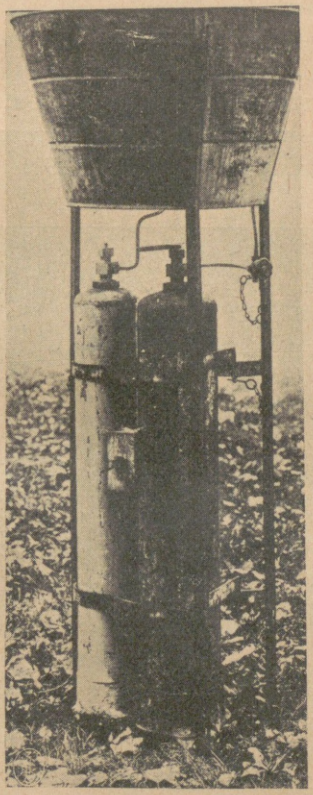
Najlepszemi okazały się granaty fosforowe, które były w użyciu w armji francuskiej i amerykańskiej. Granat fosforowy ręczny, po rzucie, eksploduje po pięciu sekundach. Wybuch granatu nie działa odłamkami, lecz rozrzuca we wszystkich kierunkach w promieniu 15 — 20 metrów cząstki palącego się fosforu, które powodują poważne oparzenia lub wzniecają pożar. Fosfór pali się około dwóch minut i tworzy biały obłok dymu.

Granaty karabinowe posiadają do rzutu pręty wkręcane w dno granatu i wkładane do lufy. Ładunek prochowy jest to zwykły nabój karabinowy bez kuli.

Największą donośność osiąga się, gdy karabin jest pochylony pod kątem 45°. W warunkach sprzyjających osiąga się donośność do 230 metrów.

Dymy, które powstają z granatów posiadają własności duszące.

Wytworzenie na większym odcinku zasłony dymnej granatami jest niemożliwem, ze względu na małą zawartość materjału dymotwórczego. Jednak przeciw celom małym, zwłaszcza jeśli chodzi o oślepienie przeciwnika na poszczególnych jego punktach, granaty dymne mogą oddać pewne usługi. Najkorzystniej jest umieszczać dym możliwie blisko przeciwnika i odpowiednio do kierunku wiatru tak, by dym przeszedł ponad celem.

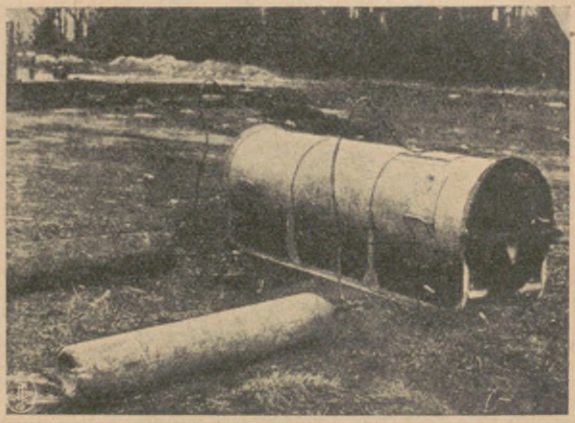


Rys. 48. Francuski furmator Verdier'a.

B. Zadymianie powierzchni.

1. Fumatory.

Fumator składa się z dwóch butli stalowych, w których znajdują się substancje dymotwórcze pod ciśnieniem kilkudziesięciu atmosfer. (Rys. 48 i 49).



Rys. 49. Fumator używany na pokładzie okrętu.

Materjałem dymotwórczym są: czterochlorek cyny, krzemu lub tytanu w mieszaninie z amonjakiem lub dwutlenek siarki z amonjakiem.

Butle są połączone rurkami z otwartym cylindrem, w którym substancje reagują ze sobą i są wyrzucane nazewnątrz w postaci białego dymu. Dymi fumator w ciągu 15 — 20 minut.

Fumator Verdier'a. (Rys. 48 i 50).

Fumator składa się z dwóch butli: jedna butla napełniona czterochlorkiem cyny, druga amonjakiem. Mieszanie się cieczy następuje w ten sposób, że rura wypustowa



Rys. 50. Fumator Verdier'a w działaniu.

z chlorkiem cyny zakończona jest rozpylaczem i znajduje się u góry, natomiast rura z amonjakiem zakończona injektorem znajduje się na dole klosza. Dym wytwarza się w ciągu 15 minut. (Rys. 50).



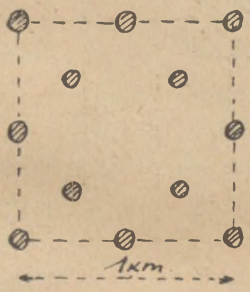
Rys. 51. Fumator pokładowy w działaniu

Wysokość dymu z fumatora sięga 30 — 50 metrów; szerokość 50 — 100 metrów, zaś długość w kierunku wiejącego wiatru, która wzrasta w miarę wypustu dymu nie przekracza 1500 metrów.

2. Zadymianie powierzchni.

Fumatory były używane do zadymiania powierzchni celem maskowania przeciwlotniczego. Do takiego maskowania dym musi być wytworzony na większej powierzchni, aby nie zdradzić zamiarów, co mianowicie maskuje się.

Zadymianie jest możliwe przy wietrze słabym lub umiarkowanym. Fumatory Verdier'a są rozstawiane co 200 — 400 mtr. od siebie na jednej lub dwóch linjach równoległych. Ten sposób ustawiania fumatorów niezawsze pozwala na skuteczne zadymienie. O wiele lepszy wynik osiągnięto, ustawiając 12 fumatorów na powierzchni jednego kilometra kwadratowego. (Rys. 52). Dwanaście takich posterunków dymnych zadymi w ciągu pięciu minut



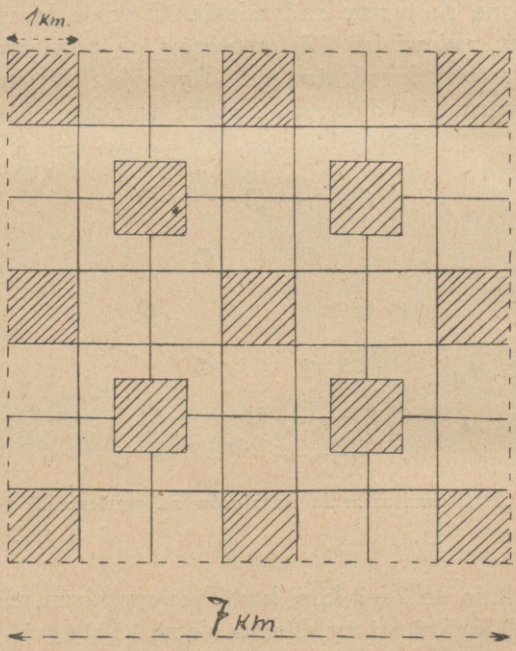
Rys. 52. Rozmieszczenie fumatorów na powierzchni 1 km²

powierzchnię do 2—3 klm. kw. Tym sposobem przy zadymieniu 49 km² fumatory ustawia się na 13-stu pojedyńczych kwadratach (1 km²), rozmieszczonych w szachownicę. (Rys. 53). Do tego potrzeba 12 fumatorów × 13 = 156 fumatorów i tyleż ludzi do obsługi, to jest 156.

Zamaskowanie powierzchni 16 km² na przeciąg czasu 2—2,5 godzin wymaga około sześciu tonn materjału dymotwórczego.

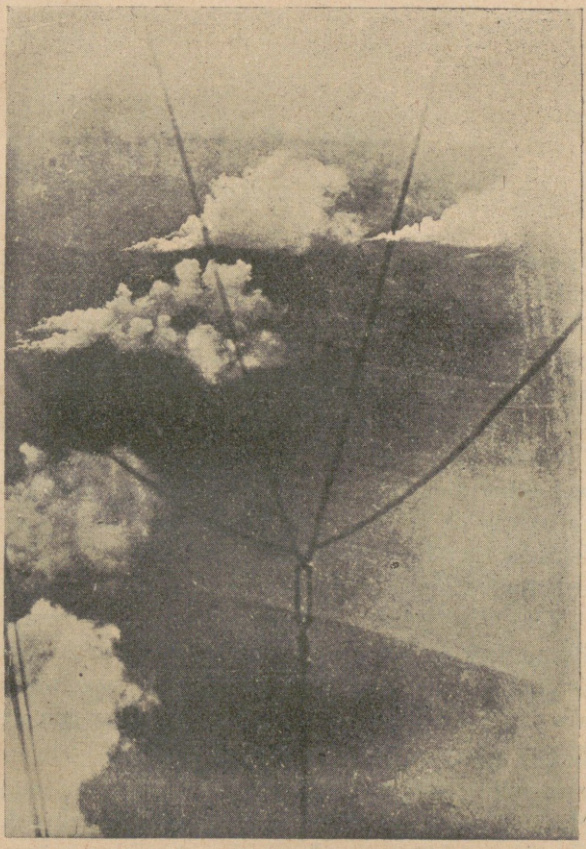
Do zadymiania przeciwlotniczego używano również świec Berger'a 40 kg, które, tak jak fumatory, były ustawiane na miejsca stałe.

Zadymienie winno być rozpoczęte jednocześnie na całej powierzchni. Fumatory otwiera się ręcznie, świece Berger'a zapala się prądem elektrycznym.



Rys. 53. Zadymianie większych powierzchni.

Rys. 54 daje nam widok z balonu na zadymiony teren po dwóch minutach od czasu rozpoczęcia zadymiania.



Rys. 54. Początek zadymiania.

CZĘŚĆ PIĄTA.

Miotacz płomieni.

Miotacz płomieni składa się z trzech części: z dwóch zbiorników, z których jeden zawiera azot pod ciśnieniem 15—25 atmosfer, a drugi ciecz łatwo palną i z sikawki 3—4 m długości.

Zbiorniki są połączone ze sobą; pod wpływem ciśnienia azotu płyn (mieszanina nafty z benzyną) zostaje wyrzucony nazewnątrz i zapalony specjalnym automatycznym zapłonnikiem u wylotu sikawki. Powstaje długi płomień i gęsty czarny dym.

Istnieją trzy typy miotaczy płomieni: lekki przenośny, ciężki stały i trzeci rodzaj — mina zapalająca, którą zakopuje się do ziemi i zapala się prądem elektrycznym.

Przenośny miotacz używany był w natarciu i noszony na plecach, drugi — ciężki, ustawiany w przednich linjach okopów, był używany do obrony przy odpieraniu natarcia.

Lekki miotacz dawał płomień długości 25 metrów, który w miarę spadku ciśnienia w rezerwuarze zmniejszał się. Miotacz dawał płomień w ciągu 15—25 sekund.

Ciężkie miotacze płomieni, ustawiane w przednich okopach, składały się nieraz z całego szeregu zbiorników, przez co czas działania miotacza trwał od 1,5 do 3 minut, a zwiększone ciśnienie wydłużało płomień do 80 metrów.

Miotacze płomieni (miny zapalające), zakładane do ziemi, uzupełniają pola minowe.

CZĘŚĆ SZÓSTA.

Walka chemiczna lotnicza.

Lotnictwo podczas wojny światowej stosowało bojowe środki chemiczne w szczupłym zakresie, mianowicie tylko bomby zapalające i dymne; przyczem bomby dymne używane były dla celów sygnalizacji i wstrzeliwania.

Natomiast najpotężniejsza grupa środków chemicznych — gazy bojowe nie były stosowane. Lotnictwo bomb gazowych do swego użytku nie posiadało.

Obecnie, po wojnie, kwestja użycia gazów bojowych jest wszechstronnie badana.

1. Gazy bojowe.

Użycie gazów bojowych przez lotnictwo omówimy tu tylko z punktu widzenia technicznych możliwości zastosowania w przyszłych walkach.

Gazowe bomby lotnicze mogą być ładowane gazami lotnemi i trwałemi; po wybuchu utworzą obłok gazowy, lub plamę chemiczną. Przyczem bardziej będą odpowiednie bomby duże do gazów lotnych, bomby kalibrów mniejszych do gazów trwałych.

Bombami o gazach trwałych można wytwarzać nietylko duże plamy chemiczne, lecz i cały szereg mniejszych. Rozprysk bomby musiałby nastąpić wtedy na pewnej wysokości nad powierzchnią ziemi.

Ilość potrzebnego gazu bojowego do skutecznego zagazowania wyznaczonego celu oblicza się analogicznie do ilości gazów bojowych przy strzelaniu artyleryjskiem (str. 118, 120).



Rys. 55. Wybuch bomby fosforowej.

Gazów trwałych przeciętnie na metr kwadratowy daje się około 8 — 12 gramów.

Rozpryskiwacz gazów trwałych był projektowany w czasie wojny światowej. Miał on składać się z dwóch zbiorników: jednego z luizytem drugiego z dwutlenkiem węgla (CO_2). Luizyt pod wpływem ciśnienia (CO_2) byłby wyrzucany z szybkością lotu samolotu

w przeciwnym kierunku. Wobec tego, krople luizytu, pozbawione ruchu poziomego swobodnie opadałyby pod wpływem siły ciężkości na powierzchnię ziemi. Krople luizytu musiałyby posiadać odpowiednią wielkość, żeby parując podczas opadania nie znikały przed powierzchnią ziemi. Tym sposobem zagazowany teren byłby równomiernie pokryty kropelkami trwałego gazu bojowego (luizytu) i dlatego luizyt nazwano „rosą śmierci".



Rys. 56. Kotara dymna.

Zraszanie terenu gazami trwałemi (luizyt, iperyt) jest trudne do wykonania, z powodu tego, że lotnik musiałby lecieć nie wyżej niż 200 metrów nad ziemią. W przeciwnym razie będzie zbyt dużo straconej cieczy przez wyparowanie podczas długiej drogi i następnie małe prawdopodobieństwo opadania kropelek na cel ze względu na wiatr.

Jeżeli zamiast cieczy (luizyt, iperyt) zastosować środki chemiczne w stanie stałym, to straty przez parowanie znikną, a zamiast rozpryskiwania środków chemicznych mielibyśmy „o p y l a n i e". Podobne opylanie z samolotów wykonuje się przy niszczeniu szkodników lasów i pól.

2. Dymy bojowe.

Bomby dymne zwłaszcza fosforowe mogą być stosowane w walce lotnictwa z flotą morską jak również przeciw artylerji przeciwlotniczej, tu i tam dając bardzo dobre wyniki (rys. 55). Bomby te zawierają do 50 kg fosforu.

Równolegle z pracami nad wytwarzaniem dymu na powierzchni ziemi pracują Amerykanie nad wytwarzaniem dymów na pewnej wysokości nad powierzchnią ziemi.

Do wytwarzania dymu na wysokości służą fumatory.

Fumatory są dwóch rodzajów:

a) zwykły fumator (str. 276) dostosowany do samolotu;

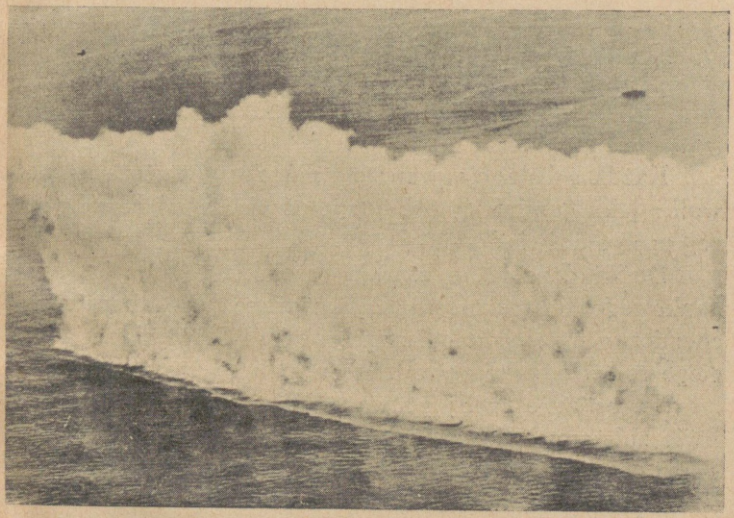
b) rozpryskiwacz cieczy dymotwórczej, który wyrzuca ciecz, a dym powstaje przez parowanie opadających kropelek.

Budowa rozpryskiwacza z cieczą dymotwórczą jest taka sama jak rozpryskiwacza gazów bojowych (str. 284). Materjał dymotwórczy jest zwykle czterochlorek tytanu.

Rys. 56 i 57 przedstawiają pionowe zasłony dymne (kotary) wytworzone rozpryskiwaczem.

Wytworzone zasłony pionowe posiadają od 1 do 3 metrów grubości. Inne wymiary zasłony zależą od ilości czterochlorku tytanu w fumatorze i od wysokości lotu samolotu.

Samolot większych rozmiarów może wytworzyć zasłonę dymną w ciągu minuty: długość 1.500 metrów, wysokość 200 metrów.



Rys. 57. Kotara dymna, opierająca się o powierzchnię morza.

CZĘŚĆ SIÓDMA.

Poligon chemiczny.

Każda substancja przedtem nim została użyta na polu walki, jako gaz lub dym bojowy, przejść musiała cały szereg prób i doświadczeń.

Doświadczenia te bywają dwojakiego rodzaju: ściśle naukowego i techniczne, wykonywane w laboratorjach chemicznych, toksykologicznych i t. p. i doświadczenia drugiego rodzaju, przeprowadzane w polu.

Te ostatnie próby prowadzone są w warunkach możliwie zbliżonych do warunkach bojowych, a wynik ich decyduje o przyjęciu lub odrzuceniu danej substancji.

Oprócz zdatności samej substancji, doświadczenia w polu określają dobroć i celowość użytego przyrządu i sprzętu, dając możność ustalenia najdogodniejszych warunków ich funkcjonowania.

Użycie środków chemicznych jest uzależnione od wielu czynników stale się zmieniających podczas walki, które decydują o skuteczności bojowych środków chemicznych. Czynnikami temi, poza substancją i metodą jej użycia, są przedewszystkiem — pogoda i teren.

Doświadczenia wykonane w terenie przy rozmaitych warunkach pogody pozwalają określić optimum warunków, jak również dopuszczalne odchylenia od nich.

Znane oddawna chemikom i toksykologom, jako silnie trujące substancje: cyjanek potasu, kwas pruski, merkaptany, kakodyl i inne okazały się na polu walki mało skuteczne lub zupełnie nieszkodliwe.

Podczas wojny światowej obie strony walczące zorganizowały pola doświadczalne walki chemicznej, które nazwano „poligonami chemicznemi" lub „gazowemi".

W roku 1918 cały szereg poligonów chemicznych pracuje nad rozwojem walki chemicznej: francuskie w Versailles, Entressin i Satory, angielskie w Porton, amerykańskie w Lakehurst i Hanlon (Francja).

Niemcy posiadając przewagę przemysłu chemicznego nie potrzebowali przeprowadzać tak dokładnych i żmudnych doświadczeń jak Sprzymierzeni, wobec czego doświadczalnem polem dla Niemców było pole walki. Z tego powodu chemiczne poligony w Niemczech nie były, prawdopodobnie, urządzone na tak dużą skalę jak u Sprzymierzonych.

Poligon chemiczny jest to teren formy wieloboku, wydłużonego w kierunku dominujących wiatrów, większa część równa, słabo porośnięta trawą, pozostała falista i zalesiona.

Wymiary wahają się w dość szerokich granicach od 7 do 15-tu km długości i do 3 — 7 km szerokości, o całkowitej powierzchni 25 — 70 km².

Poligon posiada urządzenia do badania ruchu fali gazowej i działania pocisków chemicznych. Urządzenia te pozwalają śledzić za ruchem fali gazowej, za spadkiem stężenia w zależności od odległości linji emisji gazu i ilości wypuszczonego gazu, jak również efektu fizjologicznego na zwierzęta umieszczone wzdłuż drogi posuwającej się fali, i t. p. Jednocześnie określa się wpływ czynników atmosferycznych: wiatru, ciepła, wilgotności.

Stosując różne metody ustawiania butli w baterje, ustala się także sposób najbardziej racjonalny i najszybszy.

Cały szereg mozolnych prób i doświadczeń tego rodzaju pozwolił na ustalenie zasad i opracowanie instrukcyj do wykonania napadów gazowych w warunkach bojowych.

Próby z pociskiem gazowym i dymnym były wykonywane analogicznie do fali gazowej, celem określenia najdogodniejszych warunków ich działania, jak również ustalenia metody strzelania i ilości potrzebnych pocisków do wytworzenia stężenia bojowego.

Poligon chemiczny posiada stację meteorologiczną, laboratorjum chemiczne, pracownię techniczną, pracownię fizjologiczną, vivarium (psy, króliki i t. p.) — aparat fotograficzny i aparat do zdjęć kinematograficznych.

179

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
BIBLIOTEKA
Gen. Wład. Świerczewskiego

SPIS RZECZY.

Str.

PRZEDMOWA 5
SŁOWO WSTĘPNE 7
WSTĘP 13
Skuteczność bojowych środków chemicznych 16
Czynniki rozwoju walki chemicznej 19

Część pierwsza.

Systematyka bojowych środków chemicznych . . . . . 25 — 96

Rozdział I. Bojowe własności środków chemicznych 25
A. Własności fizjologiczne bojowych środków chemicznych . . 26
1. Podział fizjologiczny 26
2. Działanie opóźnione 28
3. Kumulacja 28
4. Zapach środków chemicznych 29
5. Stężenie bojowe 30
B. Podział środków chemicznych w stosunku do własności ochronnych maski 40
C. Własności fizyczne środków chemicznych 41
1. Lotność 44
a. Prężność pary 46
b. Temperatura topnienia 48
c. Ciepło parowania 52
2. Gęstość środków chemicznych 53
3. Rozszerzalność środków chemicznych od ciepła . . . 55
4. Energja powierzchniowa 56
a. Adsorbcja 60

Str.

Rozdział II. Mieszaniny bojowych środków chemicznych 61

Rozdział III. Bojowe środki chemiczne w terenie 62

A. Metody skażania środowiska 62

B. Dymy bojowe 68
1. Dymy przesłaniające nienapastliwe 68
2. Dymy napastliwe 70

C. Czas skutecznego trwania gazów i dymów bojowych w terenie 73
1. Gazy bojowe 74
2. Dymy bojowe 75

D. Wpływ pogody na gazy i dymy bojowe 75
1. Obłok gazowy 76
2. Najdogodniejsze warunki atmosferyczne dla obłoku gazowego 78
3. Obłok dymny 79
4. Najdogodniejsze warunki atmosferyczne dla obłoku dymnego 80
5. Plama chemiczna 81

E. Wpływ terenu na gazy i dymy bojowe 82
1. Rzeźba terenu i roślinność 82
2. Grunt 84

F. Chemiczne działanie wody na środki bojowe 84

Rozdział IV. Cechowanie amunicji chemicznej . 86

A. Rosyjskie cechowanie pocisków gazowych 87

B. Austrjacko-węgierskie cechowanie pocisków gazowych . . 88

C. Francuskie cechowanie pocisków chemicznych 89

D. Amerykańskie cechowanie pocisków chemicznych 90

E. Angielskie cechowanie pocisków chemicznych 94

F. Niemieckie cechowanie amunicji chemicznej 94
1. Cechowanie pocisków artyleryjskich 95
2. Cechowanie bomb do miotaczy 95
3. Granaty ręczne gazowe 96

Str.

Część druga.

Walka artyleryjska środkami chemicznemi . . . . . 97 - 228

Rozdział I. Ogólne zasady techniki walki chemicznej 97

Rozdział II. A. Pocisk chemiczny 100

A. Pocisk gazowy 107
1. Budowa pocisku gazowego 107
a. Skorupa pocisku 107
b. Napełnianie pocisków gazami bojowemi . . . 109
c. Ładunek wybuchowy albo rozpylający 113
d. Zapalnik 115
e. Uszczelnienie francuskiego pocisku gazowego . 115
2. Działanie pocisków gazowych 116
a. Pociski o gazach lotnych 117
b. Pociski o gazach trwałych 118
3 Ilość potrzebnych pocisków gazowych do wytworzenia stężenia bojowego 118
a. Pociski o gazach lotnych i średniotrwałych . . 118
b. Pociski o gazach trwałych 120
4. Najodpowiedniejszy kaliber pocisków dla gazów lotnych i trwałych 122

B. Pocisk dymny 123

C. Pocisk gazowo-kruszący 123
1. Pocisk niebieski krzyż 126
a. Budowa i działanie pocisku 126
2. Pocisk zielony krzyż 2 128
3. Pocisk podwójny krzyż żółty 129
4. Pocisk podwójny krzyż zielony 131

E. Pocisk zapalający 131

Rozdział III. Strzelanie artylerji pociskami gazowemi 134

A. Rodzaje ognia pociskami gazowemi. 135
1. Strzelanie pociskami o gazach lotnych 138
a. Pogoda i teren 138
b. Ogień niszczący 140

Str.
c. Ogień obezwładniający 143
d. Przykłady z wojny światowej 145
e. Ogień wzbraniający 147
f. Strzelanie pociskami o gazach lotnych i wybuchowemi 148
2. Strzelanie pociskami o gazach trwałych 148
a. Pogoda i teren 148
b. Ogień obezwładniający 149
c. Ogień wzbraniający 150
3. Niemiecka metoda strzelania pociskami gazowemi . . 152
B. Instrukcja użycia pocisków zielonego krzyża 153
I. Metody strzelania pociskami zielonego krzyża. . . 153
II. Ogólne 155
III. Przygotowanie ognia skutecznego 157
IV. Ogień nękający 165
C. Przykłady niemieckich ostrzeliwań pociskami gazowemi . . 168

Rozdział IV. Strzelanie pociskami dymnemi. . . 169

Rozdział V. Strzelanie pociskami gazowo-kruszącemi 171
A. Strzelanie pociskami niebieski krzyż 172
1. Rola pocisku chemicznego w przygotowaniu natarcia . 175

Rozdział VI. Organizacja artyleryjskiej walki chemicznej 176
Rozdział VII. Walka chemiczna miotaczami bomb 182
A. Niemiecki lekki miotacz bomb 76 mm. 183
B. Niemiecki średni miotacz bomb 17 cm. 184
C. Strzelanie bombami gazowemi 185
D. 81 mm. moździerz Stokes'a 187
E. Francuski miotacz bomb Nr. 1 188

Część trzecia.

Specjalne miotacze do walki chemicznej . . . . . 190 — 228

Rozdział I. 4-ro calowy moździerz Stokes'a . . . 191

Str

1. Opis moździerza 191
2. Bomba Stokes'a 193
3. Opakowanie i transport 194
4. Wybór pozycji i ustawienie moździerza 195
5. Przygotowanie strzału 196
6. Strzelanie bombami gazowemi 198
7. Strzelanie bombami dymnemi 200
8. Strzelanie bombami zapalającemi 201

Rozdział II. Miotacz Livens'a 202

A. Angielski miotacz Livens'a 202
1. Opis miotacza 203
2. Budowa baterji miotaczy Livens'ów 207
3. Przygotowanie baterji do strzału 209
4. Wykonanie napadu z miotaczy Livens'a 210
a. Ilość miotaczy 211
b. Ugrupowanie bateryj 211
c. Warunki meteorologiczne 212
d. Zabezpieczenie własnych wojsk 214
e. Napady angielskie 215

B. Amerykański miotacz Livens'a 216

C. Niemiecki miotacz typu Livens'a 217
1. 18-cm. gładki miotacz 217
2. Napady niemieckie 219
3. 158 mm. gwintowany miotacz Livens'a 222

D. Austrjacko-węgierski miotacz Livens'a 223

E. Francuski miotacz Livens'a 228

F. Włoski miotacz Livens'a 228

Część czwarta.

Napad falowy . . . . . 229 — 281

Rozdział I. Fala gazowa 230
1. Opis butli gazowej 230
2 Materjał chemiczny 235

Str.
3. Warunki terenowe 237
4. Warunki meteorologiczne 238
5. Wymiary i ruch fali gazowej 240
6. Ilość potrzebnego gazu do wytworzenia fali 244
7. Łączenie butli gazowych w baterje 246
a. Baterja niemiecka 246
b. Baterja francuska 247
c. Baterja rosyjska 248
8. Wykonanie napadu falowego 250
9. Organizacja napadu falowego 251
10. Skuteczność napadu falą gazową 256
11. Rozwój napadu falowego 258

Rozdział II. Fala dymna napastliwa 260

A. Świece dymne napastliwe 260
1. Amerykańskie świece dymne napastliwe 261
2. Amerykańskie granaty dymne łzawiące 263
3. Wytwarzanie fali dymnej 264
a. Teren 264
b. Wiatr 264
c. Wymiary fali 265
d. Szerokość odcinka 266
e. Linja emisji 266
4. Napad falą dymną 267

Rozdział III. Dymy przesłaniające (nienapastliwe) 267

1. Świeca dymna Bergera 5 kg. 269
2. Świeca dymna Bergera 40 kg. 269
3. Wytwarzanie zasłon dymnych 270
4. Dymne granaty ręczne i karabinowe 274

B. Zadymianie powierzchni 276
1. Fumator Verdier'a. 277
2. Zadymianie powierzchni 278

Część piąta.

Miotacz płomieni 282

Str.

Część szósta.

Walka chemiczna lotnicza 283

1. Gazy bojowe 283
2. Dymy bojowe 286

Część siódma.

Poligon chemiczny 288

Tablica rysunków kolorowych.

Tablica pocisków gazowych i gazowo-kruszących niemieckich.

Spis rzeczy 291

Spis rysunków 298

SPIS RYSUNKÓW.

		Str.
Rys. 1.	Ruch obłoku gazowego	77
„ 2.	Cechowanie amerykańskich pocisków chemicznych . .	92
„ 3.	Skorupa francuskiego pocisku gazowego z wkrętką na ładunek wybuchowy	109
„ 4.	Niemiecki pocisk gazowy zielony krzyż.	Tab. kol.
„ 5.	„ „ „ żółty „	„ „
„ 6	„ „ „ „ „	„ „
„ 7.	„ „ „ „ „	„ „
„ 8.	Skorupa fr. pocisku gazowego z wydłużoną wkrętką na materjał dymotwórczy . . . . . Rys. 3 i 8. Ministère de l'Armement. Inspection des études et expériences chimiques. Conférences sur les projectiles spéciaux. Paris — 1917.	116
„ 9.	Niemiecki pocisk dymny zawierający środek dymotwórczy w stanie stałym	124
„ 10.	Niemiecki pocisk dymny zawierający środek dymny ciekły Rys. 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 30 i 31. Grand Quartier Général des Armées de l'Est. Artillerie allemande. Les projectiles. Paris — 1919.	124
„ 11.	Efekt wybuchu pocisku fosforowego	125
„ 12.	Pocisk gazowo-kruszący niebieski krzyż	Tab. kol.
„ 13.	„ „ „ podwójny żółty krzyż . „ „	
„ 14.	„ zapalający	132
„ 15.	Czworobok gazowy	174
„ 16.	Niemieckie strzelanie „pstrym krzyżem" pod Uekskull 1 września 1917 r.	Tab. kol.
„ 17.	Niemieckie ostrzeliwanie chemiczne w czasie od 9— 19-go marca 1918 r.	„ „

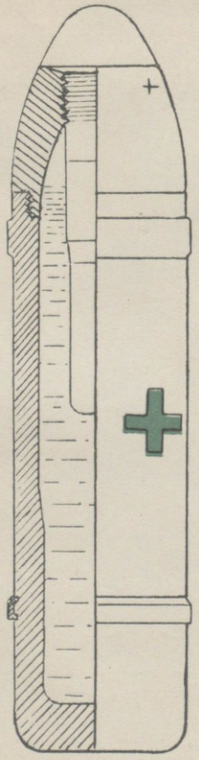
Str.

Rys. 18. Niemieckie ostrzeliwanie chemiczne 21 marca 1918 r. Tab. kol.
Rys. 15, 16, 17 i 18. Rudolf Hanslian. — Der Chemische Krieg. Berlin 1927.
„ 19. Miotacz bomb Erhardt'a 76 mm. 183
„ 20. 81 mm. miotacz Stokes'a 188
„ 21. 4-ro calowy miotacz Stokes'a 192
„ 22. Lufa miotacza Livens'a 203
„ 23. Miotacz Livens'a 206
„ 24. Baterja miotaczy Livens'a 208
Lefebure Major: The Riddle of the Rhine. New-York, 1923.
„ 25. Baterja miotaczy Livens'a 209
E. B. Vedder. The medical aspects of Chemical Warfare. — Baltimore, 1926.
„ 26. Oddanie salwy z kilkunastu bateryj Livens'a 212
„ 27. Wykres kierunków wiatrów przy których można wykonać napad z miotaczy Livens'a 213
„ 28. Niemieckie baterje miotaczy typu Livens'a 217
„ 29. „ „ „ „ „ 218
„ 30. 182 mm. bomba gazowa do niemieckiego miotacza Livensa 220
„ 31. 158 mm. „ „ „ „ gwintowanego miotacza Livens'a . . . . . Tab. kol.
„ 32. Francuskie butle gazowe i kolektory 232
Dr. J. Meyer. Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe. Leipzig, 1925.
„ 33. Wykres kierunków wiatrów dogodnych do wykonania napadu falą gazową 239
„ 34. Wymiary fali gazowej 241
„ 35. Fala gazowa 243
Amos. A. Fries. Chemical Warfare — New-York, 1921.
„ 36. Krzywe spadku stężenia w zależności od ilości gazu i szybkości wiatru 244
Bojewoje primienienije chimiczeskich sredstw. Zapasnaja Chimiczeskaja Rota — 1917.
„ 37. Niemiecka baterja butli gazowych 246
Fr. Seesselberg. Der Stellungskrieg. Berlin — 1926.
„ 38. Francuska baterja butli gazowych 248
Cours de sciences appliquées. Gaz de combat. — Paris, 1927.

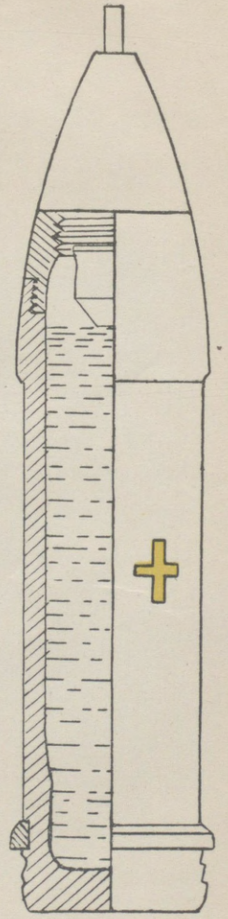
Str.

Rys. 39. Schemat rosyjskiego sposobu łączenia butli gazowych z kolektorem 249
„ 40. Rosyjska baterja butli gazowych 250
Wojna i Tiechnika. Wojenno-Chimiczeskoje dielo. Moskwa 1925.
„ 41. Austrjacka baterja butli gazowych 253
„ 42. Fala dymna chloroacetofenonowa 262
„ 43. „ „ adamsytowa 263
„ 44. 5-cio kilogramowa świeca Bergera 268
„ 45. 40-sto „ „ „ 269
„ 46. Zasłona dymna 272
„ 47. Niejednolita zasłona dymna 273
„ 48. Francuski fumator Verdier'a 275
„ 49. Fumator używany na pokładzie okrętów 276
„ 50. Fumator Verdier'a w działaniu 277
„ 51. „ pokładowy „ „ 278
„ 52. Rozmieszczenie fumatorów na 1 km.² 279
„ 53. Zadymianie większych powierzchni 280
Colonel D. P. Bloch. La guerre chimique — 1927.
„ 54. Początek zadymiania 281
„ 55. Wybuch bomby fosforowej 284
„ 56. Kotara dymna 285
„ 57. „ „ opierająca się o powierzchnię morza . 287

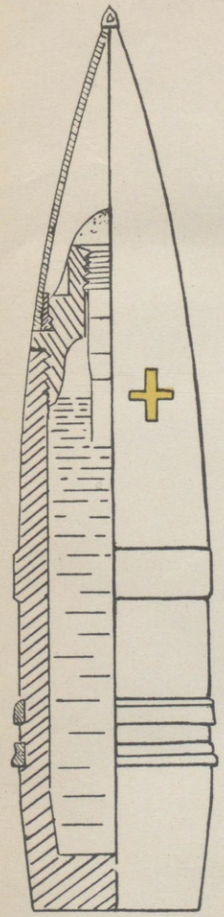
Biblioteka Akademii Sztabu Generalnego



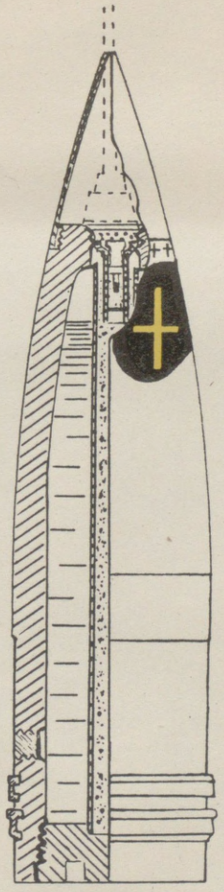
Rys. 4. Niemiecki pocisk gazowy zielony krzyż.



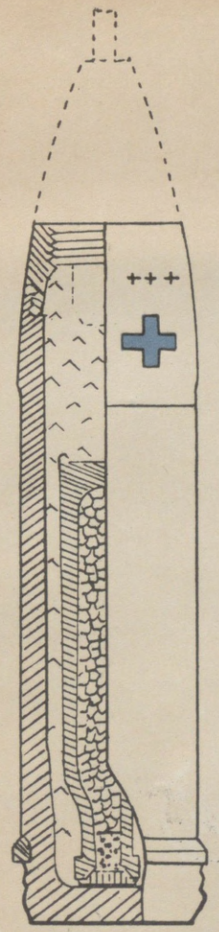
Rys. 5. Niemiecki pocisk gazowy żółty krzyż.



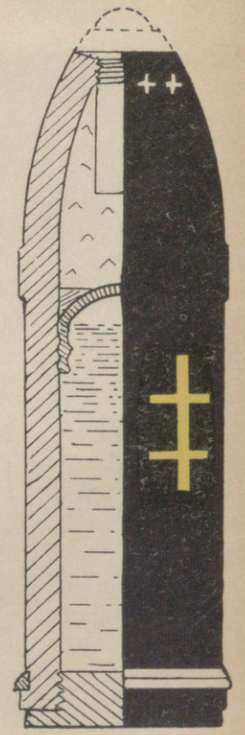
Rys. 6. 17 cm niemiecki pocisk gazowy żółty krzyż



Rys. 7. Pocisk gazowy iperytowy. Materjał wybuchowy wzdłuż osi pocisku.

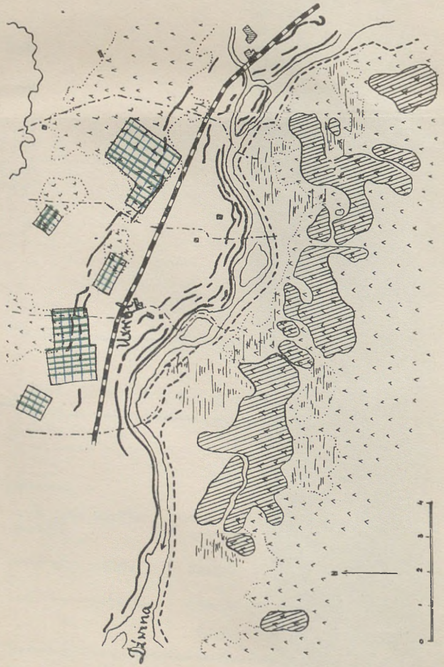


Rys. 12. Pocisk gazowo-kruszący sternitowy.

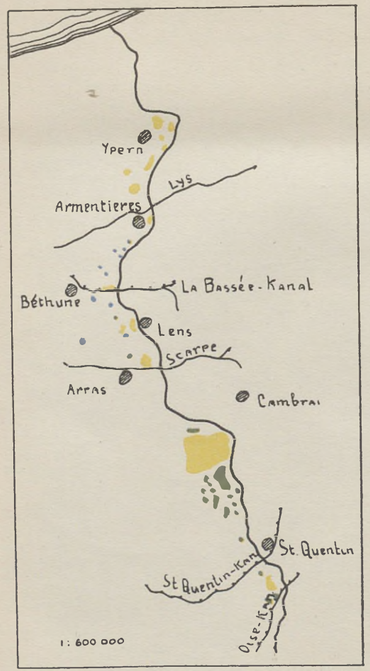


Rys. 13. Pocisk gazowo-kruszący iperytowy.

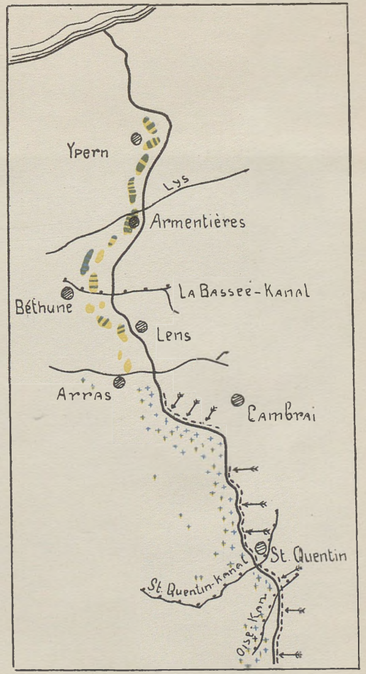
Biblioteka Akademii Sztabu Generalnego



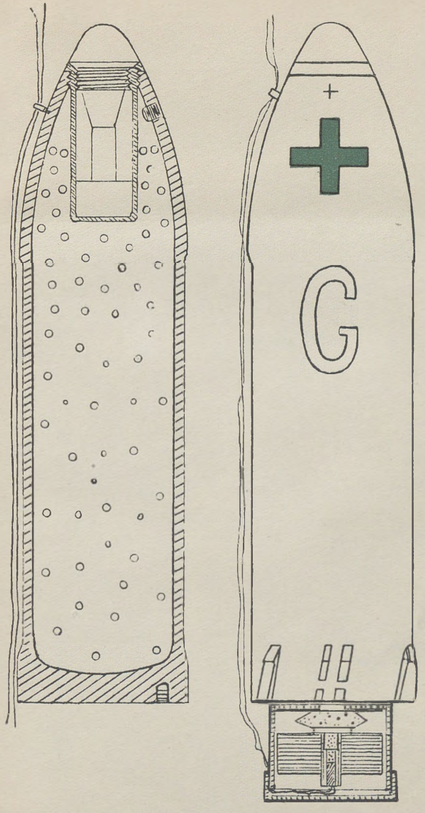
Rys. 16. Niemieckie strzelanie „pstrym krzyżem" pod Uxkül 1 września 1917 r.



Rys. 17. Strzelanie chemiczne od 9 do 19.III. 18 r.



Rys. 18. Strzelanie chemiczne dn. 21.III. 18 r.



Rys. 31. 158 mm bomba gazowa do gwintowanego miotacza Livens'a

TABELA 28.

Pociski gazowe i gazowo-kruszące artylerji niemieckiej pod koniec wojny (listopad 1918 r.)

Tableux des obus à gaz en usage à la fin des Hostilités (Novembre 1918). Ministère de la Guerre. Inspection des études et expériences techniques de l'artillerie.

	Rodzaj pocisku	*Zielony krzyż*	*Zielony krzyż 1.*	*Zielony krzyż 2.*	*Zielony krzyż 3.*		*Żółty krzyż.*	*Niebieski krzyż.*	*Podwójny krzyż zielony.*	*Podwójny krzyż żółty.*	
	Cechowanie pocisków	Krzyż zielony na dnie pocisku i mały krzyż tłoczony na głowicy	Krzyż zielony na dnie pocisku i mały krzyż tłoczony na głowicy	Krzyż zielony na dnie pocisku i mały krzyż tłoczony na głowicy	(Poprzednio jako żółty krzyż 1). Krzyż żółty w zielonej obwódce albo krzyż zielony na dnie pocisku; dwa małe krzyże i rzymska jedynka lub jeden mały krzyż tłoczone na głowicy. Duchloroetyloarsyna, dwubromometyloeter w stosunku zmiennym. Nowe cechowanie: w czarnym kręgu biały krzyż, na krzyżu zielona cyfra 3. Stare cechowanie: w czarnym kręgu żółty krzyż z białym krążkiem w środku i zielona cyfra 1.		Krzyż żółty na dnie i dwa żółte krzyże na walcu pocisku; dwa małe krzyże tłoczone na głowicy.	Krzyż niebieski na dnie i 2 krzyże niebieskie na walcu pocisku; 3 małe krzyże tłoczone na głowicy.	Podwójny krzyż zielonv na dnie i dwa podwójne krzyże małe na walcu pocisku i zielony krzyż tłoczony na głow.	Podwójny krzyż żółty na dnie i dwa podwójne krzyże żółte na walcu pocisku; dwa małe krzyże tłoczone na głowicy.	
	Gaz bojowy	Dwufosgen i chloropikryna w stosunku zmiennym	Fenylodwuchlorokarbylamina lub bromowane ketony.	Dwufosgen, fosgen i dwufenylochloroarsyna, w stosunku zmiennym	W czarnym równoległoboku biały krzyż, na krzyżu zielona cyfra 2.		Iperyt.	Chloro albo cjanodwufenyloarsyna zawarta w butelce i umieszczona wewnątrz materjału kruszącego (2). W białym trójkącie niebieski krzyż. (1) W sierpniu 1918 r. znaleziono także dwufenylochloroarsynę i etylokarbazol w stosunku zmiennym. (2) Materjał kruszący: trotyl i trójnitroanizol, albo trotyl i trójnitronaftalen.	Fosgen.	Podwójny krzyż żółty. Są to pociski gazowo-kruszące; zawierają materj. kruszący w górnej części i gaz bojowy w dolnej, oddzielony przeponą metalową i zabezpieczoną specjalnym cementem.	Iperyt.	
	Cechowanie koszy	W czarnym czworoboku biały krzyż. Zaprzestano elaborować we wrześniu 18 r.	W czarnym czworoboku biały krzyż na krzyżu zielona cyfra 1. Zaprzestano elaborować we wrześniu 1918 r.				W czarnym kręgu żółty krzyż.		Cechowanie kosza nieznane. Są to pociski gazowo-kruszące; zawierają materj. kruszący w górnej części i gaz bojowy w dolnej, oddzielony przeponą metalową i zabezpieczoną specjalnym cementem. Znaleziono poraz pierwszy w marcu 1918 r.	W czarnym sześcioboku podwójny krzyż żółty. Są to pociski mixt: zawierają materjał kruszący w górnej części i gaz bojowy — (ciecz) w dolnej, oddzielony przeponą metaiową zabezpieczoną specjalnym cementem. Znaleziono poraz pierwszy w marcu 1918 r.	
Kaliber	Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	(1) L.F.K Gr. E.K Z 17 7,325 kg 23 g 670 cm³ 1,040 kg — Dwufosgen 65%, chloropikryna 35% Typ (1) i (2) nie produkowano we wrześniu 1918 r. Typ (3) produkcji późniejszej (2) L.F.K.Gr. K.Z.14 n/A 7,2 kg 23 g 670 cm³ 0.980 kg 600 cm³ (3) K.Gr 16 E K Z.17 — — —	L, F. K. Gr. K. Z. 14 n/A — 23 g 670 cm³ — — Bromoketony Zaprzestano eleborować we wrześniu 1918 r.				Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	(1) L. F. K. Gr. E. K. Z. 17 7,080 kg 23 g 670 cm³ 765 g 585 cm³ Iperyt Typ (1) zaprzestano elaborować we wrześniu 1918 r. (2) K. Gr. 16 E. K. Z. 17 6,180 kg 23 g 550 cm³ 610 g 480 cm³ Iperyt	(1) L. F. K. Gr. E K Z. 16 lub 17 7,375 kg tolit lub trójnitroanizol otacza butelkę 140 g w butelce Chloro lub cjanodwufenyloarsyna Typ (1) zaprzestano elaborować we wrześniu 1918 r. (2) K. Gr. 16 E. K. Z. 17 — w butelce			*Kaliber*
7,7 cm.											7,7 cm.
10,5 cm haubice i armaty	Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	L. F. H. Gr. E. H. Z. 17 15,270 kg 23 g 1400 cm³ 1.970 kg 1200 cm³ Dwufosgen i chloropikryna w ilośc. zmiennych L. F. H. Gr. H. Z. 14 Fb 16,010 kg 55 g 1400 cm³ — 1300 cm³	L. F. H. Gr. E. H. Z. 17 — 23 g 1400 cm³ — — Fenylodwuchlorokarbylamina L. F. H. Gr. H. Z. 14 Fb 15,270 kg 55 g 1400 cm³ 1,850 kg 1320 cm³		L. F. H. Gr. E. H. Z. 17 15,520 kg. 23 g 1400 cm³ 2,250 kg 1225 cm³ Dwuchloromety loarsyna, dwubromometyloarsyna, dwuchlorometyloeter*) *) sam lub w ilościach zmiennych		Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	L F. H. Gr. E. H Z. 17 15,485 kg 23 g 1400 cm³ 1,500 kg 1200 cm³ Iperyt	L. F. H. Gr. E. H. Z. 16 lub 17 15,855 kg tolit lub trójnitroanizol otacza butelkę 370 g w butelce chloro lub cjanodwufenyloarsyna albo chlorodwufenyloarsyna i N-etylokarbazol.		L. F. H Gr. E. H 17 Wykazany w dokumentach niemieckich	10,5 cm haubice i armaty
10,5 armaty	Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	10 cm Gr. 15 Gr. Z 04 17,500 kg 90 g 1370 cm³ 2.200 kg 1240 cm³ Dwufosgen i chloropikryna w ilościach zmiennych. 10 cm Gr 15 Gr. Z. 14 n/A — 63 g 1370 cm³ — —					Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	10 cm Gr. 15 Gr. Z. 14 N/A — 63 g 1370 cm³ — — Iperyt	15 cm Gr. 15 Gr. Z. 14 N/A — — — — w butelce chloro lub cjanodwufenyloarsyna			10,5 armaty
15 cm haubice i armaty	Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	15 cm Gr. 12 n/A Gr Z 04 i Gr. Z. 14 n/A 41,600 g 62 g 4100 cm³ 6,200 kg 3730 cm³ Dwufosgen, chloropikryna w ilościach zmiennych	15 cm Gr. 12 n/A 15 cm Gr. 12 n/A Gr.Z.04 i Gr Z.14n/A Gr.Z.14 n/A 40.800 kg 40.110 kg 62 g 62 g 4100 cm³ 4100 am³ 5,600 kg³ 4,780 kg 3,900 cm³ 3,500 cm³ Bromoketony — Fenylodwuchlorokarbylamina Pociski tadowane chlorofenylokarbylaminą często posiada,ą na walcu pocisku czarne M.	15cm Gr.12 n/A 15cm Gr.12n/A Gr. Z 92 Gr. Z. 17 41,420 kg — 165 g 165 g 3900 cm 3900 cm³ 4 700 kg — 3170 cm³ 3170 cm³ Fosgen, dwufosgen i dwufenylochloroarsyna. — Zaprzestano używać prawdopodobie w połowie 1918 r. Dokument niemiecki z listopada 1917 wskazuje na istnienie 15 cm Gr. (verst) zielony krzyż 2.		Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	15 cm Gr. 12 n/A 15 cm Gr.12 (Verst) Gr.Z.92 lub Gr.Z.17 Z 17 Gr. Z. 14 n/A 40 500 kg. 40.600 lub Gr Z. 17 165 g 152 g 3930 cm³ 3100 cm³ 4,500 kg 3.450 kg 3620 cm³ 2700 cm² Iperyt	15 cm Gr. 12 n/A 15 cm Gr. 12 (Vest) Gr. Z 14 n/A Gr. Z. 14 n/A lub Gr Z. 17 lub Gr. Z. 17 4,225 kg — Tolit i dwunitrobenzen otacza butelkę 1350 g 1000 cm³ Chloro lub cjanodwufenyloarsyna	15 cm Gr. 12 (Vest) Gr. Z. 17 40,200 kg 1170 g 2400 cm³ 3,220 kg — Fosgen czysty, techniczny.	15 cm Gr. 12 (Verst) Gr. Z. 14 n/A 39.800 kg 750 g 2400 cm³ 2,720 kg 2200 cm³ Iperyt	15 cm. haubice i armaty
15 i 17 cm armaty	Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj						Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	15 cm Hb. Gr. 16 Gr. Z. 04 48.130 kg 90 g 3320 cm³ 3.820 kg 3090 cm³ Iperyt			17 cm Spgr I/4,7 żółty krzyż Gr. Z. 04 62,100 kg 90 g 4900 cm³ 5,500 kg 4440 cm³ Iperyt	15 i 17 cm armaty
21 cm	Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	21 cm Gr. 96 n/A Gr. Z. 17 (albo Gr. Z. 92) 120,070 kg 920 g 10600 cm³ 16.300 kg 9900 cm³ Dwufosgen — chloropikryna	21 cm Gr. 96 n/A Gr. 17 (albo Gr. Z. 92) — 920 g 10600 cm³ — — Fenylodwuchlorokarbylamina	21 cm Gr. 96 n/A Gr. Z 17 (albo Gr. Z. 92) 116,500 kg 920 g 10600 cm³ 12,030 kg 8000 cm³ Fosgen, dwufosgen, dwufenylochloroarsyna zaprzestano używać prawdopodobnie w połowie 1918 r. Dokument niemiecki z listopada 1917 r. wskazuje na istnienie 21 cm Gr. 17 — zielony krzyż 2	21 cm Gr. 96 n/A Gr. Z. 17 120,100 kg 920 g 10600 cm³ 15,050 kg 9500 cm³ Dwuchloroetylenoarsyna, dwubromoetylenoarsyna, dwuchlorometyloeter same lub mieszanina.	Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	21 cm Gr. 96 n/A 21 cm Gr. 17 Gr. Z. 17 Gr. Z. 14 n/A 116 kg 920 g 10600 cm³ Wykazane w dokumentach niemiec. 12,400 kg 10000 cm³ Iperyt	21 cm Gr. 17 Gr. Z. 17 120.000 kg tolit i dwunitrobenzen 3850 g. cjanodwufenyloarsyny Cjanodwufenyloarsyna zawarta w stalowej powłoce, pogrążonej w cement i znajduje się wewnątrz materjału kruszącego.	21 cm Gr. 17 Gr. Z. 14 lub Gr. Z. 17 Rozpoczęto elaborację	21 cm Gr. 17 Gr. Z. 14 lub Gr. Z. 17 Wykazany w dokumentach niemieckich	21 cm.
24 cm	Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj						Pocisk Zapalnik Ciężar pocisku Ładunek wybuchowy Pojemność pocisku Środek chemiczny: ciężar / objętość / rodzaj	24 cm Spgr L/4, 1 (Haube) żółty krzyż Hb. Gr. Z. 17 1560 g 11,34 kg 9150 cm³ Iperyt	Uwaga: Pocisk 13 cm żółty krzyż elaborowano w październiku 1918 r.			24 cm

RODZAJ ŚRODKÓW CHEMICZNYCH.

Nazwy zwykłe	Nazwy chemiczne	Wzory	Nazwy zwykłe	Nazwy chemiczne	Wzory
—	Ketony bromowane	$CH_3-CO-CH_2Br$ i $CH_3-CO_2-C_2H_4Br$	"	Dwufenylochloroarsyna	$(C_6H_5)_2$ As Cl
Fosgen	Tlenochlorek węgla	CO Cl_2	"	Dwufenylocjanoarsyna	$(C_6H_5)_2$ As CN
Dwufosgen (konwencjonalnie)	Chloromrówczan trójchlorometylu	$(CO-Cl_2)_2$ albo $Cl-CO_2C$ Cl_3	"	Dwuchloroetyloarsyna	C_2H_5 As Cl_2
Surpalit			"	Dwubromoetyloarsyna	C_2H_5 As Br_2
Chloropikryna	Chloroform nitrowany	C Cl_3-NO_2	"	Dwuchlorometyloester	CH_2Cl O CH_2 Cl
Iperyt (konwencjonalnie)	Beta - beta - dwuchloroetylenosulfina	$(CH_2-CH_2$ Cl$)_2$S.	"	Fenylodwuchlorokarbylamina	$C_6H_5-N=C=Cl_2$
			"	N-etylokarbazol	$C_6H_4 \rangle N-C_2H_5$ C_6H_4

PONIŻSZE POCISKI ZOSTAŁY WYCOFANE Z UŻYTKU NA POCZĄTKU 1918 r.

Kaliber	Typ pocisku	Zapalnik	Płyn toksyczny	Znakowanie
77 mm	K. Gr. 15 zielony krzyż L. F. K. Gr. " "	K. Z 14 K. Z. 14, albo K. Z. 14 n/A	Surpalit Ketony bromowane	Zielony krzyż na dnie pocisku
105 mm	L. FH. Cr. T L. FH. Gr. zielony krzyż	H. Z. 14	Bromek benzylu albo ksylilu Ketony bromowane	Zielony krzyż na dnie pocisku
150 mm	15 cm Gr. 12 : T albo 15 cm Gr. 12 n/A:	Gr. Z. 04	Bromek benzylu albo ksylilu	Głowica pocisku czarna, T czarne
	" — T zielony	"	Ketony bromow. i bromek ksylilu	Głowica pocisku zielona, T zielone
	" — K	"	Palit	Głowica pocisku żółta, K żółte

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
5033+ zał.
20-000179-000-0