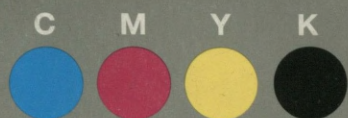


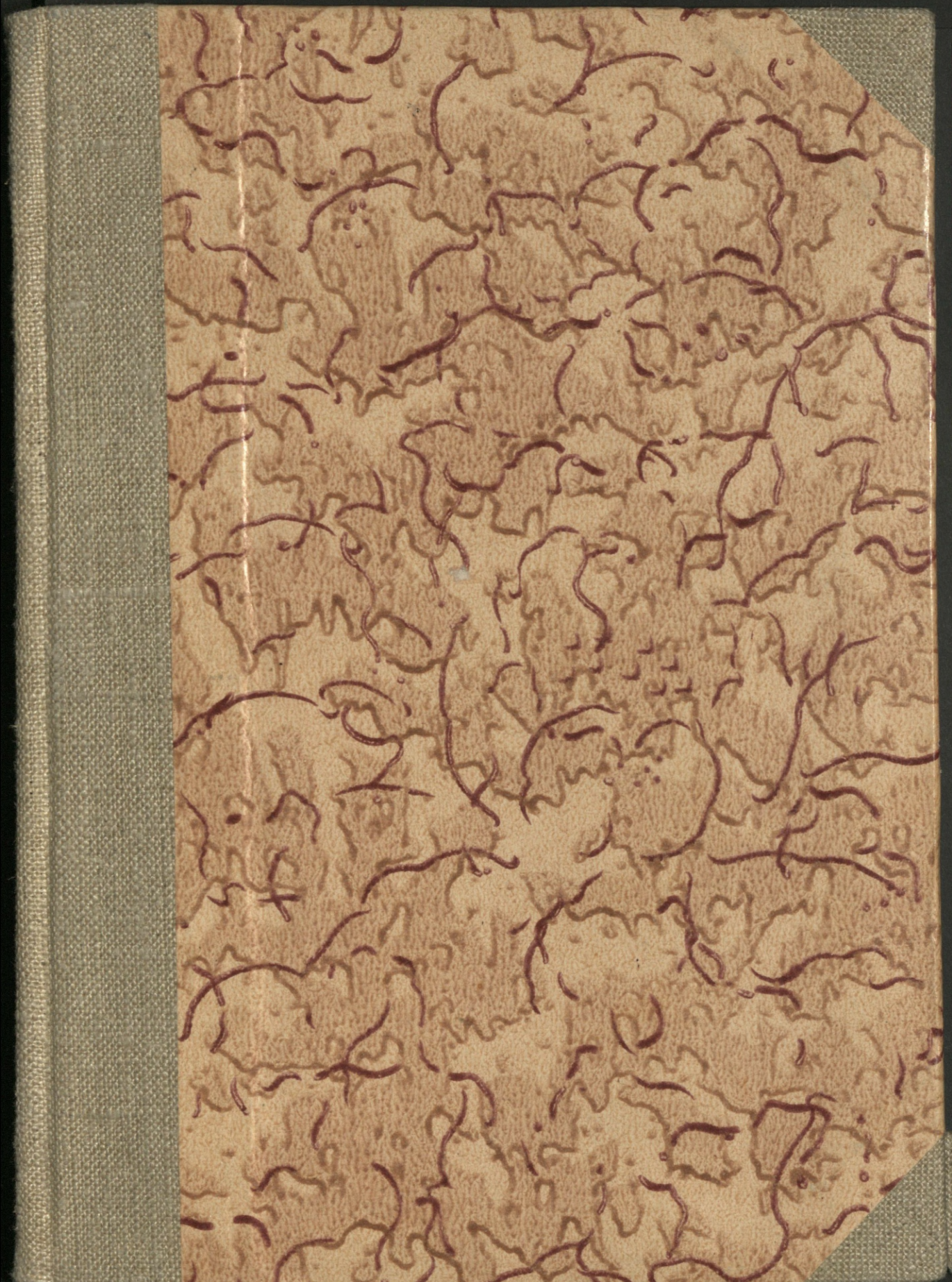


Grey Scale #13

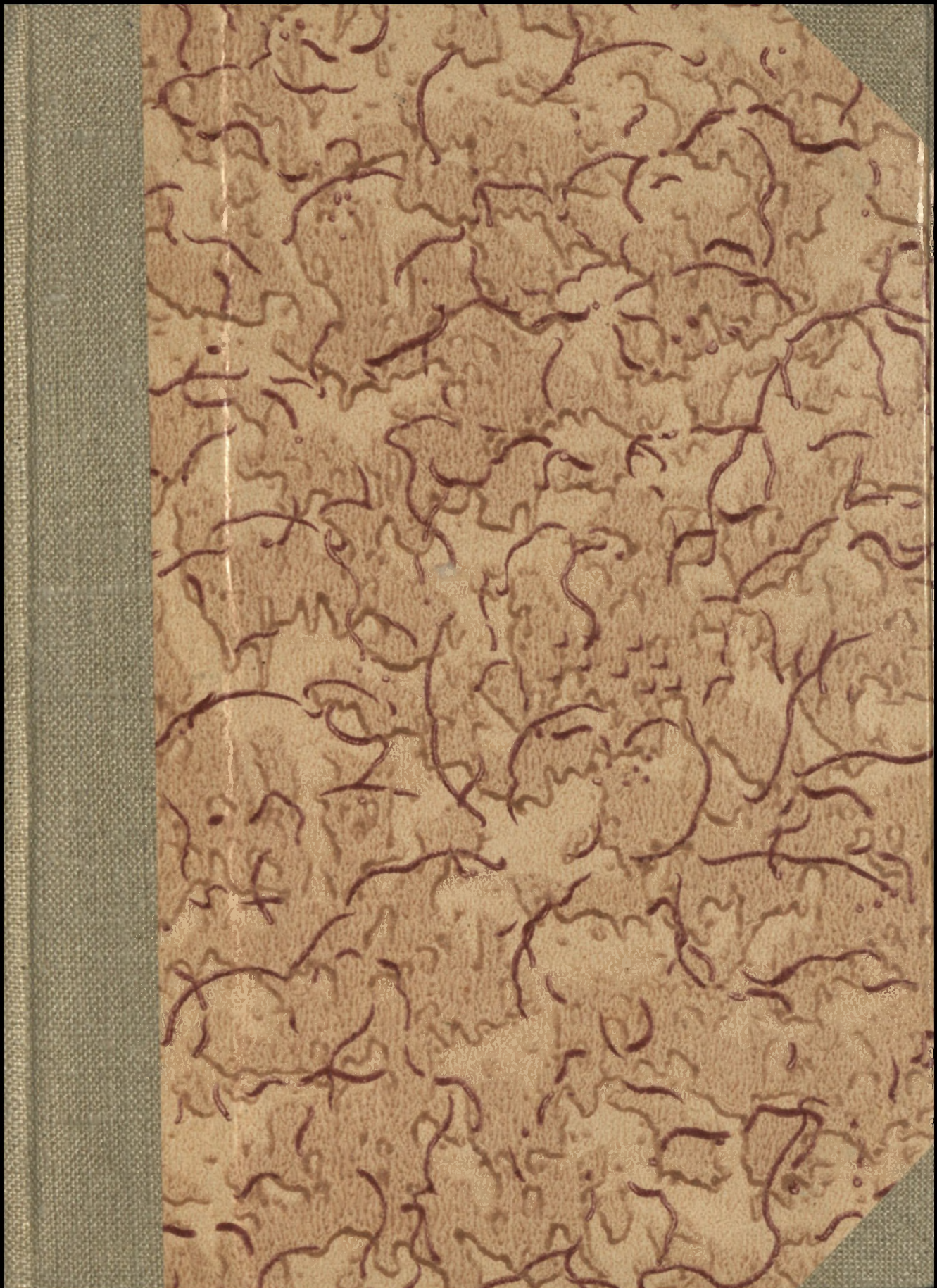


DANES-PICTA .COM

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19









P.27.726

**ANDRZEJ POMIAN-BOCZKOWSKI**  
**B. ASYSTENT UNIwersYTETU KIJOWSKIEGO**

---

clap.?

# **CO WINNIŚMY WIEDZIEĆ O WALCE CHEMICZNEJ**

**1934**

---

**NAKŁADEM ZWIĄZKU ZAWODOWEGO FARMACEUTÓW  
PRACOWNIKÓW W RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ**

**WARSZAWA,**

**Marszałkowska 138**



355.3 (358.5)



33943 / 2

D.558/504  
19 X1 49



## WSTĘP.

Wielki dramat p. t. „Wojna Światowa“ zakończył się przed 15 laty.

Wielu uczestników tego dramatu pozostało na arenie teatru wojny na zawsze. Ci co wrócili do swych domostw, nieraz wspominają po dzień dzisiejszy złego geniusza ludzkości, który jako reżyser wielkiego i dziejowego dramatu, podporządkował sobie, nietylko miliony ludzi, lecz wyzyskał naukę, wyeksploatował wiedzę, technikę i przyrodę.

A gdy zabrakło surowca — żelaza do walki, podporządkował sobie atomy gazów bojowych, które siały jeszcze większe spustoszenia od pocisków armatnich.

Niektórzy z żyjących obecnie byli świadkami tego dziejowego dramatu ludów o niezliczonej ilości odsłon i obrazów, większość społeczeństwa, szczęśliwym zbiegiem okoliczności, uniknęła tego widowiska.

Młode pokolenie, które podrosło w czasie ostatnich 15 lat powojennych, uważa wojnę światową, jako już dawno miniony fakt historyczny i, czytając wspomnienia z okresu tej wojny, nieśmiało zadaje pytania: „czyżby tak być mogło“? Czy geniusz i myśl ludzka byłyby tak podłe, że wyzyskały najnowsze postępy techniki i nauki dla mordu narodów?

A jednak tak jest, życie twierdzi, że „nie można cofać postępu chociażby w swych skutkach był stokrotnie straszniejszy od dawnych metod“.

Niektórzy uważają, że zastosowanie gazów bojowych stało się koniecznością, gdyż fortyfikacje żelazo-betonowe skuteczny stawiają opór pociskom kruszącym, a zatem tylko gaz może wykurzyć nieprzyjaciela z wzmocnionego ukrycia i tem przyspieszyć koniec wojny.

Niektórzy historycy wojny twierdzą, że przyszłe wojsko widzą jako wojsko chemiczno-gazowe, albowiem gaz nietylko w przyziemnych warstwach atmosfery, lecz i w górnych odegra wielką rolę.

Na podstawie osobistych przeżyć, wspomnień, notatek, literatury i rozważań podamy może najhaniałniejszy fragment dramatu z wojny światowej (niegodny cywilizacji XX. wieku), a mianowicie — stosowanie broni chemicznej czyli t. zw. gazów bojowych, by uświadomić o przyszłej możliwości nowego dramatu, który musimy prze-trwać i — zwyciężyć.

AUTOR.



## OD WYDAWCÓW

Związek Zawodowy Farmaceutów Pracowników w Rzeczypospolitej Polskiej jeszcze w roku 1924 powziął myśl przeszkolenia wszystkich członków swej organizacji w dziedzinie obrony przeciwgazowej, uważając to za konieczne ze względu na charakter samego zawodu oraz — na stanowisko społeczne farmaceutów. W lokalu Związku wygłoszono na powyższy temat cały szereg referatów. Jednym z pierwszych prelegentów (1924 r.) był Szan. Autor niniejszej pracy p. kol. A. Boczkowski. W latach 1931 — 1933 Stołeczny Komitet L. O. P. P. przeszkolił na terenie Związku kilkuset farmaceutów w charakterze instruktorów obrony przeciwgazowej.

Poza tem w Warszawie zorganizował się Farmaceutyczny Komitet Międzystowarzyszeniowy do obrony przeciwgazowej, który również przeszkolił pokaźną liczbę farmaceutów.

Ogółem w Warszawie zorganizowano dotychczas 6 kursów dla instruktorów obrony przeciwgazowej przy stołecznym Komitecie L. O. P. P., powiększając w ten sposób zespół instruktorów obrony przeciwgazowej o 400 osób, posiadających za sobą studia uniwersyteckie przyrodniczo - chemiczne. Na prowincji również przeszkolono kilkuset farmaceutów.

Ponieważ Zarząd Zw. Zaw. Farm. Prac., jak i inne pokrewne organizacje farmaceutyczne, nie chcą poprzestać na tych kilku kursach, a dążeniem ich jest przeszkolenie wszystkich kolegów rozsianych na całym obszarze Państwa, przeto wytoniła się konieczność wydania taniego i dostępnego podręcznika z zakresu walki chemicznej.

W tym celu zwróciliśmy się do zasłużonego w tej dziedzinie jednego z pierwszych propagatorów obrony przeciwgazowej (od 1919 r.) p. kol. M-ra A. Boczkowskiego, który nam użyczył do druku swą pracę, składającą się z szeregu systematycznie ułożonych odczytów, obejmujących w głównych zarysach całokształt walki chemicznej, obrony przeciwgazowej i ratownictwa zagazowanych.

Uzyskany materiał postaraliśmy się ująć w postaci książki p. t. „Co winniśmy wiedzieć o walce chemicznej“, celem popularyzowania tak ważnego zagadnienia, jakim jest obrona przeciwgazowa, nie tylko wśród farmaceutów, lecz i wśród szerszych warstw społeczeństwa.

Zarząd Główny  
Zw. Zaw. Farmaceutów Pracowników  
w Rz. Pol.



## CZEŚĆ I. OGÓLNA.

### HISTORJA BRONI CHEMICZNEJ.

Przed wojną światową niewiele osób zdawało sobie sprawę, jak wybitną rolę odgrywa i może odegrać w przyszłości podczas wojny — chemja.

Sukcesy zastosowania broni chemicznej podczas ostatniej wojny światowej w postaci gazów, substancyj trujących stałych i płynów żrących — były tak widoczne, że nawet zdeklarowani ignoranci i sceptycy uznali takowe, jako broń najniebezpieczniejszą.

Przed wojną światową powszechnie mniemano, że zadanie chemji w wojsku polega li tylko na wytwarzaniu substancyj wybuchowych i pirotechnicznych, t. j. takich materiałów, które posiadają pewien zasób nagromadzonej energii, a którą w miarę potrzeby odpowiednio się wyzyskuje. Lecz co dziwne, nie brano pod uwagę zasadniczej różnicy pomiędzy chemicznymi środkami bojowymi, a resztą materiału bojowego, chociaż ta kwestja już była omawiana i poruszana na konferencjach w Hadze w r. 1899 i r. 1907. A mianowicie, 29 lipca w roku 1899 została podpisana po raz pierwszy umowa przez wszystkie prawie państwa, z wyjątkiem Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, zabraniająca używania podczas wojny gazów duszących i trujących. Po raz drugi zaś w r. 1907, na takiej samej konferencji w Hadze, na wniosek Niemców, potwierdzono w artykule 25 — zakaz używania gazów trujących, gdzie jednocześnie została zagwarantowana nietykalność Belgji. Byliśmy jednak świadkami, jak „solennie” Niemcy dotrzymały swych obietnic—po dwukrotnie podpisanej przez nich umowie, co do nietykalności Belgji (w r. 1914) i niestosowania gazów bojowych.



Na konferencji w Hadze — Niemcy już dążyli do uśpienia czujności świata, szykując się sami do wojny i to wojny chemicznej.

Jak wspomnieliśmy poprzednio, ani w r. 1899 w Hadze, ani też w r. 1907 tylko Stany Zjednoczone Ameryki Północnej nie podpisały umowy, motywując swoje stanowisko mniej więcej, tem, że ten środek walki jest jeszcze mało znany i niewypróbowany, że jeśli sięgniemy dawnych czasów, to podobne zarzuty czynione były przeciw używaniu broni palnej, minom, torpedom, które nazywano bronią nieludzką, środkiem barbarzyńskim, niedopuszczalnym u narodów chrześcijańskich z punktu widzenia religijnego. Lecz dziś, gdy bez wszelkiego zastrzeżenia używane są karabiny maszynowe, miny, torpedy, olbrzymiej wagi pociski, gdy jest rzeczą dopuszczalną stosowanie łodzi podwodnych, tych kretów morskich o ich taktycznym zadaniu topienia nie tylko statków wojennych, transportów wojskowych, statków szpitalnych, lecz nawet i statków pasażerskich, wrzucając nieraz po kilkaset ludzi do głębin morskich na otwartem morzu, bez żadnej nadziei na ratunek, gdy wreszcie dopuszczalnem jest bombardowanie z aeroplanów miast i ludności cywilnej — byłoby rzeczą nielogiczną rozczulać się nad losem zatrutych gazami, skoro wojna została powszechnie uznana za nieuniknioną i legalny środek walki.

W dalszej części wspomnimy o skutkach, jakie powodują gazy bojowe oraz o sposobach ich stosowania. Obecnie, chcąc obalić dowodzenia niektórych osób, że gazy bojowe są wynalazkiem Niemców, jesteśmy zmuszeni cofnąć się nieco i przypomnieć niektóre fakty historyczne i poniekąd spostrzeżenia przyrodnicze, czyli fenologiczne.

## **OKRES NEOLITYCZNY, BUDOWA STRZAŁ Z KRZEMIENIA.**

Truciznę, jako sposób walki, spotykamy oddawna we wszystkich szczeblach cywilizacji narodów.

Należy przypuszczać, że pierwsze spostrzeżenia o działaniu trucizn pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego wynalazł człowiek - jaskiniowiec podczas omyłkowego spożycia trujących owoców, ziół, korzeni lub też wskutek ukąszenia przez jadowite gady.

Te pierwsze doświadczenia mogły go skłonić do zastosowania tych jadów przy zwalczaniu przeciwnika zapomocą zatrucia mu jądła lub napoju.

W tym to czasie, śmiało rzec możemy, kryje się początek wojny



chemicznej. Dalszy postęp cywilizacji nauczył jaskiniowca zatruchiwać oręż walki, t. j. maczugi, włócznie, harpuny i dzidy, a potem strzały.

Ze źródeł historycznych czerpiemy wiadomości, że Celtowie, Scytowie, Germanowie i Słowianie szeroko stosowali użycie strzał zatrutych. Plemiona zaś dzikie Afryki Południowej, Azji i Ameryki do dziś dnia używają trucizn pochodzenia roślinnego i zwierzęcego do zatrutowania strzał; niektóre z tych trucizn są nam częściowo znane, inne zaś jak np. kurarę już dokładnie zbadano.

Większość zaś trucizn, zależnie od miejscowej fauny i flory, są to skomplikowane mieszaniny silnych jądów.

Sposób otrzymywania jednakże był przechowywany w głębokiej tajemnicy, były to dość silnie działające jady, szybko i skutecznie zatrzymujące rany.

W miarę rozwoju kultury i cywilizacji, stosowanie trucizn lub zatrutej broni uważano w starożytnym Rzymie i Grecji za hańbę — prawdziwi rycerze rzymscy nie używali zatrutej broni, chociaż niejednokrotnie broń taka licznie ich uśmiercała.

Niewielkie greckie państewka, w czasie rozkwitu swej kultury i cywilizacji, założyły związek „*Amfiktion*“, który należy uważać jako *pierwowzór obecnej „Ligi Narodów“*. Członkowie związku Amfiktionu zobowiązali się nie prowadzić między sobą wojny, w razie zaś ostatecznym — walczyć po rycersku, nie stosując środków niedozwolonych umową, która zabraniała używania trucizn do celów wojennych. Z chwilą upadku cywilizacji starożytnej, truciznę, jako środek walki, zaczęto stosować dość szeroko, zaś podczas rozwoju broni palnej i dalekonośnej, pierwotny ten sposób walki został zaniechany przez plemiona europejskie.

W starych źródłach historycznych spotykamy wzmianki, że w r. 431 przed Narodzeniem Chrystusa, podczas walk Sparty i Aten, był zastosowany gaz duszący. Spartańczycy zdobyli miasta Plateę i Belejum, wykurzając załogę dymem, wytworzonym z drzewa oblanego smołą i obsypanego siarką.

W odległych czasach Chińczycy, jak również Tatarzy uciekali się do dość prymitywnego sposobu wykurzania nieprzyjaciela z obozów warownych, a mianowicie: stary zjełczały tłuszcz zwierzęcy rozlewano w garnki gliniane i wykorzystując w nocy odpowiedni kierunek wiatru, stawiano je pod wały obozu warownego, następnie zapomocą rozżarzonych węgli podpalano tłuszcz, który paląc się, wytwarzał gaz o własnościach dusząco - drażniących, zwany akroleiną. Gaz ten



wywoływał wielką panikę wśród śpiącej załogi i zmuszał ją nieraz do opuszczenia obozu warownego.

W opowieściach historycznych Plutarcha znajdujemy opis z czasów wojen rzymskich z Cymbrami i Teutonami: wówczas to wódz Sertoriusz, wyzyskując kierunek wiatru, kazał wytworzyć sztuczną mgłę, która działając silnie na drogi oddechowe, pobudzała nieprzyjaciela do uporczywego kaszlu i kichania, i w ten sposób paraliżowano zdolność bojową wroga.

W historii wojen polskich spotykamy wzmiankę, że hufce Henryka Pobożnego w r. 1241, w chwili przełamywania oporu linii tatarskiej pod Lignicą na Śląsku, zostały zaatakowane gazem siarkowym.

W jednym z podręczników niemieckich z r. 1591 znajdujemy wzmiankę o zastosowaniu granatów trujących, gdzie puszkarz Brechtel podaje wskazówki, jak można zniszczyć nieprzyjaciela przez zatrucie powietrza granatami gazowymi.

Karol XII, podczas walk z Rosjanami w Estonii w r. 1700 — dość często, wyzyskując kierunek wiatru, stosował nieznane wówczas sztuczne mgły.

Podczas wojny franc.-pruskiej 1870—1871 r. jeden z aptekarzy niemieckich proponował dodawać do pocisków kruszących weratrynę, celem wywołania w szeregach francuskich silnego kichania.

Również podczas wojny sewastopolskiej w czasie oblężenia twierdzy w r. 1855 projektowano zastosować do granatów tę samą weratrynę, lecz jedynie z powodu nieznacznych zapasów tejże nie można było tego skutecznie. Jak stwierdzono, w czasach ostatnich, admirał angielski lord Dendonald planował wykurzyć wojska rosyjskie gazami siarkowymi, i w tym celu nawet obliczona była ilość niezbędnej siarki. Do wykurzania moskali z Małachowa - kurhanu, potrzebaby było zużytkować 500 ton siarki, 2-tysiące beczek smoły i znaczną ilość słomy i nafty. Projekt ten jednak został przez komitet zaniechany, a na aktach odnotowano: „Projekt jest wykonalny i powodzenie pewne, lecz skutki będą tak przerażające, że żaden szlachetny rycerz, jak również rząd, nie zgodzą się na zastosowanie podobnych środków”.

Zapadła nawet uchwała spalić wymienione akta wraz z wnioskiem, by takowe nie przeszły do potomności. Akta spalono, lecz wzmianka o tem była ogłoszona w gazetach angielskich dopiero w r. 1908.

Z przytoczonych powyżej przykładów widzimy, że zastosowanie broni chemicznej do walk datuje się od najdawniejszych lat. Wszak wspomniane wykurzanie z obozów warownych akroleiną, lub dymem



jest właściwie tym samym atakiem fali gazowej, który został zastosowany przez Niemców na większą skalę w r. 1915, granaty zaś z zawartością weratryny lub innej trucizny są przekształcone na dzisiejsze pociski artyleryjskie, miny Stokesa i Liwensa.

Rzuciwszy krótki rys historyczny rozwoju broni chemicznej, stosowanej przez ludzi, należy wspomnieć o takiej samej *walce chemicznej, toczącej się stale i niespostrzeżenie w przyrodzie*. Przyrodnik i badacz, który umie patrzeć na istotę zjawisk w przyrodzie, może przytoczyć wiele ciekawych przykładów.

Wspomnę tu tylko kilka przykładów najcharakterystyczniejszych dla wyjaśnienia, iż *sama przyroda* nauczyła człowieka, jak ma korzystać ze *środków walki*, w które go wyposażyla.

*Jako przykład walki chemicznej sięgający najniższego stopnia rozwoju życia*, przytoczę następujący fakt: znana powszechnie mikroskopijna, bezpostaciowa, jednokomórkowa istota pod nazwą *ameby*, która znajdując się w bagnisku lub błocie, żywi się pochłanianiem jeszcze mniejszej istoty, tak zw. mikrosfery (grzybka). Ameba, pochłaniając mikrosferę, wytwarza pewien *ferment*, który zabija tę ostatnią, przyczyniając się jednocześnie do jej rozkładu. O ile zaś ameba pochłonie większą ilość komórek grzybka — to wytworzony przez nią ferment nie wystarczy do zabicia takowych i sama ameba wtedy podlega rozkładowi. Przytoczony przykład jak najdokładniej wskazuje nam na najprostszą walkę chemiczną, która toczy się wśród takich drobnoustrojów, jak ameba i mikrosfera, i że zwycięża ta trucizna, której jest więcej.

W przyrodzie spotykamy b. wiele przykładów, wskazujących nam zdolność organizmów żywych niszczenia obcych trucizn. Wiemy o tem, że niebezpieczna trucizna niezwłocznie daje rezultaty przy bezpośrednim zetknięciu się z krwią, natomiast będąc wprowadzona bezpośrednio do żołądka - efektów żadnych nie daje, naprz. kurara jad żmij, lub drobnoustroje niektórych chorób zakaźnych.

Dowiedzionem jest, że prawie każda komórka istoty żywej wytwarza pewien ferment, który może się okazać niebezpieczną trucizną dla innych komórek tejże istoty.

Niektóre zaś organy żywych istot wytwarzają truciznę w takiej ilości, która może zabić daną istotę po przejściu całkowicie do organizmu. Jako przykład powyższego może służyć produkt nadnercza, adrenalina ( $C_9 H_3 O_3 N$ ).

Zależnie od warunków i zdolności komórek do wytwarzania trucizn, fermentów i toksyn — określamy jakie istoty są jadowite.



Nieraz bywa, że cała istota jest przesiąknięta trucizną, naprz. zielony żuk, majek - *Cantharida*. To samo możemy powiedzieć o roślinach jadowitych, gdzie każda komórka wytwarza truciznę.

Ciekawem jest zjawiskiem w przyrodzie—że sama natura ostrzega żyjące istoty swym jaskrawym kolorem, silnym zapachem lub goryczą przed szkodliwymi, trującymi roślinami. Instynkt samozachowawczy zwierząt trawożernych częstokroć chroni je od zatrucia się jadowitymi roślinami. Niejednokrotnie widzimy, że trzoda na doszczętnie spasionych łąkach stale pozostawia nietknięte krzaczki jakto: *datura stramonii*, *belladonna*, *hyoscyamus*, *sabadylli* — w miejscowościach górskich — ładne krzaczki *aconitu* i t. p.

Jednakże i te trujące rośliny mają swych specjalnych konsumentów w postaci gąsiennic, ślimaków i niektórych owadów.

Inne zaś rośliny w celu samoobrony *wypuszczają truciznę* przy dotknięciu się *do organizmu żywej istoty*, naprz. nasza zwykła pokrzywa posiada na powierzchni swych liści niezliczone ilości drobniutkich włosków, wewnątrz których pod dość znacznym ciśnieniem osmotycznym wypełnione jest żrącą substancją. Przy zetknięciu się z ciałem włoski te wpijają się i załamują, wówczas żrący płyn przenika do miejsca ukłucia powodując zapalenie.

Z przytoczonych przykładów widzimy, jak się w naturze odbywa walka chemiczna wśród flory.

Niemniej ciekawą walkę i obronę chemiczną przytoczyć możemy wśród fauny.

*Znane nam są jadowite* pająki, jaskrawo i pięknie zabarwione motyle, żuki, żuczki, których nie spożywają ptaki, gdyż instynkt samozachowawczy broni je od zatrucia.

To samo można powiedzieć o szczególnych gatunkach jadowitych morskich ryb, jak naprz. słynna japońska ryba tuğu; a w Europie zaś w wodach słodkich rozpowszechniona jest — barwana (*Barbus fluviatilis*) — objawy zatruc tą rybą są podobne do objawów cholery. Nie wszystkie żyjące istoty posiadają tylko zdolność wymienionej biernej obrony chemicznej, niektóre z nich są *czynnie jadowite*, posiadają specjalne narządy do wytwarzania trucizn i porażania ciała wroga lub swej ofiary. Narządy te są połączone ze zbiornikami wytwarzającymi truciznę.

Niektóre z tych istot wydzielają na powierzchni skóry płynną truciznę, jak naprz. żaba — (zwykła ropucha) *Bufo vulgaris*, salamandra (*Salamandra maculata*) i t. d.

Niektóre wydzieliny żab w Ameryce Południowej są tak jadowite,



że tubylcy używają je do zatrucia strzał. Ukłucie przez rybę gatunku *Synancea-Platoso* jest podobne w skutkach do ukąszenia jadowitych węzów. Do dostarczania trucizn służą niejednokrotnie zęby, gruczoły zaś ślinowe są wytwórnią trucizny. Zęby jako narząd do przenoszenia trucizn są u niektórych istot udoskonalone w ten sposób, że zewnętrzna strona zęba ma kształt rynienki, po której ścieka jadowita wydzielina do ran. Inne zaś węże posiadają te rynienki na tylnych zębach; są to gady mniej niebezpieczne. Natomiast u tak zw. okularnika i wielu innych jadowitych węży Afryki, Ameryki, Azji i Australji — rynienki są umieszczone na przednich zębach, a ukąszenie takiego węża powoduje śmierć po kilku minutach.

Jako dalsza faza przekształcenia się tych zębów uwidocznia się u naszej żmiji, która nie posiada rynienek, natomiast — posiada zęby wydrażone. Jeszcze więcej złożone przyrządy posiadają skorpiony, albowiem dwa gruczoły umieszczone przy końcu tułowia łączą się jednym przewodem t. zw. żądłem.

Dla wyjaśnienia całokształtu walki chemicznej, toczącej się wśród zwierząt w przyrodzie, możemy wskazać sposoby samoobrony, jak *naprz. maskowanie się, odpędzania wroga żrącemi lub cuchnącemi płynami, przez wypuszczanie trująco - paraliżujących gazów.*

Naprz. morski ślimak mątwą (czernica) posiada w ogonie organ wytwarzający w specjalnym woreczku ciemny skoncentrowany płyn.

W razie potrzeby mątwą w chwili niebezpieczeństwa wypuszcza taki płyn, macąc swe środowisko na dość znacznej przestrzeni.

Wiele istot żyjących, jak naprzykład nasze żaby, w celu odpędzenia wroga posługuje się swym cuchnącym kałem lub moczem.

Niektóre owady mają zdolność wyrzucania swego drażniącego płynu za dość znaczną odległość. Pośród licznych żuczków, ciekawym jest maleńki żuczek, t. zw. poziomek (*Brachinus craepitans*), inaczej — bombardjer, który ma własność wyrzucania swego płynu z pewnym szumem na znaczną odległość. Płyn ten dymi się na powietrzu i jest żrącym do tego stopnia, że gdy dostanie się niechcący do oka — wywołuje bardzo poważne zapalenie.

Nasz tchórz krajowy odznacza się ogólnie znaną zdolnością wydzielania pewnego odoru, jednak niedorównuje pod tym względem amerykańskiemu skunksowi, czyli śmierdzielowi i w porównaniu z tym ostatnim — jest marnym fabrykantem „namiastki“.

Skunks przy prostnicy ma dwa duże gruczoły, które wydzielają płyn zbierający się w rozszerzonym woreczku. Skunks jest zdolny do wyrzucenia swego płynu na odległość kilku metrów i zapowietrzenia



całego otoczenia, co broni go od napadu większych zwierząt drapieżnych.

Płyn ten jest żrący i paraliżujący, posiada *skład zbliżony do mieszaniny merkaptanów*. Człowiek obłany tym płynem traci przytomność, parę zaś kropel tego płynu, gdy upadnie na ubranie człowieka—wyklucza go na czas dłuższy z towarzystwa innych ludzi.

Z wyżej przytoczonych przykładów widzimy, że człowiek był tylko dobrym i spostrzegawczym uczniem przyrody, z chwilą zaś rozwoju wiedzy ogólnej przystąpił do realizacji swych spostrzeżeń na większą skalę.

Szeroko zastosowana dezynfekcja i dezynsekcja różnemi środkami jest niczem innem, jak walką chemiczną z zakaźnemi drobnoustrojami.

Więc mniemanie ogólne, jakoby Niemcy byli wynalazcami gazów bojowych, jest wobec przytoczonych przykładów, błędnem.

W czasie wojny anglo - boerskiej, granaty angielskie, a podczas wojny rosyjsko - japońskiej szymoży japońskie, działały *trująco, lecz działanie ich miało tylko* charakter przygodny, co jednak należy przypuszczać, zwróciło uwagę Niemców.

Wiadomem jest, że Niemcy przygotowywali się do wojny światowej przez czas dłuższy, niektórzy nawet określają ten okres na 10 do 12 lat. Należy *przypuszczać, że i prace w zakresie zastosowania broni chemicznej trwały* w tymże czasie w zacisznych państwowych pracowniach chemicznych, dostępnych tylko dla nielicznego zespołu. W tym czasie na przykład w Berlinie istniał instytut imienia Wilhelma II.

O ile uwzględnimy wzmiankę o pracach profesora Mayera i jego asystentów nad dwuchloroetylen - sulfina (w r. 1896) nazwaną podczas wojny iperytem, wynalezioną już w latach 40, jak również śmiertelne poparzenie się jednego z asystentów prof. Sakura w roku 1897 i wspomniny r. 1899, t. j. pierwszą datę podpisania umowy w Hadze, i 1907 r. podpisanie drugiej umowy, to zbieg tych dat potwierdza nasze przypuszczenia, że Niemcy szykowali się już dawno do wojny chemicznej. W r. 1890 profesor niemiecki Bayer poruszał na swych wykładach w Monachjum znaczenie niektórych środków chemicznych wywołujących łzawienie i kichanie, a profesor Haber na kilka lat przed wojną przeprowadzał nawet podobne doświadczenia w polu.



## PIERWSZE PRÓBY STOSOWANIA BRONI CHEMICZNEJ.

W końcu r. 1914, gdy wojna przybrała niepomysłny dla Niemców obrót, którzy w tym czasie przekonali się o swej klęsce na *polu politycznym i ekonomicznym*, a na froncie zachodnim walka manewrowa przeszła prawie wyłącznie w walkę pozycyjną, umocnienia zaś i ochrony polowe zostały doprowadzone do doskonałości, wtedy zachwiała się wiara Niemców w skuteczność gradu swych kul i pocisków, będących na wyczerpaniu.

W tym to właśnie czasie chemicy niemieccy, profesorowie Nerst i Haber, zaproponowali Niemieckiemu Sztabowi Generalnemu wyzyskać wieloletnią pracę i doświadczenie państwowych pracowni chemicznych w celu zastosowania broni chemicznej na polu walki.

Sztab niemiecki niechętnie zgodził się na propozycje cywilnych chemików, a *nawet pierwsze nieudolnie* wykonane próby spowodowały zatrucia we własnych szeregach. Uczni niemieccy nie dali jednak za wygrane i czyniąc w dalszym ciągu doświadczenia, przekonali Sztab o skutkach broni chemicznej.

Następną próbę *wykonano dnia 22/4 1915 r.* na odcinku Lange-mark — Bixschant w Belgji, przez zastosowanie ataku chlorowego w postaci fali gazowej. Na przestrzeni 6-kilometrów ustawiono około 6.000 butli stalowych z ciekłym chlorem, (ogólnej wagi około 180.000 kg.) i przeprowadzono atak, który trwał zaledwie 15 minut.

W pierwszej chwili z okopów francuskich zauważono nad okopami niemieckimi małe białawe obłoczki, które kłębiąc się i zwiększając, urosły niebawem w olbrzymią chmurę o żółto-zielonym zabarwieniu, która będąc pędzoną przez wiatr północny — szybko przebywała przestrzeń dzielącą linię okopów. Załoga danego odcinku, składająca się z wojska francuskiego, w liczbie około 5.000 ludzi, przeważnie senegalczyków, z zaciekawieniem spoglądała na tę dziwną zasłonę, tem bardziej, że z chwilą tą strzelanina ze strony okopów niemieckich ucichła.

Niebawem jednak chmura gazowa nadeszła i spełniła swoje przeznaczenie, a posuwające się za nią oddziały niemieckie zajmowały jedną po drugiej linię okopów, strzeżonych przez martwą już załogę, o skrzyconych postawach, z wybladłymi twarzami, u których na wargach — pozostały ślady krwi i piany, wskutek pęknięcia płuc.

Zdobyczą Niemców wtedy było: 8 baterij polowych francuskich, i 4 baterje — angielskie.



Sztab niemiecki jednak nie wyzyskał powodzenia, popełnił kapitalny błąd taktyczny, wykonał atak bez wiary w powodzenie, nie zgromadził większej rezerwy kawalerji dla rzucenia w utworzoną przerwę rozciągłą na 6 kilometrów szerokości i około 15 kilometrów głębokości.

Francuzi zaś szybko się zorientowali i flankowem uderzeniem zasłoniли przerwę, a historia tego dnia, siłą faktów, nadała prawo obywatelstwa walce gazowej.

Nauczeni doświadczeniem i ufni w działanie broni chemicznej, Niemcy dokonali pod Bolimowem w maju tegoż samego roku (1915) — drugie zaskoczenie atakiem falowym na szeregi rosyjskie; ofiarą tego ataku padło 11.000 żołnierzy.

Zaskoczenia takie, na większą skalę, udały się Niemcom tylko w tych dwóch wypadkach, ponieważ aljanci zorientowali się szybko, na skutek czego we Francji została zorganizowana prowizoryczna, lecz skuteczna obrona przeciw atakom fali chlorowej już w przeciągu 5 dni.

Od tej chwili rozpoczyna się walka przemysłowo-chemiczna, a ponieważ „potrzeba jest matką pracy, wynalazków i zwycięstwa”, więc w imię tych zasad rozpoczęła się gorączkowa praca nad masową produkcją udoskonalonych środków bojowych, jak również i środków dla celów obrony. Przy końcu wojny — mamy już setki różnych rodzajów gazów bojowych i kilkadziesiąt typów masek ochronnych.

Nie wszystkie jednak środki bojowe nadawały się do zastosowania w polu. Należy zaznaczyć, że wielka ilość tych preparatów znalazła zastosowanie u aljantów li tylko z tego powodu, że przemysł koalicyjny nie był przyszykowany do tak masowej produkcji, t. j., nie posiadał odpowiednich zapasów surowca, a ponieważ odwet musiał nastąpić niezwłocznie, musiano wyzyskiwać narazie to co było pod ręką i co fabryki mogły wyprodukować. Z pośród tych kilkuset związków chemicznych zaledwie 10—12 miały poważne znaczenie w wojnie chemicznej. Niemcy natomiast nie posiadali tak dużego katalogu substancji bojowych, a to co mieli usystematyzowali w pewne grupy, w celu uniknięcia rozpraszania się przy fabrykacji.

Ponieważ poruszyliśmy sprawę *aktywności chemicznych środków bojowych*, tak zwanych gazów, *musimy zaznaczyć, że takowe, w ścisłym znaczeniu fizyko-chemicznem nie zawsze są gazami, lecz mogą być w stanie cieczy lub nawet ciała stałego.* Większość jed-



nak ciał stałych *zamienia się w pewnych warunkach* w parę, która się wydziela i, będąc następnie zmieszana z powietrzem, osiąga atakowanego. Wobec tego uitała się nieprawidłowa nazwa: „gazy bojowe“, właściwiej zaś byłoby nazwać je „bronią chemiczną“.

Zastosowanie gazów bojowych zasadniczo zmieniło taktykę dotychczasowej walki, a mianowicie: dawne środki walki musiały gościć bezpośrednio w żołnierza oraz we wszystkie mechaniczne zasłony, za którymi się — ukrywał, w tym wypadku jeszcze nie było uwzględnione środowisko, w którym żołnierz się znajdował, a mianowicie — powietrze. Przy dawnych warunkach walki odgrywała wielką rolę osobista odwaga, poczucie obowiązku i własne poświęcenie — dziś zaś, z chwilą zastosowania broni chemicznej, wszystkie te zalety rycerskie, wobec niezaopatrzonego osobnika w dobrą maskę, błedną; w danym razie, jak rycerz tak i tchórz — giną jednakowo.

Istota walki polega na uniemożliwieniu żołnierzowi wykonania zadań bojowych. Dawne środki, godzące bezpośrednio w żołnierza, nie zawsze tak łatwo unieszkodliwiały walczącego, co może nam wykazać statystyka rosyjsko - japońskiej wojny, która głosi, że dla zabicia jednego żołnierza zostało zużyte  $2\frac{1}{2}$  puda, czyli 40 kg. metalu (ołowiu), co po obliczeniu dałoby około 10.000 kul karabinowych.

Natomiast przy zastosowaniu — gazów *omal, że nie każda drobina tychże, da swój pewien efekt*. Tłumaczymy to tem, że cały nasz organizm przedstawia niezmiernie zawiły i nadzwyczajnie delikatny aparat chemiczny, w którym przy temperaturze 36—40°, pod ciśnieniem około 1 atmosfery, przy stężeniu i to wyłącznie wodnem, nie wyższem ponad 20% zachodzą niezwykle czułe procesy chemiczne.

Z doświadczeń wiemy, że tak czystych i precyzyjnych reakcyj niejednokrotnie przy tychże samych warunkach, nie jesteśmy w stanie przeprowadzić w pracowniach chemicznych i, że nieraz nieznaczna domieszka ubocznych produktów, utrudnia nam przebieg takowej reakcji.

Wobec tego musimy przyjść do wniosku, że organizm żywy możemy zniszczyć doszczętnie przez niewielki wysiłek, nie zawsze przez zastosowanie zbyt silnie działających nań ciał obcych.

O ile uwzględnimy, że żywy organizm posiada organa o *mikroskopijnej wielkości*, a pomimo to mające *pierwszorzędne znaczenie przy życiowych funkcjach*, i że przy ich uszkodzeniu *następuje niechybna śmierć*, to przyjdziemy do wniosku, że *niesłychanie gwałtowną śmierć możemy wywołać przy zastosowaniu nawet słabych*



środków, burzących te procesy chemiczne, które się odbywają w organizmie ludzkim.

Wspomniemy obecnie o rezultatach (z ostatniej wojny) burzenia procesu chemicznego w ludzkich organizmach, robiąc jednocześnie porównanie *strat poniesionych* od różnych rodzajów broni. Jako przykład do powyższych *obliczeń* weźmiemy dane statystyczne *Ameryki*, a to z tego powodu, że armja amerykańska przybyła do Europy dopiero 1918 r. była zorganizowaną i zaopatrzoną bardzo dobrze w sprzęt przeciwgazowy — i wyszkoloną przez Francuzów, obdarzonych już doświadczeniem nabytem 3-letnią wojną.

Całkowite straty armji amerykańskiej wyniosły 258.331 ludzi, w tem zginęło:

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| od walk powietrznych . . . . .       | —148    |
| „ ran ciętych i kłutych . . . . .    | —193    |
| „ granatów ręcznych . . . . .        | —870    |
| „ gazów trujących . . . . .          | 70.552  |
| „ kul karabin. i armatnich . . . . . | 186.658 |

Widzimy więc z powyższego, że straty, wynikłe z powodu gazów bojowych w stosunku do ogólnych strat, wynoszą prawie 28%. Przytem należy zaznaczyć, że gazy w czasie wojny światowej były stosowane znacznie mniej, niż inne rodzaje broni, po drugie, że broń chemiczna jest bronią nową i nie była jeszcze dość udoskonaloną i zastosowaną w pełni.

Co do wypadków śmiertelnych, to statystyka wykazuje, że od gazów zginęło około . . . . . 2,5%  
od następstw wywołanych przez inne rodzaje broni . . . . . 24%

Liczba porażeń iperytowych wyniosła 28,000, co w stosunku do ogólnej liczby zatruc gazowych stanowi 37%.

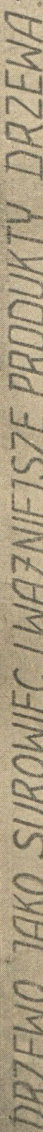
Artylerja angielska straciła od iperytu w czasie 3-miesięcznym, t. j. od 1 sierpnia do 1 listopada 1917 r. na jednym z odcinków Mozy następującą ilość ludzi:

|            |                    |     |              |
|------------|--------------------|-----|--------------|
| 80 baterij | straciło . . . . . | 20% | stanu ludzi, |
| 130        | „ „ . . . . .      | 55% | „ „          |
| 10         | „ „ . . . . .      | 80% | „ „          |

Po przytoczeniu przykładów o stratach poniesionych od broni chemicznej, właściwem będzie *przedstawić tak zwany bilans wojenny*, t. j. koszt produkcji różnych rodzajów amunicji i broni zużytej podczas wojny.

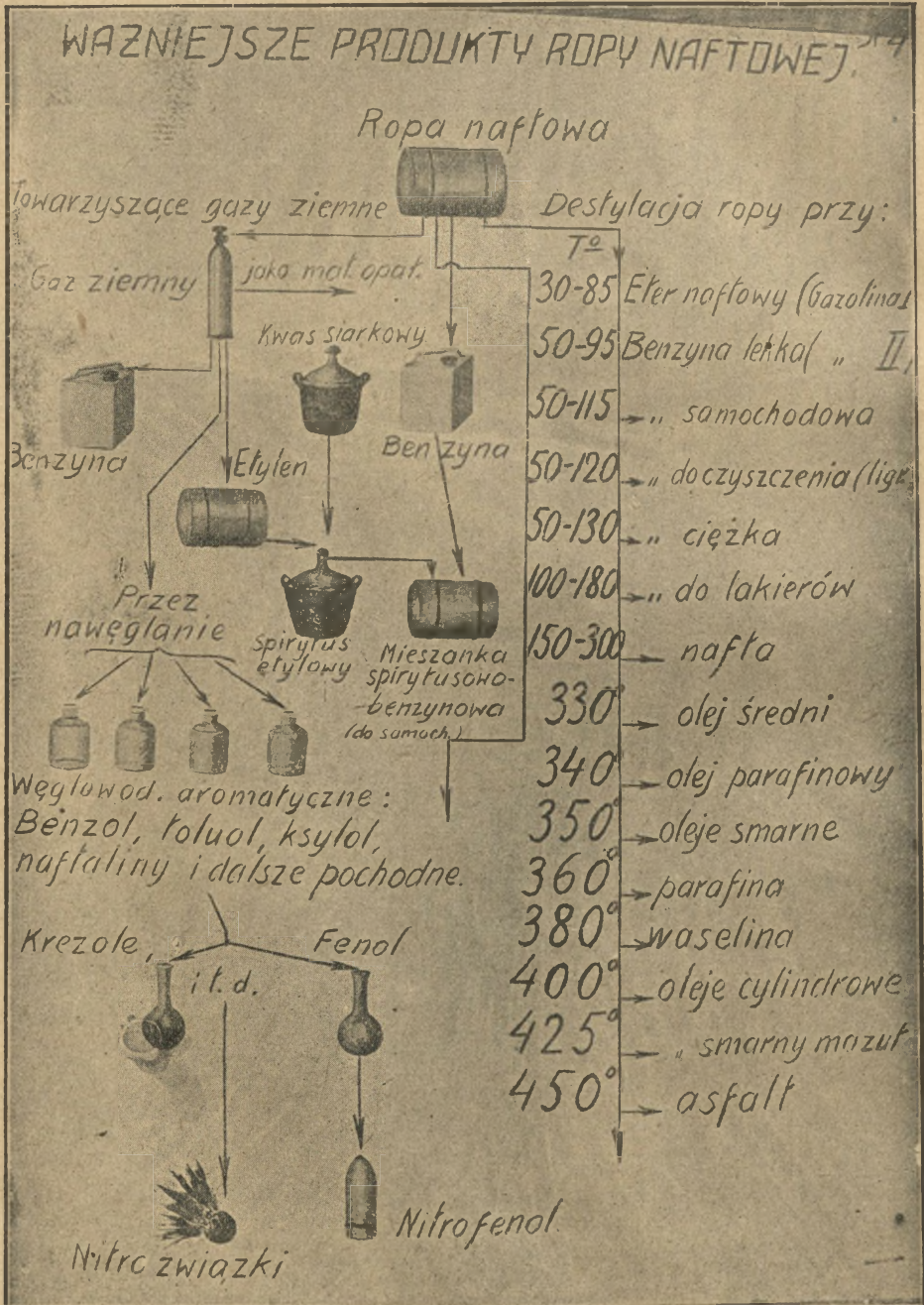
Według obliczeń państw europejskich, chemiczna wojna jest wielokrotnie tańszą od wojny prowadzonej zapomocą wszelkiej innej





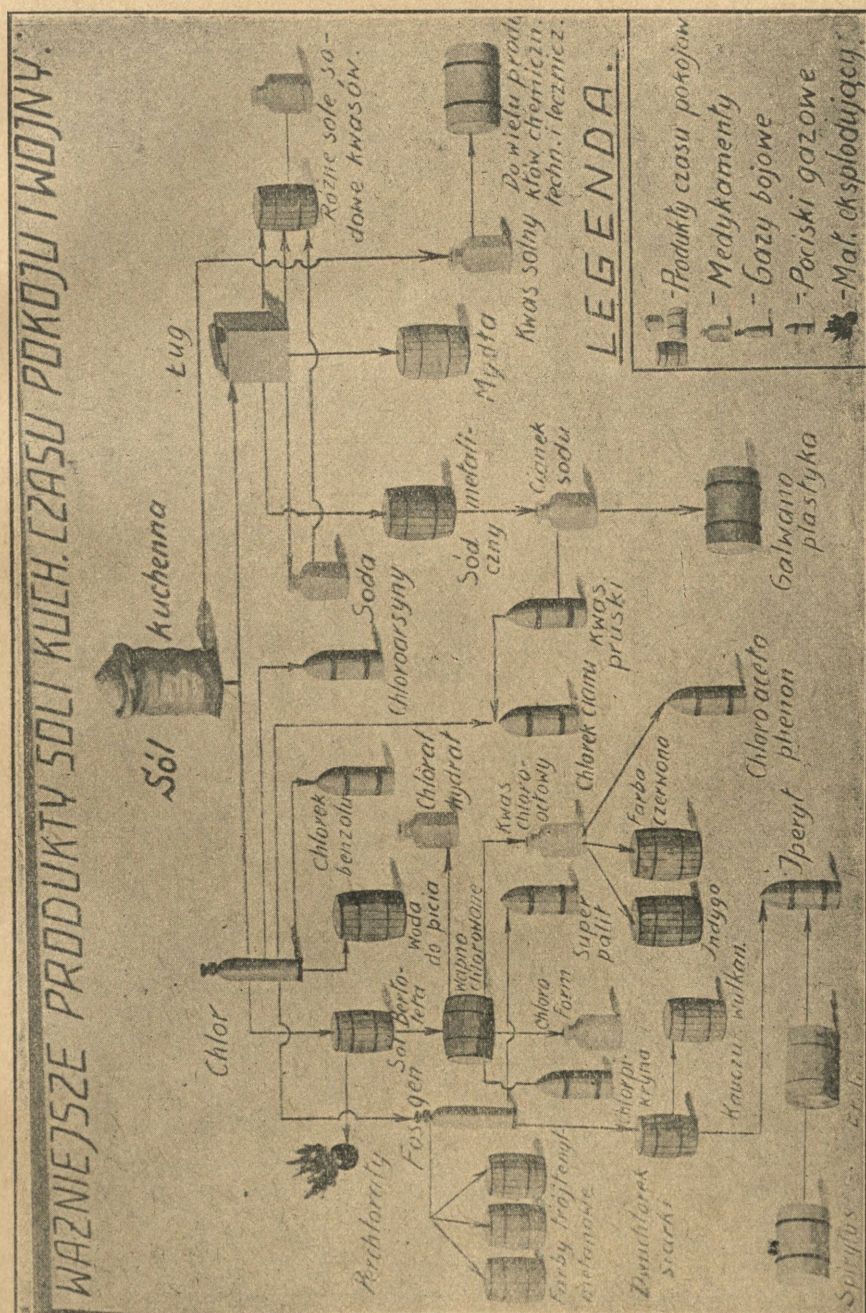


TABLICA Nr. 4.



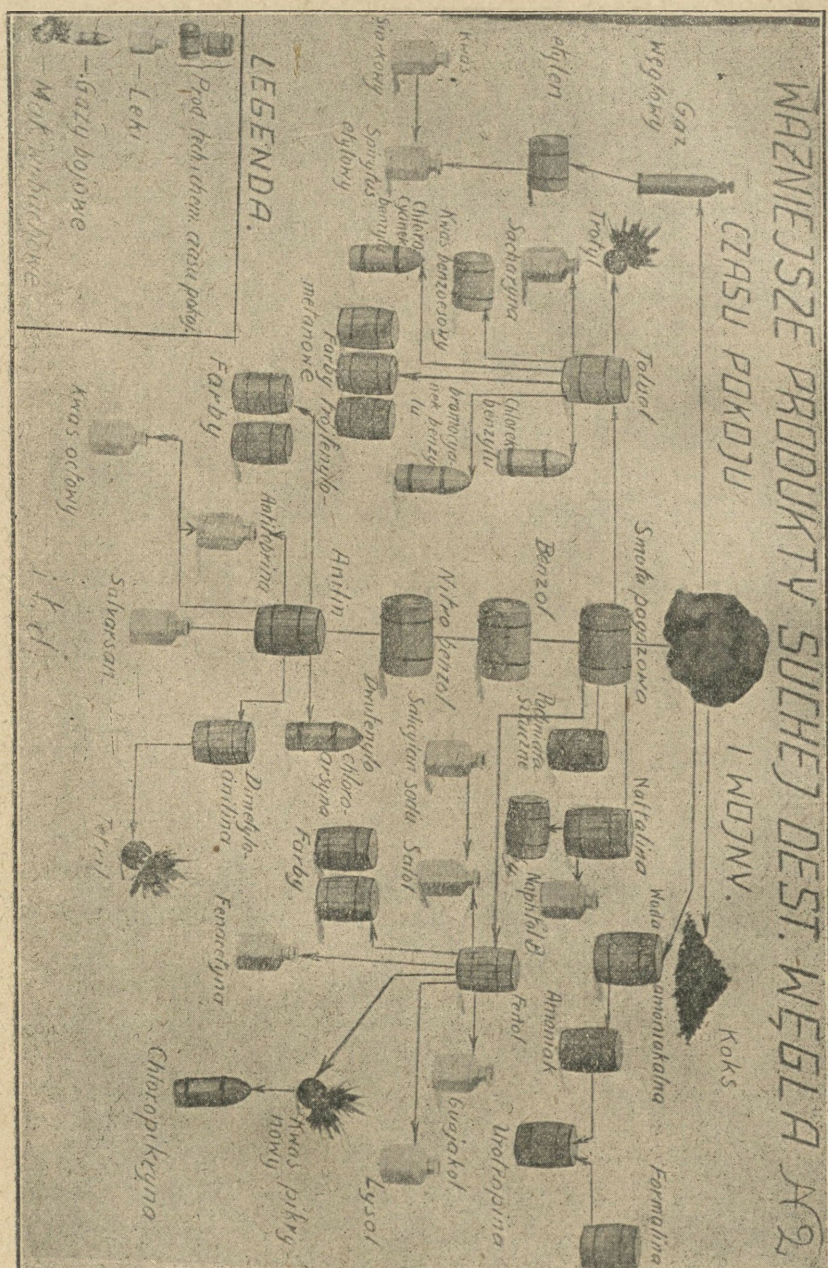


TABLICA Nr. 5.





TABLICA Nr. 6.





Pod względem bogactw naturalnych Polska nie jest biedną, a z rozwojem przemysłu wogóle i przemysłu chemicznego w szczególności, nietylko może się uniezależnić w pewnej mierze od zagranicy, lecz nawet będzie mogła liczyć na eksport. Bogactwa naturalne, które są skarbem martwym, są zarazem punktem wyjściowym dla rozwoju produkcji, należy tylko wyzyskać surowce. Państwo nasze posiada niewyzyskane siły wodne, gazy ziemne, ma nadmiar węgla kamiennego i brunatnego, ropy naftowej, pokłady soli, sole potasowe, drzewo, rudy żelazne, cynkowe, ołowiu, miedzi, sole wapnia, siarkę, fosforyty, glin, gips, wody mineralne, bursztyn, воск ziemny, kadm, który Polska ma w olbrzymiej ilości i pod tym względem zajmuje pierwsze miejsce w świecie. (Kadmu wydobyto 1912 r. 42.800 tonn = 90% produkc. świat). Gdy dodamy jeszcze — żyzne pola, lasy, łąki, bogate torfowiska — to będziemy mieli obraz naszego bogactwa narodowego. Jeśli państwo nie wyzyska tych bogactw naturalnych i nie stanie się samodzielną jednostką gospodarczą, wówczas może to wszystko wpaść w ręce obcego kapitału i staniemy się mimowoli ukrytą obcą kolonją.

Po przytoczeniu powyższego nasuwa się pytanie, jak się przedstawia Polska pod względem rozwoju przemysłu chemicznego. Musimy przyznać, że kilkuletni wysiłek pionierów przemysłu chemicznego, chociaż w trudnych warunkach zapoczątkowany, dał jednak pewne dodatnie i zachęcające rezultaty. Przemysł nasz jest jeszcze za słaby w stosunku do polskich naturalnych bogactw — (surowców), jak również do zapotrzebowań rynku wewnętrznego w dziedzinie rolnictwa, zaopatrzenia armji, przemysłu górniczego i t. d. i uzależnia więc nas od rynków zagranicznych. Rozwój przemysłu chemicznego w kraju jest uzależniony od walk konkurencyjnych z jednej strony, (może najniebezpieczniejszych), jak również od polityki gospodarczej kraju, od umów międzynarodowych, celnych, praw patentowych, kredytów i t. d. Ważną też jest zasada umiarkowanych zysków przedsiębiorców w stosunku do włożonej pracy i kapitału. W kraju posiadamy około 84 fabryk chemicznych i chemiczno-farmaceutycznych, 70 cukrowni, 1850 gorzelni i rektyfikacji, przeszło 200 krochmalni, 11 koksowni przerabiających produkty uboczne, 124 gazowni, 6 fabryk destylacji smoły, 50 rafineryj nafty, 15 papierni, 30 dużych fabryk świec i mydła, 15 fabryk nawozów sztucznych, 10 fabryk zapalek, kilkadziesiąt drobniejszych terpentyniarni i dość pokaźną liczbę drobnych fabryczek, przerabiających półfabrykaty i wyrabiających specyfiki. Jednak w stosunku do potrzeb i utrzymania niezależności gospodarczo-przemysłowej, placówek tych mamy jeszcze stanowczo



zamało. Nie uwzględniamy tu reszty przemysłu innych branży jak np. włókienniczego, który posiada 891 fabryk, zatrudniających przeszło 184.700 robotników.

Poruszyliśmy pobieżnie zagadnienie przemysłu chemicznego w naszym kraju podczas pokoju. Zkolei wypada zastanowić się jak będą przedstawiać się te sprawy w czasie wojny. Otóż do wszystkich potrzeb życia codziennego należy doliczyć kolosalne potrzeby wojny. Zagadnienia te piętrzyć się będą przed chemikami i przemysłowcami, a zagadnień tych jest moc. Na pierwszym planie nastąpić musi wzmoczona produkcja i rozszerzenie przemysłu. Wątpić należy, czy znajdzie się taki wódz lub polityk, któryby przewidział choć w przybliżeniu, jak wielkie zapasy środków wybuchowych i chemicznych pochłonie przyszła wojna. Nie obliczył nikt tego przed wojną światową i dla tego zapasy państw wojujących zostały już w pierwszym półroczu prawie wyczerpane.

### WOJNA JAKO CZYNNIK ROZWOJU PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO.

Historycy wojny światowej podkreślają nadludzkie wysiłki państw wojujących celem wzmocnienia produkcji artykułów wojennych w swych krajach. Gdy podczas wojny zabrakło surowców, zastąpiono je takimi namiastkami, o których się nie śniło nawet, że mogą znaleźć zastosowanie w codziennym życiu, a które przecież wyzyskano na potrzeby wojenne. Potrzeby wojenne pchnęły chemików na tory nowych badań i poszukiwań, które dały nowe odkrycia i wynalazki.

Śmiało rzec można, że chemja podczas wojny zrobiła tak znaczne postępy, na które w czasie pokoju należałoby czekać może kilkadziesiąt lat.

Do ważniejszych wynalazków zaliczyć można: 1) Bezpośrednią syntezę amoniaku z pierwiastków t. j. wodoru i azotu (laboratoryjna synteza Habera), która podczas wojny, przy zastosowaniu pewnych katalizatorów i pod wysokim ciśnieniem została opracowana na skalę fabryczną przy Badeńskiej fabryce aniliny i sody, a ponieważ reakcja zachodząca między wodorem i azotem jest reakcją egzotermiczną t. j. reakcją wydzielającą ciepło, przeto zużycie energii jest tu nieznaczne.

2) Związanie azotu z karbidem w wysokiej temperaturze daje cyjanamid wapnia o zawartości 20% azotu, cyjanamid wapnia



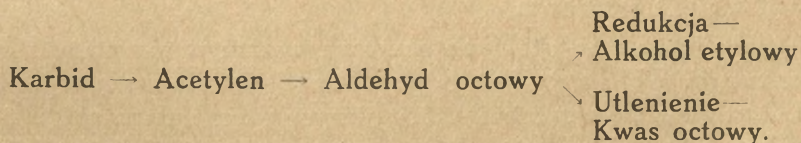
zaś z parą wodną daje amoniak, który następnie utleniony daje kwas azotowy.

3) Wobec braku pirytów i kwasu siarkowego w Niemczech zaczęto wytwarzać kwas siarkowy na skalę fabryczną z gipsu, przez prażenie go z węglem i innymi domieszkami w piecach rotacyjnych.

4) Znacznie rozwinął się w czasie wojny przemysł elektrotermiczny i elektrolityczny. Podstawową rolę odgrywa tu wysoka temperatura łuku elektrycznego, dla otrzymania takich produktów, jak np. karbid, cyjanamid, kwas azotowy syntetyczny i t. p. Metoda elektrolityczna polega na tem, że przy pomocy prądu elektrycznego rozkłada się roztwory na składniki, zgodnie z teorią jonową i elektronową.

Przemysł elektrolityczny obejmuje coraz szersze dziedziny, a szczególnie duże zastosowanie uzyskał podczas wojny w metalurgji. I tak np. produkcja glinu (aluminium) rozwinęła się dzięki elektrolizie, a cena tego metalu spadła w r. 1914 do 1/60 ceny produkcji z lat poprzednich. W czasie wojny produkcja światowa glinu wzrosła trzykrotnie.

Podczas wojny powstał projekt syntetycznego otrzymywania alkoholu etylowego (który nawet zrealizowano), przyczem poszczególne fazy produkcji przedstawiają się w schemacie następująco:



Z obliczenia wypada, że z 1 tonny karbidu otrzymuje się 630 litrów spirytusu.

Kryzys żywnościowy podczas wojny zmusił do zarezerwowania ziemniaków i zboża dla celów spożywczych, zapotrzebowanie zaś na spirytus dla potrzeb wojennych wzrosło. Próbowano wyciągać spirytus etylowy z drzewa, przyjmując pod uwagę, że celuloza, główna część składowa substancji drzewnej, pod działaniem odczynników chemicznych, przy wysokiej temperaturze i ciśnieniu, przechodzi w węglowodany grupy cukrów, które, poddane fermentacji, dają alkohol etylowy. W Ameryce kilka fabryk przerabiało trociny drzewne na spirytus etylowy. Trociny dawały od 15 do 20% węglowodanów, które ze swej strony dawały od 6—10% spirytusu. Tak samo wyzyskiwano ługi pocelulozowe, materiał odpadkowy, który, dawał z 1 m<sup>3</sup> 10 litrów spirytusu surowego, czystego zaś około 7 litrów. W dziedzinie materiałów wybuchowych również powstały pewne



ważne nowe wynalazki. I tak np. do wyrobu bawełny strzelniczej używano, wobec braku bawełny, celulozę drzewną, a nieraz i odpadki lnu (pakuł). Przed wojną glicerynę, artykuł tak niezbędny dla wyrobu nitrogliceryny, otrzymano, jako materiał uboczny, przy fabrykacji świec i mydła, zużywając tłuszcze zwierzęce i roślinne.

Brak tłuszczów w Niemczech wywołał również brak gliceryny, to też niemieccy chemicy opracowali nowy sposób otrzymywania gliceryny, polegający na fermentacji cukrów (melasy). W ten więc sposób zażegnano kryzys nitroglicerynowy, a gorzelnie wyrabiały podług nowej metody około  $1\frac{1}{2}$  miliona kg gliceryny miesięcznie.

Na wyżej przytoczonych przykładach nie kończy się jednak natężenie sił twórczych na polu przemysłu chemicznego.

### ZADANIA I ZNACZENIE CHEMJI W WOJSKU.

Ważne zagadnienia nasuwały się chemikom, pracującym na potrzeby armii w różnych rodzajach broni. Wspomnieliśmy w krótkich słowach o znaczeniu chemji w metalurgji, w produkcji materiałów wybuchowych, w produkcji gazów bojowych, niemniej ważne znaczenie odgrywa chemja w aeronautyce, w maskowaniu, w służbie intendenty i w służbie zdrowia.

Przyjrzyjmy się w ogólnych zarysach chemji w zastosowaniu do aeronautyki. Wiemy, że balony powietrzne od najdawniejszych czasów napełniają się wodorem, który otrzymywano na ten cel kilkoma sposobami: 1) elektrolizą wodnego roztworu czystego ługu w żelaznych aparatach, otrzymywano wodór i jako poboczny produkt — tlen; 2) działaniem krzemu na roztwory alkaliczne (reakcja ta znana była jeszcze za czasów Berzeliusa) — daje to kwaśny krzemian  $\text{SiO}_3\text{Na H.}$  i wodór.; 3) sposób, tak zwany biochemiczny, przy otrzymywaniu acetonu na wielką skalę; poddawano fermentacji nadpsute ziarna kukurydzy, ryżu lub kasztanów, wywiązujący się przytem w dużej ilości wodór z domieszką kwasu węglowego — zbierano.

Obecnie stosowane jest w aeronautyce napełnianie powietrznych statków — helem t. j. gazem nieczynnym, niepalnym. Siła nośna helu w stosunku do wodoru równa się 92%, lecz hel ma tą przewagę, że jest mniej przenikliwy przez opony balonowe, przez co strata jest znacznie mniejszą, a co najważniejsze, że balon taki nie obawia się pożaru od zapalających pocisków nieprzyjaciela.

Pierwotnie mniemano, że hel znajduje się w znikomej ilości w powietrzu wraz z neonem, argonem, kryptonem i ksenonem, lecz nowsze



badania i poszukiwania udowodniły, że hel spotyka się w gazach ziemnych, kopalniach i gazach wulkanicznych.

Dziś już znane są w Ameryce gazy źródeł ciepłych, które zawierają około 10% helu. Napełnienie pierwszego aerostatu helem w r. 1917 kosztowało Amerykę około 2590 dolarów, a w r. 1918 już tylko 520 dolarów.

Ogromnie ważnym zagadnieniem w Polsce jest analiza gazów ziemnych i kopalnianych pod względem zawartości helu.

Gazy ziemne wydobywają się u nas w Polsce samoistnie na Podkarpaciu, w Kałuszu, Krośnie. Zwykle towarzyszą ropie naftowej, (w Borystawiu, Tustanowicach, na Górnym Śląsku) nieraz w tak znacznej ilości, że niektóre szyby muszą być zamurowane, a produkcja w nich zaniechana.

O ile w naszych gazach znajdzie się hel, aeronautyka polska zrobiłaby duże postępy.

O roli chemji w metalurgji już pobieżnie wspomnieliśmy. Otóż lotnictwo zawdzięcza swój rozwój w znacznej mierze metalurgji, gdyż stopiona stal z chromem, lub stal z nikiem czy krzemem, następnie stal z nikło-chromem, lub chrom z wolframem dały możność zbudowania aparatu przedstawiającego maksimum trwałości. Aluminium, jak również aluminium stopione z miedzią, manganem, cynkiem, krzemem i żelazem ma doniosłe znaczenie w lotnictwie. Oprócz wspomnianej roli chemji w metalurgji lotniczej, niemniej ważną rolę odgrywa chemja przy stosowaniu odpowiednich gatunków benzyny, smarów, płynów niezamarzających do chłodzenia silników, lakierów i powłok do skrzydeł samolotów. Najpraktyczniejszą okazała się powłoka acetocelulozowa.

Niemcy do wyrobu swych Zeppelinów używali błony z kiszek zwierzęcych. Francuzi zaś pod koniec wojny robili próby powlekania tkaniny balonowej acetocelulozą.

Olbrzymie znaczenie w przyszłej wojnie lotniczo-gazowej odegra **chemja w dziedzinie maskowania**. Ważnem zagadnieniem będzie maskowanie żołnierzy, sprzętu, urządzeń i t. d. Co do maskowania żołnierzy, to najważniejszym jest — kolor umundurowania, o czym wcale dawniej, jak na przykład podczas wojny rosyjsko-japońskiej nie myślano. Oficer rosyjski szedł do ataku prawie, że w mundurze galowym, a żołnierze w białych „rubaszkach”. Po kilku niepomyślnych potyczkach, gdy ok. 50% personelu oficerskiego padło na polu walk, zaczęto pośpiesznie farbować białe bluzy w dziegciowej wodzie z sodą, co umożliwiło zabarwienie płótna na kolor żółtawo szary. Japończycy natomiast już mieli umundurowanie koloru haki.



Kwestja umundurowania we Francji jeszcze w ubiegłej wojnie nie została rozwiązana, chociaż sprawa ta była poruszana w r. 1905, t. j. po wojnie rosyjsko-japońskiej. Projektowano tam zastosować sukno tak zwane trójkolorowe, składające się z wełny niebieskiej 60%, białej 10% i czerwonej 30%, lecz przy końcu r. 1913 okazało się, że we Francji brak czerwieni alizarynowej, którą dostarczały Niemcy, więc projekt trójkolorowego sukna — upadł. Zaspokojono się więc — tak zwanym kolorem „błękit horyzontu”, w którym to widzimy i dziś jeszcze wojsko francuskie. Kolor ten jest więcej widoczny przy świetle dziennym, niż każdy inny; płyta fotograficzna chwyta go nader wyraźnie, a w świetle reflektorów kolor ten uwypukla się jaskrawo. Dobór więc koloru sukna w armji francuskiej był niezbyt trafny, jak również nie usunięto w początkach wojny błyszczących galonów i guzików, co w skutku okupiono znacznymi ofiarami. Natomiast niemieckie mundury w kolorze ziemisto-zielonkawym maskowały żołnierzy jak najdokładniej, do tego stopnia, że optyczne przyrządy z zastosowaniem filtrów, które miały specjalnie uwydatniać kolor „feldgrau” nie dały oczekiwanych rezultatów. Jeśli uwzględnimy, że żołnierz walczy w polu o różnych porach roku t. j. na różnie zabarwionych terenach, zagadnienie doboru koloru umundurowania przedstawia się, jako zagadnienie pierwszej wagi. Ważnem jest również maskowanie sprzętu i urządzeń i dostosowanie ich odpowiednio do warunków terenu.

Podczas wojny światowej w celu „mimikrii” stosowano siatki metalowe przeplatane rafją, używano też płótna malowanego, sieci rybackich, na których przymocowywane były wióry drzewne, farbowane pod kolor przyrody, używane również były tkaniny papierowe.

Bardzo ważnym zagadnieniem przyszłości będzie maskowanie namiotów przed wzrokiem nieprzyjacielskich lotników.

Oprócz maskowania nie mniej ważnem jest również nieprzepuszczalność i ogniotrwałość tkanin.

W przyszłości winno się zwracać uwagę na maskowanie świeżo wydobytej ziemi, przy wykopywaniu okopów, lub też przy innych robotach polowych. Podczas wojny ziemię świeżowykopaną najczęściej pokrywano darnią, sprowadzoną z dalszych stron, okopy 2-ej i 3-ej linii szybko zasiewano trawą, aby przyspieszyć porost takowej stosowano sztuczne nawozy. Niemcy podczas operacji wojennych dla powyższych celów użyli około 2000 tonn nasion i takąż ilość nawozów sztucznych. Podczas wojny światowej maskowano również płatowce i balony. Francuzi dla maskowania swych dziennych samolotów, barwili je na kolor brunatno-zielony, malując nie-



prawidłowe pasy. Niemcy natomiast malowali w nieprawidłowe figury geometryczne. Nocne zaś samoloty malowano na kolor czarny lub ciemno-niebieski.

W intendenturze chemja również odgrywa dużą rolę przy badaniu surowców, produktów żywnościowych, tak w kraju, jak i na okupowanych terenach, przy rekwizycji i zdobytych na nieprzyjaciela, lub rozmyślnie przez niego zatrutych i pozostawionych produktach. Chemja ogromne usługi nam oddaje przy wyzyskaniu cennych nieraz odpadków jak: skóry, łoju, kopyt, rogów i t. p., z których osiąga się cenne tłuszcze, smary, mydła i t. d. W ten sposób, oprócz korzyści, osiągniętej z tych odpadków, utrzymuje się również do pewnego stopnia higienę w armji, ponieważ odpadki te nie gniją w polu, jako to bywało podczas ubiegłych wojen.

Analiza badanych produktów, zdobytych na nieprzyjaciela, da nam możność poznać, jakie surogaty wróg używa, a na podstawie tych danych możemy sądzić o zasobach żywnościowych wroga.

Najważniejszym może zagadnieniem będzie uniezależnienie się od zagranicy w dziedzinie lecznictwa (t. j. samowystarczalność w lekach, surowcach i półfabrykatach) i to nie tylko w wojsku, lecz również i przy zaspokojeniu ludności cywilnej, ponieważ stan zdrowotny kraju odbija się na stanie zdrowotnym armji. Dziś zależni jesteśmy, niestety od zagranicy (i to od Niemców), a z chwilą zamknięcia granicy, będziemy pozbawieni najniezbędniejszych leków, jak: pyramidon, antipiryna, fenacetyna, alkaloidy i t. p. W kraju posiadamy surowce w dostatecznej ilości, lecz nie produkujemy wspomnianych artykułów tylko z powodu niższych cen konkurencyjnych firm zagranicznych. W czasie zaś wojny i braku zapasu leków, koszt produkcji nie będzie brany w rachubę.

Co do dalszych kwestyj i roli chemji w służbie zdrowia nasuwa się analiza wody, która może być zatruta przez nieprzyjaciela. (Wypadki podobne miały miejsce podczas ostatniej wojny, stosowali to Niemcy we Francji). Następnie analiza biologiczna, analiza gazów, produktów spożywczych, dezynfekcja kwater, schronów, dalej idą zagadnienia produkcji chemicznej dla mikrobiologii i histologii, wyroby różnych pożywek i roztczynów do hodowli, barwienie i rozpoznawanie bakterjologiczne. Ponieważ nie jest wykluczone, że przyszła wojna może przynieść jeszcze jedną niespodziankę w postaci wojny bakterjologicznej, a próby w tym względzie były już częściowo robione przez Niemców, więc znowu widzimy, że chemja ma niemałe zadanie do pokonania, czy to przy wyrobie czystych barwików, cukrów, jak to arabinozy, galaktozy, maltozy, mannitu, sorbitu i t. p., które to materiały



zażądają pracownie higieniczne, bakterjologiczne i histologiczne. Pominęliśmy tu rolę chemji w produkcji nawozów sztucznych, szkła, w garbarstwie, w fotografii, w piernictwie, na które to artykuły podczas wojny zapotrzebowania znacznie wzrosną.

Z przytoczonych przykładów widzimy, jak ścisły kontakt ma chemja ze wszystkimi gałęziami produkcji, jak ściśle jest związana z potrzebami i zagadnieniami wojny i życia codziennego. W początku światowej wojny kwestja ta u aljantów nie była przewidziana, z tego też powodu wpływa fakt nieumiejętnego wyzyskania ludzi odpowiednio wykwalifikowanych. Jako przykład niech służy fakt, że dwaj znani w świecie chemicy francuscy, laureaci nagrody Nobla — Grignard i Sabatier, służyli jako sanitariusze II klasy, w czasie wojny i dopiero po upływie prawie pół roku wycofano ich z pola i dano im odpowiednie stanowiska w przemyśle.

Jak słabo się orjentowano w początku wojny co do znaczenia nowych wynalazków w dziedzinie chemji, może posłużyć niżej podany przykład: profesor Sabatier opracował szybką, taną i specjalną metodę otrzymywania fenolu do wyrobu melinitu (materiału wybuchowego), dodatnie cechy którego polegały jeszcze na tem, że pomimo silnie kruszącego działania przy eksplozji, wytwarza się duża ilość tlenku węgla, — gazu silnie trującego. Projekt ten przez czas dłuższy leżał w ministerstwie wojny, poczem Sabatier otrzymał odpowiedź, by zgłosił się ze swym wynalazkiem do wydziału sanitarnego, ponieważ fenol jest używany w sanitaryjacie do dezynfekcji.

## ROLA APTEKARZA JAKO CHEMIKA.

Ponieważ wspomnieliśmy pobieżnie o zagadnieniach chemji, na zakończenie — parę słów o roli, jaką odegrali aptekarze-chemicy podczas wojny.

Zanim wspomnimy o tych pracach, cofniemy się nieco wstecz i przypomnimy, że kolebką chemji była farmacja, gdyż prawie cała ta dziedzina wiedzy związana jest ściśle z chemją.

Tak, jak nie możemy sobie wyobrazić lekarza bez znajomości anatomji, tak też i aptekarza — bez wiadomości z zakresu chemji. Nie jesteśmy w stanie wyliczyć tu nazwisk wszystkich aptekarzy, którym nauka zawdzięcza wybitne prace i wynalazki, począwszy od słynnego aptekarza Wilhelma Scheele z Upsali (w Szwecji) z r. 1774, do czasów obecnych.

Scheele'mu zawdzięczamy odkrycie chloru, tlenu, manganu, baru,



kwasów: molibdenowego, wolframowego, cyjanowego, gliceryny i wielu kwasów organicznych.

Tudzież udowodnił on, wbrew teorii flogistonistów, że tlen jest składową częścią powietrza; on pierwszy otrzymał tlen z czylijskiej saletry. Wracając jednak do naszego tematu, t. j. do roli, jaką odegrał aptekarz w wojnie światowej, zaznaczyć należy, że pierwszą przeciwgazową maskę w Anglii, która utrzymała się prawie przez 2 lata, skonstruował aptekarz. We Francji, gdy zapas leków został prawie wyczerpany, w pierwszych już 2 — 3 tygodniach wojny służba aptekarska stworzyła 16 aptek okręgowych i 24 magazynów rezerwy w kraju i 18 magazynów rezerwy materiału weterynaryjnego. Nie zważając na groźne położenie, w jakim znajdował się Paryż wskutek ciągłego ostrzeliwania, służba aptekarska wytrwała na swem stanowisku, i zaopatrzyła nie tylko armję, lecz również i ludność cywilną w niezbędne leki, pokonywując duże przeszkody techniczne. Zapotrzebowania na leki wciąż rosły, a w miarę szerzenia się chorób jak np. malarji, która dziesiątkowała ludność i szeregi wojska zapasy chininy szybko wyczerpały się.

Gdy konsumcja chininy przed wojną w roku 1913 wynosiła 20 tonn, to w r. 1918 wzrosła do 90. Służba aptekarska, po dostarczeniu kory chinowej pokonała wszelkie przeszkody i zaopatrzyła Francję w ten niezbędny środek. Armję francuską zaopatrywała służba aptekarska w materiał bakterjologiczny, fizyczny, radiologiczny, wyrabiała termometry, które to przed wojną dostarczały tylko Niemcy.

Dla orientacji przytoczymy tabelkę, która wykaze nam jakie wysiłki i jaką pracę twórczą wykonali wtedy francuzcy aptekarze.

| Gdy w r. 1913 wyprodukowano                    | to w r. 1917  |
|------------------------------------------------|---------------|
| Antipiriny . . . . . 1900 kg . . . . .         | 10000 kg      |
| Chloroformu . . . . . 1800 kg . . . . .        | 25000 kg      |
| Wody utlenionej . . . . . 6500 kg . . . . .    | 500000 kg     |
| Chininy . . . . . 800 kg . . . . .             | 90000 kg      |
| Waseliny . . . . . 4500 kg . . . . .           | 250000 kg     |
| Pastylek wyrobiono . . . . . 6000 kg . . . . . | 80000 kg      |
| Ampulek . . . . . 500000 szt. . . . .          | 20000000 szt. |
| Opatrunków osobistych . . . . .                | 6120000 szt.  |
| Drenów opakow. sterylizow. . . . .             | 1135000 szt.  |
| Jedwabiu . . . . .                             | 1135000 m.    |

W roku 1916 i 1917 Francja dostarczała już leki armjom sprzymierzonym. Oprócz tego służba aptekarska zorganizowała 400 aptek ratunkowych dla ludności cywilnej na terenach odebranych od Niem-



ców, ponieważ wszystkie apteki były tam doszczętnie zniszczone. Służba aptekarska nie ograniczyła się tylko na zaopatrzeniu frontu, lecz zakładała również i laboratoria, pracownie higieniczne i toksykologiczne, obsadzając w nich stanowiska wyłącznie przez aptekarzy. Gdy w roku 1915 takich laboratoriów było zaledwie 40, to w r. 1918 liczba ich wzrosła do 250.

Co do dalszych prac aptekarzy zwrócimy tylko uwagę na najważniejsze.

Zdawałoby się np. w pierwszej chwili, że aptekarz nie może odegrać żadnej roli w marynarce podwodnej. Tymczasem francuska marynarka wojenna dużo zawdzięcza aptekarzom. Naprzykład prace naczelnego aptekarza marynarki wojennej Henry'ego dały możliwość zastosowania nadtlenu sodu i potasu w dziedzinie marynarki podwodnej, dzięki czemu łodzie podwodne mogły swobodnie przebywać pod wodą do 20 godzin.

Jednak, gdy łodzie podwodne zmuszone były przebywać w morzu Adriatyckiem od 46 — 48 godzin i dłużej, powstały masowe objawy zatrucia wśród załogi, wskutek czego łodzie te przestały być czynne, nie mając obsługi. Zaczęto więc badać przyczynę tych masowych zatruc; lekarze byli bezradni. Rozwiązanie tego zagadnienia znów zawdzięczamy aptekarzowi marynarki, Henry'emu z Tulonu, oraz La-sterlin'owi z Szerburga i Joviller'owi z Dunkierki, którzy przeprowadzili badanie powietrza w podwodnych łodziach i niezależnie jeden od drugiego ustalili wszyscy trzej obecność arsenowodoru, który wytwarzał się z akumulatorów. Przy zastosowaniu aparatu Tissota i aparatu, wynalezione go przez aptekarza Jovillera — łatwo dało się usunąć trujące gazy.

Nie będziemy tu wymieniali reszty nazwisk aptekarzy, którzy swą wydaną pracą i wiedzą okazali wielką pomoc armji i ludności cywilnej.

Na zakończenie musimy stwierdzić, że aptekarz francuski wykonał powierzone mu zadanie przez kraj „cum eximia laude”, co też historyk francuski wojny światowej specjalnie podkreślił w swem dziele p. t. „Chemja i wojna”.

Naszem gorącym życzeniem pozostaje, by i nasza farmacja polska szła śladami swej siostry — farmacji francuskiej, dlatego też farmacja, jako nauka, winna otrzymać wszystkie prawa obywatelstwa, winna być traktowana na równi z innymi zawodami i nie być traktowaną po macoszemu w służbie zdrowia.

Należy pamiętać, że „Pharmacia est sorror medicinae — non ancilla”.



## TRAKTAT W WASZYNGTONIE I JEGO SKUTKI.

Na konferencji w Waszyngtonie dnia 1 lutego 1922 r. komisja, składająca się z przedstawicieli Francji, Anglii, Włoch, Japonii i Stanów Zjednoczonych, wyniosła rezolucję następującej treści:

„Ponieważ używanie gazów bojowych zostało prawie przez wszystkie cywilizowane państwa potępione, przeto konferencja Waszyngtońska zaprasza wszystkie państwa do zaniechania w przyszłości broni chemicznej podczas wojny”. O ile umowa w Hadze o nieużywaniu broni chemicznej, dwukrotnie podpisywana, została li tylko świstkiem papieru, to obecnie czy można poważnie traktować propozycję waszyngtońską o zaniechaniu broni chemicznej?

Międzynarodowe umowy mają wtedy tylko znaczenie, gdy poza umową jest zorganizowana siła, która potrafi zmusić do szanowania danej umowy. O ile już doszło do starcia orężnego w polu, gdy waga się losy niepodległości, gdy naród walczy na śmierć i życie — żadna umowa, żadne przepisy nie są w stanie zobowiązać go do zaniechania sposobów zwycięstwa.

Możemy śmiało powiedzieć, że z chwilą zastosowania broni chemicznej w wojnie światowej i na przyszłość takowa pozostanie. Nie znamy przykładu, aby zaniechano takiej broni, która przynosi sukcesy w polu. Zaniechanie rozwoju broni chemicznej lub niedbałość w tym względzie może w następstwie dać nieobliczalne skutki. Wiara zaś w ładne słówka wygłaszane na konferencjach — jest brakiem orientacji polityczno-dyplomatycznej.

Amerykański minister wojny, ufny w projekt waszyngtoński, kazał wylać do oceanu cały zapas skroplonych gazów bojowych, co w skutku spowodowało udzielenie mu dymisji, a następca jego dał polecenie natychmiastowego dopełnienia zapasu mobilizacyjnego broni chemicznej. Traktat wersalski, ograniczający uzbrojenie Niemców, oraz zabraniający wyrobu broni palnej, tem samem szeroko otwiera drogę dla rozwoju broni chemicznej. O ile komisje kontrolne, według doniesień różnych dzienników, odnajdują jeszcze w Niemczech składy broni palnej i ich produkcję, to żadna komisja nie jest w stanie skontrolować prac w zacisznych laboratoriach chemicznych.

Chcąc powstrzymać w Niemczech rozwój broni chemicznej, należałoby zamknąć wszystkie fabryki chemiczne i cały przemysł, bo prawie każdy przemysł dziś wymaga artykułów chemicznych, jak: chlor, kwasy, tlen i t. p. Zakłady tkackie wymagają barwików, a każda fabryka barwików bardzo łatwo może być zamienioną na fabryki produkujące gazy bojowe.



Widzimy więc, z wyżej przytoczonych słów jak nierealnym jest punkt traktatu Waszyngtońskiego, ograniczający uzbrojenie chemiczne, oraz propozycja niestosowania gazów podczas wojny.

Ze źródeł wiarogodnych wiemy, że praca w kierunku rozwoju broni chemicznej wre we wszystkich państwach, budują się imponujące fabryki, arsenały, powiększane są kredyty na ten cel—tworzą się specjalne departamenty broni chemicznej.

---



## CZĘŚĆ II. SZCZEGÓŁOWA.

### FIZJOLOGICZNY PODZIAŁ BRONI CHEMICZNEJ NA GRUPY.

Śledząc uważnie za rozwojem i zastosowaniem broni chemicznej podczas wojny światowej, z punktu widzenia własności chemiczno-fizjologicznych dzielimy ją na kilka grup.

Do grupy pierwszej zaliczamy *gazy duszące*: Chlor, Fosgen ( $\text{COCl}_2$ ), Dwufosgen (Perstroff)  $\text{CCl}_3\text{COOCl}$ , Chloropikrynę  $\text{CCl}_3\text{NO}_2$  i t. p.

Do grupy drugiej zaliczamy *gazy trujące*: Tlenek węgla (czad)  $\text{CO}$ , kwas pruski  $\text{HCN}$ .

W 3-ciej grupie *gazów drażniących* należy wyróżnić 2 podgrupy, mianowicie w podgrupie a) *lakrymogeny* czyli *lakrymatory*:

Bromek benzylu ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Br}$ ).

Bromek ksylilu ( $\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ ).

Bromo-cyjanek benzylu (kamit.)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CN})\text{Br}$ .

Chloroacétophenon  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_2\text{Cl}$ .

Do podgrupy b) zaliczamy *gazy wywołujące kichanie* t. zw. *sternity*:

Fenyldwuchloroarsina  $\text{C}_6\text{H}_5\text{AsCl}_2$ ,

Dwufenylochloroarsina  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$ ,

Metyldwuchloroarsina  $\text{CH}_3\text{AsCl}_2$ ,

Dwufenyloaminochloroarsina (Adamsyt)  $\text{NH}(\text{C}_6\text{H}_4)_2\text{AsCl}$ .

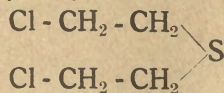
Do 4-ej grupy należą *gazy powodujące wymioty* t. zw. *womitatory*:

Etylokarbasol  $(\text{C}_6\text{H}_4)_2 = \text{N} - \text{C}_2\text{H}_5$ .

Chlorek fenylokarbilaminowy (fenylimidofosgen)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NC}(\text{Cl})_2$ .

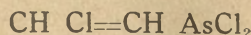


Do ostatniej 5-ej grupy zaliczamy *płyny żrąco parzące*, do których należą: Iperyty (dwuchlorodwuetylen sulfina)

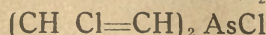


Lewisit (Luizyt), składający się z:

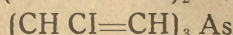
monochlorowinyldichloroarsiny,



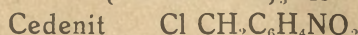
dwuchlorowinyldichloroarsiny,



trójchlorowinyldichloroarsiny,



Chlorek nitrobenzylu, tak zwany



i inne.

Oprócz powyżej wymienionych substancyj trujących, w zakres broni chemicznej wchodzi i inne środki jak to: *dymy zasłaniające, dymy trujące, jak również środki chemiczne zapalające.*

\* \* \*

Dla łatwiejszej orientacji w rozmaitych własnościach pocisków artyleryjskich, Niemcy podzielili całą amunicję na 3 grupy, znacząc takowe krzyżami o odmiennych barwach.

1-grupa, pociski zawierające gazy duszące, była znaczona — zielonym krzyżem.

2-grupa, pociski zawierające gazy drażniące, była znaczona — niebieskim krzyżem.

3-grupa, pociski zawierające gazy parząco-żrące, była znaczona — żółtym krzyżem.

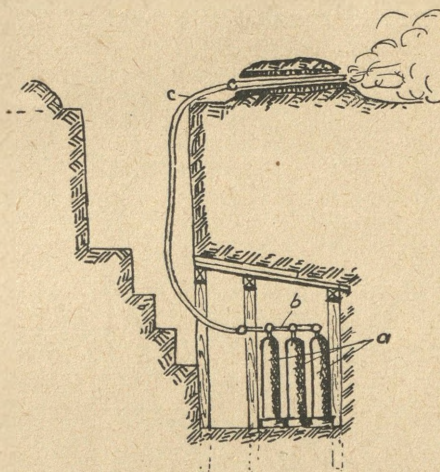
Pociski zaś, zawierające mieszaninę różnych środków trujących, były znaczone pstrym krzyżem. Aljanci natomiast oznaczali swe pociski artyleryjskie różnokolorowymi pasemkami.

## STOSOWANIE SUBSTANCYJ TRUJĄCYCH W WALCE.

Pierwszym napadem gazowym, wykonanym przez Niemców w r. 1915 był atak zapomocą fali gazowej. Atak falowy okazał się najtańszym środkiem walki i dał wówczas najlepsze rezultaty. Jednakże wykonanie takowego zawsze jest zależne od warunków meteorologicznych, terenowych i wymaga dość złożonej instalacji. Dla wykonania ataku falowego na wyznaczonym odcinku należy przedewszystkiem dostarczyć potrzebną ilość balonów (butli stalowych) z gazem skroplonym, chlorem lub fosgenem. Na 1-kilometrową przestrzeń szerokości zużywa się około 3000 kg. skroplonego gazu, czyli około 1000 butli. Dostarczanie takowych odbywa się ze względu na przeszkody ze strony nieprzyjaciela tylko w nocy. Po dostarczeniu



balonów do pierwszej linii, ustawia się je w odpowiednich schronach i łączy w t. zw. kolektory, czyli baterje składające się z 8 — 12 sztuk. Butle stalowe są zgrupowane w dwa szeregi i połączone krótkimi rurami z jedną główną rurą wypustową, koniec której wyprowadza się poza „przedpiersie” okopów. Przy ustawianiu kolek-



*Francuska baterja butli gazowych.*

a — butle Hlowe  
b — rura łącząca baterje  
c — rura wypustowa.

Rys. 1.

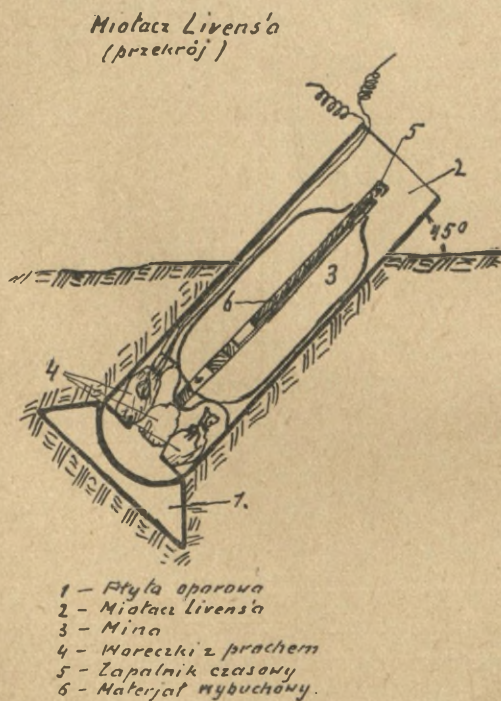
torów należy uwzględnić odległość pomiędzy nimi, ponieważ atakująca chmura gazowa w chwili wydostania się z kolektora przez rurę wypustową — rozpościera się wachlarzowato i łączy się z chmurami sąsiednich kolektorów dopiero na pewnej odległości od linii wypustu. Więc, im większa będzie odległość między kolektorami, tem później i dalej nastąpi połączenie się chmur w jedną wielką falę. O ile takie połączenie chmur nastąpiłoby za linią nieprzyjaciela, w takim razie minelibyśmy się zupełnie z celem ataku. Wobec tego rozmieszczenie kolektorów jest ściśle zależne od odległości pozycji nieprzyjaciela, od kierunku i siły wiatru. Dla obliczeń odległości kolektorów są specjalnie opracowane wzory schematyczne.

Również przed atakiem falowym należy uwzględnić własną pozycyjną linię, która, załamując się niejednokrotnie w różnych kierunkach, tworzy miejsce więcej wysunięte i narażone bezpośrednio na własne fale gazowe; dlatego też wykreślamy tak zwane linje



bezpieczeństwa i strefy rozproszenia. (1-strefa rozproszenia t. j. taka strefa, która określa granicę odsunięcia ognia artylerji od własnych wysuniętych pozycji — równa się kątowi  $5^{\circ}$ , 2-strefa — bezpieczeństwa równa się kątowi  $20^{\circ}$  i 3-strefa równa się kątowi —  $15^{\circ}$ ).

Dopiero po wykonaniu wspomnianych czynności przeprowadza się kilkudniowe, a nieraz i kilkunastodniowe badania meteorologiczne, notując przy tem kierunek i siłę wiatru. Wyzyskując warunki



Rys. 2.

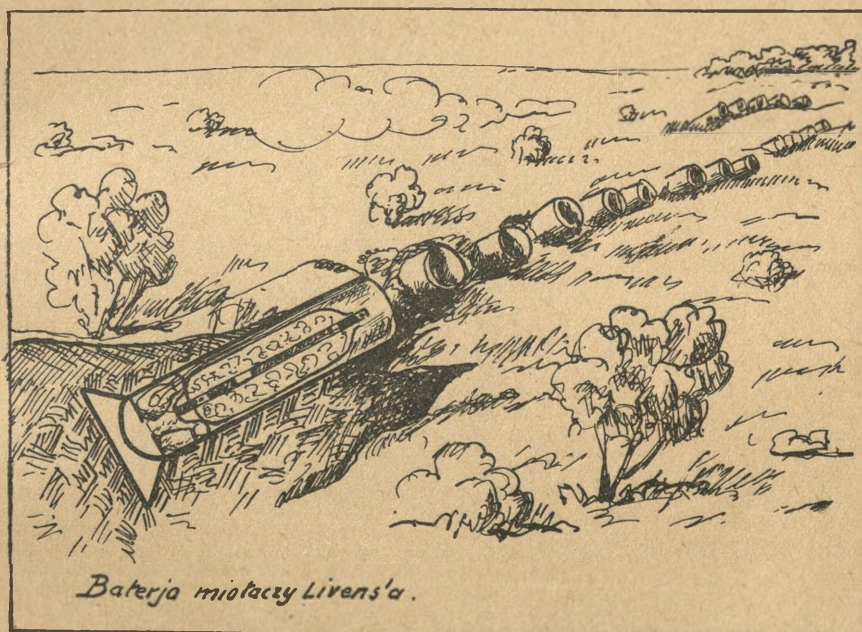
sprzyjające, otwiera się wszystkie kolektory, a wypuszczony gaz z kolektorów, unoszony wiatrem, kieruje się w stronę przeciwnika.

Jak widzimy z przytoczonych przykładów, skuteczność ataku falowego jest zależna od wielu czynników, i gdy uwzględnimy w końcu udoskonaloną maskę przeciwgazową, chroniącą dobrze od działania substancji używanych do ataków falowych, to dojdziemy do przekonania, że fale gazowe są już dziś przeżytkiem.

Wobec powyższego w czasie wojny do przenoszenia gazów na pozycje nieprzyjaciela, stosowano miotacze min Liwensa i artylerję.



Historja powstania miotaczy min Liwensa przedstawia się w następujący sposób. Gdy Niemcy przy zdobywaniu okopów zastosowali miotacze płomieni, skuteczność których jednak była znikoma i działała na niewielką odległość i krótki przeciąg czasu, Anglicy doszli wówczas do przekonania, że można jednak nieprzyjaciela zarzucać materiałem płynnym palnym i to na znacznie większą odległość. W tym celu zastosowano mianowicie duże bańki, wypełnione naftą i prymitywne zapalniki.



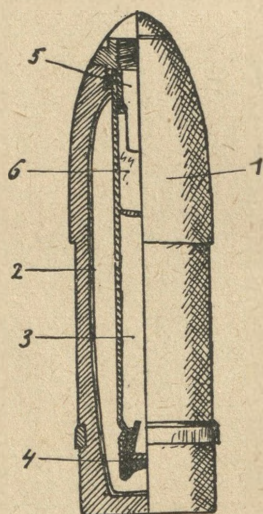
Rys. 3.

Oficer angielski kompanji technicznej, niejaki Liwens, wpadł na pomysł wyrzucania w powyższy sposób materiałów trujących, mianowicie gazów i substancyj żrących. Miotacz Liwensa jest najprostszym okopowym moździerzem, składającym się z rury stalowej średnicy około 8 cali i 84 cali długości — tak zwany krótki Liwens, i 126 cali długości — t. zw. długi Liwens. Krótki Liwens niesie na odległości 1350 metrów, długi zaś na 1600 metr. Nowsze typy amerykańskie niosą na odległość 4000 metr. Należy zaznaczyć, że dla przeniesienia jednego miotacza potrzeba 2-ludzi. Waga miny naładowanej wynosi 27,5 kg, z czego na materiał chemiczny przypada 50% t. j. 13,5 kg.



Ustawienie baterji miotaczy Liwensa nie przedstawia wiele trudności, a mianowicie: baterję, składającą się z 20-tu miotaczy, ustawia się w rowie pod kątem  $45^{\circ}$  i przysypuje ziemią; pierwszy Liwens ustawia się pod kątomierzem, następne dostosowuje się do pierwszego. Miotacze są połączone w jeden szereg z ręczną dynamomaszynką, przy pomocy której cała baterja oddaje strzał.

Ustawienie miotaczy nie zabiera dużo czasu, jedna kompanja w ciągu kilku godzin nocnych może ustawić baterję składającą się



*Francuski pocisk gazowy z rurką.*

1 - skorupa pocisku; 2 - ścianka izolacyjna;  
3 - rurka z materiałem dymotwórczym;  
4 - korek szklany; 5 - zapalnik; 6 - materiał wybuchowy. —

Rys. 4.

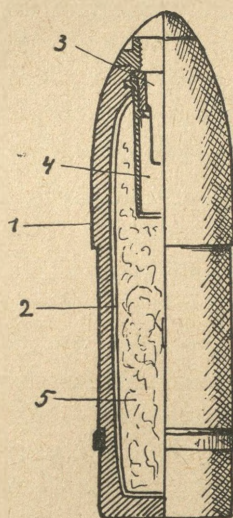
z 250 miotaczy. Atak gazowy zapomocą Liwensów nie jest zależny od warunków terenowych i meteorologicznych.

Przy takim ataku osiąga się największą koncentrację chmury gazowej, gdyż całą zawartość miny przenosi się na żądane miejsce bez jakichkolwiek bądź strat, nie tak, jak to ma miejsce przy ataku fałowym. Należy zaznaczyć, że miny Liwensa chociaż i posiadają własności kruszące, lecz tylko w słabym stopniu, jednak niszczą zagrody z drutu kolczastego, które są ustawione przed zwykłemi olindarzami polowemi, niszczą również niewzmocnione schrony polowe przeciwgazowe.



Przy końcu wojny zjawiły się nowe miotacze min gazowych Stokesa, które prawie że wyparły miotacze Liwensa z użycia. Jednocześnie z rozwojem walki gazowej zapomocą miotaczy Liwensa, rozwijał się i sposób wykonywania ataków chemicznych pociskami artyleryjskimi. Pociski te jednak są najmniej ekonomiczne, gdyż zawierają zaledwie 10% chemicznych substancyj bojowych.

Nie będziemy poruszali sprawy samej techniki pocisków, jak również systemu ich napełniania, dziedzina ta bowiem wchodzi w zakres



*Francuski pocisk gazowy*

1 - Skorupa pocisku ; 2 - ścianka izolacyjna ;  
3 - zapalnik ; 4 - mat. wybuchowy ; 5 - substancja  
gazowa

Rys. 5.

techniki gazów bojowych, a przytoczymy tylko wymiary obłoków gazowych, wytwarzanych przez pociski o różnych wymiarach, a mianowicie:

|        |        |                         |                    |
|--------|--------|-------------------------|--------------------|
| pocisk | 75m/m  | tworzy obłok o wymiarze | 16m <sup>3</sup> , |
| "      | 155m/m | " " "                   | 1000m <sup>3</sup> |

Co do zdolności zatrutowania terenów przez pociski z substancjami żrącymi trudnolotnymi, to za przykład mogą służyć pociski iperytowe, które zatruwają teren według następujących danych:

|        |        |                               |   |                     |
|--------|--------|-------------------------------|---|---------------------|
| pocisk | 75m/m  | zatrzuwa teren na przestrzeni | — | 20m <sup>2</sup> ,  |
| "      | 105m/m | " " " "                       | — | 50m <sup>2</sup> ,  |
| "      | 155m/m | " " " "                       | — | 200m <sup>2</sup> , |



widzimy więc z przytoczonych wyżej przykładów, że skuteczność pocisków artyleryjskich jest bardzo duża.

Pociski artyleryjskie były napełnione substancjami lotnymi lub trwałymi. Podział taki jest niezbędny, gdyż sposób wytwarzania chmury atakującej przy pomocy pocisków z substancją lotną jest inny, niż przy stosowaniu pocisków z substancją trwałą.

Znając wymiar obłoku gazowego, który wytwarza się pewnym kalibrem pocisku i wielkość ostrzeliwanego terenu, który to poprzednio dzieli się na odpowiednią ilość pasów o szerokości 50 mtr. (jak szachownice), oblicza się kubaturę powietrza nad danym odcinkiem, uwzględnia się siłę i kierunek wiatru, wylicza się potrzebną ilość pocisków dla stworzenia chmury o zabójczej koncentracji i dopiero wtedy ostrzeliwa się każdą krawędź takiego pasa.

Przy zastosowaniu substancyj chemicznych trudnołotnych postępuje się w następujący sposób:

Ponieważ wiadomo, jaką przestrzeń zatruwa jeden pocisk, łatwo można obliczyć, ile pocisków należy zużyć w celu zatrucia danego terenu.

Pocisk naprz. iperytowy 75 mm. zatruwa teren 20 m<sup>2</sup> zaś pocisk 105 mm. zatruwa teren 50 m<sup>2</sup>, a 155 mm. — 200 m<sup>2</sup>. Praktycznie biorąc, jak przy substancjach lotnych, tak i przy trudnołotnych, ilość pocisków bierze się nieco większą, mając na uwadze nieprzewidziane okoliczności.

Przytoczymy skutki pocisków gazowych z wojny światowej na froncie francuskim.

Francuzi ostrzeliwali 5 baterij niemieckich, zużywając po 400 pocisków 75 mm. na każdą baterję; podczas natarcia francuskiej piechoty, wspomniane 5 baterji niemieckich milczały.

Następnie Francuzi ostrzeliwali 7 baterij niemieckich pociskami 155 mm. zużywając po 1000 pocisków na baterję, które to przez przeciąg 3 dni były bezczynne. Fort Donamont Francuzi unieszkodliwili przy pomocy 300 pocisków 75 mm. i 1000 pocisków — 155 mm.

Oprócz pocisków, służących do przerzucania substancyj gazowych na teren przeciwnika, są jeszcze używane granaty ręczne, granaty karabinowe, które najczęściej bywają stosowane przez piechotę.

Co do zasłon dymowych, tak często używanych podczas wojny światowej, to takowe wytwarzają się zapomocą specjalnych pocisków artyleryjskich, świec dymowych, min. Liwensa, bomb Stoke-sa i granatów ręcznych oraz karabinowych.



## TAKTYKA BRONI CHEMICZNEJ.

Ponieważ wspomnieliśmy w krótkich słowach o materiale broni chemicznej, przeto dla całokształtu omówimy w kilku słowach ogólne zasady taktyki zastosowania broni chemicznej.

Broń chemiczna zależnie od zachowania się jej na terenie walki, dzielimy na następujące grupy:

- a) na broń chemiczną *krótkotrwałą* (lotną),
- b) „ „ „ *umiarkowanietrwałą*,
- c) „ „ „ *długotrwałą*,

Stosownie do działania fizjologicznego dzielimy takową na działającą natychmiast lub z mniejszem lub większem opóźnieniem. Pod względem taktycznym działanie fizjologiczne substancji trujących jest mniej ważne, natomiast ważniejszym jest, czy skutek będzie wywołany natychmiast, lub po pewnem opóźnieniu, albo też będzie trwał przez czas dłuższy.

Broń chemiczna krótkotrwała odgrywa ogromną rolę przy natarciu własnem, gdyż daje możność piechocie posuwać się naprzód.

Artylerja przedewszystkiem ostrzeliwuje pociskami gazowemi nieprzyjacielskie punkty obserwacyjne, punkty oporu, gniazda karabinów maszynowych, szeregi nieprzyjaciela; ogień taki nazywa się ogniem niszczącym.

O ile zatruiwa się zapomocą pocisków gazowych pewne tereny w celu ograniczenia zdolności manewrowej przeciwnika, taki ogień nazywa się ogniem zaporowym.

Przy zatruciu odwodów nieprzyjaciela, celem zmniejszenia siły przeciwnatarcia, ogień taki nazywa się nękającym.

Gdy przy ostrzeliwaniu pociskami gazowemi dąży się do obniżenia sprawności bojowej nieprzyjaciela i zmuszenia go do nałożenia maski, taki ogień nazywa się ogniem neutralizującym. Gdy zaś przy ostrzeliwaniu pociskami gazowemi dąży się do obniżenia stanu moralnego w oddziałach nieprzyjacielskich i to na czas dłuższy — taki ogień nazywa się ogniem wyczerpującym.

Umiejętne wyzyskanie pocisków gazowych jest w ścisłej zależności od sytuacji w polu, t. j. od warunków czy to samego natarcia, czy też odwrotu lub obrony.

Należy w takich wypadkach orjentować się szybko, jaki rodzaj pocisków należy w danej sytuacji zastosować. Nie zawsze można się uciekać do pocisków gazowych długotrwałych, a często zachodzi potrzeba stosowania pocisków krótkotrwałych i to z takim oblicze-



niem, by w chwili własnego natarcia oddziały nie uległy zatruciu. Co do stosowania pocisków artyleryjskich dymotwórczych, to takowe bywają używane dla wytwarzania dalekich zasłon dymowych, zaś granaty ręczne, karabinowe, bomby i świece służą dla osłon małych natarć lokalnych.

Zasłony dymowe stosują również dla demonstracji, dla wprowadzenia przeciwnika w błąd, co do kierunku natarcia, również dla powiększenia frontu ataku gazowego i dla zamaskowania przymusowego odwrotu. Ponieważ dymy te mogą zawierać i domieszkę substancyj trujących, a przebywanie bez maski staje się niebezpiecznym, przeto przeciwnik zmuszony jest nałożyć maski i obniżyć tym sposobem swą sprawność bojową o jakieś 15—20%. Najczęściej zasłony dymowe stwarzają sytuację niepewną, zmuszają nieprzyjaciela zwykle do koncentrowania ognia w kierunku zasłony, więc z tego powodu pozostawianie tuż za zasłoną dymową, nie jest wskazaniem. Zasłony dymowe poleca się wytwarzać w pobliżu stanowisk nieprzyjaciela.

Pociski dymowe są używane również celem wskazania kierunku natarcia własnym oddziałom, jednakże należy pamiętać, że zastosowanie broni chemicznej w polu wywołuje ze strony nieprzyjaciela takiż odwet, z tego powodu wszelką broń chemiczną należy stosować po uprzednim i dokładnem opracowaniu planu działań, a zatem broni chemicznej, jako półśrodka, nigdy nie należy używać. Przy zastosowaniu należy oczekiwać odwetu, więc i samemu zawczasu należy być w pogotowiu gazowym.

## CHEMJA GAZÓW BOJOWYCH.

Po uprzednim przytoczeniu klasyfikacji gazów bojowych na grupy, należy wspomnieć chociaż pobieżnie o chemji gazów bojowych z uwzględnieniem ich produkcji technicznej.

**Chlor.** Chlor został otrzymany po raz pierwszy przez aptekarza Scheele w roku 1774. Otrzymywanie chloru w technice odbywa się kilkoma metodami: metodą Weldona, Deacona, a także według sposobów najnowszych, polegających na elektrolizie roztworów NaCl i KCl metodą rtęciową Castner - Kellera, najczęściej zaś jest stosowaną metoda dzwonowa Billitera. Najodpowiedniejszą postacią chloru dla przemysłu okazał się chlor ciekły otrzymywany metodą Kniettsch'a. — Chlor jest to gaz o zabarwieniu zielonkawo-żółtem,  $2\frac{1}{2}$  raza cięższy od powietrza, 1 litr chloru w temperaturze 0° pod



ciśnieniem 760 m/m (1 atmosf.) waży 3.208 grama. Temperatura krytyczna  $+ 144^{\circ} \text{C}$ ., temperatura wrzenia  $33,6^{\circ} \text{C}$ °. Pod ciśnieniem  $6\frac{1}{2}$  atmosfer w temperaturze pokojowej, lub przy ciśnieniu  $3\frac{1}{2}$  atmosfer w temperaturze  $0^{\circ}$ , albo też przy oziębieniu do  $- 33^{\circ}$ , chlor przechodzi w stan ciekły.

Przy produkcji gazów bojowych chlor ma bardzo ważne znaczenie i szerokie zastosowanie, albowiem prawie 85% gazów bojowych w swym składzie zawiera chlor.

Koncentrację chloru w powietrzu  $0,01/\text{m}^3$  można wyczuć przez powonienie, przy stężeniu  $0,48/\text{m}^3$  następuje podrażnienie górnych dróg oddechowych, natomiast koncentracja  $0,96/\text{m}^3$  jest już nie do zniesienia i daje poważne objawy zatrucia.

W organizmach żywych chlor łączy się przedewszystkiem z wodą  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{HCl}$ . Wymienione kwasy w obecności jonów sodu dają sole  $\text{NaCl}$  i  $\text{NaClO}$ , z których  $\text{NaClO}$  pod wpływem  $\text{CO}_2$  rozkłada się we krwi w/g równania  $2\text{NaClO} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{O}$ , z przebiegu tej reakcji widzimy, że chlor jest mocnym odczynnikami utleniającym. W organizmie żywym reakcje zachodzą dość powolnie (przebieg reakcji zależy również i od stężenia) i nieraz przy sekcji zwłok nawet na 2—3 dzień przy trepanacji czaszki udawało się wyczuć zapach chloru.

Nagromadzenie w żywym organizmie kwasu solnego przy zatruciu chlorem wywołuje tak zwane przekwaszenie krwi, czyli acidozę.

Do ważniejszych odczynników na chlor możemy zaliczyć:

1) roztwór KJ z domieszką skrobi; przepuszczając zatrute powietrze przez płótkę z roztworem jodku potasu i skrobi w myśl równania  $2\text{KJ} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{J}_2$ ; wydzielony jod zabarwia roztwór skrobi na kolor niebieski; można również z powodzeniem posługiwać się pasemkiem bibuły nasyconym wymienionym roztworem, a następnie wysuszonym, jednak przed próbą należy bibułę zwilżyć wodą, zabarwienie skrobi zaobserwujemy na papierku.

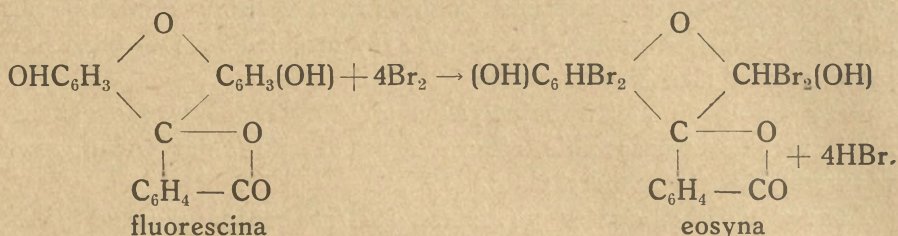
2) Więcej pewny odczynnik barwny możemy otrzymać, posługując się mieszaniną o składzie:

0,2 Fluorescini  
30,0 Kalii bromati  
2,0 Kalii carbonici  
10,0 Glycerini puri

Pasemka bibuły nasycone tym roztworem suszą się, a w miarę potrzeby zwilża się papier, który w obecności chloru zmienia swój pierwotny kolor żółty na kolor jaskrawo - czerwony, albowiem wy-



dzielony brom z KBr. przy działaniu na fluoresceinę dale eosynę w/g równania:



Ponieważ hyposulfit (tiosiarczan sodu)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  wstępuje bardzo łatwo w reakcję z chlorem:  $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$  — dając sól kuchenną i sól kwasu siarkowego, więc w tym celu hyposulfit był używany jako zasadniczy odczynnik na chlor do pierwszego typu masek przeciwgazowych w roztworze wodno glicerynowym, którym przesycały tkaniny masek.

Drugim zasadniczym materiałem, który odegrał pierwszorzędne znaczenie w obronie przeciwgazowej i przeistoczył budowę pochłaniaczy — jest węgiel aktywowany, który posiada nie tylko własność absorbcyjną (chłonną) gazów bojowych na swej powierzchni, lecz również posiada zdolność katalityczną.

Np. niemiecki węgiel aktywowany z czasu wojny światowej posiadał zdolności pochłaniania od 150—200% gazu w stosunku do własnej wagi.

Więcej szczegółowo omówimy tą sprawę przy pochłaniaczach.

**Fosgen.**  $\text{COCl}_2$  odkryty w roku 1812 przez G. Devi, (tlenochlorek węgla) otrzymuje się przy przepuszczaniu mieszaniny czystego tlenu węgla CO i chloru nad węglem aktywowanym, który w danym wypadku działa, jako katalizator. Czysty tlenek węgla otrzymuje się przy ogrzewaniu w kotłach parowych wodnego roztworu kwaśnego węglanu potasu ( $\text{KHCO}_3$ ) i przepuszczając wywiązujący się dwutlenek węgla nad ogrzanym do  $1000^\circ$  węglem: 1)  $2\text{KHCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + t^\circ = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2$ , 2)  $\text{CO}_2 + \text{C} + t^\circ = 2\text{CO}$ .

Następnie przepuszczamy CO i  $\text{Cl}_2$  przez szereg komór nad węglem aktywowanym w temperaturze około  $70^\circ \text{C}$ . — otrzymujemy fosgen.

3)  $\text{CO} + \text{Cl}_2 + \text{katalizator } t^\circ = \text{COCl}_2$ . Pozostały zaś w roztworze węgiel potasowy, podlega pod wpływem gazów spalinowych regeneracji na kwaśny węgiel potasu, t. j. materiał wyjściowy  $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = 2\text{KHCO}_3$ .



Fosgen jest cieczą, mniej lotną, niż chlor. Temperatura wrzenia waha się około  $+ 8,2^{\circ}\text{C}$ . Ciężar właściwy jest znacznie większy, niż chloru, wobec czego pozostaje on dłużej na powierzchni ziemi, dyfunduje znacznie wolniej, niż chlor. *Fosgen przypomina zapach zgniłych liści lub siana.*

Fosgen używał się przy atakach falowych w mieszaninie z chlorem (40% chloru i 60% fosgenu). Następnie stosowano go także i do min Liwensa. Gdy spostrzeżono, że pumeks pochłania potrójną ilość fosgenu w stosunku do swej wagi ( $5\frac{1}{2}$  kg. pumeksu pochłania około 13 kg. fosgenu), zaczęto stosować go do pocisków artyleryjskich. Pociski takie okazały się bardzo praktyczne, gdyż fosgen dłużej wyparowywał z pumeksu na terenie i czynił takowy bardziej niebezpiecznym. Francuzi natomiast, korzystając z rozpuszczalności fosgenu w toluolu, wyzyskali ten roztwór do napełniania pocisków celem przedłużenia działania fosgenu w terenie.

Z obliczeń badań fizjologicznych wypadało, że o ile pies ginie w koncentracji 2,5 miligrama chloru na 1 litr powietrza po 30 minutach, to takiż sam efekt otrzymano przy koncentracji fosgenu 0,3 miligrama na 1 litr powietrza. Jak widzimy z przytoczonego przykładu, napastliwość fosgenu jest 8-krotnie większą od chloru.

Ważnem jest zjawiskiem, że fosgen działa na żywe istoty podstępnie; przy słabych koncentracjach fosgenu człowiek może przebywać na powietrzu od kilku do kilkunastu godzin, t. j. do spostrzeżenia wyraźnych objawów zatrucia.

Takie opóźnione działanie fosgenu przy słabych koncentracjach możemy tłumaczyć prawem działania mas, które głosi, „że szybkość reakcji jest zależną od stężenia drobinowego ciał reagujących”. Fosgen, jako typowy chlorobezwodnik kwasowy, pod wpływem wody ulega hydrolizie:  $\text{COCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{HCl}$ .

Gdy czysty fosgen wylejemy do wody, nastąpi dość gwałtowna reakcja, natomiast w słabym rozcieńczeniu odbywa się ona bardzo powoli, a zjawisko to tłumaczymy w ten sposób, że słaba koncentracja fosgenu w atmosferze jest trwalsza i działa wobec tego podstępnie.

Węgiel, który odgrywa podwójną rolę, jako środek kondensacyjny i katalityczny, rozkłada fosgen na  $\text{HCl}$ ,  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ .

Ciekawem zjawiskiem jest, że obecność w powietrzu nawet nieznacznej domieszki fosgenu możemy wyczuć przy paleniu papierosa, którego smak rażąco się zmienia. Przed wojną fosgen był używany przy syntezach barwików. *Fosgen jest cieczą mniej lotną, niż*

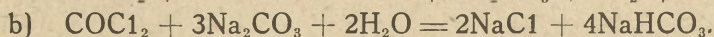
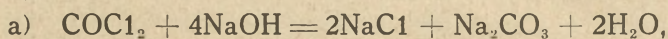


chlor, temperatura wrzenia waha się około  $+ 8,2^{\circ}\text{C}$ . Ciężar właściwy przy  $0^{\circ}$  — 1,432, przy  $8,2^{\circ}$  — 1,420 przy  $18^{\circ}$  — 1,392.

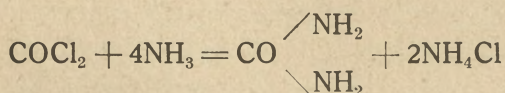
O ile chlor jest 2,49 razy cięższy od powietrza, to fosgen jest 3,5 razy cięższy, wobec czego pozostaje dłużej na powierzchni ziemi i dyfunduje znacznie wolniej, niż chlor.

Fosgen rozpuszcza się w benzolu, ksylole, toluolu, w lodowatym kwasie octowym.

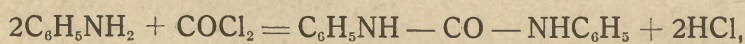
Z zasadami i solami alkalicznymi fosgen szybko wstępuje w reakcję:



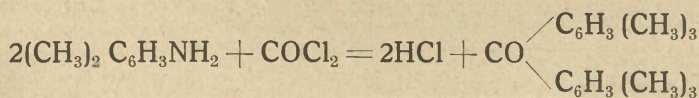
Z amonjakiem fosgen reaguje dość energicznie i w rezultacie otrzymujemy mocznik:



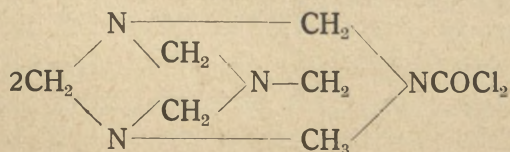
Z aminami aromatycznymi, jak na przykład z aniliną, fosgen reaguje, dając w rezultacie dwufenylmocznik w/g równania:



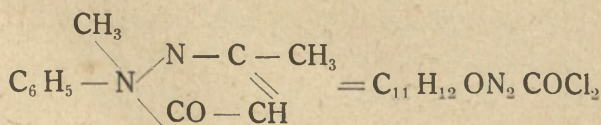
który wypada w postaci białego nierozpuszczalnego osadu. Fosgen z dwumetylfenylaminą daje benzofen:



Z urotropiną  $\text{CH}_2/\text{N}_4$  fosgen daje podwójne dość trwałe połączenie:

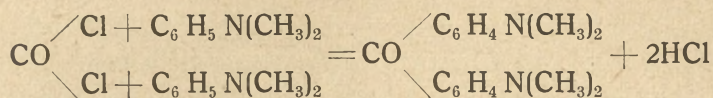


jak również z antypiryną  $(\text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{ON}_2)$ .

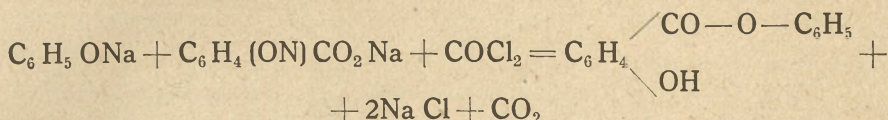


Przy działaniu fosgenu na dwumetyloaminę otrzymujemy tak zwany keton Michlera:

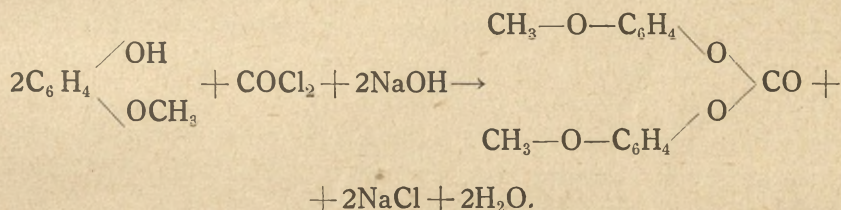




Przy działaniu fenolatu sodu na salicylan sodu w obecności fosgenu, możemy otrzymać salol (dawna metoda Eckenroth'a):



przy działaniu fosgenu na alkaliczny roztwór eteru jednometylopyrokatechiny czyli na guajakol otrzymamy tak zw. duotal:



Poza tem fosgen używa się przy produkcji barwików, a zatem widzimy, że fosgen ma również i zastosowanie w przemyśle podczas pokoju.

Do jakościowego oznaczenia fosgenu możemy posługiwać się następującymi reakcjami:

1) Przy przepompowywaniu powietrza zatrutego fosgenem przez 2—3% roztwór aniliny w płótcie wypadają białe kryształy dwufenylomocznika:  $2\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{COCl}_2 = \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}-\text{CO}-\text{NHC}_6\text{H}_5 + 2\text{HCl}$ . Przy wykonywaniu tej reakcji należy zachować pewne ostrożności, a mianowicie: analizowane powietrze należy uprzednio przepuścić przez pumeks zroszony mocnym roztworem KJ, a następnie przepuścić go przez rurkę szklaną z kryształami tiosiarczanu sodu. Chodzi o to, że należy usunąć wolny chlor, który przy tej reakcji może dać jako przejściowy produkt tróchloroanilinę.

2) W roztworze z 1,0 dwumetyloamino - benzaldehydu i 1,0 dwufenylaminy w 20,0 spirytusu zanurzają się pasemka bibuły, następnie bibuła się suszy.

Przy zmoczeniu wodą w obecności fosgenu bibuła żółknie i tem intensywniej, im większa jest koncentracja fosgenu w powietrzu.

3) Ilościowo określa się fosgen miareczkowaniem, a mianowicie: 2 litry badanego powietrza przepompowujemy przez roztwór KOH



w spirytusie 25,0 — 30,0 w naczyniu Dreksela w ciągu 5—7 minut; możemy posługiwać się również i roztworem NaOH w spirytusie, lecz w tym wypadku musimy brać roztwór 2-normalny.

Po przepompowaniu powietrza, nadmiar łągu zobojętnia się kwasem azotowym, a otrzymany roztwór chlorku potasowego miareczkujemy 1/20N roztworem azotanu srebra w/g Folgarda. O ile w badanym powietrzu podejrzewana jest obecność wolnego chloru, należy badane powietrze przesączyć uprzednio przez 1 : 10000 KJ, a następnie postąpić, jak wskazano poprzednio. Obliczamy wolny chlor w pierwszym naczyniu, które zawierało roztwór KJ, gdzie został wytrącony jod i miareczkujemy 1/20 N roztworem tiosiarczanu.

**Dwufosgen.** (Cl—COOC.Cl<sub>3</sub>). Chloromrówczan trójchlorometylu. Sposób wytwarzania dwufosgenu polega na otrzymaniu najpierw estru metylowego kwasu - mrówkowego, a następnie na chlorowaniu go przy udziale światła lampy kwarcowej (reakcja fotochemiczna).  

$$\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{OH} = \text{H}_2\text{O} + \text{HCOOCH}_3.$$

Mrówczan metylu może być jeszcze otrzymany przez destylację mrówczanu sodu z dwumetylem siarczany  $2(\text{HCOO Na} + (\text{CH}_3)_2\text{SO}_4 = 2\text{HCOOCH}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4.$

Do otrzymania estrów możemy zastosować również metodę Fiszera, polegającą na stosowaniu suchego chlorowodoru. Dwufosgen jest cieczą prawie bezbarwną, punkt wrzenia 127,5°, ciężar właściwy 1,65, ma bardzo silny zapach, lecz nie tak wstrętny, jak fosgen. Przypomina *nieco zapach owoców*, a będąc mniej lotnym od fosgeny, dłużej utrzymuje się na terenie, *silnie podrażnia oczy* i posiada własności znacznie napastliwsze od fosgeny.

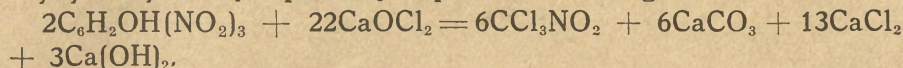
W organizmie żywym cząsteczka dwufosgeny rozpada się na 2 cząsteczki fosgeny, które „in statu nascendi” działają, jako fosgen. Stosowano go w polu celem masowego zatrucia przy opóźnionem nałożeniu masek, lub celem wyczerpania materiału chłonnego w pochłaniaczach.

**Chloropikryna.** CCl<sub>3</sub>NO<sub>2</sub> (czyli nitrochloroform lub nitrotrójchlorometan). Związek ten został wykryty przez Stenhausena w roku 1848.

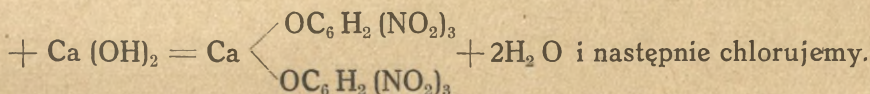
Zdawałoby się, że nitrochloroform czyli chloropikryna mogłaby być otrzymaną przy nitrowaniu chloroformu w myśl reakcji  $\text{CHCl}_3 + \text{HNO}_3 = \text{H}_2\text{O} + \text{CCl}_3\text{NO}_2$ ; lecz metoda ta jest mało wydajną. Chloropikrynę otrzymał Szmidt, przez chlorowanie kwasu pikrynowego C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>OH wapnem chlorowanym; reakcja ta odbywa się dość gwałtownie. — Moglibyśmy otrzymać chloropikrynę przez de-



stylację mieszaniny spirytusu drzewnego, soli kuchennej, saletry i kwasu siarkowego w myśl równania:  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{NaCl} + \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CCl}_3\text{NO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$ . Jak również działając chlorem bezpośrednio na kwas pikrynowy  $\text{C}_6\text{H}_2\text{OH}(\text{NO}_2)_3 + 11 \text{Cl}_2 + 5\text{H}_2\text{O} = 3 \text{CCl}_3\text{NO}_2 + 3\text{CO}_2 + 13\text{HCl}$ , lecz w tym ostatnim wypadku zatracą się dużo chloru ( $13\text{HCl}$ ), co w technice, ze względów ekonomicznych, ma bardzo ważne znaczenie. Fabrykacja chloropikryny odbywa się zapomocą wapna chlorowanego.



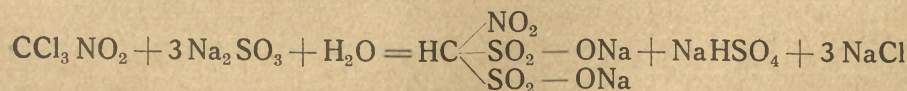
Ze względów praktycznych dogodniejszym jest wychodzić nie z kwasu pikrynowego, a z pikrynianu wapnia, który to jest łatwiej rozpuszczalny w zimnej wodzie. Wobec tego kwas pikrynowy przeprowadzamy w pikrynian wapnia w myśl równania:  $2\text{C}_6\text{H}_2\text{OH}_2(\text{NO}_2)_3$ .



Chloropikryna jest ciałem płynnem, oleistem c. włas. 1,69 p. wrzen. 112°, nierozpuszczającym się w wodzie, jest znacznie trwalszą na terenie od fosgenu i dwufosgenu. *Działa jako środek duszący, oraz dotkliwie drażniący oczy.* Stosowano chloropikrynę przeważnie w pociskach, w mieszaninie z fosgenem z 20% domieszką  $\text{SnCl}_4$ .

Ponieważ chloropikryna jest dość trwałym związkiem, przeto są pewne trudności przy wykonywaniu jakościowych ew. ilościowych reakcyj. Ani kwasy, ani zasady na chloropikrynę w zwykłej t° nie działają.

Jedynie przy działaniu siarczynów krystalicznych, jak np. siarczyny sodu, chloropikryna oddaje całkowicie swój chlor, zatrzymując grupę  $\text{NO}_2$  w/g równania:



reakcja ta daje możność określenia zawartej w powietrzu chloropikryny.

Co do innych reakcyj możnaby przytoczyć następujące: przy działaniu kwasu octowego i żelaza metalicznego powstaje metylamina, przy gotowaniu chloropikryny z alkoholowym roztworem amonjaku otrzymuje się guanidynę  $\text{CNH}(\text{NH})_2$ .

Najlepszym jednak odczynnikiem fizjologicznym jest oko, gdyż



przy stężeniu 1 : 1.000.000 chloropikryna wywołuje podrażnienie oczu. Przy stężeniu 1 : 200.000 wywołuje tak silne podrażnienie i łzawienie, że dłuższe przebywanie w takiej atmosferze staje się niemożliwe, przy stężeniu 1 : 50000 nie chronią nawet szczelne okulary.

Zależnie od koncentracji chloropikryny mamy różne stopnie zatrucia.

Znaczniejsze stężenie chloropikryny działa drażniąco na *nervus trigeminus* i jego rozgałęzienia, wywołując kurczowe zamykanie powiek.

Przy silniejszych stężeniach, względnie przy przebywaniu przez czas dłuższy w słabych stężeniach chloropikryny, następują odruchowe wymioty.

Śród tych objawów mogą również nastąpić inne uszkodzenia jak to: zapalenie spojówek (*conjunctivis acuta*), zapalenie krtani, oskrzeli, również może powstać martwica górnych warstw nabłonka.

Ponadto należy zaznaczyć, że chloropikryna jest zdolna przenikać do pęcherzyków płucnych, dając objawy takie, jakie dają silne stężenia fosgenu wzgl. chloru, co w skutkach swych może wywołać poliglobulję, czyli zgęstnienie krwi.

Przy silniejszych koncentracjach 2—7,5 mm/m<sup>3</sup> śmierć może nastąpić momentalnie wskutek silnego skurczu mięśnia sercowego.

W czasie wojny przeprowadzono dużo prób i doświadczeń nad chlorowco-pochodniami szeregu aromatycznego. Jak wiadomo, chlorowco-pochodne grupy aromatycznej otrzymują się przez podstawienie chlorowca w rdzeniu benzolowym, przy ochładzaniu i przy udziale reakcji fotochemicznej. Podstawienie chlorowca w łańcuchu bocznym odbywa się przez działanie chloru w stanie pary przy ogrzewaniu grupy aromatycznej. Charakter chlorowca w obydwu wypadkach jest różny. Chlorowiec w rdzeniu nie reaguje ani z wodą, ani z alkalkami, natomiast chlorowiec w łańcuchu bocznym zachowuje się tak, jak chlorowco-pochodne w szeregu zwykłych węglowodanów nasyconych. Podczas wojny stosowano następujące chlorowco-pochodne szeregu aromatycznego, jako środki łzawiące, czyli lakrymatory:

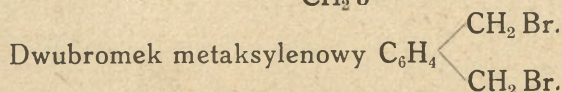
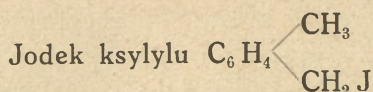
Bromek benzylu ( $C_6H_5CH_2Br$ .)

Chlorek benzylu ( $C_6H_5CH_2Cl$ .)

Jodek benzylu ( $C_6H_5CH_2J$ .)

Bromek ksylilu ( $C_6H_4 \begin{array}{l} \diagup CH_3 \\ \diagdown CH_2 \end{array} Br$ .)





Są to ciała płynne z wyjątkiem jodku benzylu i jodku ksylilu.<sup>1</sup> Często używano przez Niemców **T-stoff** — mieszaninę, składającą się z bromku benzylu 88% z bromoacetonem 12%.

Ponieważ wymienione chlorowco-pochodne działają na ścianki pocisków, przeto te ostatnie należało uodpornić na działanie chemikalijs. Pierwotnie próbowano uodpornić je przez lakierowanie, pokrywanie ołowiem lub emaljowanie wnętrza, lecz wszystkie te sposoby okazały się mało wartościowymi, ze względu na to, że niszczyły się same środki chemiczne, jak również i ścianki pocisku, a wobec tego większych zapasów pocisków nie można było wyrabiać. Zdawałoby się, że najlepsze wyniki musiałyby dać emalia, jednak okazało się, że ta ostatnia posiada wyższy punkt topnienia od hartowanej stali, wobec czego została zaniechana. *Francuzi natomiast wpadli na pomysł powleknięcia wnętrza pocisku szkłem*, W tym celu ogrzewano je do temperatury topnienia szkła, a wówczas roztopione szkło wdmuchiwało się do wnętrza pocisku. Następnie pocisk stopniowo ochładzano, a wobec różnych współczynników rozszerzalności szkła i żelaza, pocisk ściągał się i szczelnie przylegał do szkła. W ten sposób otrzymano pociski pokryte szkłem wewnątrz, które dały się przechowywać przez czas dłuższy.

Wspomniana powyżej mieszanina bromku benzylu i bromo-acetonu zwana *T-stoff*, może być wyczułą przez powonienie przy koncentracji w powietrzu 1 : 100.000.000, a koncentracja 1 : 1.000.000 stwarza atmosferę wprost nie do zniesienia. Chociaż wspomniane mieszaniny nie są trujące, jednak oddziały francuskie od nich ucierpiały w roku 1915 w Argonach. — Z obliczeń wypada, że 1 pocisk z lakrymatorem zmusza do nałożenia masek taką ilość ludzi, do jakiej trzeba byłoby zużyć 500—1000 takichże pocisków z fosgenem.

Jednak z chwilą zjawienia się *Bromocyjanku benzylu*  $C_6H_5CH Br CN$ , tak zwanego *Kamitu*, a potem *Chloroacetophenonu*  $C_6H_5COCH_2 Cl$  **środków wybitnie drażniących**, — produkcja wyżej wspomnianych chlorowco-pochodnych została prawie zaniechana. Co do kamitu, to należy zaznaczyć, że pociski do niego winne być pokryte wewnątrz szkłem lub ołowiem. Środki te, t. j. kamit i chloroacetophenon posiadają prawie jednakową wartość napastliwo-



drażniącą. Jednak, jak widzimy z formułki chemicznej, w skład kamitu wchodzi CN, związek trujący, więc przy dłuższem działaniu na organizm żywy kamit może wywołać śmierć. Natomiast chloroacetophenon podczas zimy wywiera mniejszy skutek, gdyż przy niskiej temperaturze zamienia się w ciało krystaliczne.

**Kamit** ( $C_6H_5CH_2BrCN$ ) bromo-cyjanek benzylu, odkryty w roku 1881, a zbadany dopiero w r. 1914. Chemicznie czysty kamit jest ciałem stałym, drobnokrystalicznym, o zabarwieniu kanarkowo-żółtym. Techniczny produkt jest cieczą o zabarwieniu od ciemno-żółtego do brunatno-brązowego koloru i łatwiej reaguje z NaOH, aniżeli kamit chemicznie czysty. Kamit jest rozpuszczalny w alkoholu i zmydla się w alkoholowym ługu. Dwutlenek węgla, ani też tlen powietrza, na kamit nie działają, wobec czego może się on zachowywać na terenie, jako środek napastliwy od 2 do 4 tygodni.

Chcąc usunąć na terenie plamy po kamicie, należy osuszyć je, lub zalać czterochlorkiem węgla ( $CCl_4$ ), a najlepiej zaś zastosować 18—20° roztwór ługu sodowego w 50% spirytusie, 100,0 takiego roztworu zobojętnia 30,0 kamitu.

Kamit w słabych koncentracjach ma zapach przyjemny, przypominający owoce, a przy wachaniu go ma się wrażenie jakby osuszał śluzówkę nosa. Na oczy działa kamit tak silnie, że wywołuje ślepotę na czas dłuższy, a będąc zmieszany z chlorkiem etylidenu, środkiem rozpuszczającym łyzy, nader silnie czepia się oczów i może wywołać chroniczne zapalenie i nieraz kompletną ślepotę. Koncentracja kamitu w atmosferze — 1 : 60.000.000 stwarza warunki nie do zniesienia. Należałoby przypuszczać, że aljanci używali taką mieszaninę w swych pociskach, Niemcy zaś tłumaczyli to zjawisko stosowaniem przez Francuzów promieni X.

Do dziś dnia jeszcze można spotkać w Niemczech i u nas w Poznaniu inwalidów, chodzących prawie po omacku w ciemnych okularach — prawdopodobnie są to ofiary działania kamitu. Szczelne okulary chroniły dość dobrze od lakrymatorów, ale nie od kamitu i chloroacetophenonu. Później normalne respiratory (pochłaniacze) starano się o tyle ulepszyć, by chroniły od kamitu i chloroacetophenonu.

Do fabrykacji kamitu, jako materiał wyjściowy, używa się chlorek benzylu  $C_6H_5CH_2Cl$ , cyjanek sodu i brom.

Chlorek benzylu otrzymuje się przez chlorowanie toluolu przy 100° C. przy udziale katalizy świetlnej (reakcja fotochemiczna) ( $C_6H_5CH_3 + Cl_2 = C_6H_5CH_2Cl + HCl$ ). Przy chlorowaniu grupy ho-



mologów benzolu, możemy otrzymać jedno-, dwu- i trójpodstawione chlorowco-pochodne w łańcuchu bocznym  $C_6H_5CHCl_2$ ,  $C_6H_5CHCl_3$ . Otrzymaną mieszaninę chlorku benzylu, chlorku benzylenu i chlorku benzylidenu poddaje się destylacji cząsteczkowej, celem otrzymania czystego chlorku benzylu. Z chlorku benzylu otrzymujemy cyjanek benzylu, przez działanie na takowy 50%-ym roztworem spirytusowym cyjanku sodu  $C_6H_5CH_2Cl + NaCN = C_6H_5CH_2CN + NaCl$ . Otrzymany cyjanek benzylu oddestylowuje się z parą wodną. Dalsza reakcja polega na bromowaniu cyjanku benzylu. Reakcja ta jest dość kapryśna i trudna, albowiem trzeba zatrzymać się na jednopodstawionym bromie, ponieważ związek 2 podstawiony dwubromocyjanek benzylu —  $C_6H_5CBr_2CN$  nie nadaje się jako środek bojowy. Sposób otrzymywania kamitu jest bardzo skomplikowany i kosztowny, wobec czego nawet złotodajna Ameryka porzuciła na wyrobie chloroacetophenonu, który miał zamienić kamit.

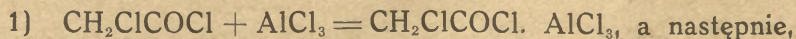
**Chloroacetophenon.**  $C_6H_5COCH_2Cl$ , jak nam wskazuje wzór

strukturalnej budowy  $\begin{matrix} C_6H_5 \\ \diagdown \\ ClCH_2 \end{matrix} > CO$ , jest to chlorowany keton, Chloro-

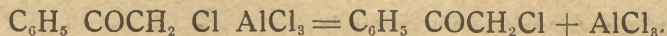
acetophenon *ciało stałe*, o kolosalnej napastliwości, gdyż nawet w słabej koncentracji (1 : 100.000.000) *wywołuje silny i gwałtowny ból oczu*. W bardzo dużym rozcieńczeniu *pachnie czeremchą*. Stosowano go w pociskach trotylowych silnie kruszących, a zarazem i subtelnie go rozpraszających. Chloroacetophenon, unosząc się w powietrzu w postaci nader subtelnego proszku, przenika przez pochłaniacze, wobec czego może być stosowany przez artylerję zenitową w obrobie przeciwlotniczej.

Chloroacetophenon jest w wodzie nierozpuszczalny, rozpuszcza się w benzolu i eterze, czterochlorku krzemu i czterochlorku tytanu.

Rozcieńczony i ogrzany kwas siarkowy rozkłada go. Chloroacetophenon może być otrzymany z benzolu i chlorobezwodnika kwasu chlorooctowego w obecności katalizatora trójlorku glinu (metodą Friedel i Kraffa)  $C_6H_6 + CH_2ClCOCl + \text{katal. Al. Cl}_3$ . Reakcja odbywa się w ten sposób, że pierwotnie chlorobezwodnik kwasu chlorooctowego łączy się z katalizatorem:



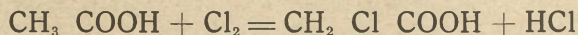
2)  $CH_2ClCOCl \cdot AlCl_3 + C_6H_6 = HCl + C_6H_5COCH_2Cl \cdot AlCl_3$  daje połączenie, które przy działaniu wody rozpada się:





Druga metoda, polega na chlorowaniu acetophenonu ( $C_6H_5COCH_3$ ), reakcja przechodzi w 3 fazach:

1) otrzymywanie kwasu chlorooctowego przez chlorowanie kwasu octowego.



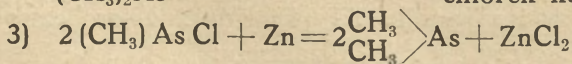
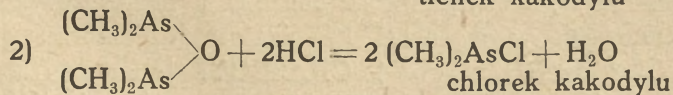
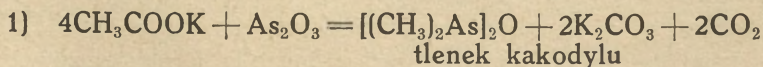
2) otrzymywanie bezwodnika kwasu chlorooctowego w obecności  $(SCl)_2$ ,  $2CH_2 ClCOOH + S_2Cl_2 + Cl_2 = 2CH_2ClCOC l + SO_2 + H_2O + S + 2HCl$ .

3) otrzymywanie samego chloroacetophenonu, jak zaznaczono w fazie 2-giej pierwszej metody.

Następnie sam acetophenon (metylofenyloketon) można otrzymać przez destylację mieszaniny kwasu octowego i benzoesowego nad ogrzany do  $350 - 260^\circ$  tlenkiem toru, jako katalizatorem. Chloroacetophenon został wynaleziony dopiero pod koniec wojny, przeto w polu był mało stosowany. Jednak i te wykonane w niewielkim zakresie próby udowodniły, że jest on bardzo poważnym środkiem bojowym, który w przyszłej wojnie może odegrać znaczną rolę.

### ZWIĄZKI ARSENOORGANICZNE, T. ZW. STERNITY.

W poszukiwaniu coraz to nowych środków broni chemicznej zwrócono uwagę na dawno znane własności trujące arsenu i jego pochodnych. Przeprowadzono szereg prób nad arsenowodorem ( $AsH_3$ ), który jako związek lotny i samozapalny w stanie wolnym nie nadął się do zastosowania. Zaczęto w dalszym ciągu przeprowadzać doświadczenia nad związkami kakodylowymi i cyjanokakodylowymi. Wiemy z chemii organicznej, że czysty kakodyl może być otrzymany na drodze przejściowej z tlenku i chlorku kakodylu przez destylację mieszaniny tlenku arsenowego i octanu potasu.



Kakodyl jest ciałem płynnym o przykrym zapachu, nierozpuszczalny w wodzie, a na powietrzu jest samozapalny. Wobec powyższych własności kakodyl nie znalazł zastosowania w broni chemicznej, również nie znalazł zastosowania i cyjanek kakodylu.



Co zaś do związków arsenu z chlorowcami, to najważniejszym okazał się trójtchlorek arsenu ( $\text{AsCl}_3$ ), albowiem pięćiochlorek arsenu jest związkiem nietrwałym. Trójtchlorek arsenu jest cieczą, możemy go otrzymać przez działanie stężonego  $\text{HCl}$  na arszénik  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  
 $+ 6\text{HCl} = 2\text{AsCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ . Jako związek lotny  $\text{AsCl}_3$  oddestylowuje się.

Na początku wojny, trójtchlorek arsenu wchodził w skład mieszanki, używanej przez Francuzów pod nazwą „Wincentiny”, składającej się z trójtchlorku arsenu ( $\text{AsCl}_3$ ), kwasu pruskiego ( $\text{HCN}$ ) czterochlorku cynowego ( $\text{SnCl}_4$ ) i chloroformu ( $\text{CHCl}_3$ ). Trójtchlorek arsenu będzie nas interesował przy opisie otrzymywania luizytu.

Dalsze badania wykazały, że związki arsenoorganiczne t. zw. sternity, są bardzo cennym materiałem dla broni chemicznej. Pierwszym z tych związków była **dwufenylochloarsina**  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$  stosowana przez Niemców w pociskach,znaczonych przez nich krzyżem błękitnym.

Związki arsenoorganiczne t. zw. *sternity* były stosowane w pociskach *nie jako materiał trujący, lecz jako taki, który, przechodząc przez zwykłe pochłaniacze masek, wywołuje silny kaszel i kichanie*, i zmusza żołnierza do odruchowego zerwania maski. Ponieważ jednocześnie z pociskami sternitowymi były stosowane i serje poci-sków z gazami trującymi i duszącymi, przeto widzimy, jak ważną rolę odegrały sternity podczas wojny chemicznej.

\*

\*

\*

**Dwufenylochloarsina** jest ciałem stałym, krystalicznym, mało-lotnym, stosowanym do trotylowych pocisków kruszących, które przy wybuchu rozpraszały w powietrzu subtelny pyłek dwufenylochloarsiny, roznoszony przez powiew wiatru. Oprócz dwufenylochloarsiny były stosowane i inne sternity jak to: *Fenyłodwuchloarsina*  $\text{C}_6\text{H}_5\text{AsCl}_2$ . *Dwufenylocyanorsina*  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCN}$ . — *Dwuchloroethyloarsen*  $\text{C}_2\text{H}_5\text{AsCl}_2$ . — *Dwubromoethyloarsen*  $\text{C}_2\text{H}_5\text{AsBr}_2$ .

i *Dwufenyloaminochloarsina* (Adamsyt):  $\text{NH} \begin{array}{c} \diagup \text{C}_6\text{H}_5 \\ \diagdown \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \text{AsCl}$

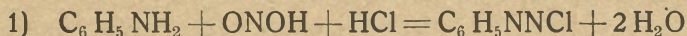
Dwufenylochloarsina  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$  znana jest jeszcze z roku 1885, lecz zwrócono na nią uwagę dopiero podczas wojny światowej. Amerykanie znakowali pociski z dwufenylochloarsiną literami D. A. Pierwotnie otrzymano ją, jako produkt działania  $\text{AsCl}_3$



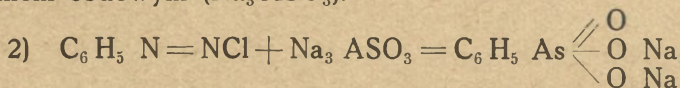
na dwufenylan rtęci.  $(C_6H_5)_2Hg + AsCl_3 = (C_6H_5)_2AsCl + HgCl_2$   
Dwufenylan rtęci powstaje przy działaniu na bromobenzol  $C_6H_5Br$  amalgamatem sodu, t. j. roztworu metalicznego sodu rtęci.

Podczas wojny spostrzeżono, że dwufenylochloroarsina może być otrzymana przez działanie trójskloru arsenu  $AsCl_3$  na trójskloroarsinę  $(C_6H_5)_3As$ , według równania 1)  $C_6H_5Cl + AsCl_3 + 3Na = (C_6H_5)_3As + 3NaCl$ , 2)  $(C_6H_5)_3As + AsCl_3 + 3(C_6H_5)_2AsCl$ .

Zdawałoby się napozór, że reakcje te przebiegają dość łatwo, jednak żeby otrzymać dwufenylochloroarsinę technicznie i to w większej ilości, należy pokonać dużo trudności ze względu na znaczną komplikację procesów. Niemiecki system otrzymywania dwufenylochloroarsiny polegał na szeregu oddzielnych faz. Jako wyjściowy materiał brano anilinę, którą dwuazowano kwasem azotawym ( $HNO_3$ ) w obecności  $HCl$ .

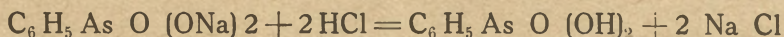


otrzymany w ten sposób chlorek fenylodwuazowy traktowano arseninem sodowym ( $Na_3AsO_3$ ).



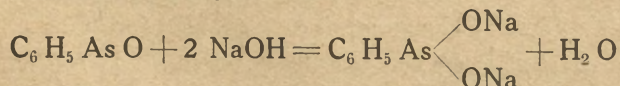
(fenyloarsen sodowy) +  $NaCl + N_2$

3) Otrzymany fenyloarsen sodowy był zadany  $HCl$ , celem otrzymania kwasu fenyloarsenowego.

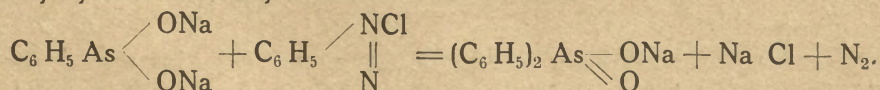


4) Działając  $SO_2 + H_2O$  na kwas fenyloarsenowy otrzymano bezwodnik fenyloarsenowy  $C_6H_5As \begin{array}{l} \diagup OH \\ \diagdown OH \\ \diagdown O \end{array} + SO_2 + H_2O = C_6H_5AsO + H_2SO_4$ .

5) Działając  $NaOH$  na bezwodnik fenyloarsenowy, otrzymywano sól sodową fenyloarsenu.

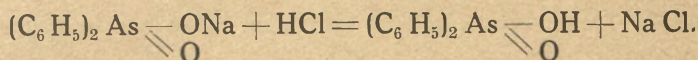


6) Działając chlorkiem fenylodwuazowym na fenyloarsensód otrzymywano dwufenyloarsenian sodu.

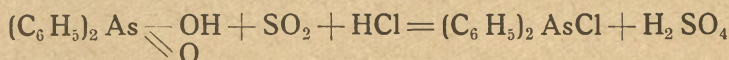


7) Działając  $HCl$  na dwufenyloarsenian sodu, otrzymuje się kwas dwufenyloarsenowy.

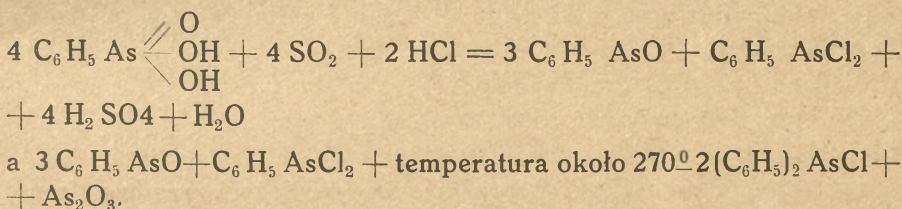




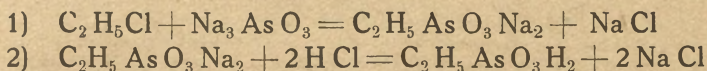
8) Działając  $\text{SO}_2$  i  $\text{HCl}$  na kwas dwufenyloarsenowy, otrzymujemy dwufenylochloaroarsinę.



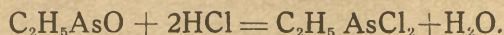
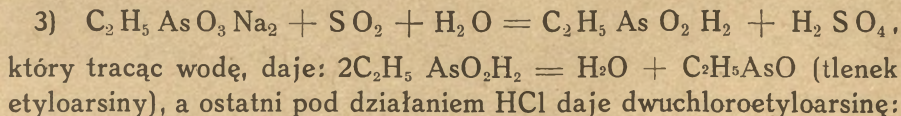
Aljanci nieco zmodyfikowali ten sposób, działając na otrzymany kwas fenyloarsenowy dwutlenkiem siarki w obecności kwasu solnego, przyczem otrzymano:



**Dwuchloroetyloarsina.**  $\text{C}_2\text{H}_5\text{AsCl}_2$  otrzymuje się działaniem chlorku etylu  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$  na sole kwasu arsenawego pod znacznem ciśnieniem, a przy działaniu  $\text{HCl}$  na otrzymane sole sodowe kwasu etyloarsenowego — powstaje kwas etylo - arsenawy.



Działając następnie dwutlenkiem siarki  $\text{SO}_2$  na wodny roztwór kwasu etyloarsenowego, otrzymujemy:



**Dwufenylocyjanoarsina**  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCN}$  otrzymuje się przez traktowanie dwufenylochloaroarsyny roztworem cyjanku potasu lub sodu  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl} + \text{NaCN} = (\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCN} + \text{NaCl}$ .

Czysty preparat przedstawia się w postaci krystalicznej, techniczny zaś — półciekłej o zapachu czosnku i gorzkich migdałów.

**Dwufenylocyjanoarsina**  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCN}$  punkt wrzenia przy 15 mm  $198^\circ$ , punkt topliwości  $31,450$ , ciężar właściwy  $1,45$ , w wodzie prawie się nie rozpuszcza w większych ilościach, po upływie 1—2 godzin nie daje się zauważyć produktów hydrolizy.



Natomiast dwufenylocyjanoarsina rozpuszcza się w organicznych rozpuszczalnikach.

Lotność dwufenylocyjanoarsiny jest bardzo nieznaczna i wobec tego w czasie wojny używano ją w pociskach silnie kruszących celem większego rozproszenia, w przeciwnym bowiem razie pole zatrucia byłoby nieznaczne.

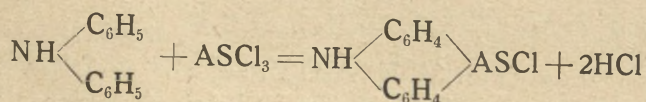
Niemcy w celu wyzyskania większej napastliwości dwufenylocyjanoarsiny ładowali ją do pocisków wybuchowych, które przy wybuchu dawały wysoką  $t^0$  z takim obliczeniem, by przy wybuchu dwufenylocyjanoarsina przechodziła w stan pary i będąc silnie rozproszoną na minimalne cząsteczki, po ochłodzeniu i zestaleniu się, mogła zatruchiwać znacznie większe przestrzenie. Należy zaznaczyć, że tak rozdrobniona i rozproszona dwufenylocyjanoarsina przenikała przez pochłaniacze, wobec czego zaczęto stosować przy zwykłych pochłaniaczach filtry mechaniczne w postaci filcu lub warstewek sukna.

Dwufenylocyjanoarsina podrażnia w pierwszym rzędzie błony śluzowe nosa, następnie przechodzi na krtań, pojawiają się silne bóle głowy, ból zębów, ból w uszach, dziąsłach i jednocześnie następuje silne kichanie, które potęguje wszystkie podane wyżej dolegliwości.

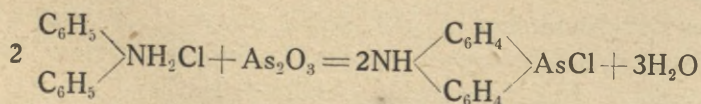
**Adamsyt** czyli aminodwufenylochloroarsina  $\text{NH} \begin{matrix} \text{C}_6\text{H}_4 \\ \text{C}_6\text{H}_4 \end{matrix} \text{As Cl}$ .

ciało stałe, Punkt topliwości  $195^0$  punkt wrzenia  $410^0$ .

Adamsyt może być otrzymany przy działaniu na dwufenylaminę trójtlenkiem arsenu:



lub też według prostszego sposobu włoskiego, polegającego na działaniu trójtlenku arsenu na sól chlorowodorową dwufenyloaminy:

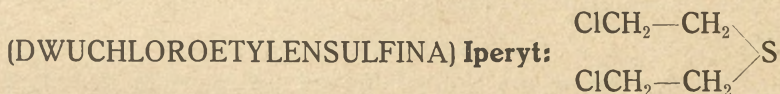


Co do stopnia napastliwości, to z przytoczonych sternitów najważniejszymi są dwuchloroetyloarsina i adamsyt, czyli amidodwufenylochloroarsina. Domieszka dwufenylochloroarsiny w powietrzu przy rozcieńczeniu 1 : 10.000.000 sprawia *silne podrażnienie gardła, nosa i płuc*, a nawet przy wyższych koncentracjach (1 : 200.000 — 1 : 500.000) wywołuje *silne wymioty*. Przebywanie przez czas dłuż-



szy w atmosferze zatrutej temi sternitami wywołuje takie nieraz poważne zatrucia, jak i przy fosgenie. — Wymienione ostatnie 2 sternity są produktami małołotnymi, z tego powodu więc dla nich skonstruowano specjalne pociski, tak zwane 2-komorowe: w dolnej części tego pocisku umieszcza się materiał palny, zapalający się od kapsli, a w wierzchniej komorze ładuje się sternit, który pod wpływem wytwarzanego ciepła i oparów w dolnej komorze, unosi się w powietrze w subtelnej rozpyleniu. Sternity wydmuchują się z pocisków w ciągu 5—8 minut.

Pochłaniacze masek, jak również i węgiel aktywowany nie są zdolne zatrzymać subtelnie rozpylonego sternitu. Sternity przy osiadaniu na ziemi lub roślinach mogą być porywane i przenoszone przez wiatr i stają się dlatego niebezpieczne przez czas dłuższy.



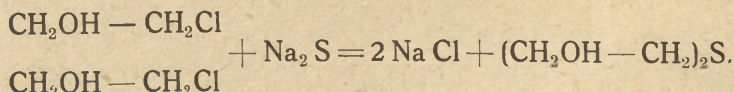
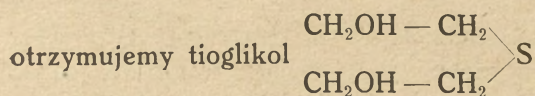
Cieź. właściwy płynnego iperytu—1,269 przy 20° i 1,262 przy t° 22°  
Ciężar właściwy zestalonego = 1,362.

Jako środek bojowy iperyt zajął pierwsze miejsce wśród broni chemicznej i został nazwany „królem gazów bojowych”. Reakcja otrzymania iperytu przechodzi w 4-ch stadjach:

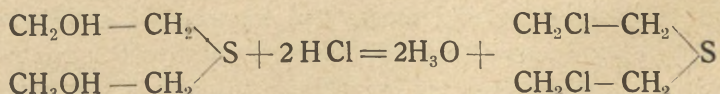
1) Otrzymanie etylenu z alkoholu etylowego przez odciągnięcie jednej cząsteczki wody zapomocą stężonego kwasu siarkowego  
 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} - \text{H}_2\text{O} = \text{CH}_2 = \text{CH}_2$ .

2) Działaniem kwasu podchlorawego  $\text{H Cl O}$  na etylen otrzymujemy chlorhydrynę glikolu:  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{HClO} = \text{CH}_2\text{OH—CH}_2\text{Cl}$ .

3) Działając na chlorhydrynę glikolu siarczkiem sodu ( $\text{Na}_2\text{S}$ )



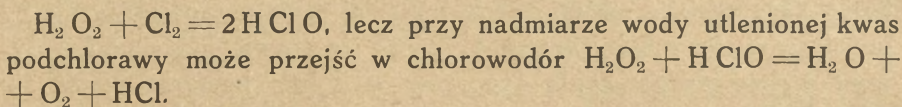
4) Chlorując tioglicol suchym chlorowodorem otrzymujemy iperyt:



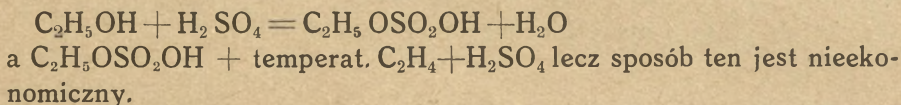
Najtrudniejszy przebieg ma reakcja 2, albowiem jest zależna od kwasu podchlorawego, produkcja którego nie jest łatwa, albowiem pro-



dukt ten jest bardzo nietrwały. Reakcja ta się udaje, gdy wprowadzamy kwas podchloryny in statu nascendi do reakcji. Kwas podchloryny można otrzymać przez chlorowanie wody utlenionej według równania:

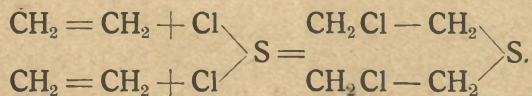


Zwykły laboratoryjny sposób polega na tem, że na alkohol działamy kwasem siarkowym, otrzymujemy początkowo kwas etylowy, który przy podwyższonej temperaturze rozpada się na etylen i kwas siarkowy.



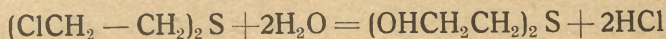
Kilka lat przed wojną, na skalę fabryczną, stosowano metodę rosyjskiego profesora Ipatiewa, polegającą na tem, że wprowadzał on katalizator  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (boksyt) lub (kaolinę)  $\text{Al}_2\text{H}_4\text{Si}_2\text{O}_9$ .

Przy otrzymywaniu etylenu z alkoholu etylowego i w zależności od katalizatora otrzymał aldehyd octowy, a przez odszczepienie wody — eter lub etylen. Skomplikowana produkcja iperytu popchnęła chemików na drogę poszukiwań i dała pewne rezultaty. Aljanci wpadli na pomysł bezpośredniego chlorowania etylenu dwuchlorkiem siarki:

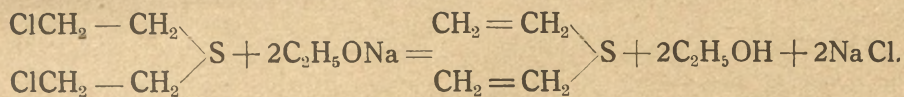


*Iperyt jest płynem oleistym, parującym w temperaturze zwykłej bardzo powoli. Przy zroszeniu ziemi, iperyt wsiąka w ziemię, wobec czego parowanie odbywa się jeszcze wolniej. W zależności od warunków terenu i położenia iperyt może trwać i być groźnym przez dłuższy przeciąg czasu. Iperyt w wodzie się nie rozpuszcza, natomiast łatwo się rozpuszcza w takich rozpuszczalnikach jak: chlorobenzol, eter, chloroform, spirytus, kwas octowy, nafta. Wszystkie te rozpuszczalniki mogą być używane dla łatwiejszego rozpylania iperytu przy ostrzeliwaniu widocznych zgrupowanych mas, widocznego celu, lub też szybkiego zatrucia dróg strategicznych. Iperyt pod wpływem  $\text{H}_2\text{O}$  częściowo hydrolizuje, dając tioglikol i chlorowódz.*



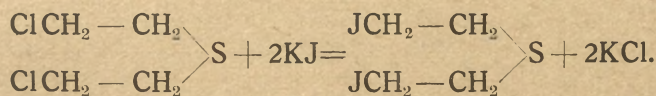


Nieznaczną hydrolizę iperytu pod wpływem  $\text{H}_2\text{O}$  tłumaczy się tem, iż iperyt rozpuszcza się w wodzie bardzo słabo, a powstający chlorowódor tamuje dalszą hydrolizę. Niektóre roztwory siarki w olejach zwykłych i eterycznych przyspieszają nieco hydrolizę. Alkalja też sprzyjają hydrolizie; jeśli ogrzewać iperyt z wodnym roztworem  $\text{NaOH}$ , to zhydrolizuje się wtedy około 95% iperytu. Znacznie szybsza reakcja zachodzi przy zastosowaniu roztworu  $\text{NaOH}$  w 50% spirytusie, a jako rozpad iperytu otrzymamy winylo-sulfinę, sól kuchenną i alkohol.



Zapomocą tej reakcji możemy określić ilościowo iperyt miareczkując azotanem srebra. Reakcja ta pozwala wykrywać obecność iperytu w koncentracji 1/1000%. Bardzo charakterystyczną reakcję daje iperyt z jodkiem potasu.

Przy tej reakcji otrzymujemy ciało stałe, zabarwione na żółto, jodek iperytu:



Ponieważ iperyt reaguje z chlorkami niektórych metali, na przykład z *chlorkiem platyny*, z *chlorkiem palladu*, przeto *bibułka zmoczona temi roztworami w atmosferze iperytu czernieje*. Wymienione reakcje starano się zastosować w polu, lecz ujemną cechą ich jest to, że wszystkie te reakcje zachodzą bardzo powoli, więc polegać na nich byłoby bardzo ryzykownem.

Niemcy preparowali pewną mieszaninę w postaci żółtej farby, która pod działaniem iperytu czerniała w parę minut.

Farbą tą znakowano pociski iperytowe w postaci żółtego krzyża, o ile pocisk był nieszczelny i przepuszczał iperyt, zmiana koloru krzyża ostrzegała obsługę przed zatruciem się iperytem. Niemcy w celu stwierdzenia iperytu przy atakach artyleryjskich aljantów, ustawiali w polu deski pokryte tą farbą. Amerykanie twierdzą, że są w posiadaniu takiej emaljowej farby, która jest bardzo czułą na iperyt i już po paru minutach zmienia swój żółtawy kolor na ciemnoczerwony.



Charakterystycznym odczynnikiem na iperyt jest odcz. Grignarda, który daje możność wykrycia nawet śladów iperytu, jak na przykład:

|         |   |                                |
|---------|---|--------------------------------|
| 0,0001  | „ | na 1 litr powietrza, względnie |
| 0,00025 | „ | na 1 litr wody                 |

Skład odczynnika jest następujący:

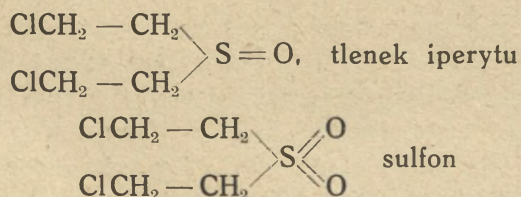
|                                     |     |        |
|-------------------------------------|-----|--------|
| Natri jodati . . . . .              | 20  | g.     |
| Solut cupri sulf. 7,5 % . . . . .   | 40  | kropki |
| Mucilag. gummi arab. 35 % . . . . . | 2   | g.     |
| Aq. destillatae ad . . . . .        | 200 | g.     |

Odczynnik należy przygotować w następujący sposób. Do roztworu natr. jodat. dodaje się 40 krop. sol. cupri sulfurici, a następnie mucil. gummi arab. i resztę wody, przy ciągłym mieszaniu. Mieszanie odstawia się na 2—3 godziny (czasem tworzy się osad), poczem należy ją przesączyć i przechowywać w ciemnym naczyniu.

Specyficzność tej reakcji polega na tem, że odczynnik reaguje li tylko z iperytem, natomiast nie reaguje nawet z produktami hydrolizy iperytu, jak na przykład z tioglikolem. Również nie wstępuje w reakcję z innemi gazami.  $\text{CuSO}_4$  odgrywa rolę katalizatora, guma arabska dodaje się dla zagęszczenia nieco płynu, by osad przy reakcji — dwujododwuetilosulfina (w postaci koloidalnego zmętnienia) nie tak szybko opadł na dno.

Jako środki niszczące iperyt możemy wymienić: chlor, dwuchlorek siarki i inne chlorujące mieszaniny, najważniejszym z nich i najtańszym będzie wapno chlorowane, jak również sole kwasu podchloraowego.

Iperyt, jako posiadający grupę sulfinową, ulega utlenieniu przez działanie  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KClO}_4$ , przyczem siarka z 2-wartościowej przechodzi w 4 i 6-wartościową, wobec tego możemy otrzymać tlenek iperytu lub sulfon.



Udowodnionem jest, że tlenek iperytu jest nieszkodliwym, natomiast sulfon posiada własności zbliżone do iperytu.



Ze wszystkich środków używanych do niszczenia iperytu, najskuteczniejszym i najtańszym okazało się *wapno chlorowane*. Reakcja zachodzi dość szybko, tak że nawet gdy na świeżo rozlany iperyt podzielać suchym sproszkowanym wapnem, reakcja nastąpi tak energicznie, że może spowodować pojawienie się płomienia. O ile zaszła by potrzeba zniszczenia iperytu na ścianach, suficie schronów lub mieszkań — można zastosować braję wodną z wapna chlorowanego.

Iperyty może być zastosowany nie tylko do uśmiercania przeciwnika, lecz też w celach strategicznych do zatruwania terenów na czas dłuższy.

Przy ostatniej ofensywie na Armaite w kwietniu 1918 r. Niemcy zużyli tak znaczną ilość pocisków iperytowych, że prawie całe miasto zostało zroszone iperytem. Nie tylko załoga i ludność cywilna, ponosząc kolosalne straty, była zmuszona opuścić miasto, lecz sami Niemcy nie mogli wkroczyć do miasta w ciągu 2-ch przeszło tygodni.

Pod sam koniec wojny powstał projekt urządzenia *min iperytowych*, które miały być zakopywane w ziemię na ważnych drogach strategicznych lub przedpolach i w miarę potrzeby mogłyby być wysadzane zapomocą prądu elektrycznego. Możliwym jest rozpylanie iperytu z samolotów (t. zw. deszcz iperytowy), jak również szybkie rozpylanie na przedpolu przy pomocy rozpylaczy, umieszczonych na samochodach lub tankach. Ponieważ działanie iperytu może być spostrzeżone po upływie tylko pewnego czasu, to śmiało rzec możemy, że z chwilą pojawienia się pierwszego zatrucia, już mamy całe szeregi zatrute i trzeba być gotowym do masowego ratowania ludzi.

Pod koniec wojny światowej zwiększono zawartość iperytu w pociskach. Pociski takie dość subtelnie rozpylały zawarty w nich iperyt, który, gdy trafił do dróg oddechowych w postaci drobnych kropelek, wywoływać znacznie większe spustoszenie, niż iperyt wchłonięty w postaci pary.

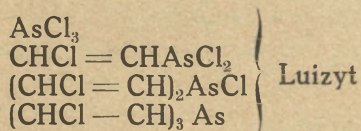
Reasumując przytoczone wywody, możemy stwierdzić, że iperyt, jako środek małodolny, zatrzuwa tereny na czas dłuższy (w porównaniu z gazami lotnymi). Wobec czego dla wykonania ataku iperytowego użycie artylerji redukuje się do 1/10 w porównaniu do ataków gazami lotnymi.

Z kolei omówimy pokrótce *Lewizyt (Luizyt)*, należący do grupy gazów żrąco-parzących i trujących, zwany też „rosą śmierci”. Lewizyt jest mieszaniną 4 produktów:

- 1) trójtlenku arsenu ( $\text{AsCl}_3$ ),
- 2) monochlorowinylo-dwuchloro-

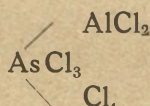


arsiny  $\text{CHCl} = \text{CHAsCl}_2$ ), 3) dwuchlorodwuwinylochloroarsiny  $(\text{CHCl} = \text{CH})_2 \text{AsCl}$  i 4) trójdchlorotrójwinyloarsenu  $(\text{CHCl} = \text{CH})_3 \text{As}$ .

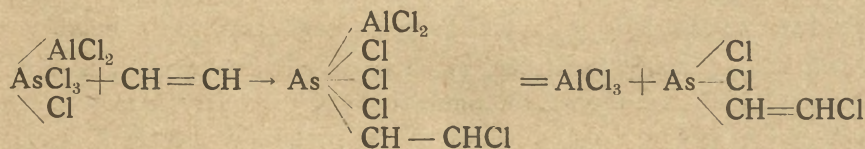


Zapach lewizytu przypomina nieco zapach geranji. Nazwa pochodzi od nazwiska ameryk. profesora Lewisa. Literatura o lewizycie jest dość skąpa, albowiem środek ten został wynaleziony pod koniec wojny i stosunkowo mało był w użyciu. Profesor Lewis użył, jako materiałów wyjściowych do otrzymania lewizytu: 1) acetyleny  $\text{C}_2\text{H}_2$ , 2) trójdchloru arsenu  $\text{AsCl}_3$  i 3) trójdchloru glinu  $\text{AlCl}_3$ , jako katalizatora. Techniczne sposoby otrzymywania lewizytu na większą skalę, rzecz zrozumiała, są trzymane w tajemnicy. Laboratoryjny sposób polega na następujących 4 reakcjach: •

1)  $\text{AsCl}_3 + \text{AlCl}_3$  daje związek, w którym arsen przechodzi z 3-wartościowego w 5-wartościowy i daje połączenie:

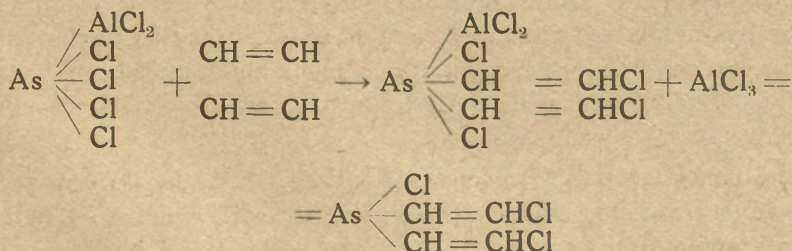


2) Jeśli na otrzymany związek podziałamy cząsteczką acetyleny otrzymamy



= monochlorowinylochloroarsinę.

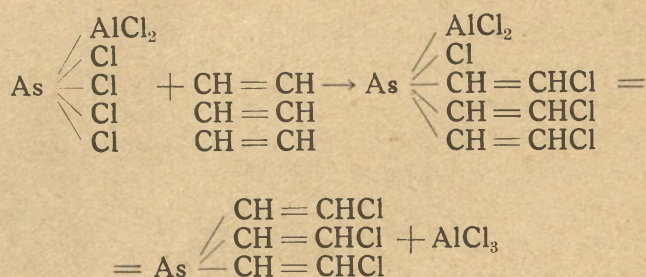
3) Jeśli wchodzi w reakcję 2 cząsteczki acetyleny,



otrzymujemy dwuchlorowinylochloroarsinę.



4) Jeśli wchodzi w reakcję 3 cząsteczki acetylenu,



otrzymujemy tróchlorowinylo-arsen.

Jak widzimy z przytoczonych wzorów, lewizyt jest mieszaniną 4 ciał, z których najważniejszym jest monochlorowinyloarsina —  $\text{CHCl} = \text{CHAsCl}_2$ , jest to ciecz prawie bezbarwna, która parzy, zatrzuwa organizm przez skórę.

Proces otrzymywania lewizytu jest bardzo złożony. Podczas frakcjonowania go należy zachować pewne ostrożności — doprowadza się temperaturę nie wyżej ponad  $65^\circ - 70^\circ$ , albowiem może nastąpić wybuch. Ponieważ lewizyt jest mieszaniną związków chlorowcopochodnych, przeto winien ulegać hydrolizie. Hydrolizuje najłatwiej  $\text{CHCl} = \text{CHAsCl}_2$ , trudniej  $(\text{CHCl} = \text{CH})_2\text{AsCl}$  natomiast  $(\text{CHCl} = \text{CH})_3\text{As}$  prawie zupełnie nie ulega hydrolizie.

Lewizyt po dłuższym czasie hydrolizuje pod wpływem wilgoci gruntu i powietrza.

Do tejże grupy gazów parząco-żrących należy chlorek nitrobenzylu  $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{Cl}$  (**Sedenit**) czyli chlorowany nitrotoluol. Chlorek nitrobenzylu jest to ciecz o zapachu gorzkich migdałów, bardzo mało lotna i prawie że chemicznie bierna. Wywołuje ona oparzenia bardzo bolesne, które następują prawie niezwłocznie. Skutki dalszego działania nie są jeszcze dokładnie zbadane. Przy silniejszych zatruciach sedenit wywoływał kaszel, dusznicę, ból głowy — objawy bardzo zbliżone do zatrucia nitrobenzolem. Na wymienionych środkach nie jest jeszcze wyczerpany cały arsenał broni chemicznej. Co przyniesie przyszłość i usilne prace chemików i fizjologów, zwrócone w tym kierunku — dziś trudno przewidzieć, okaże to przyszła wojna aerochemiczna, a może i aerobakterjologiczna. Trudno bowiem przypuszczać, by jakikolwiek naród ograniczył się w tych środkach, którymi może zwyciężyć i którymi jest w stanie rozporządzać.



## DYMY BOJOWE.

Dymy bojowe dzielą się na 3-kategorje, zależnie od celu ich zastosowania: 1) dymy zasłaniające, 2) dymy trujące czyli napastujące, 3 dymy barwne sygnalizacyjne.

Dymy, czy też obłok, jest to zawiesina drobnych pyłków substancyj stałych lub kropelek w powietrzu. O ile w powietrzu mamy zawieszone cząsteczki stałe — nazywamy to kurzem czyli dymem, o ile zaś w powietrzu są zawieszone drobnutkie kropelki rozpylonej cieczy — nazywamy je obłokiem czyli mgłą. Zawiesinki te są tak małe, że mogą być widoczne tylko przy naświetlaniu ukośnem, gdyż ich średnica =  $10^{-5}$  cm. Przy pomocy zaś ultramikroskopu można obserwować ciała o średnicy  $10^{-8}$  cm., zatem leżące prawie na granicy wielkości molekuł...

Każda z takich zawiesin jest cięższą od powietrza, przeto w myśl prawa Archimedes'a, musiałaby upaść na ziemię, jednak przy bliższem rozważaniu zasad mechaniki o spadaniu ciał, spostrzegamy tu specyficzne prawo.

Z fizyki wiemy, że w próżni wszystkie ciała niezależnie od ich kształtu, spadają z jednakową szybkością przyspieszenia ziemskiego. Jednak zupełnie inaczej przedstawia się spadek ciał w środowisku takim, gdzie wytwarza się opór, zależny od siły tarcia — w tym wypadku szybkość spadania ciał zależna jest od ich średnicy.

A gdy siła przyciągania ziemskiego równa się oporowi, wtedy następuje równowaga i spadek cząsteczki staje się jednostajnym.

W przeciwnym zaś razie, t. j. gdy opór czyli siła tarcia, będzie większa od siły ziemskiego przyciągania — zawiesinka utrzymałaby się stale w powietrzu, lecz takie zjawisko prawie, że się nie zauważa.

Z obliczeń szybkości spadku cząsteczek zawisłych w powietrzu, jako też ich średnicy (podług wzoru Stoksa) wynika, że kropelka wody o średnicy  $10^{-5}$  cm. ma maksymalną szybkość spadku, 0,00003 cm/sek. czyli na godzinę opada o 1,08 metr. Uwzględniając jednakże działanie wstępujących prądów powietrza, należy takie kropelki uważać za zawieszone w atmosferze.

Zwyrodnienie czyli oświetlenie chmury lub obłoku jest zależne od kilku przyczyn, a mianowicie: 1) od ruchu powietrza, wiatru i prądów wstępujących, 2) od łączenia się zawiesinek z powodu chaotycznego ruchu tychże, (większe zawiesinki formują się kosztem parowania małych, a wtedy szybkość spadania takowych będzie in-



na), 3) od chemicznej własności chmury i stopnia wilgotności powietrza.

Co się tyczy własności chemicznych, to jak zaznaczyliśmy wyżej, dymy białe zasłaniają lepiej, niż czarne, a to wskutek tego, że te ostatnie składają się z drobnych zawiesin, które działają jako ekran, będąc na drodze promieni idących od oka w kierunku celu. Cząsteczki te, pochłaniając promienie świetlne, wpływają na zmianę temperatury w chmurze, co wywołuje wzmożony ruch powietrza, a tem samem i przeświecenie się chmury.

Natomiast promienie słoneczne, odbijając się od każdej zawieszki białego dymu, wytwarzają rozproszone światło, a na skutek zaś dyfrakcji promieni świetlnych, punkty świecące wydają się nam zawsze jako znacznie większe, co wpływa głównie na zasłanianie większej przestrzeni.

Co się tyczy chemicznej własności, to jak zaznaczyłem powyżej, dymy te z punktu widzenia fizyko-chemicznego są zawiesinami w atmosferze, a sposoby wytwarzania ich są zależne od natury chemicznej danego ciała wytwarzającego.

Ciała, reagujące z wilgocią powietrza przy parowaniu — wytwarzają drobne kropelki lub też zawieszki stałe.

Do takich ciał należą:

Chlorek arsenawy —  $\text{AsCl}_3$ .

Chlorek antymonowy  $\text{Sb Cl}_3$ .

Czterochlorek cynowy  $\text{SnCl}_4$ .

Czterochlorek krzemowy  $\text{SiCl}_4$ .

Czterochlorek tytanowy —  $\text{TiCl}_4$ .

Chlorek pyrosulfurylu  $\text{S}_2\text{O}_5\text{Cl}_2$  i inne.

Para tych 5-ciu pierwszych ciał, stykając się z wilgocią powietrza, reaguje, dając przeważnie wodorotlenki w postaci białych proszków, a wytwarzający się przytem chlorowódór z wilgocią powietrza tworzy drobniutkie kropelki kwasu solnego, potęgując zamglenie.

Powstanie mgły z chlorku pyrosulfurylu (chlorobezwodnik kwasu siarkowego) wyjaśniamy sobie według następującej reakcji:  $\text{S}_2\text{O}_5\text{Cl}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ . Powstająca mieszanina kwasu solnego i siarkowego potęguje większy stopień zamglenia i działa na drogi oddechowe.

W dalszym ciągu możemy przytoczyć reakcję, zachodzącą między ciałami gazowymi, które w następstwie dają ciało stałe, np.  $\text{HCl} +$



$\text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl}$ . Sposób ten jest stosowany w marynarce dla przysłaniania odwrotu.

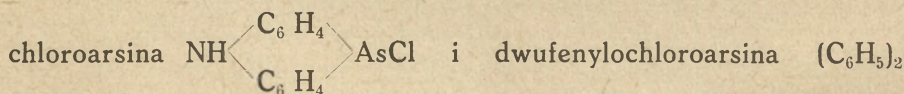
Niemcy podczas swej ucieczki pod Skagierakiem zastosowali trójtlenek siarki  $\text{SO}_3$ , który po wylaniu do morza wytworzył tak gęstą mgłę, że flota angielska nie była w możności ścigania okrętów niemieckich.

Dość często do wytwarzania dymów używa się t. zw. świec, składających się z mieszaniny naftaliny ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ ), soli Bertholeta ( $\text{KClO}_3$ ) i salmjaku ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), przy spalaniu której powstaje mieszanina najrozmaitszych produktów, a zależnie od ilości wziętej naftaliny otrzymuje się dym koloru szaro-popielatego do czarnego włącznie.

Do wytwarzania dymu stosowany był również fosfor, który przy spalaniu, jak wiadomo, daje pięciotlenek - fosforu ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), a ten ostatni z parą wodną tworzy kwasy fosforowe. Fosfor jest dogodniejszy dla wytwarzania dymu, bo jest samozapalny (1 kg. fosforu pochłania 1.33 kg tlenu i 0,9 kg wody i wytwarza zasłonę o powierzchni 10.000 stóp kwadratowych).

Podczas wojny światowej technika rozwoju mieszanin dymotwórczych zrobiła ogromne postępy.

Najnowsze typy pocisków dymotwórczych polegają na ogrzewaniu i sublimacji substancyj chemicznych, wytwarzających w ten sposób dym. Do tego celu nadają się Adamsyt, czyli aminodwufenylo-



$\text{AsCl}$ , należące do grupy tak zwanych sternitów trujących.

### ŚRODKI ZAPALAJĄCE.

Ponieważ w zakres broni chemicznej wchodzi i materiały zapalające, dość szeroko stosowane podczas wojny, przeto chociaż pobieżnie należy je omówić. Żeby wyjaśnić procesy zapalania, musimy odróżnić 3 ważne momenty, a mianowicie: 1) zapalenie się samego materiału podpalającego, 2) spalanie się materialne, 3) zapalenie się podpalanych obiektów.

Przypadek pierwszy jest bodaj najważniejszym, bowiem jest to pierwsze źródło wywiązania się energii przy spalaniu się materiału podpalającego, chodzi tu o całkowite wyzyskanie reakcji równomierne-go spalania się, t. j. wyzyskanie największej ilości ciepła.

Ponieważ nie cała ilość ciepła przy zapalaniu materiałów wyzy-



wdzięczając nieco innemu wycięciu otworów na szybki okularowe (w kształcie elipsy), uzyskano lepsze uszczelnienie maski. Jednocześnie z modyfikacją masek uległy również modyfikacji pochłaniacze.

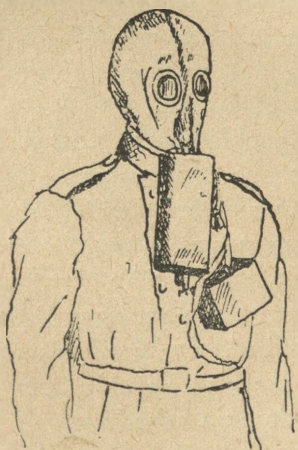
Ostatnim typem jest t. zw. pochłaniacz niebieski. Zasadnicza różnica polega na tem, że powietrze wchodzące do pochłaniacza przechodzi przez rurę wdechową nieco rozszerzoną w kształcie butelki, ścianki której pokryte są drobnymi otworkami. Rura wdechowa umieszcza się w spłaszczonym pudełku blaszanym, którego boczne ścianki są dziurkowane. Przestrzeń między rurą wdechową, a ściankami pudełka jest wypełniona substancjami zobojętniającymi. Pudełko całe obite jest warstwą pilśniową i umieszczone w drugim ochronnym pudełku, posiadającym u góry 2 otwory dla dopływu powietrza.

### MASKI WŁOSKIE.

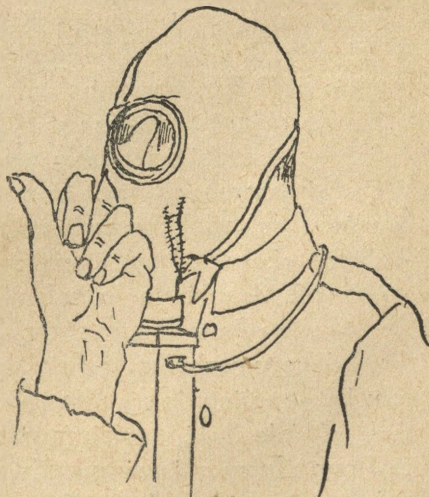
Maski włoskie zewnętrznie podobne były do francuskich, lecz okazały się przy austriackiej ofensywie gazowej na jesieni w r. 1917, jako zupełnie niechroniące od zatruc gazowych, wobec czego wycofano je. Włosi korzystali nadal z masek koalicyjnych.

### MASKI ROSYJSKIE.

Pierwsze „antigazy” rosyjskie podobne były do — francuskich, a mianowicie: składały się z kilkunastu warstw gazy nasyczonej gli-



*Rosyjska maska syst. „Zielinski-Kumminant”  
1916.*



*Rosyjska maska: „Zielinski-Kumminant”  
1916*



cerynowym rozczynelem tiosiarczanu sodowego. Opaskę taką nakładano na usta, przywiązując ją tasiemką. Następne maski były wzorowane na francuskich maskach M<sub>2</sub>. Dalszy rozwój maski rosyjskiej dał typ tak zwany „Kumant - Zielińskiego” składający się z maski właściwej gumowej, która okrywała całą głowę, dochodząc aż do potylicy. Do maski właściwej był umocowany pochłaniacz wypełniony węglem aktywowanym. Maską tą szczelnie przylegała do głowy, zakrywając uszy, tak że żołnierz z uszkodzonymi bębenkami nie obawiał się zatrucia gazami przez ucho. Maską tą posiadała jedną tylko drogę oddechową.

Ostatnią maskę rosyjską skonstruował Instytut Górniczy, wzorując się na masce angielskiej. Maską tą posiadała 2 drogi: wdychową przez pochłaniacz, połączony rurą z właściwą maską, i wydechową przez specjalny wentyl, umieszczony tuż przy połączeniu rury, łączącej z maską właściwą. Pochłaniacz zawierał węgiel aktywowany i wapno sodowane.

Następnie do masek Instytutu Górniczego wprowadzono, na wzór angielski, ustnik i zaciskacz nosa.

Rumunja własnych masek nie posiadała, a korzystała z różnych typów masek.

### POCHŁANIACZE.

Przy pobieżnem omówieniu konstrukcji masek wspominaliśmy o pochłaniaczach, ulegających częstej modyfikacji i ulepszeniom. Starano się, by pochłaniacz był lekki, dobry, długotrwały, a praca jego była jak najwydatniejszą na pewną jednostkę czasu, t. j. żeby szybko filtrował potrzebną ilość powietrza w chwili oddechu.

Chcąc przedstawić sobie wydajną pracę pochłaniacza, postaramy się w grubszych zarysach obliczyć ilość wdychanego powietrza, a mianowicie: człowiek normalny i przy normalnych warunkach spokoju wdycha około 500 cm<sup>3</sup> powietrza na raz, przy pracy zaś od 1500 do 1700 cm<sup>3</sup>. Granica ta jednak nie jest i nie może być ściśle określona, gdyż dużą rolę w danym wypadku odgrywa wzrost, stan zdrowia i nerwów danego osobnika. Należy zaznaczyć, że tylko  $\frac{1}{3}$  część wdychanego powietrza wstępuje do płuc, zaś  $\frac{2}{3}$  — pozostaje w drogach oddechowych i tę właśnie ilość powietrza nazywamy przestrzenią szkodliwą.

Przy silnem zdenerwowaniu mamy często objawy tak zwanego powierzchniowego oddychania, co w skutkach daje znacznie większą przestrzeń szkodliwą. Część powietrza, która trafia do płuc, nazywamy powietrzem uzupełniającem, a ponieważ organizm nie jest w moż-



ności wyrzucić z płuc całej ilości powietrza, przeto część, pozostającą w płucach, nazywamy powietrzem zalegającym, które się spotyka przy sekcji trupów.

O ile uwzględnimy, że normalny, dorosły człowiek wykonywa średnio 16 ruchów oddechowych na minutę, i zużywa dla wentylacji płuc około  $8000\text{ cm}^3$  powietrza, przy pracy — ilość prawie potrójna, we śnie zaś około  $4000\text{ cm}^3$ , to możemy z tego wywnioskować, jak szybko winien funkcjonować pochłaniacz, aby dać potrzebną i oczyszczoną ilość powietrza na pewną jednostkę czasu. O ile uwzględnimy rytm ruchu wdechowego, który zależny jest od stanu nerwowego, to dojdziemy do wniosku, że normalne ruchy w warunkach polowych nie mogą być brane w rachubę, co zatem idzie, że pochłaniacz powinien pracować b. szybko i sprawnie.

Jednak musimy zgóry uwzględnić, że każdy pochłaniacz stawia pewien opór, czyli przeszkodę przy oddychaniu, nawet przy pewnym treningu. W każdym razie ten opór winien mieć pewną granicę, albowiem jeśli będzie tak silny, że utrudniałby oddech w masce — nie sprostą swemu zadaniu i winien być odrzucony. Każdy pochłaniacz po napełnieniu jest badany i dopiero po takiej próbie może być wydany do użytku. Do tego celu są specjalne aparaty i opracowane pewne formułki w celu obliczenia oporu pochłaniacza. Również musimy zaznaczyć, że tak idealnych pochłaniaczy, któreby absolutnie nie przepuszczały gazów bojowych, czyli jak się mówi nie dawały przeskoku, prawie że niema. Można by je skonstruować, lecz pojemność ich byłaby tak duża, że trudno byłoby je umocować przy masce, a swym ciężarem wpływałyby ujemnie na szczelność przylegania maski do twarzy, co w wielkiej mierze jest niewskazaniem.

Uwzględniając wyżej przytoczone, po długich rozmyślaniach i próbach, konstruktorzy przyszli do wniosku, że należy pogodzić się z pewnym złem koniecznym, a mianowicie: o ile pochłaniacz ma przepuszczać pewną część gazu, to należy dążyć do tego, by ilość ta nie powodowała szkodliwego wpływu na organizm, t. j. by nie przekraczała granicy fizjologicznej.

O ile uwzględnilibyśmy (dla przykładu), że największe stężenie gazu w powietrzu może dojść do 1%, to pochłaniacz winien działać tak sprawnie, by stężenie to zredukował z 1 : 100 do 1 : 10000 i to w taką jednostkę czasu, jakim jest wydech i wdech człowieka.

Są to obliczenia jednak teoretyczne, a jednostka czasu również jest warunkową, albowiem szybkość oddechu, ilość wdychanego powietrza i zdolność pokonywania oporu pochłaniacza omal, że nie u każdego osobnika jest inną. Składają się na to: zmęczenie fizyczne, ogólny stan



zdrowia, samopoczucie, stan nerwowy i wiele jeszcze innych czynników.

Przeto musimy zgodzić się z tem, że im szybszy będzie oddech, tem większy będziemy mieli opór, a osoba korzystająca z maski odczuje silną duszność, (wskutek nieumiejętnego oddychania), wreszcie może zerwać maskę i pozostać bez żadnej ochrony.

Natomiast ta sama osoba w warunkach zwykłych, nerwowo spokojna, korzystając z tegoż samego pochłaniacza, będzie posługiwać się nim przez czas dłuższy, odczuwając jak zwykle tylko nieznaczny opór pochłaniacza.

Przy opracowywaniu pochłaniacza wyłoniły się dwie koncepcje, a mianowicie:

- 1) Metoda, któraby polegała na rozkładzie chemicznym gazów bojowych, obecnych w powietrzu, zapomocą reakcyj i odczynników,
- 2) metoda polegająca na absorbcji, t. j. zdolności niektórych ciał pochłaniania gazów. Wśród tych ciał naczelne miejsce zajmuje węgiel aktywowany.

Kolejno rozpatrzmy te dwie koncepcje:

#### 1) R e a k c j e c h e m i c z n e.

Musimy zaznaczyć na wstępie, że w chemji nie znamy tak uniwersalnego odczynnika, któryby był zdolny unieszkodliwiać wszystkie znane gazy. Na pewną grupę gazów możnaby było znaleźć ten lub lub inny odczynnik, ale nigdy na wszystkie, znane dziś gazy bojowe.

Następnie musimy uwzględnić, że procesy chemiczne w stanie gazowym, wobec słabej jonizacji gazów, zachodzą bardzo powoli, a wszak reakcje w pochłaniaczach winne odbywać się szybko tj. w czasie między wdechem i wydechem.

Również nie wszystkie gazy bojowe podlegają utlenieniu wzgl. hydrolizie.

#### 2) A b s o r b c j a.

Zdolność absorbcyjna węgla aktywowanego jest znaną oddawna i oparta na t. zw. zjawisku powierzchniowej absorbcji, czyli jeśliby tak można się było wyrazić, nawarstwienia na wszystkich porach i kanalikach węgla.

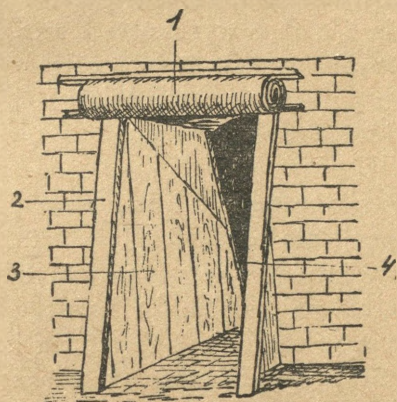
Aby wyjaśnić absorbcję gazów na powierzchni niezliczonych i niewymiernych kanalików granulek węgla aktywowanego, przytoczmy przykład następujący:

Jeśli do dużej miski napełnionej wodą wpuścimy 1—2 krople nafty, zauważymy, że te 1—2 krople pokrywają całą powierzchnię wody cienką małą błonką, i o ile dodamy następnie jeszcze parę kropli nafty, otrzymamy następne nawarstwienie. Mniej więcej tak zgrubsza przy-



służy przy rozpylaniu do pochłaniania wydychanego w schronie  $\text{CO}_2$ . Przy obliczeniach okazało się, że 50,0 — oxylitu wytwarza taką ilość tlenu, która wystarcza na 15 minut dla jednego człowieka.

3) Sposób nieco skomplikowany, gdyż wymaga budowy specjalnych filtrów ziemnych, połączonych rynną ziemną ze schronem. Filtry są wypełnione ziemią ogrodową (roślinną) lub substancjami chemicznymi zobojętniającymi gazy. Filtry te przy pomocy wentylatorów ssących dostarczają powietrza do schronów w takiej ilości, by ciśnienie wewnątrz schronu było nieco większe niż zewnątrz, a to



*Wejście do schronu przeciugazowego.*

- 1 - Zewnętrzna roleta zwinięta
- 2 - Rama zewnętrzna
- 3 - Szalówka deskowa
- 4 - Rama wewnętrzna do rolety wewnętrznej

Rys. 22.

w tym celu, by nie dopuścić dopływu powietrza zatrutego przez szpary ziemi w schronie.

Filtry zewnętrzne ziemne budują się w następujący sposób: Kopie się dół głębokości ok. 70 cm. w niewielkiej odległości od schronu, w głębi tego dołu kopie się na schód drugi dół wewnętrzny, głębokości 40 — 50 cm. na który kładzie się siatkę drewnianą. Na siatkę nasypuje się ziemię ogrodową przesianą, do ziemi takiej można dodać od 1 — 2% nawozu. Ziemię mocno się ubija szczególnie na ściankach i schodzie rowu. Filtry takie są połączone ze schronem kanałem ziemnym, pokrytym deską i szczelnie zasypanym ziemią, który zaopatrzony jest na końcu w wentylator ssący powietrze, z zewnątrz.



Rozmiar filtrów i grubość warstwy ziemi na filtrze są zależne od wymiaru schronu i gatunku ziemi filtrującej. Jeśli schron ma pojemności 100 m<sup>3</sup>., a ziemia roślinna zawiera około 2 — 4% części organicznych, wtedy dla schronu należy budować filtr o rozmiarach 4 m. × 2 m., a warstwa ziemi w filtrze powinna wynosić 50 — 60 cm. Dla lepszych gatunków ziemi ogrodowej, zawierającej 10 — 15% części organicznych filtr buduje się 2 × 2 m., grubość warstwy ziemi na filtrze powinna być 35 — 50 cm. Filtry takie, sprawnie działające, dają do 300 litrów powietrza na 1 m<sup>2</sup>. powierzchni filtra.

Filtry zaś chemiczne robione są w postaci 2 skrzyń, połączonych hermetycznie. Każda z nich o wysokości 1 mtr. i szerokości 1/2 metra. Wierzchnia skrzynia posiada 2 — 3 otwory dla dostępu powietrza, dolna — jeden połączony z wentylatorem. Wierzchnia część skrzyni zawiera wióry drzewne przepojone olejem antracenowym, druga oprócz wiórów, przepojonych węglanem sodu, zawiera węgiel drzewny, nasycony siarczanem miedzi, ziemią komusową i kilka warstw bawełny, specjalnie przepojonej substancjami chemicznymi.

Obliczenie pracy wentylatorów winno być tak uregulowane, by dawały 1 m<sup>3</sup>. powietrza na godzinę dla każdego człowieka, tyleż na każdą świecę spaloną w schronie i 1/2 m<sup>3</sup>. na każdy otwór.

W każdym schronie przewidzianym dla większej ilości osób mogą być porobione niewielkie podkopy, coś w rodzaju wgłębień, wzgl. korytarzyków, ze schodkiem zrobionym z ziemi zamiast ławek, gdyż każdą deskę, wzgl. belkę lepiej jest zużytkować na budowę samego schronu.

Poza tem w każdym schronie, jako skupieniu większej ilości ludzi, należy w bocznym korytarzu urządzić zamykaną ubikację w postaci głębokiego chociażby dołu.

Każdy schron winien być wyposażony w zapas wody i pewną część zaprowiantowania obliczoną na ilość osób. O ile mamy zamiar wyzyskać posiadane piwnice lub sutereny, należy przedewszystkiem dokładnie i dobrze uszczelnić wszelkie okna, drzwi, wentylatory i szczeliny.

Również każde mieszkanie dobrze uszczelnione może służyć jako tymczasowy schron, jednak należy się liczyć z tem, że przy eksplozji pocisków czy też bomb lotniczych, szyby w oknach wylecą, a impet powietrza, o ile bomba upadnie w pobliżu domu, wpędzi gaz bojowy do mieszkania, które w takim razie może okazać się pułapką na gaz, jako mniej przewiewne i gaz nawet lotny pozostanie w mieszkaniu przez czas dłuższy. W dużych miastach, gdzie wyzyskuje się omal, że nie każdy łokieć ziemi, wśród domów piętrowych, tworzą się



jakby głębokie studnie, i gdy pocisk wzgl. nawet granat — padnie na takie podwórko, zabudowane ze wszystkich stron domami, szyby we wszystkich oknach wylecą, a całą przestrzeń studni - podwórka będzie przez czas dłuższy przesycona gazem, wobec braku przewiewu powietrza.

W celu uchronienia szyb przed słabszemi wybuchami dobrze jest zakleić je nakrzyż paskami papieru lub plastra lepkiego.

### **ZACHOWANIE SIĘ PRZED NAPADEM GAZOWYM.**

O ile posterunki obserwacyjno - alarmowe doniosły, że nieprzyjaciel robi przygotowania do ataku gazowego, dowództwa czy też władze zarządzają tak zwane pogotowie gazowe. Wszyscy bez wyjątku zakładają i umieszczają maski w sposób przepisowy na pogotowie gazowe. Pogotowie takie może trwać całemi tygodniami, a to dla tego, by z chwilą alarmu „gaz“, przyspieszyć nałożenie maski. Z chwilą zarządzenia pogotowia gazowego sprawdza się, sprzęt przeciwgazowy w schronach, sygnały, uszczelnienia schronu i posterunki przeciwgazowe. Konie i zwierzęta usuwa się do strefy 2-giej t. j. odległej o jakie 10 — 12 kilometr. od pierwszych linii. Broń i amunicję zabezpiecza się przez pokrycie olejem mineralnym i odpowiednio zabezpiecza się żywność.

### **ZACHOWANIE SIĘ PODCZAS NAPADU.**

Z chwilą pierwszego alarmu „gaz“, posterunki gazowe, stojące przy schronach, nałożywszy maski niezwłocznie alarmują osoby przebywające już w schronach. Załoga schronu nakłada maski i opuszcza schron, o ile tego wymaga służba, w schronie pozostają kobiety i dzieci.

Posterunek zamyka schron. Jego obowiązkiem jest wpuszczenie ludzi do schronu i on tylko ma prawo uchylać roletę. Dowódca odcinka względnie rejonu, po osobistem przekonaniu się o rodzaju napadu, alarmuje odcinki sąsiednie i strefę 2-gą. Zachowanie się podczas napadu winno być jak najspokojniejsze, należy unikać szybkich i gwałtownych ruchów. Wszelki pośpiech lub ucieczka powoduje panikę, a w biegu może zabraknąć tchu, co zmusi uciekającego do odruchowego zdjęcia maski.

Ponieważ po każdym gazowym ataku należy spodziewać się ataku piechoty, przeto główna uwaga winna być skierowaną w stronę nieprzyjaciela.



Gdy alazm „gaz“ został opóźniony, należy niezwłocznie zamknąć oczy i powstrzymać oddech, nałożyć maskę, poczem, przyciskając obu dłońmi maskę do twarzy, silnym wydechem zmusić zatrute powietrze do wyjścia z pod maski na zewnątrz. W razie uszkodzenia maski, można ratować się samym pochłaniaczem, zatrzymuje się wtedy oddech wykręca pochłaniacz i wkłada się szybko do ust, a drugą ręką zaciska się nos.

Z braku wszelkich środków przeciwgazowych, należy ratować się przy pomocy chustki, lub szmaty zmoczonej moczem, przykładając ją do ust i nosa. Częściowo też ochrania chustka wypełniona pulchną ziemią przyłożoną do ust i nosa, lub zanurzenie twarzy w pulchną ziemię i oddychanie w taki sposób.

Przy zmianach pochłaniacza, co się często może zdarzyć, należy powstrzymać oddech, wykręcić pochłaniacz stary, wkręcić nowy i zapomocą silnego wydechu usunąć powietrze z tak zwanej „przestrzeni szkodliwej“.

Do czynności posterunkowego wewnątrz schronu należy obsługa rolety wewnętrznej, zgaszenie ognia, o ile takowy się pali, neutralizacja gazów przy pomocy rozpylaczy, jak również regulacja dostarczania powietrza czy to z balonów, czy z oxylitu, czy też zapomocą wentylatorów.

### ZACHOWANIE SIĘ PO NAPADZIE GAZOWYM.

Zasadniczo nie wolno zdjąć maski przeciwgazowej bez rozkazu. Rozkaz zdjęcia masek, wydaje dowódca czy też zwierzchnik po porozumieniu się z instruktorem gazowym. Zdejmuje się maskę bez rozkazu w tym wypadku, gdy po napadzie gazowym następuje atak piechoty nieprzyjacielskiej, która idzie bez masek do ataku.

Instruktor gazowy osobiście stwierdza nieobecność gazu; przeprowadzając 3 kolejne próby:

- 1) Tak zwana wzrokowa—nie zdejmując maski, instruktor gazowy obserwuje czy na terenie nie znajdują się obłoczki gazowe, bada zachowanie się zwierząt i ptactwa, w nocy zaś posługuje się latarką elektryczną lub rakieta światlną.

- 2) Przez powonienie — instruktor gazowy uchyla brzeg maski i wdycha ostrożnie powietrze przez nos, przy zamkniętych ustach.

- 3) Przez silniejsze oddychanie po zdjęciu maski.

Po skończonym napadzie gazowym przystępuje się do oczyszczania schronów i terenu.

Przy oczyszczaniu terenów należy być stale w masce. Schrony



oczyszczają się przy pomocy rozłożonego ogniska w celu wywołania silnego ruchu powietrza, rozczynów alkalicznych i przewietrzania.

O ile odcinek był ostrzeliwany iperytem, zachowuje się pewne ostrożności. Oczyszczanie terenu należy do oddziałów gazowo-dezynfekcyjnych, t. zwanych patroli odkażających, pod kierownictwem instruktora gazowego. Po przeprowadzeniu odkażenia załoga patrolu przeciwiperytywego winna być izolowana od reszty otoczenia conajmniej w ciągu 2—4 dni.

Prawdopodobnie w przyszłych wojnach przy zastosowaniu większej ilości iperytu lub innych podobnych płynów parzących, niejednokrotnie wypadnie ewakuować zajęte tereny, a oczyszczeniu będą podlegać tylko drogi strategiczne.

W przyszłej wojnie surowo winno być zakazane wyzyskiwanie jako osłony lejów po pociskach, albowiem przy zastosowaniu iperytu i podobnych gazów, najniebezpieczniejszym miejscem będą właśnie leje, parowy, jak również i zarośla.

Tereny zatrute iperytem winny być oznaczone białą taśmą z rozsypanego wapna i oznaczone tablicami z datą zaiperytowania takowych.

Zależnie od terenu i warunków atmosferycznych tereny mogą być niebezpieczne w przeciągu nawet kilku tygodni i dłużej.

Ubrania osobiste i ekwipunek po ataku iperytowym winne być odebrane i wydezynfekowane przez specjalne oddziały dezynfekcyjne gazowe. Poruszyliśmy tylko ogólnikowo niektóre ważniejsze kwestje obrony przeciwgazowej, szczegółowe zaś omówienie tych spraw zajęłoby zbyt wiele miejsca i czasu.

O obronie zbiorowej ludności cywilnej z czasu wojny światowej mamy bardzo skąpe dane gdyż prawie, że nie zachodziła konieczność stwarzania takowej.

W czasie wojny było zaledwie kilka wypadków zatrucia przyfrontowych miasteczek, które nie były ewakuowane. Najczęściej ludność cywilna sama opuszczała teren przyfrontowy wzgl. przymusowo była ewakuowana przez władze w głąb kraju. W czasie wojny światowej tylko armja frontowa i najbliższe obwody były przedmiotem napadów gazowych, które nieprzyjaciel usiłował zniszczyć i dlatego cała troska była skierowaną na indywidualną ochronę żołnierza, o ludność cywilną troszczono się mało.

Schrony budowane przez wojsko miały na celu umożliwienie żołnierzom chwilowego wypoczynku, spożycia posiłku, schronienia rannych, okazania pomocy rannym i zagazowanym. Ilość schronów i ich rodzaj określał najczęściej dowódca jednostki, nie niżej niż do-



wódca dywizji. O budowie dużych schronów dla całych oddziałów mowy być nie mogło, ponieważ żołnierz walczący stale pozostawał na linii frontu i był zaopatrzony w dobrą maskę.

\*                      \*

Tak było w czasie ubiegłej wojny, gdy lotnictwo nie było wysyskane dla przenoszenia bomb chemicznych w głąb terenu nieprzyjaciela, cała uwaga była skoncentrowana na linię frontu i na najbliższe odwody.

Dziś pogląd na te sprawy zmienił się i zmienia się taktyka walki; nieprzyjaciel w przyszłości nie ograniczy się tylko do linii frontu i odwodów, będzie dążył do zniszczenia nie tylko dalszych odwodów, sięgnie on jak najdalej w głąb kraju w celu niszczenia przemysłu, szerzenia paniki, sparaliżowania mobilizacji, zniszczenia zapasów amunicji, żywności, niszczenia dróg komunikacji, mostów kolejowych, taborów, naogół wszystkiego co pracuje nie tylko dla wojska i frontu, ale i dla ludności cywilnej kraju. Dążenia wroga będą skierowane do zniszczenia zasobów, do wyczerpania fizycznego i moralnego całego społeczeństwa. Wobec tego w przyszłych wojnach trudno będzie określić, gdzie kończą się linie frontu i gdzie zaczyna się pas pozafrontowy.

Narazie możemy powiedzieć, że wobec postępu i rozwoju lotnictwa, linia frontu kończy się tam, gdzie kończy się zasięg nieprzyjacielskiego samolotu.

Ponieważ żadne Państwo nie jest w stanie zaopatrzyć całą ludność w maski przeciwgazowe, przeto należy organizować t. zw. obronę zbiorową ludności cywilnej, i budowę schronów.

Niewiadomo jakie gazy w przyszłości może stosować nieprzyjaciel, czy krótkotrwałe—lotne, czy długotrwałe, przeto liczyć się należy z tem i budować schrony z obliczeniem na przebywanie w nich ludności cywilnej przez czas dłuższy. W przyszłej wojnie broń chemiczna będzie stosowana na szeroką skalę, przeto obrona ludności cywilnej u nas w kraju winna być traktowaną nie mniej poważnie jak w wojsku, albowiem stan i duch moralny wewnątrz kraju odbija się na linii frontu. Dezorganizacja, panika, upadek ducha, wstrząśnienia moralne wewnątrz kraju, niezwłocznie dadzą się odczuć i na froncie.

O ile w wojsku wykłady o obronie przeciwgazowej i ćwiczenia przeprowadzają instruktorzy i oficerowie gazowi, także wykłady i ćwiczenia z ludnością cywilną winni przeprowadzać instruktorzy gazowi, aptekarze, lekarze, nauczyciele, osoby duchowne i in. Po-



uczanie o obronie przeciwgazowej ludności cywilnej winno być przymusowe. W wykładach tych należy pouczać o obronie indywidualnej i zbiorowej, przedstawiając całą zgrozę niebezpieczeństwa, jednak z drugiej strony należy wzbudzić zaufanie do sprzętu i metod obrony o czym łatwo można przekonać społeczeństwo przy praktycznych ćwiczeniach.

Rzecz prosta, że zaopatrzyć całą ludność w maski przeciwgazowe, nawet na terenach przyfrontowych, nam się nie uda. Wobec tego należałoby ludność cywilną ewakuować co najmniej o jakie 20—25 kilometrów od linii frontowej i na tem sprawa obrony osób cywilnych pasu przyfrontowego zdawałoby się, że zostanie rozwiązana. Jeśli natomiast przyjmiemy pod uwagę, że właśnie w tych miejscach będą koncentrować się wielkie tabory, odwody, zapasy żywności, to jest obiekty, na które będą polować nieprzyjacielskie samoloty, taka ewakuacja jeszcze więcej może skomplikuje całą sprawę obrony ludności cywilnej. Bardzo ważnem jest zorganizowanie obrony przeciwgazowej we wszystkich punktach przemysłowych w każdej fabryce, albowiem w czasie wojny cały niemal przemysł krajowy, poczynsz od zakładu kołodziejskiego i kończąc na zakładach elektrotechnicznych, będzie zmuszony pracować na obronę państwa, a takie obiekty będą przynętą dla wroga, by je zrujnować, zatruć lub też chociaż na pewien czas unieruchomić. We Francji dowództwa wojskowe odkomenderowały instruktorów gazowych, celem szerzenia wiedzy obrony przeciwgazowej wśród mieszkańców miast i wiosek. W pasach przyfrontowych ludność cywilna była wyposażona w maski przeciwgazowe typu M<sub>2</sub>, które stale nosiła przy sobie, umiała konserwować i obchodzić się z nimi. Księża w kościele podczas kazań wychodzili na ambonę, mając maskę zawieszoną przez ramię i po kazaniu pouczali i przypominali, jak należy zachować się wobec napadu gazowego, co należy czynić, jak odkażać zatrute domy, schrony i t. p. Nauczyciele podczas wykładów w szkołach też przypominali i ćwiczyli dzieci, jak mają się obchodzić z maskami. Każdy funkcjonariusz i urzędnik państwowy winien był przy spełnianiu swoich obowiązków mieć maskę zawieszoną przez ramię; opierających się tym zarządzeniom urzędników zwalniano ze stanowisk. W każdej wsi były urządzone schrony przeciwgazowe i organizowana służba alarmowo-gazowa.

O obronie przeciwgazowej ludności cywilnej u nas w kraju mało się mówi; jest ona w powijakach. Społeczeństwo nie zdaje sobie sprawy z niebezpieczeństwa przyszłej wojny gazowej i jeszcze do dziś dnia widocznie myśli, że chroniąc się w głąb kraju z chwilą wy-



buchu wojny, będzie tam się czuć spokojną, a nie wie, że w malutkiej wiosce przy froncie można być pewniejszym, swego życia aniżeli w dużych centrach na tyłach. Czas upływa, a uświadczenie ludności nie posuwa się naprzód; należy zainteresować i pouczyć inteligentniejsze sfery prowincji, by one podjęły się uświadczenia w tej dziedzinie mieszkańców wsi, miasteczek, osad i miast.

### ODKAŻANIE TERENU.

Z rozdziału chemji gazów bojowych wiemy, że gazy pod względem zachowania się w terenie dzielą się na: gazy lotne, średniolotne i t. zw. trwałe, czyli o własnościach długiego zachowania się w terenie, do tej ostatniej grupy zaliczamy iperyt i inne gazy tej grupy jak to: luizyt, cedenit i inne.

Nieraz może się wyłonić konieczność oczyszczenia czyli odkażenia terenu, wzgl. drogi, ulicy, placu — uczęszczanych przez ludzi. Konieczność ta wyłoni się tylko wtedy, gdy teren zostanie zagazowany gazem trudnoletnym czyli, jak nazywamy, trwałym, t. j. iperytem wzgl. innemi gazami tej grupy.

Tereny zagazowane gazami łatwoletnemi lub średniolotnemi nie będą wymagały odkażania, gdyż sama natura tych gazów t. j. własności fizyczno - chemiczne świadczą, że będą one rozwiane przez wiatr i prądy powietrzne.

Celem odkażania terenów, organizują się t. zw. drużyny odkażające, w skład drużyn wchodzi 10 osób.

Drużyna dzieli się na 2 patrole, a mianowicie patrol przeprowadzający samo odkażanie i patrol pomocniczy.

Drużyna posiada dowódcę który obejmuje kierownictwo i komendę nad całą drużyną, dowódcą takim winien być instruktor gazowy. Cała drużyna powinna być wyposażoną w odpowiedni sprzęt i ubrania.

Właściwy patrol odkażający musi być wyposażony w kostjумы przeciwiiperytowe t. zw. kombinezony z kapturem, poza tem winien posiadać maski, buty, czyli saboty i rękawice. Patrol pomocniczy może być wyposażony w kostjумы tz. dezynfektorskie, również winien mieć maski, saboty, kaptur na głowę i rękawice. Co do sprzętu drużyna winna być wyposażoną w szpadle, grabie, rozpylacze, wiadra, szczotki, miotły, skrzynie na przenoszenie wapna, pędzle malarzskie, szare mydło, naftę wzgl. benzynę, miękkie szmaty i podchloryn wapnia.



## CZYNNOŚCI DRUŻYNY.

Przed wyjściem w teren drużyna ubiera się w kostjумы i przygotowuje t. zw. podstawę wyjściową, czyli miejsce, gdzie po powrocie sama ma być odkazana.

Dla tego wyznacza się pewne miejsce w postaci czworoboku i to z takim obliczeniem, by po powrocie cała drużyna mogła się tam zmieścić i wykonywać pewne czynności. Granice podstawy wyjściowej oznacza się rozsypując wapno chlorowane, następnie w samym czworoboku podstawy wyjściowej wyznacza się 4 mniejsze kwadraty, które numeruje się od 1 — 4; przy każdym takim mniejszym kwadracie kopie się dół do którego robi się ściek.

Na podstawie wyjściowej przygotowuje się rzadką breję z wapna chlorowanego i wody, rozczyń wapna w wodzie do rozpylacza, jak również rozczyń mydła szarego w wodzie. Cały mniejszy kwadrat oznaczony Nr. 1. wysypuje się wapnem chlorowanym. Do obowiązku dowódcy drużyny należy skontrolować nałożone ubranie i przygotowanie wszystkich niezbędnych rozczyńów; dopiero po tych czynnościach wyrusza drużyna. Na czele drużyny kroczy dowódca, cała drużyna z zabranym sprzętem idzie gęsiego. Należy podchodzić do terenu zawsze od strony nawietrznej, a to dla tego, że gdy dowódca nie widzi lejów wzgl. plam iperytowych może przez lekkie usunięcie brzegu maski i powonienie określić kierunek. Przy dojściu do leja, dowódca zatrzymuje patrol, określa promień rozrzutu pocisku, przy czem winien uwzględnić kierunek wiatru, gdyż w tym miejscu rozrzut unoszony przez wiatr zakaził większą część terenu. Po tych czynnościach drużyna przygotowuje t. zw. podejście do leja i kałuży iperytovej, czy kałuży z innego gazu. W tym celu promień rozrzutu pocisku zasypuje się wapnem chlorowanym wachlarzowato t. j. nabiera się na szpadel wapna, szpadel nieco się przechyla na bok, zniża się do ziemi i silnem rzutem z prawa na lewo czy z lewa na prawo opisuje się łuk, wtedy wapno równomiernie rozsypuje się po ziemi. Chodzi bowiem o to, by teren był zasypany równomiernie i ekonomicznie, gdyż drużyna może zabrać tylko tyle wapna, ile go może udźwignąć (w skrzyni na noszach) 2-ch ludzi.

Po przygotowaniu podejścia kopie się obok leja duży dół, w który wysypuje się ziemię wybraną z leja t. z. samą kałużę.

Nadmiarem ziemi wykopanej zasypuje się dół, a resztą—zasypuje się wykopany lej, jedno i drugie miejsce zasypuje się wapnem. Po wykonaniu tych czynności, cały teren zasypany wapnem celem dokładniejszego wymieszania — zagrabia się grabiami.



O ile w pobliżu są drzewa wzgl. jakiekolwiek zabudowania — należy pokryć je gęstą breją z wapna chlorowanego, co się wykonuje za pomocą szerokich pędzli malarskich. Po wykonaniu tych czynności drużyna wraca do swej podstawy wyjściowej, przechodząc kolejno wszystkie 4 punkty oznaczone od 1 — 4. Na kwadracie Nr. 1, gdzie jest rozsypane wapno chlorowane, dokładnie oczyszcza się obuwie, następnie przechodzi się do kwadratu Nr. 2, gdzie oczyszcza się samo ubranie, zmywając je przez szczotkowanie breją, która spływa ściekiem do wykopanego dołu.

Przy kwadracie Nr. 3, cały człowiek jeszcze ubrany w kosjum przeciwigazowy — opłókuje się zapomocą rozpylaczy rozczynek chlorku wapna, przy kwadracie Nr. 4, opłókuje się rozczynek wodno-mydlanym i dopiero rozbiera się\*). Ręce wyciera w szmaty zmoczone naftą wzgl. benzyną, które również zakopuje się do ziemi, a ścieki i doły przy punktach odkażania — zasypuje się ziemią.

Wskazaniem jest by drużyna odkażająca po wykonywaniu swych czynności była izolowaną przez 10 — 12 godzin. Ubrania drużyny po dokonaniu odkażania myje się szczotkami wodnym rozczynek mydła, poczem suszy się w miejscu przewiewnym.

### OBRONA ZWIERZĄT.

Co się tyczy obrony zwierząt, to należy zaznaczyć, że pomyślano o tem dopiero na początku 1917 r. wtedy gdy na szerszą skalę zaczęto stosować dalekoноśne pociski gazowe.

Dla ochrony koni i psów sporządzono specjalne maski; gołębie zaś pocztowe izolowano w specjalnych skrzyniach, zaopatrzonych w zwykłe pochłaniacze masek ludzkich typu ARS. Pierwsza ochrona, prymitywna, dla koni od ataków falowych polegała na tem, że nakładano koniom dwa zwykłe worki, przestrzeń między workami wypełniono sianem, słomą lub trocinami suto zroszonymi wodą lub rozczynek sody.

Dalszy rozwój w ulepszeniu masek końskich postępował dość powoli i znamy zaledwie kilka ich typów.

Wychodząc z założenia, że koń oddycha tylko nozdrzami, skonstruowano maskę ochraniającą tylko nozdrza; dolna część maski znajdowała się w pysku konia, ażeby ochronić ją od przegryzania, zaopatrzoną była w grubą blachę. Warstwy tkaniny maski były przesycone roztworem urotropiny i węgla potasu.

Początkowo projektowano spreparować końską maskę na wzór

\*) Ubranie zdejmuje się w następ. kolejności: rękawice, kaptur, maska, kombinizon i wreszcie buty.



ludzkiej t. j. z pochłaniaczem, uwzględniając znaczną ilość wdychanego powietrza przez konia (30—45 lit. na minutę w czasie spokoju, a przy pracy od 300—500 litr.), pochłaniacz taki musiałby być znacznej wielkości.

Ochrona koni na froncie ma bardzo ważne znaczenie, ponieważ z chwilą masowego zatrucia może nastąpić przerwa dowozu amunicji, broni, furazu, żywności i t. p.

## **PIERWSZE OBJAWY I PIERWSZA POMOC PRZY ZATRUCIACH GAZOWYCH.**

Nie chcąc wkraczać w kompetencje lekarzy przy omawianiu toksycznego i fizjologicznego działania gazów bojowych, pozostawiamy im szersze i szczegółowe omówienie tej sprawy, poruszymy tylko niektóre szczegóły z wspomnianej dziedziny, o których każdy instruktor gazowy oraz interesujący się tą sprawą obywatel wiedzieć powinien.

Przedtem, zanim przystąpimy do omówienia toksyczności poszczególnych grup gazów, właściwem będzie zaznaczyć w krótkich słowach, że toksyczność jest zależna od chemicznej budowy substancji trujących.

Jako zasadę przyjąć musimy, że: toksyczność gazów bojowych wzrasta wraz z ciężarem cząsteczkowym substancji trujących.

Potęgują toksyczność — chlorowce, gdy wchodząc w reakcję, zamieniają wodory, jak również grupy  $\text{NO}_2$  i  $\text{NO}$ , gdy te ostatnie są związane z cyjanem.

Grupy  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CS}_2$  potęgują toksyczność, lecz w stopniu nieco słabszym.

Toksyczność wzrasta często w zależności od ugrupowania chlorowców przy rodnikach.

Jako przykład rozpatrzmy:

bromek benzylu —  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Br}$

i para bromo-toluol —  $\text{C}_6\text{H}_4\text{BrCH}_3$ .

W pierwszym wypadku chlorowiec jest zgrupowany w bocznym łańcuchu, w drugim zaś ugrupowanie jest w rdzeniu.

O ile bromek benzylu należy do środków drażniących, to para bromo-toluol — jest środkiem wybitnie trującym, porażającym układ nerwowy.

Błędem byłoby przypuszczenie, gdybyśmy badając organizmy zatrute gazami, szukali gazów w pierwotnym ich stanie. Gazy bowiem pochłonięte przez żywy organizm ulegają prawie niezwłocznie, jeśli

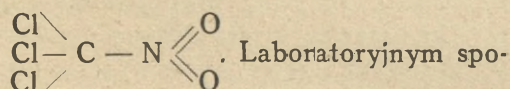


nie całkowitej hydrolizie, to wchodzi w połączenie z krwią i innymi substancjami organizmu. Dla przykładu rozpatrzmy chlor, jako taki i niektóre gazy zawierające chlor.

1) Chlor w połączeniu z wodą daje chlorowodór i kwas podchloryny  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HClO} + \text{HCl}$ , który jako bardzo nietrwały rozpada się na  $\text{HCl}$  i  $\text{O}$ .

2) Taką reakcją zachodzi z fosgenem  $\text{COCl}_2$ , który z wodą hydrolizuje na dwutlenek węgla  $\text{CO}_2$ , usuwany z płuc przy wydechu ( $\text{COCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + 2\text{HCl}$ ), a  $\text{HCl}$  pozostaje w płucach.

3) Jako trzeci przykład przytoczymy więcej skomplikowany produkt, mianowicie Chloropikrynę  $\text{CCl}_3\text{NO}_2$ , w której węgiel, jak widać z strukturalnego wzoru, jest czterowartościowy.

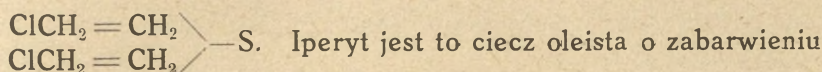


sobem nie udało się wydzielić wolnego chloru, lecz w organizmie ludzkim, tym zawiłym i precyzyjnym aparacie chemicznym, wskutek wielu nieznanych nam jeszcze reakcji, hydroliza ta powstaje, choć z własności chemicznych chloropikryny wiemy, że chloropikryna z wodą nie reaguje wcale, w wodzie się nie rozpuszcza, z  $\text{KOH}$  na zimno też nie reaguje, na gorąco zaś bardzo słabo, stężone kwasy nieorganiczne i ługi w temperaturze zwykłej na nią nie działają. Znamy jedną charakterystyczną reakcję na chloropikrynę, a mianowicie — wodny roztwór siarczynu sodowego ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ), z którym chloropikryna reaguje. Zapomocą tej reakcji możemy dokładnie określić ilościowo chloropikrynę  $\text{CCl}_3\text{NO}_2 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{CHNO}_2 + (\text{SO}_3\text{Na})_2 + 3\text{NaCl} + \text{NaHSO}_4$ . — Znacznie szybciej przybiega ta reakcja o ile zostanie użyty wodno-spirytusowy roztwór siarczynu sodowego.

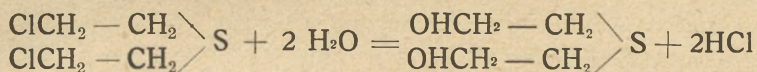
4) Jako dalszy przykład przytoczymy dwufosgen, czyli chloromrówczan trójkloro-metylu, tak zwany perstroff-perpalit  $\text{C}_2\text{O}_2\text{Cl}_4$  ( $\text{ClCOOCCl}_3$ ), który, na pozór zdawałoby się jest zpolimeryzowanym fosgenem. Lecz wzór strukturalny dwufosgenu niema nic wspólnego z fosgenem ( $\text{Cl}-\text{CO}-\text{O}-\text{CCl}_3$ ). Natomiast w żywym organizmie dwufosgen bardzo łatwo rozpada się na 2 cząsteczki fosgenu, które in statu nascendi działają silniej od fosgenu. Dwufosgen jest mniej lotnym, więc dłużej trzyma się na terenie i pod względem napastliwości jest znacznie groźniejszy.

Takiej częściowej hydrolizie w organizmie ulega również iperyt czyli dwuchloroaeetyleno-sulfina





od jasnokanarkowego do ciemnobraunatnego, przyczem należy zaznaczyć, że ciemniejszy iperyt jest więcej napastliwy. Nie należy on do gazów łatwopalnych, i w zależności od terenu na jakim jest rozlany, trwa całe tygodnie. Paruje powoli pod działaniem ciepła i promieni słonecznych. Hydrolizuje tylko częściowo, a to z tego powodu, że przy hydrolizie zachodzi reakcja odwracalna. Wytwarza się przy tem tioglikol i kwas solny, który powstrzymuje dalszą hydrolizę



Jak widzimy, wszystkie przytoczone powyżej gazy ulegają hydrolizie w większym lub mniejszym stopniu, dając prócz kwasu solnego inne produkty, które w ten lub inny sposób mogą wywierać wpływ na procesy, patologiczne, a ponieważ prawie do 90% gazów bojowych, wchodzi chlor, do niektórych zaś brom i jod, wobec tego możemy twierdzić, że wszystkie gazy bojowe ulegają hydrolizie, jeśli nie kompletnej, to częściowej.

Ciekawem zjawiskiem jest to, że wyżej przytoczony fosgen  $\text{COCl}_2$  daje niejednakowe objawy zatrucia; na jednych on działa jako gaz typowy duszący, na innych zaś znowu działa jako gaz trujący. Znane są wypadki z wojny światowej, że żołnierze zatruci fosgenem ze wszystkimi charakterystycznymi objawami gazu duszącego, po upływie kilku godzin, a nieraz kilku dni, czuli się zupełnie dobrze i byli wypisywani ze szpitali, lecz nie zdołali ująć pół kilometra, jak padali trupem na miejscu.

Należałoby widocznie przypuszczać, że nawet tak nieznaczny wysiłek pracy osłabionego po zatruciu serca, był zbyt forsownym w danym wypadku.

Natomiast u innych przebieg zatrucia przechodził znacznie wolniej, dawał cały szereg objawów chorób płucnych i zmian krwi. Dokładne działanie fosgenu na żywe organizmy do dziś dnia nie jest jeszcze zbadane.

U psów zatrutych fosgenem obserwowano przeważnie objawy powłkań mózgowych, a natomiast żadnych zmian płucnych i zmian krwi nie obserwowano, u ludzi zaś odwrotnie, obserwowano przeważnie zmianę w krwi i cały szereg objawów zmian płucnych. Nie mając tu możności chociaż pobieżnie opisać własności ważniejszych



gazów bojowych, przytoczymy niektóre tylko ważniejsze, charakteryzujące pewne grupy.

Ogólnikowo zaznaczymy, że trudno byłoby ściśle posegregować gazy bojowe na specjalne grupy co do ich działań fizjologicznych, gdyż niektóre z nich jednocześnie działają, jako gazy dusząco-drażniące, dusząco-trujące, trująco-drażniące i drażniąco-łzawiące, niektóre działają jako gwałtownie trujące, niektóre znów jako silnie żrące i żrąco-trujące, a niektóre wywołują wymioty i są jednocześnie z tem trująco-duszące.

Jednak już poprzednio umówiliśmy się co do podziału ich na grupy, więc w takiej kolejności o każdej z tych grup powiemy słów parę. Ponieważ przebieg i objawy każdego zatrucia są zależne od ilości pochłoniętej trucizny i od stanu zdrowia zatrutej osoby, więc porażenia takie mogą być cięższe lub lżejsze, wobec tego należałoby zatrucia podzielić na 3 grupy: 1) przebieg zatrucia lekki, 2) przebieg zatrucia ciężki, 3) przebieg zatrucia gwałtowny.

Najważniejszym dla nas, przypuszczać należy, będzie przebieg zatrucia ciężkiego, ponieważ przebieg zatrucia gwałtownego jest tak szybki, że chorego nie zdążymy nawet wynieść ze strefy zatrutej, objawy takie mogą mieć miejsce przy silnej koncentracji gazów duszących, gdy następuje zahamowanie odruchu oddechowego z powodu pochłonięcia znacznej ilości gazów duszących.

### GAZY DUSZĄCE.

Pierwsze objawy zatrucia występują, jako podrażnienie gardła, a nieraz i oczu (w zależności od rodzaju gazu), proces oddychania jest utrudniony, kłucie w piersiach, mięśnie słabną, występuje zimny pot, następnie osłabienie. Człowiek nie może stać, opuszcza się na ziemię, przytomności umysłu jednak nie traci, dalej występuje ostry i silny kaszel, często powodujący wymioty.

O ile choremu nałoży się maskę, co zabezpieczy go od dopływu gazów duszących, objawy duszniczy i kaszel stopniowo ustępują; taki chory winien być ewakuowany do szpitala. Najczęściej przy takich zatruciach powstają wszelkie komplikacje płucne, a nieraz tak zwane samozatopienie się płuc (Apoplexia pulmonum serosa), która powstaje z powodu zhydrolizowania się chlorowcopochodnych w płucach na kwas solny, co wywołuje kolosalne wydzielenie się płynów surowicznych, które to zalewają całkowicie płuca. U chorych daje się zauważyć wydzielanie się piany z ust, zabarwionej na różowo. Chory oddycha powierzchwniowo, ruchy klatki piersiowej są ograniczone, kaszel



napadowy. Tętno z początku zwolnione, potem częstsze, dochodzi niejednokrotnie do 120 — 140; po ułożeniu chorego do łóżka tętno winno spaść do 60. O ile po ułożeniu i względnem uspokojeniu się chorego, tętno pozostaje nadal przyspieszone wyżej nad 100, życie takiego chorego jest poważnie zagrożone.

Charakterystyczną przy zatruciu gazami duszającymi jest sinica (sine wargi) bladość twarzy, chłodne kończyny. Wymioty zjawiają się najczęściej przy chloropikrynie i sprawiają pewną ulgę. U zatrutych obserwuje się zatrzymanie moczu, głównie w pierwszej połowie doby. Temperatura jest podniesioną, a kwestja życia lub śmierci rozstrzyga się w przeciągu 3-ch dni.

Pierwsza pomoc, której należy udzielić zatrutemu gazami duszającymi, polega na wyniesieniu go z zatrutej atmosfery. Ewakuacja winna się odbywać w pozycji leżącej. W takiejże pozycji zaleca się i przeprowadzać badanie chorego. O ile warunki pozwalają, należy z chorego zdjąć ubranie przesycone gazem duszącym. Zaleca się choremu kompletny spokój. Przy okazaniu pierwszej pomocy zaleca się stary środek, mianowicie puszczenie krwi, które można przeprowadzić na każdym miejscu, nawet w polu; ilość puszczanej krwi winna wahać się od 250,0 — 500,0. Przed puszczeniem krwi zaleca się zastrzyk podskórny z kofeiny.

Wzamian wypuszczonej krwi, nie zaleca się robić zastrzyków z roztworu soli fizjologicznej, który rozcieńcza krew i przy obrzęku płuc sprzyja do powstania Apoplexia pulmonum serosa.

Przy silnych objawach duszności upust krwi powtarza się. O ile u osób z wielką sinicą nie da się, pomimo kilkakrotnych prób przeprowadzić upustu niezbędnej ilości krwi, w takim wypadku należy postawić na plecach cięte bańki w ilości 12 — 15 sztuk. Co do **tłenu, który tak często zalecają stosować**, to należy odnosić się doń z pewną ostrożnością; najlepiej jest podawać tlen z dopływem świeżego powietrza i to pod słabem ciśnieniem, albowiem czysty tlen działa zbyt silnie, **podrażnia obrzęknięte płuca**, a takowe z trudem przepuszczają go. Wdychanie czystego tlenu, pod silnem ciśnieniem przy obrzęku płuc, może spowodować nawet nagłą śmierć. Przy okazaniu pomocy chorego układa się w pozycji, w której jest mu najdogodniej, pościel winna być ogrzaną, przy silnych napadach kaszlu zaleca się użycie wewnątrz kilku kropli eteru, anodyn lub Tinct. Valerianae aether. Czasem, celem podtrzymania działania przepo-



brzuszej, naznacza się emetyk ipecacuana w proszku z ciepłą wodą (dawka od 0,5 do 1,0 parokrotnie powtarzana lub słaby roztwór *Cuprum sulfuricum*). Przed zastosowaniem emetyku należy baczyć, czy serce nie jest osłabione. Co do innych środków, to stosuje się leki podtrzymujące działanie serca—podskórne zastrzyki 10% olejku kamforowego, kafeinę, strychninę. Na kaszel zaleca się: Pul. Dover. z kodeiną i t. p.

Do grupy gazów duszących zaliczamy jako najważniejsze: Chlor, Brom, Jod, Fosgen  $\text{COCl}_2$ , Dwufosgen  $\text{O}_2\text{C}_2\text{Cl}_4$ , Chloromrówczan chlorometylu  $\text{ClCOOCH}_2\text{Cl}$ , Brometyloketon  $\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{BrCH}_3$ , Bromaceton  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{Br}$ , Chloropikrynę  $\text{CCl}_3\text{NO}_2$ , Chlorocaceton  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{Cl}$  i inne.

### GAZY DRAŻNIĄCE.

Zkolei przejdziemy do omówienia grupy gazów drażniących. Tę grupę podzielimy na 2 podgrupy a) gazy łzawiące (lakrymatory, b) gazy, wywołujące kichanie (sternity).

Do grupy łzawiących lakrymatorów (lakrymogenów) zaliczamy bromek ksylilu,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ , bromek benzylu  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Br}$ , jodek benzylu  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{J}$ , jodek ksylilu  $\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3\text{CH}_2\text{J}$ , cyjanek bromobenzylu  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBrCN}$ , bromooctan etylu  $\text{CH}_2\text{BrCOOC}_2\text{H}_5$  — jodoctan  $\text{CH}_2\text{JCOOC}_2\text{H}_5$ , chloroaceton  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{Cl}$ , — Chlorek benzylu  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$ , jak również gazy wspomniane w poprzedniej grupie gazów duszących, — jak nprz chloropikryna  $\text{NO}_2\text{CCl}_3$ , bromoaceton  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{Br}$ , w słabych koncentracjach działają jako lakrymatory. Wszystkie zaś wyżej wymienione gazy łzawiące działają przede wszystkim na oczy. Porażony temi gazami czuje dotkliwe kłucie i palenie, następuje przekrwienie spojówek, chory zamyka oczy i jest bezradny. W niektórych wypadkach, jak nprz. przy podrażnieniu chloropikryną, spływające łzy są czynnikiem osłabiającym działanie chloropikryny; natomiast przy porażeniu bromkiem benzylu łzy potęgują działanie, poczem może nastąpić zapalenie spojówek.

Jak zaznaczyliśmy poprzednio, stopień zatrucia jest zależny od ilości gazu, który trafia do organizmu; tak samo i przy gazach łzawiących, przy silnej koncentracji, wdychanie ich może wywołać pewne komplikacje w postaci zapalenia tchawicy, przekrwienia naczyń i t. p.

Do drugiej podgrupy gazów drażniących zaliczamy gazy wywołujące kichanie, należące do nich tak zwane sternity:

Dwuchloroetyloarsina  $\text{C}_2\text{H}_5\text{AsCL}_2$ .



Dwubromoetyloarsina  $C_2H_5AsBr_2$ .  
 Cyjanodwufenyloarsina  $(C_6H_5)_2AsCN$ .  
 Etylokarbazol  $(C_6H_4)_2 = N - C_2H_5$ .  
 Eter dwubromometylowy  $CH_2Br.OCH_3Br$ .  
 Dwuchlorofenyloarsina  $C_6H_5AsCl_2$  i inne.

Wszystkie wymienione środki, pomimo silnego podrażnienia nosa, oprócz nieprzerwanego kichania, wywołują jednocześnie silne łzawienie.

Poza tem chory odczuwa silny ból głowy, skarży się na ból w skroniach; dolegliwości te po usunięciu zatrutego z pola, po kilku godzinach mijają. Przy dłuższem przebywaniu w atmosferze tych gazów, w skład których, jak widzimy, wchodzi arszenik i cyjan, może nastąpić ogólne zatrucie organizmu; w takim razie daje się środki wymiotne i środki przeczyszczające. Podrażnienie zaś oczu znieczula się paru kroplami 2<sup>o</sup>/o wodnego roztworu nowocainy albo przemycza się oczy roztworem 2<sup>o</sup>/o boraksu lub sody.

Niekiedy możemy się spotkać z przykremlami i dość bolesnymi objawami, a mianowicie ze skurczem mięśni tętnic, co w skutku może spowodować zwężenie źrenicy. W takich wypadkach, z polecenia lekarza, można wpuścić do oka 1—2 krople wodnego roztworu siarczanu atropiny. Ponieważ chorzy przy silnem podrażnieniu oczu reagują na silne światło dzienne (odczuwają tak zwany światłowstręt), lokale w których są chorzy, należy przyciemniać, zasłaniając okna ciemną firanką, względnie kocami albo okiennicami.

Z całego szeregu lakrymatorów najczęściej stosowane były następujące substancje, koncentracja których na litr powietrza stwarzała warunki nie do zniesienia.

Bromocyjan benzylu 3/10000 g na litr pow.

|                                                                            |          |           |
|----------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|
| 80 <sup>o</sup> /o Bromoaceton i 20 <sup>o</sup> /o chloroaceton . . . . . | 12/10000 | g na litr |
| Iodoetyloaceton . . . . .                                                  | 14/10000 | "         |
| Bromoaceton . . . . .                                                      | 15/10000 | "         |
| Bromek ksylilu . . . . .                                                   | 18/10000 | "         |
| Bromek benzylu . . . . .                                                   | 40/10000 | "         |
| Bromoketon . . . . .                                                       | 10/1000  | "         |
| Chloroaceton . . . . .                                                     | 18/1000  | "         |
| Chloropikryna . . . . .                                                    | 19/1000  | "         |

Na zakończenie o lakrymatorach należy zaznaczyć, że działają one w minimalnych dozach, więc termin tak zwany incubacyjny jest dłuższy, im słabszą jest koncentracja.



Oko nasze jest nader czułym organem, który ulega w pierwszym rzędzie podrażnieniu przy walce gazowej, więc lakrymatory działają nań dość szybko i nieraz tak nieznaczna napozór domieszka w atmosferze, jak np. 3/10000 g cyjanobromku benzylu na litr powietrza, stwarza atmosferę nieznosną i żołnierz jest zmuszony nakładać maskę na czas dłuższy.

Lakrymatory działają na woreczek spojówki i na rogówkę, w której są skoncentrowane kończyny nerwów.

Jak sama nazwa lakrymatorów wskazuje, są one zdolne wywoływać łzawienie, a ponieważ łzy zbierają się w kanałach, połączonych z nosem (jako dowód może służyć fakt, że przy płaczu zwiększa się wydzielina z nosa), przeto śmiało rzec możemy, że każdy lakrymator może wywołać i kichanie, albowiem dolna część jamy nosowej jest unerwiona odgałęzieniem nerwu trójdzielnego.

O ile lakrymatory w słabych koncentracjach wywołują tylko łzawienie, to przy silnych koncentracjach mogą wywołać poważne zatrucia, najlepszym przykładem tego może służyć chloropikryna. Wskutek silnego podrażnienia oka rogówka mętnieje, pokrywa się zmartwiałym nadblonkiem, krwionośne naczynia zaczynają wrastać w rogówkę, tworzy się nieprzezroczysta biała blizna (bielmo). Przy silniejszych podrażnieniach może powstać ropny conjunctivitis, dochodzący do tęczówki i wywołuje się ophtalmitis, który jest prawie że nieuleczalny.

W skład większej części lakrymatorów wchodził brom, to też podczas wojny zapotrzebowanie na brom znacznie wzrosło. Przed wojną sposób fabrykacji bromu był kosztowny i mało wydajny, więc zaczęto poszukiwać nowych źródeł bromu. Wreszcie znaleziono je w solankach podziemnych w północnej Ameryce (Ohio Wirginia, w okolicy Mindlanda, w Micziganie), gdzie podczas wojny wybudowano około 20 studni, z produkcją około 700.000 funt. bromu rocznie. Do odpędzania bromu z ługu zastosowano wieże Kubierskiego z lawy lub z granitu.

Z powodu braku bromu, Niemcy zastąpili go bromoacetometyloetyloketonem, Francuzi natomiast stosowali bromometyloetyloketon pod nazwą „Homomartonite”.

Podczas wojny używano nieraz mieszaninę lakrymatorów, którymi napełniano pociski, czy też granaty ręczne. Tak np. Niemcy używali mieszaninę z bromku benzylu i bromku ksylilu pod nazwą „T-stoff”, a mieszaninę bromoacetonu 12%, bromku ksylilu 88% nazwano „zielonym T-stoff”.

Mieszaniny „T-stoff” mogą być wykryte przez powonienie przy



koncentracji 1 : 100 milionów części powietrza, a koncentracja 1 : 100.000 wywołuje nader silne łzawienie i chociaż wspomniane mieszaniny nie są trujące, jednak francuskie wojska silnie ucierpiały od nich w Argonach latem 1915 r.

Z obliczeń Frejsa wypada, że 1 pocisk z lakrymatorem zmusza nałożyć maski taką ilość żołnierzy, na jaką potrzeba byłoby zużyć od 500 — 1000 pocisków z fosgenem.

Z przytoczonego przykładu możemy sądzić, że w przyszłych wojnach lakrymatory będą miały szerokie zastosowanie.

### GAZY TRUJĄCE.

K w a s p r u s k i  $\text{HCN}$  jest najstraszniejszą trucizną dla każdej żywej istoty. Objawy zatrucia w organizmie żywym występują z szybkością jednego obiegu krwi, t. j. mniej więcej w 12—15 sekund. Kwas pruski łączy się z hemoglobina krwi, krew żylna nabiera koloru krwi arterji, śmierć następuje od sparaliżowania ośrodka oddechowego. Charakterystyczną cechą gazów trujących czadu i kwasu pruskiego jest skryte, i pozornie łagodne, ich działanie. Najczęściej gazy te są spostrzegane przez człowieka dopiero w chwili, gdy skutki ich są już nieuleczalne. Należy wziąć pod uwagę, że gazy te, porażając ośrodki mózgowe, zapomocą których orientujemy się i które regulują nasze wszystkie odruchy (więc w chwili najniebezpieczniejszej), powodują że człowiek staje się bezradny i nie jest w stanie zastosować żadnych środków samopomocy.

Przy wdychu słabej nawet koncentracji kwasu pruskiego, zatruty odczuwa silne bóle w skroniach, głowa opada, oczy ma zamglone, dostaje zawrotu głowy, traci równowagę i pada na ziemię. Przy śmiertelnym zatruciu objawy te występują w znacznie silniejszym stopniu; kończyny sztywnieją, oddech narazie zupełnie się wstrzymuje, poczem na chwilkę powraca, następuje ponowny i ostatni śmiertelny skurcz. Kwas pruski zaliczamy do trucizn działających na ośrodki nerwowe.

T l e n e k węgla  $\text{CO}$  — Gaz nie posiadający, ani zapachu, ani smaku, ma własności bardzo trujące, a w zależności od pochłoniętej ilości gazu, odczuwamy różne objawy zatrucia. Przy słabych zatruciach pojawia się szum w uszach, zawrót i ból głowy; często też występują wymioty, po których chory czuje się lepiej, zatruty robi wrażenie pijanego. Przy zatruciach ostrych także objawy, tylko wyrażone w silniejszym stopniu, czasem bywają halucynacje, kończyny odmawiają posłuszeństwa. Gdy zatruty pozostaje czas dłuższy w atmo-



sferze zatrutej, a koncentracja CO nie jest zabójczą, agonja następuje powolnie. Najczęściej u zatrutych tlenkiem węgla, twarz jest rozognioną, spostrzega się też osłabienie umysłu, niezdolność i niechęć do poruszania się. Dość często daje się zauważyć zaburzenie organu trawiącego, któremu towarzyszą bóle w okolicy żołądka. Przy silnych koncentracjach śmierć następuje momentalnie (np. pęknięcie pocisku w schronie zamkniętym). Często też zatrucia CO powstają w zamkniętych schronach karabinów maszynowych.

Chcąc okazać pomoc zatrutym kwasem pruskim i tlenkiem węgla, należy jak najprędzej usunąć ich z zatrutego otoczenia. Zaleca się zastosować sztuczny oddech, wskazanem jest wdychanie tlenu i to tlenu nawet czystego, albowiem jak HCN, tak CO łączą się z hemoglobina krwi, więc krew, że się tak wyrazimy, należy utlenić. Jako środki pomocnicze, stosują się nacierania, ogrzewania, synapizmy. Omdlenia nieraz są tak głębokie, że na pozór skonstatować można śmierć, lecz znane są wypadki, że po zastosowaniu sztucznego oddechu i wdychania tlenu po  $\frac{1}{2}$  godzinie chory powraca do przytomności. O ile czad w stężeniu 1% zabija człowieka po 5 minutach, to kwas pruski w tymże stężeniu zabija człowieka po  $1\frac{1}{2}$  minucie.

### GAZY ŻRĄCO-PARZĄCE.

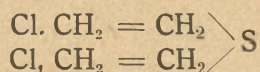
Do ostatniej grupy należą gazy żrąco-parzące.

Z chwilą, gdy obrona przeciwgazowa dróg oddechowych została udoskonaloną przez obronę lekką i ciężką, zły genjusz wojny rozpoczął swe poszukiwania nad takimi środkami broni chemicznej, któreby działały na nieochronioną powierzchnię ciała ludzkiego.

Charakterystycznymi cechami tych gazów są: 1) opóźnione działanie, które rozpoczyna się dopiero po pewnym czasie, nieraz po 2—3 dniach, 2) zdolność ich przenikania przez skórę, 3) zdolność przenoszenia ich z jednego miejsca na drugie, 4) zdolność b. łatwego wsiąkania w ubranie. Zazwyczaj są to ciała oleiste i małowolne. Człowiek oparzony tym płynem żrącym, zanim spostrzeże, że jest zatruty, może go przenieść na otoczenie swych bliskich, z którymi się styka, lub którzy wypadkowo mogą usiąść na to miejsce, gdzie siedział porażony. Zapach tych ciał jest dość słaby, niedrażniący, wywołuje znieczulenie powonienia, czem się maskuje jego obecność.

Do grupy tej zaliczamy iperyt czyli dwuchlorodwuetylenosulfinę:





Chlorek nitrobenzylu:  $\text{C}_6\text{H}_4 \text{ NO}_2 \text{ CH}_2 \text{ Cl}$ . (cedenit)

Dwuchloroetyloarsenjak: —  $\text{C}_2\text{H}_5 \text{ As Cl}_2$

Dwubromoetyloarsenjak:  $\text{C}_2\text{H}_5$  —  $\text{As Br}_2$  i

Lewizyt (luizyt) monochlorovinyłodichloroarsina:  $\text{CHCl}=\text{CH As. Cl}_2$

dwuchlorovinyłodichloroarsina:  $(\text{CHCl} = \text{CH})_2\text{AsCl}$

trójchlorovinyłodichloroarsina:  $(\text{CHCl} - \text{CH})_3\text{As}$ .

Poprzednio już wspominaliśmy o iperycie, czyli dwuchlorodwuetylenosulfonie. Geneza tej nazwy jest następująca: francuska nazwa „ipe-ryt” powstała skutkiem tego, że pierwszy atak tym płynem żrącym wykonany był przez Niemców pod Ypr. Niemcy zaś nazywali ten płyn „żółtym krzyżem”, ponieważ tak były znakowane pociski; amerykań- nie natomiast nazywali go „gazem musztardowym” lub „gorczycz- nym”, ponieważ przypomina on swym zapachem szynkę z gorczycą.

Iperyt oraz inne gazy bojowe, należące do tej grupy, posiadają swoiste własności chemiczne i fizyczne.

Iperyt poraz pierwszy był odkryty przypadkowo w latach 40 ubie- głego stulecia, powtórnie otrzymano go i zbadano w latach 60, zaś w latach 90 słynny fizyk i chemik niemiecki Wiktor Meyer otrzymał go w stanie czystym i zainteresował się bliżej jego własnościami.

Odkrycia te były przypadkowe, lecz poważnie zainteresował się tem Meyer na skutek wypadku, jaki zaszedł w jego laboratorium w r. 1896, gdy asystent jego, Sakura, śmiertelnie się oparzył tym płynem. Wiktor Meyer ogłosił publicznie wynik swych prac nad ipe- rytem, gdzie zaznaczył, że iperyt działa na organizm zupełnie po- dobnie jak bakterje, wywołuje zapalenia o takich samych cechach, jest zaraźliwym, mimo to zasadniczo różni się od organogenów.

Charakterystyczną cechą tych ciał jest — że dosiagają one orga- nizmu ludzkiego, nie tylko drogami oddechowymi, lecz również przez całą powierzchnię ciała.

Gazy tej grupy odznaczają się łatwością przesiąkania przez odzież, buty, gumę, a przy- legając do ciała, przenikają do wnętrza or- ganizmu przez włoskowate pory skóry i wę- drują wraz z krwią.

Jak wiadomo z chemii fizycznej, ciecze w stosunku do ciał stałych zachowują się dwojako, w zależności od powierzchniowego napięcia. Są ciecze, które starają się zmniejszyć powierzchnię zetknięcia się z ciałem, wtedy taka ciecz jest usuwalna, jeśli zaś posiada ona znacz-



ne zdolności napięcia powierzchniowego, wówczas powierzchnia zetknięcia się znacznie się zwiększa; ciecz się rozlewa i, zwilżając ciało, utworzy na jego powierzchni rodzaj błony, bardzo cienkiej i silnie przylegającej. Jak doświadczenie uczy, grubość tej błony porównać można z grubością warstwy utworzonej przez jedną molekułę. Usunięcie takiej błony jest rzeczą niezmiernie trudną. Wobec powyższego każda kropelka iperytu, gdy pada na ciało ludzkie, stara się zająć jaknajwiększą powierzchnię. Nie znaczy to jednak, aby kropelka iperytu dążyła do rozlania się na całą powierzchnię danego ciała, przeciwnie może nawet lokalizować się, zajmując pewną ograniczoną powierzchnię, gdyż powierzchnia zetknięcia się ze skórą zwiększa się przez wnikanie w pory, oraz w przestrzeń międzykomórkową.

Wiemy, że skóra ludzka pokryta jest różnemi produktami wydzielającemi się przez pory. Jedne z tych wydzielin są rozpuszczalne w wodzie, inne zaś — w tłuszczach.

Studując własności iperytu i innych gazów tej grupy, stwierdzamy, że czepiają się one głównie tłuszczów, stale znajdujących się na powierzchni skóry. Ciało byłoby odporniejsze na działanie gazów parzących, jeśliby można było skórę pokryć grubą warstwą tłuszczu, gdyż tłuszcz absorbowałby całkowicie iperyt. Jako dowody powyższego możemy przytoczyć przykład z ubiegłej wojny, mianowicie: w szeregach armji francuskiej wojsko, pochodzące z różnych kolonij t. zw. kolorowe, okazało się odporniejsze na działanie iperytu, gdyż ciało ich pokryte jest grubą warstwą tłuszczu i brudu. Statystyka wykazała, że gdy odporność na działanie iperytu wynosiła wśród europejczyków zaledwie 1%, to wśród wojsk kolorowych — 25%.

Jak zaznaczyliśmy wyżej, gazy parzące, przenikając przez skórę, dostają się do krwi i wraz z nią krążą; przy tej cyrkulacji spotykają pewne organy, które posiadają zdolność rezerwowania nagromadzonego gazu i powodują charakterystyczne zmiany anatomiczne. Na przykład: luizyt, który dostał się przez ciało, pomimo parzącego działania zewnętrznego, działa jeszcze specjalnie na płuca; iperyt atakuje różne organy jak płuca, krtań i t. p.

O ile żywy organizm w pewnym stopniu walczy z iperytem, o tyle trudniejsza jest walka z iperytem, gdy takowym zostanie zroszone umundurowanie, broń, amunicja lub teren.

Znane są wypadki, że kobiety, które przechodziły przez pola pod miastem Ypr po dwóch miesiącach po ostrzeliwaniu miasta przez Niemców, po przyjsciu do domu poparzyły iperytem swe dzieci, karmiąc je piersią.

Z grupy gazów żrących oprócz iperytu zasługuje na uwagę luizyt,



wynalazek amerykański. Niektórzy historycy wojny twierdzą, że produkcja luizytu w Ameryce przyspieszyła zawarcie pokoju, gdyż Niemcy nie chcieli wypróbować go na własnej skórze i woleli kapitulować.

Luizyt nie był stosowany w polu, lecz wyniki laboratoryjne i fizjologiczne wskazały, że poparzenia tym gazem kończą się zazwyczaj śmiertelnie. Pies od kilku zaledwie kropli luizytu ginie po paru godzinach. 1/5 kropli luizytu, puszczone na ogon szczura, spowodowała śmierć w bardzo krótkim czasie. O ile doświadczenia z iperytem dały wyniki 5% śmiertelnych wypadków, to luizyt w tych samych warunkach winien dać 95%.

Trzecią substancją z tej grupy jest: Chlorek nitrobenzylu (cedenit)  $C_6H_4NO_2CH_2Cl$ , wywołujący niezmiernie bolesne oparzenia. Bliższych szczegółów co do skutków oparzenia cedenitem — nie posiadamy.

Godne uwagi jest również zjawisko, że ciała parzące osiadają na ludziach nietylko przy bezpośrednim zetknięciu się z przedmiotami, które były zroszone temi płynami, lecz również i drogą skraplania się oparów tych gazów, unoszących się w powietrzu i roznoszonych przez wiatr nawet na znaczną odległość.

W walce gazowej materiały żrące używają się nietylko jako broń chemiczna, działająca na wyznaczone grupy jednostek lub na całe oddziały, ale także w celach strategiczno-taktycznych, a mianowicie celem zatrucia terenów na czas dłuższy, dla zabezpieczenia danego odcinka od przejścia nieprzyjaciela.

Co do symptomów zatrucia to dość trudno jest określić chwilę wystąpienia objawów, gdyż w niektórych wypadkach następowały takowe po 2 — 3 godzinach, a nieraz i po paru dniach. Należy przypuszczać, że przyspieszenie objawów zatrucia jest w ściślejszej zależności od dozy, którą dany osobnik został poparzony. Objawy zatrucia są bardzo różne i zależne od miejsca zatrucia. Nieraz następują gwałtowne wymioty, mdłości, silny i tępy ból głowy, kłucie i ból w oczach, na skórze rumienie lub pęcherze, dochodzące do olbrzymiej wielkości. Zaobserwować można również bóle żołądka, częste pozywy, nieraz z krwią, pozatem podwyższoną ciepłotę, przyspieszone tętno. Są to objawy wskazujące na ogólny stan zatrucia.

**Przy porażeniu iperytem skóry** występują najpierw czerwone plamy, jakgdyby po synapizmie, formują się następnie pęcherze ropne, które po pewnym czasie pękają. Ropa ta na świeżej części ciała wywołuje



nowe poparzenia. Nie zaleca się czekać na pęknięcie pęcherza, lecz przed czasem należy go przeciąć, zachowując wszelkie ostrożności. Podczas wojny były zaobserwowane wypadki, że niejednokrotnie pęcherz iperytowy pokrywał całą powierzchnię pleców. Ponieważ pierwsze objawy porażenia iperytem wywołują silne swędzenie miejsc poparzonych, to też bezwiednie żołnierz zaczyna pocierać swędzącą część ciała i w ten sposób wciera iperyt w głąb ciała. Jeśli po przecięciu lub pęknięciu pęcherzy zastosuje się aseptykę—ropienie może nie nastąpić, i w takim razie miejsca porażone leczą się jak zwykłe oparzenia, w przeciwnym zaś razie następuje ropienie — trudniejsze do leczenia, a nawet po zaleczeniu pozostają głębokie blizny.

Szybkość przebiegu kuracji jest zależną od obrażenia, które dałoby się podzielić tak, jak przy zwykłym oparzeniu, a więc na kilka kategorii.

Z tych kilku słów o porażeniach skóry, możemy już sobie wyobrazić, jakie okropne skutki może wywołać iperyt, jeśli trafi bezpośrednio do dróg oddechowych lub do narządów trawienia. Wrażliwość dróg oddechowych na iperyt jest znaczna, dość np. przenieść do schronu przeciwgazowego na podszwach nieznaczną część ziemi zakażonej iperytem, by móc zatruć wszystkich, znajdujących się w schronie. Najpierw porażają się struny głosowe, dalej następuje w całym gardle zaognienie, człowiek traci nieraz głos nawet na kilka tygodni, niejednokrotnie nadwyreżoną jest tchawica. Chory cierpi na napady duszniczy, kaszlu, plwocina jest ropna, gęsta z domieszką krwi i strzępów błony śluzowej.

Nieraz te strzępy błony śluzowej mogą zatykać tchawicę i wywołują śmierć. Objawy podostrej bronchito-pneumonji — są dość częste, naogół można przyjąć, że głębokie obrażenia płuc są śmiertelne. Niemniej poważne objawy są przy zatruciu organów trawienia. Zatrucia te mogą powstać przy ogólnem zatruciu organizmu lub przez spożycie zatrutego pokarmu. W tym wypadku dość poważnie narażone są nerki; zjawia się wówczas białkomocz, trwający czas dłuższy. Przy zatruciu iperytem stan nerwowy również jest zawsze poważnie dotknięty: chory czuje silne ogólne osłabienie, ciepłota waha się około 40°, a charakterystycznym zjawiskiem jest **chudnięcie, nawet przy lekkim zatruciu.**

**Doraźną pierwszą pomocą nawet przy podejrzanym wypadkach zatrucia i oparzenia iperytem, jest natychmiastowa dezynfekcja człowieka przez kąpiel.** Należy również poddać dezynfekcji jego ubranie i sprzęt. Co do kąpeli, to lepiej wykąpać 100 niezainfektowanych, jak przepuścić jednego zatrutego iperytem,



bez kąpeli. Jeśli są wyraźne poparzenia iperytem, zaleca się miejsca te zasypać suchym sproszkowanym wapnem chlorowanym. Wapno chlorowane w stanie suchym nie podrażnia ciała, niszczy natomiast iperyt. Przy kąpeli zaleca się stosowanie t. zw. naftowego mydła. Jest to zwykłe szare mydło z domieszką nafty. Do przemywania oczu stosuje się 2% roztwór dwuwęglanu sodu, takim samym roztworem zaleca się przemywać nos, usta gardło. Przy silnych podrażnieniach oczu wpuszcza się po parę kropli wodnego roztworu kokainy, kompresy na oczy nie są wskazane. Zaleca się również przyciemnienie okna lub zastosowanie luźnej przepaski na czoło chorego, by światło dzienne nie drażniło oczu. Co do oparzeń skórnych, to zabrania się używać zasadniczo wszelkich maści, szczególnie wazeliny.

Pęcherze zaleca się przecinać niezupełnie, lecz nadcinać je na begunach, by dać możność płynowi surowicznemu spływać, miejsca zaś pęcherza zaleca się posmarować 1—2% roztworem nadmanganianu potasu lub nałożyć suchy jałowy kompres z waty i gazy.

Nieźle skutki przy leczeniu rumieni czyli oparzelin iperytowych można otrzymać, nakładając kompresy z płynu Dakina, zmieniając je co 2—3 godziny; w niektórych wypadkach wobec braku płynu Dakina można zastosować wodę gulardową. Niekiedy może być wskazanem usunięcie obumarłego naskórka po pęcherzu iperytowym, który bądź co bądź jest przesycony iperytem. W takich razach przy odkryciu rany mamy dość obfite wydzielanie się płynu surowicznego i zachodzi obawa infekcji. Należy wobec tego dążyć do utworzenia się suchego strupa; w tym celu są wskazane zasypki czyli t. zw. pudry talku z domieszką azotanu bismutu, xeroformu, dermatolu. Również nieźle rezultaty daje 2—3% puder pellidolowy. Zabiegi takie chronią od formowania się głębokich bolesnych i uporczywych przy leczeniu wrzodów. O ile nie da się zapobiec uformowaniu się wrzodu i takowy się utworzy, wyłania się wówczas kwestja stosowania maści, zalecane są maście: 2—3% maść pellidolowa z cynkiem, cynkowa z ichtyolem. Jako podkład do maści lepiej jest brać lanolinę bezwodną.

Trudnijszem jest leczenie porażonych narządów trawienia i dróg oddechowych, gdyż i tam formują się pęcherze, a następnie owrzodzenia, które dość trudno dają się leczyć. Najczęściej stosują się środki znieczulające, środki łagodnie dezynfekujące, jak naprz. metylen blau. Wdychanie tlenu (a tembardziej czystego) nie jest wskazane, gdyż może tylko podrażniać głębokie obrażenia wyższych dróg oddechowych.

Do niszczenia iperytu stosują się również 1%—2% wodne roztwory Chloraminy, Chloractyny i Anogenu.



W dalszym ciągu należy wymienić gazy, które wywołują wymioty. Do tej grupy należą:

Chlorek izocyjanofenyłowy  $C_6H_5 - NCCl_2$ ,

Akroleina —  $CH_2 = CHCHO$  w większych dozach i inne.

Gazy zaś paraliżujące, są to przeważnie związki arsenowe, a literatura o nich jest bardzo skąpa.

Przytoczony cały szereg gazów bojowych nie wyczerpuje jeszcze — arsenału broni chemicznej. Ponieważ prace w tym kierunku nadal trwają, przeto może zupełnie przypadkowy wynalazek dać taki środek bojowy, wobec którego dzisiejsza obrona przeciwgazowa nie będzie skuteczną.

Żadna armja nie może być pewną, czy przeciwnik jej nie wykrył, a może nawet już i posiada nowy środek broni chemicznej.

## KILKA SŁÓW I WSKAZÓWEK Z DZIEDZINY METEOROLOGJI.

Ponieważ zjawiska atmosferyczne mają doniosłe znaczenie przy stosowaniu gazów bojowych w czasie wojny, a nieraz nawet uniemożliwiają użycie takowych — przeto w uzupełnieniu do omówionych poprzednio rozdziałów, podamy kilka praktycznych wskazówek z dziedziny meteorologii.

Meteorologia jest nauką, zajmującą się badaniem zmian i zjawisk zachodzących w atmosferze; dzieli się zaś na klimatologję i meteorologję synoptyczną. Pierwsza z nich zajmuje się badaniem przyczyn i zmian klimatu, druga zaś prognozą, czyli przepowiednią pogody na podstawie badań i spostrzeżeń map synoptycznych.

Meteorologia jest nauką, opierającą się wyłącznie na obserwacji, a pozbawioną możności przeprowadzania doświadczeń; słowem, jest uzależniona od zjawisk i przyczyn siły wyższej. Obserwacje i spostrzeżenia meteorologiczne wykonuje się przy pomocy wielu specjalnie w tym celu skonstruowanych przyrządów oraz ściśle określonego czasu badań. Również do obserwacji klimatologicznej możemy zaliczyć t. zw. spostrzeżenia fenologiczne, t. j. obserwacje zjawisk bez żadnych przyrządów, polegające tylko na umiejętnem notowaniu zmian, zachodzących u roślin i zwierząt.

Do takich spostrzeżeń możemy zaliczyć np.: przylot i odlot ptaków, kwitnienie i ulistwianie się drzew, krzewów i t. p. co powodowane jest tem, że zwierzęta i rośliny posiadają własności odczuwania zmian atmosferycznych, jak to: usłonecznienia, zachmurzenia, opadów i t. p.



Nieraz trafne przepowiednie pogody starszych ludzi, a przeważnie mieszkańców wsi, zadziwiają nas, są one wszakże oparte tylko na spostrzeżeniach fenologicznych.

Zasadniczo zjawiska zmian pogody są w ścisłej zależności od ciepła, dostarczanego nam przez słońce, t. j. od usłonecznienia, czyli t. zw. insolacji.

A zatem ilość ciepła dostarczana ziemi jest podstawą wszelkich zmian meteorologicznych: od tego są zależne, temperatura oraz obecność wiatrów i opady.

Powietrze atmosferyczne jest mieszaniną fizyczną gazów nie reagujących wzajemnie, o składzie następującym: azot, tlen, argon, bezwodnik kwasu węglowego, wodór, neon, krypton — poza tem para wodna.

W przyziemnych warstwach spotykamy różne domieszki w postaci: kurzu, sadzy, siarkowodoru, amoniaku, płynów mineralnych i t. p.

W miarę wznoszenia się w wyższe warstwy, skład powietrza zmienia się, przede wszystkim zwiększa się procentowa zawartość gazów lżejszych: wodoru, helu, oraz maleje procent różnych postronnych domieszek.

Wskazaniem jest zaznaczyć, że pyły, unoszące się w atmosferze, odgrywają niepoślednią rolę, przede wszystkim rozpraszają wzgl. pochłaniają promienie słoneczne, wypromieniowują i przyczyniają się do wzmożenia ruchu powietrza, następnie służą dość często jako jądra kondensacyjne opadów.

Ciśnienie powietrza stopniowo maleje przy wznoszeniu się ku górze, np.: o ile na poziomie morza mamy ciśnienie 760 mm. to o 100 m wyżej ciśnienie wyniesie 750,5 mm, na wysokości 500 m mamy już tylko 714 mm, na wysokości 1000 m — 670 mm, na wysokości 5000 m 406,5 mm, na 10000 m — 217,4 mm i t. d.

Dla celów praktycznych i obliczeń całą atmosferę dzieli się na dwie warstwy: dolną t. zw. troposferę, obliczaną na 12 klm i górną — stratosferę, sięgającą do 70 klm.

O ile w troposferze obserwujemy spadek temperatury co każde 100 m o jakieś  $0,5^{\circ}$  —  $0,7^{\circ}$ , to w stratosferze spadek ten jest powolniejszy.

Na granicy (teoretycznej) troposfery i stratosfery t. j. w odległości od ziemi o jakie 12 klm obserwuje się temperaturę —  $60^{\circ}$  C.

Wszelkie zjawiska atmosferyczne, jak to: skraplanie się pary, powstawanie chmur, deszcze, mgły, śnieg, wyładowania elektryczne, prądy



powietrzne wstępujące i zstępujące (t. zw. prądy konwencyjne) — odbywają się tylko w troposferze.

Wiemy, że z ogólnego promieniowania słońca tylko nieznaczna ilość promieni dociera do naszej ziemi, większa część natomiast — ginie w przestrzeni międzyplanetarnej.

Usłonecznienie, czyli t. zw. insolację, określamy mierząc temperaturę termometrami rtęciowymi, alkoholowymi lub też toluolowymi.

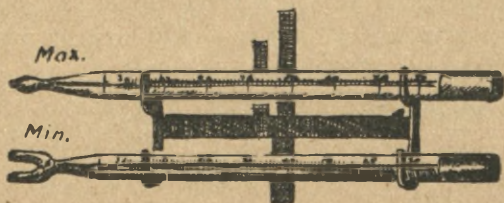
Ciepło, posyłane przez słońce, pochłania się przez wierzchnią warstwę ziemi wzgl. wody, wobec czego dolne warstwy powietrza są uzależnione od usłonecznienia tych warstw, które przy wypromienianiu zasilane są jego ciepłem, wskutek czego powstają t. zw. prądy konwencyjne wstępujące i zstępujące, wywołujące wiatry.

Do mierzenia temperatury powietrza używamy termometrów maksymalnych, które wskazują najwyższą temperaturę w ciągu doby i termometrów minimum (alkoholowych wzgl. toluolowych), wskazujących najniższą temperaturę.

Termometr maksymalny jest nieco odmiennej budowy od zwykłych termometrów rtęciowych, a mianowicie: posiada on przylutowany pręcik szklany do dolnej części zbiornika i to tak, że górna część pręcika wchodzi do rurki włoskowatej termometru, co powoduje, że przy obniżeniu się temperatury powietrza, słupek rtęci w tym miejscu przerywa się i pozostaje w miejscu.

Termometr minimum zamiast rtęci zawiera alkohol wzgl. toluol zabarwiony. Zbiorniczek termometru jest rozdwojony w kształcie widełek. Do słupka alkoholowego jest wprowadzony cienki pręcik szklany (pływak), który nie przylega do ścianek termometru.

Rys. 23.



Umieszczenie termometrów maximum i minimum w klatce.

Pręcik ten nie posuwa się naprzód przy wzroście temperatury i rozszerzaniu się płynu, natomiast przy obniżaniu się temperatury i kurczeniu się płynu, cofa się, a płyn pociąga go bliżej do zbiornika.

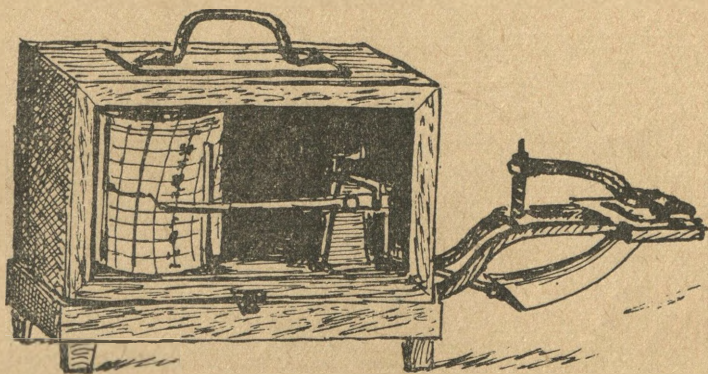
Termometry maksymalne i minimalne umieszcza się w pozycji poziomej na specjalnych podstawkach w klatkach meteorologicznych



o ściankach żaluzjowych, dachu podwójnym, pochylonym w kierunku od południa, przyczem drzwiczki muszą być zwrócone ku północy. Klatkę meteorologiczną ustawia się na wysokości 2 metr. od ziemi w pewnej odległości od murów i zabudowań.

Poza wymienionemi termometrami są jeszcze w użyciu t. zw. termometry samopiszzące czyli t. zw. termografy. Różnicę dzienną wahań temperatury nazywamy amplitudą (czyli obszernością wahanía), na amplitudę wpływa szereg różnych czynników, a mianowicie: pora roku, szerokość geograficzna, zachmurzenie, usłonecznienie, położenie w stosunku do wód, t. j. morza, jezior, rzek i stawów.

Rys. 24.



Termograf.

Ciśnienie powietrza mierzymy zapomocą barometrów rtęciowych; ciśnienie powietrza t. zw. normalne odpowiada ciśnieniu 1 atmosfery, które równoważy słup rtęci o wysokości 760 mm w temperaturze  $0^{\circ}$ , w szer. geograficznej  $45^{\circ}$  na poziomie morza, co stanowi ciśnienie 1033,23 g na  $1\text{ cm}^2$ .

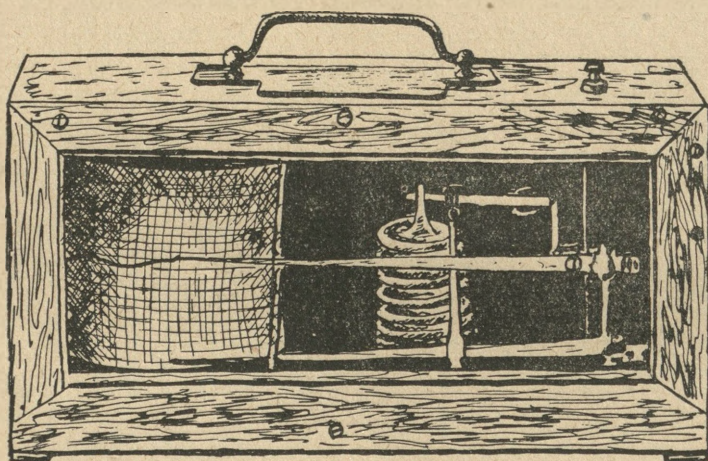
Podamy najprostszy sposób urządzenia barometru. Bierzemy rurkę szklaną dług. około 1 m (rurka musi być zatopiona z jednego końca), następnie napełniamy ją rtęcią. Obok posiadamy naczynko w postaci pół szklanki, które również do połowy jest wypełnione rtęcią. Rurkę zawierającą rtęć zakrywamy mocno palcem, odwracamy do góry zatopionym końcem, opuszczamy drugi koniec rurki do naczynia z rtęcią i dopiero po zanurzeniu odejmujemy palec i obserwujemy, co się stało. Zauważymy, że rtęć w przewróconej rurce częściowo wybieknie do naczynia, a zatem w górnej części rurki uformuje się pewna próżnia t. zw. próżnia Toricellego, pozostały zaś słup rtęci w rurce utrzyma się na pewnym poziomie i więcej nie opadnie. Powstaje



to na skutek tego, że ciśnienie atmosferyczne na powierzchni naczynka z rtęcią zrównoważyło się z ciśnieniem słupa rtęci w rurce. Taki przyrząd wykonany precyzyjnie z rurką podzieloną na działki nosi nazwę barometru.

Na poziom słupa rtęci w rurce wpływa nie tylko ciśnienie, ale również i temperatura otaczającego go powietrza, wobec tego przy odczytywaniu barometru wprowadza się t. zw. redukcję, czyli poprawkę barometryczną na temperaturę wg. istniejących tablic; istnieją również poprawki na precyzyjność przyrządu, t. zw. poprawki instrumentalne.

Rys. 25.



Barograf.

Poza barometrem rtęciowym są używane również t. zw. barografy samopiszące wzgl. aneroidy, oparte na sprężystości metalowych okrągłych pudełek z wypompowaniem wewnątrz powietrzem, t. zw. pudełka Widi'ego, które przy zmianie ciśnienia atmosferycznego wykonują pewne ruchy, przyczem dźwignia z piórem umocowana do osi pudełka, czyni odpowiednie wykresy na specjalnych blankietach barograficznych, które są nakładane na ruchomy wałek z mechanizmem zegarowym.

Obecność pary wodnej w powietrzu ma bardzo doniosłe znaczenie i wpływ na gazy bojowe, ponadto pochłaniania ona pewną część promieni słonecznych, a przez skraplanie się powoduje opady; od ilości pary w powietrzu zależy stopień wilgotności.

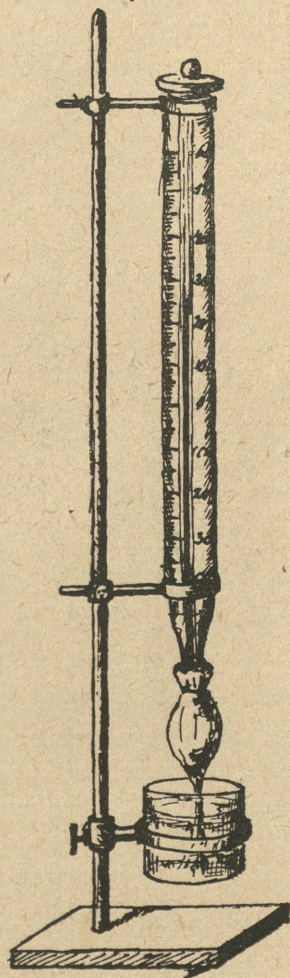
Należy zaznaczyć, że od procentowej zawartości wilgoci w powie-



trzu zależną jest temperatura; para wodna ma swoją określoną granicę i gdy przekroczy granicę nasycenia — wywołuje opady.

. Wilgotność powietrza mierzy się kilkoma metodami: wagową, punktem rosy i metodą psychometryczną.

Rys. 26.



Termometr zwilgocony.

Metoda wagowa polega na tem, że nad substancją higroskopijną (jak chlorek wapnia, kwas siarkowy i t. p.) przepuszczamy ściśle określoną ilość powietrza, poczem ważymy materiał chłonny, a różnicę czyli przyrost wagowy obliczamy procentowo w stosunku do przepuszczonego powietrza.

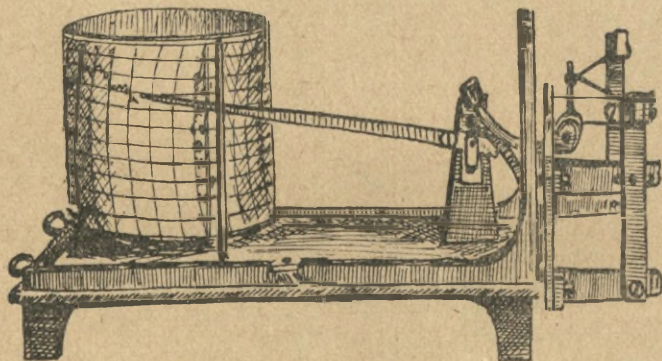


Punktem rosy pary wodnej nazywamy tę temperaturę, w której ilość pary, zawartej w powietrzu, jest wystarczającą do nasycenia go.

Metoda ta jest kłopotliwą z tego względu, że wymaga wprawy i zachowania całego szeregu ostrożności. Polega ona na tem, że o ile weźmiemy szybko ulatniający się płyn, np. eter etylowy i doprowadzimy go do szybkiego parowania — wówczas sam eter, jak również naczynie, w którym się go przechowuje, oziębi się i wywoła oziębienie powietrza otaczającego naczynko z eterem. Gdy temperatura powietrza otaczającego naczynko opadnie do t. zw. punktu rosy — to na zewnętrznej części naczynia para wodna, obecna w powietrzu, zacznie się skraplać, wskazując nam moment, który należy uchwycić.

Metodą psychometryczną określamy ilość pary wodnej w powie-

Rys. 27.



Hygrograf.

trzu zapomocą aparatu zwanego psychometrem Augusta, który składa się z już poprzednio omówionych meteorologicznych termometrów rtęciowych, przyczem zbiornik rtęciowy jednego z termometrów owija się ciekłą tkaniną (najlepiej wypranym kawałeczkiem gazy) i taki termometr nazywamy termometrem „wilgotnym”.

Oba termometry zapomocą statywu, takiego jaki używa się do biuretek, umieszcza się pionowo jeden obok drugiego, przyczem pod termometrem owiniętym gazą podstawi się naczynko z wodą destylowaną, wzgl. deszczową i to w taki sposób, by koniec gazy był stale zanurzony w wodzie.

W ten sposób kulka termometru zawsze będzie zwilżoną, a na jej powierzchni woda wciąż będzie parować; rozumie się, że parowanie to będzie uzależnione od stopnia nasycenia powietrza parą wodną. Podczas parowania zbiornik wilgotnego termometru będzie się ozię-



biał i wskutek tego poziom słupka rtęci będzie się obniżał. Przy porównaniu temperatury obu sąsiednich termometrów oblicza się różnicę, a zapomocą specjalnych tablic psychometrycznych — określamy wilgotność powietrza.

Poza tem są jeszcze psychometry z aspiratorami Assmana, czyli t. zw. psychometry ze sztuczną wentylacją, gdzie zapomocą wiatraczka wytwarza się szybki i równomierny ruch powietrza przy termometrze wilgotnym.

Bardzo prostemi przyrządami, służącemi do pomiaru wilgotności, są t. zw. hydrometry włosowe, oparte na właściwości kurczenia się włosa, w zależności od zmiany wilgotności powietrza.

Włos taki, umocowany do wskaźnika na ośce przez swą kurczliwość wzgl. wydłużenie porusza wskaźnik i wskazuje na podziałce wilgotność powietrza.

Ciekawem zjawiskiem jest, że do hydrometrów używa się włosa kobiecego blond, gdyż ciemne włosy nie są tak wrażliwe na wilgoć. Krótko mówiąc, skroplenie pary wodnej następuje z chwilą przekroczenia granicy nasycenia powietrza parą wodną. Skropleniu sprzyjają domieszki pyłów w powietrzu, które odgrywają rolę jądra kondensacyjnego, na którym osiadają drobne kropelki, również oziębienie się temperatury sprzyja i przyspiesza formowanie się kropel.

Miedzy mgłą a chmurą niema żadnej różnicy, zachodzi tylko różnica co do wysokości w stosunku do ziemi.

Mgły składają się z kropelek wody, chmury zaś z igiełek złodowaciałych.

Wodne kropelki chmur są bardzo drobne o średnicy około 0,006 mm. do 0,017 i tem się tłumaczy unoszenie się ich w powietrzu.

Ilości wody skroplonej w powietrzu nie są tak wielkie, jakby się zdawało. Z pomiarów, czynionych na wysokości chmur, wypada, że 1 m<sup>3</sup> powietrza zawiera średnio 5 gr. wody, a szybkość opadania kropelek wody jest zależną od średnicy kropek.

Z obliczeń i różnych pomiarów wypada:

dla kropelki o średnicy 0,02 mm szybkość spadu wynosi 0,01 m/sek.

dla kropelki o średnicy 0,1 mm szybkość spadu wynosi 0,3 m/sek.

dla kropelki o średnicy 0,2 mm szybkość spadu wynosi 1,3 m/sek.

wobec tego wypadałoby, że czas spadania na ziemię z wysokości 1500 m. dla

kropelki o średnicy 0,1 mm. wyniósłby 1 godz. 25 m,

kropelki o średnicy 0,2 mm. wyniósłby 4 godz. 10 m,

kropelki o średnicy 1 mm. wyniósłby 5 min. 41 sek.



Uwzględniając zaś prawie stałe prądy wstępujące, kropelki te mogą być uważane jako zawieszone w powietrzu.

Również należy liczyć się z tem, że gdy spadek kropelki z wysokości 1500 m. trwa nieraz od 1 — 4 godz. czasu, w tym samym czasie, mniejsze kropelki mogą wyparować.

Co do klasyfikacji wysokości chmur — wskazaniem byłoby zaznaczyć, że chmury bywają bardzo rozmaitych postaci i form, podróżują na różnych wysokościach troposfery i w różnych kierunkach są unoszone przez wiatry; meteorologia podzieliła je na kilka typów, a mianowicie:

1) Cirrus (znak międzynarodowy Ci) — są to pojedyncze pierzaste chmury, białawe obłoczki, unoszące się na wysokości około 7 — 11 klm., składają się z kryształków zlodowaciałych i robią wrażenie rozsianego puchu.

2) Cirrus-stratos (Ci — S) — są to chmury pierzasto-warstwowe rozgałęzione, tworzą nieraz jakby lekką zasłonę nieba. Unoszą się na wysokości od 7 — 10 klm., składają się ze zlodowaciałych kryształków.

Najczęściej służą jako przepowiednie wichrów, burz wzgl. niepogody.

3) Cirro-cumulus (Ci-Cu) chmury pierzasto-kłębiaste, czyli t. zw. baranki, okrągłe nieraz umieszczone grupami wzgl. szeregami. Zupełnie białe, robią wrażenie jakby spienionych fal morza. Unoszą się na wysokości 6 — 9 klm. i są zwiastunami zmiany pogody na gorszą.

4) Alto-cumulus (A-Cu) są to chmury górne kłębiaste t. zw. duże barany; unoszą się na wysokości 5 — 6 klm. zwiastują zmianę pogody i nieraz są przepowiednią burz i cyklonów.

5) Alto-stratus (A-S) tworzą szarą, więcej lub mniej ciemną powłokę, przez którą gdzie-niegdzie prześwieca słońce lub księżyc, unoszą się na wysokości około 4 klm.

6) Cumulus (Cu) są to chmury sięgające nieraz kolosalnych rozmiarów, u góry jakby wydłużono-zaokrąglone i skłębione, u podstawy zaś swej robią wrażenie powierzchni płaskiej. Szczyty ich, naświetlone ukośnymi promieniami słońca, są oślepiająco białe, podstawa zaś chmury jest ciemna. Unoszą się na wysokości od 1,5 do 2 klm., szczytami zaś sięgają jeszcze o parę kilometrów wzwyż. W naszym klimacie są zwiastunami pięknej pogody.

7) Strato-cumulus (S-Cu) są to chmury warstwowo kłębiaste, grube i ciemne powłoki, jakby zwarte w jedną wielką masę. Unoszą się na wysokości około 2 klm., w porze zimowej dość często pokrywają całe niebo.



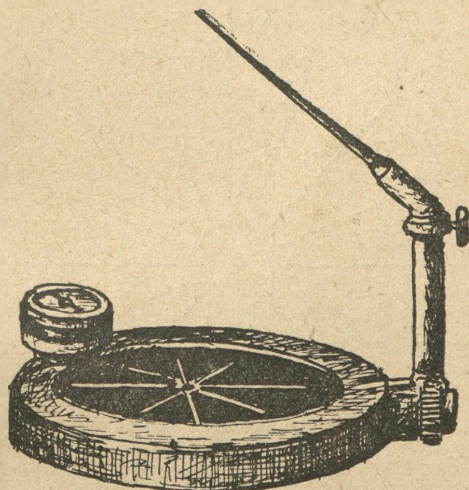
8) Cumulo-nimbus (C-N) chmury kłębiasto deszczowe o nieregularnych kształtach, nierównomiernie zabarwione na kolor szaro-czarny, unoszą się na wysokości od 1 — 5 klm. i są zwiastunami deszczu.

9) Nimbus (N) są to chmury deszczowe, ciemno-szare, grube, unoszą się na wysokości od 1 — 2 klm. — dają deszcze wzgl. śnieg.

10) Stratus (S) warstwowe chmury, a właściwie mgły wzniesione, pokrywają niebo jednostajną szarą powłoką i zaliczają się do chmur najniższych.

Chmury stale są w ruchu, przenoszą się w różnych kierunkach i mają najrozmaitszą szybkość na różnych wysokościach troposfery.

Rys. 28.



Nefoskop Pirchera.

Do obliczeń szybkości ruchu chmur i ich pomiarów istnieje specjalny przyrząd t. zw. nefoskop. Nefoskop jest to okrągłe zaciemnione lustro w oprawie, na którym jest oznaczona t. zw. róża wiatrów (różne kierunki świata). Na obramowaniu lusterka mamy ruchomą iglicę czyli wskaźnik, z drugiej zaś strony jest umocowana busola.

Przy odpowiednim nastawieniu nefoskopu wg. busoli — śledzimy odbity obraz chmur w lusterku i na podstawie róży wiatrów określamy ich kierunek.

**Deszcz.** Jak już zaznaczyliśmy poprzednio, chmury i mgły składają się z bardzo drobnutkich kropelek wody, które łącząc się wzajemnie tworzą nieco większe kropelki, te ostatnie łatwiej przewyciężają opór powietrza i w myśl zasad fizyki i ziemskiego przyciągania,

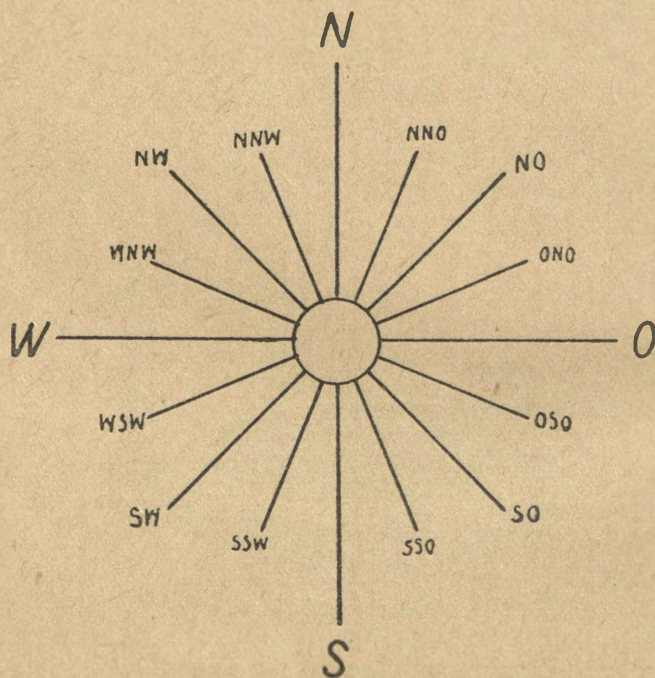


spadają. Przy spadaniu swem kropelki różnie się zmieniają, nieraz drobne łącząc się tworzą większe, lub też drobne kropelki przy ruchu wyparowują i nie dolatują do ziemi. Wobec tego krople deszczu posiadają najrozmaitsze wymiary, od t. zw. opadającej mgły do kroplistego deszczu, podczas silnej ulewy.

Udowodnionem jest, że temperatura spadającego deszczu jest niższą od temperatury powietrza o  $3^{\circ}$ .

**Śnieg.** Przy odpowiednio niskiej temperaturze, podczas kondensa-

Rys. 29.



Róża wiatrów.

cji pary w atmosferze, para wodna przechodzi w stan stały — czyli śnieg. Płatki śniegu są zespołem wielu drobnutkich krzyszałków zlodowaciałej pary wodnej.

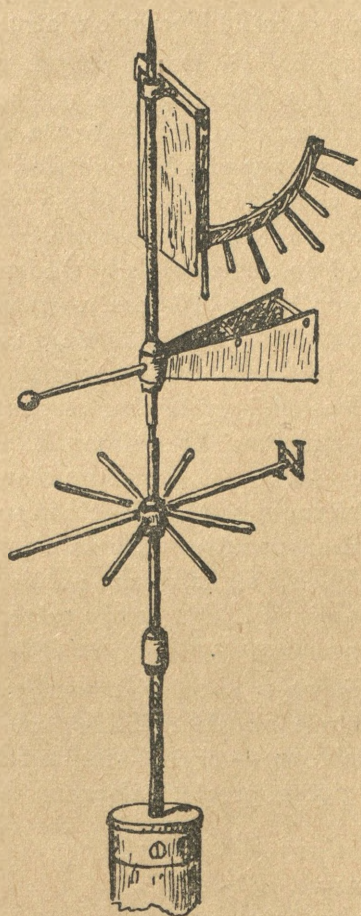
**Grad.** Rozmiary bryłek gradu są najrozmaitsze od najdrobniejszych do wymiarów wielkości cytryny lub pomarańczy, a nieraz i większe. Struktura bryłek gradu jest następująca: jądro gradu ma konsystencję gąbkowatą i więcej miękką, jądro otoczone jest warstwami zlodowaciałej pary wodnej, które przy przekroju bryłki lodu są widoczne. Temperatura gradu jest niższa od  $0^{\circ}$ .



**Krupa.** Krupa jest to nieco odmienna forma zlodowaciałych opadów, a pośrednia pomiędzy gradem a śniegiem, ziarenka krupy są o nieregularnych kształtach i robią wrażenie zbitych śnieżynek.

**Ruch powietrza.** Poziome ruchy powietrza w troposferze nazywa-

Rys. 30.



Wiatromierz Wilda.

my wiatrami. Kierunek wiatru oznaczamy busolą, na której mamy zaznaczone 4 główne strony świata o nomenklaturze międzynarodowej: N — północ, S — południe, E — wschód i W — zachód. Z tych 4-ch głównych stron świata układają się jeszcze 4 pośrednie kierunki. NE—północo-wschód, SE—południowo-wschód, SW — południowo-zachód, NW północo-zachód. Wymienione osiem kierunków na-



zywamy kierunkami zasadniczymi. Następnie przeprowadza się jeszcze ośm kierunków pomocniczych np. NNE — północo-północo-zachód, ENNE — wschodnio-północo-wschód i t. d. Jeśli wykreślimy wszystkie 16 kierunków, otrzymamy t. zw. różę wiatrów. O ile pośrodku tej róży wiatrów umieścimy powiewną chorągiewkę i skierujemy różę wiatru tak, by znak N. był skierowany na północ — możemy z całą dokładnością określić kierunek wiatru.

Siłę wiatru czyli szybkość w strefie przyziemnej mierzymy zapomocą wiatromierzy Wilda. Przyrząd ten umocowuje się na słupku wzgl. na kij, na którym umieszczona jest róża wiatru.

Na nasadce metalowej, ponad różą wiatrów, umieszcza się dwuskrzydłową metalową chorągiewkę, a nad nią przyrząd obliczeniowy Wilda. Dwuskrzydłowa chorągiewka zawsze przyjmuje pozycję kierunku wiatru. Przyrząd do obliczania siły wiatru składa się: z ramki metalowej o wymiarach  $150 \times 300$  mm. w ramce umocowana jest na specjalnych zawiaskach płytka metalowa o ciężarze 200 gr. Z boku, przy dolnej ramce jest umocowany, wygięty w łuk pręt metalowy, zaopatrzony w osiem rozstawionych odpowiednio sztyftów (4 sztyfty większe, 4—mniejsze). Przy odpowiednim ustawieniu róży wiatrów w kierunku części świata, dwuskrzydłowa chorągiewka aparatu nastawia się do kierunku wiatru. Wiatr uderza w płytkę metalową, która, zależnie od siły wiatru, odchyła się pod pewnym kątem. Śledząc za kątem odchylenia się tabliczki, notujemy liczbę sztyftu, do którego odchyła się tabliczka, gdyż każdy sztyfcik odpowiada określonej sile wiatru:

Szybkość wiatru mierzy w m/sek. Jasnem jest, że przy słabszym wietrze tabliczka odchyła się do najbliższej umocowanego sztyfcika przy ramie, przy silniejszym — odchyli się do sztyfcików dalej położonych na łukowo wygiętym pręcie. Załączona tabliczka podaje obliczenia siły wiatrów:

|                   |                   |                        |               |
|-------------------|-------------------|------------------------|---------------|
| pozycja tabliczki | pionowa, sztyft 1 | . . . . .              | 0 mtr/sek.    |
| "                 | "                 | między sztyftem 1 i 2  | . . . . . 1 " |
| "                 | "                 | przy sztyfcie 2        | . . . . . 2 " |
| "                 | "                 | między sztyftem 2 i 3  | . . . . . 3 " |
| "                 | "                 | przy sztyfcie 3        | . . . . . 4 " |
| "                 | "                 | między sztyftem 3 i 4  | . . . . . 5 " |
| "                 | "                 | przy sztyfcie 4        | . . . . . 6 " |
| "                 | "                 | między sztyftami 4 i 5 | . . . . . 7 " |
| "                 | "                 | przy sztyfcie 5        | . . . . . 8 " |
| "                 | "                 | między sztyftami 5 i 6 | . . . . . 9 " |



|                                             |             |
|---------------------------------------------|-------------|
| pozycja tabliczki przy sztyfcie 6 . . . . . | 10 mtr/sek. |
| „ „ między sztyftami 6 i 7 . . . . .        | 12 „        |
| „ „ sztyft 7 . . . . .                      | 14 „        |
| „ „ między 7 i 8 . . . . .                  | 17 „        |
| „ „ sztyft 8 . . . . .                      | 20 „        |

O ile chodzi o precyzyjne obliczenie siły wiatru, to do tego celu służą anemometry i anemografy, przyrządy więcej złożone, o których w niniejszym szkicu nie będziemy wspominać, albowiem zadaniem naszym jest podać tylko ogólne wskazówki, a nie omawiać meteorologii jako nauki.

Poza przyrządami do obliczenia siły wiatrów — możemy się posługiwać t. zw. skalą Beaufort'a, opartą na obserwacji fenologicznej, a mianowicie:

- 0 m/sek. — zupełna cisza,
- 1 „ — wiatr b. słaby, dym podnosi się do góry prawie pionowo,
- 2 „ — wiatr dość słaby, odczuwa się go na twarzy,
- 3 „ — wiatr słaby — porusza liście,
- 4 „ wiatr umiarkowany — porusza małe gałęzie na drzewach i unosi ubranie,
- 5 „ — wiatr średni, porusza gałęzie, odczuwa się go silniej na twarzy,
- 6 „ — wiatr dość mocny — porusza całe gałęzie drzew,
- 7 „ — wiatr mocny — porusza słabe pnie,
- 8 „ — wiatr bardzo mocny — —porusza pnie, tamuje ruch swobodny,
- 9 „ — wicher przenosi niezbyt wielkie przedmioty,
- 10 „ — wicher gwałtowny — łamie gałęzie,
- 11 „ — wicher nader gwałtowny — łamie pnie,
- 12 „ huragan — rozwała kominy i wyrывa drzewa z korzeniami.

Przyczyną powstania wiatru jest naruszenie równowagi w atmosferze, wskutek nierównomiernego rozkładu temperatury w kierunku poziomym. W tych warunkach powstają prądy wstępujące i zstępujące. Prądy wstępujące są to ruchy ogrzanego powietrza ku górze; ciśnienie barometryczne w tem miejscu obniża się; równowaga zatem zostaje naruszona. Prądy zstępujące spływają do miejsca wznoszenia się ogrzanego powietrza. Przytem należy zaznaczyć, że wskutek obrotu ziemi następuje odchylenie wiatrów pod pewnym kątem, zależnie od szerokości geograficznej. Odchylenia te są w kierunku na pra-



wo od równika na północy w lewo od równika ku południowi. Siła odchylenia t. zw. siła Curiolisa jest prostopadłą do kierunku ruchu i jest proporcjonalną do wartości  $2 v \cdot p \cdot \sin f$ , gdzie  $f$  oznacza szerokość geograficzną,  $P$  — prędkość ruchu ciała,  $V$  prędkość kątową ruchu obrotu ziemi naokoło swej osi, wynosząca 0,000073. Stąd wynika, że obrót ziemi zmienia początkowy ruch mas powietrza.

Jako charakterystyczny przykład powyższego możemy wskazać na wichry t. zw. passaty i przeciw-passaty, które powstają wskutek nierównomiernego rozkładu usłonecznienia.

Wiemy, że najwyższa temperatura na kuli ziemskiej wypada po obu stronach równika i stopniowo maleje w kierunku obu biegunów, a wskutek różnic temperatury — powstają dwa kierunki wiatrów — górny i dolny.

Dolne wiatry wieją w kierunku równika, górne zaś w stronę biegunów, a wskutek obrotowego ruchu ziemi zmieniają swe kierunki.

Na zakończenie o wiatrach należy zaznaczyć, że są t. zw. wiatry morskie i lądowe, powstające wskutek nierównomiernego pochłaniania promieni i nasłoneczniania się ziemi i wody.

Wiemy, że woda słabiej i wolniej ogrzewa się niż ląd, natomiast wolniej ostyga, wobec tego w dzień będziemy mieli wiatr od strony morza t. zw. burzę morską, w ciągu zaś nocy — odwrotnie, t. j. od strony lądu burzę lądową.

Do zjawisk towarzyszących burzom należą: błyskawice, grzmoty i pioruny.

**Błyskawice.** Błyskawice rozróżniamy cztery: linjowe, rozproszone, kuliste i błyskawice bez grzmotów.

Błyskawice linjowe przecinają chmury w postaci wstęgi wężykowatej, nieraz rozgałęzionej, natomiast nigdy w postaci linii łamanych, długość błyskawicy sięga nieraz do 10 klm.

Błyskawice kuliste nie są bliżej zbadane, zjawiają się one w formie kuli ognistej, przenoszą się z taką szybkością, że ruch ich można obserwować wzrokiem. Czasem kulista błyskawica znika bez żadnego śladu, jednak dość często kula ognista eksploduje silnym hukiem i szerzy znaczne spustoszenia.

Błyskawice bez grzmotów są często oddalone o jakie 200 — 300 klm. od miejsca obserwacji i są uważane za prognozę dobrej pogody.

Wyładowaniom elektrycznym dość często towarzyszy grzmot. W miejscu i w pobliżu wyładowania elektrycznego słyszy się huk, jakby od wybuchu pocisku — suchy i krótki, natomiast w pewnej odległości od miejsca wyładowania — słyszymy charakterystyczne i ogól-



nie znane akustyczne zjawisko przelewania się odgłosu, co jest tylko odbiciem się echa od chmur. Więc paniczny strach osób bojących się grzmotów jest nieuzasadniony, gdyż faktyczne niebezpieczeństwo uderzenia pioruna z chwilą usłyszenia grzmotu już minęło.

Dość łatwo możemy obliczyć odległość wyładowania elektrycznego od miejsca naszej obserwacji.

Wiemy, że szybkość rozchodzenia się głosu w powietrzu wynosi 330 m/sek. szybkość zaś światła — około 300.000 klm/sek.

Chcąc przeprowadzić te obliczenia — należy obliczyć ilość sekund od momentu zaobserwowania błyskawicy, do chwili odgłosu grzmotu i otrzymaną ilość sekund należy przemnożyć przez 330. Otrzymamy odległość w metrach od miejsca naszej obserwacji do miejsca uderzenia piorunu.

Pioruny uderzają wtedy, gdy chmura jest silnie naładowana elektrycznością i zniża się dostatecznie do ziemi.

Po przytoczeniu zasadniczych podstaw meteorologii omówimy pokrótce możliwości przewidywania pogody.

Ponieważ, jak już wiemy, stan pogody jest w ścisłej zależności od stanu atmosfery na bardzo wielkich i rozległych obszarach, przeto chcąc zorientować się co się dzieje wokoło nas — musimy posiadać wiadomości z bliższych i dalszych stacyj meteorologicznych, rozsianych po całym świecie i na podstawie tych danych wykreślamy t. zw. mapy synoptyczne zapomocą t. zw. izobarów, czyli linii izobarycznych, które łączą te wszystkie punkty, gdzie panuje jednakowe ciśnienie barometryczne.

Linie izobaryczne są zawsze krzywe i przypominają zniekształconą formę elipsy.

Łącząc różne punkty o jednakowych ciśnieniach, otrzymamy całą mapę, pokrytą liniami izobar.

Spoglądając na tak sporządzoną mapę, odrazu daje się zauważyć, gdzie są większe ciśnienia barometryczne, czyli t. zw. wyż barometryczny, a gdzie panuje niższe ciśnienie czyli t. zw. niż.

Z poprzedniego rozdziału wiemy, że wyż barometryczny będzie się przesuwiał w kierunku niżu i to tem szybciej, im są większe różnice ciśnienia, czyli t. zw. gradient barometryczny, a zatem określimy nie tylko kierunek tego ruchu, ale i jego szybkość.

Należy jednak pamiętać o wspomnianej poprzednio sile odchylenia wiatrów, uzależnionej od szerokości geograficznej.

Poza izobarami na mapkach synoptycznych oznacza się również i inne elementy meteorologiczne zapomocą omówionych międzynarodowych znaków, podawanych wzajemnie przez stacje meteorolo-



giczne. A mianowicie: podaje się stopień zachmurzenia nieba, opady, (deszcz, śnieg, krupa), temperaturę, wiatry i t. p.

Mając tak sporządzoną i uzupełnioną mapę, mamy obraz układu meteorologicznego na całym obszarze, z którego następnie wnioskujemy o mogących wyniknąć zmianach pogody w najbliższym czasie.

Nie posiadając pod ręką map synoptycznych — można przewidzieć pogodę na podstawie obserwacji barometru, notując i śledząc zachodzące zmiany w ciśnieniu powietrza.

Barometry, z umieszczonemi na skali napisami, jak to: pogoda, deszcz, zmiana i t. d.—mogą mieć dopiero wtedy znaczenie—o ile napisy te są dostosowane do lokalnych warunków, inaczej bowiem mogą wprowadzić w błąd. Dla potwierdzenia powyższego przytoczymy charakterystyczny przykład, a mianowicie: o ile ciśnienie powietrza 760 mm. na poziomie morza jest ciśnieniem średnim, to w Warszawie (110 mtr ponad poziomem morza) — będzie ciśnieniem wysokiem, a w Zakopanem (830 mtr ponad poziomem morza) będzie tak wysokiem, że podobne zjawisko nie może mieć nawet miejsca.

Nagły i znaczny spadek barometru jest zwiastunem zbliżającej się depresji, jeśli zaś zauważymy stałe i stopniowe wzrastanie ciśnienia — wskaże nam to pogodę.

W życiu codziennem prognozy pogody są oparte na obserwacjach wiatrów, obłoków, przejrzystości i wilgotności powietrza, barwy nieba, zachmurzenia, zachowania się roślin i zwierząt.

Np. zbliżające się chmury pierzasto-warstwowe lub pierzasto-kłębiaste są zwiastunami zmiany pogody na gorszą, również wiatry zachodnie i południowo-zachodnie w naszych warunkach przynoszą niepogodę.

Nieraz zapowiedzią deszczu może być znaczna przezroczystość powietrza, wzgl. doniosłość oddalonego szmeru czy też głosu. Niebo, zabarwione na kolor czerwono-żółtawy w czasie zachodu słońca — jest zapowiedzią wiatru w dniu następnym.

Niektóre warunki lokalne również sprzyjają do prognozy pogody, do takich zaliczamy góry. Miejscowa ludność dokładnie orientuje się, obserwując szczyty gór i wie, że o ile chmura pokrywa lub też sięga szczytu pewnej góry — deszcz jest nieunikniony. Nasi górale w Zakopanem nieraz mówią: że „Giewont zapalił fajkę — będzie deszcz“, co znaczy, że chmury tak nisko opuściły się, że pokryły szczyt Giewontu.

Co do ludowych przepowiedni pogody i to z obliczeniem na dłuższy okres czasu — należy się odnosić krytycznie, gdyż prognozy te są oparte na przesadach.



W poprzednich rozdziałach byliśmy zmuszeni omówić niektóre ważniejsze elementy meteorologiczne warstw przyziemnych, a to z tego względu, by zapoznać się z środowiskiem, które podczas walk chemicznych ma być zatrute gazami bojowymi.

Elementy te mogą mieć dodatnie jak również i ujemne strony pizzy walce chemicznej.

Należy przypuszczać, że wobec udoskonalenia i rozwoju techniki walki chemicznej, pierwotny sposób stosowania ataku zapomocą fali gazowej nie będzie miał miejsca.

Jednak tej sprawie poświęcimy słów kilka ze względu na to, że nowe metody walki dają możliwość wytworzenia takiejże fali bezpośrednio na linii nieprzyjaciela wzgl. na jego tyłach.

Z historii broni chemicznej, oraz chemji gazów bojowych wiemy, że do pierwszych ataków używano fali gazowej z chloru wzgl. mieszaniny chloru z fosgenem.

Gazy te były wypuszczane przez przeciwnika z t. zw. kolektorów czyli całego szeregu butli stalowych. Wypuszczony w taki sposób gaz jako cięższy od powietrza — siał się na powierzchni ziemi i był przenoszony wiatrem w kierunku nieprzyjaciela. Najodpowiedniejszym wiatrem był wiatr o szybkości 3 mtr/sek., gdyż silniejsze — rozpraszałyby chmury gazowe, przed dojściem do miejsca przeznaczenia.

Ponieważ temperatura powietrza przy atakach falowych ma również doniosłe znaczenie, przeto ataki starano się wykonywać wczesnym rankiem przed wschodem słońca, przyczem unikało się wzmożonej dyfuzji gazów.

Wilgotność powietrza jak również i ranna rosa na drodze przejścia fali gazowej — odgrywała pewną rolę — gazy częściowo hydrolizowały, lecz te nieznaczne osłabienia toksykologiczne fali nie były brane pod uwagę.

Nie należy się spodziewać ataków fali gazowej jeśli wiatr wieje w kierunku do nieprzyjaciela, jeśli wiatr jest silniejszy od 6—7 m/sek i wieje od strony nieprzyjaciela, jeśli jest silne usłonecznienie, i gdy pada silny deszcz, który wymywa powietrze z gazów bojowych.

W porze zimowej, o ile fala przechodzi nad pokrywą śnieżną pulchną — hydroliza następuje w bardzo słabej formie, natomiast, gdy fala przechodzi po pokrowie śnieżnej zlodowaciałej, gładka powierzchnia sprzyja posuwaniu się fali.

Postęp techniki walki chemicznej dał możliwość wytwarzania gazów, i to o dość silnej koncentracji, bezpośrednio na odcinku wzgl.



w terenie nieprzyjaciela i to w każdej porze dnia i nocy zapomocą t. zw. miotaczy Liwensa, wzgl. większej ilości pocisków artyleryjskich.

Każda mina Liwensa zawiera około 13 kg. skroplonego gazu bojowego, bateria Liwensa składa się z 20 miotaczy, więc jedna bateria jest zdolną przesłać jednocześnie na wyznaczony odcinek 260 klg. ciekłego gazu, a 10 baterij 2600 klg.

Uzyskuje się wobec tego taką koncentrację — jakiej nie dałoby się osiągnąć zapomocą fali gazowej.

Przytem należy zaznaczyć, że atak zapomocą Liwensów może być wykonany nawet przy słabym wietrze w kierunku odwrotnym, jaki jest wymagany przy falach gazowych.

Tak samo jak i przy fali gazowej, tak i przy ataku z miotaczy, warunki atmosferyczne mogą odegrać pewną ujemną lub też dodatnią rolę.

Z chemii gazów bojowych wiemy, że prawie 90% gazów bojowych w swym składzie zawiera chlor, a zatem gazy różnie w różnych warunkach hydrolizują, im większą będzie wilgotność powietrza, im większy byłby deszcz — tem szybciej nastąpiłaby miejscowa hydroliza, która osłabi działanie gazu. Im wyższa będzie temperatura — tem szybciej nastąpi parowanie i dyfuzja gazów, a im silniejszy będzie wiatr — tem prędzej rozwieje obłok gazowy.

Jednak technika i taktyka walki gazowej przyjmuje pod uwagę tylko siłę i kierunek wiatru i zawsze stara się użyć takiej ilości pocisków, by inne elementy i wpływy atmosferyczne — nie osłabiły koncentracji toksycznej gazów.

W odniesieniu do terenu — jasnem jest, że najlepszym terenem dla przesuwania się obłoku gazowego — jest teren równy i odkryty.

Nieznaczne wzniesienia, niewielkie wgłębienia, rzeki i stawy i łagodnie pochylone brzegi jezior — nie odgrywają wielkiej roli. Natomiast duże i wysokie pagórki, parowy, zalesienia wzgl. zakrzewione tereny, jak również strome brzegi rzek i jezior — mogą służyć poważną przeszkodą na drodze obłoku gazowego.

O ile las jest przeszkodą dla ruchu fali gazowej i fala opływa go zgóry, o tyle jeśli sam las zostanie ostrzelany pociskami gazowymi, wobec braku przewiewu i wiatru, wtedy nawet gazy bardzo lotne, przetrwają w lesie czas dłuższy.

Zatrucie atmosfery pociskami gazowymi wzgl. minami odbywa się na miejscu eksplozji pocisku t. j. na terenie nieprzyjaciela, a zatem warunki atmosferyczne takie, jakie miały znaczenie przy przejściu fali gazowej, nie odgrywają ważniejszej roli, albowiem działanie ich zaczyna się, że tak powiemy, na miejscu przeznaczenia



z chwilą wybuchu, a zatem wcześniej może nastąpić zatrucie, jak hydroliza względnie dyfuzia. Sprzyjającymi warunkami atmosferycznymi w danym wypadku są: suche powietrze, i brak wiatrów. Przy takich warunkach można wytworzyć dość silną koncentrację gazów, nawet mało wydawnymi pociskami gazowymi.

Powyższe dotyczyłoby gazów bojowych łatwopalnych, natomiast przy ostrzale pociskami z gazami długotrwałymi, jak np. iperytem, suche powietrze, wiatr jak również i wyższa temperatura — sprzyjałyby parowaniu, zatem przyspieszyłyby toksyczność trudnopalnych gazów bojowych.

Przy stosowaniu świec dymnych i sternitów siła wiatru od 3—5 m/sek, jak również i prądy konwekcyjne, przyspieszają wymieszanie się dymu z większą ilością powietrza, a zatem zmniejszają ich nastliwość.

Najodpowiedniejszymi warunkami atmosferycznymi przy stosowaniu świec dymnych są wiatry o szybkości od 0,25 mtr/sek do 2 mtr/sek oraz brak prądów zstępujących, brak deszczu, który wypłukuje z powietrza dymy bojowe.

W odniesieniu do szeroko omawianych obecnie i projektowanych deszczów, czyli rozpylania z samolotów substancji płynnych i stałych, to takowe po rozpyleniu ich z samolotu, po pewnym czasie opadną na ziemię.

O ile samolot będzie rozpylać substancje płynne, te będą opadać z szybkością mniej więcej taką, jaką podaliśmy przy obliczeniu spadaniu kropel deszczu.

W celu przyspieszenia opadów substancji płynnych z samolotu mogą one być obciążane innymi substancjami cięższymi i spadek ich będzie przyspieszony.

O ile samolot rozpyli substancje stałe, to szybkość ich spadania ku ziemi będzie zależała od średnicy tych zawieszek.

Uwzględniając szybkość parowania i hydrolizę lotnych gazów bojowych, wątpliwem jest, by łatwopalne gazy były rozpylane przez samoloty.

Prawdopodobnie dla tego celu będą stosowane ciała o opóźnionem czasie działania, takie jak iperyt, lewizyt, wzgl. inne zbliżone do tej grupy, które na drodze swego spadku nie ulegną zmianie i przy tych warunkach zatrują przyziemną atmosferę, jak również i teren.

Pewne czynniki meteorologiczne mogą odegrać nieznaczną tylko rolę, a do takich zaliczamy prądy konwekcyjne, szybkość wiatru oraz temperaturę.

Na tem zakończymy krótki szkic meteorologii w odniesieniu do broni chemicznej.



## LOTNICTWO, BROŃ CHEMICZNA W LOTNICTWIE CZYLI T. ZW. „AWJOCHEMJA” I OBRONA TYŁÓW.

W dawnych czasach, gdy powstawały wojny pomiędzy 2 plemionami lub wśród poszczególnych narodów, toczyły się one, że tak powiemy, na śmierć i życie. Każdy walczący wiedział o tem, że przegrana bitwa w skutku daje, jeśli nie całkowite zniszczenie samodzielnosci plemienia — to niesie śmierć, pożogę, rabunek, pozbawienie wielkiej ilości łupu i niewolnika, który będzie podążał za triumfalnym pochodem zwycięzcy.

Z historii starć zbrojnych w czasach bardzo zamierzchłych czerpiemy wiadomości, że do walki ówczesnej stawał prawie cały naród, każdy kto był zdolny chwycił za broń. Jednak z biegiem czasu i z rozwojem samego sprzętu walki zaszła pewna potrzeba specjalizacji władania tym orężem i wobec tego powstaje zawód specjalistów sztuki wojennej. Począwszy od rzymskich legjonów, rycerstwa wojsk najemnych, pospolitego ruszenia, drużyn, i t. d., aż do czasów pobierania rekruta, specjalizacja ta spada na barki pewnej części społeczeństwa t. j. wojska.

Reszta ludności pozostawała w głębi kraju; nieraz nie odczuwała prawie wojny, jeśli nie liczyć poborów rezerwistów, rekruta, lub pewnych podatków związanych z wojną.

Mamy tu już przykład podziału wojującego państwa na 2 nierówne grupy, mniejszą armję czynną i większą grupę — ludność cywilną.

Lecz niebawem nowoczesne walki, ze względu na rozwój sprzętu i zapotrzebowania armji, zaczynają przypominać nam wspomniany wyżej przykład z czasów zamierzchłych, że cały kraj staje do walki. Często wygłaszane hasła: „Wszystko i wszyscy dla frontu” mają głębokie i słuszne znaczenie w czasie teraźniejszych starć wojennych, albowiem dzisiejsze walki, jak to udowodniła wojna światowa, są prowadzone z obliczeniem na wyczerpanie nieprzyjaciela i zasobów jego kraju.

O ile sięgniemy do walk w średniowieczu, pierwsze co zwróci naszą uwagę — to linja frontu i pole bitwy, które tak były nieznaczące, że wódz, stojąc na wzgórzu, lub będąc na koniu, mógł gołem okiem objąć pole bitwy, kierować przebiegiem walki, wydając te lub inne rozkazy i polecenia.

Były to czasy, gdy sprawność fizyczna, sprzęt i odwaga osobista, iak również i ilość żołnierza decydowały o losie bitwy.

Jak dziś, tak i dawnymi czasy, wywiad wojskowy był niezbędnym



czynnikiem dla wodza, dając mu pewne dane o liczebnym stanie wroga, o jego zamiarach, ruchach, o zaprowiantowaniu i t. p.

Śledząc za historycznym rozwojem sprzętu walki, spostrzegamy, że jednocześnie z ulepszeniem tych środków, linje frontu coraz się wydłużają, przestrzenie, dzielące nieprzyjacielskie linie, coraz stają się większe. Zmieniła się sama taktyka walki, ugrupowanie sił walczących i coraz to trudniejszym staje się wywiad.

Oko wodza już nie sięga pola bitwy, które się rozciąga na całe kilometry, a bitwa trwa bez przerwy nie dnie i tygodnie, a nieraz całe miesiące i lata. Wódz wydaje swe rozkazy na podstawie raportów, wywiadów wojskowych i płatnych wywiadów agentów, które są nieraz bardzo szczupłe i niepewne.

W historii wojen spotykamy wzmianki, że nieraz brak danych o nieprzyjacielu niweczył los pewnej wygranej bitwy. I oto wynalazek z czasów pokojowych — mianowicie — samolot, stał się tym szybkim i spostrzegawczym okiem wodza, które pozwala mu zajrzeć głęboko na tyły nieprzyjaciela.

Lotnik dostarcza nie tylko wiadomości z dokonanej obserwacji, lecz i fotografie; zwiady zaś wojskowe, wywiad szpiegowski oraz badanie jeńców uzupełniają dane o nieprzyjacielu. Na początku wojny światowej głównym zadaniem lotnictwa był wywiad.

Lotnik prawie bezkarnie przelatywał pierwszą i drugą linię okopów nieprzyjaciela i mógł obserwować to, co leżało w jego zadaniu. Kule karabinowe i pociski armatnie kierowane doń z ziemi najczęściej nie dolatywały lub mijały go. Nieraz lotnicy z wrogich obozów spotykali się w powietrzu, obserwowali jeden drugiego i każdy dążył swą drogą.

W tym to czasie powstała myśl, że zwalczać wywiadowcę lotnika — może tylko lotnik.

Lotnicy zaczęli się uzbrajać początkowo w automatyczne pistolety, następnie zaś w karabiny maszynowe, a z biegiem czasu i w małe armatki. W tym to czasie została zapoczątkowana walka powietrzna. Niebawem powstał projekt zastosowania samolotów do zwalczania przeciwnika, znajdującego się na ziemi, zapomocą karabinów maszynowych i bomb kruszących, a z chwilą rozwoju i broni chemicznej, w czasie wojny światowej, projektowano w 1918 r. wyposażać lotników i w bomby gazowe.

O ile uwzględnimy szybki rozwój lotnictwa z jednej strony i takież szybki rozwój broni chemicznej z drugiej strony, to przyjdziemy do wniosku, że w przyszłej wojnie t. zw. „awjochemja” odegra rolę pierwszorzędną. I nic dziwnego, że dziś zastosowanie broni che-



micznej naogół, a tembardziej przez lotnictwo, coraz to bardziej zaczyna interesować umysł ludzki i wywołuje pewien niepokój w świecie. Poza tem należy zaznaczyć, że rzucanie bomb kruszących z aeroplanów miało miejsce w czasie wojny Trypolitańskiej w r. 1911 i wojny Bałkańskiej w r. 1912. Rezultaty jednak były bardzo nikłe, albowiem działały one więcej na psychikę żołnierza, niż szkodziły mu. Niepowodzenia te tłumaczymy brakiem odpowiednich przyrządów celowniczych i słabą nośnością ówczesnych aparatów lotniczych. Dziś niedokładności te są już usunięte.

Ponieważ czynnikiem kolosalnego postępu i rozwoju lotnictwa była wojna światowa, przeto właściwem byłoby chociaż pobieżnie słów parę wspomnieć o tem postępie, na który w czasie pokoju, uwzględniając przedwojenny postęp w lotnictwie, czekalibyśmy minimum pół wieku.

Wojskowa aeronautyka liczy zaledwie 15—18 lat istnienia i jest prawie rówieśniczką broni chemicznej; chrzest zaś bojowy otrzymała dopiero podczas wojny światowej.

Tem niemniej poważnie się zainteresowano tą bronią, a niektórzy strategicy nazywają lotnictwo trzecim elementem uzbrojenia.

Jak się lotnictwo rozwinęło podczas wojny, niech świadczą następujące dane.

O ile państwa wojujące posiadały na początku wojny światowej t. j. w r. 1914 po paręset samolotów, to pod koniec wojny ilość ta wzrosła do kilku tysięcy. Francja miała 3608 samolotów, Anglja — 3500, Niemcy, jak twierdzą niektóre źródła, miały 3500, inne zaś źródła twierdzą, że posiadały około 5000 samolotów. Przytoczone cyfry dotyczą ilości samolotów będących na froncie.

Ciekawsze dane możemy przytoczyć co do produkcji samolotów, jak również motorów lotniczych w niektórych państwach.

| R O K | N I E M C Y           |                 | R O K | F R A N C J A         |         |
|-------|-----------------------|-----------------|-------|-----------------------|---------|
|       | ilość wyprodukowanych |                 |       | ilość wyprodukowanych |         |
|       | samolotów             | motorów         |       | samolotów             | motorów |
| 1913  | 436                   | —               | —     | —                     | —       |
| 1914  | 1.348                 | 842 (w 2 mies.) | 1914  | 541                   | 1.065   |
| 1915  | 4.332                 | 5.037           | 1915  | 4.469                 | 7.089   |
| 1916  | 8.182                 | 7.882           | 1916  | 7.549                 | 86 785  |
| 1917  | 19.745                | 11.200          | 1917  | 14.915                | 23.692  |
| 1918  | 14.123                | 15.540          | 1918  | 23.659                | 44.553  |

Należy zaznaczyć, że Niemcy zasilaly swych sprzymierzeńców w aparaty lotnicze.

| A N G L J A |        |       |
|-------------|--------|-------|
| 1915        | 530    | 141   |
| 1917        | 7.137  | 1.900 |
| 1918        | 40.000 | ?     |



Jak już zaznaczyliśmy poprzednio, nieznaczne korzyści wojującym dało lotnictwo z czasów wojny Trypolitańskiej i Bałkańskiej, zawdzięczając słabej nośności aparatów; także same rezultaty otrzymano i w pierwszym roku wojny światowej. Dopiero rok 1915-y jest rokiem przełomowym w lotnictwie, w tym to czasie zaczęto budowę szybkołotnych i o większej sile nośnej aparatów oraz zaopatrzone je w specjalne przyrządy celownicze.

W tym to czasie ukazały się niemieckie płatowce typu Rumpler i Ago, jak również francuskie — Brege-Voisin'a o sile nośnej od 400 do 500 kg. bomb. Następnie ukazują się: Leviatan Brege o sile nośnej 2200 kg., Iglson — 3600, Remington-Burnelli 1600 kg., Pacific—2300 kg. Po pewnym czasie rozwój posuwa się dalej, są już aparaty dwumotorowe angielskie Winkers-Wimi, czteromotorowe Hendley Pege i Bristol o nośności około 4000 kg.

Niemcy natomiast budują czteromotorowe płatowce Linke-Hoffman i pięciomotorowe Zepellin-Stacken i sześciomotorowe Simens i Schucker o nośności około 7000 kg., lecz te ostatnie, z powodu zawieszenia broni, nie zdążyły trafić na front.

Rosyjski typ czteromotorowego płatowca, „Ilja Muromiec“ był znany jeszcze przed wojną światową, skonstruował go student Kijowskiej Politechniki Sikorski i jeszcze przed wojną odbywał na nim loty z Kijowa do Petersburga.

Przytoczone powyżej przykłady dają nam obraz rozwoju aparatów lotniczych w r. 1915, co do ich siły nośnej.

W tym to czasie, w zależności od zadań wojskowych, lotnictwo zostało podzielone na kilka kategorii, a mianowicie:

|              |                                   |
|--------------|-----------------------------------|
| na lotnictwo | obserwacyjne czyli wywiadowcze,   |
| „            | „ myśliwskie (samodzielne),       |
| „            | „ niszczyielskie,                 |
| „            | „ szturmowe, a pod koniec wojny i |
| „            | „ sanitarne.                      |

W r. 1916 ukazały się niszczyielskie niemieckie płatowce — Galbersztadt, poruszane motorami o sile 160 — 185 koni mechan. o szybkości lotu około 175 klm. na godzinę, następnie Gannoweraner i Junkiersy o szybkości 185 — 190 klm. na godzinę, dalej angielskie Soprofit-Salamandra i t. d.

Najlżejszy aparat francuski marki Brege XIV B<sub>2</sub> mógł się unosić na wysokości 5.800 mtr. Obładowany zaś płatowiec dla wzniesienia się na wysokość 2.000 mtr. potrzebował 10 — 12 minut.



W literaturze powojennej w Stanach Zjednoczonych Am. Pół., (rok 1924) spotykamy wzmianki dotyczące budowy aparatów szturmowych, tak zwane oparaty Larsena z motorem Liberti o sile 400 koni mechanicznych. Szybkość aparatu jest obliczoną na 225 klm. na godzinę. Aparat ten jest opancerzony, wyposażony w kilkanaście karabinów maszynowych, z których część jest przeznaczona dla ostrzeliwania celów ziemnych i obrony własnej, uruchomiano je zapomocą klawiatury. Próby z tym aparatem były przeprowadzone, jednak w literaturze żadnych wzmianek o tem niema.

Natomiast wiadomem jest, że armja St. Zjednoczonych Am. Pł. już w 1925 r. była wyposażona w opancerzone samoloty Biuning'a typ „Al” z 2-ma motorami systemu Liberti o sile 400 koni mechanicznych. Aparaty te są uzbrojone w armatkę 37 mm i 6 karabinów maszynowych. Również wiadomem jest, że są w próbie aparaty o wadze brutto 30.000 klg., ze zdolnością podjęcia t. zw. pożytecznego ciężaru 15.000 klg., a opracowują się projekty aparatów o wadze brutto 50.000 klg., ze zdolnością podjęcia 22.000 klg.

Z przytoczonych przykładów widzimy, jak znaczny postęp w lotnictwie spowodowała wojna.

Bomby lotnicze najczęściej miały formę wydłużoną, przypominającą formę cygara. Zaopatrzono je w specjalne ochraniacze, a to celem zabezpieczenia w czasie lotu od eksplozji. W czasie wojny światowej używano bomby o najrozmaitszej wadze, poczynając od wagi 4 kg. do 1000 kg., obecnie waga bomb dochodzi do 2000 klg.

Zależnie od zadań taktycznych, w czasie wojny światowej używano bomby kruszące, bomby podskakująco-kruszące, które rozrywały się po odbiciu od ziemi i porażały swemi odłamkami otoczenie, używano bomby dymotwórcze, zapalające, dla obiektów łatwopalnych stosowano też bomby wypełniane płynem palnym, dającym ogień o stosunkowo niskiej temperaturze; dla obiektów trudnopalnych stosowano bomby termitowe o małym płomieniu i temperaturze około 3000 stopni, używano również bomb świetlnych ze spadochronami dla obserwacji i fotografii nocnej, były też używane bomby hydrostatyczne, eksplodujące pod wodą.

Co do przyrządów celowniczych, to takowe również uległy znacznej modyfikacji w stosunku do używanych pierwotnie podczas wojny światowej. Celność rzutu polega, nie tylko na umiejętnem wykorzystaniu przyrządów celowniczych, lecz w dużej mierze zależy od siły wiatru, wysokości i szybkości lotu, przejrzystości atmosfery, konfiguracji i wielkości celu.



## SPIS RZECZY.

### CZĘŚĆ I OGÓLNA.

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Historja broni chemicznej . . . . .                                                              | 7  |
| Rozwój chemji i organizacji przemysłu w państwach zaangażowanych<br>w wojnie światowej . . . . . | 20 |
| Wojna światowa a polski przemysł chemiczny . . . . .                                             | 27 |
| Wojna jako czynnik rozwoju przemysłu chemicznego . . . . .                                       | 36 |
| Zadania i znaczenie chemji w wojsku . . . . .                                                    | 38 |
| Rola aptekarza jako chemika . . . . .                                                            | 42 |
| Traktat w Waszyngtonie i jego skutki . . . . .                                                   | 45 |

### CZĘŚĆ II SZCZEGÓŁOWA.

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| Fizjologiczny podział broni chemicznej na grupy . . . . .         | 47        |
| <b>Stosowanie substancyj trujących w walce . . . . .</b>          | <b>48</b> |
| Taktyka broni chemicznej . . . . .                                | 55        |
| <b>Chemja gazów bojowych . . . . .</b>                            | <b>56</b> |
| Dymy bojowe . . . . .                                             | 80        |
| Środki zapalające . . . . .                                       | 82        |
| <b>Obrona przeciwgazowa . . . . .</b>                             | <b>85</b> |
| Maski francuskie . . . . .                                        | 86        |
| „ niemieckie i austriackie . . . . .                              | 91        |
| „ angielskie . . . . .                                            | 93        |
| „ amerykańskie . . . . .                                          | 94        |
| „ włoskie, rosyjskie . . . . .                                    | 95        |
| Pochłaniacze . . . . .                                            | 96        |
| Obrona ciężka czyli tlenowa (izolacyjna) . . . . .                | 101       |
| „ zbiorowa . . . . .                                              | 106       |
| Schrony przeciwgazowe . . . . .                                   | 110       |
| Zachowanie się przed napadem gazowym (i podczas napadu) . . . . . | 113       |
| „ „ po napadzie gazowym . . . . .                                 | 114       |
| Odkazanie terenu . . . . .                                        | 118       |
| Czynności drużyny . . . . .                                       | 119       |
| Obrona zwierząt . . . . .                                         | 120       |



|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Pierwsze objawy i pierwsza pomoc przy zatruciach gazowych</b>                      | 121 |
| Gazy duszące . . . . .                                                                | 124 |
| „ drażniące . . . . .                                                                 | 126 |
| „ trujące . . . . .                                                                   | 129 |
| „ żrąco-parzące . . . . .                                                             | 130 |
| <b>Kilka słów i wskazówek z dziedziny meteorologii</b>                                | 136 |
| <b>Lotnictwo, broń chemiczna w lotnictwie czyli t. zw. awjochemja i obrona tyłów</b>  | 156 |
| Lotnictwo myśliwskie . . . . .                                                        | 170 |
| „ niszczycielskie . . . . .                                                           | 171 |
| „ szturmowe . . . . .                                                                 | 172 |
| Znaczenie łączności lotniczej . . . . .                                               | 173 |
| Obrona przeciwlotnicza w głębi kraju . . . . .                                        | 174 |
| Zwalczanie awjochemji . . . . .                                                       | 176 |
| <b>Zastosowanie gazów trujących w czasie pokoju</b>                                   | 179 |
| Skorowidz chemicznych środków bojowych, stosowanych podczas wojny światowej . . . . . | 183 |
| Mieszanki chemiczne środków bojowych używanych podczas wojny światowej                | 190 |
| Źródła . . . . .                                                                      | 191 |





Biblioteka Główna  
Akademii Obrony Narodowej

33943/2



12-033943-000-0

Defekt: brak stron 19-30,  
83-94; 99-110.