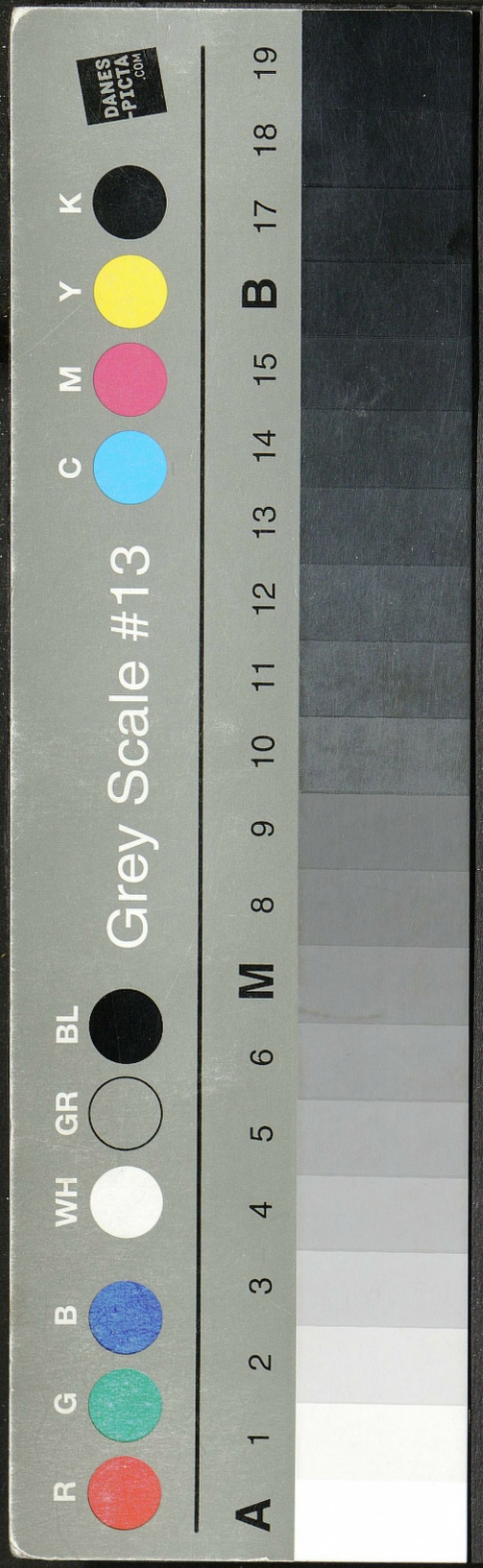
Inches 1 2 3 4 5 6 7 8

Centimetres 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Colour Chart #13

DANES-PICTA.COM

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black



Eigentum
Heeresarchiv-Zweigstelle
Danzig
Fh 51

CHEMJA I WOJNA

NAUKA I PRZYSZŁOŚĆ

Eigentum
Heeresarchiv-Zweigstelle
Danzig
Fh 51

KAROL MOUREU

CHEMJA I WOJNA

NAUKA I PRZYSZŁOŚĆ

1248

TŁUMACZYŁ

T. ZIELENIEWSKI

PPŁK. SZT. GEN.



Bibljoteka Wojskowa 16 p. Uł. Wlkp.
Nr. inw. 2112

WARSZAWA — 1923

WOJSKOWY INSTYTUT NAUKOWO-WYDAWNICZY

355.64 (33)

14240/II

BIBL. WOJSK. 16 p. Ul. Wlkp.

39206/2

DRUKARNIA M. S. WOJSK., WARSZAWA — UL. PRZEJAZD Nr. 10

PRZEDMOWA TŁUMACZA.

U podstawy zwycięstwa jest duch. Tylko ten, kto pragnie walki, kto chce zwycięstwa, kto wie za co się bije, zdolny jest do poświęceń i do pracy. Lecz i najtęższy duch załamie się, gdy nie będzie rozporządzał odpowiedniemi środkami walki. Duch w nas żyje. Lecz czy wytwarzamy odpowiednie środki materjalne?

Dziś, gdy stoimy przed zagadnieniem utrwalenia naszego bytu państwowego, nie każdy może obywatel polski uświadamia sobie w jak wysokim stopniu trwałość naszego istnienia uzależniona jest od celowego rozwoju naszego przemysłu i jego możliwie dużej samowystarczalności; nie każdy wie, jak wszystkie nieomal gałęzie przemysłu współdziałają w celu umożliwienia walki armji w polu; mało kto uświadamia sobie ogrom wysiłku gospodarczego, jakiego od nas wymagać będzie poważna wojna. Przed wojną światową ogólnie nie zdawano sobie sprawy z rozmiarów wytwórczości dla celów wojny; popełniano pod tym względem niesłychane pomyłki. Tymczasem ogrom i rozmaitość pochłoniętych przez wojnę dóbr przeszły najśmielsze przewidywania.

Lecz dziś możemy już korzystać z doświadczeń współuczestników dramatu światowego. Studjujmy je więc.

W niniejszej książce znajdziemy ciekawy obraz wysiłku przemysłowego i naukowego Francji podczas wojny. Ze zdumieniem odczytamy jak różnorodne wyroby przemysłowe i w jak olbrzymich ilościach musi wytwarzać naród w chwilach swojej obrony. Dowiemy się, jak dzięki niesłychanym wysiłkom nauki i przemysłu uniknęły Niemcy wczesnej katastrofy wobec braku najżywotniejszych surowców. A wobec tego, że prawa wojny ulegają ewolucji, dowiemy się jak należy pielęgnować ruch naukowy, by nie dać się zaskoczyć niewiadomej przyszłości, a w razie zaskoczenia szybko móc przeciwdziałać: zapoznamy się ze współczesnym wysiłkiem naukowym Francji.

Wreszcie gdy uzyskane pojęcia przeniesiemy na nasz grunt, wówczas zrozumiemy ile mamy do zrobienia by w chwilach niebezpieczeństwa móc trwać, walczyć i zwyciężyć.

TADEUSZ ZIELENIEWSKI
ppłk. Szt. Gen.

WSTĘP.

Zestawienie słów *chemja i wojna* przed wojną 1914—1918 r. wydawało się pozbawionem sensu. Bezwątpienia od bardzo dawna używano prochu strzelniczego, a z punktu widzenia ogólnego głębokie przemiany materji, będące właściwą dziedziną chemji i prawdziwą esencją życia, rodzące energję i tworzące niewyczerpane źródło sił naturalnych, znajdują się u podstawy wszelkich objawów od najbardziej spokojnych do najbardziej gwałtownych. Lecz nieda się zaprzeczyć, że od tego filozoficznego ujęcia rzeczy do zjawisk chemicznych wielkiej wojny jest bardzo daleko.

W tytanicznych konwulsjach, które wstrząsnęły ludzkością, chemja na pierwszem miejscu odegrała rolę czynną, widoczną dla największych ignorantów i największych sceptyków, widoczną dla wszystkich.

Niema nikogo wśród narodów cywilizowanych, ktoby nie zadrżał ze zgrozy na samą myśl gazów trujących; lecz ogół zna z chemji wojennej tylko zastosowanie tych okropnych substancyj. Jeżeli jest jasnem, że w oczach tłumu gazy trujące symbolizują udział chemji w walce światowej, to daleko jest do tego, żeby wytwarzanie tych materyj było jedynem polem jej działania. Nie mówiąc już o potężnych materjałach wybuchowych, których użycie w pracach pokojowych tak współdziałało z postępem, nieskończona ilość innych produktów była ze strony chemików przedmiotem wysiłków równie stałych i koniecznych jak nieznanych publiczności. Jeżeli naprzykład aeroplan mknie w przestrzeni, to na tysiące widzów, obserwujących go i wyśpiewujących słuszne pochwały dla inżyniera, iluż będzie takich, którzy domyślaliby się zasług chemika? A jednak każda część latającego przyrządu wymagała najgłębszych studjów chemicznych poczynając od metali, z których jest wykonany silnik, a kończąc na lakierach i powłokach, zapewniających skrzydłom niezbędną nieprzemakalność i sztywność. Jeżeli w tym wypadku publiczność nie dostrzega udziału chemika, to niewątpliwie głównie dlatego, że jest pod wrażeniem ruchu śmig;

a również dlatego, co wypada podkreślić, że chemik, człowiek skromny, wypełnia swój obowiązek w osamotnieniu i tajemnicy małego i ciemnego laboratorjum fabrycznego, daleki od wszystkiego co uzewnętrznia zasługę; i to jeszcze dlatego, że z trudem li tylko znalazłby on rozmówców, zdolnych do zrozumienia jego poszukiwań i zainteresowania się niemi. W każdym bądź razie jest jasnem, że bardzo mało ludzi zdaje sobie sprawę z roli jaką chemja odegrała w podboju powietrza przez aparaty od niego cięższe; i możemy dodać, nie wychodząc poza dziedzinę mechaniki, że w sprawach automobilizmu ignoracja nie jest mniejszą.

A czy automobilizm i lotnictwo, które posuwały się krokami olbrzymów, nie zaliczały się do wielkich kół mechanizmu wojskowego? Gdziekolwiekbyśmy zwrócili się, znaleźlibyśmy niezliczone przykłady, stwierdzające, że ze wszystkich nauk jedynie chemja podczas olbrzymiego doświadczenia, ostatnio dokonanego przez ludzkość, wykazała niewątpliwy charakter powszechności.

Nigdy jeszcze chwila nie była tak dogodna zarówno w oczach historyka i ekonomisty, jak uczonego i filozofa, dla rozmyślania nad lekcjami przeszłości niedawnej lub odległej i wyciągnięcia z zawartych w nich lekcyj pożytecznych nauk.

Wypadnie przedewszystkiem ustalić ogólne cechy, które odróżniały chemję przed wojną w przeciwnych obozach. Zwycięstwo było wynikiem współdziałania wszystkich mocarstw wrogim państwom centralnym. Nie mamy jednak zamiaru studjować zagadnienia z punktu widzenia tak szerokiego, a uwzględnimy głównie walkę Francji przeciw Niemcom.

RZUT OKA NA CHEMJĘ FRANCUSKĄ I CHEMJĘ NIEMIECKĄ PRZED WOJNĄ.

A. Chemja czysta.

„Chemja jest nauką francuską. Została ona stworzona przez nieśmiertelnej pamięci Lavoisier'go". Tak się wyraził w 1868 r. znakomity alzatczyk Adolf Wurtz, w sławnej przedmowie do swego *Słownika chemicznego*, i nie wydaje się żeby po pół wieku wspaniałych postępów sąd ten stracił na sile i prawdzie. Co mówię! Imię Lavoisier'go rośnie bezustannie w miarę rozwoju nauki, tak bowiem były trwałe fundamenty, założone w przeciągu mniej niż piętnaście lat przez tego wielkiego genjusza. Czy istniałaby w rzeczywistości nauka chemji, gdybyśmy nie znali prawa zachowania materji, istnienia ciał prostych i ciał złożonych; gdybyśmy nie wiedzieli co to jest spalanie i jaka jest funkcja tlenu; gdybyśmy nie znali nazwy i składu powietrza, wody, gazu węglowego, kwasów, zasad, soli? I możemy, wychodząc poza ramę chemji właściwej, zapytać czy istniałaby nauka fizjologji bez znajomości faktu, że zjawiska oddychania i ciepła zwierzęcia są zjawiskami spalania. Takie są, krótko mówiąc, prawa Lavoisier'go do nieśmiertelności. Czy znajdzie się w całej spuściźnie wiedzy praca więcej gruntowna? Ten francuz jest jedną z największych nowych powag, którymi pyszni się ludzkość.

Dzięki biegowi czasu, który pozwala umieszczać ludzi i rzeczy na ich prawdziwem miejscu, każdy sądzący bezstronnie przyzna, że między następcami Lavoisier'go, większość stanowią Francuzi. Z nazwiskami takich uczonych jak de Gay-Lussac, Vauquelin, Berthollet, Proust, Thénard, Dulong, Chevreul, Dumas, Laurent, Gerhardt, Pelouze, Balard, Cahours, Frémy, Wurtz, Pasteur, Berthelot, Sainte Claire-Deville, Friedel, Raoult, Curie, Moissan, H. Gautier i t. d. (mówimy tylko o umarłych) są związane prawa zasadnicze chemji, jej główne doktryny i jej istotne zjawiska. Udział Niemiec w tej wspaniałej epopei skupia się dookoła kilku uczonych, których rzeczywistych i wielkich zasług niemożliwe

byłoby pominąć bez popełnienia głębokiej niesprawiedliwości. Weuzel, Richter, Wöhler, Liebig, Bunsen, Hofmann, Kekule, Boeyer, Meyer, Ladenburg, Fischer. Lecz nikt nie może twierdzić w dobrej wierze, że doniosłość prac francuskiej szkoły, nawet gdyby Lavoisier nie był brany w rachubę, nie przewyższa o wiele doniosłości prac szkoły niemieckiej.

W rezultacie francuska chemja była w pewnej mierze nieporównanie wyższą od niemieckiej. Była to chemja głęboko ujęta, przodująca, wiecznie młoda, obwołująca i wprowadzająca wielkie zasady, tworząca doktryny, otwierająca bezustannie nowe i szerokie horyzonty. W ten sposób przedstawia się, dla widzącego rzeczy z wysoka, bilans francusko-niemiecki na gruncie czystej chemji.

B. Chemja stosowana.

Jeżeli oryginalność, zdolność do syntezy i intuicji, śmiałość poglądów i pomysłów, wszystkie te przymioty dające się dostrzec w duchu naszego narodu, są niezbędne dla twórców pierwiastkowych odkryć, to z chwilą przejścia do zastosowania zobaczymy wpływ czynników zupełnie innego rzędu.

W tym wypadku potęga liczbowa umysłów i rąk pracujących w fabryce, metoda, karność na wszystkich stopniach hierarchji, bogactwo gleby i podglebia, łatwość transportu lądowego i morskiego, cena energji mechanicznej i rąk roboczych, ogólna harmonja w obsłudze, sprzyjający system skarbowy i celny, solidarność przemysłowa i handlowa pomiędzy wytwórcami, krótko mówiąc, dobra i silna organizacja — oto są rzeczy, które górują nad wszystkiemi innemi. Nie ulega wątpliwości, że w większości tych punktów Francja stoi niżej od Niemiec. Nie szukając w tej chwili przyczyn ograniczymy się do nadmienienia, że stosunek ilościowy chemików francuskich do chemików z drugiej strony Renu jest równy jednej dziesiątej.

Przechodząc do rezultatów, cóż widzimy? W przemyśle mineralnym: metalurgji, elektrochemji, w przemyśle kwasu siarkowego, kwasu azotowego, chloru gazowego i odbarwiających związków chlorowych, sody, fosforu, soli mineralnych, superfosfatów i t. d. Francja zajmowała zaszczytne miejsce i większość towarzystw, wytwarzających te ważne produkty, cieszyła się rzeczywistem i wzrastającem powodzeniem. Zaznaczymy jednak, między innemi ważnemi brakami, że produkcja chloru płynnego i bromu nie istniały we Francji, a produkcja potażu była nieznaczna.

Jeżeli zaznaczymy, że dla wytwarzania ważnych produktów mineralnych, obdarzonych zwykle dużą stałością (pod względem chemicznym), wystarczą wiadomości chemiczne bardzo ogólne i że rola inżyniera i mechanika jest tam przeważająca, to zupełnie inaczej bywa przy fabrykacji przetworów organicznych, nieskończenie subtelniejszych i delikatniejszych. Produkcja wytworów organicznych wymaga prócz inżynierów i mechaników licznego i pod względem chemicznym wykształconego personelu na wszystkich stopniach fabrykacji, którego brak doprowadza się zwykle do niepowodzenia. Z powodów, które zbadamy później, nie mieliśmy tego personelu, lub posiadaliśmy go w stopniu nader ograniczonym.

Przeciwnie, fabryki niemieckie były przepełnione znawcami chemji organicznej a często nawet znajdowali się tam badacze dużej wartości, twórcy wybitnych prac.

Czy należy wówczas dziwić się przytłaczającej wyższości organicznego przemysłu niemieckiego nad przemysłem organicznym francuskim? W jednej tylko gałęzi, mianowicie w produkcji olejków i perfum, byliśmy w stanie wytrzymać współzawodnictwo.

W przemyśle farmaceutycznym (chodzi tu o medykamenty chemiczne), zaczynaliśmy być wytwórcami godnymi uwagi. Lecz w dziedzinie produkcji barwników sztucznych Niemcy posiadały prawdziwy monopol światowy. Podczas gdy we Francji powstawały liczne filje fabryk niemieckich, istniała tam tylko jedna francuska fabryka barwników syntetycznych, a przytem jak ta jedyna fabryka francuska była daleką od potęgi którejkolwiek z wielkich firm niemieckich! A jednak właśnie nie w Niemczech, lecz w Anglji i we Francji ukazały się pierwsze barwniki syntetyczne i pierwsze zakłady przemysłowe.

Lecz Niemcy chciały podbić świat. Widziały one w swoim przemyśle chemicznym jedną z najpotężniejszych broni, na którą mogła liczyć ich pycha. Przytem nic ich nie kosztowało bezustanne rozwijanie tego narzędzia podboju ekonomicznego, które mogło także, w chwili wybranej i dzięki szybkiemu, oddawna przygotowanemu dostosowaniu, służyć ich celom wojennym z powodzeniem, jak sądzono, decydującym. Można przyjąć jako pewnik, że bez potęgi swego przemysłu, a w szczególności swego przemysłu chemicznego, bez swych fabryk barwników, łatwo i szybko przekształcanych na fabryki materjałów wybuchowych lub innych materjałów wojennych, bez opłakanej sytuacji naszego przemysłu, w porównaniu ze swoim przemysłem, nigdy Niemcy nie wydałyby nam wojny.

Z doświadczenia wiadomo, że Niemcom brak zmysłu psychologicznego. Widzą oni tylko materjalną powłokę rzeczy. Uchodzą ich uwagi siły moralne, energje ukryte, rzeczy niedające się zważyć. To było wielką przyczyną ich słabości. To miało doprowadzić do fatalnego końca.

Plan naszej pracy będzie następujący. Uwzględnimy kolejno wysiłki, dokonane na polu chemicznem przez Francję i Niemcy podczas wojny. Następnie przedstawimy pewne rozważania i wyniki ogólne, które będą dla nas w dziedzinie chemji lekcjami wojennemi.

Wreszcie, rozszerzając nasz punkt widzenia, wykażemy ważność, jaką przedstawia rozwój ogólny Nauki dla przyszłości naszego kraju. Praca ta będzie zawierała cztery części, podzielone na rozdziały:

I. Chemja francuska i zagadnienia wojny.
II. Chemja niemiecka i zagadnienia wojny.
III. Chemja i lekcje wojenne.
IV. Składniki i warunki potęgi narodowej. Nauka i przyszłość.

Uwaga. Pierwsza i druga część odtwarzają wykłady, które autor prowadził w Collège de France, w ciągu roku akademickiego 1919—1920.

PIERWSZA CZĘŚĆ.

Chemja francuska i zagadnienia wojny.

Wojna wybucha. Fala najazdu, pchnięta 2-go sierpnia po przez Belgję gwałconą i mordowaną, dochodzi aż do Marny. Waleczność naszych wojsk odpycha ją aż do rzeki Aisne. Wojna ruchowa ustępuje; trwała ona zaledwie kilka tygodni. Po czterech latach walk okopowych rozpocznie się ona ponownie i przeciągnie aż do uwolnienia kraju i upadku państw centralnych, zmuszonych do poddania na wszelkich warunkach mocarstwom ententy.

Wysiłek był wspaniały, nadludzki. Po Marnie, po przelaniu tak wielkiej ilości krwi, po ogromnem zużyciu broni i amunicji, byliśmy wyczerpani. Trzeba było wzmocnić siły do dalszej walki; będziemy nadal walczyli. Podczas gdy „poilu" będzie trzymał smoka za gardło, na tyłach będziemy się zbroili. Zacznie się walka przemysłowa. Niemcy są pewni że ją wygrają. My również. A jednak wiemy, że nasz słaby przemysł ma naprzeciw siebie potęgę przemysłu niemieckiego i że dla nadmiaru nieszczęścia, nasz pracowity i bogaty sprzymierzeniec, Belgja, jak również nasze departamenty najbardziej przemysłowe, ośrodki cukrownicze i dystylarnie, ośrodki wyrobów wełnianych, tkackie i t. d. są w rękach wroga. Mniejsza o to! Trzeba zwyciężyć lub oddać się w niewolę. Wyzwanie jest przyjęte! Będziemy improwizowali i dokonamy cudów. W przeciągu czterech lat cały naród, mężczyźni i kobiety bez ograniczenia wieku i stanowiska, będą na nogach aż do całkowitego zwycięstwa. Placem walki techników: inżynierów, chemików, elektrotechników, mechaników, robotników specjalistów — będzie odtąd: laboratorjum, warsztat, fabryka. Setkami, tysiącami powstaną na całym terytorjum te ogromne ule współczesne, gdzie nie przestanie panować aż do końca najbardziej gorączkowa i najbardziej patrjotyczna praca. Wielką pociechą był dla nas pewien sukces nader wybitny. Dzięki flocie angielskiej, wspomaganej przez nasze eskadry, posiedliśmy panowanie na morzach i nie wyrwie go nam nawet wojna podwodna, która niewątpliwie

uszczupli nasz tonaż, lecz za to rzuci na blokowane Niemcy ogrom sił Nowego Świata. W ten sposób będziemy mogli zaopatrywać się w surowce lub produkty fabryczne, których nam brak lub będzie brakowało: węgiel, naftę, różne rudy, żelazo lane i stal, piryty, azotany, kwasy, alkohole, węglowodany, fenole, tłuszcze i oleje, kauczuk i t. d. (mówimy tylko o przedmiotach, dotyczących bezpośrednio naszego tematu), podczas gdy Niemcy, dla których Bałtyk jedynie jest otwarty, będą zmuszone, w braku współdziałania neutralnych, liczyć jedynie na swoje własne źródła, do których należy dodać, niestety! zapasy krajów zajętych przez ich armje.

Chociaż zagadnienia postawione przez wojnę chemikom są bardzo liczne i bardzo różnorodne, istnieje u większości z nich ścisły związek co do korzystania z surowców oraz środków realizacji. Stąd wynika ich klasyfikacja, która musi być dość sztuczną i dowolną. Pomimo wszystko sprobujemy ułożyć te zagadnienia sposobem mniej lub więcej racjonalnym w szereg rozdziałów:

Rozdz. I — Chemja i metalurgja.
Rozdz. II — Materjały wybuchowe.
Rozdz. III — Gazy bojowe.
Rozdz. IV — Chemja i aeronautyka.
Rozdz. V — Chemja i maskowanie.
Rozdz. VI — Chemja i służba intendentury.
Rozdz. VII — Chemja i służba zdrowia.
Rozdz. VIII — Zaopatrzenie ludności cywilnej. Urząd przetworów chemicznych i farmaceutycznych.
Rozdz. IX — Zagadnienia różne.

Byłoby pożądanem nie sądzić o ważności różnych zagadnień podług rozmiarów rozdziałów, albo części rozdziałów im poświęconych; ten brak proporcji ma swoje uzasadnienie.

W wielu wypadkach, gdzie istniały liczne sposoby wytwarzania, mniej zależało na wynajdywaniu, niż na masowem wytwarzaniu i najistotniejszą rzeczą było rozwijanie fabrykacji już istniejącej. Zwłaszcza zachodziło to w wypadkach produktów metalurgicznych i materjałów wybuchowych. Dla tych materjałów, pomimo ich ogromnego tonażu, który przewyższał znacznie wszelki inny, ograniczymy się jedynie do krótkiego i ogólnego przedstawienia, wystarczającego dla uwidocznienia zasadniczego punktu, to jest wysiłku produkcji i otrzymanych wyników. Przeciwnie, omówimy bardzo szczegółowo zadania rzeczywiście nowe

i nieprzewidziane, których rozwiązanie wymagało przedewszystkiem wysiłku wynalazczego i zastosowania subtelnych metod naukowych. Takiemi są, między innemi, większość zagadnień postawionych przez wojnę gazową, a jednocześnie liczne kwestje z dziedziny aeronautyki i maskowania. W ten sposób wykaże się uniwersalny charakter zastosowań chemji do wszystkich działów służby wojskowej i cywilnej.

ROZDZIAŁ I*)

Chemja i metalurgja.

Ogólnie uważa się metalurgję za gałąź przemysłu, mającą z chemją tylko nieznaczny związek. Jest to wielki błąd.

Chemja w metalurgji odgrywa główną rolę. Z jednej strony tworzy ona podstawę wszystkich sposobów wydobywania i przekształcania metali; z drugiej strony pozwala zapomocą metod analizy chemicznej, zarówno utożsamiać otrzymane produkty i używane surowce, jak sprawdzać wyniki przyjętych metod pracy, wytwarzając w ten sposób warunki niezbędne dla urzeczywistnienia racjonalnych sposobów fabrykacji.

Uważamy za pożyteczne streścić najpierw tę podwójną rolę chemji w metalurgji.

I.

a) Przygotowanie metali z rud mineralnych wprowadza w grę główne reakcje chemji mineralnej, których badaniem zajmowała się ona podczas długiego okresu czasu. Redukcja tlenków zapomocą węgla i gazów węglowych, rozkład węglanów zapomocą ciepła, utlenianie siarczków zapomocą prażenia, otrzymywanie metali zapomocą strącania, rozpuszczanie metali w pewnych reaktywach, jak cyanki, rozkład elektrolityczny soli rozpuszczonych lub roztopionych — oto reakcje służące za punkt wyjścia dla głównych procesów metalurgicznych. Sposoby nagrzewania, odgrywające tak wielką rolę w metalurgji, opierają się na badaniu utleniania węgla,

*) Dla wydania tego rozdziału korzystaliśmy szeroko ze wskazówek udzielonych nam łaskawie przez naszego kolegę i przyjaciela P. Jerzego Charpy'ego, z Akademji Nauk. Pozwolimy sobie wyrazić mu w tem miejscu nasze głębokie podziękowanie.

równowagi między gazami węglowemi i tlenem oraz przekształceń ciał stałych palnych na ciała palne gazowe. Badanie krzemianów złożonych, warunków ich kształtowania się i ich działania na metale i związki metaliczne pozwala ustalić prawidła użycia szlaki; stopniowa droga kolejnego utleniania różnych pierwiastków, zawartych w roztworze stałym lub płynnym, pozwala przekształcać surowiec na żelazo lub stal, wyłączając węgiel przy pomocy pudlingowania, metodami Martina lub Bessemera, pozwala wyłączyć przy pomocy metody Thomasa fosfor zawarty w surowcu pochodzącym z pewnych rud (Lotaryngja), pozwala odsiarczyć miedź, i t. d., i t. d.

Wszystkie sposoby otrzymywania metali są tylko rozszerzeniem na wielką skalę reakcyj przeprowadzonych w laboratorjum chemicznem; każdej operacji dokonanej w tyglu, którą nazywano dawniej „próbą zapomocą drogi suchej", odpowiada pewien sposób metalurgiczny; dużo tych sposobów zastosowano w przemyśle.

Każdorazowy postęp chemji mineralnej, każdorazowe wprowadzenie nowej zasady lub nowej metody, wywołuje, na skutek tego ścisłego związku, równoległy postęp w metalurgji. Przykładem najbardziej uderzającym i jednocześnie najnowszym jest piec elektryczny Moissana, który prawie natychmiast po opuszczeniu laboratorjum przeszedł do przemysłu, gdzie pozwala w warunkach przedtem nieznanych na otrzymywanie węglików różnych metali, począwszy od aluminium i ziem alkalicznych aż do metali najbardziej opornych, stopów żelaznych i wreszcie samej stali, w produkcji której piec elektryczny jest obecnie poważnym współzawodnikiem starych sposobów.

Rozwój fizyko-chemji oddziaływał prawie natychmiast na metalurgję, a oddziaływanie to było wzajemne. Głębokie przekształcenia, którym podlegają metale pod wpływem działań cieplnych i mechanicznych, które dotychczas pozostawały zupełnie zagadkowemi i które urzeczywistniano jedynie sposobami doświadczalnemi, a i to z wielkiemi wahaniami, znalazły w regułach fizyko-chemji wytłumaczenie tak jasne, że mogły być całkowicie usystematyzowane i śmiało uogólnione, tworząc jedną z najbardziej cennych podstaw polepszenia jakości i własności produktów metalicznych (Le Chatelier, Charpy i t. d.). Badanie licznych stopów metalicznych, których złożoność odbierała odwagę dawniejszym badaczom, mogło być metodycznie uporządkowane po zastosowaniu praw fizyko-chemji i w ten sposób powstała gałąź nowej nauki, *metalografja* (Osmond), pochodna wprost od chemji, a której zastosowania w praktycznej metalurgji były jak najpłodniejsze.

b) Przechodząc teraz do drugiego z punktów widzenia wskazanych powyżej, zaznaczymy ważność roli odgrywanej w metalurgji przez analizę chemiczną w celach utożsamiania, klasyfikacji i kontroli. Tylko przy pomocy długiego szeregu poszukiwań, w następstwie nieskończonej ilości analiz, można było zatrzymać się na tej myśli, dziś zwykłej i zdaje się prawie widocznej, że własności produktów metalicznych są w pierwszym rzędzie funkcją ich składu chemicznego; że różnice zauważone między dwiema próbkami o wyglądzie jednakowym, mają uzasadnienie najczęściej w obecności w jednej z nich ilości niekiedy nader małych pewnych pierwiastków, których nie można się domyślać bez drobiazgowej analizy chemicznej *). Dawniej przypuszczano, że dla otrzymania dobrego gatunku stali, należy używać wyłącznie pewnych rud, którym przypisywano „własności stalowe", podczas gdy inne rudy miały dawać produkt gorszy. Dziś wiemy, że ta różnica niema w sobie nic tajemniczego; że rudy uważane jako gorsze pozostawiają w metalu małe ilości pewnych pierwiastków, które zmieniają własności; że usuwając te pierwiastki zapomocą właściwego działania chemicznego, którego wyniki można sprawdzić zapomocą analizy, otrzymuje się ostatecznie produkt posiadający te same zalety, co i pochodzący z dawnych rud o własnościach stalowych. W ten sposób rozszerzono w znacznym stopniu skalę metali naturalnych, używanych dla otrzymania określonych produktów, dzięki właściwemu użyciu analizy chemicznej, i znaleziono w tej ostatniej cenny środek do podziału metali według ich stanu rzeczywistego, a nie według pochodzenia, często mało znanego.

Ta rola analizy chemicznej, obecnie tak rozpowszechniona, zastosowana w każdej chwili do sprawdzania rud, ciał opałowych, topliwych i przetopionych, różnych produktów skończonych lub będących w przeróbce, okazuje się tak naturalną przy obecnym stanie umysłów, że przestajemy zdawać sobie z niej sprawę, zapominamy o głębokich wstrząśnieniach, spowodowanych przez nią w metodach metalurgicznych, a które nie osiągnęły zresztą jeszcze pełnego stopnia rozwoju. Wpływ metod chemicznych wzrośnie znacznie, gdy kierownicy fabryk metalurgicznych będą posiadali wykształcenie chemiczne bardziej zupełne, nie ograniczone do wiadomości ogólnych i gdy w następstwie nie zadowolnią się żądaniami od laboratorjum wyłącznie określeń liczbowych, których nie

*) Użycie spektroskopu często jest niezbędne. Badania spektroskopowe P. A. de Gramont'a i P. de Wattewille'a oddały w tej dziedzinie cenne usługi.

są w stanie rozważać, przy pozostawieniu chemików w ograniczonej roli wykonawców analiz, nie mogących osiągnąć łączności pomiędzy rezultatami swych pomiarów i wynikającemi z nich praktycznemi następstwami Ścisła współpraca nauki chemicznej i przemysłu metalurgicznego powinna być jeszcze więcej rozwinięta i powinna prowadzić do wyników jeszcze bardziej owocnych.

II.

Podczas wojny metalurgja odegrała ważną rolę zaspakajając bezustannie wzrastające zapotrzebowania artylerji, jak w działa, tak i w amunicję i rozwiązując liczne zagadnienia, narzucone przez rozwój aparatów mechanicznych: samochodów, czołgów, płatowców i t. d Dokonano olbrzymiego wysiłku w tym kierunku; liczni inżynierowie poświęcili się we wszystkich krajach badaniom fabrykacji metalurgicznej. Jednak nie można powiedzieć, by osiągnięto duży postęp techniczny. Nie otrzymano wyników zmieniających orjentację pewnego przemysłu lub gałęzi przemysłu.

Sprawą najbardziej poważną, pochłaniającą umysły badaczów, była sprawa wystarczalności produkcji, mającej pokryć olbrzymie zapotrzebowanie materjałów metalicznych wszystkich rodzajów, spowodowane działaniami wojennemi. We Francji zagadnienie to było specjalnie trudne: najpoważniejsze fabryki były zrujnowane lub zajęte przez wroga, a zwłaszcza zatrważała okupacja bogatego zagłębia de Briey. Trzeba było przedewszystkiem odbudować, przy pomocy srodków okolicznościowych i w krótkim czasie, całkowity przemysł metalurgiczny. Nic więc dziwnego, że nie można było w tym okresie, pomimo całej zużytkowanej energji, otrzymać wyników rzeczywiście nowych, stworzyć sensacyjne wynalazki. Jednak w pracy masowej, pomimo zwiększenia liczby wytwórni metalowych, które przedtem znajdowały się w rękach jedynie kilku specjalistów, doprowadzono do najbardziej drobiazgowego podziału czynności i do uporządkowania sposobów pracy; to zaś było możliwem jedynie przy użyciu metod naukowych. Brak surowców zmuszał do wyciągania korzyści ze wszystkiego. Przed wojną używano do fabrykacji dział i pocisków stopów najczystszych, otrzymywanych z rud szwedzkich; w braku tych materjałów trzeba było zastąpić je innemi, wartości gorszej i przytem nader zmiennej; można było zrobić to jedynie dzięki stałemu i racjonalnemu użyciu chemicznych metod kontroli, które po kilku nieuniknionych próbach empirycznych doprowadziły do celu. Oto wynik, który trudno jest przedstawić jako sensacyjny wynalazek,

a którego pożyteczność była przecież wielka. Równie szczęśliwe wyniki uzyskano w innych ulepszeniach szczegółowych; niewątpliwie znano oddawna własności specjalnych stali z dodatkiem chromu, niklu, tungstenu i t. d.; kiedy trzeba było opancerzać czołgi dla ochrony conajmniej przed kulami, bez zbytniego obciążenia, kiedy trzeba było uczynić lżejszemi silniki lotnicze, wciąż zwiększając ich moc, pozwolić im działać regularniej w warunkach najrozmaitszych temperatur, gdyż pewne części, jak zawory, działają w temperaturze czerwoności, podczas gdy inne części w temperaturach niskich — 30^0 i 40^0, wówczas należało rozpocząć drobiazgowe badania stopów różnych składników, by określić metal najbardziej odpowiedni do każdego poszczególnego użytku *). Na skutek tych badań, których przykłady moglibyśmy tu pomnożyć, wzrastała stopniowo potęga różnych części naszego uzbrojenia.

Zatrzymamy się na powyższem krótkiem przedstawieniu, pozostawiając innym, więcej powołanym w tej dziedzinie i zajmującym się wprost zagadnieniami metalurgicznemi, troskę całkowitego rozwinięcia przedmiotu.

*) Powrócimy do tego tematu szczegółowiej w rozdziale IV (Chemja i lotnictwo).

ROZDZIAŁ II.

Materjały wybuchowe.

Większa część materjałów wybuchowych tworzy się ze związków organicznych nitrowanych. Nitrowanie odbywa się przez działanie kwasu azotowego w obecności kwasu siarkowego, używanego zazwyczaj w dużym nadmiarze. Przedewszystkiem więc omówimy fabrykację tych dwóch bardzo ważnych produktów: kwasów siarkowego i azotowego.

Przemysł materjałów wybuchowych używa pozatem jeszcze kilku rozpuszczalników, głównie alkoholu, eteru i acetonu. Podamy tutaj również kilka przedwstępnych wskazówek dotyczących produkcji alkoholu i eteru, zaś wskazówki dotyczące acetonu omówimy w innym rozdziale.

A. Fabrykacja niektórych półproduktów.

A. Kwas siarkowy.

Zużycie kwasu siarkowego jest częstokroć zupełnie słusznie brane za podstawę przy ocenie rozwoju przemysłu chemicznego danego kraju. I rzeczywiście, mało jest produktów chemicznych, których fabrykacja odbywałaby się bez kwasu siarkowego. Przed wojną większa część jego produkcji we Francji była pochłonięta przez fabrykację superfosfatów, używanych w rolnictwie jako nawozy. Podczas działań wojennych, gdy wiele naszych fabryk było zajętych przez nieprzyjaciela, zapotrzebowania znacznie wzrosły. Oprócz zwykłego zużycia, które starano się skądinąd ograniczyć, potrzeba było ogromnych ilości dla fabrykacji materjałów wybuchowych. Pewna część była odzyskiwana przez zastosowanie specjalnych metod, które wskażemy później (rozdz. IX).

Przed wojną produkowaliśmy rocznie około miljona dwustu tysięcy tonn kwasu sposobem komor ołowianych, zaś nasza fabrykacja kwasu dymiącego zwanego *oleum* (sposobem kontaktu) była bardzo ograniczona (6.000 tonn). Podczas działań wojennych stworzono liczne i potężne nowe zakłady dla oleum jak i dla kwasu z komor ołowianych, i pod koniec wojny nasza całkowita produkcja roczna zbliżała się do dwóch miljonów tonn kwasu z komór i 300.000 tonn oleum. Niezbędne do fabrykacji piryty były w większej części pochodzenia obcego (Hiszpanja, Portugalja, Włochy); dostarczano je częściowo drogą lądową na skutek niebezpieczeństw wojny podwodnej; w 1917 r. nasza krajowa produkcja pirytów wynosiła 270.000 tonn, podczas gdy nasz przywóz wzrósł do 550 000 tonn.

B. Kwas azotowy.

I. Większa jego część przygotowywana była z saletry naturalnej pochodzącej z Chili, którą rozkładano zapomocą kwasu siarkowego; znaczna część naszej produkcji kwasu siarkowego była poświęcona tym operacjom, które pozostawiały jako produkt uboczny dwusiarczan sodu*). Nasza konsumcja saletry przed wojną wynosiła rocznie 320 000 tonn, z których siedem ósmych (280 000 tonn) przechodziło do rolnictwa jako nawozy. W 1916 r. nasz przywóz dosięgnął 540.000 tonn, i prawie całkowicie był pochłonięty przez fabrykację amunicji z wielkim uszczerbkiem dla naszego rolnictwa, które z tego powodu znacznie ucierpiało, tak jak ucierpiało również z braku superfosfatów.

II. Trudności przewozu okrętowego, zwiększone okrutną wojną podmorską, wywołały konieczność zorganizowania syntetycznej fabrykacji kwasu azotowego. Użyto dwóch sposobów: bezpośrednie utlenianie azotu (spalanie azotu) i spalanie amoniaku.

Przed wojną zwłaszcza w Norwegji stosowano utlenianie azotu przy pomocy łuku elektrycznego. Założono więc fabrykę w Pierrefitte (Wysokie Pireneje), produkując dziennie 12 tonn.

W sposobie drugim, najczęściej używanym, utleniano amoniak przy pomocy tlenu w obecności platyny działającej jako katalizator. Ten cenny metal, który sprowadzano w znacznej części z Rosji, stał się coraz trudniejszym do zdobycia, należało więc zarządzić

*) Olbrzymie ilości tej soli, którą trudno było użyć natychmiastowo, zostały nagromadzone lub rzucone w wodę.

ogólną jego rekwizycję. Co się tyczy amoniaku, to produkcja jego przy pomocy dystylacji węgla, zresztą niewystarczająca, była zarezerwowana dla innych potrzeb, przygotowywano go więc działaniem wody pod ciśnieniem na cjanamid wapnia, który to produkt otrzymywano przez utrwalanie azotu na karbidzie wapnia. W związku z tem należało podnieść produkcję karbidu (w piecach elektrycznych), służącego zwłaszcza do wytwarzania acetylenu, którego wielkie ciepło spalania używano, prócz oświetlenia, do rozcinania metali i do ich spajania samorodnego. Azot, jako taki, otrzymywano z powietrza przez jego skraplanie, a następnie przez stopniową dystylację powietrza płynnego; oddzielony tlen służył głównie do nagrzewaczy tlenowodorowych lub tlenoacetylenowych używanych przy przeróbce metali.

Mogliśmy fabrykować podczas wojny więcej niż 60.000 tonn kwasu azotowego drogą syntetyczną. Nasza roczna produkcja cjanamidu, wynosząca przed wojną 8.000 tonn, mogła dosięgnąć liczby 100 000 tonn. Co się tyczy całkowitej produkcji kwasu azotowego, to z 15.000 tonn miesięcznie przed wojną doszła ona do 50.000 tonn w ostatnich miesiącach działań wojennych.

Pewną część kwasu będącego w użyciu odzyskiwano przy pomocy specjalnych urządzeń. Wrócimy później do tego punktu (rozdz. IX).

III. Chociaż zawsze mogliśmy liczyć, pomimo wojny podwodnej i trudności morskiego przewozu, na pewne zaopatrzenie w saletrę chilijską i chociaż używane dwa sposoby syntetycznej fabrykacji kwasu azotowego przez utlenianie bezpośrednie azotu lub przez spalanie amoniaku były zupełnie zadawalające, zagadnienie azotu było tak ważne, że postanowiono zbadać je wszechstronnie i to bez straty czasu.

Przemiana amoniaku na kwas azotowy jest osobliwie łatwą, i gdyby się udało otrzymać łatwo amoniak, zagadnienie postąpiłoby tem samem o wielki krok naprzód. Wiadomo, że wodór łatwo łączy się bezpośrednio z azotem w różnych warunkach Niemieckiej „Badische Aniline-und Soda-Fabrik" udało się zastosować w przemyśle przed wojną słynny sposób Habera, który polegał na łączeniu obydwóch gazów przez ogrzewanie ich mieszaniny do 500° pod silnem ciśnieniem (200 atmosfer i wyżej) w obecności odpowiedniego katalizatora. Podczas wojny Niemcy wytwarzały z amoniaku, otrzymywanego tym sposobem, olbrzymie zapasy kwasu azotowego.

We Francji przeprowadzone na tej drodze staranne próby dały wyniki bardzo zachęcające (Guichard). Stwierdzono, stosownie

BIBL. WOJSK. 16 p.Ul.Wiśp.

do przewidywań według prawa przesuwania równowagi Le Chatelier'go, że zwiększone ciśnienie (1000 atmosfer — Jerzy Claude) znacznie ułatwiało połączenie. I dziś można mieć nadzieję, że wkrótce fabrykacja amoniaku przez bezpośrednie łączenie pierwiastków stanie się we Francji wielkim i pięknym przemysłem.

C. Alkohol i eter.

I. Alkohol C^2H^6O może być otrzymany bądź przez fermentacje różnych węglowodanów i pod tym względem rozróżnia się bądź to wódki naturalne (alkohol otrzymywany przez fermentację winogron, jabłek, gruszek) i alkohol przemysłowy (alkohol ze zboża, z melasy, z buraków i t. d.), bądź to alkohol otrzymany drogą syntezy.

W 1913 r. nasza całkowita produkcja alkoholu czystego wynosiła blisko 3 miljony hektolitrów, z których blizko 9 dziesiątych otrzymano drogą przemysłową. Nasz wywóz przewyższał zawsze wwóz; w 1913 r. 320.000 hektolitrów przeciw 180.000.

Podczas wojny zagadnienie alkoholu było w szczególności trudne. Nieprzyjaciel zajmował część okolic gdzie się znajdowała większość naszych dystylarni. Rozwijając w możliwie najwyższym stopniu wydajność dystylarni niezajętych, zaopatrując je odpowiednio w zbożе i melasę, udało się wyprodukować: 1.600.000 hektolitrów alkoholu w 1914 r., 2.000.000 w 1915 r., 1.500.000 w 1916 r., 1.500.000 w 1917 r. Lecz zapotrzebowanie było jeszcze większe, musiano więc przewozić wielkie ilości: 450.000 hektolitrów w 1915 r., 1.200.000 w 1916 r., 1.400.000 w 1917 r.

Zrobiono liczne doświadczenia w celu fabrykowania alkoholu drogą syntetyczną przy pomocy acetylenu C^2H^2 (pochodzącego z karbidu wapna), przemieniając przedewszystkiem karbid przez stałe działanie wody (przy pomocy roztworów soli
w acetaldehyd C^2H^4O, a następnie poddając działaniu wodoru przy pomocy elektrolizy lub katalizy. Jeżeli te próby nie doprowadziły w swoim czasie do produkcji przemysłowej, należy niemnie jednak przypuszczać, że alkohol otrzymany drogą syntezy ukaże się wkrótce na rynku.

II. Eter C^2H^5-O-C^2H^5 fabrykowano sposobem klasycznym, nagrzewając alkohol z kwasem siarkowym.

Rozchód dzienny alkoholu z tego powodu mógł podnieść się do 400 tonn, zwłaszcza że nie wszystkie fabryki rozporządzały sposobami odzyskiwania części eteru ulatniającej się w powietrze.

Odzyskiwanie eteru jest tylko poszczególnym wypadkiem ogólnego zagadnienia odzyskiwania rozpuszczalników, ulatniających się w powietrze pracowni, które istnieje i w wielu innych przemysłach. Omówimy to pytanie dalej (rozdz. IX).

B. Prochy B.

Prochy B (prochy bezdymne, prochy miotające) powstają z żelatynowania przy pomocy różnych rozczynników (mieszanina alkoholu, eteru, acetonu i t. d.), bawełny strzelniczej, t. j. mieszaniny nitrocelulozy, wynikającej z nitrowania bawełny. Po wydzieleniu większej części rozpuszczalnika, produkt ostateczny zawiera go tylko w małej proporcji, niezbędnej zresztą dla podtrzymania charakterystycznych własności prochu.

Plan mobilizacyjny, przyjęty we Francji i w Niemczech dla wojny krótkotrwałej, przewidywał dzienną fabrykację do 24 tonn. W miarę przeciągania się wojny zapotrzebowanie bezustannie wzrastało i to w ogromnym stosunku. W lipcu 1917 r. produkcja dzienna była blizką 500 tonn. Produkcja całkowita podczas trwania działań wojennych wyniosła 310.000 tonn, do których należy dodać 120.000 tonn sprowadzonych ze Stanów Zjednoczonych.

Wspomnimy tytułem porównania, że proch miotający angielski t. zw. kordyt, tworzący się z mieszaniny nitrocelulozy (60%) i nitrogliceryny (30%), żelatynizowanych przez aceton (lub także przez mieszaninę alkoholu i eteru), który produkowano przed wojną w ilości 15 tonn dziennie (większa część przeznaczona dla marynarki), — dosięgnął podczas działań wojennych produkcji dziennej 300 tonn. Pomimo wszelkich usiłowań fabrykacji prochy B są zawsze produktami niestałemi, rozkładającemi się samodzielnie i powoli w zwykłej temperaturze, wydzielając przytem różne gazy: gaz węglowy, tlenek węgla, azot, podtlenek azotu, dwutlenek azotu, metan, wodór. Możliwem jest zmniejszyć psucie się a tem samem przedłużyć „życie" tego prochu, wcielając doń małe ilości takich materjałów, jak alkohol amylowy, mocznik, dwufenylamina i t. p. Przed wojną utrwalano we Francji prochy B przy pomocy alkoholu amylowego lub dwufenylaminy. W czasie działań wojennych utrwalanie prochów, przeznaczonych dla artylerji lądowej było bezużyteczne z powodu prędkiego ich wystrzeliwania, utrwalano więc jedynie prochy przeznaczone dla marynarki, które musiały pozostawać krócej lub dłużej w prochowniach okrętów, pod różnemi geograficznemi szerokościami i częstokroć w temperaturze znacznie wyższej, niż najwyższa temperatura naszych okolic.

C. *Materjały wybuchowe właściwe.*

I. Są to materjały wybuchowe kruszące, przeznaczone do nabijania pocisków. Tworzą je głównie węglowodory aromatyczne nitrowane, albo fenole nitrowane (torpedy i miny podwodne są naładowane innym materjałem wybuchowym kruszącym, bawełną strzelniczą, która, jak już widzieliśmy, tworzy podstawę prochów B).

Dystylacja węgla w piecach koksowych metalurgicznych z regeneracją produktów ubocznych jest zwykłym źródłem aromatycznych węglowodorów i fenolów. Jeżeli w Niemczech produkowano ogromne ich ilości, głównie mając na celu produkcję barwników, we Francji przemysł ten był zaniedbany i trzeba było pośpiesznie założyć koksownie z urządzeniami do zbierania wszystkich produktów. Tak więc początkowo wydzielano benzol i toluol z angielskich benzolów. Następnie podniesiono znacznie produkcję przy pomocy odbenzolowywania gazu świetlnego, który można było pozbawić jego węglowodorów nie osłabiając znaczniej siły światła dzięki używaniu palników żarowych.

Pomimo wszystko dystylacja węgla nie dostarczała dostatecznej ilości benzolu i toluolu, trzeba więc było uciec się do pewnych olei skalnych, szczególniej z Borneo, zawierających znaczną ilość tych dwóch węglowodorów (jak również ksylolu), które były już zresztą przerabiane w tym celu przez Niemców.

Benzol C^6H^6 służył przedewszystkiem do przygotowywania fenolu C^6H^5OH, którego nitrowanie prowadziło do melinitu (kwas pikrynowy albo trójnitrofenol $C^6H^2{<}^{OH}_{(NO^2)^3}$). Fabrykowano więc fenolu do 450 tonn dziennie *), gdy przed wojną produkcja dzienna wynosiła jedną tonnę, przeznaczoną zresztą nie do fabrykacji melinitu, lecz do fabrykacji środków medycznych (produkty salicylowe). Prócz kwasu siarkowego, niezbędnego do sulfonowania, operacje pochłaniały między innemi produktami ogromne ilości sody gryzącej, której produkcję należało zapewnić; pewna część była otrzymywana przy pomocy ługowania węglanu sodu, a reszta przez elektrolizę soli morskiej. Osady przy fabrykacji fenolu zawierały głównie siarczyn sodu, którego pewna część znalazła użycie w kilku rzadkich wypadkach (oczyszczanie tolu), a którego resztki zazwyczaj wyrzucano w wodę.

Również zorganizowano wydobywanie fenolu (jak również krezolu) z dziegciu węglowego, co również podniosło produkcję.

*) Jedna tylko fabryka (Société Chimique des Usines du Rhône) produkowała 150 tonn dziennie.

Przed wojną fabrykowano melinitu około jednej tonny dziennie z fenolu, który zresztą otrzymywano z zagranicy. Podczas działań wojennych wydajność dziennej produkcji mogła dosięgnąć 500 tonn. Całkowita produkcja podczas wojny wyniosła 230.000 tonn. W Anglji produkcja dosięgła 150 tonn dziennie.

Produkcja tolu (trójnitrotoluolu $C^6H^2 \begin{matrix} CH^3 \\ (NO^2)^3 \end{matrix}$ początkowo była nieznaczna (150 kilogr. dziennie).

Powoli podniosła się ona do 60 tonn dziennie. Całkowita produkcja wyniosła 40.000 tonn. W Anglji produkcja roczna podniosła się do 160 tonn dziennie.

II. Fabrykowano jeszcze wiele innych materjałów wybuchowych. Oprócz zwykłego czarnego prochu i nitrogliceryny*) (dynamit), używanych szeroko przed wojną w wojsku i górnictwie; oprócz nitrokrezolu (krezolitu) i nitroksylolu (ksylitu); oprócz panklastytów, mieszaniny nadtlenku azotu**) i dwusiarczku węgla lub węglowodorów, któremi napełniano bomby aeroplanów; oprócz piorumianu rtęci (dla kapsli) — należy wymienić specjalnie produkcję 130 000 tonn materjałów wybuchowych azotowych (których typ był pewną mieszaniną nitronaftalinu i azotanu amoniaku) i 100.000 tonn materjałów wybuchowych chloranów (przeznaczonych przedewszystkiem dla potrzeb sztuki inżynieryjnej w wojnie podkopowej).

III. Nie można było mieć nadziei, żeby obracanie tak wielkiemi ilościami materjałów nader niebezpiecznych obywało się bez wypadków. Powstawały okropne katastrofy, które pociągały liczne ofiary na miejscu i nawet na odległość***).

Wiele było spowodowanych wybuchem składów melinitu. Wybuchy przypisywano oprócz pożarów, obecności śladów pikratów metalicznych, pomiędzy któremi pikrat ołowiu jest najbardziej niebezpieczny. Zabroniono więc bezwzględnie w fabrykach melinitu

---

*) Gliceryna była otrzymywana metodą klasyczną przez zmydlanie ciał tłustych.

**) Przygotowywano nadtlenek azotu NO^2 redukując kwasy pozostałe po fabrykacji bawełny strzelniczej zapomocą siarki w łagodnej temperaturze. W ten sposób produkowano go w chwili zawieszenia broni do 30 tonn dziennie, odpowiadających około 50 tonnom panklastytu.

***) Pomiędzy najbardziej sławnemi ofiarami wymienimy P. Lemault'a, profesora chemji z Wydziału Nauk w Lille, który zginął podczas katastrofy w Pallice, spowodowanej wybuchem wielu setek tonn melinitu (1 maja 1916 r.). Również jesteśmy obowiązani wspomnieć p. Dautriche'a, wysokiej wartości inżyniera prochów, który zginął w Chedde na początku wojny (1914 r.) wskutek wybuchu wielkiej ilości nadchloranów podczas fabrykacji.

używania ołowiu pod jakiemikolwiekbądź postaciami (rury, aparaty, produkty).

Zaznaczymy również, że obecność węglików etylowych w węglowodorach panklastytów do bomb lotniczych spowodowała kilka razy przedwczesne wybuchy; zostało więc bezwzględnie zapewnione przedwstępne ich usunięcie przy pomocy specjalnego chemicznego działania.

Spostrzeżenia podane powyżej i liczby tam wymienione są wystarczająco wymowne. Pod światłym impulsem kierownictwa generalnego prochów (Direction générale des Poudres) został dokonany potężny wysiłek zarówno w przemyśle prywatnym, jak i w zakładach państwowych, a otrzymany wynik był świetny.

Oto na zakończenie kilka wskazówek dotyczących personelu. Skład personalny fabryk prochu, w chwili zawieszenia broni, był następujący:

Generalni inspektorowie wojskowi: 8 (z tych 4 z rezerwy);

Wojskowi inżynierowie prochów: 36 (z tych 13 dyrektorów zakładów);

Technicy, chemicy i rachmistrze wojskowi prochów: 120;

Niżsi wojskowi technicy prochów: 278;

Inżynierowie pomocnicy: 14 (w tem 2 chemików);

Oficerowie przydzieleni: 195 (w tem 24 lekarzy i aptekarzy, oraz 7 chemików);

Kierownicy oddziałów: 652 (w tem 131 chemików);

Kierownicy brygad: 652 (w tem 70 chemików);

Chemicy laboratoryjni: 58;

Robotnicy: 90.000 (wobec 7.000 stanu pokojowego)

Nie zatrzymamy się dłużej na tem głównem zagadnieniu materjałów wybuchowych. Pozostawiamy zaszczyt opracowania go w całej rozciągłości tym, którzy, trwając podczas wojny w dziele dawno rozpoczętem, bezustannie poświęcali mu całą swą wiedzę i energję.

Służba prochów i materjałów wybuchowych, w ogólnych zarysach swego działania, podlegała bezustannemu rozwojowi prawie aż do końca wojny. Poniżej podajemy rzut oka na jej organizację w chwili pełnej wydajności, z nazwiskami pewnej ilości osób, wyliczonych nieco pobieżnie, które zajmowały się badaniem lub wytwarzaniem.

Generalny kierownik służb (Directeur général des services).

Kontroler generalny P. Mauclère, z pomocnikiem kontrolerem generalnym Dueru; doradca techniczny, generalny inspektor Barral, szefowie służb, generalny inspektor Biju-Duval; główni inżyniero-

wie prochów Patart, Briotet i Vennin; inżynierowie górnicy Breynaert i Solente; główny inżynier mostów i dróg Grimpret.

Inspektorzy i inżynierowie prochów, różni oficerowie służby czynnej: p.p. Vieille (sławny wynalazca prochu B), Hérisson-Laparre, Lheure, Thibeaudeau, Dautriche, Koehler, Ribaillier, Blanc, Prangey-Marqueyrol, Olié, Caron, Muraour, Hascoet, Argant, Loriette, Chartron, Billardon, Bruley i t. d.

Cywilni lub zmobilizowani: P.P. Haller (przewodniczący Komisji Materjałów Wybuchowych); Berger, Pascal, Lefèvre, Béhal, Sabatier, Lespieau, Mailhe, Blaise, Moureu, Grignard, Cavalier, Ader, Guyot, Fraysse, Lemoult, Kling, Grillet, Poulenc, Enselme, Hennebutte, Carré, Darzens, Loyer, Auger, Landrieu, Valeur, Fauconnier, Sommelet, Masson, Leroux, Marquis, Freundler, Landrin, Rogemont, Mignonac, Tissier, Delange, Bourion, Butterlin, Dubrisay, Jolibois, Courtois, de Nervo, i t. d., i t. d.

ROZDZIAŁ III.

Gazy bojowe.

WSTĘP.

Umowa haska z dnia 29 lipca 1899 r. zabroniła wszystkim narodom europejskim używania pocisków „mających jako jedyny cel rozprzestrzenianie gazów trujących lub szkodliwych".

A jednak dnia 22 kwietnia 1915 r. około godz. 5 po poł. gęsta chmura ciężkich oparów koloru zielono-żółtego wypełzła z niemieckich okopów między Bixschoote i Langemark w Belgji i, popychana wiatrem, pochłonęła linje sojuszników; za chmurą tą posuwały się zastępy wrogów, zionące ogniem karabinowym.

Cała dywizja francuska była zniszczona. Bez żadnej ochrony, pomimo kaszlu i strasznego duszenia, wielu żołnierzy trzymało się mocno wobec fali niemieckiej, lecz bohaterski swój opór przepłaciło życiem.

Oto Niemcy rozpoczęli pierwsi wojnę gazową przez nowe jawne pogwałcenie swych międzynarodowych zobowiązań.

Zanim wejdziemy na historyczną drogę faktów, które były następstwem tego ważnego wydarzenia, niezbędnem jest podanie kilku wiadomości technicznych.

Przedewszystkiem: co to jest „gaz"?

Z punktu widzenia użycia go na polu bitwy, „gaz" jest to ciało lotne lub mieszanina bądź to gazów właściwych, bądź to płynów skroplonych lub parujących, bądź ciał stałych sproszkowanych, które czynią atmosferę trującą lub niemożliwą do oddychania. Rzeczywiście wojna gazowa wykorzystuje działania różnych substancyj chemicznych na organizm ludzki.

Stosownie do objawów tych działań, klasyfikujemy produkty na liczne kategorje, przyczem niektóre ciała mogą należeć do jed-

nej lub do kilku kategoryj. Rozróżniamy więc podług ich charakterystycznego działania:

1) gazy duszące, które przez działanie na system płucny wywołują kaszel i mogą spowodować śmierć przez uduszenie z powodu ran płucnych;

2) gazy trujące, które przenikając do organizmu i tam dosięgając pewien organ zasadniczy, powodują w dalszym następstwie ogólne zaburzenia; jedne z nich naprzykład działają osobliwie na system nerwowy, inne na czerwone ciałka krwi;

3) gazy łzawiące, które przez działanie na oczy powodują łzawienie wskutek czego człowiek nie jest w stanie widzieć przez krótszy lub dłuższy przeciąg czasu;

4) gazy żrące, które przez działanie na skórę wywołują bądź swędzenie, bądź głębsze objawy naskórne, jak pojawienie się bąbli i które działając na różne błony śluzowe, zwłaszcza dróg oddechowych, mogą wywołać tam analogiczne obrażenia;

5) gazy powodujące kichanie, któremu towarzyszą objawy drugorzędne: podrażnienie gardła i łzawienie oczu, ból w nosie i szczękach.

Gazy duszące i trujące były uogólnione podczas wojny pod wspólnem mianem „trujących", ponieważ obydwa były zdolne spowodować śmierć. Taksamo było i z niektóremi innemi ciałami zdolnemi do zabicia człowieka, pomimo że ich główne własności fizjologiczne były żrące lub wywołujące kichanie.

Z innego punktu widzenia „gazy" dzielą się jeszcze na dwie kategorje: są one znikające lub trwałe, zależnie od długości czasu, podczas którego utrzymują się na ziemi. Te własności są zużytkowywane przez artylerzystów dla osiągnięcia zamierzonych wyników. A więc przecięcie pewnej drogi przez gaz może być otrzymane zapomocą pocisków o własnościach trwałych; naodwrót bombardowanie pozycji, która następnie ma być zdobywana szturmem, powinno być wykonane pociskami naładowanemi gazem znikającym.

I. ORGANIZACJA WOJENNEJ SŁUŻBY CHEMICZNEJ.

Rozpoczęcie przez Niemcy wojny gazowej zastało Francję nieprzygotowaną. W tej chwili francuska armja nie posiadała wśród swoich materjałów wojennych ani pocisków gazowych, ani też aparatów ochronnych: trzeba było wszystko stworzyć, wszystko zorganizować, tak „w kraju" jak i „na froncie".

A. Organizacja w kraju.

Badania użycia gazów zostały początkowo powierzone Służbie Inżynierji i Saperów.

Dnia 28 kwietnia 1915 r. pod przewodnictwem generała Curmera zebrała się komisja, w której brała udział pewna ilość oficerów i uczonych. Została ona zamieniona w początkach czerwca przez komisję t. zw. Wojennych Badań Chemicznych pod przewodnictwem p. Weissa, dyrektora kopalń w Ministerjum Robót Publicznych. W skład komisji wchodzili przemysłowcy, oficerowie i uczeni; w sierpniu 1915 r. podzieliła się ona na trzy podkomisje:

1⁰ badań na froncie: przewodniczący p. Kling, dyrektor laboratorjum miejskiego w Paryżu;

2⁰ badań zaczepnych: przewodniczący prof. Moureu, członek Instytutu;

3⁰ badań ochronnych: przewodniczący prof. Vincent, lekarz-inspektor wojska.

Przedsięwzięte badania wykazały w krótkim czasie, że gazy będą przedewszystkiem używane w pociskach a nie w falach i sprawa została oddana 1-go lipca 1915 r. do Służby Artylerji, do istniejącego w tym czasie Podsekretarjatu Państwowego Artylerji i Amunicji, świeżo zorganizowanego przez p. Alberta Thomasa. Fabrykacja, która dotychczas była powierzona Technicznej Sekcji Służby Inżynierji, została oddana obecnie Kierownictwu Wojennych Materjałów Chemicznych (Direction du Matériel chimique de Guerre).

Wreszcie dn. 17 września 1915 r. dekret ministerjalny ustanowił Służbę Materjałów chemicznych (Service du Matériel chimique), która w swych głównych linjach przetrwała całą wojnę.

Służba ta została oddana pod kierownictwo generała zastępcy z Podsekretarjatu Państwowego Artylerji i Amunicji (generała Ozila) i zawierała:

1⁰ organ badań: Inspektorat Badań i Doświadczeń Chemicznych (Inspection des Etudes et Expériences chimiques);

2⁰ organ fabrykacji: Kierownictwo Materjałów Wojennych Chemicznych (Direction du Matériel chimique de Guerre).

A. Organ badań.

Inspektorat Badań i Doświadczeń chemicznych został powierzony pułkownikowi Perret'mu mianowanemu później generałem; głównym sekretarzem był sierżant Terroine z laboratorjum fizjologicznego Collège de France, dziś profesor fizjologji ogólnej na Uniwersytecie Strasburskim.

Urzędowi temu powierzono poszukiwania i badania modeli aparatów ochronnych i produktów trujących nadających się do użycia, oraz ustalenia sposobów fabrykacji.

Inspektor był przewodniczącym dwóch komisyj badań chemicznych, z których jedna nosiła nazwę Sekcji Produktów Zaczepnych, a druga Sekcji Ochrony, składających się każda z dziesięciu członków.

Sekcja Produktów Zaczepnych (Section des Produits agressifs), która zajmowała się poszukiwaniem produktów do napełniania pocisków lub używania w postaci fal, posiadała skład następujący:

Przewodniczący: Generał Perret;

Wice-przewodniczący: P. Moureu, członek Instytutu i Akademji Medycznej, profesor w Collège de France;

P. Bertrand, profesor Sorbony, szef służby w Instytucie Pasteura.

P. Gringard, korespondent Instytutu, laureat nagrody Nobla, profesor Uniwersytetu Lugduńskiego.

P. Job, profesor Narodowego Konserwatorjum Sztuk i Rzemiosł.

P. Kling, dyrektor Paryskiego Laboratorjum Miejskiego.

P. Lebeau, profesor Paryskiego Wydziału Farmaceutycznego.

P. Maquenne, członek Instytutu, profesor Muzeum; dymisjowany w początkach 1916 r. i zastąpiony przez p. Délépine'a, profesora Paryskiego Wydziału Farmaceutycznego.

P. Simon, profesor Muzeum.

P. Urbain, profesor Sorbony.

Sekretarz: prof. Terroine.

Skład Sekcji Ochronnej (Section de Protection) był następujący:

Przewodniczący: Generał Perret.

Wice-przewodniczący: P. Achard, członek Akademji Medycznej, profesor Paryskiego Wydziału Medycznego.

Doktór Banzet, były szef kliniki przy Wydziale Medycznym w Paryżu.

P. Bertrand, profesor Sorbony, szef służby w Instytucie Pasteura.

P. Desgrez, profesor Paryskiego Wydziału Medycznego.

P. Lebeau, profesor Paryskiego Wydziału Farmaceutycznego.

Dr. Flandin, były szef kliniki przy Wydziale Medycznym w Paryżu.

P. Vincent, profesor z Val-de-Grâce, lekarz-inspektor wojska.

Jeden lekarz wojskowy, przedstawiciel Naczelnego Dowództwa (naczelny lekarz Dopter, następnie naczelny lekarz Raymond).

Jeden aptekarz wojskowy, przedstawiciel państwowego Podsekretarjatu Służby Zdrowia (naczelny aptekarz Pellerin, później naczelny aptekarz Gauthier).

Sekretarz: prof. Terroine.

Łączność między obydwoma sekcjami była zapewniona przez przewodniczącego, sekretarza i dwóch wspólnych członków.

Ponadto było w najwyższym stopniu ważnem by przedsięwzięte badania odpowiadały natychmiast i dokładnie potrzebom armji; dlatego też dowództwo było od samego początku reprezentowane w sekcjach przez oficerów, którzy kierowali Służbą Gazów Naczelnego Dowództwa. Od 1917 r. misję tę powierzono generałowi Fetterowi.

Później, jak to zobaczymy, łączność z wojskami sprzymierzeńców i ich służbami chemicznemi była utrzymywana przez regularnie przydzielanych przedstawicieli.

Inspektor badań i doświadczeń chemicznych rozporządzał, oprócz członkami sekcji, pewną liczbą oficerów, lekarzy, którym zależnie od ich kompetencji powierzał: badania zapalników, pocisków, różnych przyrządów i aparatów, przygotowania doświadczeń na strzelnicach i t. d.

Laboratorja. Poszukiwania odbywały się w 16 laboratorjach. Każdy dyrektor laboratorjum po ukończeniu odpowiedniego badania posyłał raport do generała-inspektora, który oddawał go do przestudjowania zainteresowanej sekcji i otrzymane wyniki przedkładał ministrowi. Laboratorja te były następujące:

13 laboratorjów poszukiwań chemicznych, mających na celu badanie substancyj zaczepnych:

Prof. Moureugo, początkowo na Wydziale Farmaceutycznym, następnie w Collège de France; główni współpracownicy: Bongrand, Lepape, Dufraisse, Lazennec, Rigaut, Boismenu, Nomblot, Robin, Etienne, Volmar, Mignonac, Pougnet, Brown (wojsko amerykańskie), Boutonnet. [To laboratorjum było w końcu 1917 r. powiększone przez 3 laboratorja dodatkowe: Prof. Bougault'a (Wydział Farmaceutyczny); Prof. Tiffeneau (Wydział Medyczny); Prof. Valeura (Wydział Farmaceutyczny)].

Prof. Bertrand'a, w Instytucie Pasteura; główni współpracownicy: Javillier, Sazerac, pani Rozenblatt;

Prof. Delépine'a na Wydziale Farmaceutycznym; główni współpracownicy: Douris, Ville, Fleury, Lafore, Alligier, Carpentier, Duval, Razous;

Prof. Grignard'a w Sorbonie; główni współpracownicy: Rivat, Toussaint, Ed. Urbain, Scatchard (wojsko amerykańskie), D. Simon, Gérard, Bardet;

Prof. Joba w Konserwatorjum Sztuk i Rzemiosł; główni współpracownicy: Lefranc, Goissedet, Guinot;

Prof. Klinga w Laboratorjum Miejskiem; główni współpracownicy: Florentin, Chelle, Schmutz, Lassieur, Huchet, Digand, Jacob, Lhermitte, Pero, Petit, Vernerd;

Prof. Simona w Szkole Normalnej Wyższej; główni współpracownicy: Mauguin, Boulin, Guyot, Levaillant, Chavanne, Darmois;

Prof. Tassillyego, w Paryskiej Szkole Fizyki i Chemji Przemysłowej; główni współpracownicy: Savès, Lévy-Bruhl, Pénau, Richard, Roux;

Prof. Urbaina, w Sorbonie; główni współpracownicy: Guichard, Boulanger, Vavon, Bancelin, Job, Cornee, Cheneveau, Contagrel, Scal, Ed. Urbain, A. Karl, Bertinet, Roby;

Laboratorjum analiz wnętrzności zatrutych gazami, oraz laboratorjum ochrony indywidualnej: Profesora Lebeau, na Wydziale Farmaceutycznym; główni współpracownicy: Defacqz, Lantenois, Damiens, Picon, Bedel, Courtois, Laudat, Dumesnil, Lormand, Voisin, Allard, Sellier, Guffroy, Arquet, Lefèvre, Varin, Brustier, Pointet;

Laboratorjum Ochrony Zbiorowej: Prof. Desgrez'go na Wydziale Medycznym; główni współpracownicy: Guillemard, Labat, Savès, Hemmerdinger (niektóre zagadnienia ochrony były studjowane w laboratorjum Prof. Tassilly'ego);

Laboratorjum Fizjologiczne: dr. Mayera (obecnie profesora uniwersytetu Strasburskiego), w Collège de France; główni współpracownicy: Magne, Plantefol, Fauré-Frémiet, Guyiesse, Vlès;

Laboratorjum Terapeutyczne: laboratorjum prof. Achard'a na Wydziale Medycznym; główni współpracownicy: Flandin, Desbouis, Leblanc, Rouillard, Binet, Ribot.

Pola doświadczalne. Liczne pola doświadczalne umożliwiły pracę w terenie:

Poligon Satory (Seine-et-Oise), dla doświadczeń ochrony jednostkowej i zbiorowej, z miotaczami płomieni, z małym wydzielaniem gazów;

Poligon Entressen (ujście Rodanu), zbudowany w 1918 r. dla doświadczeń z wydzielaniem dużej ilości gazów i wielkich doświadczeń z ogniem artylerji;

Poligon Fontainebleau dla strzelania artyleryjskiego na średnie odległości;

Poligon Vincennes dla doświadczeń ochrony koni i prób eksplodowania pocisków.

B. Organ fabrykacji.

Organizacja stworzona dnia 17 września 1915 r. nie wniosła żadnych zmian do organizacji, założonej dn. 1-go lipca tegoż roku. Na miejsce generała Ozila, kierownikiem Materjałów Chemicznych mianowano pułkownika Vineta (zmienionego w maju 1918 r. przez podpułkownika Taffanela).

Kierownictwo Wojennych Materjałów Chemicznych posiadało jako organy wykonawcze: Centralny Zakład Wojennych Materjałów Chemicznych (Etablissement central du Matériel chimique de Guerre), Sekcję Techniczną i Przemysłową oraz warsztaty ładowania specjalnych pocisków, założone przy parku artyleryjskim na placu Vincennes.

Centralny Zakład Wojennych Materjałów Chemicznych, na czele którego stał major Papon, od dnia 1-go lipca 1915 r. obejmował służbę techniczną i administracyjną, laboratorja i warsztaty ładowania cylindrów do wytwarzania fal. Zakładowi również powierzono: zakup surowców, zawieranie umów na fabrykację przyrządów ochronnych, sprzętu do wypuszczania gazów, miotaczów płomieni, przyjmowanie gotowych tych przyrządów, wysyłanie ich na front i przekazywanie sprzymierzeńcom. Zakład posiadał trzy laboratorja:

1° Laboratorjum kontrolne dla fabrykacji aparatów ochrony przeciwgazowej, kierowane przez profesora Lebeau;

2° Laboratorjum odbiorcze różnych produktów chemicznych, niezbędnych dla zakładu, kierowane przez profesora Delépine'a;

3° Laboratorjum odbiorcze niektórych surowców i różnych elementów masek, kierowane przez majora Cellerier'go (Konserwatorjum Sztuk i Rzemiosł).

Sekcja techniczna i przemysłowa, powierzona 1-go lipca 1915 r. kapitanowi Culevette'owi, następnie w 1917 r. majorowi Bollaert'owi, później w 1918 r. majorowi Perrot'owi, miała za zadanie organizowanie fabryk produktów zaczepnych. Rozporządzała ona laboratorjum profesora Delépine'a dla kontrolowania wytwarzanych produktów.

Założono dwa warsztaty do ładowania pocisków: jeden w Vincennes dla pocisków zapalających, łzawiących i dymiących, a drugi na forcie Aubervilliers dla pocisków trujących. Laboratorjum kontrolne ładowania pocisków zostało utworzone w Sorbonie (Dyrektor: prof. Urbain).

Wreszcie dn. 1-go czerwca 1918 r. po puszczeniu w ruch nowych warsztatów w Pont-de-Claix i Salaise, utworzono trzecią

służbę, którą powierzono kapitanowi Schmidtowi: sekcję centralną warsztatów ładowania, która objęła kierownictwo nad wszystkiemi warsztatami, ładującemi pociski gazowe.

W tej organizacji, której doskonałość została wykazana podczas wojny osiągniętemi rezultatami, generał Ozil, którego wysoką inteligencję, szerokość poglądów i zmysł decyzji każdy może ocenić, — potrafił nawiązać bezustanną łączność między organami badającemi a służbą fabrykacji i otrzymać od każdego z tych organów maximum wydajności.

B. Organizacja na froncie.

Dnia 23-go kwietnia 1915 roku, nazajutrz po ataku gazowym niemieckim, na żądanie Naczelnego Dowództwa, minister wojny w porozumieniu z prefektem policji postanowił wysłać natychmiast na front p. Klinga, dyrektora Laboratorjum Miejskiego, dla zbadania sprawy na miejscu. W następstwie Naczelne Dowództwo powierzało i nadal p. Klingowi przeprowadzanie wszelkich badań dotyczących nowych broni używanych przez nieprzyjaciela: przyrządów do gazów, pocisków zapalających i bomb lotniczych. P. Kling stworzył organizację informującą N. D. o istocie produktów używanych podczas każdego ataku. Początkowo po otrzymaniu zawiadomienia o ataku, p. Kling (lub jeden z jego pomocników, najczęściej p. Florentin) udawał się na miejsce i zbierał wszystkie szczegóły potrzebne do badania. Towarzyszył mu lekarz-szef zainteresowanego centrum medyczno-prawnego organizmu stworzonego dla badań gazów bojowych z punktu widzenia medycznego; ten lekarz dostarczał mu dokumentów natury medycznej i dokonywał pobrania próbek wnętrzności dla analiz toksykologicznych.

Gdy liczba ataków gazowych szybko zaczęła wzrastać, p. Kling nie był w stanie przeprowadzać poszukiwań na froncie przy jedynej pomocy lekarzy z Centrów medyczno-prawnych; stworzono więc „oficerów-chemików“ armji. Tym oficerom-chemikom, przydzielonym do sztabów artylerji armji, polecono zbierać na polu walki niewybuchnięte pociski niemieckie i wysyłać je do Laboratorjum miejskiego w Paryżu. Rozporządzali oni małym labotatorjum, umieszczonym na tyłach w niewielkiem miasteczku, gdzie mogli rozbierać znalezione pociski i dokonywać pobieżnych prób chemicznych. Również zajmowali się pobieraniem na polu bitwy próbek gazów i ziemi zanieczyszczonej gazami.

Dzięki tej organizacji można było w przeciągu kilku dni dać znać N. D. o istocie nowych produktów używanych przez nieprzy-

jaciela, jak i o jego taktyce zastosowanej w ataku. P. Kling wysyłał jednocześnie dwa jednakowe raporty do generała Ozila i generała inspektora Badań i Doświadczeń Chemicznych.

Z czasem rola centrów medyczno-prawnych została zmieniona i rozszerzona.

Lekarze z centrów medyczno-prawnych mieli powierzone wspólnie z oficerami-chemikami przeprowadzanie badań, dotyczących niemieckich ataków gazowych. Zbierali oni nadal wnętrzności ludzi zatrutych, lecz wysyłali je nietylko do Laboratorjum Miejskiego, lecz również do Inspektoratu Badań i Doświadczeń chemicznych, do Laboratorjum Toksykologicznego (profesora Lebeau), i do Laboratorjum Fizjologicznego (profesora Mayera). Do ich obowią ów należała również opieka nad ochroną armji przeciw gazom, a w szczególności określanie wartości masek tych oddziałów, które wytrzymały poważne ataki gazowe, oraz rozszerzanie przez odczyty i ćwiczenia wiadomości o zabezpieczeniu się przeciw gazom. Ci oficerowie zbierali się pozatem perjodycznie w Inspektoracie Badań i Doświadczeń Chemicznych na konferencje z profesorami i oficerami tegoż inspektoratu, którym powierzono badania ochrony. Przynosili oni z armji obserwacje, dotyczące różnych typów używanych przyrządów i zarazem zaznajamiali się z odkryciami z punktu widzenia fizjologicznego w dziedzinie ochrony zarówno jednostkowej jak i zbiorowej. Odpowiednie odczyty były wygłaszane dla tych oficerów przez specjalistów z Inspektoratu Badań i Doświadczeń Chemicznych, a w szczególności przez kapitanów: Bied-Charretona i Gautherona, profesorów: Desgrez'go, Lebeau, Mayera, Terroine'a i doktorów: Banzet'go i Flandina.

C. *Łączność między organizacjami wewnątrz kraju i na froncie.*

Oprócz łączności zaprowadzonej przez p. Klinga przez oficerów N. D., którzy uczestniczyli na zebraniach sekcji zaczepnej i ochronnej i przez odczyty dla lekarzy z centrów medyczno-prawnych, wymienimy jeszcze ważne zadanie kapitana Nebout. Oficerowi temu, który w Inspektoracie Badań i Doświadczeń Chemicznych zajmował się zagadnieniami z dziedziny artylerji, N. D. poleciło dokonać objazdu i wygłosić szereg odczytów. Kpt. Nebout objeżdżał stale leża wojskowe przez trzy lata i wygłosił przeszło 400 odczytów, dotyczących taktyki walki gazami.

Dodamy wreszcie, że sztaby różnych jednostek informowały się często w Inspektoracie Badań i Doświadczeń Chemicznych, co do użycia gazów dla prowadzenia operacji.

D. Łączność między służbą francuską i wojskami sprzymierzonemi.— Stosunki międzysojusznicze.

I. Łączność między francuskiemi siłami badań i wojskiem angielskiem, była zapewniona przez liczne misje doktora Flandina i przez stosunki, które się zawiązały między służbami francuskiemi i Centralnem Laboratorjum N. D. brytyjskiego.

Łączność między służbami francuskiemi i wojskiem amerykańskiem była początkowo nawiązana przez P. Terroine'a, który w końcu września 1917 r., na żądanie Sztabu Generalnego amerykańskiego, został przydzielony do gen. Fries'a, Szefa Służby Gazowej amerykańskiej, w celach fachowej pomocy oraz łączności.

II. Karczowanie terenu, tak nowego dla narodów sprzymierzonych, mogło się dokonywać z maximum wydajności jedynie dzięki stosunkom regularnym między służbami chemicznemi tych narodów.

Od chwili ataku w dn. 22 kwietnia 1915 r., nawiązane zostały stosunki między służbami angielską i francuską; zacieśniały się one coraz bardziej w miarę jak wojna się przeciągała, a walka gazowa komplikowała. Od sierpnia 1916 r. Chemical Warfare Departament wyznaczył jako oficera łącznikowego w Paryżu kapitana Lefébure'a, uprzednio oficera gazowego pewnej dywizji angielskiej. Ten oficer miał za zadanie przesyłać swemu rządowi wszelkie informacje dotyczące badań prowadzonych we Francji i podawać do wiadomości służby chemicznej francuskiej rezultaty badań służby angielskiej. Oficer ten wypełniał swe zadanie ze znakomitym taktem, tak że między służbami chemicznemi obydwóch narodów panowało podczas całej wojny kompletne zaufanie.

Daty 28 i 29 maja 1917 r. oznaczają pierwszy etap organizacji, ostatecznie stworzonej w końcu tego roku. Podczas tych dwu dni miała miejsce w Paryżu konferencja francusko-brytyjska, dotycząca fizjologicznych działań gazów, ich zastosowania w walce i ochrony wysuniętych posterunków przed nieprzyjacielskiemi atakami gazowemi.

Z inicjatywy Francji, w porozumieniu z Wielką-Brytanją, zebrała się w Paryżu w dn. 17, 18 i 19 września 1917 r. pierwsza konferencja międzysojusznicza, w której brali udział przedstawiciele Belgji, Stanów-Zjednoczonych, Francji, Wielkiej-Brytanji i Włoch. Konferencja ta, która również miała na celu badanie fizjologicznych działań gazów, sposobów ochrony jednostkowej i terapeutyki, wyraziła życzenie, aby oprócz perjodycznych zebrań był

stworzony ciągły kontakt między analogicznemi organizacjami różnych krajów, a to w celu stałego wzajemnego informowania się o prowadzonych poszukiwaniach i otrzymanych wynikach. Następnie konferencja zażądała stworzenia w Paryżu stałego sekretarjatu międzysojuszniczego, któryby otrzymywał zapytania różnych organizacyj narodowych, zbierał odpowiednie wskazówki i przesyłał je zainteresowanym.

Sekretarjat ten został założony w ostatnich dniach grudnia 1917 r. z następującym składem:

Prof. Terroine, sekretarz, delegat francuski;
Porucznik Cardoso, delegat włoski;
Major Lefebure, delegat angielski;
Kapitan Renard, delegat belgijski;
Podpułkownik Zanetti, delegat amerykański.

Sekretarjat zorganizował drugą konferencję, która trwała od 1-go do 5-go marca 1918 r. i trzecią konferencję, która ciągnęła się od 25 do 30 października 1918 r. W tej ostatniej konferencji brał udział i przedstawiciel Japonji.

Każde państwo mianowało delegatów wyspecjalizowanych w różnych gałęziach walki gazowej jak: przygotowanie produktów zaczepnych, ochrona jednostkowa, ochrona zbiorowa, zagadnienia fizjologiczne, zagadnienia terapeutyczne, zagadnienia artyleryjskie w związku z wojną gazową. Naczelne Dowództwo francuskie reprezentował oficer jego służby gazowej.

III. Wysiłek łączności osiągnięty w dziedzinie poszukiwań, zrodził podobny wysiłek dla zagadnień fabrykacji. W styczniu 1918 r. rząd angielski zwrócił się do rządu francuskiego z propozycją zwołania konferencji, mającej na celu zbadanie produkcji, dostaw materjału i gazów bojowych. Rząd francuski zgodził się natychmiast. Konferencję nazwano „Komisją Międzysojuszniczą dla Dostaw Wojennych Materjałów Chemicznych". Pierwsze posiedzenie odbyło się dn. 6 marca 1918 r., w którym brały udział: Anglja, Stany Zjednoczone i Francja. W następstwie Komisja zamieniła się na „Komitet Fabrykacji Chemicznej" w „Międzysojuszniczej Radzie Uzbrojenia i Amunicji" („Comité des fabrications chimiques" du „Consul interallié de l'Armement et des Munitions"), gdzie przewodniczył minister Loucheur. Generał Ozil został mianowany przewodniczącym, a rotmistrz Perrot, który był szefem naszej Sekcji Technicznej i Przemysłowej, został mianowany sekretarzem Międzysojuszniczego Komitetu Chemicznego. W Komitecie tym były reprezentowane: Anglja, Stany Zjednoczone, Francja i Włochy.

II. GAZY UŻYWANE PRZEZ NIEMCY.

I. Niemcy podczas wojny wyzyskały prawie wszystkie własności fizjologiczne „gazów", zwiększając w ten sposób bezustannie przyczyny cierpień walczących.

Wojna gazowa rozpoczęła się dn. 22 kwietnia 1915 r. przez użycie gazu duszącego. Chlor w stanie płynnym wprowadzano do cylindrów i następnie przez zwykłe otwarcie kurków wydzielano w stanie lotnym. Wydzielone gazy, pochodzące z licznych cylindrów, tworzyły szybko gęstą chmurę, którą nazwano „falą".

W miesiącu czerwcu 1915 r. ukazał się inny gaz duszący: brom, używany w pociskach miotaczów min, i gaz łzawiący: bromek benzylu $C^6H^5 — CH^2Br$ zmieszany z bromkiem ksylolu $C^6H^4(CH^2Br)^2$, używany w pociskach artylerji. Użycie gazów w pociskach artylerji, które z czasem przybrało tak znaczne rozmiary, zauważono poraz pierwszy dn. 20 czerwca w lesie Gruerie w Argonach; lecz już od kilku miesięcy, mianowicie od połowy marca, podejrzewano używanie przez nieprzyjaciela gazów łzawiących w pojedyńczych pociskach, rzucanych na stanowiska baterji.

W roku 1915 i w następnych latach zjawiły się serje nowych ciał gazowych. Załączona tablica wykazuje różne gazy używane przez Niemcy; podajemy ich własności fizjologiczne i daty ukazania się:

Daty zjawienia się na polu walki	GAZY	FORMUŁA CHEMICZNA	Własności fizjologiczne.
1915 kwiecień	Chlor (gaz)	Cl^2	duszący
1915 czerwiec	Brom (płyn)	Br^2	duszący
1915 czerwiec	Bromek benzylu (płyn)	$C^6H^5 — CH^2Br$	łzawiący
1915 lipiec	Bromaceton (płyn)	$CH^3\text{-}CO\text{-}CH^2Br$	duszący i łzawiący
1915 sierpień	Chlorosulfonian metylowy (płyn)	$SO^2\begin{matrix}Cl\\OCH^3\end{matrix}$	duszący

Daty zjawienia się na polu walki	GAZY	FORMUŁA CHEMICZNA	Własności fizjologiczne
1915 sierpień	Chloromrówczan chlorku metylu (płyn)	$Cl-COOCH^2Cl$	duszący
1915 sierpień	Bromometyloetyloketon (płyn)	$CH^3-CO-CHBr-CH^3$	duszący i łzawiący
1916 lipiec	Chloromrówczan trójchlorometylu (pł.)	$Cl-COOCCl^3$	duszący
1916 grudzień	Fosgen (gaz)	$COCl^2$	duszący
1917 maj	Chlorpikryna (płyn)	CCl^3NO^2	duszący i łzawiący
1917 lipiec	Dwuchlorowany siarczek etylu (iperyt) (płyn)	$S\begin{matrix}\nearrow CH^2-CH^2Cl \\ \searrow CH^2-CH^2Cl\end{matrix}$	duszący, łzawiący i żrący
1917 wrzesień	Dwufenylchloroarsina (ciało stałe)	$(C^6H^5)^2AsCl$	duszące, wywołujące kichanie, (początkowo zmieszane z duszącemi: fosgenem i chloromrówczanem trójchlorometylu, następnie w składzie materjału wybuchowego)
	Fenyldwuchloroarsina (pł.)	$C^6H^5AsCl^2$	
1917 wrzesień	Chlorek fenylkarbylaminu (płyn)	$C^6H^5-N=C=Cl^2$	wywołujący nudności i trujący
1918 kwiecień	Tlenek metytylu dwuchlorowany (płyn)	$CH^2Cl-O-CH^2Cl$	bez szczegól. działania na organizm ludzki

Daty zjawienia się na polu walki	GAZY	FORMUŁA CHEMICZNA	Własności fizjologiczne
1918 kwiecień	Dwuchloroetyloarsina (pł.)	$C^2H^5AsCl^2$	wywołujący kichanie i trujący
1918 kwiecień	Dwubromoetyloarsena (pł.)	$C^2H^5AsBr^2$	wywołujący kichanie i trujący
1918 czerwiec	Cjanek dwufenyloarsinu (ciało stałe)	$(C^6H^5)^2AsCN$	wywołujący kichanie
1918 wrzesień	Etylokarbazol (ciało stałe)	$C^6H^4 - C^6H^4$ $\backslash \quad / $ NC^2H^5	wywołujący kichanie.

Niektóre z tych produktów były używane pojedyńczo, lecz większość w formie mieszanin. A więc fosgen był używany sam w pociskach miotaczy min i w postaci mieszaniny w pociskach działowych, jakoto: fosgen 50%, chloromrówczan trójchlorometylu 30%, dwufenylchloroarsina 20%. Chloromrówczan trójchlorometylu był również używany zmięszany w 50% z chlorpikryną, i t. d.

II. Wszystkie powyższe produkty zostały poddane szczegółowym badaniom chemików francuskich.

Jak już uprzednio zaznaczono, nierozerwane pociski niemieckie i ich odłamki były wysyłane przez oficerów-chemików do Laboratorjum Miejskiego w Paryżu: w ten sposób zbadano w tem laboratorjum przeszło 1200 pocisków i przyrządów trujących niemieckich o wszelkich ładunkach. Dla zbadania gazów z fal niemieckich p. Kling zastosował aparaty chwytające, specjalnie czułe i działające przez wsysanie; przyrządy te zostały umieszczone w pierwszych linjach odcinków nadających się do natarć falowych.

Po ukończeniu badania w laboratorjum miejskiem i w wypadku jeżeli pocisk badany zawierał nowy produkt lub nową mieszaninę, zawartość pocisku była dzielona na 6 próbek: jedną zatrzymywano w Laboratorjum Miejskiem a pozostałe przesyłano do różnych laboratorjów Inspektoratu Badań i Doświadczeń Chemicznych:

1-o. do laboratorjum prof. Grignard'a dla przeprowadzenia nowego badania chemicznego, kontrolującego poprzednie*), podczas którego p. Grignard zwracał specjalną uwagę na wykrycie nieczystości zawartych w produktach, a to w celu określenia sposobu fabrykacji stosowanego przez nieprzyjaciela;

2-o. do laboratorjum prof. Lebeau dla zbadania czy francuskie przyrządy ochrony wystarczają przeciw nowemu ciału;

3-o. do laboratorjum prof. Desgrez'go, dla zbadania wartości sposobów ochrony zbiorowej przeciw nowej substancji;

4-o. do laboratorjum prof. Mayera dla określenia działań fizjologicznych;

5-o. do laboratorjum prof. Achard'a w celach terapeutycznych.

Następnie każde laboratorjum wysyłało raport do Inspektoratu Badań i Doświadczeń Chemicznych.

Jeżeli po atakach gazowych nie znaleziono pocisków niewybuchniętych, starano się rozpoznać skład gazu podług objawów skonstatowanych na walczących, podług ran i uszkodzeń znajdywanych podczas sekcji zwłok zatrutych, wreszcie przez toksykologiczną analizę wnętrzności. Centry medyczno-prawne były obowiązane kontrolować wszystkie formacje sanitarne, gdzie leczono ludzi dotkniętych gazem, i dokonywać, jak już zaznaczyliśmy, sekcji zmarłych. W ten sposób dowiadywano się szybko, czy miano do czynienia z ciałem już używanem, czy też nowem.

Ten podział pracy dał jak najlepsze wyniki. W ten więc sposób w przeciągu sześciu dni poznano istotę iperytu i ustalono środki chemiczne do walki z tą straszną substancją.

III. Zwrócono uwagę nietylko na same środki ataków nieprzyjacielskich. Również drobiazgowo były badane niemieckie przyrządy ochronne zabrane jeńcom lub zdobyte jako łup wojenny przez nasze armje. Maski badano w laboratorjum prof. Lebeau, przyrządy do oddychania badał doktór Banzet.

III. ZAGADNIENIE OCHRONY.

Zagadnienie ochrony stawało się coraz trudniejszem w miarę rozwijania się działań wojennych wskutek mnożenia się używanych gazów. Sprowadzone początkowo do ochrony człowieka, rozszerzyło

*) Na prośbę Akademji Nauk (z inicjatywy jej członka prof. Moureugo) minister wojny (generał Galliéni) powierzył to ważne zadanie prof. Grignard'owi (4 stycznia 1916).

się następnie celem zabezpieczenia konia, psa wojennego i gołębia pocztowego.

A. OCHRONA CZŁOWIEKA.

Odnośnie ochrony człowieka należy odróżniać ochronę jednostkową t. j. ochronę człowieka pojedyńczego i ochronę zbiorową t. j. ugrupowań ludzkich.

A) Ochrona jednostkowa

posiada dwa różne cele:
A) ochronę dróg oddechowych i oczu,
B) ochronę skóry.

a) Ochrona dróg oddechowych i oczu.

Powietrze na polu walki zawiera zazwyczaj gazy trujące nader rozcieńczone. Koncentracja gazu jest prawie zawsze niższa od 1:1000. Zagadnienie do rozwiązania polega na wynalezieniu środków chemicznych, zdolnych do osadzania szkodliwych, zawartych w powietrzu gazów, przechodzących przytem z szybkością właściwą tempu oddechowemu.

Przyrządy oparte na sposobie filtrowania niezawsze są wystarczające. Łatwo jest zrozumieć, że przy nieskończonem zwiększaniu ilości gazu trującego, człowiek posiadający nawet najlepszy aparat filtrujący nie znajdzie w powietrzu dostatecznej ilości tlenu. Z góry więc należy przewidzieć konieczność posiadania aparatów pozwalających żyć w najwyższych koncentracjach. Aparaty takie powinny zupełnie izolować posiadacza od otaczającej atmosfery

I. *Ochrona przez filtrowanie (koncentracje słabe i średnie).* — Jak było do przewidzenia, w początkach używano improwizowanych środków ochronnych np.: przeciw chlorowi—poduszeczek nasyconych mieszaniną podsiarczynu i węglanu sodu, rozpuszczonych w wodzie z gliceryną, przeciw bromkowi benzylu okularów dla zabezpieczenia oczu. Lecz wkrótce spostrzeżono, że bromek benzylu działa nietylko na oczy, lecz i na drogi oddechowe. Komisja Badań Chemicznych, po pewnej liczbie doświadczeń, na propozycję p. Lebeau, przyjęła w dniu 28 lipca 1915 r. jako sposób ochrony, zarówno przeciw chlorowi jak i bromkowi benzylu, poduszeczkę gazową nasyconą olejem rycynowym lub lepiej—mieszaniną oleju rycynowego i rycynianu sodowego.

Lecz należało przewidywać rozszerzenia się nieprzyjacielskich środków atakujących. W szczególności należało obawiać się stosowania fosgenu, gazu używanego przed wojną przez niemiecki przemysł fabrykacji barwników. Ochrona przeciw fosgenowi była studjowana w licznych laboratorjach: przez p. Heima zapomocą fenolanu sodowego; przez p. Colsona zapomocą alkoholowych roztworów mydła; przez p. Bonjeana zapomocą terpentyny; przez pp. Henriego i Klinga zapomocą sulfanilinianu sodu, wskazanego przez p. Moureugo; przez p. Lebeau, z pomocą p. Verdier'go, zapomocą ciężkiego oleju gazowego. Komisja Badań Chemicznych na posiedzeniu dn. 16 sierpnia 1915 r. przyjęła sulfanilinian sodu, który został użyty jako druga wkładka filtru.

Również studjowano ochronę przeciw kwasowi cjanowodorowemu (pruskiemu); została ona osiągnięta przy pomocy zasadowego octanu niklu. Użycie tej soli, proponowanej przez p. Plantefola jako rezultat poszukiwań dokonanych w laboratorjum p. Simona, zostało zdecydowane na posiedzeniu komisji w dn. 31 sierpnia 1915 r. W ten sposób powstała trzecia wkładka.

Dnia 25 października 1915 r. przyjęto podwójną modyfikację, która przez dwa lata z górą stanowiła zasadniczy chemiczny sposób ochrony wojska francuskiego. Z powodu trudności nasycania poduszeczek, p. Lebeau zbadał nowy środek ochrony przeciw kwasowi cjanowodorowemu; z drugiej strony, uważając że zabezpieczenie przeciw fosgenowi może być niewystarczającem, wynalazł środek więcej skuteczny. Pierwsze zagadnienie rozwiązał przez podstawienie węglanu zasadowego na miejsce zasadowego octanu niklu, a drugie przez użycie mieszaniny urotropiny i sulfanilinianu sodu. Wszystkie te produkty były zresztą razem zmieszane w jednej kąpieli.

Ten nowy sposób nasycania miał nadto własność zabezpieczania przeciw wielu innym produktom, a w szczególności przeciw chloromrówczanowi trójchlorometylu. Podczas całej niemal wojny, aż do końca 1917 r. dwie wkładki, rycyno-rycynianu i węglanu niklo-urotropino-sulfanilinianu, zapewniły dostateczną ochronę.

Jeżeli chemiczne sposoby oczyszczania powietrza przez 36 miesięcy nie uległy żadnej zmianie, inaczej było z samemi przyrządami ochrony. Zarówno z frontu, jak i z kraju otrzymano wiele dobrych wzorów. Przedstawiono masę oryginalnych modeli, względnie różnych odmian. Z pomiędzy tych przyrządów uznano jako najodpowiedniejsze doktora Borrela, majora Cadroy'a i majora-aptekarza Javillier'go, doktora Banzet'go, sierżanta Tambutégo, p. Gravereaux. Po długich namysłach, Sekcja Ochrony przyjęła w końcu 1915 r. model

nazwany „maską M_2", który składał się z jednej sztuki, stykał się ze skórą tylko na swym obwodzie, zabezpieczał jednocześnie oczy i drogi oddechowe i posiadał wielką powierzchnię filtrującą.

Rzeczą nader delikatną podczas przeprowadzanych studjów był wybór materjału przezroczystego, osłaniającego oczy. Trudno było jednocześnie zapewnić: możność dobrego widzenia, wystarczającą trwałość i zadawalniającą odporność na „pocenie się". Badanie różnych nadających się materjałów (szkła, miki, żelatyny, acetocelulozy i t. d.), przeprowadzone w laboratorjum p. Lebeau, doprowadziło do przyjęcia pewnej hydrocelulozy zwanej *celofanem*, która nie pokrywała się parą. Materjał ten fabrykowało towarzystwo „La Cellophane".

Jak już było wyżej powiedziane, przyjęty system chemiczny filtrowania okazał się wystarczający i był używany aż do końca działań wojennych. Lecz nie było wykluczonem, że wróg użyje nowych nieprzewidzianych związków chemicznych, przeciw którym dotychczasowy system chemiczny mógłby się okazać niewystarczającym, wobec czego od końca 1915 r. studjowano aparat ochronny zdolny zabezpieczyć przeciw możliwie wielkiej ilości ciał szkodliwych. Przekonawszy się, że praktycznie będzie niemożliwem zwiększyć pod tym względem skuteczność maski M_2, p. Lebeau obmyślił przyrząd złożony z maski nieprzepuszczającej trujących gazów i zbiornika, w którym zanieczyszczone powietrze, oczyszczałoby się przechodząc przez ziarnka pochłaniające. Zbudowanie tego aparatu wymagało studjów bardzo szczegółowych, prowadzonych przez dwa lata, a dotyczących istoty i jakości ziarnek pochłaniających, w szczególności węgla, rodzaju tkaniny nieprzepuszczalnej, budowy zaworów i t. d. Starano się unikać zmniejszania ciśnienia, co krępowało oddychanie, oraz powodowało pocenie się szkieł.

Maska nieprzepuszczalna składała się z dwóch nałożonych jedna na drugą tkanin, z których zewnętrzna była nagumowana, wewnętrzna zaś pokryta olejem lnianym. Wstawiona rurka metalowa zawierała dwa zawory (wentyle): zawór wdechowy z miki i zawór wydechowy z kauczuku, szczególniej pomysłowy; ramka i zawory zostały wynalezione przez lekarza majora Saunier'go.

Do ramki przyśrubowywał się ładunek (filtr), zawierający ziarnka pochłaniające, podzielone na trzy warstwy: pierwsza składająca się z tlenku cynku, węglanu sodu i sproszkowanego węgla drzewnego, wszystko razem złączone zapomocą wody z gliceryną; druga ze specjalnie przygotowanego węgla pochłaniającego; trzecia zrobiona z licznych warstw gazy, nasyconej urotropiną. W ciągu 1918 r. skład ładunku uległ zmianom w celu zapewnienia ochrony

przeciw największym ilościom fosgenu. Dobry wynik otrzymano, dodając do ziarnek pochłaniających nieco nadmanganu potasu, środka już używanego przez Anglików.

W ten sposób zbudowany aparat, który nazwano aparatem „A. R. S." (appareil respiration spécial), chronił od wszystkich środków, używanych przez nieprzyjaciela aż do chwili ukazania się połączeń arszenikowych w stanie stałym. Ciała te używane pod postacią kurzu, nie mogły być zatrzymywane przez ziarnka pochłaniające. Trzeba było zatrzymywać je przez filtrowanie. Sprawa była delikatna, ponieważ dodanie pewnego środka filtrującego wywołałoby spadek ciśnienia, co utrudniałoby oddychanie. P. Lebeau osiągnął zadawalniające rozwiązanie, wprowadzając do ładunku warstwę bawełny.

By zapobiec poceniu się szkieł p. Lebeau zastosował urządzenie podobne do użytego w aparacie Tissot, o którym będzie mowa dalej. Urządzenie to polega na oczyszczaniu szkieł przez prąd wydychanego powietrza, co przeszkadza osadzaniu się pary.

Na żądanie N. D. Inspektorat Badań i Doświadczeń Chemicznych przeprowadził doświadczenia mające na celu określenie maximum czasu, podczas którego, przy bezustannem działaniu gazów, aparat ochronny A. R. S. zabezpiecza dany oddział, zostający w stanie spokoju, lub wykonywujący pracę lekką lub ciężką. Próby były przeprowadzone na baterji artylerji i dwóch kompanjach piechoty; w ćwiczeniach brali udział oficerowie, podoficerowie, szeregowcy oraz lekarze pułku, który dostarczył kompanji. Teren doświadczeń został zanieczyszczony jodkiem benzylu, ciałem gwałtownie łzawiącym, wskazanym przez p. Moureugo. Założonych masek nie zdejmowano podczas trwania próby, co przeszkadzało przyjmowaniu pokarmów stałych lub płynnych. Osiągnięte, ściśle skontrolowane wyniki, dowiodły niezbicie, że aparat A. R. S. prawie nie męczy i że czas jego użycia ograniczony jest jedynie koniecznością spożywania potraw.

Aparat ten, zarówno skuteczny, jak i mało objętościowy, nader łatwy w użyciu, został oddany w lutym 1918 r. do użytku na froncie i został tam przyjęty z wielkim zadowoleniem.

Inny aparat, który oddał wielkie usługi, był przyjęty i oddany do fabrykacji w początkach 1916 r. Wynaleziony przez doktora Tissot'a, składa się on z pudełka metalowego, noszonego na plecach i zawierającego środki pochłaniające: węgiel specjalny i sodę (zamienioną później przez wapno sodowane na wacie żelaznej). Pudełko, w którego dolnej części znajduje się otwór dla chwytania powietrza, jest połączone z maską kauczukową zapomocą rurki

elastycznej przechodzącej przez ramię. Na początku tej rurki znajduje się zawór wdechowy. Maska posiada ponadto zawór wydechowy. Przyrząd ten posiada tę zaletę, że prawie nie utrudnia oddychania. Ponadto, dzięki oryginalnemu urządzeniu, które powoduje oczyszczanie szkieł przez wciągane powietrze, zapobieżono poceniu się szkieł. Aparat był fabrykowany w dwóch modelach: dużym i małym, różniących się wielkością szkatułki filtrującej. W warunkach normalnych „Tissot" duży model mógł zabezpieczać do nieskończoności, lecz nieco przeszkadzał swemi rozmiarami.

Aparat Tissot wydawano ludziom, którzy zajmowali stałe ważne posterunki jak: celowniczym, strzelcom z karabinów maszynowych, obserwatorom i t. d. Duży model był używany przez kompanje saperów przy wypuszczaniu fal gazowych.

Tak się przedstawia w głównych zarysach historja ochrony jednostkowej przy pomocy filtrowania. Należy jednak zauważyć, że żaden z opisanych aparatów nie zabezpieczał przeciw tlenkowi węgla. Zagadnienia tego nie lekceważono. Poszukiwania czynione od 1916 r. w laboratorjum prof. Desgrez'go, doprowadziły do stworzenia aparatu bardzo prostego dla zatrzymywania tlenka węgla, później zaś w kwietniu 1917 r. do wykonania aparatu, który zabezpieczał w przeciągu 8-miu godzin w atmosferze $^{1}/_{100}$ i w przeciągu czterdziestu minut przy koncentracji $^{2}/_{100}$. Aparat ten, którego wydaniu armjom przeszkodziło jedynie zawieszenie broni, opiera się na utlenianiu tlenku węgla przez bezwodnik jodowy, przy jednoczesnem pochłanianiu tworzącego się gazu węglowego.

II. *Ochrona przeciw silnym koncentracjom.* — Nazajutrz po ataku gazowym w dn. 22 kwietnia 1915 r. Ministerjum Wojny zażądało pośpiesznej dostawy aparatów ochronnych. Najwięcej używanym był aparat Draegera wzorowany na przedwojennym aparacie niemieckim. Izoluje on zupełnie od otaczającej atmosfery i podtrzymuje oddychanie przy pomocy zbiornika z tlenem, przyczem wydychana woda i kwas węglowy są pochłaniane przez ładunek soli kaustycznej. Aparat ten pozwalał oddychać około trzech kwadransów.

Inny aparat pochodny od „Draegera" był sporządzony w 1916 r. przez kapitana Fenzyego z Centralnych Zakładów Materjałów Chemicznych Wojennych. Składał się on ze stalowej butelki, napełnionej tlenem pod ciśnieniem, i dwóch ładunków, które przedłużały ochronę do dwóch godzin dla człowieka pracującego i do trzech godzin dla zachowującego się spokojnie.

Duże skupienia gazów mogły gromadzić się przedewszystkiem w podziemnych schronach źle przewietrzanych. Dla tego poszcze-

gólnego wypadku doktór Tissot zaproponował w 1916 r. pewną prostą zmianę swego aparatu, która polegała na dorobieniu do otworu wciągającego powietrze silnej rury kauczukowej o długości około dziesięciu metrów zakończonej małem podziurkowanem pudełkiem metalowem. Człowiek zaopatrzony w ten aparat mógł wchodzić do schronu zawierającego atmosferę mocno nasyconą gazem trującym, przyczem oddychał powietrzem z zewnątrz.

Wreszcie kapitan Fenzy wymyślił w 1919 r. nowy aparat, nadzwyczaj łatwo przenośny mogący chronić około dziesięciu minut, który pozwalał saperom minerom wchodzić w celach ratunkowych do galerji minowych napełnionych gazami, a w szczególności tlenkiem węgla. Składał się on z dwóch torebek Sparkleta wzór D, napełnionych tlenem, ładunku oksylitu, obsady na usta i worka oddechowego. Z powodu małej swej objętości i niewielkiej wagi, był to aparat wygodny, dający się użyć w galerjach minowych najbardziej wąskich.

b) Ochrona skóry.

W lipcu 1917 roku, z powodu zjawienia się dwuchlorowego siarczku etylu (iperytu), zrodziło się nowe zagadnienie, zabezpieczenia skóry. Jak już to było wskazane poprzednio, ciało to posiada własności żrące, bardzo silne. Oprócz tego z punktu widzenia wojskowego zalicza się do produktów trwałych, t. j. przechowujących się długo na ziemi. Z tego wynikało, że gdy pewna powierzchnia była „zaiperytowana", nikt nie mógł na niej przebywać bez obrażenia niezabezpieczonych przez maskę lub odzież nieprzemakalną części skóry.

Dla oczyszczenia więc terenu należało zaopatrywać pracowników w specjalne ubiory. Podjęte badania doprowadziły, po licznych uciążliwych i niebezpiecznych doświadczeniach, do przyjęcia w 1918 r. ubrania z tkaniny nasyconej olejem lnianym, którego krój zawdzięczamy sierżantowi Tambutemu.

Ubranie to pokrywało całe ciało, łącząc się ściśle ze specjalnemi rękawiczkami, obejmowało szyję i głowę ponad maską; ponadto nogi były zabezpieczone przez gumowe buty okopowe. Studja nad tkaniną i sposobem użycia tego ubrania, odbywały się pod kierunkiem p. Lebeau i kapitana Gautherona.

Dla ochrony powierzchni skórnych przed iperytem p. Desgrez podał formułkę pomady o chlorku wapnia, przyjętą przez Służbę Zdrowia.

B) OCHRONA ZBIOROWA.

Zagadnienia ochrony zbiorowej zawsze były bardzo uciążliwe, lecz stały się jeszcze trudniejszemi, gdy w miesiącu lipcu 1917 r. na polu walki zjawił się iperyt.

Można je sprowadzić do trzech głównych zadań:

1-o oczyszczania okopów i schronów podziemnych napełnionych gazami;

2-o budowania schronów, do których wnętrza gazy nie miałyby dostępu;

3-o oczyszczania powierzchni zakażonej iperytem.

I. Pierwsze dwa zagadnienia powstały dn. 22 kwietnia 1915 r. Doświadczenie wykazało, że po przejściu fali, gdy powietrze stało się już możliwem do oddychania, wszystkie zagłębienia terenu a tem samem okopy i schrony były jeszcze przez pewien czas zanieczyszczone gazami. Należało więc wynaleźć sposób wyrugowania tych pozostałych gazów. Zagadnienie zostało przestudjowane i w maju-czerwcu 1915 r. rozwiązane przez p. Desgrez'go i jego wspólników, przy pomocy rozpylania wodnego roztworu podsiarczynu sodu i węglanu sodu; rozpylacze używane w winnicach okazały się bardzo praktyczne.

Roztwory te zabezpieczały tylko od chloru (przez podsiarczyn) i od fosgenu (przez węglan sodu). Poszukiwano nadal środka, któryby był zdolny zneutralizować możliwie jak najwięcej ciał szkodliwych. Po dokonanych próbach licznych substancyj, p. Desgrez w 1917 r. znalazł w siarczku potasu środek skutecznie nautralizujący wiele ciał; lecz jego łatwe utlenianie się było przeszkodą do użycia go na froncie aż do czasu odpowiednio spreparowania przez p Tassilly'ego.

Rozpylanie roztworów neutralizujących zawsze było skuteczne w okopach otwartych, lecz mogło okazać się niewystarczające w schronach, w których nagromadziło się dużo gazów. Doświadczenie wykazało, że w tych wypadkach, należy zacząć od oczyszczania schronu przy pomocy wentylacji, rozpalając ogień w odpowiedniem miejscu.

II. Drugie zagadnienie rozwiązano, zawieszając u wejścia do schronów dwa płótna nasycone roztworem podsiarczynu; działanie neutralizujące płócien było podtrzymywane przez rozpylania w czasie ataku gazowego.

Lecz to zabezpieczenie jest dobre tylko na krótki okres czasu. Jeżeli atak gazowy przeciąga się, wówczas należy jednak przewietrzać schrony. Rozwiązanie tego nowego zagadnienia było wskazane

w pierwszej połowie 1916 r. przez profesora Lapicque'a, a następnie w drugiej połowie 1916 r. przez osobiste obserwacje p. p. Bellay'a i Hauderd'a, którzy podzielili się niemi z p. Lapicque'em.

Zasada tej metody polega na wciąganiu powietrza zatrutego gazem przez wentylator zaopatrzony w materjały oczyszczające, podczas gdy wszystkie otwory schronu są zaopatrzone w dwa płótna w kształcie worków; nadmiar ciśnienia wytworzonego wypycha gazy trujące, usiłujące przeniknąć do schronu przez pory płócien. Materjały oczyszczające są to: ziemia gnojona i trociny drzewne nasycone olejem antracenowym. Są one rozłożone warstwami w skrzyni o dwóch komorach, zbudowanej według wskazówek doktora Leclercq'a.

Typ wentylatorów był ustalony po próbach dokonanych przez p. Tassilly'ego i przez kapitana Dinoire'a z Centralnego Zakładu Materjałów Inżynieryjnych.

Zagadnienie zabezpieczenia schronów i okopów jest tylko poszczególnym wypadkiem ogólnego zagadnienia zabezpieczenia przeciw gazom fortów, podjętego w r. 1917 przez Inspektorat Badań i Doświadczeń Chemicznych.

III. Zagadnienie oczyszczania powierzchni zatrutej przez iperyt było rozwiązane zaraz po zjawieniu się tego ciała w laboratorjum p. Desgreza: chlorek wapnia w proszku lub płynie, okazał się doskonałym neutralizatorem. Z drugiej strony, dezynfekcji ubrań można było dokonywać przy pomocy wody wrzącej. Zagadnienie hydrolizy (rozkładu przez wodę) iperytu było szczegółowo zbadane w laboratorjum p. Simona, który dostarczył bardzo ważnych spostrzeżeń, odnoszących się do działania iperytu.

B. OCHRONA ZWIERZĄT.

A. Ochrona konia.

Zagadnienie ochrony konia zjawiło się w tym samym czasie co i ochrony człowieka. Z punktu widzenia fizjologicznego przedstawia się ono w nieco inny sposób, ponieważ oko konia jest mało wrażliwe na gazy łzawiące, a pozatem koń oddycha wyłącznie przez nozdrza (nie przez pysk). Wystarczy więc ochraniać tylko nozdrza.

Na początku wojny gazowej i podczas całego 1915 r. zadawalniano się środkami improwizowanemi (słomą wilgotną w worku nakładanym na łeb zwierzęcia).

Dnia 3 kwietnia 1916 r. przyjęty był przez sekcję ochrony pierwszy przepisowy model maski dla koni, przedstawiony przez

weterynarza majora Lanusse'a. Przyrząd ten był nasycony olejem rycynowym i przez to samo posiadał wartość jednostronną. Posiadał wielką wadę wytwarzania depresji, która przeszkadzała koniowi pracować gdy był zabezpieczony.

Znaczne ulepszenie było wprowadzone przez przyjęcie w marcu 1917 r. aparatu weterynarza majora Decaux, udoskonalonego następnie przez wynalazcę w latach 1917 i 1918 r. Nasycenie było takie same jak w masce M_2. Dzięki specjalnemu urządzeniu aparat Decaux krępował oddech w sposób nieznaczny i pozwalał koniowi pracować w sposób zadawalniający. Ponadto pozwala on na użycie zwykłych sposobów kierowania zwierzęcia. Modele ostatnio fabrykowane mogły być noszone w pozycji wyczekującej, przyczem zwierzę oddychało wolnem powietrzem; założenie dla ochrony odbywało się bardzo prosto i szybko.

Doświadczenia dotyczące ochrony konia były robione pod kierownictwem doktora Banzet'go.

B. Zabezpieczenie psa wojennego.

Na żądanie służby psów wojennych, Inspektorat Badań i Doświadczeń Chemicznych przygotował maskę, która miała być rozdaną, czemu jednak przeszkodziło zawieszenie broni.

C. Zabezpieczenie gołębi pocztowych.

Wreszcie musiano zająć się ochroną gołębi pocztowych. Zagadnienie rozwiązano opierając się na zasadzie ochrony zbiorowej, otaczając klatki tkaniną nieprzepuszczającą gazów lub nasyconą produktami oczyszczającemi.

Fabrykacja przemysłowa przyrządów ochronnych.

Ochrona człowieka przeciw gazom bojowym nie była przewidywana przed wielką wojną, to też przemysł francuski nie był przygotowanym do tego delikatnego zadania, tak samo jak i laboratorja naukowe. Trzeba było pośpiesznie improwizować tę zupełnie nową fabrykację. Służby chemiczne otrzymały wydatną pomoc w tem zadaniu ze strony zręcznych wytwórców, którzy potrafili w ciągu kilku miesięcy stworzyć odpowiednie narzędzia i zebrać niezbędnych robotników. Kilka podanych dalej wyników zaświadczy jak wielkim był wysiłek przemysłowców i ich personelu.

Woreczki do nasycania podsiarczynem fabrykowano w wielu miljonach sztuk.

4.500.000 poduszeczek nasyconych rycyno-rycynianem wykonano od sierpnia 1915 r. do stycznia 1916 r., to jest średnio po 30.000 sztuk dziennie. Przyrządy te i inne im podobne były wysyłane na front w specjalnych woreczkach; od lipca do grudnia 1915 r. przygotowano ich około 7.000.000, co wynosi dziennie średnio po 40.000 sztuk.

Początkowo, jak wiemy, okulary były oddzielone od przyrządów ochrony dróg oddechowych. Od sierpnia 1915 r. do kwietnia 1916 r. przygotowano okularów różnych typów około 12.000.000, to jest średnio około 50.000 sztuk dziennie.

Fabrykację maski M_2 zorganizowano od początku 1916 r. Od 1-go lutego 1916 r. do 11 listopada 1918 r. wykonano ich 30.000.000. Aparaty te były wydawane w blaszanych pudełkach, których przygotowano 12.400.000 sztuk, od września 1915 r. do września 1918 r.

Wreszcie w dn. 26 lutego 1917 r. nakazano fabrykację aparatów A. R. S. Złożona budowa tego przyrządu wymagała współpracy specjalistów licznych gałęzi przemysłowych: blacharstwa, tkanin nieprzepuszczalnych, kauczuku, węgla pochłaniającego, siatek metalowych, i t. d. Trzeba było zwalczyć wielkie trudności by zapewnić zaopatrzenie w surowce, które należało częściowo sprowadzać z zagranicy. Pierwsze dostawy rozpoczęły się w listopadzie 1917 r. i fabrykacja rozwijała się stopniowo aż do kwietnia 1918 r., kiedy przekroczyła 25.000 sztuk dziennie Całkowita liczba przyrządów wytworzonych od listopada 1917 r. do listopada 1918 r. zbliża się do 5.000.000. Fabrykacja wszystkich części maski A.R.S., w okresie normalnej pracy wymagała dziennie 12.000 robotników i robotnic. Dostawa na front zaczęła się w lutym 1918 r., wszyscy walczący w pierwszych linjach byli zaopatrzeni w maski A. R. S. na początku wiosny.

Dla sprawdzenia wszystkich tych wyrobów, zorganizowano służbę kontroli obejmującą: 1) w fabrykach dla dozoru i dokonywania prób, kontrolerów specjalistów, należących do Centralnego Zakładu Materjałów Chemicznych Wojennych; 2) laboratorjum kontroli zupełnie niezależne, którego kierunek powierzono p. Lebeau (Wydział Farmaceutyczny); całkowita ilość masek wypróbowanych w tem laboratorjum do dnia 31 grudnia 1918 r. przekroczyła 40.000.

Z innych przyrządów wytworzono: 80.000 aparatów Draegera od kwietnia 1915 r. do grudnia 1918 r; 11.000 aparatów z oksylitem

od czerwca 1915 r. do września 1915 r.; 100.000 aparatów Tissot'a wielkiego medalu od maja 1916 r. do lipca 1918 r.; 600.000 aparatów Tissot'a małego medalu od 1-go kwietnia 1917 r. do 31 stycznia 1919 r.

Nakoniec zaznaczymy, że od lipca do października 1918 r. było wykonane 2.000 kompletnych ubrań specjalnych przeciw iperytowi.

Dla ochrony zbiorowej wytworzono: 200.000 rozpylaczów od maja 1915 r. do września 1918 r.; 80.000 zbiorników dla roztworów neutralizujących od grudnia 1915 r. do lipca 1918 r.; 1.000 skrzynek filtrujących Leclercq'a od 1-go stycznia 1917 r. do 25 grudnia 1918 r.; wreszcie pewną liczbę aparatów dla „alarmu gazowego": 3.000 gwizdków z gruszką, 1.500 gongów, 300 syren i innych przyrządów ostrzegawczych.

Dla ochrony koni sfabrykowano 20.000 aparatów Lanusse'a od września do grudnia 1916 r.; 200.000 aparatów Decaux od czerwca 1917 r. do grudnia 1918 r.

IV. ZAGADNIENIE NATARCIA.

Gdy Niemcy rozpoczynały wojnę gazową, Francja nie była w stanie używać tej samej broni. Produkcja przemysłowa fabryk chemicznych była stosunkowo bardzo słaba; nie wytwarzano ani chloru płynnego, ani bromu, a ilość kwasu siarkowego, którą produkowano, z trudem wystarczała do fabrykacji prochów i materjałów wybuchowych; wreszcie nasz przemysł ciał organicznych był mizerny.

Służby chemiczne musiały więc rozwinąć wyjątkowe wysiłki, aby wyposażyć nasze armje w amunicję gazową.

Jak poprzednio, w wypadku zagadnienia ochrony, zbadamy kolejno poszukiwania laboratoryjne i fabrykację przemysłową.

A. Poszukiwania laboratoryjne.

A. Poszukiwania chemiczne

Od chwili swego powstania komisja gazów trujących zajęła się rozwiązaniem obydwóch zagadnień działań zaczepnych, biorąc pod uwagę ubóstwo krajowego przemysłu produktów chemicznych organicznych: 1) wyboru produktów zaczepnych, używanych do pocisków, 2) wyboru produktów zaczepnych używanych do fal.

a) Produkty do napełniania pocisków.

Muszą one zadośćuczynić dwóm warunkom: wywierać wystarczające działanie fizjologiczne i poddawać się warunkom użycia w pociskach.

I. Jedynem zaczepnem ciałem duszącem, które można było natychmiast fabrykować był czterochlorosiarczek węgla $CSCl^4$, wskazany przez profesora Urbaina; rzeczywiście, dla jego wytwarzania wystarczał siarczek węgla i chlor gazowy. Fabrykację rozpoczęto szybko i naładowano tym gazem wielką ilość pocisków dla ofensywy w Szampanji we wrześniu 1915 r.; lecz niewystarczające własności zaczepne tego ciała spowodowały szybkie zarzucenie jego produkcji. Wrzesień 1915 r., to pierwsza data użycia przez wojsko francuskie pocisków gazowych.

Fabrykowano pozatem dwie inne kategorje pocisków chemicznych: jedne o własnościach duszących i zapalających, zawierających w cylindrze celuloidowym siarkowęglowy rozstwór fosforu według przepisu p. Urbain'a; drugie tylko zapalające, zawierające laseczki fosforu zanurzonego w płynie obojętnym, według wskazówek p. Joba.

Od tego czasu aż do końca działań zaczepnych przygotowano w chemicznych laboratorjach i zbadano pod względem zdolności zaczepnej w laboratorjum fizjologicznem liczne setki ciał trujących. W naszej pracy będziemy mówili jedynie o produktach ostatecznie przyjętych.

II. Ciała, o których chemicy przedewszystkiem myśleli, były: fosgen i kwas cjanowodorowy (pruski gazowy). Doświadczenie wykazało natychmiast, że należy zrobić cięższemi niewystarczająco gęste pary tych ciał a w szczególności kwasu cjanowodorowego, wskutek czego badano ich mieszaninę z chlorkami cynku, arsenu i tytanu, obecność których zresztą czyni wybuch pocisku widocznym, dzięki dymowi, który wydziela się w zetknięciu z powietrzem (ciała dymne); w wypadku kwasu cjanowodorowego chlorki te odgrywają ponadto rolę ciał utrwalających.

Od chwili rozpoczęcia badań, w czerwcu 1915 r. postanowiono, że pewna liczba pocisków, naładowana temi ciałami, zostanie umieszczona w rezerwie aż do chwili, gdy wróg użyje tych ciał, lub ciał o tych samych własnościach trujących. Rzeczywiście w czerwcu 1915 r. nieprzyjaciel używał jedynie pocisków z bromkiem benzylu, ciałem nadewszystko łzawiącem, lecz jak przewidywano, użył wkrótce ciał wybitnie trujących. Od sierpnia 1915 r. rzucał on na nasze wojska pociski napełnione chloromrów-

czanem chlorku metylu, produktem o tych samych własnościach trujących co i fosgen.

P. P. Lebeau i Urbain zaproponowali mieszaninę fosgenu z chlorkiem cyny lub chlorkiem arsenu (chlorek tytanu fabrykowano tylko w ograniczonej ilości, wskutek słabego zaopatrzenia w surowiec).

Użycie kwasu cjanowodorowego zostało umożliwione przez p. Lebeau w mieszaninie zwanej „winceniten", zawierającej kwas cjanowodorowy, chlorek cyny, chlorek arsenu i chloroform.

Pierwsze francuskie pociski fosgenowe były wystrzelone w bitwie pod Verdun w lutym 1916 r., a pierwsze pociski wincenitowe dn. 1-go lipca 1916 r. w bitwie nad Somme'ą.

Dwie te mieszaniny: fosgen-chlorek cynowy z jednej strony a wincenit z drugiej, posiadały zresztą różne własności. Wprawdzie z punktu widzenia wojskowego klasyfikowały się one w tej samej kategorji gazów trujących lotnych, lecz ich działania fizjologiczne były różne. Chociaż fosgen w zasadzie mógł zabijać bardzo prędko, w rzeczywistości jednak działanie jego bywało raczej opóźnione; ludzie, którzy wetchnęli niewielkie jego ilości, walczyli w dalszym ciągu i dopiero nagle, w kilka godzin, a czasami w dzień lub dwa dni po zatruciu, czuli się chorymi i szybko umierali. Ponadto, w dawkach jeszcze nieśmiertelnych fosgen działał już bardzo energicznie i szybko czynił ludzi niezdolnymi do walki. Wincenit, naodwrót, *zabijał natychmiast;* działanie jego było piorunujące, przez co został osiągnięty nadzwyczajny efekt moralny, którego ślady znaleziono w rozkazach sztabów nieprzyjacielskich. Dowódca 9-go korpusu niemieckiego, w jednym z rozkazów z października 1916 r., wyraża się w sposób następujący: „Wróg użył pocisków trujących o skutkach bardzo szybkich i śmiertelnych. Było prawie niemożliwe założyć na czas maski". Przeciwnie, poniżej dawki śmiercionośnej działanie wincenitu było mniej ciekawe niż fosgenu; przechodziło ono bez śladów.

III. Rząd początkowo postanowił zarezerwować użycie fosgenu i kwasu cjanowodorowego, wobec czego od czerwca 1915 r. chemicy skierowali swoje wysiłki w kierunku poszukiwania innych ciał. Dokonano licznych preparatów i w trzecim trymestrze 1915 r. przedstawiono trzy ciała: jodaceton $CH^3—CO—CH^2I$: studjowany przez p. p. Bertranda, Grignarda i Klinga; chlorek ortonitrobenzylu $NO^2—C^6H^4—CH^2Cl$ zbadany przez p. p. Moureugo i Blanc'a; jodek benzylu $C^6H^5—CH^2I$ zbadany przez p.p. Moureugo i Dufraisse'a.

Te trzy ciała były mniej lub więcej silnie łzawiące; jedynie chlorek ortonitrobenzylu posiadał pewne własności trujące i po

niekąd żrące. Ciała te nie znosiły zetknięcia się z metalem pocisku, wobec czego musiano pokrywać pociski wewnątrz ołowiem. Z powodu trudności fabrykacji i napełniania, wygórowanych cen związków jodowych i ich słabych własności trujących, naładowano ciałami temi ilość pocisków nader ograniczoną.

Jeszcze inne ciało zwróciło na siebie uwagę w 1915 r.: była to chlorpikryna $CCl^3 NO^2$, jednocześnie trująca i łzawiąca, proponowana przez p. Bertranda i majora Nieolardot'a. Chlorpikrynę zaczęto ładować w pociski począwszy od 1916 r.; od tej chwili odgrywała ona ważną rolę w zaopatrywaniu wojska.

Od lipca 1915 r. zwrócono również uwagę na akroleinę (aldehyd akroleinowy $CH^2—CH—CHO$), która była następnie przedmiotem badzo licznych badań w laboratorjum p. Moureugo zarówno pod względem fabrykacji jak i sposobu utrwalania. Ciało to w rzeczywistości jest nietrwałe, polimeryzując się łatwo na dwuakroleinę pozbawioną własności zaczepnych. Doskonały sposób utrwalania go był wynaleziony przez p. p. Moureugo i Lepape'a. Akroleina była przedewszystkiem używana do granatów ręcznych; zastąpiła ona z początkiem 1916 r. chloraceton i bromooctan etylowy, substancje jedynie łzawiące, które dotychczas stosowano. Od tej pory wszystkie granaty ręczne były napełnione tem ciałem, w wysokim stopniu trującem, łzawiącem i duszącem, które dopomogło do wzięcia wielkich ilości jeńców w schronach podziemnych.

IV. Ciała używane przez Niemców były również przedmiotem badań w naszych laboratorjach, bądź w celu ich ewentualnej fabrykacji, bądź dla porównania z ciałami studjowanemi i zalecanemi przez chemików francuskich.

Chloromrówczan chlorku metylu i jego odpowiednik trójchlorowy były w szczególności badane przez p. p. Grignarda i Klinga. Wytwarzano ich małe ilości, lecz chemicy francuscy stanowczo wypowiedzieli się za fosgenem, do którego te dwa ciała są zbliżone pod względem swych własności fizjologicznych.

Bromoaceton był badany przez p. Moureugo (współpracownicy: p. p. Boismenu i Nomblot), który podał łatwy i szybki sposób użycia całkowitej zawartości bromu; został on ostatecznie przyjęty w początku 1916 r. Ciało to nie znosi zetknięcia z metalem ani zmieszania z ciałem dymiącem, wobec czego p. Friquet z huty szklanej w Choisy-le Roi zastosował sposób wylewania pocisków szkłem, co dało dobre wyniki; oprócz tego udało się oddzielić ciało dymiące w pochwie emaljowej.

Bromek benzylu był studjowany w laboratorjum p. Moureugo w r. 1915; lecz zastosowano go tylko do fabrykacji ampułek

ćwiczebnych, używanych przy szkoleniu oddziałów w walce gazowej.

Chlorosulfonian etylowy badano w 1915 r. w laboratorjum p. Grignarda. Nieznaczną jego ilość użyto do napełniana pocisków, lecz głównie napełniano nim bomby do moździerzy okopowych.

Zbadano również chlorosulfonian metylowy, który wchodził w skład płynu pocisków niemieckich, użytych w lipcu 1915 r. pod Neuville-Saint-Vaast. Zdolność łzawiąca tego produktu, użycie go przez wroga, a z drugiej strony możność otrzymania go z pewnego podproduktu, pozostającego przy fabrykacji kwasu chlorosulfonowego, zachęciły p. Simona do rozpoczęcia w miesiącu październiku 1915 r. szczegółowych badań. Dokonane próby fizjologiczne ustaliły, że produkt ten posiada silne własności łzawiące i trujące, wyższe od jego odpowiednika chlorosulfonianu etylowego. Początkowo przyjęty w 1915 r., został następnie zarzucony po wykryciu skuteczniejszych środków trujących.

W wyniku badań nad chlorosulfonianem metylu i wymiany myśli między p. p. Mayerem i Simonem, ten ostatni rozpoczął badania trującej mieszaniny siarczanu metylu i kwasu chlorosulfonowego, którą nazwano „rationitem", stosownie do siarkowego jej pochodzenia. W 1917 roku przyjęto ten produkt i wysłano na front w 1918 r.

Chlorosulfonian metylu również studjowano w laboratorjum p. Grignarda.

W 1916 roku p. Job rozpoczął również badania ciał łzawiących. Na posiedzeniu Sekcji Natarcia w dniu 30 sierpnia tegoż roku, wskazał on sposób przygotowania i własności fenyloctonitrylu bromowanego. Zgodzono się natychmiast na użycie tego ciała, lecz przygotowanie przemysłowe i sposób ładowania w pociski wymagały długich studjów. Dopiero w kwietniu 1918 r. zagadnienie zostało rozwiązane.

Chlorek cjanu był badany w laboratorjum p. Simona od lutego 1916 r. do kwietnia 1917 r. Jego fabrykacja przemysłowa rozpoczęła się w r. 1917; w chwili zawieszenia broni posiadano wielką ilość pocisków naładowanych tym produktem.

V. Rozliczne badania były w toku, gdy w lipcu 1917 r. nieprzyjaciel użył pocisków z siarczkiem etylu dwuchlorowanym. Produkt ten nazwano „iperytem", ponieważ pierwsze jego pociski były rzucone na miasto Ypres.

Ciało to nie uszło uwagi służbom chemicznym francuskim. Lekarz major Chevalier w początkach 1916 r. zwrócił na nie uwagę. Rozpoczęto badania: chemiczne w laboratorjum p. Moureugo

i fizjologiczne w laboratorjum p. Mayera. Substancja ta była już opisana przez niemieckiego chemika Wiktora Meyera w 1884 r. W rozprawie swej Meyer twierdził, że działanie parzące tego ciała jest względne, że ciało to działa na skórę pewnych osobników, zaś na skórę innych nie działa. Badanie fizjologiczne wykazało, że ciało to posiada własności wielce trujące, jednak w mniejszym stopniu niż będące już w użyciu fosgen i kwas cjanowodorowy; również wykazało ono działanie żrące, lecz trzeba było dopiero złego genjusza Niemiec ażeby przewidzieć ważność tego działania na polu bitwy.

Dopiero po bombardowaniu miasta Ypres przez Niemców *) w lipcu 1916 r. siarczek etylu dwuchlorowany został przyjęty jako ciało trujące i żrące.

Natychmiast więc p. Moureu ze swoim współpracownikiem, p. Lazennecem, zaczął studjować w dalszym ciągu fabrykację tego ciała sposobem Meyera, który wychodzi z chlorydryny glikolu i odpowiada następującym równaniom:

$$S\begin{matrix}\diagup Na \\ \diagdown Na\end{matrix} + \begin{matrix}ClCH^2—CH^2Cl \\ ClCH^2—CH^2Cl\end{matrix} = S\begin{matrix}\diagup CH^2—CH^2OH \\ \diagdown CH^2—CH^2OH\end{matrix} + 2\,NaCl$$

$$3S\begin{matrix}\diagup CH^2—CH^2OH \\ \diagdown CH^2—CH^2OH\end{matrix} + 2\,PCl^3 = 3S\begin{matrix}\diagup CH^2—CH^2Cl \\ \diagdown CH^2—CH^2Cl\end{matrix} + 2PO^3H^3$$

P. Moureu nie omieszkał podstawić z korzyścią użycie skoncentrowanego kwasu solnego na miejsca trójchlorku fosforu.

Z drugiej strony p. Job, z p.p. Goissodet'em i Guinot'em, rozpoczął badanie reakcji, które podał Guthrie w r. 1860:

$$S_2Cl_2 + 2CH_2=CH_2 = S\begin{matrix}\diagup CH_2—CH_2Cl \\ \diagdown CH_2—CH_2Cl\end{matrix} + S$$

$$SCl_2 + 2CH_2=CH_2 = S\begin{matrix}\diagup CH_2—CH_2Cl \\ \diagdown CH_2—CH_2Cl\end{matrix}$$

*) Utożsamienie produktu mogło być przeprowadzone w ciągu kilku dni i to z całą pewnością, dzięki bardzo dobrej próbce, którą zachował p. Moureu po swych poprzednich badaniach.

Trudności napotykane w przygotowywaniu większych ilości chlorydryny glikolu zmusiły chemików do zwrócenia się ku metodzie Guthrie'go.

Doświadczenie wykazało słuszność tych poglądów.

W listopadzie 1917 r. p.p. Job i Bertrand wykazali, że można otrzymać siarczek etylu dwuchlorowany przy pomocy bulgotania etylenu w chlorku siarki. Od tej chwili p. Job przeszedł do prób pół-przemysłowych stosując wchłanianie etylenu pod ciśnieniem przez chlorek siarki i dn. 5 grudnia oświadczył, że ten sposób da się praktycznie zastosować. Dnia 9 stycznia 1918 r. podał swe wskazówki dyrektorowi jednej z fabryk celem poczynienia większych prób z jednochlorkiem siarki $S_2 Cl_2$ i etylenem pod ciśnieniem. Próby rozpoczęto natychmiast w różnych fabrykach.

Nasi sprzymierzeńcy Anglicy przechodzili w tym samym czasie analogiczną ewolucję. Dnia 16 stycznia w pewnej nocie, przekazanej naszym służbom chemicznym dn. 27, profesor Pope zawiadamiał o podobnych wynikach.

Zdaje się jednak, jak to wynika z obserwacji poczynionych przez p. Moureugo przy zwiedzaniu laboratorjów angielskich w styczniu 1918 r. i z komunikatów udzielonych na konferencji międzysojuszniczej w marcu 1918 r., że Anglicy dłużej niż my, mieli nadzieję prowadzenia fabrykacji przy pomocy chlorydryny glikolu i nie wykazywali zaufania do naszego sposobu z chlorkiem siarki. W rezultacie, Francja pierwsza z pomiędzy narodów sprzymierzonych, zaczęła fabrykować iperyt (wkrótce w znacznych ilościach) i mogła udzielać swym sprzymierzeńcom niezbędnych wiadomości co do zakładania ich fabryk. Była ona nawet w stanie odstępować pociski z iperytem innym narodom, jak Belgji, Stanom Zjednoczonym, Grecji i Włochom.

P.p. Grignard i Simon, niezależnie jeden od drugiego, badali własności fizyko chemiczne iperytu, bardzo ważne dla użycia go z punktu widzenia wojskowego. Można nawet powiedzieć, że wszystkie laboratorja z różnych tytułów zajmowały się tym ciałem.

Iperyt niemiecki, w przeciwieństwie do naszego, był fabrykowany według reakcji na chlorydrynę glikolu, jak to wykazał podczas wojny p. Grignard na mocy badań nieczystości zawartych w iperycie niemieckim i p. Delepine przez określenie siarki tegoż iperytu, dającej się utleniać na kwas siarczany.

Ciekawem jest zauważyć, że nasz sposób fabrykacji był 30 razy prędszy od sposobu niemieckiego, nie mówiąc już o kosztach, które były znacznie mniejsze.

Dodajmy nakoniec, że rozpoczęte przez pp. Joba i Bougaulta badania nad szeregiem połączeń arsenowych doprowadziły do nader ciekawych wyników, gdy działania wojenne ustały.

Tak się przedstawia pokrótce naszkicowany wynik praktyczny poszukiwań, dokonanych w laboratorjach francuskich. Lecz ileż ciał jeszcze zbadano, oprócz tych, które zastosowano. Trzebaby było całych tomów dla opisania wszystkich tych prac.

Nadmieńmy tylko, że Sekcja Produktów Zaczepnych zebrała się 70 razy od dn. 17 września 1915 r. do dn. 11 listopada 1918 r. i że rozpatrzyła 984 raportów (Sekcja Ochrony zebrała się w tym czasie 64 razy i rozpatrzyła 976 raportów).

Dla każdego badanego ciała postawiono cały szereg prób, z których powinno ono było wyjść zwycięsko. A więc ciało badane powinno było być trwałe w warunkach użycia go w pociskach z ciałem dymiącem lub bez niego; przygotowanie jego przemysłowe powinno było być łatwe, zarówno z punktu widzenia instalacji, jak i zaopatrywania w niezbędne surowce. Po dokonaniu prób chemicznych pozostawały próby fizjologiczne, polegające na określeniu stopnia własności trujących, łzawiących, drażniących, gryzących i t. d. Wreszcie próby wojskowe ustalały sposób ładowania i rzeczywistą skuteczność w terenie, przy pomocy strzelania, dokonywanego w takich samych warunkach, jak na polu walki.

Pomimo ważności tych wszystkich prac personel 16 laboratorjów Inspektoratu Badań i Doświadczeń Chemicznych nigdy nie przekroczył liczby 110 chemików. Można więc sądzić o dokonanym wysiłku tych techników, zwłaszcza że pewna ich liczba uległa mniej lub więcej poważnym zatruciom i była zmuszona przerywać swą pracę na całe miesiące.

b) Produkty do wytwarzania fal.

Fale są to chmury gazów szkodliwych, zajmujące znaczną przestrzeń, uformowane u styku z ziemią i popychane przez wiatr na teren zajmowany przez nieprzyjaciela. Dla wywołania skutków można używać tylko ciał o wielkiej szkodliwości, znacznej gęstości pary i niskim punkcie wrzenia. Z punktu widzenia wojskowego, wypuszczenie fali wymaga znacznych prac przygotowawczych, polegających na wprowadzeniu wielkich ilości butli z gazem do schronów dobrze ukrytych. Niekiedy trzeba czekać bardzo długo na zjawienie się dogodnego wiatru o kierunku i szybkości odpowiednich; szybkość większa niż 3 metry na sekundę powoduje zbytnie rozcieńczenie gazu, podczas gdy szybkość niższa od jednego metra

na sekundę jest niebezpieczną dla oddziałów wypuszczających falę z powodu mogących nastąpić wirów i powrotnych prądów gazu.

Fala niemiecka z dnia 22 kwietnia 1915 r. wykazała z całą oczywistością, że chlor jest doskonałym ciałem do tego użytku. Natychmiast rozpoczęto czynić próby i w ciągu czerwca i lipca porównywano chlor z innymi ciałami, lecz żadne nie okazało się lepszem. Skądinąd zauważono natychmiast, że można wytwarzać bądź fale przeźroczyste, powodując niespodziankę przynajmniej podczas widnych nocy, bądź fale nieprzeźroczyste, w których nie widać na jeden metr przed sobą, które izolując walczących, wywołują zamieszanie i panikę.

Dla otrzymania fal nieprzeźroczystych użyto mieszaniny chloru z chlorkiem dymiącym. Metoda wynaleziona przez inżyniera morskiego Cartier'go rozwiązała zagadnienie w miesiącu lipcu 1915 r.

Pierwsza rzeczywista operacja na froncie była uskuteczniona dopiero w miesiącu lutym 1916 r. z powodu braku dostatecznych ilości chloru płynnego. Następnie w początkach 1917 r. użyto do wytwarzania fal fosgenu.

Kwestja fal spowodowała powstanie zagadnień zupełnie nowych, które wymagały ścisłej współpracy chemików, mechaników, meteorologów i oficerów. W szczególności chemicy musieli badać zmiany, zachodzące w koncentracji gazów w miarę oddalania się od miejsca wypuszczania i przy pomocy meteorologów określali wpływ zachowania się wiatru na rozcieńczenie. Dokonano licznych studjów w tej dziedzinie pod kierunkiem kapitanów: Bied-Charretona i Beccata, przy współdziałaniu laboratorjów profesorów Delepine'a i Urbaina i p. Klinga.

Fale były szczególniej używane podczas wojny okopowej, a przedewszystkiem w 1915 i 1916 r. Francuzi stosowali je ze dwadzieścia razy. Niektóre rozciągały się na szerokości 8 kilometrów frontu; każda z ostatnich fal wymagała użycia 6.000 butli, zawierających 240 tonn produktów; powodowały one ofiary na przestrzeni 10 i 15 kilometrów w głąb.

B) Badania fizjologiczne.

W badaniach nowych ciał trujących, istotną rolę odgrywało Laboratorjum Fizjologiczne kierowane przez p. Mayera z współpracą p. Terroine'a. Szło nietylko o rozpoznanie tych lub innych szkodliwych własności fizjologicznych ciał, lecz należało ustalić jeszcze stopień ich szkodliwości. Trzeba było więc wynaleźć cały

szereg nowych metod do mierzenia różnych objawów fizjologicznych *), a to wymagało olbrzymiej pracy czysto naukowej, która doprowadziła do wykrycia pewnej liczby nowych zjawisk. Przy pomocy tych pomiarów oceniano porównawczo jakość różnych próbek, przedstawianych przez chemików. Jeżeli pierwsze próby wykazywały wartość nowego ciała, wówczas badano systematycznie cały szereg chemiczny, do którego ono należało. W tym samym czasie podjęto na wielką skalę doświadczenia na poligonie Fontainebleau lub Entressen. Wreszcie, jeżeli nowe ciało zostało przyjęte do napełniania specjalnych pocisków, to, po oddaniu go do fabrykacji, odpowiednie pociski próbne z zakładów państwowych lub fabryk prywatnych były wysyłane do Służby Fizjologicznej, celem sprawdzenia czy własności zaczepne tych ciał odpowiadały próbom poprzednio dokonanym.

Zagadnienia rozpatrywane przez Służbę Fizjologiczną spowodowały badania na wielką skalę. Ażeby dać o nich pewne pojęcie, wymienimy kilka cyfr: Służba Zatruć użyła przeszło 16.000 psów; Służba Histologji badała pod mikroskopem przeszło 800 organizmów miesięcznie, Służba Spektroskopji dokonywała przeciętnie przeszło 600 badań rocznie. Od miesiąca listopada 1915 r. do końca wojny Służba Fizjologji wydała 750 studjów i rozpraw. Badania mogły być szybko wykonywane dzięki systematycznej organizacji pracy i poświęceniu się techników.

B. Urzeczywistnienie przemysłowe.

Jeżeli przyjrzymy się całokształtowi produktów będących w użyciu, to zobaczymy, że z wyjątkiem kwasu cyanowodorowego i akroleiny, wszystkie trujące, łzawiące i duszące oraz dymiące (przeznaczone do obciążenia gazów i uwidocznienia miejsca wybuchu) ciała są to chlorowce: połączenia chloru, bromu, jodu.

Fabrykacja więc gazów trujących opierała się na posiadaniu wielkich ilości chloru płynnego lub gazowego oraz bromu; związki jodowe nie były w stanie rozwinąć się przemysłowo z powodu rzadkości i wysokich cen jodu.

---

*) Wspomnijmy o wykwintnej metodzie mierzenia mocy łzawiącej gazów p. p. Bongrand'a i Dufraisse'a (laboratorjum p. Moureu), która polega na wyszukaniu najmniejszej ilości ciała, rozprzestrzenionej w zamkniętem naczyniu o stałej objętości, wywierającej już pewne, ledwo dostrzegalne, działanie na oko (początek podniecenia).

Wypowiedzenie wojny naturalnie wstrzymało przywóz chloru płynnego i bromu z Niemiec. Rozporządzaliśmy tylko chlorem gazowym, przygotowywanym przy pomocy różnych metod chemicznych (Weldon, Deacon) i niewielką ilością bromu przywożonego ze Stanów Zjednoczonych.

Należało więc przedewszystkiem rozwiązać zagadnienia chloru i bromu.

Zagadnienie chloru.

Pierwsze potrzeby chloru płynnego w 1915 r. były zaspokojone przez dostawę z Anglji i Włoch. Lecz ilości rozporządzalne były daleko mniejsze od potrzeb i trzeba było opracować szeroki program budowy fabryk chloru płynnego.

Jeżeli zaznaczymy, że przed 1915 r. żadna fabryka we Francji nie była w stanie wyrabiać chloru płynnego, wskutek czego liczba specjalistów tej gałęzi była bardzo ograniczona, to zrozumiemy wielkość wysiłku, dokonanego przez przemysł francuski chemiczny celem otrzymania wyników niżej wskazanych.

W r. 1915 ustalono pierwszy program fabrykacji 30 tonn dziennie; w sierpniu 1916 r. fabrykacja wzrosła, a w 1917 r. doszła do 50 tonn dziennie.

Założono 7 fabryk, prawie wszystkie o popędzie wodno-elektrycznym, w większości w okolicach Alp lub Pireneów:

a) Fabryka „Société le Chlore liquide", w Pont-de-Claix (Isère) założona w końcu marca 1916 r. (sposób Monthey'a).

b) Fabryka „Société d'Electro-Chimie", w Pomblières-Saint-Marcel (Haute-Savoie), puszczona w ruch w kwietniu 1916 r. (sposób Outhenin-Chalandre'a).

c) Fabryka „Compagnie des Produits Chimiques d'Alais et de la Camargue" w Saint-Auban (Basses-Alpes), puszczona w końcu sierpnia 1916 r. (sposób Solvay'a).

d) Fabryka „Etablissements Chiris et Jeancard", w Baus-Roux (Alpes-Maritimes), puszczona w ruch w listopadzie 1916 r. (sposób Monthey'a).

e) Fabryka „Société Chimique des Usines du Rhône", w Roussillon (Isère), uruchomiona w listopadzie 1916 r. (sposób Monthey'a).

f) Fabryka „Société des Produits Chimiques et Colorants français", w Jarrie-Vizille (Isère), uruchomiona w grudniu 1916 r. (sposób Outhenin-Chalandre'a).

g) Fabryka „Société des Forces motrices de la Garonne", w Mancioux (Haute-Garonne), otwarta w marcu 1917 r. (sposób Outhenin-Chalandre'a).

Ponadto w kwietniu 1918 r. Służba Prochów oddała Służbom Chemicznym fabryki, które wytwarzały chlor dla jej użytku, były to:

h) Stara fabryka „Société d'Electro-Chimie", w Pomblières-Saint-Marcel (Haute-Savoie).

i) Fabryka „Meillassoux", w Beaucaire (Vaucluse) (sposób Griesheim-Electron).

j) Fabryka „Société l'Air liquide", w Montereau (Seine-et-Marne) (sposób Monthey'a).

k) Fabryka „Société des Produits Chimiques", w Paimboeuf (Loire-Inférieure) (sposób Outhenin-Chalandre'a).

Do dnia 11 listopada 1918 r. powyższe fabryki wytworzyły łącznie 24.000 tonn chloru, z czego połowę pod postacią chloru płynnego, a drugą połowę w postaci chlorku wapnia.

Zagadnienie bromu.

Zagadnienie wydobywania bromu od początku sprowadzało się do wyzyskania wód salin ziemnych, popiołów roślin morskich, oraz słonych bagien. Po kilku próbach przekonano się, że do eksploatacji przemysłowej nadają się jedynie wody słonych bagien.

We Francji usprawiedliwiały eksploatację tylko dwie saliny: Giraud i Berre. W Tunisie natomiast odkryto zasoby znacznie większe. Wysłano tam kolejno dwie misje w miesiącu wrześniu, następnie w listopadzie 1915 r. dla zbadania głównych salin Regencji i ich przypuszczalnej produkcji. Trzy saliny uznano jako zdolne do zaopatrywania fabryki bromu, lecz pierwszeństwo dano podziemnemu jezioru słonemu Sebkael-Malah, około Zarzis, w odległości 600 kilometrów na południe od Tunisu, którego niewyczerpalne wody mogą dostarczyć wszelkich ilości bromu. Fabrykę Zarzis, założoną i prowadzoną przy udziale Służby Robót Publicznych Regencji, puszczono w ruch około marca — kwietnia 1916 r.; wyprodukowała ona 850 tonn bromu.

Służba Materjałów Chemicznych mogła w ten sposób nietylko pokryć zapotrzebowania własnych fabryk gazów trujących, lecz jeszcze zaopatrywać w brom przemysł francuski i sprzymierzeńców europejskich, po cenie 10 razy niższej od bromu przywożonego ze Stanów-Zjednoczonych.

Wytwory różne.

Gazy trujące były wyrabiane w fabrykach prywatnych, lecz niektóre zakłady otrzymywały pomoc państwową; kilka fabryk było eksploatowanych pod zarządem i pod kontrolą Sekcji Technicznej

i Przemysłowej. Fabryki które podjęły się wytwarzać nowy produkt, zbadany przez laboratorja Inspektoratu Badań i Doświadczeń Chemicznych, były kierowane w dziale fabrykacji przez jednego z chemików, który brał udział w badaniu. Laboratorjum Fizjologiczne specjalnie dozorowało fabrykacji iperytu. Mierzyło ono na koniach stopień mocy żrącej próbek, nadsyłanych z fabryk, co pozwalało określić czy fabrykacja była prowadzona dobrze czy źle.

Przemysł francuski może się poszczycić postawieniem tej wytwórczości na wysokości zadania i puszczeniem w ruch zupełnie nowych gałęzi fabrykacji. Należy jednak położyć nacisk na fakt, że prawie wszystkie używane sposoby fabrykacji pochodziły z badań laboratoryjnych. Otrzymane wyniki uwidoczniają dobitnie jakie korzyści można osiągnąć przy współpracy uczonych i przemysłowców, gdy ich wysiłki zdążają do wspólnego celu.

I. Fosgen. Fabrykowano go dwoma sposobami:

1o Przez działanie kwasu siarkowego dymiącego na czterochlorek węgla. P. Grignard badał i znacznie ulepszył ten sposób fabrykacji.

2o Przez zwykłe połączenie chloru z tlenkiem węgla w obecności katalizatora. Ten sposób wszedł do przemysłu pod trzema różnemi postaciami. P. de Laire używał obcego patentu; „Société de l'Air liquide" fabrykowało według wskazówek p. Simona; p. Darrasse używał sposobu, który następnie był wykorzystany przez firmę Poulenc.

Sposób pierwszy (przy pomocy kwasu siarkowego dymiącego), który tracił część chloru pod postacią chlorydryny siarkowej, zarzucono w początku 1917 r.; dał on 400 tonn fosgenu. Sposobem drugim otrzymano 15.400 tonn przyczem większa część produktu została wytworzona przez fabryki Laire'a w Pont-de-Claix (Isère) i Calais. Całkowita produkcja wyniosła 16.000 tonn.

II. *Wincenit.* Kwas cjanowodorowy wincenitu był fabrykowany dwoma sposobami: 1-o przez działanie kwasu siarkowego na żelazocjanek sodu; 2-o przez działanie kwasu siarkowego na cjanek sodu.

Sposobem pierwszym otrzymano 1.400 tonn wincenitu, a drugim 2.700 tonn, razem więc przeszło 4.000 tonn.

III. *Akroleina.* Ciało to otrzymywano metodą klasyczną (odwadnianie gliceryny przy pomocy dwusiarczanu potasu). Z powodu trudności nader specjalnych, które przedstawiała ta fabrykacja, zarządzono stały dozór jednego z chemików z Inspektoratu (p. Lepape z laboratorjum p. Moureugo).

Produkcja akroleiny wyniosła około 200 tonn. (Société des Matières Colorantes de Saint-Denis).

IV. *Chlorpikryna.* Otrzymywano przy pomocy działania chlorku wapnia na kwas pikrynowy. Produkcja wyniosła 500 tonn.

V. *Bromaceton.* Otrzymywano przez działanie bromu na aceton w obecności chloranu sodu, kwasu siarkowego i wody. Produkcja wyniosła 500 tonn.

VI. *Siarczek etylu dwuchlorowany.* Olbrzymie zwycięstwo sprawności przemysłu francuskiego okazało się w stworzeniu fabrykacji iperytu jak i rozwoju przemysłu chloru i bromu.

Badania teoretyczne były prowadzone nietylko w laboratorjach naszych służb chemicznych, lecz i w laboratorjum badań Towarzystwa „Sosiété chimique des Usines du Rhône". W tem to laboratorjum rozwiązano zagadnienie fabrykacji przemysłowej. Przygotowano tam sposób utrwalania etylenu na dwuchlorku siarki SCl^2 w łonie czterochlorku węgla i fabrykacja rozpoczęła się w fabryce w Roussillon w połowie marca 1918 r. Fabrykacja ta, której wydajność wzrosła bardzo szybko, pozwoliła wysłać na front pierwsze pociski iperytowe w końcu maja. Od miesiąca marca 1918 r. do zawieszenia broni „Société des Usines du Rhône" wytworzyło 1.500 tonn iperytu. Siarkę otrzymywano z Włoch, a część czterochlorku węgla ze Stanów Zjednoczonych, gdyż fabrykacja francuska tego produktu była niewystarczająca.

Sposób z dwuchlorkiem siarki był zaprowadzony również w Prochowni Angoulême, według wskazówek towarzystwa „Société chimique des Usines du Rhône". Prace przygotowawcze podjęto w miesiącu lipcu 1918 r., a produkcja rozpoczęła się dn. 2 października. W dniu zawieszenia broni było wytworzone 77 tonn iperytu.

Sposób z jednochlorkiem siarki S^2Cl^2 był zaprowadzony w licznych fabrykach:

a) Fabryka „Société le chlore liquide" w Pont-de-Claix (Isère), rozpoczęła fabrykację w połowie marca 1918 r. i wyprodukowała 300 tonn.

b) Fabryka „Société de Savonnerie et de Stéarinnerie de Lyon", wyprodukowała 90 tonn (od miesiąca kwietnia 1918 r.).

Całość fabrykacji wzrastała bezustannie, jak to wykazuje tabelka następująca:

Marzec 1918 r.	240 kilogramów
Kwiecień	7 tonn
Maj	150 „
Czerwiec	200 „
Lipiec	270 „
Do przeniesienia . .	627 tonn

Z przeniesienia . .	627	tonn
Sierpień	280	„
Wrzesień	340	„
Październik	510	„
Listopad (11 dni)	200	„
Razem około . . .	2.000	tonn.

Produkcja gazu stała się wyższą od zużycia go przez artylerję francuską.

Podczas jego fabrykacji, nadzwyczaj niebezpiecznej, wydarzyły się liczne wypadki; wielu chemików i robotników zostało poważnie „zaiperytowanych".

Dzięki osobistemu wpływowi p. Loucheura, ministra uzbrojenia i fabrykacji wojennej i wysiłkom dwóch oficerów, którym polecono organizację, porucznika J. Frossard'a z Gabinetu Ministra Uzbrojenia i porucznika de Kap-Herra z Sekcji Technicznej i Przemysłowej, dzięki poświęceniu personelu fabrycznego, laboratorjów badań i warsztatów do napełniania pocisków, wojsko nasze znalazło w iperycie cenną broń dla ostatecznego wstrzymania niemieckiej ofenzywy. Zjawienie się tego środka w amunicji francuskiej zrobiło ogromne wrażenie w szeregach nieprzyjacielskich. Wyraźnem świadectwem tego są rozkazy sztabów niemieckich.

VIII. *Produkty różne.* Między produktami fabrykowanemi można jeszcze wyliczyć:

Rationit	40	tonn.
Chloromrówczan chlorku metylu .	80	„
Jodek benzylowy	90	„
Chlorosulfonian etylowy	70	„
Jodaceton	36	„

IX. *Chlorki dymiące.* Wytworzone były w ilościach następujących:

Chlorek cynowy	4000	tonn.
Chlorek arsenu	2700	„
Chlorek tytanu	200	„

Napełnianie pocisków.

Ładowanie gazów trujących w pociski znowu postawiło służby chemiczne w obliczu nowych zagadnień:

I. *Wstępne przygotowanie pocisków.* Przy sposobności zaznaczyliśmy już że metal pocisku może działać na wprowadzony do

niego produkt. Działanie to ma miejsce nie we wszystkich wypadkach: naprzykład fosgen i wincenit mogą być ładowane wprost. Natomiast inne, już wzmiankowane produkty, wymagają pokrycia wnętrza pocisku ciałem obojętnem, któreby oddzielało metal od produktu trującego.

Pierwszy raz rozwiązano zagadnienie to w październiku 1915 roku przez zastosowanie koszulki ołowianej. Nieco później według wskazówek inż. Cartier'go, szefa Inżynierji Morskiej, udało się p. Triquet'mu w hucie szklanej Choisy-le-Roi, jak już podaliśmy poprzednio, pokryć szkłem wnętrze pocisków. Następnie znaleziono sposób pozwalający oddzielić chlorek dymny (o ile takowy reagował z ciałem trującem) przez umieszczenie go w szczelnej rurce emaljowanej, wprowadzonej do pocisku. *).

By zapewnić doskonałe uszczelnienie pocisków gazowych, należało jeszcze zająć się w laboratorjach przygotowaniem specjalnych cementów i kitów.

Badania dotyczące użycia gazów przez artylerję: sposób strzelania, rodzaj zapalnika, ładunek kapsla i t. d. były prowadzone przy żywym współudziale kapitana Nebout'go, który dokonywał również prób strzelniczych z produktami proponowanemi przez laboratorja przed ich ostatecznem zatwierdzeniem.

II. *Warsztaty napełniania.* Jeżeli fabrykacja gazów trujących przedstawia pewne niebezpieczeństwo, to nie mniej niebezpieczne jest ładowanie ich w pociski. Operacja ta wymaga specjalnych ostrożności, zwłaszcza przy ciałach bardzo lotnych, jak fosgen i kwas cjanowodorowy.

Należało stworzyć instalacje zupełnie nowe. Pułkownik Thouvenin, wraz z kapitanem Schmidtem i porucznikiem Pargond'em, specjalistą przemysłu gazów skroplonych, mieli powierzone w lipcu 1915 r. zorganizowanie w Aubervilliers warsztatów dla napełnienia pocisków trujących, podczas gdy w Vincennes stworzono inną pracownię dla napełniania pocisków zapalających i łzawiących.

Urządzenie dla fosgenu pozwalało studzić do 10^0 mieszaninę do ładowania a do 0^0 same pociski przed napełnieniem. Wyziewy były wyciągane przy pomocy kanalizacji i odprowadzane do kolumn oczyszczających strumieniami sody.

---

*) Pierwszą myśl tej rurki zawdzięcza się porucznikowi Bongrand'owi (z laboratorjum p. Moureugo), który poległ na froncie lotaryńskim w kwietniu 1916 roku.

Od dn. 1-go lipca 1915 r. do 11 listopada 1918 r. napełniono pocisków:

Kalibru 75 m/m	13.000 000
Ciężkich 105 m/m i 155 m/m oraz bomb	4.000.000
Granatów duszących (akroleina)	1.100.000

Wzrost napełniania iperytem był następujący:

Pociski kalibru	75 m/m	105 m/m	155 m/m
Kwiecień 1918 r.	10.000	—	—
Maj	205.000	6.000	400
Czerwiec	370.000	13 000	1.600
Lipiec	295.000	19.000	6.000
Sierpień	425.000	12.000	11.000
Wrzesień	425.000	14.000	31.000
Październik	350.000	18.000	64.000
Listopad (11 dni)	85.000	9.000	27.000
Razem	2.165.000	91.000	141.000

Miotacze płomieni.

Przestudjowanie i wykonanie tych aparatów, których pierwsze modele zbudował w 1915 i 1916 r. kapitan Schilt z pułku saperów — straży ogniowej paryskiej, zostało powierzone służbom chemicznym. Po licznych próbach kapitanowie Bied-Charreton i Cantin zdołali zbudować aparaty możliwie lekkie i wygodne w użyciu. Laboratorjum p. Urbaina dopomogło w badaniu potrzebnych płynów palnych.

WYSZKOLENIE WOJSK.

Było ono również zadaniem Inspektoratu Badań i Doświadczeń Chemicznych. Należało zwłaszcza wyszkolić oficerów w sposobach prowadzenia wojny gazowej. W tym celu zorganizowano w sierpniu 1916 r. „Kurs Specjalny Wojskowego Użycia Gazów" przy Wydziale Farmaceutycznym w Paryżu, pod kierownictwem majora prof. Tasillyego. Na kurs ten powoływano tygodniowo 300 oficerów w tem 80% z frontu i 20% z wnętrza kraju. Kurs zaczynał się szeregiem wykładów, prowadzonych przez specjalistów z Inspektoratu Badań i Doświadczeń Chemicznych, dotyczących różnych zagadnień wojny gazowej, zarówno ochrony jak i natarcia. Wykłady były następujące:

Ogólne własności gazów bojowych, profesor Terroine.

Pociski gazowe, kapitan Nebout.

Fale, kapitan Bied-Charreton, następnie kapitan Beccat.
Ochrona jednostkowa, doktór Banzet, następnie p. Defacqz.
Ochrona zbiorowa, major Tasilly.
Terapeutyka, doktór Flandin.
Organizacja służby gazowej w armji niemieckiej, dr. Flandin.

Wykłady te były uzupełniane ćwiczeniami w terenie (na polu doświadczeń Satory), pokazem strzelania na poligonie Fontainebleau i specjalnemi wykładami dla oficerów ze sztabów artylerji.

W ten sposób wyszkolono około 14.000 oficerów francuskich wszystkich stopni, w tem 110 generałów i 200 oficerów wojsk sprzymierzonych. Korzystano z chwilowego ich pobytu by zebrać własne ich spostrzeżenia na polu walki. Wszystkim oficerom rozdawano kwestjonarjusz, w którym zapytywano w szczególności czy byli atakowani gazami, czy ich oddział bardzo przy tem ucierpiał, jakie zauważyli szczegóły natarć, co myślą o aparatach ochronnych i t. d. Wszystkie odpowiedzi były przeglądane w Inspektoracie Badań i Doświadczeń Chemicznych, gdzie wyciągano z nich cenne dla bieżących badań wiadomości.

POMOC SPRZYMIERZEŃCÓW FRANCJI.

Francja otrzymała od swych sprzymierzeńców cenną pomoc pod postacią niezbędnych surowców. Anglja nadesłała w 1915 r. znaczną ilość chloru płynnego (1.000 tonn); Włochy również pewną ilość. Następnie Ameryka dostarczyła więcej niż 1.000 tonn (w latach 1916—1917—1918).

Anglja dostarczała także Francji chlorku wapnia, cyanku sodu i całą ilość siarczanu niklu, niezbędnego do nasycania masek pierwszego typu.

Pomiędzy innemi produktami Ameryka dostarczała Francji formaliny i trójoksymetylenu dla nasycenia masek pierwszego typu, czterochlorku węgla nadzwyczaj potrzebnego przy fabrykacji iperytu metodą Towarzystwa „Société chimique des Usines du Rhône", cjanku sodu i nakoniec gazy dla masek.

Włochy odstępywały Francji siarkę niezbędną do fabrykacji iperytu.

POMOC FRANCJI SPRZYMIERZONYM.

Jeżeli Francja była zmuszona sprowadzać od swych sprzymierzeńców pewne materjały, bądź dla tego że produkcja francuska nie istniała, bądź że była niewystarczająca, to naodwrót mogła

odstępywać im aparaty ochronne, pociski specjalne i gazy, ściślej mówiąc, aparaty, przyrządy i produkty wyrabiane we Francji, wytwór myśli francuskiej.

Dostawa aparatów ochronnych.

Belgja	900 000	aparatów różnych
Stany Zjednoczone	800.000	
Grecja	500.000	
Włochy	810.000	
Rumunja	230.000	

Dostawa pocisków gazowych.

Belgja	190.000	pocisków różnych kalibrów
Stany Zjednoczone	940.000	
Grecja	12.000	
Włochy	90.000	
Portugalja	45.000	
Rosja	12.000	
Rumunja	50.000	

Dostawa gazów trujących

Anglja	7.000 tonn w tem 6.200 tonn fosgenu
Stany Zjednoczone	150 tonn
Włochy	850 „

Odnośnie fosgenu została zawarta w marcu 1916 r. specjalna umowa między Francją i Anglją, która obowiązywała do końca wojny, a która polegała na tem, że Anglja odstępowała Francji chlor wzamian za fosgen. W ten sposób prawie cała produkcja fosgenu fabryki w Calais przeszła do armji angielskiej.

Podobna umowa była zawarta między Francją i Stanami Zjednoczonemi w ostatnich dniach października 1918 r.

WNIOSEK.

Wszystko dotychczas powiedziane daje tylko niedokładne pojęcie o ogromie wysiłku, dokonanego w celu rozwiązania olbrzymiego zagadnienia, które w tak brutalny sposób zostało narzucone przez nikczemny napad niemiecki w dniu 22 kwietnia 1915 roku.

BIBL. WOJSK. 16
Eigentum Heeresarchiv-Zweigstelle

Niemcy, znające słabość naszego przemysłu chemicznego, liczyły że pokonają nas szybko wojną gazową. Nie domyślały się one, jak i my nie domyślaliśmy się zresztą, do czego jesteśmy zdolni. I w rzeczywistości, nasze zdobycze chemiczne są najświetniejszem świadectwem cudotwórczych wprost zdolności rasy. Nigdy się nie zrozumie jaka cudowna zręczność, zawziętość w pracy i nieustająca energja były rozwinięte w przeciągu czterdziestu czterech miesięcy przez nasze służby, nasze laboratorja badań i nasze fabryki pod wpływem bodźca ze strony znakomitego generała Ozila. Ogólnie nie zwraca się uwagi na bezustanne niebezpieczeństwa, na jakie byli wystawieni chemicy, inżynierowie i robotnicy, o czem świadczą liczne zatrucia, wielokrotnie kończące się opłakiwaną śmiercią. Dzięki inteligencji i poświęceniu patrjotycznemu wszystkich warstw Francja potrafiła nietylko stawić czoło lepiej uzbrojonemu nieprzyjacielowi i opanować go, lecz wreszcie pobić go na jego własnym terenie gazów trujących, na którym, jak się sam przechwalał, miał nas zmusić do kapitulacji.

ROZDZIAŁ IV.

Chemja i aeronautyka.

Jak już mieliśmy sposobność zaobserwować, nie domyślamy się na pierwszy rzut oka jak dużo aeronautyka zawdzięcza chemji. Wszyscy wiedzą, że balony są napełnione (najczęściej) wodorem, lecz nie mają pojęcia o tem, że w aparacie lotniczym nie ma ani jednego organu, którego działanie byłoby zapewnione bez udziału, nieraz zasadniczego, chemika. Metale lub stopy, z których są budowane silniki lub inne części metalowe, materjały pędne i smary, lakiery i powłoki pokrywające opony sterowców i skrzydła samolotów i t. d. wszystkie te materjały, których jakość jest fundamentalną podstawą, nietylko sprawności i bezpieczeństwa lotu, lecz i samej jego możliwości, mają do czynienia wprost z chemją, która w ten sposób przyjmuje olbrzymi udział w podboju powietrza. Również fotografja powietrzna, która odgrywała podczas wojny olbrzymią rolę, jest przedewszystkiem zagadnieniem chemicznem.

Nie możemy myśleć o tem by poruszyć tutaj wszystkie zagadnienia; ograniczymy się więc do zbadania tylko kilku zasadniczych (fotografja będzie studjowana w rozdziale IX-m).

Uwaga: Większość zagadnień chemicznych, dotyczących aeronautyki, interesuje bezpośrednio automobilizm, gdzie chemja decyduje częstokroć o urządzeniu lub działaniu różnych części. Pod wieloma więc względami niniejsze studjum dotyczyć będzie obydwóch przedmiotów.

I. GAZ DO BALONÓW.

A. Wodór.

Podczas wojny balony były napełniane wodorem, pochodzącym z trzech różnych źródeł:

1-o *Elektroliza.* Poddawano elektrolizie, w żelaznych aparatach, wodny roztwór czystego ługu, otrzymywanego przez działanie

sodu na wodę. Na biegunie ujemnym, gdzie się ług odradzał, zbierano wodór, zawierający 2% tlenu, a na biegunie dodatnim tlen, zawierający 2% wodoru. Każdą z tych mieszanin kierowano do rury z kwarcu, zawierającej pallad nagrzany do 650°; wtedy dzięki tworzeniu się wody w obydwóch wypadkach, wodór pozbywał się zupełnie tlenu (99,97% wodoru) a tlen wodoru. Otrzymany tlen zużywano w przemyśle dla różnych celów (spajanie samorodne i t. d.), wodór zaś zgęszczano w cylindrach metalowych i wysyłano do centrów aeronautycznych.

2-o *Działanie krzemu na rozczyny alkaliczne.* Jeszcze od czasów Berzèliusa (1823 r.) było wiadomem, że na krzem działa rozczyn potasu lub sody żrącej, dając krzemian kwaśny (Si O_3 Na H), z wydzieleniem wodoru. Kapitan Lelarge zastosował tę reakcję w sposób bardzo szczęśliwy. Udało mu się sporządzić małą fabryczkę, dającą się łatwo przenosić, zdolną do szybkiego przygotowywania wielkich ilości wodoru (650 metrów sześciennych na godzinę). Woda spływa na sodę żrącą w kawałkach; powoduje wydzielanie ciepła, które wystarcza dla szybkiego zaatakowania krzemu (żelazo-krzemu, zawierającego 90% krzemu). Gaz ostatecznie otrzymany, nasycony w zwykłej temperaturze parą wodną, jest bardzo czysty (zawiera zaledwie $^1/_{30.000}$ wodoru fosforyzowanego).

Sposób ten dostarcza wodoru po cenach daleko wyższych, niż sposób elektrolityczny; lecz podczas gdy ten ostatni wymaga używania dla zmagazynowania wodoru ciężkich cylindrów metalowych, sposób kapitana Lelarge'a posiada nieocenione zalety, gdyż pozwala otrzymywać wodór w każdym czasie i na każdym miejscu z materjałów dających się łatwo przewozić.

3-o *Fermentacja.* Przy fabrykacji acetonu sposobem biochemicznym (patrz str. 89) z kadzi służących do fermentacji wydziela się w wielkich ilościach wodór i gaz węglowy (w objętościach wybitnie równych). Gaz węglowy oddzielamy łatwo bądź przez skraplanie, bądź przez rozczyny alkaliczne, a wodór czysty zagęszczamy w cylindrach.

B. Hel.

Hel jest pierwiastkiem, który odkryto na słońcu podczas zaćmienia w 1868 r. (Janssen, Frankland i Lockyier), na ziemi zaś odkrył go Ramsay w 1895 r. w pewnym kruszcu uranowym, zwanym kleweitem. W r. 1902 Ramsay i Soddy wykazali, że tworzy się on bezustannie z utratą radjum, a inni badacze, uogólniając to spostrzeżenie, orzekli następnie że jest on wynikiem samoczynnego rozpadania atomów radjoaktywnych. Hel jest gazem

chemicznie bezwładnym, znajdującym się w powietrzu z czterema innemi gazami tej samej rodziny: neonem, argonem, kryptonem, ksenonem; systematyczne badania Moureugo i Lepape'a wykazały, że conajmniej jego ślady, jak i pokrewnyzh mu gazów znajdują się we wszystkich gazach podziemnych (gazy źródeł ciepłych, gazy wulkaniczne, gaz błotny i t. d.) jak i w atmosferze.

Z powodu swej bezwładności chemicznej hel jest gazem zupełnie niepalnym. Z drugiej strony, jego gęstość podwójna w porównaniu z wodorem czyni go najlżejszym ze wszystkich gazów po tym ostatnim. Posiadałby on bezwątpienia przewagę nad wodorem w napełnianiu balonów.

Jego siła wznoszenia się jest prawie tak samo wielka (92%), lecz szybkość przenikania, a tem samem straty przez oponę byłyby daleko mniejsze, wzniecenie pożaru przez pociski zapalające byłoby wykluczone i możnaby w bezpośredniem jego sąsiedztwie ustawić silniki w balonie.

Te korzyści żywo uderzyły Ramsay'a, który od 1915 r. zwrócił uwagę na ważność zagadnienia. Dla podjęcia go trzeba było nadzwyczajnej śmiałości i wiary naukowej. Napełnianie balonów helem wydawało się wówczas tak samo chimerycznem, jak brukowanie ulicy djamentami. A jednak Cady w swych specjalnych poszukiwaniach odkrył, że gazy niektórych kopalń nafty w Stanach Zjednoczonych zawierają znaczną proporcję helu (do 1%). W r. 1917 przedsięwzięto badania, które zakończyły się wynalezieniem w r. 1918, przemysłowego sposobu oddzielania helu przez skraplanie gazów naturalnych przy pomocy powietrza płynnego (Cottrell, Carter i t. d.). Zapewniają, że 5000 metrów sześciennych helu miało być wysłanych do Europy w chwili podpisania zawieszenia broni.

We Francji są czynione poszukiwania helu przez komisję Ministerjum Marynarki *), specjalnie w okolicach, gdzie Moureu, Riquard i Lepape wskazali gazy źródeł ciepłych, bogate w hel (Bourbon-Lancy 2%, Maizières 6%, Santenay 10%).

W każdym razie można mieć nadzieję, że napełnianie balonów helem zostanie urzeczywistnione, tak że podróże sterowcami będą się odbywały z nieznanem dotychczas bezpieczeństwem.

II. METALE.

A. Stal.

Nasi konstruktorzy urzeczywistnili nader szczęśliwe zestawienia mechaniczne: silniki w kształcie V, silniki gwiaździste, silniki

*) Przewodniczący: p. Moureu; członkowie: pp. Cayeux, dyrektor kopalń major Sabatier, Jerzy Claude, Lepape, Lormand.

rotacyjne, wymieniając tu jedynie te, które były w użyciu; pomysły te świadczą w wysokim stopniu o ich genjuszu wynalazczymi Lecz nie da się zaprzeczyć, że postępy lotnictwa dużo zawdzięczają ulepszeniom w jakości używanych metali. I rzeczywiście ażeby utrzymać przewagę w powietrzu, należało latać coraz prędzej, wznosić się coraz wyżej i móc zabierać ładunki coraz cięższe. Otrzymanie tych wyników było ściśle złączone z budową silników potężnych i lekkich, a to można było osiągnąć jedynie przez używanie materjałów o wielkiej wytrzymałości.

W tych to poszukiwaniach najlepszego metalu widzimy ważną rolę chemika, który towarzyszy pracy metalurga: czy to analizując różne gatunki stali, wymierzając różne składniki nowego, stwarzanego stopu, które mu udzielą po stosownej przeróbce termicznej takich lub innych własności: twardości, zwięzłości, wytrzymałości na ciągnienie, niezmienności w wysokich temperaturach gazów wybuchowych i t. d.; czy to badając dla każdej części stal, najlepiej odpowiadającą warunkom osiąganej temperatury i dostarczanej pracy mechanicznej.

Zwłaszcza w aeronautyce używa się stali zwanych „specjalnemi" z powodu że w ich skład wchodzą pewne pierwiastki (nikiel, chrom, krzem, mangan i t. d.), które nadają im szczególne własności. Zmieniając w różny sposób składniki i przeróbkę termiczną stali, można osiągać połączenia własności, niespotykanych w stalach zwykłych i otrzymywać stal, która odpowie najlepiej swemu przeznaczeniu. Tak więc naprzykład można było otrzymać gatunki stali, łączące w sobie własności zazwyczaj sprzeczne, jak twardość i odporność na uderzenia, która jest przeciwstawieniem kruchości, gatunki stali nieznacznie utleniającej się, stale przedstawiające bardzo dużą twardość lecz słabą odporność na uderzenia i t. d.

Dla pewnych części pracujących w wysokich temperaturach, dosięgających 400°, 600° a nawet 800°, jak np. zawory wydechowe, metodyczne poszukiwania pułkownika Grard'a ustaliły, że kujność może stać się minimalną przy pewnych temperaturach, tak zwanych temperaturach kruchości.

Każdy metal może pracować jedynie w bezpiecznym pasie temperatury. Jak więc pułkownik Grard stwierdził, że jedynemi stalami, które mogą być wzięte pod uwagę przy budowie zaworów wydechowych, pracujących w temperaturze ponad 600°, są stale niklo-chromowe *samohartujące się* (dające się hartować na powietrzu).

Zrobimy szybki przegląd różnych gatunków stali używanych do konstrukcji mechanicznych w aeronautyce.

Stale niklowe. Wprowadzenie niklu do stali zwiększa jej granicę wytrzymałości, jej elastyczność, zdolność wydłużania się oraz odporność na uderzenia. Stosownie do zamierzonego użycia wytwarza się stale, w których zawartość niklu waha się od 0.25% do 25%. Stale o wysokiej zawartości niklu są trudne w obróbce i mało używane.

Stale chromowe. Chrom nadaje jedynie twardość. Stale zawierające 2 do 2,5% chromu są twarde, lecz mało odporne na uderzenia. Używa się ich do łożysk kulkowych i rolek popychaczów.

Stale wolframowe. Przez dodanie znacznej ilości wolframu (4 do 12%), otrzymuje się metal, posiadający własności magnetyczne, używany do budowy magnesów w magnetach.

Stale krzemowe. Stale o 1,5% krzemu są używane do fabrykacji resorów, stale o 4% krzemu do fabrykacji blaszanych kapturów magnet.

Stale mangano-krzemowe. Stale o 1,6% krzemu i 0,7% manganu uzywa się do wałów pracujących na skręcanie i do fabrykacji resorów.

Stale niklo-chromowe. Wprowadzenie chromu nadaje, jak już widzieliśmy, wielką twardość; dodając niklu otrzymuje się pewną odporność na uderzenia. Zależnie od przewidywanego użycia stopu zmienia się proporcję tych składników, a nawet dodaje się niektóre inne pierwiastki. Oto, tytułem wskazówki, skład i użycie dwóch stali niklochromowych: pierwsza zawierająca 0,17% węgla, 6,02% niklu, 0,33% chromu, 0,65% manganu, jest używana do fabrykacji rur, korbowodów i osi; druga zawierająca 0,3% węgla, 2,55% niklu, 0,77 chromu, 0,34% manganu, 0,31% krzemu, służy do budowy części przeciążonych, jak wały korbowe, korbowody, popychacze, poduszeczki, zawory wdechowe, wały śmigowe.

Nakoniec stale samohartujące się, używane, jak już mówiliśmy, do budowy zaworów zmuszonych pracować w wysokiej temperaturze, są to stale niklochromowe. Na zimno przedstawiają one również zalety twardości i kujności wskutek czego użycie ich rozciąga się do budowy trybów, rolek, popychaczów i korbowodów. Oto skład jednej z tych stali: węgla 0,25% do 0,40%; manganu 0,40 do 0,60%; krzemu 0,20 do 0,30%; niklu 3,5% do 5; chromu 1,2 do 2%.

Stal chromo-wolframowa. Stopy jej bardzo twarde, nawet w temperaturze dość wysokiej, lecz posiadające małą odporność na uderzenia i trudne w obróbce, używają się do wytwarzania narzędzi przeznaczonych do obrabiania stali.

Podane kilka przykładów wykazują ważność składników chemicznych, stali, a więc i poszukiwań chemicznych, które doprowa-

dzają do określenia ich wpływu. Badania te pozwoliły oznaczyć dla każdej części skład chemiczny, twardość, odporność na uderzenia, elastyczność używanego metalu. W ten więc sposób można było zbudować aparaty przedstawiające maximum wydajności.

B. Aluminjum i jego stopy.

Z racji swej lekkości (gęstość jego 2.6 zbliżona do gęstości szkła), aluminjum znalazło w aeronautyce szerokie zastosowanie i przemysł aluminjowy podczas wojny znacznie się rozwinął. Gdy w 1914 r. nie istniało ono nawet w katalogach Ministerjum Wojny, to w 1918 r. przeszło 2.000 tonn tego metalu było poświęcane każdego miesiąca jedynie dla potrzeb wojska.

Francja jest uprzywilejowana pod względem przemysłu aluminjowego, posiada ona w sąsiedztwie swych centrów energji wodno-elektryczej znaczne pokłady boksytu (aluminu), z którego drogą elektrolizy otrzymuje się aluminjum. W ten sposób przemysł francuski aluminjowy rozwija się nadzwyczajnie i produkcja nasza zajmuje pierwsze miejsce po Stanach Zjednoczonych.

Z aluminjum robią się szkielety balonów sterowych. W samolotach prawie wszystkie aparaty pomocnicze są z aluminjum. Metal ten wchodzi do budowy karterów silników, dynamo, dynamo do oświetlenia, dynamo do telegrafji bez drutu, aparatów fotografji bez drutu i t. d. Nawet stalowe tłoki silników zastąpiono tłokami aluminjowemi. Wskutek zmniejszenia się wagi zmniejszyła się bezwładność części pozostających w zmiennym ruchu, można więc nadać silnikom szybsze obroty. Lecz największa zaleta aluminjum w tym wypadku zasadza się na jego dużem przewodnictwie ciepła, które pozwala tłokowi utrzymać się łatwo poniżej temperatury rozkładu smarów. Zastosowanie tłoków aluminjowych jest znacznem ulepszeniem, które natychmiast przeszło i do przemysłu automobilowego.

Stopy. — Oprócz czystego aluminjum, krórego kilka zastosowań wskazaliśmy, używane są jeszcze jego stopy o niewielkiej gęstości i wysokiej wytrzymałości, mogące przy budowie płatowców zastąpić daleko cięższą stal. Stopy te, ledwie znane przed wojną, służyły do budowy kadłubów, podłużnic skrzydeł, masztów; użycie ich rozpowszechnia się coraz bardziej. Oto skład w częściach setnych jednego z tych stopów, znanego pod nazwą „duraluminu": aluminjum 93,9; miedź 3,70; mangan 0,61; cynk 0,25; magnez 0,43; krzem 0,58; żelazo 0,53.

Duralumin odznacza się szczególniej swoją elastycznością, wytrzymałością na rwanie i twardością; własności jego w najwyższym stopniu interesują konstruktorów.

III. MATERJAŁY RÓŻNE.

A. Benzyna do silników.

Silniki wybuchowe lotnicze były zasilane, podczas wojny, benzyną azjatycką i benzyną amerykańską*). Benzynę azjatycką otrzymywano z nafty perskiej, z Sumatry i z Borneo. Dwie pierwsze otrzymywano wprost przez dystylację kolejną ropy naftowej. Benzyna z Borneo była produktem pozostałym przy fabrykacji materjałów wybuchowych. W rzeczywistości benzol, który używano do fabrykacji fenolu, przeznaczonego do wyboru melinitu, jak i toluol służący do fabrykacji tolu, pochodziły w znacznej części z nafty z Borneo; benzol podczas sulfonowania i toluol podczas nitrowania pozostawiały produkty uboczne, składające się przedewszystkiem z węglowodorów cyklicznych nasyconych (cykloheksan i t. d.); te produkty uboczne, zneutralizowane i oczyszczone, dostarczały doskonałej benzyny dla lotnictwa. Dobry gatunek benzyny był podstawą dobrego działania motorów. To też przed użyciem benzyna była poddawana skrupulatnemu badaniu. Upewniano się co do nieobecności olejów benzolowych lub łupka, połączeń siarkowych, kwasów, wody i sprawdzano czy zawartość węglowodorów aromatycznych jest słaba (obniżenie się o 1% zdolności cieplnych przy 10% tych węglowodorów). Benzyna najbardziej bogata w węglowodory, o niskim punkcie wrzenia, była używana w zimie, najmniej bogata w lecie.

Benzyna perska, bogata w węglowodory alifatyczne (70%), jest godna uwagi z powodu znacznej zawartości węglowodorów bardzo lotnych; jest to benzyna używana w zimie. Benzyna z Sumatry zawiera również dużo węglowodorów acyklicznych (alifatycznych), lecz ponadto zawartość w niej węglowodorów cyklicznych nasyconych jest większa niż w benzynie perskiej. Co się

*) Zamknięcie cieśnin przerwało zupełnie stosunki z wytwórcami rosyjskiemi. Nafty rumuńska i galicyjska stały się dla nas również niedostępne.

Zresztą trudności przywozu były znacznie zwiększone od początku wojny, przez stratę pewnej liczby parowców-cystern, specjalnie dla transportu nafty zbudowanych. W braku tych ostatnich, musiano smary przewozić w beczkach na zwykłych statkach transportowych. Pomimo braku odpowiednich materjałów i niepewnej żeglugi było ostatecznie możliwe podołać zapotrzebowaniom wojska (lotnictwo i służba automobilowa) oraz całego przemysłu wojennego.

tyczy benzyny z Borneo, to każda marka nosi właściwy sobie charakter; są gatunki nader zbliżone do benzyny perskiej, są inne wyjątkowo bogate w węglowodory cykliczne nasycone (84%). Wszystkie gatunki benzyny azjatyckiej posiadają jeden wspólny charakter: zawiera bardzo małą ilość węglowodorów etylowych, zawsze poniżej $^1/_{1000}$. Przeciwieństwo stanowi benzyna amerykańska, gdzie proporcja węglowodorów etylowych dosięga zazwyczaj kilku setnych. Przyczyną tego jest rozpowszechniona w Ameryce operacja zwana „cracking", która polega na nagrzewaniu ciężkich olejów pozostałych z dystylacji nafty i na wytwarzaniu w ten sposób olejów lekkich, nadających się do tych samych potrzeb co i zwykła benzyna, a różniących się jedynie dosyć znaczną zawartością węglowodorów etylowych*).

Smary.

Smary do oliwienia silników powinny posiadać cały szereg zalet. Oprócz samych właściwości ślizgających powinny posiadać odpowiednią lepkość i ponadto wystarczająco nizki punkt zamarzania, tak by mogły pozostawać w stanie płynnym w zbiornikach i rurach (smary zimowe i smary letnie); pozatem powinny znosić wysoką temperaturę bez zwęglania się i zanieczyszczania silnika.

Są one różnych rodzajów: oleje mineralne, oleje roślinne i zwierzęce, oleje „kombinowane" (mięszane). Oleje mineralne powinny pochodzić wyłącznie z ropy naturalnej, dystylowanej lub rafinowanej, bez dodawania jakichkolwiekbądź postronnych produktów. Pomiędzy olejami roślinnemi używa się nadewszystko oleju rycynowego; takowy musi być zupełnie czysty **). Oleje kombinowane

*) Z pomiędzy studjów nad benzyną, dokonanych na żądanie Służby Aeronautycznej, wyróżniają się nader pożyteczne prace p. p. Chavanne'a, Simona i Aubert'a.

**) Olej rycynowy najbardziej się nadaje ze wszystkich olejów do smarowania silników rotacyjnych, używanych w żegludze powietrznej. Tylko ten olej posiada cenną własność niemieszania się z benzyną; w ten sposób smarowanie i rozpylanie nie mogą sobie w żaden sposób przeszkadzać. Ta własność przedewszystkiem, więcej jeszcze niż jego wielka wisność, czyni go pierwszorzędnym smarem silników lotniczych.

Obok tej zalety olej rycynowy posiada wadę rozkładania się w temperaturze stosunkowo nizkiej (250°), dostarczając enantolu (esencji koniakowej) i kwasu undecylenowego, który się łatwo polimeryzuje na ciało kleiste, podobne do kauczuku. Wydaje się, że podczas ruchu silnika, ciała te nie zjawiają się zanim olej wyzyska swe własności smarujące; prawdopodobnie są one spalane w miarę swego powstawania przez tlen powietrza, który zapewnia również spalanie rozpylonej

powinny być mieszaninami zupełnie jednorodnemi, nie dającemi miejsca oddzielaniu się płynów nawet podczas dłuższego spoczynku.

Wszystkie te produkty były przedmiotem szczegółowych badań chemicznych i fizycznych w Sekcji Technicznej Aeronautyki wojskowej, ponieważ dobry smar jest niezbędny dla dobrego działania silnika *).

C. *Płyny niezamarzające do chłodzenia silników.*

Wiadomo, że silniki wybuchowe są zazwyczaj chłodzone przy pomocy krążenia wody; ważnem jest ażeby ta woda nie zamarzała w czasie postoju lub pracy na wielkich wysokościach. W tym celu dodaje się do wody pewną ilość alkoholu lub gliceryny. Lecz ponieważ podczas wojny zużycie alkoholu i gliceryny w tym oraz innych celach (patrz część I-szą, rozdz. II i III) było olbrzymie, przewyższające wytwórczość, należało więc wynaleźć produkty zdolne je zastąpić przy chłodzeniu. Po licznych próbach pp. Simona i Darmois przyjęto mrówczan sodowy, ciało dające się łatwo produkować (patrz niżej str. 89), którego roztwór, 270 gr. na litr, nie zamarza przy —20° i nie oddziaływuje na metale chłodnic. Prócz tego znaleziono że, w braku mrówczanu sodowego, można używać do przygotowania płynów niezamarzających chlorku wapnia, który jest pozostałością przy fabrykacji sody sposobem Solvay'a.

D. *Powłoki i lakiery do skrzydeł samolotów* **).

A. Powłoki.

Powłoki są to roztwory, w mieszaninach rozpuszczalników mniej lub więcej lotnych, pewnego ciała stałego, które w pewnych warunkach nabiera określonych własności, elastyczności i plastyczności.

---

benzyny przy każdorazowem sprężaniu. Zdarza się jednak czasami że, wskutek utworzenia się ciała kleistego, tłok wystudzonego silnika przylgnie tak mocno do ścian cylindra, że rozruszanie silnika staje się bardzo trudnem.

*) W celu zastąpienia drogiego oleju rycynowego przygotowywano sztucznie smary t. zw. „przedmuchiwane", utleniając oleje pół-wysuszające (rzepakowe lub bawełniane) przy pomocy prądu gorącego powietrza. Oleje te, rozpuszczalne w olejach mineralnych, są smarami nader cenionemi.

Na krótki czas przed wojną profesorowi Hemptine'owi z Leodjum udało się otrzymać smary bardzo klejowate, nazwane *polimerolami*, a to przez zmuszenie do krążenia mieszaniny oleju mineralnego i pół-wysuszającego między armaturami kondensatora wysokiego napięcia. Produkty te mogą być z korzyścią używane dla zwiększania wisności olejów mineralnych. Z chwilą okupacji Belgji Niemcy zarekwirowali sprzęt fabryki polimerolów w Gandawie i wysłali go w głąb Niemiec.

**) Zagadnienia chemji powłok i lakierów były głównie badane przez p. p. Blanc'a (przewodniczącego Komisji), Gault'a i Guilleminot.

Przez odparowanie całości lub części tych rozpuszczalników powłoki, otrzymujemy twardą skorupkę, która, zależnie od warunków odparowania, nabiera charakterystycznych własności fizycznych i mechanicznych.

Powłoki mają więc za zadanie, przez sam fakt tworzenia skorupki, naciągać płótna, czynić je nieprzemakalnemi, zwiększać ich wytrzymałość mechaniczną, wygładzać ich powierzchnię; w ten więc sposób, zmniejszając współczynnik tarcia płaszczyzn o powietrze, zmniejszają opór sprzeciwiający się posuwaniu naprzód.

Pod względem składu chemicznego powłoki do samolotów oparte są zazwyczaj na zasadzie acetocelulozy. Prócz własności nieprzepuszczalności względem powietrza i wody i sztywności, którą nadaje płatom, powłoka taka przedstawia tę wielką zaletę, że naciąga płótno, zmusza go do przyjęcia kształtów obramowań, zwiększając wytrzymałość mechaniczną płatów. Lotnictwo francuskie używało jedynie takiej powłoki; lecz lotnictwo sprzymierzonych w braku wystarczającej ilości acetocelulozy musiało uciekać się do częściowego użycia powłok opartych na zasadzie nitrocelulozy.

Wskazywano różne produkty (klajster, żelatyna, albumina, kaseina, bakelit, alkina, glicerokrzemiany alkaliczne) dla zastąpienia celuloz.

Żadne z tych ciał nie znalazło zastosowania, ponieważ własności otrzymanych powłok były znacznie niższe od powłok celulozowych.

Para wodna atmosferyczna odgrywa zasadniczą rolę w tworzeniu się skorupki. Ponieważ etery celulozowe są nierozpuszczalne w wodzie, wystarczy więc nadzwyczaj mała ilość wody dla osadzenia ich w roztworze.

Skorupka otrzymana przez odparowanie acetonowego roztworu acetocelulozy lub nitrocelulozy w powietrzu wilgotnem jest biała, co wskazuje na częściowe osadzenie się eteru celulozowego. Ten sam roztwór, odparowany w atmosferze zupełnie suchej aparatu osuszającego, dostarcza skorupki zupełnie przezroczystej.

Wpływ pary wodnej atmosferycznej jest tem znaczniejszy, że roztwory eterów celulozowych są płynami o wysokim natężeniu pary, wskutek czego parowanie ich jest bardzo szybkie i sprowadza znaczne osadzanie się wody w chwili tworzenia się skorupki.

Rozpuszczalnik powłoki winien więc być wybrany w ten sposób, żeby ostatnie części płynu, zawierające w roztworze ciało plastyczne, były w chwili twardnienia skorupki odporne na zmieszanie się z wodą, wskutek czego otrzymana skorupka przy swej jednorodności i przezroczystości zachowa swą giętkość i odporność.

Warunki te urzeczywistniają się bądź to przez dodanie do rozpuszczalnika bardzo lotnego *(rozpuszczalnika lekkiego)* małej ilości rozpuszczalnika nie mieszającego się z wodą, którego naprężenie pary jest wystarczająco słabe by mógł się ulotnić na ostatku *(rozpuszczalnik ciężki sprzeciwiający się matowieniu)*, bądź to przez użycie dwóch rozpuszczalników lekkich, z których przynajmniej jeden nie daje się zmieszać z wodą; w tym ostatnim wypadku obydwa rozpuszczalniki powinny być tak dobrane, żeby ich mieszanina nie łączyła się z wodą, a natężenia pary były zbliżone, względnie by przy różnych natężeniach pary rozpuszczalniki wydzielały się jednocześnie przez wzajemne pociąganie.

W ten sposób roztwór acetocelulozy w mieszaninie acetonu (mieszającego się z wodą) i alkoholu benzylowego (nie mieszającego się z wodą) dostarcza przez wyparowanie na wolnem powietrzu skorupki przeźroczystej, gdy roztwór acetocelulozy w samym acetonie daje w identycznych warunkach skorupkę białą.

Używane ciało plastyczne nie zawsze posiada samo przez się, bądź wskutek dodania materjałów postronnych, dostateczną giętkość i powoduje tworzenie się skorupki pękającej. Należy więc w pewnych wypadkach dołączać do powłoki słabą ilość rozpuszczalnika ciężkiego nielotnego, który nie wydziela się nawet po dłuższym czasie i który tworzy z ciałem plastycznem prawdziwy związek. Składnikom tym nadano nazwę *rozpuszczalników ciężkich uplastyczniających*.

II. Fabrykacja przemysłowa acetocelulozy ogromnie się rozwinęła w czasie wojny. Podczas, gdy w 1914 r. produkcja miesięczna we Francji nie przekraczała kilku tonn, w 1918 r. wynosiła ona średnio do 50 tonn miesięcznie i dosięgła w końcu roku 65 tonn, podczas gdy całkowita produkcja sprzymierzonych wynosiła 95 tonn.

Acetyluje się celulozę (bawełnę lub papier) działając na nią bezwodnikiem octowym w obecności kwasu siarkowego, odgrywającego rolę katalizatora; operacja winna być w ten sposób prowadzona, żeby otrzymano przedewszystkiem pochodną trojacetylową.

Acetoceluloza jest znacznie mniej palna niż nitroceluloza. Nie rozpuszcza się w wodzie, alkoholu metylowym, alkoholu etylowym, alkoholu butylowym, eterze i benzolu. Rozpuszcza się na chłodno w aldehydzie octowym, acetalach, kwasie mrówkowym, kwasie octowym, mrówczanach metylowym i etylowym, octanie metylowym, anilinie, fenolu, alkoholach benzylowym i oksybenzylowym, pirydynie, chinolinie, cykloheksanonie.

Nie rozpuszcza się lub rozpuszcza się z trudem w czterochloroetanie, metyloetyloketonie, mrówczanach butylowym i amylowym, octanach etylowym, butylowym i amylowym, przyczem rozpuszczalność w ketonach i etero-solach zmienia się w stosunku odwrotnym do ich wagi cząsteczkowej.

Rozpuszczalność acetocelulozy w różnych rozpuszczalnikach może uledz głębokiemu przekształceniu przez dodanie małej ilości rozpuszczalników pomocniczych; w ten sposób pewne rozpuszczalniki wymienione powyżej, jako nierozpuszczające lub rozpuszczające z trudem acetocelulozę (czterochloretan, metyloetyloketon, mrówczan butylowy, octan etylowy), rozpuszczają ją łatwo po dodaniu do nich małej ilości alkoholu metylowego lub etylowego.

III. Doświadczenie doprowadziło do używania mieszanin rozpuszczalników o bardzo różnych stopniach ulatniania się (rozpuszczalniki lekkie i ciężkie).

a) Głównie używane *rozpuszczalniki lekkie*, oprócz alkoholu zwykłego, alkoholu metylowego i benzolu, działające w sposób rozcieńczający, są: octan metylowy, mrówczan etylowy, aceton i czterochloroetan. Inne ciała jak: octan etylowy, mrówczan butylowy, octan butylowy, metyloetyloketon, są również używane, lecz ich zdolność rozpuszczania, jak widzieliśmy to, jest niższą od poprzednich.

Kwas octowy i alkohol metylowy, których połączenie tworzy octan metylowy, są produktami ubocznemi otrzymywanemi przy zwęglaniu drzewa. Aceton otrzymuje się również przy tej samej operacji, lecz w daleko mniejszej proporcji; otrzymuje się go więc głównie inną drogą, przez żarzenie octanu wapnia. Dodajmy, że prócz lotnictwa (octan metylowy, aceton, acetoceluloza) kwasu octowego używano do różnych innych potrzeb, a w szczególności do syntetycznej fabrykacji indygo, przeznaczonego do farbowania sukna wojskowego; alkoholu metylowego używano do fabrykowania, oprócz formaliny i kilku innych produktów, siarczanu metylowego, służącego do metylowania licznych preparatów organicznych, a także jako substancję trującą w wojnie gazowej; acetonu używano do innych potrzeb, a w szczególności do fabrykacji ważnego gazu łzawiącego (bromacetonu).

W r. 1913 Francja wyprodukowała 7000 tonn kwasu octowego i 2000 tonn alkoholu metylowego; jednocześnie przywiozła ona prawie tę samą ilość alkoholu metylowego i nieco kwasu octowego. Podczas wojny wydajność produkcji, pomimo wybudowania nowych fabryk, nie przekroczyła $^2/_3$ produkcji 1913 r., a to na skutek

braku rąk do pracy, materjałów opałowych i środków transportowych.

Obowiązani jesteśmy uczynić wzmiankę dotyczącą syntetycznego wytwarzania kwasu octowego, którego fabrykację, pod naciskiem zapotrzebowań obrony narodowej, przedsięwzięto w wielu fabrykach. W zasadzie utrwala się wodę na acetaldehydzie (przy pomocy roztworów soli rtęciowych) a na otrzymanym produkcie tlen.

Od r. 1915 w dystylarni Deux-Sèvres (Melle) zastosowano metodę biochemiczną przygotowania na wielką skalę acetonu. Poddawano po ugotowaniu działaniu specjalnych bakterji nadpsute ziarna (kukurydza, ryż i t. p.), kasztany indyjskie (30% mięszaniny najwyżej). Dokonywująca się fermentacja dostarcza, oprócz znacznej ilości wodoru i gazu węglowego (w jednakowych objętościach), mieszaniny alkoholu butylowego normalnego (dwie części) i acetonu (jedna część), które rozdzielano przy pomocy cząstkowej dystylacji, nie mówiąc już o małych ilościach różnych innych substancji.

Ponieważ od 1916 r. całkowita ilość octanu wapnia była przeznaczana do fabrykacji octanu metylowego, przeto sposób biochemiczny musiał dostarczać niezbędnych ilości acetonu dla różnych innych potrzeb przemysłu wojennego. W rezultacie nagromadziły się znaczne ilości produktu ubocznego tej fabrykacji alkoholu butylowego, dla którego należało znaleźć sposób użycia. To dało początek fabrykacji mrówczanu butylowego i metyloetyloketonu. Kwas mrówkowy, niezbędny do przygotowania mrówczanu butylowego, był otrzymywany (pod postacią mrówczanu alkalicznego) przez działanie na gorąco tlenkiem węgla na sodę żrącą. Co się tyczy metyloetyloketonu $CH^3 — CH^2 — CO — CH^3$, to otrzymywano go przez redukcję alkoholu butylowego drugorzędnego $CH^3\text{-}CH^2\text{-}CHOH\text{-}CH^3$, który sam pochodził z izomeryzacji alkoholu butylowego pierwszorzędnego normalnego $CH^3\text{-}CH^2\ CH^2\ CH^2\ OH$ powstałego przez fermentację formowania się butylenu $CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH=CH^2$, przez odwadnianie, następnie łączenie go z wodą).

Chwytanie rozpuszczalników (patrz część I, rodz. IX), odbywało się w miarę jak na to pozwalały urządzenia aparatów niezbędnych do tego rodzaju operacji.

Pomimo wszystko potrzeby były tak olbrzymie, że musiano przywozić podczas wojny ze Stanów Zjednoczonych wielkie ilości kwasu octowego (w postaci octanu wapnia), alkoholu metylowego i acetonu.

Czterochloroetan otrzymuje się przez działanie bezpośrednie chloru na acetylen w obecności chlorku antymonu. Złączony

z alkoholem i z acetonem jest on doskonałym rozpuszczalnikiem acetocelulozy i pozwala otrzymywać bardzo piękną skorupkę

b) *Główne rozpuszczalniki ciężkie sprzeciwiające się matowieniu* są to: alkohol benzylowy, fenol i fosforan trojfenylowy. Pozatem były używane lub proponowane w tym samym celu: furfurol, cykloheksanon, eter acetylooctowy, dwuacetyna glikolu. Lotnictwo francuskie używa tylko alkoholu benzylowego; lotnictwo angielskie fosforanu trójfenylowego i lotnictwo włoskie fenolu.

Na drodze przemysłowej przygotowuje się alkohol benzylowy przez zmydlanie chlorku benzylu roztworem węglanu sodu. Sam zaś chlorek benzylu otrzymuje się bądź przez działanie chloru na toluol, bądź przez działanie kwasu solnego na mięszaninę benzolu i formaliny w obecności chlorku cynku. Alkohol benzylowy rozpuszcza acetocelulozę na zimno i łatwiej na gorąco.

c) Główne *rozpuszczalniki ciężkie uplastyczniające* są: trójacetyna gliceryny, esencja gwoździkowa i eugenol. Używano także lub proponowano alkohole oksybenzylowe i etery mleczne i winne.

Trójacetyna była używana zwłaszcza w powłokach zwanych *powłokami maskującemi* (zabarwienie było otrzymane przez wcielenie bezpośrednie do powłok zwykłych mieszaniny sproszkowanego aluminjum, lak barwnych i ciał mineralnych), gdzie tworzyła w połączeniu z eugenolem lub z esencją gwoździkową główny środek uplastyczniający. Proporcja trójacetyny w powłokach jest zawsze bardzo słaba (około 1o/o).

Eugenol wynosi $^{9}/_{10}$ esencji gwoździkowej. Ta ostatnia zastąpiła go całkowicie w r. 1918; otrzymuje się z gwoździków przy wydajności 15o/o. Przemysł lotniczy potrafił uwolnić się, aczkolwiek późno, od używania tych rozpuszczalników rzadkich i drogich.

B. Lakiery.

Acetoceluloza wskutek swojej hygroskopijności nie jest dostatecznie oporna na niepogody. Tej właśnie higroskopijności, zmniejszającej znacznie wytrzymałość mechaniczną skorupki powłoki i w następstwie płócien powleczonych, należy przypisać większość obserwowanych pomarszczeń. W celu usunięcia tej wady powleczone płótna są pokrywane, po wysuszeniu, lakierem ochronnym, który zabezpiecza skorupkę od wilgoci atmosferycznej.

Lakiery ochronne, używane podczas wojny, mogą być podzielone na dwie grupy:

1^{0} Lakiery na podstawie nitrocelulozy;

2^{0} Lakiery tłuste.

Cały szereg lakierów na zasadach różnych żywic syntetycznych (żywica akroleinowa otrzymana w laboratorjum p. Moureugo i t. d.) był proponowany, lecz nie znalazł zastosowania przemysłowego.

Uznana powszechnie konieczność ochrony płócien od promieni słonecznych i maskowania aeroplanów, lub conajmniej ujednostajnienia kolorów w celach wojskowych, doprowadziła do pokrycia powleczonych płaszczyzn lakierem żółtym, a zwłaszcza haki, przygotowanym przez dodanie do lakierów bezbarwnych materjałów farbujących obojętnych lub barwników organicznych.

I. *Lakiery na podstawie nitrocelulozy.* Nitroceluloza w przeciwstawieniu do acetocelulozy nie jest hygroskopijną i może być używana w rozcieńczonych roztworach swych zwykłych rozpuszczalników jako lakier ochronny; cienka jej skorupka, pokrywająca płótno, pozwala nie brać pod uwagę jej łatwej palności.

Lakiery na zasadzie nitrocelulozy były prawie wyłącznie używane w Anglji, gdzie zarzucono je dopiero w chwili gdy zaczęło brakować rozpuszczalników.

II. *Lakiery tłuste.* Zastosowanie lakierów tłustych na płótnach powleczonych dało miejsce pewnej liczbie krytyk, z których najważniejsze opierały się na podatności włókien do utleniania przy zetknięciu się z nimi. Dowiedziono jednak, że nie działają one niszcząco na tkaniny pochodzenia roślinnego, jeżeli powleczenie jest jednostajne i składa się conajmniej z dwóch pokładów acetocelulozy. Lakiery tłuste rozpuszczają się w alkoholu, benzynie, zwykłych rozpuszczalnikach powłok.

Lakiery tłuste bezbarwne zawierają zwykle produkty następujące; olej lniany, olej z drzewa chińskiego, gumy, produkty osuszające, rozpuszczalniki lekkie. Lakiery barwne zawierają te same materje co i lakiery bezbarwne, a ponadto pigmenty kolorowe.

Wniosek,

Wojna rozwinęła ogromnie przemysł powłok i lakierów. Wysiłki Służby Aeronautycznej wojskowej i naszych przemysłowców, pomimo trudności zaopatrzenia w surowce, podołały w zupełności wszelkim wymaganiom.

E. Opony balonowe.

Rodzaj tkaniny jest zagadnieniem zasadniczej wagi w budowie balonów. Powinna ona jaknajmniej przepuszczać gazy i posiadać ponadto pewną wytrzymałość mechaniczną. We Francji używa się tkanin bawełnianych (rzadko jedwabnych), powleczonych

kauczukiem. Są one pojedyńcze, podwójne lub potrójne, najczęściej jednak podwójne, utworzone z dwóch płatów bawełnianych, przełożonych dwoma płatami kauczuku; sklejenie się dwu płatów tkaniny jest zapewnione przez kauczuk. Płaty kauczukowe otrzymuje się przez rozsmarowanie na tkaninie benzolowego roztworu czystego para-kauczuku. Tkanina kauczukowana jest wulkanizowana przy pomocy chlorku siarki na chłodno (35°).

Jedną z głównych przyczyn niszczenia się opon balonów jest działanie światła, szczególniej energiczne w krajach południowych i nadmorskich, wskutek czego włókna tkaniny tracą swą trwałość, tkanina się rozdziera i starzenie kauczuku przyśpiesza; z tego wynika zmniejszenie się szczelności. Należało więc przeciwdziałać tym zmianom. Początkowo próbowano określić trwałość różnych tkanin na działanie światła, a także starano się sztucznie je postarzeć, poddając działaniu promieni ultra-fioletowych; otrzymano wyniki ciekawe, lecz niezawsze przekonywujące, tak że należało ograniczyć się do zwalczania działania światła. We Francji używano w tym celu pewną farbę na zasadzie chromianu ołowiu. W Anglji i we Włoszech posługiwano się powłokami, do których dodawano aluminjum sproszkowane; powłoki te zwiększają nieprzepuszczalność i tworzą na oponie powierzchnię odbijającą promienie świetlne, co osłabia psucie tkaniny przez światło, lecz zmniejsza widoczność przy pokrytem niebie, a ponadto zmniejsza szybkość zmian w temperaturze gazów, wywoływanych promieniowaniem. Jeżeli te powłoki zabezpieczają dobrze tkaniny przeciw działaniu światła, to zdają się z czasem oddziaływać na nie w sposób chemiczny, zmniejszając ich wytrzymałość. We Francji mało ich używano.

Robiono poszukiwania, by zastąpić materję kauczukową do balonów innym produktem. Tak więc Niemcy prawie wyłącznie stosowali do wielkich swoich zeppelinów błony z kiszek zwierzęcych, we Francji zaś pod koniec wojny robiono wysiłki, by otrzymać tkaniny bawełniane powleczone produktami na zasadzie acetocelulozy.

Na zakończenie można powiedzieć, że niema jeszcze doskonałej tkaniny do pokrywania balonów. Jest rzeczą nader ważną prowadzenie dalszych badań celem otrzymania tkaniny o wielkiej szczelności, dobrze uodpornionej na światło i czynniki atmosferyczne, zwłaszcza wobec zamiaru napełniania balonów helem, gazem nieporównanie cenniejszym od wodoru.

Uwaga. Surowce chemiczne, używane w aeronautyce, były analizowane przez P. Jaloustre'a. P. Guérin był kierownikiem prób w Chalais-Meudon.

ROZDZIAŁ V.

Chemja i maskowanie.

I. Osłona wojsk i ich ruchów przed wzrokiem nieprzyjaciela, ukrycie przed jego wzrokiem i innemi sposobami śledzenia materjału wojennego, prac i wszelakich instalacji—stanowi główny warunek powodzenia działań zaczepnych, a bezustanną konieczność w obronie.

Przed wojną nietylko że wychowanie naszego wojska nie rozwijało się w tym kierunku, lecz nawet sama myśl ukrywania się sprzeciwiała się naszemu charakterowi. Z drugiej strony, nie przewidywano wojny pozycyjnej, która wymaga zastosowania wszelkich wybiegów wojennych.

Organizacja maskowania nie była więc brana pod uwagę i jeżeli samą siłą rzeczy zajęła poważne miejsce, to trzeba było pewnego czasu ażeby zrozumieć jej ważność.

Jak wszystkie specjalności sztuki wojennej, maskowanie, by dosięgnąć wysokiego stopnia doskonałości, wymaga udziału prawie wszystkich nauk, a najbardziej fizyki i chemji.

II. Fizyka współdziałała z chemją we wszystkiem co dotyczy fotografji, we wszystkiem co pozwala po kształcie lub kolorze rozpoznać maskowanie. Wiadomo, naprzykład, że przez pewne połączenie szkieł kolorowych, możemy rozróżnić kolory, wydające się zupełnie jednakowemi dla gołego oka. Tak więc na łące, jeden pas nieco więcej żółty niż inny, lub nieco innego odcienia zieloności, będzie mógł wydawać się czerwonym przy patrzeniu przez pewne kolorowe filtry, podczas gdy okoliczna zieleń wyda się nam niebieską. Co się tyczy klisz fotograficznych, to udało się, dodając do emulsji różnych barwników (klisze chromatyczne), zrobić je czułemi na wszystkie barwy widma i odróżniać w szczególności najmniejsze odcienie zieleni.

Wreszcie rola fizyki nie ogranicza się tylko do *wyszukiwania:* przewiduje się dla niej szeroką rolę *wykonawczą,* o której maskowanie

geometryczne statków i samolotów daje tylko niedoskonałe pojęcie. Chodzi tu o zupełną zmianę kształtu i objętości przedmiotów za pomocą „sztuczek" optycznych; lecz jest to tajemnicą przyszłości. Mówimy o tem dlatego, aby wykazać jak nieoczekiwanemi są nieraz zastosowania naukowe.

Lecz najważniejszą rolę odegrały tutaj zastosowania chemji.

III. Maskowanie zastosowało przedewszystkiem dwa różne sposoby: użycie sztucznych chmur zdolnych do uformowania prawdziwej zasłony przed oddziałami, i z drugiej strony zastosowanie na mundurach, materjałach i urządzeniach połączeń różnych kolorów, naśladujących naturalny pejzaż. Omówimy więc kolejno chmury sztuczne i maskowanie przy pomocy barw. W tem ostatniem uwzględnimy przedewszystkiem umundurowanie, a następnie rozpatrzymy obszernie maskowanie materjału i urządzeń *).

I. CHMURY SZTUCZNE

I. Użycie substancji dymiących, dla zamaskowania manewrów wojennych, było rozpoczęte przez Niemców w bitwie morskiej u brzegów Jutlandji (dn. 31 maja 1916 r.): dzięki zasłonie olbrzymich chmur sztucznych flota admirała von Sheera, ścigana przez admirałów Jellicoego i Beattyego, mogła uciec unikając klęski.

Zastosowany dym był mieszaniną kwasu chlorosulfonowego SO^3HCl i bezwodnika siarkowego SO^3, która w zetknięciu się z powietrzem, pod działaniem i w obecności pary wodnej, wydziela natychmiast gęsty biały dym; wylewano mieszaninę na wapno niegaszone, a reakcja wydzielała ciepło, niezbędne dla parowania.

Zdaje się że mieszanina ta była jedynem ciałem dymiącem używanem przez Niemców w wojnie lądowej jak i morskiej. Naodwrót, oprócz tego produktu, który jest doskonały lecz bardzo niewygodny dla personelu i metali na które działa; oprócz chlorku tytanu, cyny i arsenu, użycie dymu, który widzieliśmy już przy wstrzeliwaniu się pociskami trującemi, lub falach gazowych; oprócz fosforu, którego spalanie na powietrzu daje białe dymy, bezwodnika fosforowego, sprzymierzeni stosowali cały szereg innych ciał, o skutkach zresztą bardzo rozmaitych.

---

*) Prawdziwą naukową nazwą maskowania przy pomocy barw byłaby *mimikra*. Wiadomo, że oznacza się pod tą nazwą dostosowanie kompletne przez żywą istotę jej kształtów i barw do środowiska, w którem ona żyje; dostosowanie to najlepiej urzeczywistnione przez niektóre owady, czyni je niewidzialnemi dla oczu ich wrogów, i tem samem stanowi ciekawy środek zachowania gatunku.

II. P. Berger wykazał, że chlorki zwykłych metali, jak aluminjum, cynku, żelaza i miedzi i t. d., posiadają własności dymiące, pod warunkiem, że będą używane w postaci oparów o temperaturze wysokiej. Po szeregu nowych reakcji mógł przygotowywać opary prawie natychmiast, przez zwykłe zapalenie odpowiedniej mieszaniny. Reakcja odbywa się z jednej strony między metalem w proszku lub in statu nascendi (przez użycie mieszaniny tlenku i pewnego reduktora, którym był aluminjum lub krzemek wapnia), a z drugiej strony czterochlorkiem węgla lub czterochloroacetylenem. Użycie płynnych chlorków zostało umożliwione przez dodanie pewnego ciała pochłaniającego (Kiesel-Guhr): w ten więc sposób otrzymano masę zdolną wydzielania dymu, której główne zastosowania wskażemy poniżej.

Następnie p. Grignard rozszerzył swe badania na pochodne wielochlorowane węglowodorów aromatycznych (benzolu, naftalinu), a p. Bertrand na inne różne węglowodory wielochlorowane.

Z powodu niemożliwości zaopatrzenia się natychmiast w dostateczną ilość surowców chlorowych dla żądanej produkcji (fabrykacja ciał trujących i zaczepnych wymagała olbrzymich ilości chloru), p. Berger musiał uciec się do używania chlorku cynku w naturze, który ulatniano przy pomocy mieszaniny wydzielającej ciepło, składającej się z krzemku wapnia i azotanu sodu. Nadmienimy tu, że w chwili zawieszenia broni fabrykacja pasty dymiącej, założona na forcie Double-Couronne w Saint-Denis, dosięgła 16 tonn dziennie i zatrudniała 200 osób.

P. Bertrand, z racji tych wszystkich prac, przedsięwziął systematyczne badanie ciał dymiących pod różnemi kątami widzenia: nieprzezroczystości dymu, zaczepności, trwania i t. d., co pomogło do racjonalnej klasyfikacji.

Były dokonane wielokrotnie próby na wielką skalę (Toulon, Sevran, Portsmouth, Le Havre, Brest). Wymienimy tu, między innemi, rezultat stwierdzony przez Komisję specjalną *) w porcie Tulońskim, że mieszanina chlorku tytanu, lub chlorku cyny z amoniakiem gazowym, proponowana przez p. Urbaina i zastosowana w przyrządach zbudowanych przez p Verdier'go, była produktem nadzwyczaj dymiącym, w stopniu znacznie wyższym od wymienionych obydwóch chlorków, używanych bez domieszek.

*) W skład tej Komisji, pod przewodnictwem P. Hallera, wchodzili: P. P. Grignard, Moureu, porucznik marynarki Muselier, kapitan marynarki Noël, Urbain (październik 1916 r.).

III. W wojnie gazowej ciała dymiące pomagały oddziałom pionierów, przynajmniej początkowo, przygotowywać fale trujące pod ochroną zasłony dymu. W natarciach na okopy, oddziały atakujące używały ich również, ażeby módz się skrycie podsunąć. Również używano ciał dymiących w obronie przeciw samolotom.

Aparaty Urbain-Verdiera miały powszechne zastosowanie na francuskich okrętach wojennych i handlowych i pozwoliły ocalić pewną liczbę tych jednostek. Pozatem dosyć długo używano między innemi, pasty dymiącej Bergera, rzucanej w morze na pływakach, co pozwalało uniezależniać okręt od miejsca wydzielania chmur dymu. Odpowiednie urządzenia zostały zastosowane na wszystkich ważnych okrętach, jak również i na małych jednostkach: szalupach, żaglowcach i t. p. Pomogły one skutecznie walczyć z łodziami podwodnemi, atakującemi armatami, a liczni kapitanowie przypisywali ocalenie okrętów, przynajmniej częściowo, ciałom dymiącym. Między innemi w ten sposób uniknęły zatopienia okręty: *Gard, Ville-de-Tunis, Vaucluse, Thibet* i t. p. Admiralicja angielska zastosowała również te same aparaty, a marynarka francuska odstąpiła ich wiele tysięcy marynarce włoskiej.

IV. Lecz największe usługi oddały ciała dymiące dopiero w ostatnich miesiącach wojny przy zastosowaniu czołgów. Firma Renaud świetnie zbudowała i wykończyła wielką liczbę czołgów. Lecz bardzo szybko przekonano się, że prawie niemożliwem było używać je z powodzeniem przeciw nieprzyjacielowi, który doskonale się uzbroił do ich zwalczania i niedopuszczania do swych linji. Trzeba było koniecznie znaleźć sposób wytwarzania przed czołgami zasłony dymnej i posuwania jej w miarę postępowania czołgów. Osiągnięto to przy pomocy pocisków dymiących, któremi strzelano z tyłu przed wozy szturmowe, przyczem te ostatnie mogły również używać takich samych pocisków. Jako ciała dymiące używano nadewszystko fosfór i kwas chlorosulfonowy, którego produkcja była łatwa i który fabrykowano w tym celu w wielkich ilościach. W ten więc sposób można było skutecznie rzucić czołgi do walki. Wiemy jakie było ich dzieło i jak wybitnie przyczyniły się one do zwycięstwa.

V. Do zagadnień maskowania za pomocą dymu zaliczymy sprawę środków „przeciwbłyskowych." Działo przy strzelaniu powoduje błysk; usiłowano zagasić lub możliwie zmniejszyć ten błysk, ażeby przeszkodzić wstrzeliwaniu się nieprzyjaciela podczas ognia nocnego. Udało się to dla dział różnych kalibrów, dodając do ładunków prochu B torebki z kwaśnym szczawianem potasowym,

lub co lepiej z kwaśnym winianem potasowym, bądź też pastylki z dwunitrotoluolem saletrowanym. Niemcy, zdaje się, przeważnie używali woreczków z chlorkiem potasu.

Z drugiej strony badano prochy B, do których dodawano substancje o wysokiej zawartości węgla (wazelinę, masę drzewną i t. d.), lecz to nie doprowadziło do rozwiązania praktycznego.

II. ZAGADNIENIE UMUNDUROWANIA.

I. Od samego początku kampanji uderzała trudność dostrzegania wojsk niemieckich, których ubiór o odcieniu ziemistym tworzył wybitny kontrast z jaskrawością naszych tradycyjnych barw. Można było więc stwierdzić jeszcze i na tym punkcie te niezmordowane przygotowania do wojny, tak charakterystyczne dla rasy z drugiej strony Renu. A jednak zagadnienie dostosowania ubioru naszych wojsk, za przykładem wszystkich naszych sąsiadów, do warunków uzbrojenia nowoczesnego, było podnoszone już od r. 1905. Lecz pomimo gorliwości i znajomości rzeczy powoływanych w tym celu komisyj, żadna ostateczna decyzja nie była jeszcze powzięta w ostatnich miesiącach 1913 r. Natomiast w tym czasie zalecano jedynie sukno tak zwane *„trójkolorowe"*, składające się z wełny niebieskiej (60%), czerwonej (30%) i białej (10%), które wywoływało wrażenie niewyraźnego niebieskiego koloru.

Gdy wreszcie nagłość sytuacji domagała się natychmiastowego rozwiązania, zostaliśmy pozbawieni czerwieni alizarynowej, którą dotychczas całkowicie przywożono z Niemiec. Należało więc wyrzec się jednego ze składników sukna trójkolorowego, a zadowolnić się suknem robionym z wełny koloru niebieskiego — indygo i z wełny białej. Takie jest pochodzenie tego koloru *„bleu-horizon"* (błękitu horyzontu), któremu historja będzie niewątpliwie zmuszona dać rozgrzeszenie, jakiego słusznie odmawiają mu technicy. Więcej widoczny w dzień niż jakikolwiek inny, odpowiednio dobrany kolor „bleu-horizon" przybiera odcień bardzo jasny pod wpływem pewnych świateł, a w szczególności reflektorów, wskutek znacznej proporcji promieni niebieskich wydzielanych przez łuk elektryczny. Co więcej, silne działanie, jakie wywiera kolor niebieski na płyty fotograficzne, może znacznie ułatwić zdjęcie powietrzne oddziałów skupionych lub maszerujących.

Te usterki zostały starannie usunięte w przygotowaniu koloru *„feldgrau"* (polowo-szarego) niemieckiego. Niewątpliwie kolor zielony był przyjęty dlatego, by się nie różnić od zielonego tła pól lub lasów, lecz biorąc pod uwagę, że każda barwa charakterystyczna,

to jest łatwo dająca się określić w swojej nazwie, tworzy kontrast z barwą przedmiotów otaczających, dodano do koloru zielonego pewną proporcję dopełniającego koloru czerwonego. Wistocie od początku zatargu można było widzieć przez mikroskop, że sukno było złożone z włókien, z których jedne były białe, a inne farbowane na kolor zielono-jabłczany lub drożdży winnych. Wynikiem mieszaniny jest kolor szaro-zielonkawy, nie odcinający się wyraźnie na żadnem tle.

Natychmiast nasunęło się zagadnienie otrzymania sztucznie tego kontrastu przy pomocy odpowiednich filtrów, to jest uwydatnienia dla oka obserwatora pewnego z elementów „feldgrau" na niekorzyść innych. Lecz i tu były przedsięwzięte środki ostrożności: widmo światła odbitego od materji nie przedstawiało ani maximum, ani minimum, które mogłoby być wzmocnione przez nałożenie innej barwy. Jeżeli dodamy do tych rozważań nadzwyczaj małą czułość płyty fotograficznej w okolicy zieleni widma, to tem więcej ocenimy drobiazgowość z jaką Niemcy przygotowały napad we wszystkich szczegółach.

Jeżeli badania, mające na celu rozpoznawanie munduru niemieckiego, nie osiągnęły bezpośrednio zamierzonego rezultatu, to nie były one całkiem bezużyteczne, ponieważ doprowadziły one p. de Watteville'a do sporządzenia filtru kolorowego, który, umieszczony przed okularem instrumentów optycznych, pozwalał otrzymywać kontrast bardzo znaczny pomiędzy przedmiotami o różnych barwach. Przedewszystkiem więc filtr ten pozwalał odróżniać na odległość jednych walczących od drugich, ponieważ umundurowanie niemieckie nie zmieniało barwy, podczas gdy umundurowanie haki przybierało barwę czerwoną dosyć żywą, a „bleu horizont" przechodziło w kolor jasno zielony. Ponadto dopomagał on do wykrywania postaci ludzkich ukrytych między drzewami, kamieniami i t. d., do rozpoznawania masek lub ziemi świeżo poruszonej. Nawet wbrew woli obserwatora przykuwał uwagę każdy przedmiot o barwie złożonej, którą ekran zamieniał na więcej wyraźną. Rzeczywiście, w widmie absorbcyjnem filtru mamy dwie linje ciemne: jedną w pasie czerwonym i drugą zawierającą koniec pasa zielonego i początek niebieskiego; jest łatwem do zrozumienia, że skoro barwy fioletowa, żółta i pomarańczowa są mniej lub więcej pochłonięte, to przedmiot, w którego zabarwienie wchodzą te składniki, nie mogąc przesłać ich przez filtr, musi zmienić swą barwę dla oka. Jednem słowem pół-odcienie znikają i zwiększa się kontrast między sąsiadującemi z sobą przedmiotami.

Okulary wszystkich instrumentów optycznych na posterunkach podsłuchowych obozu warownego Paryża były zaopatrzone w ten filtr, co nadzwyczajnie ułatwiło odróżnianie samolotów sprzymierzonych od nieprzyjacielskich przez złagodzenie światła nieba i uwydatnienie barw znaków rozpoznawczych.

W zagadnieniach tych chemja odegrała swą rolę obok fizyki. Miejmy nadzieję, że dzięki racjonalnej współpracy zainicjowanej przez czynniki miarodajne, armja nasza zostanie wyposażona nareszcie w umundurowanie bez zarzutu.

II. W chwili rozpoczęcia wojny guziki naszych mundurów, klamry u pasów, jak i galony naszych oficerów i podoficerów, wszystko to metalowe (mosiężne i t. d.), błyszczało w słońcu i było widoczne z daleka. Zauważono bardzo szybko, że i tutaj również zgrzeszono przez niedbałość i brak przewidywania i pośpiesznie postarano się przyćmić blask tych przedmiotów, lub zastąpić je zrobionemi z innych materjałów. Guziki zabarwiano na bronzowo lub czerniono przy pomocy różnych środków; zanurzając naprzykład mosiężne guziki piechoty w gotującym się roztworze emetyku, zakwaszonego kwasem solnym, osadzany na nich pokład ciemnobrunatny i dobrze przylegający antymonu, który robił te przedmioty całkowicie niewidocznemi na odległość. Galony złote lub srebrne zamieniano na galony sukienne i t. d. *).

III. MASKOWANIE MATERJAŁU I URZĄDZEŃ.

Celem ukrycia materjału, urządzeń i prac wszelkich rodzajów, używano do maskowania przedewszystkiem sieci i siatek metalowych, przybranych *farbowanemi* włóknami. Używano także płócien *malowanych* lub farbowanych. Pozatem częstokroć trzeba było zmieniać całkowicie krajobraz, zasadzać sztuczne drzewa, stwarzać sztuczne baterje, co powodowało wielkie zastosowanie malarstwa wszelkiego rodzaju. Wszystkie te ciała, w wysokim stopniu palne, należało uogniotrwalić. Ponadto trzeba było jeszcze rozwiązać inne zagadnienia: nieprzemakalności płócien pokrywających szopy i t. d.

Zanim przystąpimy do tych zagadnień, niezbędnem jest podać kilka wskazówek odnośnie używanych materjałów.

Rodzaj używanych materjałów.

I. Sieci i siatki metalowe, przybrane zwłaszcza rafją (patrz poniżej), były głównie przeznaczone do ukrywania dział. Używano

*) Te same środki zastosowano i do metalowych części uprzęży, a później do hełmów metalowych.

zwykłych sieci rybackich; farbowano je farbą z kauczukiem i uogniotrwalano; co pewną odległość przywiązywano do oczek pęki rafji w ten sposób, aby utworzyć dywany o różnej gęstości i barwach według modelów dostarczanych przez specjalistów, maskujących linję bojową. W podobny sposób przygotowywano siatki metalowe.

Rafja jest naskórkiem pewnego drzewa palmowego, wyróżniającym się swą miękkością, trwałością i łatwością przyjmowania najrozmaitszych barw. W pewnych chwilach zużywano włókien rafji do 25 tonn dziennie, odpowiadających około 10.000 tonn rocznie, co pozwalałoby pokryć każdego dnia powierzchnię 100.000 metrów kwadratowych. Ponieważ Madagaskar, skąd głównie pochodziło to cenne włókno, nie mógł go dostarczać więcej niż 5.000 tonn rocznie, a inne nasze kolonje (Afryka zachodnia i Afryka wschodnia francuska) nie były przygotowane do znaczniejszych dostaw, należało więc używać innych włókien, zwłaszcza krajowych, z racji oszczędności. Wybierano włókna, posiadające nietylko odpowiednią długość, giętkość, wytrzymałość, lecz ponadto dające się łatwo farbować i uogniotrwalać. Trzeba było również liczyć się i z niechęcią robotnic do przerabiania traw kaleczących, łamiących się, twardych, po przyzwyczajeniu się do pracy nad tak wyborowym materjałem, jak rafja.

Co za oszczędności możnaby osiągnąć, gdyby trawy mogły zachować swą barwę naturalną! Znano pewien sposób, którego zasadę zawdzięcza się p. Bourquelot, polegający na zniszczeniu fermentów utleniających przy pomocy alkoholu na gorąco. Sposób ten pp. Perrot i Goris zastosowali, działając parą alkoholu na rośliny medyczne. Zrobiona na małą skalę próba dała dobry wynik, lecz brakowało urządzeń do zastosowania tego sposobu w wielkim zakresie.

Jeszcze jedno włókno wypada tu wymienić: *włókno drzewne*. Przemysł kapeluszy damskich od dawna używał długich wiórków drzewnych, bardzo cienkich, giętkich i wytrzymałych. Fabrykacja tych wiórków była rozwinięta przedewszystkiem w Austrji i we Włoszech, lecz była znaną również i we Francji. Maskowanie używało na wielką skalę, głównie pod koniec wojny, wiórków różnych drzew, a zwłaszcza pasków kory wierzby włoskiej, znanej pod nazwą „*trucciolo*", która dawała włókna najbardziej stosowane przez włochów.

II. Wszystkie wymienione tu włókna posiadają wielką wadę: jest prawie że niemożliwem dobrze je uogniotrwalić. Gdyby było możliwe użycie ciał naturalnych ogniotrwałych, to byłoby

rozwiązane najtrudniejsze zagadnienie, jakie maskowanie postawiło chemikom. Wodorosty i trawy morskie posiadają tę ważną własność ogniotrwałości: nawet poddane działaniu gwałtownego ognia zwęglają się bez płomieni, pozostawiając znaczną ilość popiołu.

Wodorosty można podzielić na dwie wielkie grupy: *szuwary* (fucus) i *blaszkowce* (laminaria); co się zaś tyczy rośliny, która służy do robienia materaców i opakowań, a którą nazywają pospolicie „*varech*", jest to roślina jawnopłciowa z rodziny *zoster*. Przez wysuszenie szuwary czernieją i tracą swą giętkość, a blaszkowce brunatnieją; jedynie zostery zachowują odcień zielonawy, tak że barwa wysuszonej rośliny zbliża się do odcienia obojętnego, podczas gdy po ponownem zmoczeniu przybiera odcień brunatnawy.

Dla nadania więc wodorostom i zosterom barwy zielonej wymaganej przez maskowanie, należało je odbarwić, a następnie ufarbować. W tym wypadku mamy znowu znaczne różnice między roślinami morskiemi. Szuwary pod działaniem wody chlorowej przybierają barwę żółto-brunatną i tracą część swej ogniotrwałości, zaś blaszkowce i zostery odbarwiają się bardzo łatwo.

Farbowanie po odbarwieniu zwiększa jeszcze te różnice: szuwary stają się prawie czarne pod działaniem śladów nitrozonaftolu w obecności żelaza; blaszkowce, które z chciwością pochłaniają barwniki, wydają się bardzo mało zabarwione, — jeżeli patrzeć na przezroczystość, a bardzo ciemne — jeżeli patrzeć na odbicie; jedynie zostery przybierają wszelką barwę *).

Ostatecznie używano jedynie zostery naturalne lub farbowane.

Płótna. Płótna używane do maskowania były robione z juty. Płótna grube były zazwyczaj malowane, podczas gdy płótna cienkie były farbowane takimi samymi barwnikami co i rafja. Jeżeli brakowało rafji, to ją zastępowano paseczkami z płótna.

Niemcy posługiwali się głównie płótnami papierowemi. Dla wielu względów, a w szczególności z powodu łatwości z jaką można farbować i uogniotrwalać masę papierową, osiągniętoby wyraźną korzyść, zastępując rafję papierem; zagadnienie to zasługuje na głębokie zbadanie.

Teraz możemy przystąpić do głównych zagadnień naszego przedmiotu. Rozpatrzymy kolejno farbowanie, malowanie, uogniotrwalanie i zakończymy szybkim przeglądem kilku innych zagadnień, które maskowanie miało rozwiązać.

*) Używano zoster odbarwionych, następnie ufarbowanych, do delikatnych ogniotrwałych opakowań.

A. Farbowanie.

Włókna. I. Od dawnego już czasu używano w teatrach dywanów z farbowanej rafji do przedstawiania trawników i to prawdopodobnie poddało myśl użycia tego samego włókna do maskowania.

Dywany teatralne były farbowane barwnikami anilinowymi bardzo żywymi lecz nietrwałymi, jak zieleń malachitowa i błękit metylowy. Jeszcze w kwietniu 1917 r. farbowano rafję do maskowania tym sposobem w braku lepszego.

P. Bastard, zdolny maskownik, zastosował nitrozonaftol i jego pochodną bisulfitową, naftynę; sposób ten powinien był się rozwinąć. Niestety nasze fabryki dostawały zbyt małą ilość tych barwników, to też musiano zwrócić się do barwników na podstawie siarki, zwanych „pirogenami", wynalezionych przez Lavala i Vidala a formujących się przez działanie na gorąco siarki lub siarczków alkalicznych na zasady organiczne. Barwy, które dawały te barwniki, były dość stałe, lecz przyćmione i mało rozmaite; nie pozwalały one na maskowanie zupełnie dostosowane do terenu. Nie mniej jednak barwniki te oddały wielkie usługi i używano je niemal do końca wojny łącznie z naftyną i nitrozonaftolem.

II. Myśl użycia nitrozonaftolu $C^{10}H^{6}(O)(NOH)$ i naftyny była nader szczęśliwa i można zapewnić, że pod względem trwałości i blasku barw nasze maskowanie stało daleko wyżej od niemieckiego, pomimo, że Niemcy byli wielkimi mistrzami w nauce i przemyśle barwników. Nitrozonaftol nadaje bawełnie barwy bardzo różne, zależnie od używanych ciał utrwalających; z octanem żelaza otrzymujemy piękną zieloną barwę, bardzo trwałą na światło i płukanie; z solą niklu barwę brunatną, z solą cynku żółtą, z solą kobaltu czerwoną. Ciekawem jest, że barwa czerwona, którą daje utrwalacz kobaltowy, jest ściśle dopełniająca barwy zielonej zawdzięczanej żelazu, tak, że użycie wanny zawierającej równą wagę cząsteczkową soli żelaza i kobaltu pozwoli otrzymać barwę obojętną, która jest bezwątpienia jedną z najmniej widocznych, a która bardzo się zbliża do zielonawej barwy niemieckiego sukna.

Do barwienia rafji na zielono używano nitrozonaftolu i naftyny z dwoma utrwalaczami: octanem żelaza i octanem cynku. Octan cynku może być zastąpiony przez chryzaminę, która jest związkiem dwuazowym, pochodzącym od benzydyny i kwasu salicylowego. Zielenie więcej obojętne otrzymywano dodając do wanny siarczanu kobaltu. Ażeby otrzymać odcienie *terenowe* zastąpiono sól cynkową solą miedzianą.

Z czasem przemysł francuski był w stanie dostarczać poważnych ilości nitrozonaftolu, lecz w znacznie mniejszej ilości dostarczał naftyny.

Wkrótce jednak zauważono wielką niedogodność. Nitrozonaftol jest porywany przez parę wodną; z drugiej strony z farbowanych włókien rafji, źle wypłukanych, odrywały się po wysuszeniu zielone cząsteczki nitrozonaftolu żelazowego i unosiły się w postaci drobniutkiego pyłku, opadając w pracowniach na robotnice.

Zjawiły się dziwne przypadłości, jak wielkie pryszcze, gorączka, nieznośne swędzenia i większa część pracownic (liczne setki) zapełniła lecznice i szpitale. Lekarze zabronili użycia nitrozonaftolu. Wypadki te zbiegły się z ogromnemi zapotrzebowaniami z frontu; był to okres krytyczny dla maskowania. Zauważono, że objawy powyższe nie zdarzają się z naftyną, lecz tej właśnie brakowało. Wówczas to p. Ernest Fourneau, członek Akademji Medycyny, szef laboratorjum chemjoterapji w Instytucie Pasteura, któremu maskowanie zawdzięcza poważne postępy, powziął prostą myśl wczesnego przygotowywania rozczynu mieszając w przeddzień użycia nitrozonaftol z kwaśnym siarczanym sodowym. Od tej pory wypadki już się nie powtarzały i można było w dalszym ciągu używać nitrozonaftolu. Skądinąd jednocześnie popchnięto fabrykację naftyny, która miała tę zaletę, że można było wysyłać ją do pracowni na froncie, zdala od fabryk, które ją wytwarzały.

Podamy tu kilka liczb: w grudniu 1917 roku użyto do maskowania 30 tonn naftyny i nitrozonaftolu. Powierzchnię sieci i siatek, przybranych rafją (3000) w półroczu od sierpnia 1917 r. do stycznia 1918 r., można obliczyć na 5 miljonów metrów kwadratowych. Zapotrzebowania armji były dwa razy większe od produkcji; braki pokrywano płótnami malowanemi lub farbowanemi i trawami krajowemi.

III. Poza podstawowemi barwnikami maskowanie używało także kaszu, drzewa kampeszowego, drzewa żółtego tak zwanego kubańskiego, żółci dla bawełny. Niektóre odcienie „terenowe“ otrzymywano przez zwykłe moczenie rafji w wannie siarczanu żelaza i t. d.

IV. W miarę jak maskowanie rozwijało się, doznawano coraz większych trudności przy uzgadnianiu go z terenem przedewszystkiem z braku czasu, a następnie ponieważ wygląd terenu zmieniał się z dnia na dzień; na wiosnę nagą ziemię pokrywała trawa, która następnie żółkła na jesieni. Zajmowano się także w znacz-

nej mierze tak ważnem zagadnieniem barwy „neutralnej", które zresztą, jak widzieliśmy wyżej, odnosiło się i do umundurowania. Przyjęto rozwiązanie pośrednie i ku końcowi wojny wszelkie odcienie miały dążność zbliżenia się do dwu barw: barwy *łąki*, rodzaju brudnej zieleni i barwy *terenu*, brunatno czerwonawej.

Płótna. I. Od początku działań wojennych powstało pilne zagadnienie maskowania namiotów naszych wojsk. Namioty te były z białego zwykłego płótna i należało je maskować przed wzrokiem lotników. Zdecydowano farbować je na kolor haki, barwę zbliżoną do barwy ziemi. Specjalna misja (pp. Moureau i Binder) otrzymała zlecenie zorganizować farbowanie płócien namiotowych w różnych częściach terytorjum (sierpień, październik 1914 r.). Rozporządzano jedynie nieznaczną ilością barwników (kasem naturalnem, barwnikami syntetycznemi, pochodzącemi w większości z Niemiec) i wielokrotnie używano produktów improwizowanych (wyciąg z drzewa kasztanowego i t. d.) *).

II. Oprócz rafji, której produkcja była daleką od pokrycia zapotrzebowań, należało farbować nitrozonaftolem znaczne ilości lekkich płócien. Płótna te, pokrajane na paseczki i przywiązane do kratek, zastępowały rafję; podziurkowane w pewien sposób i rozciągnięte, zastępowały same siatki. Służyły one przedewszystkiem do osłony składów amunicji i szop lotniczych.

B. Malowanie.

Większa część płócien używanych do maskowania była malowana. Służyły one do tworzenia prawdziwych „dekoracyj" ewentualnie przeznaczonych do całkowitej zmiany wyglądu jakiegoś budynku lub pejzażu.

Z początku używano farb olejnych; lecz z racji licznych samorzutnych pożarów, powstających wskutek mimowolnego zapalania się, wywołanego gwałtownym utlenianiem używanego oleju lnianego, farby olejne zastąpiono przez farby na zasadzie kleju zwanego chemicznym, który jest klejem mącznym zmieszanym z formaliną i chlorkiem cynku; później używano ogólnie farb na zasadzie kazeiny formalinowej, zwanej *chromaliną*.

Tutaj również zagadnienie tonnażu odegrało dużą rolę. Z powodu braku mąki trudno było w dalszym ciągu używać kleju

*) Skorzystano z okazji, by te same płótna unieprzemakalnić. Operacja odbywała się przy pomocy soli tlenku aluminjowego i mydła, których wzajemna reakcja dawała mydło aluminjowe, osadzające się na włóknach.

mącznego; lecz zaczynało brakować i samej kazeiny, coraz więcej używanej jako środek spożywczy. Z drugiej strony, aczkolwiek farby chromalinowe były dostarczane przez przemysł w formie całkowicie wykończonej, jednak zgromadziło się więcej jak 1000 tonn proszków o różnych barwach, które należało zużyć. Zwrócono się więc do kleju zwierzęcego, zwanego klejem ze skórek królików, a wreszcie na propozycję p. Vila do surowicy bydlęcej, która mogła być dostarczana przez rzeźnie w ilościach prawie nieograniczonych, a która, zmieszana z formaliną i siarczanem chromu, stanowiła utrwalacz godny uwagi.

Używane proszki zielone były to związki o zasadzie żółci chromowej i błękitu berlińskiego. Posiadano także okry i t. d.

Żółć chromowa była trzech rodzajów: żółć cytrynowa, składająca się z chromosiarczanu ołowiu, żółć pomarańczowa z chromianu ołowiu, żółć ciemna z zasadowego chromianu ołowiu.

Używany błękit był to żelazocjanek żelazowy. Otrzymuje się go działając żelazocjankiem alkalicznym na roztwór soli żelazowej i następnie utleniając osad uformowany. Zależnie od rodzaju soli żelazowej, żelazocjanku i związku utleniającego, otrzymuje się różne odcienie niebieskiej barwy. A więc błękit otrzymany z żelazocjanku potasu jest piękniejszy od błękitu otrzymanego z żelazocjanku sodu. Tylko tego ostatniego błękitu mogli dostarczać fabrykanci francuscy, podczas gdy pierwszy był dostarczany przez Anglików, którzy go otrzymywali z soli potasowej z tego wynikło, że ostatnie zielenie o zasadzie błękitu berlińskiego były daleko mniej piękne niż pierwsze.

A oto inny rezultat szkodliwy tego samego rzędu. Maskowanie, dla wygody przy pracy, stosowało prawie wyłącznie zielenie przygotowane na zasadzie chromaliny. Ta zaś zawierała znaczną ilość węglanu wapnia, który zamieniał na brudną barwę oliwkowo-zieloną mieszaninę błękitu berlińskiego i żółci chromowej.

Wszystkie te trudności zostały pokonane. Przemysł dostarczał zieleni więcej tęgich, maskowanie nie używało więcej farb zielonych gotowych, lecz samo przygotowywało mieszaninę błękitu i żółci Kilka cyfr wykaże ogrom zużycia płócien i farb.

Od dnia 1-go grudnia 1916 r. do 1-go października 1917 roku zużyto 6.500.000 metrów kwadratowych płótna, 300 tonn oleju lnianego, 400 tonn esencji terpentyny, 80 tonn produktów osuszających, 135 tonn lakierów, 110 tonn bieli miażdżonej, 1000 tonn kleju mącznego, 1000 tonn różnych farb w proszkach, 1200 tonn proszków o zasadzie chromaliny.

C. *Uogniotrwalanie.*

Ważne zagadnienie uogniotrwalania odnosiło się do wszystkich służb armji, lecz w szczególności do maskowania. Prawie wszystkie części farbowane służące do maskowania, jak rafja, płótna, deski i t d były w wysokim stopniu palne. W szczególności maski dla dział zapalały się bardzo często od płomieni wychodzących z luf. Przykrycia hangarów lotniczych były również powodem niebezpiecznych pożarów. Wreszcie płótna malowane olejno, zwinięte i wysyłane przed zakończeniem procesu utleniania, były siedliskiem gwałtownych reakcyj; wywoływały one liczne pożary i spowodowały prawdziwe katastrofy.

Niebezpieczeństwom tym można było zaradzić dwoma sposobami: bądź uogniotrwalając materjały, bądź używając materjały z natury niepalne. Z powodu braku czasu, braku właściwej organizacji, a przedewszystkiem braku wzajemnego współdziałania w poszukiwaniach, żadne z tych dwóch zagadnień nie było rozwiązane. Ileż to pożarów można było uniknąć przez dobre rozwiązanie tego zagadnienia! Ile miljonów, ile istnień ludzkich zaoszczędzonoby! W każdym bądź razie próbowano uogniotrwalić materjały palne maskowania.

Zasady uogniotrwalania (doskonale dające się stosować do wodorostów) są następujące: 1-o nasycić tkaninę substancją niepalną, 2-o zabezpieczyć tę substancję od zmywania jej przez deszcz.

Przed wojną prowadzono liczne badania, dotyczące materjałów ogniotrwałych. Przypomnijmy sobie piękną rozprawę Gay-Lussaca z roku 1821, raport przedstawiony przez Troost'a w 1880 r. Towarzystwu Zachęty Przemysłu narodowego, wreszcie pracę wykonaną w r. 1900 przez Komisję Specjalną, mającą na celu wyszukanie najlepszego środka uogniotrwalenia dekoracyj teatralnych.

„Przez tkaniny ogniotrwałe rozumiemy, mówił Gay-Lussac, nie te tkaniny, któreby były zabezpieczone od wszelkiej zmiany przez ogień, lecz te, które dzięki naturze swego surowca, lub dzięki odpowiedniemu przygotowaniu. zapalają się z trudem, nie palą się płomieniem, same gasną i nie mogą powodować spalania".

Z drugiej strony, według Troosta, warunki, którym powinien odpowiadać dobry materjał uogniotrwalający, są następujące: „1-o substancja lub mieszanina powinna być tania; 2-o nie powinna zmieniać tkanin ani barwników, pokrywających tkaniny; 3-o nie powinna psuć się od zbytniej wilgoci ani od zbytniego wysuszenia; 4-o nie powinna być trującą ani żrącą; 5-o nakoniec tkaniny lub drzewo uogniotrwalone nie powinny

ulegać zapalaniu po wystawieniu ich podczas jednego miesiąca na temperaturę od 30^0 — 40^0 ".

Wszystkie te warunki wydają się nam dziś bardzo łatwemi do urzeczywistnienia i większość znanych materjałów utrwalających w zupełności im odpowiada; lecz wymagania wojny postawiły warunki nieskończenie poważniejsze, tak, że można powiedzieć bez przesady, iż wszystko zrobione dotychczas w dziedzinie uogniotrwalania nie ma żadnego związku z potrzebami obecnemi.

Jeżeli Troost podał jako warunek, że utrwalacz nie powinien być niszczony przez wilgoć, to rozumiał naturalnie wilgoć mieszkań, a nie wilgoć swobodnego powietrza. Teraz wymaga się od utrwalacza by nietylko odpowiadał wszystkim warunkom postawionym przez Troost'a, lecz jeszcze by był odporny podczas licznych miesięcy na działanie słoty. Potrzeba więc żeby dobry materjał uogniotrwalający przenikał aż do głębi tkaniny i żeby nie był usuwany przez spłukiwanie. Teoretycznie można urzeczywistnić ten ostatni warunek dwoma sposobami: 1-o wywołać nierozpuszczalność materjału utrwalającego po jego przeniknięciu do wnętrza włókien; 2-o unieprzemakalnić powierzchnię tkanin, wiążąc niejako sole wewnątrz włókien.

Pierwszym warunkiem jest, żeby utrwalacz przeniknął dobrze do wnętrza masy i nasycił ją całkowicie; rodzaj więc materjałów utrwalanych odgrywa tak samo ważną rolę, jak i sam utrwalacz.

W sznurach konopnych i bawełnianych lub w grubem płótnie przenikanie jest bardzo łatwe, jeżeli tkanina była poprzednio odtłuszczona i każda sól użyta w dostatecznej ilości zapewnia uogniotrwalenie; należy jednak dawać pierwszeństwo solom łatwiej topiącym się i tworzącym dookoła nitek powłokę ochronną w razie pożaru. Rafja, składająca się prawie całkowicie z celulozy i przedstawiająca formę bardzo cienkiego paska, daje się równie łatwo nasycić utrwalaczem. Naodwrót, niektóre trawy, jak np. pałka wodna, zwłaszcza gdy są świeże, posiadają dużą odporność na uogniotrwalanie; powstaje to z tego powodu, że trawy te pokryte są grubą skórką, która tworzy warstwę prawie nieprzepuszczalną. Należy zauważyć, że zdolność przyjmowania farb idzie w parze z łatwością uogniotrwalania. Niestety trawy krajowe, najwłaściwsze do maskowania z powodu ich wytrzymałości i giętkości, są jednocześnie najtrudniejsze do farbowania i uogniotrwalania.

W każdym bądź razie, jeżeli przypuścimy, że znaleźliśmy substancję przenikającą łatwo błony, potrzeba teraz przeszkodzić jej w przesiąkaniu nazewnątrz. Mamy na to, jak już po-

wiedzieliśmy, dwa sposoby: można zrobić sole nierozpuszczalnemi wewnątrz tkanin, bądź też unieprzemakalnić powierzchnię włókien.

Wywoływanie nierozpuszczalności utrwalacza. Ilość soli nierozpuszczalnych, mogących być praktycznie zastosowanemi, jest dosyć skąpa. Ponieważ chodzi przedewszystkiem o uogniotrwalanie włókien farbowanych, nie można dopuścić otrzymania osadów barwnych, które zmieniałyby barwy włókien. Również osady białe, które przyćmiewają lub robią bladszemi barwy, są niedogodne. Używano osadów, które tworzą się samorzutnie we włóknach bądź przez zetknięcie się z powietrzem, bądź pod wpływem gorąca: są to kwas cynowy, glin, krzemionka. Lecz używa się ich przedewszystkiem do tkanin dających się łatwo nasycać, a z drugiej strony potrzeba ich znaczną ilość, by tkaniny zrobić ogniotrwałemi, gdyż należą one do ciał trudno topliwych i osadzają się dopiero po nagrzaniu włókien do wysokiej temperatury. Co do innych osadów, otrzymywanych przez podwójny rozkład (siarczan ołowiu, węglan wapnia, fosforan wapnia, boran wapnia, fluorek wapnia, tlenek i węglan cynku, fosforan amono-magnezowy garbniki, i t. d.), potrzeba by obydwa ciała reagując przeniknęły kolejno do wnętrza włókien; lecz osad, który tworzy się natychmiast na powierzchni, sprzeciwia się głębokiemu przenikaniu. Nie mniej jednak Anglicy używali dużo fosforanu amono-magnezowego, który umieli osadzać wewnątrz tkanin. Liczne próby robione w tym celu na rafji nie dały dobrych wyników na większą skalę.

Unieprzemakalnianie tkanin uogniotrwalonych. Teoretycznie sposób ten wydaje się najlepszym. Zdaje się, że nie był badany systematycznie przed wojną, ponieważ nie istniało zagadnienie uogniotrwalania tkanin wystawionych na deszcz. W maskowaniu jednak używano pewnych technicznych sposobów uogniotrwalania, które powodowały pewną nieprzemakalność. Powłoka ochronna była utworzona tutaj przez żelatynę formalinowaną. Według propozycji niektórych przemysłowców, formalina mogła być z korzyścią zastąpiona przez dwuchromian sodu.

Utrwalacz na ogień o zasadzie formaliny jest zresztą daleki od ideału; jedno lub dwa zanurzenia w wodzie, choćby na krótk przeciąg czasu, wystarczają, by przywrócić rafji i płótnom ich pierwotne własności spalania się. Po przez błonę żelatyny formalinowanej (lub dwuchromianowanej) powstaje z łatwością dializa i pod działaniem deszczu utrwalacz szybko dyfuzuje nazewnątrz.

Postęp byłby bezwątpienia osiągnięty, gdyby po uogniotrwaleniu starannie unieprzemakalniano płótna i rafję. Możnaby powlec płótno i włókna cieniutką skórką kauczuku, ciała

tłustego, garbnika albuminowego, co zresztą jest przez samą naturę urzeczywistnione u wodorostów, których komórki wewnętrzne są nasycone solami ogniotrwałemi i chronione są od wpływów zewnętrznych przez skórkę tłustą i woskową.

Widzimy, że zagadnienie uogniotrwalania, narzucone maskowaniu wojskowemu, jest dosyć skomplikowane i trudne do rozwiązania. Jest ono wciąż otwarte, a wobec tego powinny być prowadzone nowe badania.

Co się tyczy samych utrwalaczy na ogień, to wiadomo, że większość znanych formuł jest o zasadzie fosforanów, boranów, krzemianów, soli amonowych, z dodaniem żelatyny, krochmalu, dekstryny, gumilaki. Nasze maskowanie używało formuły zawierającej siarczan lub fosforan amonowy, żelatynę, formalinę i olej rycynowy.

D. Zagadnienia różne.

Unieprzemakalnianie. Nadewszystko należało unieprzemakalniać płótna hangarów lotniczych. Farbowane barwnikiem kaszu lub malowane błękitem berlińskim, płótna te zanurzano kolejno w wannach octanu aluminu i mydła. Ażeby opóźnić osadzanie się mydła aluminowego i pozwolić roztworowi mydła przeniknąć aż do głębi tkanin, dodawano do wanien kleju żelatynowego.

Powyżej widzieliśmy, że kolor płócien odpowiadał wzorom barw przyjętych w maskowaniu i że skądinąd zieleń i błękit berliński nie były trwałe. Trzeba było przezwyciężyć wielki opór ażeby zmusić fabrykantów płócien namiotowych do zmodyfikowania ich sposobów farbowania i stosowania nitrozonaftolu; udało się to dopiero pod koniec wojny.

Nawozy. Bardzo ciekawe i nieprzewidziane zagadnienie powstało przed maskowaniem.

Ziemia wydobyta z okopów i rzucona na przedpiersia oraz dzieła betonowe, była bardzo widoczna i odcinała się jasno w otaczającym terenie. Niemcy posiłkowali się daleko więcej niż my środkami naturalnemi. Albo pokrywali ziemię kawałkami darni, którą sprowadzano nieraz zdaleka, lub zasiewali trawę, dobierając odpowiednich nasion i używając specjalnych nawozów. My zastosowaliśmy w pewnych granicach podobne metody. Zużyto około 2000 tonn nasion wraz z odpowiednią ilością specjalnie zbadanych w tym celu nawozów sztucznych.

Nasiona należały do roślin trawiastych i strączkowych. Po upływie trzech tygodni tworzą one kobierzec wystarczająco zielony dla ukrycia wyrzuconej ziemi. Niezbędna ilość ziarna wynosi 1 kg.

na 100 metrów kwadratowych. Nawozy składały się z azotanu potasu, fosforanu amonowego i siarczanu sodu. Używano 110 gramów nawozu na 100 metrów kwadratowych.

Maskowanie płatowców i balonów.

I. Maskowanie samolotów sprawiało specjalne trudności. Narzucała się konieczność podwójnego maskowania: *dla lotu* (pod spodem i z wierzchu) i dla postoju *na ziemi* (z wierzchu). Stosownie do oświetlenia, ukośności promieni słonecznych, wysokości lotu, rodzaju gruntu, maskowanie musi być różne, jeżeli ma być skuteczne. Dany samolot zamaskowany przedstawi się jako czarny na białem lub biały na czarnem, zależnie od tego, czy tło od którego się odbija będzie jaśniejsze lub ciemniejsze niż barwa zamaskowania. Jakiekolwiek zresztą byłoby maskowanie to zawsze przy wystarczającem oświetleniu platy samolotu odcinają się *błyszcząc*, wskutek odbijania promieni świetlnych przez wierzchnią warstwę lakieru tłustego lub w braku tego przez warstwy acetocelulozy. Z drugiej strony płatowce stojące na ziemi, w jakikolwiek bądź sposób maskowane, odznaczają się zawsze przez cień swoich skrzydeł, pomimo, że takowe częstokroć nie są widoczne.

II. Oto jakie były główne sposoby maskowania: *samoloty dzienne* francuskie były maskowane na brunatno lub zielono w nieprawidłowe pasy i plamy (od 1915 r.); nakładanie barw uskuteczniano szczotką. Maskowanie niemieckie polegało najczęściej na zastosowaniu połączonych figur geometrycznych (pięciokąty i sześciokąty nieprawidłowe). Anglicy używali wprost jednostajną barwę haki (patrz poniżej).

Dla *samolotów nocnych* wszyscy walczący używali barw (czarnych lub niebieskich) matowych jednostajnych lub zestawionych w rysunki geometryczne.

Pożyteczność maskowania samolotów wydaje się zresztą bardzo wątpliwa. Anglicy nie wierzyli w nią i jeżeli nadawali płatowcom jednostajną barwę haki, to nie przez wzgląd na obserwację nieprzyjacielską, lecz dla ochrony płócien przed niszczącem działaniem promieni słonecznych.

III. Dla balonów najlepsze rozwiązanie polegało na użyciu sadzy i chromianu ołowiu, dającej zieleń trwałą i mało widoczną.

Ponadto rozpatrywano mniej lub więcej dobrze rozwiązaną wielką ilość innych drobnych zagadnień, mających związek z maskowaniem. Lecz już dosyć powiedzieliśmy, by wykazać jak ważną rolę odgrywa chemja w sztuce ukrywania wojsk i materjału.

ROZDZIAŁ VI.

Chemja i służba intendentury.

Zapał i duch wojsk zależą w znacznej mierze od sposobu ich odżywiania i opiekowania się nimi; najbardziej groźne uzbrojenie będzie bezużyteczne w rękach żołnierza wyczerpanego przez niedostatki. Zadanie wypełnione przez służbę intendentury, która w przeciągu pięciu lat musiała żywić, ubierać i ekwipować armję składającą się z wielu miljonów ludzi, jest olbrzymie; tymczasem potrzeby, jakim odpowiada ta służba, są tak głęboko związane z samą naturą człowieka, że zaledwie zdolni jesteśmy dostrzec zasługi ludzi, obarczonych pracą dla ich zaspokojenia.

Mobilizacja nie zaskoczyła niespodzianie intendentury francuskiej: zapasy żywności, ubrań i wyekwipowania były w zupełnem pogotowiu, nasze twierdze były przygotowane do otrzymania znacznych załóg, dla których bynajmniej nie brakowało środków aprowizacyjnych. Szybkość i porządek, z jakiemi mobilizacja została dokonana, zadziwiły naszych przeciwników i były niespodzianką dla samych Francuzów, tak skłonnych zresztą do krytykowania; pewna część pochwał, udzielonych przez opinję publiczną w tym czasie organizatorom naszej armji, powinna przypaść służbie intendentury.

Zmniejszenie się wytwórczości narodowej podczas wojny i trudności wwozu pogorszyły ogromnie zadanie i tak już bardzo ciężkie. Pomimo to służba intendentury wywiązywała się zawsze ze swej roli w sposób przynoszący zaszczyt jej duchowi inicjatywy i zdolnościom szybkiego przystosowywania się do okoliczności.

Jeszcze w czasach pokojowych intendentura umiała ocenić i wykorzystać współpracę techników, a w szczególności chemików. Cztery różne niezależne laboratorja pozwalały na badanie zagadnień, przedłożonych Sekcji Technicznej intendentury i na równoczesne kontrolowanie wszelkich dostaw, dotyczących wyżywienia, ubrania,

obozowania i kwaterowania. Będziemy mieli jeszcze sposobność powrócić do ich organizacji i działalności.

Podczas wojny laboratorja te musiały podołać pracy przygniatającej. Niektóre laboratorja cywilne uwojskowione, zwłaszcza laboratorjum Szkoły Garbarskiej przy Wydziale Nauk Uniwersytetu Lugduńskiego, dostarczały nadzwyczaj skutecznej pomocy.

Rola chemików w tej ważnej gałęzi działalności wojskowej była z pewnością mniej głośna, niż w innych kierunkach, jak naprzykład wojny gazowej. Jednak pożyteczność jej była bardzo wielka. Zobaczymy w dalszym ciągu tego wykładu, jak poważne postępy były osiągnięte w tych gałęziach przemysłu raczej pokojowego niż wojennego.

I. NA FRONCIE.

Na froncie intendentura sprawuje przedewszystkiem rolę rozdziału i wydawania: otrzymuje ona wielkie partje środków zaopatrywania, a ponadto wykorzystuje w jak największym stopniu zasoby miejscowe.

Żadna służba chemiczna nie jest do niej wyłącznie przydzielona; korzysta ona z laboratorjów, pozostających pod kierownictwem służby zdrowia.

A. Laboratorja służby zdrowia w swych stosunkach z intendenturą.

A. Laboratorja armji.

Na początku wojny każda armja posiadała tylko jedno laboratorjum, będące w stanie wykonywać pewne analizy chemiczne. Pozostawało ono pod kierownictwem lekarza. Wszelkie analizy medyczne, ekspozytury medyczno-prawne, analizy produktów żywnościowych i t. d. były wykonywane przez aptekarza, wybieranego prawie zawsze z pośród oficerów służby czynnej i wspomaganego przez jednego, względnie dwóch pomocników. Służba intendentury posyłała mu próbki produktów spożywczych rekwirowanych i polecała mu badać środki aprowizacyjne nieprzyjacielskie, które wpadały w nasze ręce (były one bardzo często nadpsute lub uczynione niezdatnemi do użytku).

B. Laboratorja korpusu.

Od czasu wprowadzenia w życie polowego regulaminu służby zdrowia z 1912 r. istniała w każdym korpusie armji „Sekcja Hygieny i Zapobiegania“ (Section d'Hygiène et de Prophylaxie),

oddana pod kierownictwo lekarza. Ta „formacja" była przydzielona do kompanji sanitarnej korpusu. W wyposażeniu jej znajdowały się aparaty i instrumenty do analiz bakterjologiczno-medycznych najbardziej niezbędnych. W maju 1915 r. do każdej sekcji hygieny i zapobiegania przydzielono po jednym farmaceucie; rola jego polegała na centralizowaniu wszystkiego, co dotyczyło obrony przeciwgazowej; miał on również pomagać laboratorjom armij. Analizy wody do picia wchodziły w skład jego obowiązków; analizował on również próbki produktów spożywczych pobierane od kupców pasa operacyjnego. Bezczelny wyzysk, uprawiany względem naszych żołnierzy, skłonił kierownictwo intendentury do stworzenia służby kantyn samochodowych, które udawały się aż do leży wojsk najbardziej zbliżonych do pierwszej linji. Środek ten był uzupełniony przez inne, jak odstępywanie po cenach daleko niższych od cen handlowych wszelkich produktów, w które „zarządy wyżywienia" były zaopatrzone.

C) Laboratorja dywizji.

Laboratorja te, zwane laboratorjami toksykologicznemi, były stworzone, jak to zobaczymy przy omawianiu służby zdrowia, w miesiącach czerwcu—lipcu 1915 r. i przydzielone do dywizyjnych kompanij sanitarnych. Były one specjalnie przeznaczone do obrony przeciwgazowej i badania wody do picia. Intendentura bardzo rzadko miała sposobność odwoływać się do ich udziału.

B. Wyzyskiwanie odpadków z rzeźni.

Zaopatrywanie w mięso armji francuskiej odbywało się metodą, która wydaje się nam nieco przestarzałą po naukach wielkiej wojny. Zdobyto się zaledwie na ponowne wprowadzenie rzeźni armji Napoleona I-go: zwierzęta przeznaczone do uboju, wysyłane całemi pociągami do armji, były bite w instalacjach okolicznościowych, zupełnie nie odpowiadających warunkom hygieny współczesnej. Szerzył się we Francji pewien przesąd przeciw mrożonemu mięsu, nader starannie zresztą podtrzymywany przez rzeźników i hodowców, obawiających się konkurencji bydła zagranicznego. Nie istniał we Francji żaden zakład dla składania i przechowywania mięsa; francuska flota handlowa nie posiadała ani jednego okrętu urządzonego do przewożenia mięsa mrożonego. Wprawdzie intendentura dokonała kilku nieśmiałych prób podczas wielkich manewrów, lecz wyniki były mało zachęcające.

Zwierzęta przeznaczone na ubój, przewożone na znaczne odległości, męczą się i cierpią braki, co pociąga za sobą wielkie straty, zwiększone jeszcze przez choroby, które zjawiają się w parkach bydła, gdzie warunki życia zwierząt są bardzo złe.

Wreszcie bicie bydła w armjach, w instalacjach improwizowanych nie pozwala na racjonalne wykorzystanie „piątej ćwierci", składającej się ze skóry, łoju, wnętrzności i innych części nie nadających się do wydawania.

Podczas pierwszych tygodni wojny nawet skóry były zakopywane. Zaradzono temu z chwilą ustalenia się frontu.

A) Wyzyskiwanie tłuszczów

Generał Aribert, kierownik etapów V-ej armji, pierwszy powziął myśl wyzyskiwania na miejscu tłuszczów (łoju i olejów z nóg wołowych i baranich), których mogą dostarczyć odpadki z uboju. Około połowy listopada 1914 r. zebrał komisję, która miała zbadać praktyczne środki wyzyskiwania. Stworzono służbę, która otrzymała nazwę „Centrum Fabrykacji Tłuszczów". Kierunek administracyjny powierzono adjutantowi intendentury Viole'owi; aptekarze pomocnicy Herrissey i André otrzymali kierownictwo fabrykacji pod względem technicznym.

Służba ta miała za zadanie zbierać w rzeźniach łój i nogi wołowe i przekształcać je na produkty użyteczne*). Zarekwirowano jedną z fabryk przerabiania odpadków uboju, posiadającą kocioł o 3 metrach sześciennych, położoną na terytorjum gminy Tinqueux, na zachodnim skraju miasta Reims, w celu gotowania wołowych nóg. Również w rzeźniach miasta Epernay przygotowano odpowiednie lokale dla wytapiania łoju.

Centrum Fabrykacji Tłuszczów dostarczało armji następujących produktów: łoju topionego pierwszego gatunku dla przygotowywania tłuszczu jadalnego, tłuszczu do wozów, tłuszczu do utrzymywania i konserwacji skór, tłuszczu do broni, tłuszczu do karabinów maszynowych, łoju gorczycowanego przeciw odmrożeniom nóg, pomady przeciw parchom dla koni.

W lipcu 1915 r. po stworzeniu laboratorjów toksykologicznych w armjach, w kierownictwie Centrum Fabrykacji Tłuszczów pozostał jedynie aptekarz André, doktór nauk przyrodniczych, którego

*) Towarzystwo akcyjne wwozu smarów A. André i syn oddało do rozporządzenia armji swoje laboratorjum i bibljotekę, które znacznie ułatwiły wstępne badania służby.

wiadomości techniczne doskonale odpowiadały potrzebom służby. W następstwie, wobec wzrastającego rozwoju tej służby, która przerabiała dziennie do 4 tonn łoju i 3 tonn nóg wołowych, stworzono w Château-Thierry filję, która szybko stała się samodzielną.

W czerwcu 1911 r. po licznych inspekcjach, przeprowadzonych w Epernay i w Tinqueux pod Reims zarówno przez władze wojskowe jak i przez komisje parlamentarne, minister spraw wojskowych zdecydował, że w każdej armji będzie stworzona organizacja analogiczna do Centrum Fabrykacji Tłuszczów.

Centra fabrykacji tłuszczów do samego końca wojny oddawały cenne usługi. Oprócz korzyści, osiągniętej przez wytwarzanie niezbędnych surowców, oprócz olbrzymich oszczędności tą drogą uzyskanych, należy zauważyć, że przez racjonalne zużytkowanie odpadków podatnych do gnicia uniknięto poważnego niebezpieczeństwa dla hygieny armji.

B) Wyzyskiwanie krwi wysuszonej i innych odpadków nadających się do wytwarzania nawozów rolniczych.

Inicjatywa tych operacyj należy do p. Deshayes'a, posła Oise'y.

Jeżeli zmięsza się świeżą krew z roztworem siarczanu żelazowego (pochodzącego z prażenia pirytu żelaza), to białe ciałka krwi krzepną i otrzymuje się osad ciemno-brunatny, łatwy do wysuszenia i nie gnijący, który jest nawozem bardzo poszukiwanym w rolnictwie. Wyzyskiwanie tych produktów było zorganizowane dopiero w roku 1916. Wszystkie odpadki z uboju bydła: kości, rogi, krew i t. d. były posyłane do centralnego składu w Ablis-Paray (Seine-et-Oise). W 5-ej armji organizowanie tej służby wyzyskiwania polecono p. Albertowi Ranc, doktorowi nauk przyrodniczych. Zaznaczamy między innemi szczegółami, że kości, z których wyciągnięto klej przez wygotowanie wołowych nóg w kotle fabryki w Tinqueux pod Reims, były wysyłane partjami po 100 tonn.

Wskażemy ponadto jeszcze jeden przykład wyzyskiwania: stare pudełka od konserw zbierano, a metal ich służył do przygotowywania czterochlorku cyny, niezbędnego do gazów bojowych.

II. WEWNĄTRZ KRAJU.

Podczas wojny kierownictwo intendentury było podzielone na dwie wielkie sekcje: *Sekcję Żywnościową* i *Sekcję Odzieżową*.

A. Żywność.

Sekcja Żywnościowa była przydzielona, jak w czasie pokojowym, do Ministerjum Wojny. Lecz długie trwanie działań wojennych pociągnęło za sobą wyczerpanie środków żywności przy jednoczesnem uszczupleniu zasobów krajowych, tak, że powstało jedno wspólne zagadnienie wyżywienia wojska i ludności cywilnej; stworzono Ministerjum Zaopatrywania i przydzielono doń Sekcję Żywnościową.

Inspektorat Techniczny Żywnościowy rozporządzał dwoma laboratorjami.

1-o. Najdawniejsze laboratorjum, zwane przed wojną „Laboratorjum Sekcji Technicznej Intendentury" było założone w r. 1891. Jego pierwszym organizatorem był naczelny aptekarz Balland, korespondent Instytutu, członek Akademji Medycznej; przez trzydzieście lat nie ustawał on w poszukiwaniach; przyniosły one wybitne korzyści chemji żywnościowej; po nim został powołany w r. 1918 naczelny aptekarz Rothea.

2-o. Laboratorjum konserw mięsnych dla armji było założone w r. 1901 na propozycję komisji badań, ustanowionej w r. 1899 przez ministra wojny celem opracowania prawideł fabrykacji i ekspertyzy konserw mięsnych. Personel tego laboratorjum składa się z dyrektora cywilnego, p. G. Blanc'a, doktora nauk przyrodniczych, który zajmuje się specjalnie zagadnieniami chemicznemi i dyrektora, weterynarza wojskowego Bidaut, który przeprowadza poszukiwania biologiczne i bakterjologiczne. Obok tego laboratorjum działa w myśl zasad dawnej komisji z r. 1899 rada kierownicza pod przewodnictwem doktora Roux, dyrektora Instytutu Pasteur'a, członka Instytutu.

Poszukiwania tych dwu laboratorjów dotyczyły olbrzymiej liczby zagadnień. Wskażemy tylko najważniejsze: chleb i przerabianie chleba, konserwy mięsne i inne; tłuszcze, pasza i t. d.

A) Chleb i jego przerabianie.

Wbrew powszechnie ustalonym poglądom większa część chleba, spożywanego przez naszych żołnierzy, była wytwarzana na froncie. Każda z armij posiadała wielką piekarnię polową, zwaną „piekarnią armji", która wypiekała dziennie do 250.000 porcyj. Piekarnie te były organami więcej ruchliwemi niż można było przypuszczać;

urządzenia ich mogły być w kilka godzin rozebrane i wysłane. Inne piekarnie wojskowe, położone w pasie wewnętrznym, przychodziły z pomocą piekarniom armji, zwłaszcza w okresach wielkich ruchów wojsk.

I. Chleb był odparowywany, to jest pieczony podczas dłuższego czasu i w temperaturze niższej niż chleb zwykły. Chleb ten, spożywany zazwyczaj w osiem do dziesięciu dni po wypieku, znakomicie się przechowywał i zawsze był doskonałego gatunku. Porcja dzienna żołnierza, wynosząca początkowo 750 gramów, była obniżona stopniowo do 550 gramów, którą to ilość uznano jako wystarczającą, przyjmując pod uwagę inne produkty spożywane przez żołnierzy. Pomimo, że pod koniec wojny zaopatrzenie w zboże i ziarna chlebowe było utrudnione, nie mniej jednak chleb żołnierski zachował swą jakość z początku wojny.

Dodawanie do mąki pewnych produktów zastępczych było badane z jak największą starannością przez naczelnego aptekarza Balland'a. Wyniki tych poszukiwań przedstawiano w licznych notach do Akademji Nauk; oto główne z nich.

Mąki z bobu marokańskiego, fasoli, grochu zwykłego, dodawane do mąki zbożowej w stosunku do 5% nie zmieniają ani smaku, ani wyglądu chleba. Mieszanina z mąką kukurydzową w stosunku od 5 do 10% daje chleb zupełnie zdatny do użycia, lecz barwy żółtej. Mąka manjokowa (manihotowa) może być dodawana w stosunku 20%. Mąka z ziarn soji lekko przypalonych, dodana w stosunku 10 do 15%, ulepsza jakość chleba, robi go więcej pożywnym, podnosząc jego zawartość połączeń azotowych; chleb taki przechowuje się w stanie świeżości znacznie dłużej. Mąka z wytłoczyn arachisu powinna być używana po wypaleniu; proporcja 5% zaledwie zmienia wygląd chleba; przy 10% otrzymuje się wygląd i smak chleba żytniego; przy 15% chleb jest czarnawy. Ryż w stosunku 10% daje chleb bardzo biały, lecz skłonny do wysychania. Ziemniaki dają wyniki mniej zadawalniające, fermentacja chlebowa jest mniej prawidłowa i chleb zatrzymuje w sobie wilgoć; pomimo to używano ich w znacznych ilościach w piekarniach cywilnych na przednówku w lecie 1918 r.

Przygotowywanie chleba z wodą wapienną było przedmiotem ciekawych badań w laboratorjum profesora Lapicque'a.

Gdy w r. 1916 zubożenie naszych zapasów zmusiło do nakazania przemiału 80% dla mąki krajowej, wówczas zaprowadzono nader ścisły dozór młynów i poddawano surowym i częstym analizom produkty z nich wypuszczane. Należało zwłaszcza dochodzić, czy do mąki krajowej nie są dodawane otręby miałko mielone,

zastępując mąkę białą fabrykowaną pokryjomu. Do badań fizycznych mąki i inspekcji młynów laboratorjum Inspektoratu Technicznego Żywnościowego posiadało znakomitego współpracownika w postaci p. Machieux, rezerwowego oficera administracyjnego, z zawodu młynarza.

II. Suchary stanowiące część porcji rezerwowej, noszonej przez każdego żołnierza, były również przedmiotem drobiazgowych badań.

Do ich fabrykacji używano jedynie mąki białej o przemiale 70%. Zawartość wody nie powinna przekraczać 12%. Laboratorjum Inspektoratu Technicznego Żywnościowego ukróciło oszustwa, stwierdzone przy dostawie sucharów, zawierających do 18% wody. Taka ilość wilgoci powoduje łatwe psucie się.

B) Konserwy mięsne i inne.

Wojskowa konserwa mięsna, zwana „małpią", nie cieszyła się dobrą sławą; do złej opinji przyczyniły się w wysokim stopniu wypadki w pułkach w 1898 i 1899 r., wywołane niestrawnością konserw zagranicznych lub kolonjalnych. Wskutek tych wypadków minister spraw wojskowych powołał w 1899 r. komisję badań, której dochodzenia wykazały, że przygotowywanie konserw dla armji zależało w znacznej mierze tylko od doświadczenia fabrykantów i że ważne zagadnienie sterelizacji nie stało na odpowiedniej wysokości.

Komisja postanowiła, że pracę przez nią rozpoczętą będzie prowadziła w dalszym ciągu stała rada i stworzyła laboratorjum do badań, o którem już wspominaliśmy. Ze współpracy tego laboratorjum z radą powstała doktryna w zagadnieniu wytwarzania konserw, która przedostała się aż do fabrykacji handlowej. Fabryki założone we Francji i w niektórych kolonjach, pracujące na mocy koncesji, były ściśle dozorowane. Zatrucia i ich opłakane skutki zniknęły całkowicie. Stworzono nowy preparat, uzupełniający porcję przepisową, mianowicie prosię pieczone, soczyście zamacerowane; konserwa ta była mało niestety rozpowszechniona z powodu swej wysokiej ceny. Powoli rozwiązano cały szereg zagadnień, niekiedy wcale poważnych, między innemi dotyczących: określenia najlepszego stopnia sterelizacji, wpływu ciepła na chemiczny skład mięsa, składu powietrza w pudełkach konserw, działania cyny pobielającej, zmian w strawności spowodowanych długiem przechowywaniem konserw, składu buljonów, badań

najczęściej spotykanych mikrobów, z których kilka jest nadzwyczaj ciekawych z punktu widzenia naukowego.

Badano pozatem, oprócz konserw mięsnych, inne preparaty żywnościowe, naprzykład zupy skondensowane.

Jednym słowem można powiedzieć, że w 1914 r. laboratorjum wydatnie się przyczyniło, zarówno przez swe badania jak i przez bezustanny dozór fabrykacji, do stworzenia konserwy odpowiedniej jakości.

Olbrzymie potrzeby wojny zmusiły do wzmożenia fabrykacji we Francji i w kolonjach, lecz już od drugiego roku brak bydła zmniejszył ogromnie produkcję naszych fabryk i trzeba było zwrócić się do zagranicy. Wysłano specjalną misję do Południowej Ameryki dla dozoru fabrykacji. Fabrykanci musieli ściśle prowadzić książki produkcji, a otrzymywany towar był przedmiotem drobiazgowej analizy. Po dokonaniu kilku nowych poszukiwań, wprowadzono pewne zmiany w szczegółach: stopień sterelizacji obniżono ze 120^0 do $114 — 115^0$ dzięki czemu konserwa dawała się łatwiej przyswajać organizmowi i dodawano parę gramów marchwi, która nadawała „nowy" smak, zwiększając przytem strawność konserwy (prawdopodobnie przez wprowadzenie witaminów).

Pozatem poddano laboratoryjnym badaniom liczne zagadnienia, odnoszące się do konserw mięsnych, rybich, jarzynowych, wyrobu wędlin w pasie działań wojennych.

Tytułem wspomnienia nadmienimy, że wyrabiano liczne konserwy mięsne z jarzynami i starano się zastosować je w armji.

Jednak jest jeden punkt, o którym nie powinniśmy nigdy zapomnieć gdy mówimy o konserwie mięsnej żołnierskiej: ma ona stanowić część porcji rezerwowej, którą żołnierz nosi przy sobie. Dwa pudełka „małpy" znajdujące się w plecaku piechura, stanowią pożywienie skondensowane, którego on używa jedynie w wypadku ostatecznym; tymczasem jarzyny gotowane zawierają zawsze znaczną proporcję wody, a nie należy obciążać wodą i tak już ciężkiego ładunku. Rzecz prosta, znaczne zapasy konserw magazynowanych w przewidywaniu mobilizacji, nie mogą być przechowywane wiecznie i niezbędnem jest ich odnawianie. Puszki, które dosięgną „granicy wieku", są wydawane żołnierzom dla spożycia.

„Małpa" jest niewątpliwie lepszą od swej sławy. Niestety stanowi ona pokarm, do którego żołądek prędko się zraża. Często można było widzieć żołnierzy francuskich i angielskich wymieniających wzajemnie swe konserwy, przyczem każdy oświadczał, że konserwy jego sąsiada są lepsze.

Konfitury. Wspomnimy na zakończenie, że służba żywnościowa posiadała w Lugdunie wielką fabrykę konfitur, należącą do Niemców i zasekwestrowaną w początkach wojny. W ten sposób intendentura mogła dostarczać armji wielkich ilości konfitur bez zarzutu.

C) Tłuszcze.

Techniczna inspekcja żywnościowa przyjęła również na siebie ciężki obowiązek zaopatrywania w tłuszcze i ich rozdziału. Nasze położenie pod względem tych produktów było chwilami dosyć trudne. Na czele tej ważnej służby stał podintendent Roerich i kierował nią z widoczną, dającą się ocenić po wynikach, działalnością.

Nasze olejarnie zmniejszyły znacznie swą produkcję: brakowało ziarn olejowych, produkowanych przez północne okolice Francji (mak i rzepak), jak również maku, który otrzymywano dawniej z Azji Mniejszej, produkcja zaś ziarn arachisu w Afryce Zachodniej zmniejszyła się bardzo z powodu braku rąk pracujących, wskutek werbowania czarnych wojsk; należało więc wyciągnąć jak najwięcej korzyści ze źródeł krajowych.

Laboratorjum Technicznego Inspektoratu Żywnościowego musiało zbadać sposoby wyciągu i własności olejów z pestek myrelowych, brzoskwiniowych, wiśniowych, i t. d. olejów buczynowych, olejów z ziarnek winogron, z fusów od kawy, z ziarnek pomidorów, z pestek pomarańcz i t. d. Niektóre z tych produktów, jak np. oleje z ziarnek winogronowych i pestek morelowych były fabrykowane przemysłowo i pokryły w znacznej mierze zapotrzebowanie przemysłu, zwłaszcza mydlanego.

Intendentura wydrukowała odezwę do właścicieli winnic, by zachęcić ich do zbierania ziarnek winnych. Obrachowano, że ilość oleju, stracona każdego roku we Francji wskutek wyrzucania ziarnek winogronowych, przewyższa 15 miljonów kilogramów, co przedstawia w chwili obecnej wartość 60 miljonów franków; ta ilość oleju przerobiona na mydło, dałaby dla każdego mieszkańca kawałek o wadze 500 gr.

Nie należało lekceważyć tak ważnych źródeł w chwili, gdy trzeba było przywozić z za oceanu ziarna oleiste, narażając się przytem na wielkie koszty i niebezpieczeństwa.

Intendentura wyzyskała również ziarna kukurydzy, jako surowiec dostarczający oleju. W tym celu urządzono specjalną fabrykę w Villefranche-sur-Saone pod kierownictwem jednego

z oficerów administracyjnych. W Villefranche-sur-Saone wydobywano również olej z ziarn winogronowych. Taką samą produkcję podjęto w fabrykach prywatnych w departamentach Herault i Var.

D. Furaż.

Brak furażu zmusił intendenturę do wprowadzenia do porcji dla koni melasy, której użycie było przepisowo ustalone już za czasów pokojowych od 1909 r. Melasa była więc rekwirowana; wszystkie partje były analizowane w laboratorjum i oceniane według zawartości cukru.

E) Analizy różne.

Stosownie do rozporządzeń rządowych, dowódcy armji musieli posyłać do laboratorjum żywnościowego próbki wszelkich produktów, zdobytych na nieprzyjacielu. Było bowiem rzeczą pierwszorzędnej wagi zdawać sobie sprawę z zasobów nieprzyjaciela, poznawać charakter „ersatz'ów" przez niego używanych i wykrywać jego głównych dostawców neutralnych. Analizy tych produktów były bardzo liczne i nadzwyczaj pouczające.

B. ODZIEŻ.

Potrzeby armji francuskiej pod względem ubrania i wszelakiego wyekwipowania były doskonale przewidziane dla mobilizacji a nawet wojny kilkomiesięcznej, lecz nikt nie mógł zgadnąć długotrwałości i warunków szczególnie ciężkich wojny 1914—1918 r. Służba odzieżowa musiała, jak i wszystkie inne, znaleźć nowe źródła i zorganizować różnorodną wytwórczość.

Ubranie żołnierza było uzupełnione w zimie 1914 r. przez rozdanie ciepłych rzeczy wełnianych, jak rękawic, skarpetek, ochraniaczy na nos i t. d., nieznanych w czasie pokojowym

Pobyt w okopach wywoływał potrzebę częstych zmian różnych przedmiotów i zmuszał do wyposażania każdego człowieka w nowe rzeczy, zdolne chronić go od zimna podczas godzin czuwania przy strzelnicach, od deszczu (unieprzemakalnianie) i wreszcie pozwalające mu stać w wodzie w miejscach łatwo zalewanych

Dla osłonięcia głowy żołnierza przeciw pociskom pękającym w powietrzu, stworzono hełm, który wkrótce stał się powszechnym. Model jego ustalono według danych intendenta p. Adriana.

Wreszcie podczas wojny, celem zapobieżenia ogromnej widoczności starych uniformów, a w szczególności czerwonych barw „kepi" i spodni, przyjęto, jak to już zaznaczyliśmy poprzednio, nową barwę błękitną-lazurową, wymagającą znacznych ilości indygo syntetycznego. Przed wojną barwnik ten był nam dostarczany przez potężne zakłady „Badische". Po wyczerpaniu naszych zapasów, produkowano go w fabryce Creil, która mogła podołać całemu zapotrzebowaniu. (Patrz część I-szą, rozdz. VIII).

Do farbowania sukna khaki, w które ubierano nasze dywizje kolonjalne, używano żółci antracenowej po zaprawie chromowej: odcień ten będzie prawdopodobnie przyjęty w przyszłości dla munduru polowego armji francuskiej.

Jednem słowem nowe potrzeby narzuciły konieczność wytwarzania nader ważnych części umundurowania: 1-o rzeczy wełnianych wszelkich rodzajów; 2-o rzeczy płóciennych (bielizna); 3-o przedmiotów skórzanych (obuwia, uprzęży, ekwipunku); 4-o różnych rzeczy, zarówno dla ochrony głowy, jak i dla ochrony od wody (unieprzemakalnianie), w tem worków na ziemię, których zużyto ilości wprost niewiarogodne.

Dla niezbędnych badań i analiz, służba odzieżowa rozporządzała dwoma głównemi laboratorjami: 1-o laboratorjum Technicznej Sekcji Odzieżowej w Paryżu (dyrektor: starszy aptekarz Jalade), 2-o laboratorjum Szkoły Garbarskiej przy Uniwersytecie Lugduńskim (dyrektor-profesor Meunier).

A. Przedmioty wełniane.

Francuski przemysł wełniany został silnie dotknięty przez wojnę. Utrata okręgów północnych i Sedanu, zupełne wstrzymanie pracy w Reims, postawiły Francuzów w położeniu nader trudnem. Z drugiej strony produkcja wełny krajowej i kolonij nie wystarczała dla zaspokojenia potrzeb, należało więc przywozić duże jej ilości z Ameryki Południowej i Australji.

Wełna przed tkaniem musi być płukana, czesana i przędzona. Pozostała z płukania wełny surowa woda jest bogata w sole potasowe, a ponadto zawiera w stanie zawieszenia szczególne ciało woskowe: tłuszcz barani. Pod względem przemysłowym, wyzyskiwanie soli potasowych jest bardzo ważne, zaś wyzyskiwanie tłuszczu baraniego mniej. Wosk ten, budowy miękkiej, barwy ciemnej,

o nieprzyjemnym zapachu, nazywany jest niesłusznie tłuszczem wełnianym; jest on bezużyteczny w przemyśle mydlanym, przemysł smarów używa go w małych ilościach; ażeby go zneutralizować, odbarwić i zrobić bezwonnym, trzeba go poddawać szeregowi długich i kosztownych przeróbek chemicznych. Oczyszczony w ten sposób stanowi produkt aptekarski używany jednak w zbyt małych ilościach w stosunku do olbrzymiej produkcji tłuszczu surowego. Jednym słowem dotychczas nie znaleziono prawdziwie opłacającego się zastosowania tego produktu.

Podczas wojny woda pozostała z mycia wełny była zbyt często wylewana do rzeki; niekiedy wyzyskiwano sole potasowe, których brak dotkliwie dawał się odczuwać we Francji; wyzyskiwanie zaś tłuszczu było robione jeszcze rzadziej

B. Przedmioty płócienne.

Wielkimi naszymi dostawcami lnu przed wojną były Rosja i Belgja, w której uprawiano tę roślinę na wielką skalę w dolinie rzeki Lys, przypominającej nam tyle ciężkich walk.

Tkaniny lniane zastępowano o ile możności tkaninami bawełnianemi.

Odpowiednio trwałemi będą tylko te tkaniny z włókien roślinnych, które odpowiedzą pewnym warunkom. Zwłaszcza należy badać pod mikroskopem rodzaj włókna i sprawdzać czy waga na metr bieżący nie jest zmienioną przez nadmierne obciążenie tkaniny apreturą.

C. Przedmioty skórzane.

(Przemysł garbarski).

Ilość przedmiotów skórzanych, niezbędnych dla walczących wszelkich broni, jest znaczna: podszewki hełmów, pasy główne, żabki do bagnetów, ładownice, szelki do ładownic, rzemienie do plecaków, rzemienie do manierek, pasy do karabinów, trzewiki, futerały na rewolwery, pochwy na szable, uprzęże i rynsztuki dla koni artyleryjskich i taborowych, siodła i wyroby siodlarskie dla jeźdźców i t. d., i t. d.

Przemysł garbarski jest jednym z tych, w których chemja odgrywa rolę zasadniczą. Trzydzieści lat temu przemysł ten we Francji był czysto doświadczalny. Dopiero zastosowanie metod naukowych posunęło go znacznie naprzód.

Wyrobienie skóry, począwszy od surowej skóry zwierzęcej, jest operacją długą, złożoną i delikatną, zawierającą cały szereg działań chemicznych, dobry wynik których zależy od drobiazgowej ostrożności. Spróbujemy streścić pokrótce kolejność tych operacyj, wymieniając przytem używane produkty chemiczne.

Skóry surowe są przedewszystkiem *płukane* celem oczyszczenia z obcych ciał zanieczyszczających je i z produktów użytych do ich przechowania. Po tej operacji następuje *odwłosienie*, które ma na celu oddzielenie od właściwej skóry naskórka i części naskórkowych (włosy i wełna). Większość metod stosuje przy odwłasianiu wapno, które należy następnie usunąć przed garbowaniem. *Oczyszczanie z wapna (bejcowanie)* jest operacją długą i trudną, do której używa się różnych produktów chemicznych, zwłaszcza kwasów organicznych, jak: mrówkowy, octowy, masłowy i mlekowy. Używa się również kultur mikrobów bogatych w kwasy i różne diastazy; płyny te znane pod nazwą „sztucznych oczyszczaczy" dążą do zastąpienia dotychczas używanych brudnych mikstur, otrzymywanych przez fermentację w wodzie wydzielin psich lub ptasich.

Po oczyszczeniu z wapna skóry są nasiąknięte wodą i napęczniałe, a w tym stanie podatne do łatwego nasycenia w całej swej grubości produktami chemicznemi, mającemi przekształcić je w skórę garbowaną. Przekształcenie to może być osiągnięte różnemi sposobami.

1-szy. Przez *garbowanie właściwe (czerwonoskórnictwo)* produktami roślinnemi, zawierającemi garbnik. Produkty te można używać bądź w postaci stałej (proszek garbujący) w obecności wody, bądź pod postacią płynnego wyciągu, bądź w stanie stałym z jednoczesnem zastosowaniem roztworów wyciągu. Te trzy sposoby operacji tworzą: *garbowanie w dołach, garbowanie wyciągami i garbowanie mieszane.*

Sposób ten jest najważniejszy. Badanie roślin garbnikowych i przygotowywanie wyciągów garbujących tworzą prawdziwą naukę.

2-gi. Przez *garbowanie chromem*, bądź wkładając skórę w roztwór zasadowej soli chromowej, bądź nasycając ją roztworem kwasu chromowego, który następnie zamieniamy przez redukcję na tlenek chromu. Używane reduktory są dość liczne: podsiarczyn sodu, kwas siarkowy, glukoza, mąka kartoflana, gliceryna i t. d.

3-ci. Przez *garbowanie ałunem*, stosowane w *białoskórnictwie* i przy *węgierskiej wyprawie* skór. W białoskórnictwie garbuje się przy pomocy mieszaniny ałunu z solą morską, mąką i żółtkiem jaj. W węgierskiej wyprawie skóry są początkowo poddawane działaniu mieszaniny ałunu i soli morskiej, a następnie nasycane łojem.

4-ty. Przez *garbowanie tłuszczem* czyli *zamszownictwo*, które polega na nasyceniu skór tłuszczem ryb lub innych stworzeń morskich i na poddaniu ich następnie utlenianiu przez zetknięcie z powietrzem. Nadmiar tłuszczu zostaje usuwany po garbowaniu pod postacią emulsji tłustej, używanej następnie przy urzemienianiu.

Skóry garbowane taniną lub chromem poddają się jeszcze przed użyciem szeregowi operacyj, które tworzą *urzemienienie*; mają one na celu nadanie skórze giętkości i trwałości niezbędnych do pewnych celów (skóra na pasy popędowe, skóry na cholewki i przyszwy, skóry do powozów i uprzęży).

Garbarstwo podczas wojny.

Podczas pierwszych miesięcy wojny, gdy ogólnie myślano, że walka będzie krótka, intendentura zrobiła zamówienia w obcych fabrykach obuwia, które dostarczyły, po cenach dość wygórowanych, znacznych ilości trzewików nieszczególnego gatunku.

Ponieważ garbarnie i fabryki wyciągów garbujących były zdezorganizowane przez mobilizację, wytwórczość francuska znacznie zmniejszyła się w chwili gdy właśnie należało produkować jak najwięcej. Opłakane to położenie na szczęście nie trwało długo i w pierwszych miesiącach 1915 r. intendentura zorganizowała we Francji fabrykację skóry i przedmiotów skórzanych, niezbędnych dla armji.

Organizacja wytwórczości skór, obuwia i rynsztunku. W każdym rejonie przemysłowym były zorganizowane ośrodki garbarskie i fabrykacji obuwia. Fabrykacja była kontrolowana bądź w laboratorjum Inspektoratu Technicznego Odzieżowego w Paryżu*), bądź w laboratorjum Lugduńskiej Szkoły Garbarskiej; laboratorja te odgrywały również rolę ekspertów w wypadkach sporów między fabrykantami.

Intendentura dostarczała fabrykantom wszelkich surowców niezbędnych; wytworzone przedmioty były oceniane w sposób zapewniający wytwórcom godziwy zysk; stosownie do wyników analiz lub prób mogły mieć miejsce odpowiednie odszkodowania.

Średnia cena trzewików marszowych wynosiła 22 franki, trzewików odpoczynkowych 18 franków.

*) L'inspection technique de l'Habilement.

Rozmiary wytwórczości były znaczne; najwyższa produkcja miesięczna wynosiła:

1.200.000 par trzewików marszowych,
600.000 par trzewików odpoczynkowych,
100.000 metrów kwadratowych skór na rynsztunki,
500.000 kilogr. skór na uprzęże.

Francja zaopatrywała armję francuską, armję serbską, a w pewnych chwilach armję grecką i armję amerykańską.

Surowce.

1-o. *Skóry surowe.* W r. 1915 intendentura ogłosiła ogólną rekwizycję skór surowych i zastrzegła sobie prawa wyłącznego wwozu. Sprowadzano dla armji skóry mrożone z Ameryki Południowej, skóry solone z Madagaskaru, z Algieru, z Marokko. Rekwizycja pozwoliła na utrzymanie cen na wysokości zbliżonej do przedwojennej; zaraz po jej zniesieniu nastąpiła niesłychana zwyżka. W ten sposób niektóre skóry (cielęce), płacone podczas rekwizycji po 300 fr. za 100 kilo, kosztowały w lutym 1920 r. 1600 franków za tą samą wagę. Te liczby wykazują, że w okresach ruchawek nie należy gardzić rekwizycjami i monopolami państwowemi; dowodzą one ponadto, że trudności chwili obecnej nie są powodowane wyłącznie brakiem surowców.

2-o. Środki garbujące. Garbowanie zapomocą garbników roślinnych było najczęściej stosowane. Garbowanie chromem było przedewszystkiem stosowane do skór, używanych do pokrywania opon samochodowych, nabijanych gwoździami; spody trzewików rządowych, sprzedawanych staraniem intendentury, były garbowane zapomocą chromu.

Główne materjały garbujące, używane we Francji przy garbowaniu roślinnem, są: wyciąg z kory dębowej, wyciąg z drzewa kasztanowego, wyciąg z kwebracho.

Wyciąg z kory dębowej był rzadki i drogi; używa się go zwłaszcza przy garbowaniu powolnem. Metoda ta daje niewątpliwie najlepszą skórę; lecz średni czas garbowania wynosi dziesięć do dwunastu miesięcy, nieraz nawet więcej, co nie pozwala na zaspakajanie natychmiastowych potrzeb wojny.

3-o. Wyciąg z drzewa kasztanowego jest produktem czysto francuskim, na którym Niemcy jeszcze przed wojną usiłowali położyć rękę. Kasztan obficie rośnie na krzemkowej glebie Płaskowzgórza Środkowego i Korsyki. Produkcja wyciągu z drzewa kasztanowego dosięgła olbrzymich rozmiarów podczas wojny, ze szkodą

nawet dla drzewostanu lasów kasztanowych, którego poprawa będzie wymagała długich lat. Fabrykacja tego wyciągu polegała na przepuszczaniu wody pod ciśnieniem przez drobno pokawałkowane drzewo. Otrzymany po przesączeniu płyn jest klarowany przy pomocy suszonej krwi, następnie zaś stężany w aparatach potrójnego działania, podobnych do używanych przy stężaniu syropów cukrowych.

W każdej fabryce wyrób był dozorowany przez chemika. Dzięki pracom jednego z nich, p. Schoena, udało się wyzyskiwać kwas octowy, wytwarzający się przy operacji. Przyrząd nader prosty pozwala na łapanie parów kwasu octowego, porywanych przez wodę podczas stężania.

Kwas ten, dotychczas tracony, gryzł aparaty, powodując szybkie ich zużycie.

4-o. Wyciąg z kwebracho był sprowadzany z Ameryki Południowej (Rzeczypospolita Argentyńska i Paragwaj). Dzięki swym specjalnym zaletom produkt ten stał się niezbędnym w nowoczesnem garbarstwie. Robiono liczne badania w celu zastąpienia go garbnikami, pochodzącemi z kolonij. Studja te mają wartość dopiero na przyszłość; dały one wyniki, pozwalające przewidywać szerokie praktyczne zastosowanie; strączki *gonakji* senegalskiej i pnie *tizerah* marokańskiej już były eksploatowane przemysłowo. Używanie kory *paletuwji* madagaskarskiej i kor różnych gatunków *mimozy*, sadzonych na Madagaskarze i w Algierze, jest wciąż jeszcze przedmiotem badań. Wszystkie te poszukiwania zostały przedsięwzięte, w łączności *z Laboratorjum produktów kolonialnych*, przez pp. Jalade'a, Schella i Meunier'go.

5-o. Dwuchromian sodu otrzymuje się z żelaza chromowego, rudy bardzo obfitej w Nowej Kaledonji. Nie wyrabiano go jednakże we Francji przed wojną. Naszemi głównemi dostawcami były Niemcy i Anglja.

Podczas wojny, ażeby zaspokoić potrzeby naszego przemysłu przy jednoczesnem ograniczeniu zwyżki cen, rząd francuski otrzymał od rządu angielskiego obietnicę odstępywania miesięcznie 300 tonn dwuchromianu sodu wzamian za 2.500 tonn wyciągu z drzewa kasztanowego fabrykacji francuskiej. Nadmieńmy, że już rozpoczęto we Francji fabrykację dwuchromianu sodu i że jest nadzieja zadośćuczynienia tą drogą potrzebom naszego przemysłu.

6-o. Wymienimy tu jedynie dla pamięci *produkty drugorzędnej wartości* dla przemysłu garbarskiego: wapno i siarczek sodu dla odwłasiania skór; kwasy mrówkowy, octowy, masłowy i mlekowy dla oczyszczenia skór z wapna (bejcowania)

dwusiarczyn i podsiarczyn sodu dla redukcji kwasu chromowego przy garbowaniu chromem. Te dwie ostatnie sole posiadano w dużych ilościach z powodu fabrykacji na olbrzymią skalę fenolu, która daje jako pozostałość siarczyn sodu. Dodajmy ponadto, że nieraz było bardzo trudno zdobyć łój i tłuszcze rybie dla urzemieniania. Barwniki sztuczne nie były wcale stosowane, gdyż skóra wyrobu wojennego posiadała zawsze barwę naturalną.

Postępy w sposobach garbowania. — Podczas wojny osiągnięto duże postępy w stosowaniu wyciągów przy przyśpieszonem garbowaniu. Ramy tego studjum nie pozwalają na wyłożenie wszystkich wynalazków. Zadowolnimy się podaniem jednego z nich, najbardziej godnego uwagi, polegającego na zastosowaniu próżni (sposób Nance'a): skóry przygotowane do garbowania są zawieszone w naczyniu hermetycznie zamkniętem, w którem wytwarza się próżnię; pod wpływem próżni skóra traci częściowo wodę a włókna oddalają się jedne od drugich; następnie, wciąż utrzymując próżnię, powoduje się w naczyniach krążenie wyciągów garbujących wzmocnionych; w ten sposób powierzchnia zetknięcia włókien i roztworów rodzaju koloidalnego jest możliwie duża, a wobec tego i przesiąkanie przez powierzchnię włókien dochodzi do największego natężenia. Pochłanianie płynów jest ponadto ułatwione wskutek braku powietrza wewnątrz skóry. Osadzanie garbnika jest łatwiejsze niż w innych metodach szybkiego garbowania. Przy zastosowaniu całego szeregu naczyń hermetycznych, pozwalających na metodyczne krążenie wyciągów, zużytkowanie garbnika jest zupełne, a ilość rąk roboczych zostaje zmniejszona w stopniu dotychczas nieznanym.

Na zakończenie będzie bardzo celowem położyć nacisk na znakomite rezultaty, osiągnięte przez intendenturę wojskową wskutek zorganizowania przemysłu garbarskiego i wytwórczości przedmiotów skórzanych, zużywanych w ogromnych ilościach przez armję. Państwo założyło prawdziwy monopol; narzuciło wszystkim surową dyscyplinę; producenci skór surowych lub środków garbujących, garbarze, fabrykanci obuwia i przedmiotów rynsztunku — wszyscy musieli ugiąć się przed autorytetem, który potrafił, dla wspólnego dobra narodowego, zorganizować intensywną wytwórczość i bardzo często poskramiać zdrożne apetyty zysków.

Ustrój ten pozwolił na uzyskanie produkcji 25 do 30 razy większej niż za czasów pokojowych przy zachowaniu cen, których nie możnaby osiągnąć innemi sposobami.

Jakeśmy to wykazali, współpraca chemji była tu wprost bezcenna. Technicy nadzorujący fabryki wnosili do nich bardzo często

ważne ulepszenia; chemikom, których prace analityczne pozwoliły na zastosowanie do wszystkich dostaw wymaganych warunków, należy się duża część uznania, spadającego na naszą intendenturę. Dodamy tytułem wzmianki, że same tylko laboratorja Szkoły Garbarskiej w Lugdunie i Generalnej Inspekcji Odzieżowej w Paryżu wykonały, oprócz różnych poszukiwań w tej dziedzinie, w latach 1916, 1917 i 1918 więcej niż 10.000 analiz skór lub wyciągów garbujących.

Unieprzemakalnianie.

Żołnierz w polu nie może najczęściej ukryć się w razie niepogody. Unieprzemakalnianie jego ubrania było więc przedmiotem licznych badań, które nie doprowadziły zresztą, co wyznać należy, do doskonałych wyników.

Zrodziły się liczne sposoby, wydano wielką ilość patentów. A jednak sprawa ta, wciąż nierozwiązana, pozostaje na porządku dziennym.

Będziemy rozróżniali unieprzemakalnianie rzeczy wełnianych, rzeczy płóciennych i obuwia.

Przedmioty wełniane. Zasada wszystkich sposobów leży w odporności na wodę tłuszczów, parafin lub pewnych mydeł mineralnych, zwłaszcza mydeł o tlenku glinu. Na front wysyłano wielkie partje części mundurowych, unieprzemakalnianych na różne sposoby; nigdy nie zdecydowano się na poparcie pewnego określonego kierunku.

Wszystkim przedmiotom unieprzemakalnionym zarzucano, że były one bądź przenikliwe dla wiatru, bądź traciły nieraz w ciągu tygodnia swe zalety nieprzemakalności.

Przedmioty płócienne. W związku z powyższemi wynikami, jak również dla załatwienia innych potrzeb, rozdawano żołnierzom rzeczy bawełniane, nasycane olejem lnianym, a przeznaczone wyłącznie do noszenia podczas deszczu.

W tym celu fabrykowano wielkie ilości płaszczów natłuszczanych olejem dla żołnierzy pospolitego ruszenia, przeznaczonych do utrzymywania dróg i linij komunikacyjnych, a którzy musieli pracować częstokroć dniem i nocą bez względu na niepogodę.

Przechowywanie tych tkanin, nasyconych olejem lnianym, sprawiało pewne trudności. Stwierdzono niejednokrotnie zjawiska samorzutnego zapalania się. Przyczyna tych zjawisk jest dotychczas mało znana, pomimo że istnieją oddawna zapobiegawcze przepisy policyjne odnośnie przechowywania tkanin natłuszczanych.

Wiemy, że przez częściowe utlenianie, wywołujące polimeryzację, glicerydy kwasów linolejowego i lnianego, wystawionych w cienkiej warstwie na działanie powietrza, zamieniają się na materję o własnościach gumy, nieprzemakalną, zwaną linoksyną; utlenianie to może stać się znacznie głębszem, gdy powierzchnia styku z tlenem się zwiększa, co ma miejsce w tkaninach grubszych, jak naprzykład w brezencie. Tkaniny, unieprzemakalniane zapomocą oleju lnianego, powinny być możliwie cienkie i rzadkie, tworząc poniekąd siatkę nicianą, zawartą pomiędzy dwiema warstwami linoksyny.

Obuwie. Trzewik posiada spód czyli podeszwę ze skóry dobrze wygarbowanej, ubitej, dostatecznie ścisłej aby chronić stopę przed nierównościami gruntu, i wierzch czyli przyszwę i cholewkę ze skóry innego gatunku, nasyconej sporą ilością tłuszczów, ściśle określonych (oleje ryb morskich), dla nadania jej giętkości i nieprzemakalności.

Skóry te (zelówka i przyszwa) wypełniają swą rolę ochronną od wody mniej lub więcej dobrze, zaś samo wykonywanie obuwia (szwy) jest jeszcze jedną z przyczyn słabej odporności na przenikanie wody.

Proponowano liczne sposoby unieprzemakalniania, najczęściej ze strony osób ożywionych jak najlepszemi chęciami, lecz nieznających się na tej specjalnej technice.

Starszy aptekarz Jalade, po całym szeregu obserwacyj, czynionych podczas analiz i badań skór, zaproponował sposób, który, wypróbowany w zimie 1917—1918 r. na 10.000 par trzewików, dał wyniki zupełnie zadawalniające. Zasada jest następująca: przeciwdziałać brakowi odporności na wodę (wypadek wielu skór zelówkowych) przez sztuczne nasycenie skóry związkami obojętnemi, nie oddziaływującemi ani na włókna skórne, ani na nici szwów, utrwalającemi się w skórze i opierającemi się działaniu czynników zewnętrznych. Rezulat ten otrzymujemy praktycznie, nasycając skórę podeszwianą mięszaniną smoły ziemnej albo żywicy, tranu wielorybiego i karbonylu, w równych ilościach. Wreszcie szwy, robione potężnemi maszynami, odpowiednio wydajnemi w stosunku do potrzeb czasu i wojny, są zasmarowywane analogiczną mięszaniną, przeznaczoną do zamknięcia dziur, czynionych przez szydło maszyny.

W ciągu tego i tak już długiego wykładu staraliśmy się wykazać zasadniczą rolę intendentury. Musieliśmy jednakże pominąć cały szereg spraw stosunkowo mniejszego znaczenia.

W rzeczywistości nic nie mogło być pominięte z tego, co dotyka życia żołnierza zblizka lub zdaleka; szczegóły pozornie

drobne, jak zakupy pewnych przypraw, naprzykład musztardy, stawały się przedmiotem poważnych zamówień, które wywołały żądanie pozwoleń na przywóz ziarna gorczycy z Indji. Niezliczone analizy pozwoliły na uregulowanie w drodze przepisów wszelkich sporów odnośnie gatunku dostarczanych towarów.

We wszystkich sprawach, małych jak i wielkich, pracownicy intendentury musieli zwracać się do chemików.

ROZDZIAŁ VII.

Chemja i służba zdrowia.

I. SŁUŻBA APTEKARSKA ARMJI.

Wypowiedzenie wojny w dniu 3 sierpnia 1914 r. zaskoczyło służbę zdrowia w pełnym okresie przemian i reorganizacji.

Wszystkie rozporządzalne środki lecznicze i opatrunkowe były złożone w składach zwanych „Aprowizacjami Wojennemi". Były one przewidziane na czas trzech miesięcy, lecz zostały wyczerpane w ciągu dwóch tygodni.

Dwa główne żakłady apteczne: Centralna Apteka Wojskowa w Paryżu*) i Rezerwa Lekarstw w Marsylji, jak również i inne apteki i szpitale były w tym czasie prawie zupełnie pozbawione lekarstw, zwłaszcza że sierpień był okresem normalnych uzupełnień.

Ażeby zapobiec tak krytycznemu położeniu i dostarczyć, zarówno dla frontu jak i dla formacyj sanitarnych wewnątrz kraju, niezbędnych lekarstw, służba aptekarska**) musiała bezzwłocznie stworzyć jeszcze dwa zakłady główne, 16 aptek okręgowych i 24 magazyny rezerwy głównej. Zakłady te, pomimo grożącego wciąż napadu na Paryż, paraliżującego w wysokim stopniu handel materjałami aptecznemi, zostały zaopatrzone w ciągu kilku tygodni.

W tym samym czasie służba aptekarska wykańczała fabrykację opatrunków osobistych.

Służbie weterynaryjnej brakowało materjału i lekarstw; dalsze jej zaopatrywanie nie było zorganizowane. Stworzenie 18 magazynów

---

*) Kolejni dyrektorzy: aptekarze naczelni Wagner, Pauleau, André.

**) Kolejni szefowie służby w Ministerjum Spraw Wojsk.: aptekarze naczelni Pellerin, Gauthier.

rezerwy głównej, z których każdy posiadał sekcję weterynaryjną, pozwoliło zapełnić tę lukę i zapewnić zaopatrzenie frontu. Dzięki tym pracom organizacyjnym, dokonanym w przeciągu kilku miesięcy, służba aptekarska mogła podołać wszelkim dostawom lekarstw i materjału technicznego dla naszych armij. Ponadto dostarczyła ona poważnych ilości lekarstw dla naszej marynarki narodowej, dla kolonij, dla towarzystw współpracujących, wreszcie dla wojsk sprzymierzonych. W r. 1916 i 1917 wystawiła ona 400 aptek ratunkowych dla odebranych nieprzyjacielowi francuskich okręgów.

Wskutek spustoszeń, uczynionych w r. 1916 w Macedonji przez febrę, należało dostarczyć, w celach zapobiegawczych, wielkich ilości chininy dla wojsk francuskich Wschodu oraz wojsk greckich i serbskich. Tymczasem w 1917 r. rząd holenderski zabronił wywozu do Francji kory chinowca, służącej do wyrobu chininy. Dopiero po długich i uciążliwych rokowaniach został zawarty układ, który pozwalał rządowi francuskiemu na sprowadzanie rocznie kory chinowca w ilości odpowiadającej 90 tonnom siarczanu chininy. Otrzymana kora była rozdzielana przez służbę zdrowia pomiędzy czterech francuskich fabrykantów, odpowiednio do ich zdolności wytwórczej.

Konsumcja chininy, wynosząca zaledwie 20 tonn przed wojną, rosła wciąż, aż osiągnęła w 1918 r. 90 tonn, a mianowicie:

40 tonn dla wojsk wschodu,
15 tonn dla wojsk greckich,
8 tonn dla wojsk serbskich,
10 tonn dla Algeru i kolonij,
17 tonn dla wojsk kontynentalnych i ludności cywilnej.

W zimie 1918—1919 r. służba zdrowia była w stanie przyjść z pomocą ludności cywilnej, wszędzie ciężko nawiedzonej przez grypę, i w tym celu oddała do rozporządzenia Ministerjum Handlu odpowiednie ilości niezbędnych produktów.

Wreszcie w lutym 1919 r., po porozumieniu z prefektami departamentów, służba zdrowia dostarczyła dla uwolnionych terenów poważnych ilości lekarstw i materjałów.

Główne zakłady służby aptekarskiej dostarczyły również wszelkiego materjału bakterjologicznego, fizycznego, chemicznego i radjologicznego, niezbędnego do funkcjonowania i utworzenia laboratorjum chemicznych i bakterjologicznych, samochodów chirurgicznych, sal operacyjnych, urządzeń radjologicznych, elektroterapeutycznych i mechanoterapeutycznych.

Należy zaznaczyć, że dla wymienionych potrzeb służba aptekarska stworzyła pracownię wyrobu termometrów lekarskich (na forcie Vanves). Wytwórnia ta początkowo korzystała z pracy jeńców niemieckich, specjalistów w tej gałęzi przemysłu, wyłącznie niemieckiej przed wojną. Dostarczyła ona większości termometrów służbie zdrowia, a ponadto utworzyła centrum wyszkolenia zawodowego, dostępnego dla wszystkich, do którego konstruktorzy mogli wysyłać swych praktykantów i w ten sposób wykorzystać zdobytą wiedzę i doświadczenie celem stworzenia we Francji przemysłu, pozostającego dotychczas w rękach naszych wrogów. Wytwórnia termometrów będzie istniała nadal; będą w niej pracowały kobiety i inwalidzi.

Wysiłek aptekarski podczas wojny najlepiej udowodnią następujące cyfry.

I. Lekarstwa chemiczne.

		ROK		
		1913	1915	1917
Antypiryna	kil.	1.900	6.000	10.000
Chloroform	„	1.800	15.000	25.000
Woda utleniona	„	6.500	300 000	500 000
Jod	„	400	15.000	4 000
Chinina	„	800	2 500	90.000
Wazelina	„	4.500	60 000	250.000

II. Lekarstwa galenowskie (wytwarzane przed wojną w zakładach centralnych).

Pastylki antypiryny	kil.	32 000
„ aspiryny	„	20.000
„ opium	„	11.000
„ chininy	„	150.000
Ampułki dwujodku rtęci	ilość sztuk	3.500 000
„ kofeiny	„	2.800.000
„ kokainy	„	3.000.000
„ chloroformu	„	6.000.000

Ampułki jodu	ilość sztuk	3.000.000
„ morfiny	„	6.000.000
„ nowokainy	„	500.000
„ sparteiny	„	2.000.000

III. Surowica przeciwtężcowa i szczepionka przeciwtyfusowa.

	1914	1915	1916	1917	1918	1919
Surowica przeciwtężcowa (Instytut Pasteura) . .	40.000	600,000	1.000.000	1.400.000	1.400.000	40 000
Szczepionka przeciwtyfusowa (Instytut Pasteura, Val-de-Grâce, Lipo-vaccin)	Ilości niewiadome	Ilości niewiadome			750.000	450.000

IV. Produkcja różnych pastylek wynosząca w 1914 r. 6.000 kilogr. wzrosła do 80.000 kilogr. w r. 1918. Wytwórczość ampułek podskórnych wzrosła z 500.000 do więcej niż 20.000.000.

V. *Opatrunki.*

Nici do szwów sterelizowane (szpule) .	180.000
Dreny sterelizowane	1.135.000
Opatrunki osobiste	6.120.000

II. CHEMJA I HYGJENA.

A. Laboratorja toksykologiczne.

Służba aptekarska nietylko zapewniała zaopatrywanie frontu i formacyj sanitarnych wewnątrz kraju w materjały specjalne i w lekarstwa, lecz ponadto, przez założenie licznych laboratorjów wzdłuż całego frontu, przyczyniała się w wysokim stopniu do polepszenia hygjeny i zdrowotności wojsk.

W maju 1915 r. spostrzeżono, że Niemcy zatruli kilka studni na ewakuowanych przez siebie terenach. Obawiając się niebezpieczeństwa zatruć, w razie systematycznego powtarzania tej zbrodniczej praktyki, stworzono *laboratorja toksykologiczne*, które posuwały się z wojskami i poszukiwały trucizn w wodach i produktach żywnościowych. Wojna pozycyjna, która nastąpiła po wojnie ruchowej, nie pozwoliła tym laboratorjom wykonać ściśle zadania

dla którego je stworzono. Zaopatrzono je więc w materjał dodatkowy i stały się one wkrótce pod kierownictwem aptekarzy zawodowych i rezerwowych, wybranych z pomiędzy najbardziej wykształconych (profesorowie, ich zastępcy, kierownicy ćwiczeń, preparatorzy w szkołach aptekarskich, doktorzy farmacji, doktorzy lub licencjanci nauk przyrodniczych i t. d.), laboratorjami chemicznemi stosowanej hygjeny i medycyny.

Laboratorjom tym podczas wojny powierzono:

1-o badanie wody do picia na odcinkach, nadzór nad nią i jej chemiczne oczyszczanie (specjalne wykłady w tym celu zostały wygłoszone przez głównego aptekarza Gaillard'a w Val-de-Grâce o szybkiem oczyszczaniu i analizie wody do picia w polu);

2-o nadzór nad produktami żywnościowemi winem, mlekiem, piwem, rumem, wędlinami, konserwami wydawanemi na froncie lub sprzedawanemi w kantynach;

3-o analizy biologiczne, potrzebne dla lekarzy w celu postawienia djagnozy lub wykrycia symulantów *);

4-o pobieranie próbek gazów stosowanych przez nieprzyjaciela;

5-o zajmowanie się hygjeną i dezynfekcją kwater (aż do stworzenia specjalnych oddziałów sanitarnych w r. 1916);

6-o wykłady i pokazy odnoszące się do ochrony przed gazami trującemi.

Liczba tych laboratorjów z 40 w maju 1915 r. szybko wzrosła do 120, a następnie do 217; w r. 1918 wynosiła ona 250.

Organa te oddały wielkie usługi. Jednakże, z powodu że rozporządzały one urządzeniami i przyrządami bardzo skromnemi, nie były w stanie dokonywać niektórych nader delikatnych analiz. W wyjątkowych wypadkach zadanie to przypadało *laboratorjom armij*, którym ponadto powierzono wszelkiego rodzaju ekspertyzy i poszukiwania, pozostające w związku ze zdrowiem i hygjeną.

B. Chemja i hygjena w żegludze podwodnej.

I. Zagadnienie życia w przestrzeni zamkniętej występuje z całą bezwzględnością w atmosferze łodzi podwodnych. Osiągnięto ogólne rozwiązanie dzięki pracom profesorów Desgrey'go i Balthazard'a, którzy w r. 1899 ustalili i wyzyskali własności nadtlenku sodu, który na zimno i pod działaniem wody rozkłada się, dając tlen, niezbędny

*) Niektórzy symulanci zażywali zwłaszcza kwas pikrynowy (melinit), co powodowało żółknienie skóry, robiące wrażenie prawdziwej żółtaczki. Podstęp wykrywano badaniem moczu i oddawano tych nowego rodzaju dezerterów pod sąd wojenny.

do życia, zdolny wyniszczać trujące i lotne substancje, wydzielane przez organizm ludzki, dostarczając jednocześnie ługu, niezbędnego do chwytania kwasu węglowego.

Publikacje pp. Desgrey'go i Balthazard'a zostały przedewszystkiem wyzyskane przez Admiralicję angielską dla jej łodzi podwodnych. Później zużytkowała je i marynarka francuska, dzięki wypracowaniu i raportowi p. Henry'ego, obecnie naczelnego aptekarza-chemika marynarki. Dokonane przez niego na pokładzie „Argonaute" doświadczenia z mieszanym nadtlenkiem sodu i potasu udowodniły, że osada łodzi podwodnej jest w stanie przebyć pod wodą 18 godzin i więcej bez szkodliwych objawów i trudności oddychania.

W ostatnich czasach, prawdopodobnie na skutek wyczerpania zapasów nadtlenku alkalicznego, stosowano, zwłaszcza w statkach odwodnych wielkich wymiarów, gdzie odświeżanie powietrza może być mniej dokładne, butelki zgęszczonego tlenu, przyczem używano ługu do utrwalania gazu węglowego. Należy jednak zauważyć, że ten sposób nie przedstawia korzyści metody nadtlenkowej niszczenia zarodków i substancyj lotnych, jakiemi się szybko napełnia zamknięta atmosfera.

II. Szczególniejsze warunki wojny morskiej, zwłaszcza blokada niektórych okolic, jak wejścia do morza Adrjatyckiego, zmuszała łodzie podwodne do pozostawania zanurzonemi przez okresy czasu, których długości nie przewidywano w czasach pokoju. Wskutek tego w lipcu i w sierpniu 1916 r. powstały nieoczekiwane i bardzo poważne przypadki; cały szereg załóg stał się niezdolnym do służby a tem samem i łodzie zostały skazane na bezczynność.

Ponieważ nie można było podejrzewać środków żywnościowych, obwiniano jedynie zamkniętą atmosferę tych jednostek. Przedsięwzięto analizy powietrza łodzi podwodnych w laboratorjach marynarki w portach Szerburgu i Tulonu i już w październiku 1916 r. naczelny aptekarz-chemik marynarki p. Henry z Tulonu, naczelny aptekarz-chemik marynarki p. Lasterlin z Szerburga oraz starszy aptekarz p. Javillier z Dunkierki ustalili obecność wodoru arsenowanego w powietrzu tych łodzi podwodnych, gdzie stwierdzono wypadki zatrucia; wszyscy trzej badacze zgodnie przypisywali akumulatorom wytwarzanie tego szkodliwego gazu.

W następstwie tych raportów została utworzona w listopadzie 1916 r. komisja do badań akumulatorów łodzi podwodnych pod przewodnictwem kapitana marynarki Voisina.

Natychmiast zarządzono prowizoryczne środki, mające na celu ograniczenie zatruć, a jednocześnie podjęto cały szereg badań

nader energicznych, ażeby w jak najkrótszym czasie położyć nieszczęściom kres w sposób radykalny. Komisja szukała sposobów pochłaniania gazów trujących i ostatecznie przyjęła dwa typy aparatów: jeden na zasadzie nadmanganu — p. Tissot'a, drugi na zasadzie azotanu srebra — zbudowany przez pp. G. Bertranda i Javillier'go.

Używanie tych przyrządów w sposób racjonalny pozwoliło na skuteczną walkę z gazami akumulatorów i na odpowiednie wyzyskanie statków podwodnych.

III. CHEMJA I MIKROBIOLOGJA. CHEMJA I HISTOLOGJA.

Rola chemji w stosunku do mikrobiologji nie ogranicza się jedynie do badań produktów wytwarzanych przez drobnoustroje, badań skądinąd zasadniczego znaczenia. Stale używa się w laboratorjach mikrobiologicznych różnych substancyj chemicznych (sole amonowe, fosforany, cukry) do przygotowania rozczynów dla hodowli, barwników dla określania rodzajów mikrobów i rozpoznań bakterjologicznych. Również przy badaniach histologicznych robimy szeroki użytek z barwników.

I. W histologji i mikrobiologji używane są nietylko barwniki naturalne, jak hematoksylina, hemateina, karmin koszenilowy i t. d., lecz ponadto wielka ilość barwników sztucznych. Składniki anatomiczne, bakterje, mikroby, wskutek różnorodnego powinowactwa zabarwiają się w różny sposób przy zetknięciu z odpowiedniemi barwnikami; stąd pewne ułatwienie w rozróżnianiu jednych od drugich i w ich identyfikacji. Konieczną jest bezwzględna czystość produktów o ile chcemy otrzymać wyniki stałe i nadające się do porównań.

Wytwórczość tych barwników przed wojną była zmonopolizowana przez Niemców. Francuskie laboratorja mogły działać do roku 1916 dzięki wielkim zapasom, istniejącym w handlu i w magazynach służby zdrowia. Lecz w tym czasie zapasy zaczęły się wyczerpywać. Udawało się jeszcze w pewnym stopniu otrzymywanie niektórych produktów niemieckich za pośrednictwem Szwajcarji, lecz po niesłychanych cenach (600% zwyżki).

W sierpniu 1914 r. p. Agulhon, za namową doktora Roux, dyrektora Instytutu Pasteura, rozpoczął w laboratorjach zakładów Instytutu fabrykację głównych barwników, niezbędnych dla poszukiwań medycznych. Od końca roku 1917 mogły być zaopatrzone w odpowiednie produkty nie tylko laboratorja wojsk francuskich,

lecz i laboratorja wojsk amerykańskich, a nawet w pewnym stopniu laboratorja prywatne sprzymierzonych, oraz niektórych neutralnych.

Wytwarzano barwniki różnych rodzajów: nitrowe, azowe, pochodne od chinoniminy (tioaziny i tioazony, oksaziny, oksazony, eurodyny, safraninę, indulinę), pochodne od dwufenylmetanu i trzyfenylmetanu, pochodne ftaleinowe, — łącznie przeszło 40 barwników.

Ponieważ barwniki muszą być gruntownie oczyszczone, ponieważ niektóre z nich wymagają specjalnego przyrządzenia, przeto trzeba było dokonać nad każdym z nich szeregu prób, wymagających delikatnych i licznych działań. Naprzykład błękit metylowy, dostarczany w handlu, jest opłakanym barwnikiem histologicznym, wymagającym szczególniejszej przeróbki. Używany jako środek antyseptyczny w okulistyce, był przedłożony przez Niemców w postaci produktu bezbarwnego dla zastrzykiwań ocznych; analogiczny produkt został wytworzony przez P. Agulhona.

Produkty utlenienia błękitu metylenowego, lazur i fjolet metylenowy, są ważnemi barwnikami w histologji: przy ich to właśnie pomocy przygotowuje się złożone mięszaniny, które pozwalają otrzymać na jednym i tym samym szkiełku różne zabarwienia, odpowiadające różnym składnikom anatomicznym.

Fuksyny, tak cennej dla bakterjologów, również nie można było znaleźć na rynku handlowym; rozpoczęto jej fabrykację w Instytucie Pasteura.

W rzędzie ftalein zarządzono wytwarzanie fluorosceiny, eozyny, tak używanej w histologji, i erytrozyny, używanej ponadto w fotografji.

Wydano około 20.000 flakonów, zawierających po 5 do 10 gramów produktu.

Zresztą fabrykacja jest w pełnym rozwoju i lista barwników znacznie wzrosła od chwili zakończenia działań wojennych. W chwili obecnej wytwórczość przekracza nasze potrzeby i można myśleć o wywozie.

Trudno nie pochwalić wysiłków, które dały tak piękne wyniki.

II. Ponadto rozpoczęto w Instytucie Pasteura fabrykację cukrów czystych, potrzebnych do djagnoz bakterjologicznych i zastrzykiwań międzyżylnych: wytworzono 250 kilogr. czystej, bezwodnej glukozy. Dzisiaj znajdziemy z łatwością w handlu francuskim główne cukry w stanie czystym: arabinozę, galaktozę, glukozę, laktozę, lewulozę, maltozę, mannit, sacharozę, sorbit, ksylozę.

ROZDZIAŁ VIII.

Zaopatrzenie cywilne.

URZĄD WYTWÓRÓW CHEMICZNYCH I APTECZNYCH).*

Konieczności ściśle wojskowe, jakkolwiek bardzo żywotne, nie wykluczały innych, również nader żywotnych: musiano zadawalniać potrzeby ludności cywilnej w stopniu, na jaki pozwalało zaspokojenie potrzeb wojska. W postanowieniu zwyciężenia za wszelką cenę wszystko we Francji wzajemnie się wiązało: czy cywilny, czy wojskowy, każdy francuz był żołnierzem. I odwaga niejednego ojca rodziny w okopach mogłaby się ugiąć, gdyby dowiedział się, że jego żona i dzieci są chore i pozbawione lekarstw. Taką była pierwsza myśl, w rezultacie której został powołany do życia, dekretem z dn. 17 października 1914 r., Urząd Wytworów Chemicznych i Aptecznych przydzielony do Ministerjum Handlu.

Urząd miał podwójne zadanie: z jednej strony stworzyć ogólny inwentarz istniejących ilości produktów chemicznych i aptecznych, obrachować ich wytwórczość, zapewnić zaopatrzenie i rozdział; z drugiej strony, biorąc pod uwagę ich różnorodne użycie, cywilne lub wojskowe, rozwijać wytwórczość tych materjałów i zachęcać do fabrykowania nowych produktów.

Organizacja urzędu.

Urząd Wytworów Chemicznych i Aptecznych został oddany pod kierownictwo p. Béhala, członka Akademji Medycznej, profesora Wydziału Farmaceutycznego w Paryżu, z komitetem kierującym, składającym się z 14 członków pod przewodnictwem ministra handlu i wice-przewodnictwem senatora Asthier'go.

---

*) L'Office des produits chimiques et pharmaceutiques.

Siedziba urzędu była w Paryżu, przy Wydziale Farmaceutycznym. Pod koniec, urząd był kierowany przez profesora Fleurent'a, profesora Konserwatorjum Narodowego Sztuk i Rzemiosł, z siedzibą w Ministerjum Handlu.

Techniczny personel urzędu zawierał, oprócz dyrektora, 12 współpracowników, przeważnie o wyższem wykształceniu i wyspecjalizowanych w różnych gałęziach chemji. Byli to panowie: Valeur (sekretarz), Auger, Blaise, Fauconnier, Sommelet, Freundler, Marquis, Marie, Charabot, Arsandaux, Detoeuf, Ders. Technicy ci stale brali udział w pracach urzędu; poza załatwianiem spraw bieżących dawali oni wskazówki techniczne i praktyczne. Przemysłowi prywatnemu lub różnym władzom administracyjnym robili poszukiwania laboratoryjne, czyniąc od czasu do czasu wynalazki, przynoszące rozwiązanie nasuwających się zagadnień.

Wreszcie urzędowi niosły światłą pomoc różne komisje, składające się z ludzi o kompetencji i autorytecie bez zarzutu: komisje ogólne do spraw natury prawnej (patenty, cła, transporty i t. d.); komisje szczególne (barwniki, produkty apteczne i t. d.).

ROLA I DZIEŁO URZĘDU WYTWORÓW CHEMICZNYCH I APTECZNYCH.

I. Zasadniczem zadaniem urzędu było zapewnienie przemysłowi cywilnemu, nienaruszając świętych interesów obrony narodowej, środków potrzebnych do fabrykowania wystarczających ilości produktów. Zresztą różne gałęzie przemysłu „cywilnego", jak gliceryny, barwników, produktów aptecznych, produktów fotograficznych, przedstawiały niemały interes pod względem wojskowym. W rzeczywistości wszelka wytwórczość, jakiejkolwiekbądź natury, pracowała dla zwycięstwa.

Personel zakładów przemysłowych był w znacznej mierze powołany pod broń. To też urząd uzyskał od administracji wojskowej zwolnienie głównych techników.

Cały szereg surowców było wspólnych dla fabrykacji cywilnej i wojskowej. Tak więc zwłaszcza przemysł barwników, których dowóz z jedynego niemal dotychczasowego źródła, jakim były Niemcy, nagle ustał, potrzebował tych samych surowców co i przemysł materjałów wybuchowych. Urząd Wytworów Chemicznych był w zupełności powołany do pełnienia roli arbitra. Podczas całego trwania wojny był on odpowiedzialny, przed Kierownictwem Prochów i Kierownictwem Służb Materjału Chemicznego (wojna gazowa) za rozdział kontyngensów surowców pomiędzy przemysł

barwników, lekarstw, środków żywnościowych, mydła, produktów fotograficznych i t. d.

Pomiędzy pomocniczemi środkami żywnościowemi na specjalną uwagę zasługuje *sacharyna*, produkt organiczny siarkoazowany (imid ortosulfobenzoesowy), posiadający nadzwyczajną słodkość, a pochodzący od toluolu, który znowu służy do przygotowywania materjału wybuchowego.

Między rozlicznemi zagadnieniami natury technicznej, jakie urząd miał do rozwiązania, najważniejszem było zagadnienie fabrykacji *indygo* syntetycznego. Wiadomo, że jedna z przemysłowych metod wytwarzania tego barwnika polega na poddaniu topieniu alkalicznemu fenyloglicynatu potasu i na utlenianiu otrzymanego produktu zapomocą prądu powietrza. Przed wojną jedna z firm niemieckich eksploatowała ten sposób w jednej z fabryk w Creil, lecz ograniczała się do przysyłania fenyloglicynatu z Niemiec; jedynie końcowe operacje topienia alkalicznego i utleniania były dokonywane na miejscu.

Z chwilą rozpoczęcia wojny zapotrzebowanie indyga dla farbowania sukna żołnierskiego wzrosło w znacznym stopniu i zapas fenyloglicynatu, znaleziony w zakładach w Creil, wyczerpał się szybko. Należało więc pomyśleć o fabrykowaniu fenyloglicynatu. Ciało to daje się otrzymać przez kondensację aniliny z kwasem monochlorooctowym. Nie było żadnej trudności w stosunku do aniliny, której dostarczał przemysł francuski. Inaczej było natomiast z kwasem monochlorooctowym; zagadnienie było zbadane przez urząd. Pp. Camus i Duchemin zaofiarowali się z wytwórczością przemysłową. Dostarczali oni nadal wszelkich ilości kwasu monochlorooctowego, zużytkowywanych do fabrykacji setek tonn indygo, niezbędnych dla intendentury.

Zaznaczyć jeszcze musimy, w dziedzinie barwników, impuls, udzielony przez urząd, fabrykacji bardzo ważnego produktu, mianowicie *alizaryny*.

Wiadomo, że produkt ten, będący barwnikiem marzanny, a przygotowywany syntetycznie z antracenu, węglowodoru z ciężkich olejów z dystylacji węglowej, służył do farbowania czerwonego sukna wojskowego. Przed wojną zupełnie nie wytwarzano alizaryny we Francji, przywożąc ten wytwór wyłącznie z Niemiec. Po długich i mozolnych poszukiwaniach udało się puścić w ruch fabrykację alizaryny w jednym z zakładów przemysłowych paryskich *), gdzie dziś osiągnęła ona pełnię rozwoju.

*) Société d'éclairage, chauffage et force motrice par le gaz à Gennevilliers (Dyrektor: p. Mass; naczelny chemik p. Leroux).

II. Podamy tutaj, tytułem informacji, pewne dokładniejsze dane, odnoszące się do rozdziału, wytwórczości i użycia produktów.

Urząd otrzymywał od służb wojskowych, dla fabrykacji aniliny, około 100 tonn benzolu miesięcznie. Otrzymywane stąd 100 tonn aniliny było rozdzielane pomiędzy fabrykę w Creil, dla wytwarzania indygo, fabryki produktów aptecznych, dla wytwarzania *antypiryny*, *piramidonu*, i różnych substancyj arsenowych, używanych przy leczeniu chorób specjalnych (*salwarsan* i t. d.). wreszcie pomiędzy farbiarnie farbujące na czarno.

Produkcja barwników, oprócz indygo, wynosiła w r. 1916 90 tonn w czerwcu, 100 tonn w lipcu i 150 tonn w sierpniu.

Przed wojną farbiarnie-płuczki, fabryki kauczuku i t. d. używały wielkich ilości lekkich węglowodorów (benzyna i t. p.). Urząd przyczynił się w wysokim stopniu swemi wskazówkami do używania produktów zastępczych, mianowicie węglowodorów ciężkich, które były dostarczane przez służbę prochów, jako pozostałość z jej fabrykacji.

Urząd otrzymał od służby prochów wielkie ilości *fenolu*, używanego nadal do celów terapeutycznych i do fabrykacji pochodnych *salicylowych* (kwas salicylowy, salicylat sodu, salicylat metylu, salol, aspiryna). Zaznaczamy mimochodem, że wytwórczość tych pochodnych salicylowych, początkowo przeznaczona tylko dla Francji, w szybkim czasie ogromnie wzrosła i znajduje się dzisiaj w stanie rozkwitu.

Miesięcznie rozdzielano 300 tonn *dwuchromianu sodu*, przeznaczonego zwłaszcza dla potrzeb garbarstwa i dla farbowania czernią anilinową. Do tej pory byliśmy pod względem tego produktu klijentami Anglji, która udzieliła go nam w zamian za wyciągi garbarskie.

Jedno z poważnych towarzystw *) zainstalowało fabrykację *nadmanganianu potasu*, wyłącznie dla wytwarzania sacharyny.

Wodę utlenioną przygotowywano we Francji przy pomocy nadtlenku baru, otrzymywanego z węglanu baru, sprowadzanego z Niemiec.

Innemu towarzystwu **) udało się otrzymywać węglan baru z baryty francuskiej i w ten sposób wejść w posiadanie surowca, niezbędnego dla fabrykacji wody utlenionej. Z tą fabrykacją

*) Bousselot et C-ie.

**) L'air liquide.

zostało połączone wytwarzanie *soli barytowych* (chlorku, azotanu, siarczanu), używanych w przemyśle papierów fotograficznych barytowanych i niektórych laków.

Ponadto wspomnijmy jeszcze, pomiędzy inowacjami, o przygotowywaniu znieczulacza miejscowego zwanego *nowokainą*, o wytwarzaniu *kwasu szczawiowego* zapomocą mrówczanów i t. d.

III. Przy pełnieniu swych czynności, urząd wytworów chemicznych i aptecznych miał sposobność zebrać cały szereg nader interesujących i autentycznych dokumentów, odnoszących się do położenia przemysłu francuskiego. I pod tym względem nie zaniedbał on swych obowiązków, wykonywując w tym kierunku pracę, która przyniesie niewątpliwy pożytek dla rozwoju przemysłu narodowego.

ROZDZIAŁ IX.

Zagadnienia różne.

Dla wielu spraw, odnoszących się do naszego wysiłku chemicznego podczas wojny, nie było miejsca w poprzednich rozdziałach ze względu na charakter zbyt drugorzędny tych zagadnień. Nie posiadając tu możności poruszenia w dalszym ciągu wszystkich tych spraw, ograniczymy się jedynie do przestudjowania niektórych z nich, co pozwoli nam wykazać ostatecznie mnogość i różnorodność zagadnień, jakie wojna nasunęła naszym chemikom i przemysłowcom.

I. PRODUKTY RÓŻNE.

A. Potaż.

O ile przemysł sodu, tak niezbędny dla różnorodnej fabrykacji (materjały wybuchowe, hutnictwo szklane, mydła i t. d.) mógł, dzięki naszym bogatym pokładom soli kamiennej i inicjatywie naszych inżynierów, rozwinąć się do tego stopnia podczas wojny, że był w stanie zaspakajać główne potrzeby, o tyle nasz przemysł potasowy przechodził poważne przesilenie.

I. Przed wojną Niemcy posiadały nieomal monopol soli potasowych, w które zaopatrywały prawie cały świat. W r. 1913 produkcja sławnych kopalni w Strassfurcie doszła do 12 milionów tonn soli nieoczyszczonych.

W tym samym roku sprowadziliśmy z Niemiec 50.000 tonn chlorku potasu i 70.000 tonn podwójnego chlorku magnezu i potasu (karnalitu).

W rzeczywistości Francja wytwarzała mało potażu. Eksploatacja salin w Giraud przez spółkę Alais i Camargue przynosiła

300 tonn chlorku potasu rocznie; przerabianie melasy burakowej mogło dostarczyć 12.000 tonn soli (chlorku, siarczanu, węglanu), a ponadto wyciągano około 6.000 tonn ze zlewów po odtłuszczaniu wełny.

W całokształcie otrzymujemy produkcję 18.000 tonn, zupełnie niewystarczającą dla naszych potrzeb. Nasz wwóz był więc bardzo znaczny; dwie jego trzecie pochodziło z Niemiec, resztę przywożono z Rosji, gdzie otrzymywano sole potasowe z popiołów drzewnych.

II. Z chwilą wybuchu wojny zabrakło potasu we wszystkich krajach, nie wyłączając Francji. A jednak był on niezbędny dla całego szeregu celów, zwłaszcza do wytwarzania produktu duszącego, akroliny, jak również dla niektórych aparatów ochronnych przeciwgazowych, nie mówiąc już o potrzebach rolnictwa.

Spółka Alais i Camargue rozszerzyła swoją produkcję, osiągając blizko 3.000 tonn soli; jednocześnie w tym samym celu eksploatowano słone bagna oraz słone jeziora w Tunisie.

Jak już wspominaliśmy poprzednio, służba materjału chemicznego, potrzebując bromu do wojny gazowej, założyła w Tunisie liczne zakłady. Trzy z tych zakładów przerabiało wodę morską, skoncentrowaną w błotach słonych po oddzieleniu znacznej części soli morskiej, przeznaczonej dla wyżywienia; czwarty zakład wykorzystywał naturalnie skoncentrowane wody jeziora Zarzis. Było rzeczą niezbędną wyciągać z tych różnych wód, oprócz bromu, produkt najbardziej cenny i bezwzględnie niezbędny dla obrony narodowej: potas. Po długich badaniach pp. Urbain'a i Boulanger'go postanowiono otrzymywać potas w postaci potażu gryzącego ze zlewów z błot słonych, zaś chlorek potasu przeznaczony dla rolnictwa — z wód naturalnych jeziora Zarzis.

Potaż gryzący otrzymywano przez osadzanie go w stanie fluorowodorokrzemianu i ługując następnie tę sól przez gotowanie z mlekiem wapiennem. Następnie odparowywano płyn alkaliczny w aparatach Kestnera i wreszcie odlewano potaż gryzący w kawałki, poczem wysyłano go do Francji, gdzie był używany zwłaszcza w aparatach ochronnych Tissota.

Chlorek potasu otrzymywano przez koncentrację wód słonych i przez przepłukiwanie osadzonej soli ilością wody, wystarczającą dla wydzielenia soli magnezjowych. Fabryka w Zarzis, założona w r. 1918, posiadała 230 hektarów powierzchni salin, które miały dostarczyć 75.000 tonn soli o zawartości 20% chlorku potasu. Zawieszenie broni w dn. 11 listopada 1918 r. zwróciło nam bogate zleża potażu w Alzacji; zaprzestano więc rozwijania przemysłu w Zarzis.

III. Nasze zapotrzebowanie potasu dla rolnictwa wynosi około 90.000 tonn. Bogate zleża alzackie uniezależniają nas zupełnie od zagranicy. Rzucone między Wogezami i Renem, od Miluzy aż poza Kolmar, formują one dwa pokłady leżące jeden nad drugim; pokład drugi, najważniejszy, posiada powierzchnię 200 kilometrów kwadratowych. Zleża te składają się z sylwinu (chlorku potasu) i sylwinitu (podwójnego chlorku potasu i sodu), a wskutek tego są znacznie łatwiejsze do eksploatowania niż pokłady w Strassfurcie, które zawierają znaczną proporcję chlorku magnezu.

Zleża alzackie obliczają na 1.500 miljonów tonn (odpowiadających 300 miljonom tonn tlenku potasu K_2O). Każdy szyb jest w stanie dostarczyć przynajmniej 1.000 tonn soli dziennie. Przy uruchomieniu wszystkich szybów produkcja będzie mogła dorównać wydajności kopalni strassfurckich.

B. Platyna.

Przed wojną platyna była używana do przyrządów laboratoryjnych, do biżuterji i w sztuce dentystycznej (ta ostatnia zużywała około jednej trzeciej przywożonej platyny). Pod względem całego szeregu przedmiotów Francja zależała od Niemiec; były to: elementy termoelektryczne, igły do zastrzykiwań podskórnych, ostrza do rzeźby wypalanej, większość pod postacią stopów platyny i irydu. W ciągu wojny przemysł francuski wyrabiał samodzielnie wszystkie instrumenty i przedmioty platynowe lub ze stopów platynowych, a w wielu wypadkach przewyższał nawet przemysł niemiecki.

Chemja wojenna potrzebowała wielkich ilości platyny. Zastosowanie sposobów zetknięcia przy wytwarzaniu kwasu siarczanego stworzyło wielkie zapotrzebowanie na masy katalityczne platynowe, które wyrabiano częstokroć z dawnych platynowych aparatów do koncentracji kwasu. Wspomnijmy również, że utlenianie amoniaku, w celu syntezy kwasu azotnego wymagało również dużych ilości platyny, tak że musiano się uciec do ogólnej rekwizycji tego cennego metalu (nawet w laboratorjach).

Zaznaczmy również, że coraz wyższa cena platyny zmuszała konstruktorów do stosowania stopów złoto-platynowych dla potrzeb laboratoryjnych.

C. Ciała promieniotwórcze. Produkty świecące.

I. Przemysł ciał promieniotwórczych rozpoczyna się z rokiem 1898, datą odkrycia radu przez małżonków Curie, wkrótce po

odkryciu ogólnego zjawiska *promieniotwórczości* (Henryk Becquerel r. 1896).

Rad otrzymujemy z rud uranowych. Znajduje się on w nich w nadzwyczaj małej proporcji: jedna tonna dobrej rudy dostarcza najwyżej 3 decygramów radu. Pierwsze wydobywania przemysłowe były czynione w zakładach Armet de Lisle w Nogent nad Marną.

Istnieje jeszcze inny pierwiastek promieniotwórczy: *mezotor*, otrzymywany w sposób przemysłowy z rud torowych. Jest on znacznie mniej ważnym od radu, którego życie jest o wiele dłuższe: wiemy bowiem, że narówni ze wszelkiemi pierwiastkami promieniotwórczemi, tak rad jak i mezotor podlegają samoczynnemu i stopniowemu rozkładowi z promieniowaniem i stratą energji; podczas gdy rad redukuje się do połowy w ciągu 1800 lat, mezotor zanika w tym samym stopniu w ciągu 5,5 lat. Przed wojną rad był produkowany we Francji, Austrji, Niemczech, Portugalji i Stanach Zjednoczonych. W Austrji państwowa fabryka eksploatowała blendę smołową (zanieczyszczony tlenek uranu) w Joachimstahlu. W Niemczech wytwarzano mało radu, natomiast stosunkowo znaczne ilości mezotoru. W Portugalji pracowała jedna poważna fabryka, posiadająca łączność z towarzystwami francuskiemi. W Stanach Zjednoczonych rozpoczęto wytwarzanie radu dopiero w roku 1913 w Pittsburgu, przerabiając karnotyty (wanadyniany uranu) z Koloradu i z Utah.

We Francji przed wojną rad był produkowany w trzech fabrykach: w Nogent nad Marną, w Saint-Denis i w Gif. W r. 1913 wyrobiono 4 gr. 35 radu; cena jednego grama wynosiła 750 000 franków. Dotychczas nie napotkano we Francji na rudę uranową, która nadawałaby się do wytwarzania radu. Nasi przemysłowcy przerabiali amerykańskie zleża karnotytu, portugalskie rudy autunitu (fosforanu, uranu i wapnia) i rudę smołową (pechblendę) angielską. Francuski rad znajdywał łatwo zbyt zagranicą, gdzie nie miał poważniejszej konkurencji.

Co się tyczy mezotoru, to jego wytwórczość we Francji była mniejsza niż w Niemczech; otrzymywano go z piasków monazytowych (monazyt jest to podwójny fosforan toru i ziem rzadkich) w jednym tylko zakładzie, gdzie był wydzielany jako produkt drugorzędny przy przerabianiu soli toru i ceru dla koszulek żarowych. Produkcja ta była równoważną 3 decygramom radu (ilość mezotoru ocenia się podług radu, przez porównanie promieniowań).

II. Podczas wojny nasze zapasy rud, węgla, reaktywów, były bardzo naruszone, podczas gdy zapotrzebowanie wytworów dla obrony narodowej wciąż wzrastało.

Założono jeszcze jedną nową fabrykę i cała nasza wytwórczość od sierpnia 1914 r. do lipca 1918 wyniosła 5 gr. 11. Obecnie zdolność wytwórcza naszych czterech zakładów przekracza 18 gramów rocznie.

Nasza produkcja mezotoru podczas wojny była równoważna 85 centygramom radu. Zdolność wytwórcza jedynego zakładu, który wyrabia to ciało, w chwili obecnej jest równoważna 2 gramom radu.

O ile wiadomo, produkcja zagraniczna była bardzo poważna podczas wojny. Portugalja wytworzyła więcej niż 5 gramów radu w r. 1918, a Stany Zjednoczone, według *Radium Chemical Company*, wyprodukowały 27 gramów radu od r. 1913.

Co się tyczy zastosowań, to są one dwóch rodzajów: z jednej strony używa się soli radu do leczenia dolegliwości skórnych natury tuberkulicznej, powierzchownych owrzodzeń, zapaleń nerwów, niektórych raków i t. d.; z drugiej strony używano radu do przygotowywania produktów świecących, przeznaczonych do użytku wojskowego.

III. Starano się uczynić widocznemi podczas nocy, przez pociągnięcie lakierem świecącym, niektóre części sprzętu wojennego (celowniki karabinów i karabinów maszynowych, przyrządy celownicze dział, przyrządy wskazujące w samolotach i t. d.). W tym celu posługiwano się siarczkiem cynku, przygotowywanym w sposób specjalny i zawierającym pewne nieczystości (stwierdzono, że obecność $^1/_{10000}$ części miedzi wzmaga własności świecące). Produkt ten, wystawiony na słońce, staje się sam świecącym, jednak ta jego świetlność znika po pewnym czasie; trzeba nowego naświetlenia słonecznego, ażeby ponownie wywołać świecenie w ciemności i z czasem siarczek cynku staje się coraz mniej czułym na działanie światła. To też rzadko używano sam siarczek cynku. Dodawano doń zazwyczaj bromku radu (od $^1/_{10}$ do $^1/_4$ miligrama na gram siarczku cynku); promieniotwórczość radu wysoce wzmacniała własności świecące siarczku cynkowego. Otrzymany produkt dodawano do lakieru, wytworzonego na zasadzie terpentyny i żywicy, i w ten sposób otrzymywano lakier świecący.

Zaznaczymy tytułem informacji, że dla uczynienia świecącemi wskazówki i godziny zegarka większego modelu, używa się 20 miligramów siarczku cynku z radem.

D. Kwas mlekowy.

Delikatna fabrykacja tego produktu stworzyła zawczasu zagadnienie nader ważne. Potrzeba było wielkich ilości kwasu

mlekowego i to nie tylko dla użytku terapji, lecz również i dla potrzeb garbarstwa, gdzie służy do odwapniania skór po odwłosieniu, lub do ich nasycania celem spowodowania wypadania szerści; należy przytem dać mu pierwszeństwo przed innemi kwasami organicznemi (mrówkowy, masłowy), które nie nadają skórze odpowiedniej giętkości. Przed wojną kwas mlekowy pochodził z Niemiec i z dystylarni północnej Francji, które go otrzymywały przez fermentację odpadków. Profesor Gaucher z Wydziału Farmaceutycznego w Montpellier, wynalazca pewnego rodzaju fermentu nadzwyczaj energicznego i przewyższającego pod względem wygody i szybkości wszystkie dotychczas znane, miał powierzone przez Kierownictwo Służby Zdrowia i Kierownictwo Intendentury założenie wielkiej fabryki kwasu mlekowego *), w celu zaspokojenia potrzeb wojsk sprzymierzonych, którym brak tego produktu dał się dotkliwie odczuwać. W ten sposób przygotowywano wielkie ilości kwasu mlekowego czystego dla szpitali i kwasu nieoczyszczanego dla garbarni. Część produkcji była odstępywana sprzymierzonym, przeważnie Anglikom.

II. FOTOGRAFJA I RADJOGRAFJA.

Wyrabianie dla potrzeb armji, zwłaszcza dla służby fotografii napowietrznej i radjografji *), wielkich ilości klisz i papierów fotograficznych, natrafiło na znaczne trudności z powodu braku odpowiednich surowców. Przed wojną szkło do klisz pochodziło prawie wyłącznie z Belgji i z północnych departamentów Francji; papier siarczano - barowy, przeznaczony do pokrywania emalją, czysta żelatyna, czyste bromki i jodki, wszystko to pochodziło z Niemiec. Nie mniej jednak przemysł francuski potrafił dostarczyć fabrykantom klisz i papierów fotograficznych, niezbędnych materjałów zasadniczych, z wyjątkiem zresztą czystej żelatyny, co do której byliśmy i wciąż jeszcze jesteśmy klijentami Anglji. Należy żałować, że nasi wytwórcy żelatyny nieoczyszczanej nie pomyślą o odpowiednich urządzeniach, celem wyrabiania produktu, który miałby zapewniony zupełny zbyt.

a) Papiery fotograficzne.

Różne służby wojskowe używały zwłaszcza papierów żelatyno-bromosrebrnych. Jedna z firm francuskich wytwarzała wielkie ilości papieru kontrastowego, który był przedewszystkiem używany przy wywoływaniu odbitek fotografji lotniczej.

*) Zakłady braci Poulens.

Naogół można powiedzieć, że technika wyrobu papierów fotograficznych pozostała na poziomie przedwojennym i że jedynie produkcja wzrosła.

b) Klisze fotograficzne.

Fabrykacja klisz fotograficznych, nie ulegając zasadniczym zmianom, osiągnęła podczas wojny pewne postępy. Z jednej strony usiłowano otrzymać klisze nadzwyczaj czułe, co doprowadziło do wytwarzania emulsji trzy razy szybszych niż najszybsze przedwojenne; z drugiej strony używano klisz, które uczyniono szczególniej czułemi na promienie o falach długich (promienie czerwone i nawet pozaczerwone).

I. Zwykłe klisze fotograficzne są prawie wyłącznie czułe na promienie fioletowe i niebieskie. Tymczasem w większej części krajobrazów przeważają barwy zielone, żółte i żółto-brunatne; widzimy, że zwykłe klisze nie nadają się do zdejmowania tych barw, zlewając je wszystkie bez różnicy. Należało więc wytwarzać klisze, któreby były czułe nietylko na barwy niebieską i fioletową. Klisze czułe na grupę promieni pomarańczowych i czerwonych nazywają się *ortochromatycznemi;* klisze czułe na obydwie wymienione grupy są to tak zwane *panchromatyczne.*

Klisze te mają tę zaletę, że nie tylko lepiej tonują szczegóły krajobrazu, lecz że ponadto dają najlepsze wyniki przy powietrzu lekko mglistem i przy zdjęciach na wielką odległość.

Podczas pięknej pogody, która najwięcej się nadaje do zdjęć lotniczych, przedmioty oddalone są zatarte przesłoną atmosferyczną, która powstaje wskutek rozproszenia w powietrzu promieni fioletowych i pozafioletowych; zasłona ta może być usunięta przy użyciu klisz, których czułość na te promienie zostanie zmniejszona, a na inne zwiększona. Z powyższego krótkiego wykładu widzimy, że najlepsze rezultaty dla fotografji napowietrznej dają klisze ortochromatyczne i panchromatyczne. To też fabrykacja ich nadzwyczajnie rozwinęła się podczas wojny. Polega ona na dodaniu do emulsji specjalnego barwnika *). Barwniki czynią zazwyczaj emulsję czulszą na promienie, pochłaniane przez ich roztwór **). Najczęściej

*) Zazwyczaj pochodnego od dwufenylmetanu, trójfenylmetanu, akrydyny, fenylakrydyny lub chinoliny.

**) Istnieją, skądinąd, pewne barwniki, które robią klisze czulszemi na promienie inne, niż pochłaniane przez siebie; stąd należałoby przypuścić, że barwnik ma własności uczulające tylko wtedy, gdy może się łączyć ściśle z solą srebra, tworząc z nią ciało analogiczne do laków; a więc oddziaływałoby widmo pochłaniające tego ostatniego ciała, a nie barwnika.

używanemi są: erytrozyna, pinawerdol, pinacjanol, pinachrom, ortochrom. Były one fabrykowane zwłaszcza w Niemczech. Wojna jednak zmusiła sprzymierzonych do ich wytwarzania i do badania nowych barwników.

II. W podobny sposób rozpoczęto fabrykację klisz, najbardziej czułych na fale o wielkiej długości (promienie czerwone i pozaczerwone). Fotografja zapomocą tych promieni może przedstawiać pewne korzyści.

Przy najmniejszej mgle lub dymie wszystkie promienie osłabiają się, przechodząc przez warstwy powietrzne; lecz pochłanianie to rośnie bardzo gwałtownie gdy długość fal maleje. Pod tym względem zwykła fotografja ustępuje wzrokowi, podczas gdy fotografja zapomocą promieni czerwonych prowadzi do najlepszych rezultatów. W rzeczywistości, niebieskawy dym unoszący się nad miastem, fotografowanem przy pomocy tych klisz, przepuszcza promienie czerwone, i wskutek tego dostrzega się na kliszy szczegóły, których nie mogły uwidocznić ani klisze zwyczajne, ani ortochromatyczne. Klisze te pozwoliły ponadto w wielu wypadkach rozpoznać maskowania, których nie mogła wykryć ani obserwacja wzrokowa, ani klisze zwyczajne, ani nawet klisze ortochromatyczne.

c) Ekrany radjoskopijne i ekrany radjograficzne.

I. Przed wojną ekrany *radjoskopijne* były wyrabiane prawie wyłącznie w Niemczech. Jedna z firm francuskich wykonywała je w doskonałym gatunku, lecz w zbyt małej ilości. Należało rozwinąć ich produkcję do ogromnych rozmiarów, ażeby zadośćuczynić potrzebom naszym i naszych sprzymierzeńców, zwłaszcza wojsk amerykańskich, których potrzeby były specjalnie wzmożone. Przemysł nasz wywiązał się znakomicie z tego zadania, dostarczając w ciągu wojny więcej niż 25.000 klisz platynocjankowo-barowych. Rzeczywiście, zwłaszcza ta sól wyróżnia się pomiędzy licznemi substancjami, które stają się fluoryzującemi pod wpływem promieni Roentgena. Jest zasadniczą rzeczą, by sól ta była bardzo czysta; najmniejsze nieczystości mogłyby spowodować plamy lub nieprawidłowości na obrazie i tem samem wprowadzić lekarzy w błąd; ponadto dla osiągnięcia maksymum fluorescencji sól musi składać się z doskonałych kryształów, bardzo jednorodnych i określonej wielkości.

II. Do *radjografji* należy używać ekranów wolframianowapniowych, tak zwanych ekranów wzmacniających. Sól ta posiada własność świecenia bardzo żywą niebieską barwą pod wpływem

promieni Roentgena; promienie wówczas przez nią wydzielane oddziaływują bardzo silnie na płytę fotograficzną. W ten sposób, przykładając taki ekran do czułej emulsji, możemy skrócić znacznie czas pozowania; może on stać się 60 razy krótszy, jeżeli kliszę umieścimy pomiędzy dwoma ekranami.

Biorąc pod uwagę korzyści, jakie się osiąga przez skrócenie czasu pozowania dla naświetlenia kliszy fotograficznej, rozpoczęto szerokie stosowanie tych ekranów. Przemysł francuski wystarczył na wszelkie potrzeby i oddawał w ręce naszych radjografów ekrany wzmacniające najprzedniejszego gatunku, posiadające ponadto nad ekranami niemieckimi wyższość zatrzymywania stałej fosforescencji po wystawieniu ich na promienie Roentgena, a to dzięki czystości używanych produktów i staranności wyrobu.

d) Klisze radjograficzne.

Rozwój radjografji wojskowej wymagał od fabrykantów klisz fotograficznych wielkiego wysiłku produkcji, zwłaszcza dla klisz dużego formatu (od wymiaru 18×24 aż do 40×50). Częstokroć używano zwykłych klisz fotograficznych. Na wielką skalę jednak stosowano klisze specjalne, posiadające warstwę czułą znacznie grubszą i o znacznie większej zawartości soli srebra, co im pozwala na zachowanie znacznie większej części promieniowania, któremu są poddane.

III. ODZYSKIWANIE ROZCZYNNIKÓW.

Wielka ilość gałęzi przemysłowych stosuje rozczynniki ulatniające się, bądź to w celu dokonywania wyciągów, bądź dla tworzenia rozczynów, z których w następstwie rozczynniki wydziela się zapomocą różnych sposobów.

Oprócz fabryk prochu (alkohol, eter, aceton) zaznaczymy tu warsztaty budowy samolotów (octan metylu, aceton, alkohol i t. d.), fabryki filmów kinematograficznych (eter, alkohol, aceton, octan metylu), zakłady kauczukowe, przemysł farb, lakierów i t. d. Rozczynniki te wydzielają podczas ich stosowania opary, które rozchodzą się w atmosferze warsztatów.

Przegląd obecnie używanych rozczynników: alkohol, eter, alkohol metylowy, alkohol amylowy, octan etylu, octan amylu, aceton, chloroform, benzol, toluol, siarczek węgla i t. d. wykazuje jakie niebezpieczeństwo może stworzyć mięszanina tych oparów z powietrzem warsztatów: pożary, wybuchy, zatrucia robotników.

Zarówno w interesie hygjeny, jak i przemysłu leży usuwanie tych oparów z sal pracy. Lecz biorąc pod uwagę ich wartość, nie należy wydzielać ich bezpośrednio nazewnątrz w powietrze, jak to nakazywałaby pierwsza myśl. Dla przykładu podamy, że na 100 kilo powłok, nałożonych na skrzydła samolotu, 90 znika w postaci oparów trujących; jeżeli dodamy, że kilogram powłoki kosztuje 10 franków, to zrozumiemy korzyści wyzyskiwania.

Zazwyczaj łapiemy opary przy pomocy prądu powietrza, dostosowanego pod względem ilości i temperatury do warunków eksploatacji danego przemysłu. W ten sposób otrzymujemy powietrze nasycone do pewnego stopnia oparami rozczynników. Wyzyskiwanie może się odbywać bądź przez kondensację (dla dużych zawartości oparów w powietrzu), bądź przez pochłanianie (dla zawartości słabych).

Przy zastosowaniu pierwszej metody chłodzimy powietrze nasycone parami bądź w chłodnicach z krążącą zimną wodą (dla powietrza zawierającego 600 do 800 gramów rozczynnika na metr sześcienny), bądź przy pomocy maszyn chłodzących lub pomp ssących (dla powietrza, zawierającego 200 gramów rozczynnika na metr sześcienny); metoda ta ma zastosowanie w fabrykach prochu z wydajnością 50% dla odzyskiwania mięszaniny alkoholo-eteru.

W sposobie przez pochłanianie, powietrze naładowane parami doprowadzamy do zetknięcia z płynem, posiadającym szczególniej silne powinowactwo względem tych oparów, które tem samem zostają pochłonięte; następnie zapomocą rektyfikacji oddzielamy pochłonięty rozczynnik od pochłaniacza.

Pomiędzy operacjami odzyskiwania wymienimy odzyskiwanie acetonu przy pomocy wody zakwaszonej lub osolonej, alkoholu przez kwas siarkowy, benzolu przez oleje ciężkie (odbenzolowanie gazu świetlnego), octanu metylu, alkoholu i acetonu przez wodę (lotnictwo), octanu metylu, alkoholu, eteru i acetonu przez krezol (lotnictwo).

IV. STĘŻANIE I WYZYSKIWANIE KWASÓW W FABRYKACH PROCHU.

Kwas siarkowy. Za czasów pokojowych większa część kwasu siarczanego była używana do wytwarzania superfosfatów pod postacią „kwasu z komor ołowianych" (53° B., 63% kwasu rzeczywistego). Kwas stężony (66° B., 94% kwasu rzeczywistego) otrzymywano przez stężanie kwasu z komór w aparatach platynowych, platynowych złoconych lub ze stopu platyno-złoto-platynowego.

Olbrzymie ilości kwasu stężonego, niezbędne do fabrykacji materjałów wybuchowych, spowodowały wprowadzenie aparatów o wielkiej wydajności przy operacjach stężania. W aparatach tych, zbudowanych z kamienia wolwikowego, typu Kesslera lub Guillard'a, kwas rozcieńczony jest poddany działaniu prądu nagrzanego gazu, który pociąga większą część wody i doprowadza ostatecznie kwas siarkowy do stężenia graniczącego z 94%. Lecz jednocześnie następuje porwanie części kwasu. W aparacie Kesslera, wytwarzającym 15 tonn dziennie, każdy metr sześcienny gazu zawiera po przejściu przez kwas 10 gramów takowego; proporcja kwasu, tracona przez aparat Gaillard'a jest tylko nieco mniejsza. To też fabryka, wytwarzająca dziennie 300 tonn kwasu siarczanego, rozpylała w atmosferze przynajmniej 6 do 7 tonn, pokrywając okolicę prawdziwą mgłą kwaśną z wielką szkodą dla roślinności i hygjeny, już nie mówiąc o znacznych stratach kwasu.

Robiono liczne próby zatrzymania cząsteczek kwasu siarczanego, zawieszonych w gazie, wychodzącym z aparatów stężających; lecz dopiero w ostatnich chwilach wojny znaleziono praktyczne rozwiązanie tego zagadnienia. Rzeczywiście, cząsteczki te są nader trudne do zatrzymania; naprzykład gazy przepuszczane przez wodę wychodzą, rzecz dziwna, z zawartością kwasu prawie niezmniejszoną

Amerykanin Cottrell, wynalazca elektrostatycznego sposobu zatrzymywania dymów i pyłów, próbował zastosować go do cząsteczek kwasu siarczanego. Po przezwyciężeniu pewnych trudności technicznych, swoistych temu wypadkowi (izolacja elektryczna aparatów wysokiego napięcia), osiągnął on prawie całkowite wykorzystanie. Sposób ten został zastosowany z pełnem powodzeniem w zakładach prochowych w Angoulême. Należy życzyć, aby wszyscy nasi przemysłowcy weszli na tą drogę, przedsiębiorąc oczyszczanie dymów fabrycznych ze szkodliwych pyłów w nich zawieszonych; znajdą oni zazwyczaj w odzyskanych produktach równoważnik dodatkowych wydatków instalacji, częstokroć nawet czysty zysk, a ponadto podniosą ogólną hygjenę przemysłu.

Kwas azotowy. — Jest to jeden z zasadniczych produktów przy fabrykacji materjałów wybuchowych.

Wojna podmorska zmniejszyła w znacznej mierze nasz dowóz saletry chilijskiej, surowca naszych fabryk kwasu azotnego, wywołując dni krytyczne dla naszych fabryk prochu. Należało możliwie oszczędzać cenny kwas i starać się jak najmniej go tracić.

Przy wyrobie melinitu, tolu, prochów B, i t. d., operacjom nitrowania zawsze towarzyszy wydzielanie się parów azotnych,

powstających ze spalania pewnej części materji organicznej. Również wydzielanie parów azotnych ma miejsce przy fabrykacji samego kwasu azotowego, jak również przy stężaniu przez odparowywania kwasów zlewanych po nitrowaniu, co często bywa stosowane. Odzyskujemy kwas azotowy z oparów azotnych, mięszając je z powietrzem (dla utlenienia kwasu azotowego) i przepuszczając mięszaninę ochłodzoną (najlepiej w wężownicach kwarcowych) przez kolumny piaskowcowe wypełnione cegłami, w których spotyka ona krążące w odwrotnym kierunku roztwory kwasu azotowego coraz bardziej rozcieńczonego. Z pierwszej kolumny stale zlewamy kwas azotowy o 35°—40° B., czasami nawet dochodzący do 42° B.

V. PRZEMYSŁ SZKLARSKI.

Przed wojną francuski przemysł szklarski był w stanie kwitnącym. Powszechnie sławnemi były zakłady lustrzane w Saint-Gobain i kryształowe w Baccarat; nasze fabryki szkła zwykłego były bardzo liczne (szkło butelkowe, szkło okienne), a niektóre z nich zaopatrzone w najnowsze ulepszenia. Podczas działań wojennych wytwórczość obniżyła się znacznie z powodu okupacji i zniszczenia zakładów przez nieprzyjaciela. Ten spadek produkcji wynosił 80% dla szkła lustrzanego, 50% dla butelek i 80% dla szkła okiennego.

Pod względem wyrobów specjalnych (szkła apteczne, szkła laboratoryjne, szkła do oświetlenia) Francja była przed wojną klijentem Niemiec.

a) Szkła optyczne.

W optyce, jak i w wielu innych gałęziach nauki, Francja była inicjatorką. Wystarczy nam wymienić tu imiona Fresnela, Fizeau i Foucault.

Przed 1870 r. fabrykacja szkieł optycznych była zasadniczo francuska. Poczynając od tej daty, Niemcy, decydując się na samodzielną produkcję, udzielały zakładom w Jenie rocznej zapomogi w wysokości 200.000 marek dla badań w tym przemyśle. Zakłady te doprowadziły do wytwarzania szkieł optycznych pod każdym względem podobnych do szkieł francuskich. Ponadto doprowadziły one do stworzenia nowych szkieł, które pozwoliły firmie Zeissa na zastosowanie formuł Abbe'a. W r. 1914 Niemcy posiadały w tej dziedzinie przewagę światową.

Jednakże gleba Francji i jej przemysł wciąż dostarczały surowców, wchodzących w skład szkieł optycznych. Zwłaszcza

piaski są bardzo poszukiwane; wywożą się ich dosyć znaczne ilości *).

Wielkiego wysiłku podczas wojny dokonała huta Parra-Mantois, dostarczając optykom 90 tonn szkieł optycznych od 1-go sierpnia 1914 r. do 1-go czerwca 1916 r. (45 tonn flintglasu, 23 tonn crownglasu, 22 tonn crown-borokrzemianu). Wszystkie te szkła były znakomicie jednorodne; stanowiły one wynik wyboru, dokonanego z 700 tonn **). Produkcja szkieł optycznych, wynosząca zaledwie 40 tonn w r. 1913, wzrosła do 140 tonn w r. 1916.

Dodajmy, dla podkreślenia ważności dokonanego wysiłku, że francuski przemysł szklany optyczny wytwarzał cztery piąte szkieł, używanych przez sprzymierzeńców. Pod tym względem nasza produkcja aparatów i różnych instrumentów (lornety, objektywy fotograficzne, instrumenty obserwacyjne) była znaczna: naprzykład 300.000 lornet odstąpiono sprzymierzeńcom; pozwalała ona zaopatrywać w materjał optyczny wojsko amerykańskie w miarę jego przybywania.

W chwili obecnej można zapewnić, że przemysł szklany francuski jest w stanie zaspokoić wszelkie potrzeby naszych optyków. Stąd wynika, że francuski przemysł optyczny jest w położeniu doskonałem, pozwalającem na korzystną walkę z konkurencją cudzoziemską.

Należy również z uznaniem zanotować fakt niedawnego założenia w Paryżu Instytutu Optycznego, którego zadaniem jest badanie wszelkich spraw, odnoszących się do przemysłu szkieł i aparatów optycznych.

b) Szkła laboratoryjne.

Podczas wojny stworzono liczne laboratorja dla dokonywania określonych poszukiwań lub dla kontroli fabrykacji. Tymczasem dotychczasowe szkła laboratoryjne były przeważnie pochodzenia niemieckiego; należało więc przedsięwziąć ich fabrykację.

---

*) Naogół jest rzeczą nieznaną, że przed wojną „firmy francuskie, a zwłaszcza jedna z nich, dom Parra-Mantois, wywoziły połowę swej produkcji szkieł optycznych. Znaczna ich część szła do Niemiec, gdzie była przetwarzana na objektywy fotograficzne i aparaty wszelkich rodzajów, które następnie wracały ze stemplami, będącemi częstokroć gwarancją dobrego gatunku, lecz zazwyczaj wychwalanego do wysokości nieusprawiedliwionej dzięki zręcznie podsycanej propagandzie". (De Gramont de Guiche, Revue Scientifique, 22 mai 1920).

**) Dodajmy, że w chwili obecnej zakłady w Saint-Gobain prowadzą próby wytwarzania szkieł specjalnych, dotychczas wyrabianych przez fabrykę Chott'a w Jenie.

Profesor Mategnon z Collège de France, przy współudziale firmy Appert, doszedł do wytwarzania szkieł laboratoryjnych i rur do spaleń, posiadających wszelkie zalety szkieł z Jeny. Tak samo potrafiono fabrykować, po specjalnych badaniach, szkła do termometrów; również wytwarzano szkła t. zw, „czeskie".

a) Szkła do rurek radjograficznych.

Przed wojną rurki radjograficzne były wyrabiane wyłącznie ze szkła niemieckiego z Turyngji. Wydłużenie szklane dla umocowania elektrodów platynowych było bądź ze specjalnego szkła, fabrykowanego w Jenie, bądź z kryształu francuskiego. Firma Appert przy współdziałaniu p. Matignon potrafiła wytwarzać szkło podobne do turyngskiego, dające zupełne zadowolenie radjografom dzięki jego przepuszczalności dla promieni katodalnych i konstruktorom ze względu na łatwość wydmuchiwania.

VI. PORCELANA. PIASKOWIEC. KWARC.

I. Laboratoryjne przedmioty *porcelanowe* były przed wojną w dużej części wyrabiane we Francji. W ciągu działań wojennych francuskie zakłady rozszerzyły wytwórczość na niektóre przedmioty pochodzenia niemieckiego, jak specjalne tygle i płyty do filtrowania.

II. Fabrykacja i użytkowanie wielkich ilości kwasów, niezbędnych do przemysłu wojennego, wymagały urządzeń z *porcelany* i z *piaskowca*, specjalnie dostosowanych do potrzeb przemysłu chemicznego. Materjał z piaskowca był zwłaszcza używany w fabrykach kwasu azotowego i materjałów wybuchowych. Sławna Manufaktura Sewrska współdziałała szeroko w dostawie aparatów: donic do reakcji, kondensatorów, naczyń rurkowych, kranów porcelanowych, pokryw Kesslera porcelanowych i t. d. Powoli, w miarę nadzwyczajnego rozwoju fabrykacji kwasów, przemysł piaskowcowy doskonalił się i rozwijał coraz szerzej. Posiadamy dzisiaj nadzwyczaj zręcznych wytwórców piaskowcowych, którzy są w stanie dostarczyć wszelkich aparatów zapotrzebowywanych przez przemysł chemiczny: pomp obrotowych, wężownic, kondensatorów kwasu azotowego i t. d.

Rady techniczne, dawane bez przerwy przez autorytet w tej dziedzinie, p. Henryka Le Chatelier'go, znacznie się przyczyniły do postępu w fabrykacji.

III. Przed wojną umiano topić *kwarc* (czystą krzemionkę, dostarczaną przez piasek) i przy pomocy wydmuchiwania i odlewania otrzymywać najróżniejsze przyrządy. W Anglji rozpoczęto wyrabianie aparatów o wielkich wymiarach z kwasu topionego lecz matowego, jak np. wężownic do kondensowania kwasów; pozatem wyrabiano tam aparaty laboratoryjne z kwarcu przezroczystego, jak lampy z parami rtęciowemi, przeznaczonemi do wysyłania promieni pozafioletowych (kwarc jest przezroczysty dla promieni pozafioletowych).

Zupełna niezmienność kwarcu i jego nieczułość na zmiany temperatury czynią z niego nadzwyczaj cenne ciało w przemyśle kwasów. Podczas wojny zabrano się we Francji do wytwarzania przedmiotów kwarcowych, niezbędnych dla naszych fabryk. Fabrykacja ta jest nader delikatna: niedość, że kwarc topi się przy temperaturze bardzo wysokiej, lecz ponadto przedstawia się w stanie kleistym w bardzo małych granicach temperatury. Wszystkie trudności jednak zostały przezwyciężone i jedna z firm francuskich mogła dostarczać naszym fabrykom kwasu azotowego i fabrykom prochu wężownic do kondensacji parów azotowych długości 15 do 20 metrów i o jednometrowej średnicy skrętów. Pozatem wyrabiano aparaty do stężania kwasu siaczanego, jak również naczynia przeznaczone do otrzymywania kwasu siarczanego stężonego i gorącego w aparatach do stężania Gaillard'a.

Surogaty. — Bardzo często używano przy budowie aparatów, przeznaczonych do manipulacji kwasów, pewnych żelazo-krzemów (stopy żelaza z 13—18% krzemu). Produkty te znane są w handlu pod różnemi nazwami: metylur (Francja), tantyron (Anglja), eljanit (Włochy), ironak i duryron (Stany Zjednoczone). Są one dość odporne na działanie kwasu azotowego, kwasu siarczanego i kwasów organicznych; lecz wszystkie te stopy są uszkadzane przez kwas solny.

Eigentum
Heeresarchiv - Zweigstelle
Danzig

CZĘŚĆ DRUGA.

Chemja niemiecka i zagadnienia wojny.

Rozwój przemysłu niemieckiego podczas ostatniego półstulecia był zadziwiający. Produkcja węgla i żelaza, wynosząca 2,3 i 1,4 miljonów tonn w r. 1870, doszła do 170 miljonów tonn dla węgla i do 36 miljonów tonn dla żelaza w r. 1913. Podobnie wzrósł i handel zewnętrzny; wywóz, który w r. 1890 posiadał wartość 3,5 miljardów marek, osiągnął 10 miljardów marek w r. 1912.

Liczby te uderzają tem bardziej, że Niemcy były dalekie od posiadania w swojej ziemi wszystkiego, co było niezbędne dla wyżywienia ludności i życia przemysłu. W całokształcie Niemcy były przedewszystkiem krajem wwozu surowców i wywozu produktów przerobionych *).

Na kilku zasadniczych punktach Niemcy posiadały znaczną przewagę. Niezwykłe bogactwo ich podglebia pozwalało im na wywóz 30 miljonów tonn węgla (w r. 1912) przy wwozie zaledwie 10 miljonów tonn.

Posiadały one ogromne pokłady soli kamiennej, a dzięki swym sławnym kopalniom strassfurckim osiągnęły monopol soli potasowych całego świata. Rozporządzały także obfitemi ilościami kartofli i cukru. Jednak pod względem większości surowców Niemcy zależały od zagranicy. Zwłaszcza był poważny brak płynnych materjałów pędnych *(nafta)*. Produkcja *rudy żelaznej* była obfita, a jednak w r. 1913 musiano jej przywieźć z zagranicy 12 miljonów tonn. Przeróbka *cynku*, ześrodkowana głównie na Górnym Śląsku, wymagała również częściowego dowozu rudy zzewnątrz, pomimo wydobywania 500.000 tonn rudy cynkowej (r. 1913). Pod względem *ołowiu*, a zwłaszcza *miedzi i manganu* Niemcy w wysokim stopniu zależały od krajów obcych, a w zupełności pod względem *cyny*,

*) Zasadnicze dane odnoszące się do handlu zagranicznego Niemiec w r. 1913 można znaleźć w pracy pp. Jaurèguy'a, Froment'a i Stephen'a p. t. „Przemysł niemiecki i wojna" (Ch. Dunod i Pinat, 1918 r.), z której zaczerpnęliśmy większość dokumentów dla naszego studjum o „Chemji niemieckiej i zagadnieniach wojny".

niklu, aluminium, chromu, wolframu, rtęci, platyny. Istniały również braki całego szeregu surowców największej ważności: *siarki, azotanów, fosforanów, tłuszczów, kauczuku, żywic, taniny, skór, surowców włóknistych, azbestu, grafitu i t. d.*

Wreszcie wytwórczość produktów spożywczych była niewystarczająca pod względem *mięsa, zbóż, tłuszczów, furażu.*

Powyższe dane wykazują podstawy, na jakich się opierał przemysł niemiecki. Z jednej strony węgiel kamienny dostarczał zarówno siły popędowej dla fabryk, jak i wszelkich półproduktów, niezbędnych dla wytwarzania barwników, produktów farmaceutycznych i sztucznych perfum; z drugiej strony, podczas gdy potaż, otrzymywany na miejscu, użyźniał ziemię, — obfitość soli kamiennej i kartofli pozwalała na otrzymywanie wielkich ilości nader ważnych produktów: chloru, sody, alkoholu, eteru, — niezbędnych dla wielkiego przemysłu chemicznego. Odwrotnie, żadna z gałęzi przemysłu metalurgicznego, ani nawet przemysł żelazny, cynkowy lub ołowiany, których rudy znajdują się w obfitości w Niemczech, nie były niezależne od zagranicy. To samo odnosiło i do innych wielkich gałęzi przemysłu: kwasu siarkowego, kwasu azotowego, superfosfatów, skór, wyrobów włóknistych, olei, kauczuku, laków i t. d. dla których brakowało surowców bądź zupełnie, bądź w większej części.

Rozumiemy teraz jak wielki wpływ była w stanie wywrzeć blokada na przemysł niemiecki. Niewątpliwie Austro-Węgry zasilały Niemców pewnemi ważnemi surowcami, jak: słód, chmiel, drzewo, kory i garbniki, grafit, lignit, nafta, smary, parafina, rtęć, karbid wapnia, alkohol metylowy; lecz rynek ten nie zaspakajał potrzeb przemysłu niemieckiego. Bułgarja i Turcja nie wchodziły w rachubę handlu Niemiec. Co się zaś tyczy stosunków ekonomicznych z resztą świata za pośrednictwem kilku krajów neutralnych, to będzie zbyteczne zaznaczać, że bynajmniej nie uwalniały one Niemców od jarzma blokady.

Jedną wiec z charakterystycznych cech wielkiej wojny było gospodarcze odosobnienie Niemiec. A jednak opierały się one więcej niż cztery lata. Mogło się to stać tylko dzięki wiedzy ich techników a zwłaszcza chemików.

Już od 1914 roku Niemcy musiały liczyć na siebie samych. Wprawdzie poważną pomocą były zasoby krajów stopniowo zawojowanych przez ich armje: początkowo Belgja i Francja Północna zagarnięte ze znaną wszystkim piorunującą szybkością, następnie w r. 1915 Polska i Serbja, a w r. 1916 Rumunja. Lecz od połowy 1915 r. wystąpienie po naszej stronie Włoch zadało Niemcom nadzwyczaj poważny cios.

Należało dokonać prawdziwej rewolucji technicznej o tem szerszym zakresie, że chemja wojenna nie ograniczała się wyłącznie do chemji amunicyjnej, lecz obejmowała również chemję żywnościową i ubraniową. Zdarzało się nawet, że pewne produkty, jak naprzykład kartofle i bawełna, były potrzebne zarówno dla fabrykacji amunicji jak i dla przemysłu spożywczego i przemysłu włóknistego. Powstawała tedy alternatywa: jeżeli naprzykład zużyje się wielkie ilości kartofli dla wytworzenia niezbędnych zapasów alkoholu, to ogłodzi się ludność; również, zużytkowując przy fabrykacji prochu wielkie ilości bawełny (które zawczasu zostały nagromadzone), będzie uniemożliwiona wymiana znoszonych ubrań. W ten sposób ściśle związały się zagadnienia chemji amunicyjnej z zagadnieniami chemji żywnościowej i przemysłu włóknistego.

Chemja wojenna obejmowała więc wszystkie zagadnienia. Dziełem chemików miało być zadośćuczynienie wszystkim potrzebom, wyrównywując powstające braki. Dalsze stronice wykażą ważność otrzymanych rezultatów.

Ścisła wzajemna zależność podstawowych zagadnień nie pozwala na dokładną klasyfikację, nie mniej jednak sprobujemy uporządkować w pewnym stopniu nasz wykład, grupując zagadnienia w dwa zasadnicze działy: *wysiłku przemysłowego właściwego* i *wysiłku żywnościowego*.

ROZDZIAŁ I.

Wysiłek przemysłowy właściwy.

Będziemy studjowali kolejno następujące zagadnienia: paliw, metali, azotu, siarki, alkoholu, olei, gliceryny i mydeł, materjałów włóknistych, skór, drzewa, żywic, kauczuku, kwasu octowego i acetonu.

A. PALIWA.

Paliwa stałe.

Węgiel kamienny przedstawia dla przemysłu wojennego potrójną wartość: dostarcza siły pędnej, koksu metalurgicznego i podproduktów niezbędnych dla fabrykacji materjałów wybuchowych. Pomimo swej ogromnej konsumcji przemysłowej, Niemcy wydobywające w 1913 r. 170 miljonów tonn i przywożące 10 miljonów tonn (prawie wyłącznie z Anglji), mogły jeszcze wywozić zagranicę 30 miljonów tonn. Ponadto w Niemczech wydobyto tegoż roku 80 miljonów tonn węgla brunatnego i sprowadzono z Austrji 7 miljonów. Jeżeli dodamy do tych ilości produkcję kopalń krajów okupowanych (Luksemburgu, Belgji, północnej Francji), to zdamy sobie sprawę z olbrzymich zasobów paliwa państw centralnych, pozwalających otrzymywać drogą wymiany z sąsiedniemi krajami brakujące surowce, a zwłaszcza środki żywnościowe.

Niemniej jednak wskutek trudności transportowych powstał w ostatnich czasach kryzys węglowy, który odbił się na życiu przemysłowem i gospodarczem kraju. Nakazano ścisłą oszczędność, zaprowadzono wydzielanie porcji dla zakładów przemysłowych i dla osób prywatnych. Ponadto uczyniono ogromne wysiłki w celu zwiększenia produkcji: uwojskowienie górników i użycie jeńców wojennych w kopalniach pozwoliły na utrzymanie produkcji

na stopie przedwojennej niemal (14 miljonów tonn miesięcznie). Jednocześnie rozszerzono produkcję węgla brunatnego, eksploatując nowe pokłady.

Równolegle do tych wysiłków prowadzono w Instytucie Cesarza Wilhelma w Mülheimie nad Ruhrą badania nad najlepszemi sposobami wykorzystywania węgla. Naogół usiłowano wzmocnić koksowanie przy jednoczesnem odzyskiwaniu podproduktów; prawo do wytwarzania koksu otrzymywały jedynie fabryki zaopatrzone w urządzenia odzyskujące.

Ponadto pomyślano o wyzyskiwaniu gazu węglowego jako źródła energji mechanicznej; wykorzystywano również węgiel brunatny jako źródło azotu.

Paliwa płynne.

Jeżeli położenie wojenne Niemiec pod względem węgla było pomyślne, to inaczej przedstawiała się sprawa nafty. W r. 1913 jej produkcja wynosiła 70.000 tonn (w Péchelbronn w Alzacji), przywożono 570.000 tonn ze Stanów Zjednoczonych i 120.000 tonn z Austro-Węgier. Przy tym stanie rzeczy blokada spowodowała ostry kryzys, zaogniony ponadto zajęciem Galicji przez Rosjan w r. 1915. Zniszczenia dokonane przez armję rosyjską podczas odwrotu przeszkodziły Niemcom w natychmiastowem odzyskaniu źródeł galicyjskich. Z czasem musiano również przedsięwziąć poważne prace w celach odbudowy ewakuowanego zagłębia naftowego rumuńskiego. *)

Zresztą konsumcja została surowo ograniczona, a ponadto musiano uciec się do pomocy alkoholu, benzolu i acetylenu. Mięszaninę alkoholu (75%) i benzolu (25%) uznano jako zastępującą naftę.

Paliwa gazowe.

Oprócz gazu węglowego używano naturalnych gazów palnych, pomiędzy którymi gaz ziemny z Siedenburg na Węgrzech zwrócił szczególniejszą uwagę techników i bankierów. Oceniano na 70 miljardów metrów sześciennych ogólny zapas odkrytych w r. 1908 źródeł (gaz o zawartości 98% metanu). To też stosowano szeroko urządzenia do chwytania gazów.

*) Niemcy bardzo cierpieli z powodu braku olejów do smarowania. Ich materjał kolejowy stracił z tego powodu znaczną część swojej wydajności. Podwodne statki niemieckie miały zwyczaj, w tych czasach gdy okręty handlowe nie były uzbrojone, zabierać znalezione zapasy smarów przed zatopieniem.

B. METALE.

Żelazo.

W r. 1913 Niemcy wydobywały 36 miljonów tonn rudy, a przywoziły 4 miljony tonn ze Szwecji, 4 miljony tonn z Francji i 4 miljony tonn z Hiszpanji. Gdy blokada wstrzymała dostawy z Hiszpanji, wówczas Niemcy zostały pozbawione rudy francuskiej i hiszpańskiej. Lecz otrzymały one poważne odszkodowanie przez okupację zagłębia Briey, które wydobywało nie mniej niż 15 miljonów tonn rudy w r. 1913. Ruda z Briey, bogata w fosfór, miała dla Niemców ponadto tą zaletę, że dostarczała im poważnych ilości nawozów w postaci żużli pozostałych z odfosforowania.

Udało się zresztą znacznie i szybko podnieść produkcję. Gdy we wrześniu 1914 r. produkcja stali lanej wynosiła w Niemczech i Luksemburgu 660.000 tonn, to w następnym miesiącu osiągnęła 900.000 tonn, a w październiku 1916 r. wzrosła do 1.600.000 tonn.

Te rezultaty pozwoliły naszym nieprzyjaciołom posługiwać się żelazem, jako monetą wymienną, przy zaopatrywaniu się w niezbędne produkty w krajach neutralnych. Ponieważ jednak Niemcy stale rozwijali fabrykację amunicji, przeto ich zapas wymienny zmniejszał się stopniowo, powodując tem samem zmniejszenie przywozu.

Zauważmy wreszcie, że Niemcy nie zaprowadzili żadnych godnych uwagi zmian w metodach przeróbki stali. Zanotujemy jedynie, duży rozkwit fabrykacji stali w piecach elektrycznych i stali specjalnych (stali niklowych, chromowych, wolframowych i t. d.).

Mangan.

Mangan należy w Niemczech do rzadkości. Wydobywano tam, za czasów pokojowych, zaledwie kilka setek tonn rudy, ilość nieznaczną wobec 450,000 tonn przywiezionych w r. 1913 z Rosji i 180,000 tonn z Indyj angielskich.

Dzięki olbrzymim zapasom, które nie wyczerpały się nawet po dwudziestu miesiącach wojny, kryzys wywołany przez blokadę był znacznie zmniejszony. Zresztą starano się zredukować konsumcję: oprócz używania manganu w postaci dwutlenku i nadmanganianu jako utleniacza w całym szeregu gałęzi przemysłu chemji organicznej, gdzie zresztą metal ten jest w większej części wyzyskiwany, wiemy, że żelazo-mangan używa się do wyrobu stali Thomasa (0,6%) i stali Martin-Siemensa (1,50%); wynaleziono

sposoby pozwalające obniżyć o $^2/_3$ proporcję manganu w stali Thomasa a nawet zastąpić go częściowo przez karbid wapnia. Ponadto odkryto podczas wojny pokłady rud manganowych w Austrji (Karyntja, obwód Elbrogen).

Dzięki zarządzonym oszczędnościom i postępom w metodach pracy, Niemcy mogły zadośćuczynić wszelkim potrzebom.

Miedź.

W r. 1913 Niemcy przywoziły 225.000 tonn miedzi, z czego 185.000 tonn pochodziło ze Stanów Zjednoczonych, 30.000 tonn z Anglji i 10.000 tonn z Belgji, Serbji i Szwecji. Cyfry te wykazują ogrom braku miedzi spowodowany blokadą. Przedsięwzięto surowe zarządzenia. Rekwirowano miedziane przedmioty i zastępywano, o ile to było możliwe, miedź przez żelazo, cynk, aluminjum (monety, przedmioty służące do użytku przemysłowego i t. d.). Pozatem zwiększono produkcję, rozwijając istniejące kopalnie, eksploatując pokłady biedne i zarzucone, wreszcie wykorzystując kopalnie serbskie. W ten sposób produkcja niemiecka podniosła się z 25.000 tonn w r. 1913 na 35.000 tonn w r. 1916. Pozostawał jednak olbrzymi deficyt i, pomimo szerokiego stosowania surogatów, Niemcy aż do końca wojny cierpiały na brak miedzi.

Aluminjum.

Przed wojną nieomal całe aluminjum, używane przez państwa centralne, pochodziło z Francji i ze Szwajcarji. W r. 1913 Francja wywiozła do Niemiec 4.000 tonn a Szwajcarja 6.000 tonn aluminjum, przy konsumcji niemieckiej wynoszącej 12.000 tonn.

Po wybuchu wojny Niemcy przerabiały rudę z Węgier i z Austrji (Karyntja) w zakładach wodnoelektrycznych szwajcarskich, po uprzedniem wyciągnięciu czystego glinu przez fabryki niemieckie. W ten sposób Niemcy potrafiły nietylko otrzymać potrzebne dla ich celów przemysłowych ilości aluminjum, lecz nawet stworzyć sobie zapasy, pozwalające na zastępywanie przez aluminjum brakujących metali (miedź i t. d.).

Zaznaczmy na zakończenie, że poważne zleża rudy aluminjowej znaleziono ostatnio w Dalmacji.

Ołów.

W r. 1919 Niemcy wydobyły ze swoich pokładów (na Górnym Śląsku, na lewym brzegu Renu, i t. d.) 3 miljony tonn rudy

cynkowo-ołowianej. Wwóz przyniósł ponadto 140.000 tonn rudy z Australji i 85.000 tonn metalu, z czego 15.000 tonn pochodziło z Belgji.

Pomimo belgijskich bogactw górniczych, blokowane Niemcy cierpiały na brak ołowiu i musiano przedsięwziąć jak najenergiczniejsze środki zapobiegawcze: ograniczenia, rekwizycję przedmiotów ołowianych, zbieranie ołowiu (i niklu) na polach bitew, używanie surogatów (cynk, papier prasowany), zwiększenie produkcji (zwłaszcza przez eksploatację rud biednych, jak np. glin ołowiankowych).

Cynk.

Niemieckie huty cynkowe przerabiały przed wojną nietylko górnośląską rudę cynkowo-ołowianą oraz rudy z lewego brzegu Renu, lecz ponadto rocznie 300.000 tonn rudy przywożonej, z czego 160.000 z Australji i 40.000 tonn z Belgji; w ten sposób Niemcy mogły w r. 1913 wywieźć 130.000 tonn cynku metalu. W ciągu wojny ogromną pomocą dla naszych wrogów były rudy belgijskie z Vieille-Montagne, tak że nietylko że nie cierpiano kryzysu, lecz ponadto rozszerzono znacznie użycie cynku przez wprowadzenie go do składu stopów w zastępstwie metali brakujących (monety i t. d.).

Cyna.

Przed wojną Niemcy przerabiały nadewszystko rudę z Boliwji: 15.000 tonn na 18.800 w r. 1913. Ponadto przywiozły one w tym samym roku 15.000 tonn cyny nieoczyszczanej, w tem 6.000 tonn z Indyj holenderskich.

Odcięte od krajów zamorskich, Niemcy musiały wystarczać sobie same; tymczasem produkcja ich była nieznaczna. Eksploatowano rudy nawet najbiedniejsze (mniej niż $^1/_2$ % metalu), zarządzono energiczne środki oszczędności i wyzyskiwano metal wszędzie, gdzie to tylko było możliwe (puszki blaszane, przedmioty cynowane). Zaznaczmy, że statek podwodny *Deutschland* przywiózł we wrześniu 1916 r. ze Stanów Zjednoczonych 180.000 funtów cyny, co wybitnie dowodzi braków Niemiec.

Antymon.

Pod względem tego metalu Niemcy również zależały od zagranicy. Dzięki szerokiemu stosowaniu surogatów, można było zarezerwować antymon dla wyłącznie niezbędnego użytku. Wzmożono

produkcję ołowiu antymonowego na Węgrzech; ponadto przerabiano nawet najbiedniejsze rudy.

Rtęć.

W r. 1913 Austro-Węgry dostarczyły Niemcom 500 tonn rtęci a Włochy 400 tonn; całkowity przywóz wynosił 1000 tonn. Po rozpoczęciu wojny Austro-Węgry wzmogły swą produkcję: ponownie rozpoczęto eksploatację kopalń Santa-Anna (Karyntja), znacznie powiększono fabrykę w Istrji. Ponadto eksploatowano wszystkie pokłady rtęciowe w Azji Mniejszej. Rtęć używano przedewszystkiem do wyrobu kapsli z rtęcią piorunującą.

Nikiel.

Przed wojną Niemcy sprowadzały nikiel z Nowej Kaledonji i z Kanady. Po rozpoczęciu blokady eksploatowano energicznie kilka pokładów pirytów magnetycznych niklodajnych, a ponadto zwrócono się do surogatów (zamiana monet niklowych przez cynkowe i t. d.). Niemniej jednak cierpiano na brak niklu, o czem najlepiej świadczy przywiezienie statkiem podwodnym *Deutschland* 750.000 funtów ze Stanów Zjednoczonych.

Chrom.

Ruda (żelazno-chromowa) była sprowadzona z Nowej Kaledonji i z Azji Mniejszej. Rozwinięto w szerokim stopniu wytwórczość w Azji Mniejszej, obniżono znacznie (więcej niż o połowę) granicę procentowności eksploatacji i uregulowano konsumcję. W ten sposób zaspokojono główne potrzeby.

Wolfram.

Na 500 tonn rudy przetwarzanej w 1913 r., 4.000 tonn pochodziło od państw koalicyjnych lub z za morza. Widzimy więc powagę deficytu, spowodowanego blokadą.

Wzmożono eksploatację kilku pokładów niemieckich i austrjackich, wykorzystywano nawet pokłady bardzo skąpe (mniej niż 1% tlenku WO_3), a ponadto przerabiano osady cyno-wolframowe, które uznano za bardzo nadające się. W ten sposób Niemcy mogły zadowolnić wszelkie potrzeby.

Molibden.

Niemcy sprowadzały ten metal ze Stanów Zjednoczonych. Podczas wojny przedsięwzięły eksploatację kilku pokładów bardzo biednych. Natomiast z wielkiem powodzeniem eksploatowano jedną kopalnię w Austrji i jedną w Tyrolu. Ponadto znacznych ilości rudy dostarczała Norwegja.

Platyna.

Metal ten, jedyny z pośród metali szlachetnych używany w przemyśle, był sprowadzany do Niemiec całkowicie z Rosji. Pokłady niemieckie, nadzwyczaj biedne i nieliczne, nie nadawały się prawie do eksploatacji. Musiano się uciec do zwykłych środków zaradczych: rekwirowano metal, zastępując go surogatami. Tak więc, naprzykład, w pirometrach zastępywano platynę przez nikiel stopiony z chromo-niklem.

Z powyższego widzimy, że Niemcy znalazły w krajach okupowanych znaczne zasoby rud żelaznej i cynkowej, używanych w wielkich ilościach. Skrępowane pod względem innych metali, Niemcy potrafiły zaradzić brakom w pewnym stopniu, w zupełności zaś pod względem aluminjum, rozszerzając własną produkcję, wykorzystywując zasoby swych sprzymierzeńców i krajów zabranych, poddając konsumcję surowej reglamentacji, wreszcie używając surogaty.

C. *AZOT.*

Sprawa produktów azotowych, tak ważna jeszcze w czasach pokojowych dla przemysłu i rolnictwa, stała się po wybuchu wojny wprost życiową dla niemieckiego przemysłu wojennego (materjały wybuchowe) i dla niemieckiego rolnictwa. Blokada pozbawiła Niemcy azotanów chilijskich, których sprowadzono w r. 1913 aż 800.000 tonn. Z drugiej strony z Norwergji sprowadzano tylko niewielkie ilości azotanów (5.000 tonn w r. 1913). Należało więc własnemi siłami zaradzić potrzebom rolnictwa i wciąż rosnącym zapotrzebowaniom przemysłu na azot dla amonjaku i kwasu azotowego.

Jeżeli w tych okolicznościach chemicy niemieccy nie wykrywali nowych reakcyj teoretycznych, to nie mniej jednak dali dowody wielkich zdolności w zastosowaniach przemysłowych. Uruchomili oni dwa znane sposoby: łączenie azotu z tlenem w łuku

elektrycznym (sposób *Birkeland-Eydego* *) i katalityczne utlenianie amonjaku (sposób *Ostwalde'a* **).

I. *Norweskie Towarzystwo Azotowe* eksploatowało już od wielu lat sposób Birkeland-Eydego, który służył do fabrykacji azotanu wapnia sprowadzanego przed wojną z Norwegji. Lecz ten sposób wymaga nadzwyczajnego zużycia energji elektrycznej, którą należy uzyskać możliwie tanio. Nie rozporządzając wystarczającą siłą hydrauliczną, Niemcy nie mogły stosować tego sposobu na wielką skalę.

Natomiast rozwinął się ogromnie sposób amonjakowy. Już przed wojną stosowano w licznych zakładach niemieckich katalityczne utlenianie amonjaku na wielką skalę. Powiększono instalacje i ulepszono metody. Czerń platynową, służącą jako katalizator, zastąpiono przez tlenki metali z grupy żelaza, połączone względnie z solami bismutowemi lub z bismutem metalicznym; działając w odpowiedniej temperaturze uzyskano wydajność większą niż 90%.

Widzimy, że produkcja kwasu azotowego zależała całkowicie od wytwórczości amonjaku. Bogate w węgiel Niemcy rozporządzały dużemi ilościami tego podproduktu, pozostającego przy fabrykacji koksu i gazu świetlnego. W czasach pokojowych wytwarzano w Niemczech średnio 500.000 tonn siarczanu amonu rocznie, zużywanego przeważnie przez rolnictwo. Rozwinięto operacje te do najwyższego stopnia, lecz pomimo to produkcja była niewystarczająca i musiano uciec się do syntezy.

II. Już przed wojną kompanja *Badische Anilin und Soda Fabrik* eksploatowała sposób *Habera*, polegający na łączeniu azotu z wodorem w wysokiej temperaturze i pod ciśnieniem w obecności katalizatorów***); sposób ten stosowano na wielką skalę podczas wojny. Azot otrzymywano z powietrza zapomocą dystylacji cząstkowej, wodór zaś z wody zapomocą elektrolizy. Uzyskiwano połączenie w temperaturze 700°, pod ciśnieniem 200 atmosfer w obecności takich katalizatorów jak uran, wolfram, a nawet żelazo. Fabryka w Opawie (pod Ludwigshafen), założona w r. 1913 przez kompanję *Badische*, dostarczała amonjaku od początku 1914 r.; urządzenia jej zostały ogromnie rozszerzone. Inne wielkie firmy również rozpoczęły fabrykację amonjaku sposobem Habera. Kapitały tych towarzystw wzrosły w olbrzymich stosunkach: np. kapitał kompanji

*) $N_2+O_2=2NO$; następnie $4NO+3O_2+2H_2O=4HNO_3$.

**) $NH_3+2O_2=HNO_3+H_2O$. Zasadę tego sposobu, znanego oddawna, zawdzięczamy chemikowi francuskiemu Kühlmanowi.

***) Zasada tego sposobu była wskazana w patencie Le Châtelier w r. 1901.

Badische, wynoszący początkowo 14 miljonów marek, wzrósł do 54 miljonów w r. 1914 i osiągnął 90 miljonów w r. 1917.

Poza sposobem Habera Niemcy zwrócili się, dla fabrykacji amonjaku, do rozkładu cjanamidu wapnia przez wodę.

Ponieważ cjanamid wapnia otrzymuje się przez utrwalanie azotu na karbidzie wapnia, a ten ostatni wytwarza się w piecu elektrycznym, widzimy tu znowu konieczność taniego otrzymywania siły. W tym celu zakładano fabryki w sąsiedztwie pokładów węgla kamiennego lub brunatnego, albo w okolicach bogatych w gazy ziemne, jak Transylwanja. Zbudowano również kilka zakładów hydroelektrycznych. Następujące cyfry wykażą nam otrzymane rezultaty: produkcja cjanamidu wapnia, wynosząca 40.000 tonn w r. 1913, dosięgnęła w 1916 r. 400.000 tonn, a w następstwie znacznie przekroczyła tę liczbę. Zaznaczamy ponadto, że przemysł cjanamidowy został również rozwinięty w Austro-Węgrzech.

Ponadto stosowano w ograniczonych zresztą rozmiarach sposoby otrzymywania amonjaku zapomocą azotku glinu (sposób Serpeka) i wychodząc z cjanków.

Wniosek: olbrzymi wysiłek Niemiec w celu stworzenia przemysłu związków azotowych osiągnął zupełne powodzenie. W ten sposób Niemcy uniknęły strasznego niebezpieczeństwa braku amunicji, braku, który — niezaspokojony — doprowadziłby je do kapitulacji już na wiosnę 1915 r.

D. SIARKA I KWAS SIARKOWY.

Wiemy, że kwas siarkowy, na podobieństwo kwasu azotowego, jest produktem niezbędnym dla fabrykacji materjałów wybuchowych, a ponadto znamy jego przeróżne zastosowania przemysłowe (fabrykacja superfosfatów, siarczanu amonu i t. d. Blokada wstrzymała dowóz pirytów (miljon tonn rocznie, prawie wyłącznie z Hiszpanji), a wskutek tego zagadnienie siarki stało się prawie tak samo życiowem, jak zagadnienie azotu. Ażeby zapobiec brakowi Niemcy usiłowały ograniczyć konsumcję, znaleźć surogaty i wynaleźć jednocześnie nowe źródła i nowe metody produkcji.

Używano w pewnym stopniu do wytwarzania superfosfatów dwusiarczanu sodu, produktu odpadającego przy fabrykcji materjałów wybuchowych.

Dzięki starannym poszukiwaniom odkryto w Turyngji pokłady pirytów, które natychmiast rozpoczęto eksploatować. Ponownie rozpoczęto eksploatację wielkich pokładów pirytów w Westfalji, nad

któremi przekładano dotychczas piryty hiszpańskie, zawierające 50% siarki wobec 40% w westfalskich. Wykorzystano również kopalnie pirytów miedzianych w Styrji i na Węgrzech. Rozszerzono eksploatację pokładów siarki w Sparcie (Anatolja). Rozwinięto w znacznym stopniu prażenie blendy (siarczku cynku), która daje gaz siarkawy, dający się łatwo utleniać na kwas siarkowy; ruda ta była w obfitości dostarczana przez belgijskie kopalnie Vieille-Montagne oraz przez kopalnie śląskie. Prażenie galeny (siarczku ołowiu) dawało również gaz siarkawy.

Różne fabryki wybudowały piece Clausa dla otrzymywania siarki przez utlenianie wodoru siarkowanego, otrzymywanego z siarczka wapnia, z odpadków przy fabrykacji sody.

Firma *Badische* uruchomiła sposób t. zw. „politjonatowy", pozwalający na bezpośrednie utrwalanie siarki z gazu świetlnego pod postacią siarczanu amonu, a tem samem na wyciąganie siarki z węgla kamiennego, gdzie zawartość jej dosięga średnio 1%.

Ta sama firma zbadała ponadto sposób, który wywołał wielką wrzawę, pozwalający przygotowywać kwas siarczany z gipsu (siarczanu wapnia), którego wielkie pokłady znajdują się w Niemczech. Rozkłada się gips przez nagrzewanie go do wysokiej temperatury osobno lub w obecności koksu; w pierwszym wypadku wydziela się tlenek siarkawy, który następnie używa się jako taki (np. dla wyrobu masy drzewnej zapomocą siarczynu) lub dla zamiany na kwas siarkowy przez utlenianie; w drugim wypadku węgiel redukuje siarczyn wapnia na siarczek, który następnie przerabia się sposobem pieców Clausa, wyżej wymienionym.

Według zdania firmy *Badische* fabrykacja kwasu siarkowego z gipsu zawiodła. Natomiast to samo towarzystwo wytwarzało wielkie ilości siarczanu amonu, działając na gips gazem węglowym i amonjakiem.

Również wydobywano siarkę, zatrzymaną w pozostałościach z oczyszczania gazu świetlnego, gdzie zawartość jej dochodziła do 50%, działając na nie siarczkiem węgla. Zazwyczaj zamieniano siarkę na kwas siarkowy, przeznaczony do wyrobu masy drzewnej zapomocą siarczynu; w ten sposób przemysł papierowy i związków cjanowych (żelazocjanki) dzieliły się pozostałościami z oczyszczania gazu świetlnego.

E. ALKOHOL.

Wojna, wskutek zużywania olbrzymich ilości alkoholu i eteru przy fabrykacji prochów, zwiększyła w wysokim stopniu zapotrzebowanie alkoholu.

Na 4 miljony hektolitrów alkoholu, wytworzonego podczas kampanji 1912—1913 r., 3 miljony otrzymano z kartofli; resztę otrzymano z ziarna i z melasy. Ponieważ blokada, przez pozbawienie Niemiec azotanów chilijskich, obniżyła wydajność ziemi, należało uciec się do innych sposobów produkcji alkoholu, zwłaszcza, że ludność, pozbawiona całego szeregu produktów, spożywała więcej kartofli niż dawniej.

Przed wojną przerabiano zaledwie jedną dziesiątą wytwarzanej melasy, tj. 35.000 tonn, dających 90.000 hektolitrów alkoholu. Podczas kampanji 1916—1917 r przedystylowano 150.000 tonn melasy. Ponadto, dla fabrykacji alkoholu, przerabiano na wielką skalę wytłoczyny z buraków mieszane z melasą. Zresztą produkcja cukru, i tak wielka przed wojną, wzrosła znacznie z powodu zajęcia Belgji i północnej Francji, gdzie wielkie przestrzenie leżały pod uprawą buraków; ponadto Niemcy mogły dystylować część cukru zawalanego pyłem węglowym.

Oprócz tych sposobów Niemcy uruchomiły bardzo oryginalną metodę otrzymywania alkoholu, stosowaną przed wojną w Szwecji, a polegającą na przemianie w alkohol cukru, zawartego w siarczynowych płynach, odpływających przy wyrabianiu masy papierowej; pozostałości te zawierają 3% cukru i mogą dostarczyć 1% alkoholu. W ten sposób liczne fabryki masy drzewnej rozpoczęły dodatkowo wyrób alkoholu z odchodzących płynów. Fabryka celulozy w Królewcu przewidywała na początku 1917 r. produkcję 15.000 hektolitrów rocznie.

Również zamierzano wytwarzać alkohol z drzewa. Wywoływano sacharynowanie zapomocą rozcieńczonego kwasu siarkowego pod ciśnientem 7 atmosfer; 100 części drzewa dostarczało 7 części alkoholu. Nie wydaje się jednak aby produkcja alkoholu drzewnego szerzej się rozwinęła.

Więcej interesującą, zwłaszcza gdy idzie o przyszłość, zdaje się być fabrykacja alkoholu drogą syntezy. Jak już widzieliśmy poprzednio (część I), acetylen ma własność utrwalania wody w obecności soli rtęciowych, występujących jako katalizator, dając w ten sposób acetaldehyd; z tego ostatniego można następnie otrzymać alkohol przez uwodorodnienie. Lecz i tutaj, jak i w przemyśle cjanamidu wapnia, występuje konieczność taniego otrzymywania karbidu wapnia, z którego otrzymuje się acetylen. Podczas gdy w Szwajcarji, gdzie energja elektryczna otrzymuje się drogą nader ekonomiczną, ten nowy przemysł łatwo się rozwinął, to w Niemczech natomiast napotyka on spore trudności i nie osiągnął większego stopnia rozwoju. Skądinąd zresztą Niemcy zużywały

wielkie ilości karbidu celem wytwarzania acetylenu dla światła i dla spajania samorodnego, a zwłaszcza w celu otrzymywania cjanamidu wapnia, niezbędnego dla wyrobu amoniaku i w następstwie kwasu azotnego, którego potrzeba górowała nadewszystkiem.

Zbytecznem jest dodawać, że sprzedaż alkoholu została uregulowana surowemi przepisami. Największy niepokój panował podczas kampanji przemysłowej 1915—1916 r. wskutek złego urodzaju kartofli. Zabroniono wówczas picia alkoholu. Ażeby uzgodnić, w możliwym stopniu, konieczności przemysłowe z koniecznością wyżywienia ludności, pozwolono fermentować jedynie kartofle nie nadające się do spożycia.

Pomimo wszystkich wysiłków, wydaje się że Niemcy cierpiały na pewien brak alkoholu aż do końca wojny.

F. TŁUSZCZE.

I. W r. 1913 do Niemiec przywieziono 1.600.000 tonn ziarna i płodów olejodajnych, odpowiadających 600.000 tonn oleju roślinnego. W tym samym roku Niemcy skonsumowały 2.000.000 tonn tłuszczów zwierzęcych, w czem 300.000 tonn sprowadzonych z zagranicy; z tego przemysł spotrzebował 400.000 tonn, a resztę spożyła ludność (po 70 gr. na głowę dziennie).

Wskutek blokady zostały zamknięte różne źródła przywozu: Indje angielskie, Ameryka Południowa i t. d. Musiano więc możliwie ograniczyć konsumcję przemysłową w celu wyżywienia ludności; w rozdziale o zagadnieniu żywnościowem zobaczymy następnie, że nie zaniedbano żadnego sposobu wytwarzania tłuszczów, żadnego produktu ani żadnego nowego źródła. Dzięki wydanym przepisom i ograniczeniom udało się zmniejszyć konsumcję przemysłową z 400.000 tonn na 40.000; lecz z tego powodu ucierpiały znacznie przemysły mydlany i skórzany.

II. Jako surogaty mydła szeroko stosowano produkty glinowe lub inne z dodatkiem lub bez dodatku mydła, oraz produkty otrzymywane z mydła żywicowego.

Mydła glinowe otrzymywano na zasadzie gliny, kaoliny, kredy i t. d. Glina oczyszczona z piasku i pozbawiona żelaza była mieszana z surowicą krwistą, z krzemianem sodu i z klejem salicynowanym lub bornowanym (dla niedopuszczania do fermentacji); do mieszaniny tej dodawano, w celu ułatwienia pienienia a tem samem zwiększenia zdolności czyszczącej, mydlin pod postacią sproszkowanego drzewa panamy, bądź mąki z kasztanów indyjskich niezupełnie dojrzałych. Otrzymywano rezultaty zadawalniające nawet z mydłami zawierającemi do 90% gliny.

Pomiędzy różnemi produktami, zawierającemi mydło dodatkowo, wymieniamy „proszki mydlane", składające się zazwyczaj z węglanów sodu i potasu, z krzemianów rozpuszczalnych, mydlin, nadboranów i t. d. zawsze z pewnym dodatkiem mydła. Mydło „Burnus" składało się z siarczanu sodu (70%), węglanu sodu (17%), chlorku sodu (9%), i małych ilości pewnego rozpuszczalnego fermentu, pochodzącego z gruczołów kiszkowych, ułatwiającego mycie przez rozpuszczanie albuminoidów.

Surogatem najczęściej używanym w praktyce było mydło żywicowe Komitetu Wojennego (Kriegs Auschuss), składające się z kwasów tłustych i żywicznych (5 do 20%), z gliny i węglanu sodu. Ludności wydawano kartki na mydło.

Rzecz prosta, że zastąpienie mydła w przemysłach skórzanym, włóknistym, farbiarskim, oraz bielenia, było znacznie trudniejsze niż w użytku domowym. Lecz ogromne usługi zostały tutaj oddane przez nowe sposoby otrzymywania i odzyskiwania tłuszczów, pozwalające na fabrykowanie niezbędnych ilości mydła dla przemysłu.

III. Chemicy nie zadowolnili się znalezieniem surogatów o słabej zawartości kwasów tłustych, lub nawet wcale tych kwasów nie zawierających; zwrócili się natomiast do syntezy w celu otrzymania tych kwasów. Istnieje bardzo ciekawy sposób, polegający na utlenianiu olejów smołowych węgla brunatnego, nadzwyczaj bogatych w związki nienasycone. Działając na nie ozonem otrzymujemy ozonidy, które po nasyceniu potażem lub sodą gryzącą poddajemy działaniu pary wodnej, która porywa związki aldehydowe i cetonowe. Roztwór mydła, wyklarowany przez odlewanie i działanie benzolem, zostaje powtórnie ozonowany i nowy roztwór, odparowany w próżni, dostarcza znakomitego mydła alkalicznego. Próby przemysłowe dały zupełnie dobre wyniki.

IV. Fabrykacja gliceryny, będącej podproduktem przemysłu mydlanego, przechodziła analogiczne zmiany. Przedsięwzięto energiczne zarządzenia w celu wzmożenia produkcji i stworzenia oszczędności. Zmydlanie tłuszczów zostało dozwolone jedynie wielkim fabrykom mydła surowego, rozporządzającym środkami zatrzymywania gliceryny. Skądinąd zwrócono się do licznych surogatów, między innemi: do wodnych rozczynów chlorku wapnia dla niektórych potrzeb przemysłowych; do glikolu etylenowego dla potrzeb terapeutycznych, dla wytwarzania filmów, dla potrzeb druku i litografji; do mleczanu sodu i mleczanu potasu dla pewnych potrzeb terapeutycznych i t. d.

G. MATERJAŁY WŁÓKNISTE I SKÓRA.

I. Przemysł włóknisty niemiecki był przemysłem wybitnie przywozowym, to też został ogromnie dotknięty przez wojnę. Zablokowane Niemcy straciły zupełnie możność zaopatrywania się w jutę i ramję; zasoby wełny i jedwabiu zostały mocno nadwątlone. Na nieszczęście dla nas bawełna nie była początkowo uważana za kontrabandę wojenną i olbrzymie jej zapasy zostały wyładowane w Bremie przez okręty płynące pod flagą amerykańską.

Dopiero w końcu 1915 r., na skutek zaciekłej kampanji prowadzonej w Anglji przez Sira Williama Ramsay'a, blokadę zaczęto praktycznie odczuwać; wówczas to brak bawełny wytworzył tem poważniejszą sytuację, że fabrykacja prochów wojennych potrzebowała wielkich jej ilości.

Urząd odzieżowy zarządził energiczne środki oszczędności.

Rozpoczęto intensywną hodowlę lnu i konopi. Artykuły ze sztucznego jedwabiu przestały być uważane za luksus i zaczęły stanowić przedmiot codziennego użytku. Z drugiej strony rozpoczęto poszukiwania nowych włókien. Zbudowano stację doświadczalną dla chemji drzewa i celulozy. Do wyrobu worków rozpoczęto używać włókna zwane *stranfa*, wyrabiane ze słomy. Badano włókna pokrzywy, janowca, wąsów chmielu, łoziny, rogoży, słonecznika, wierzbówki, kory wierzbowej; jedynie pokrzywa dała rezultaty zupełnie zadawalniające (wyrób bielizny, nakryć stołowych, ręczników i t. d.), a hodowla jej wymagająca zresztą małej ilości nawozów, została szeroko rozwinięta. Jeszcze ważniejszą rolę odegrały nici i tkaniny papierowe; wyrabiano z nich worki na ziemię, worki na zboże, szpagaty, sznury, pasy popędowe, namioty, ubrania, kołdry, płachty, pasy, galony, serwetki i t. d.

II. Narówni z przemysłem włóknistym został mocno dotknięty przez wojnę przemysł skórzany, który sprowadzał wielkie ilości skór i garbników. Pomimo wzmożonego uboju, wywołanego brakiem paszy, zapotrzebowania przekroczyły ilości rozporządzalne. Potrzeby wojska, rzecz prosta, górowały nadewszystkiem, tak, że ilości przyznawane ludności cywilnej stale się zmniejszały. Doszło do tego, że w końcu roku 1917 zaczęto fabrykować trzewiki o podeszwach drewnianych i wierzchach papierowych. Garbniki egzotyczne zastąpiono częściowo wyciągami z drzewa sosnowego i kasztanowego. Ponadto przemysł skórzany cierpiał na brak tłuszczów.

Wydano surowe przepisy. Lecz pomimo wszelkich wysiłków braki były zawsze bardzo duże.

H. DRZEWO I MASA DRZEWNA.

W roku 1913 Niemcy zużytkowały 35 miljonów metrów sześciennych drzewa, z czego 20 miljonów z lasów krajowych, 2 miljony z Austo-Węgier i 13 miljonów z Rosji. Widzimy więc ogrom deficytu, spowodowanego wystąpieniem Rosji do wojny. Zajęcie Polski, Litwy i Kurlandji, krajów o wielkich bogactwach leśnych, przywróciło jednak równowagę na korzyść Niemiec.

Zapotrzebowanie drzewa wzrosło nadzwyczajnie z powodu potrzeb wojny okopowej i potrzeb przemysłu wojennego. Ogromne ilości zużytkowywał przemysł chemiczny dystylacji drzewnej, wytwarzający głównie trzy ciała, których ważność już znamy: alkohol metylowy, kwas octowy i aceton.

Po ogłoszeniu bawełny za kontrabandę wojenną, zastąpiono ją masą drzewną w fabrykacji prochów nitrocelulozowych.

Zamiany tej, badanej od bardzo dawna zresztą, dokonano podczas wojny. Dała ona Niemcom możność uniknięcia olbrzymiego niebezpieczeństwa. Surowcem, z którego otrzymywano celulozę do nitrowania, była teraz masa drzewna wyrabiana z sosny białej, którą oczyszczano specjalnemi sposobami chemicznemi. Spowodowało to nowy znaczny wzrost konsumcji drzewa.

Masa drzewna służyła pozatem do wyrobu licznych surogatów. A więc usiłowano rozpowszechnić użycie przędzy papierowej, zastępując brakujące materjały włókniste; wiele przędzalni wyrabiało nici z masy z drzewa, pochodzącego ze Szwecji; cena tkanin papierowych wahała się od 1 do 4 marek za metr bieżący. Armje niemieckie używały masowo papierowych worków na ziemię, które dorównywały nieomal swą trwałością workom z juty. Zaznaczmy wreszcie, że z masy drzewnej prasowanej wyrabiano przewody gazowe dla gorącego powietrza i dla powietrza skroplonego, a dalej zobaczymy, że używano jej nawet do karmienia bydła.

Ogromna konsumcja masy drzewnej nie pozostała bez wpływu na przemysł książkowy i dziennikarski, który przechodził ciężki kryzys.

I. ŻYWICA I TERPENTYNA.

Pod względem tych produktów Niemcy zależały całkowicie od zagranicy. W roku 1913 przywóz wynosił 5.000 tonn terpentyny i 17.000 tonn żywicy francuskiej, 27.000 tonn terpentyny i 80.000 tonn żywicy ze Stanów Zjednoczonych, 1.500 tonn terpentyny z Rosji. Musiano więc podczas wojny lepiej wyzyskiwać lasy pod względem olejków żywicznych. Ponadto musiano stosować surogaty.

Własne lasy dostarczyły Niemcom tylko małych ilości olejków; z drugiej strony lasy terytorjów rosyjskich nie pokrywały reszty zapotrzebowania. Jako surogat używano w wielu wypadkach mięszaninę benzynową. Przy zastosowaniach, wymagających koniecznie terpentyny, starano się zaoszczędzać ją, mieszając z różnemi produktami organicznemi, a w szczególności z paradwuchlorobenzolem $C_6H_4Cl_2$ (1,4).

Żywicę zbierano zapomocą skrobania nacieków na niektórych gatunkach sosny żywicznej; przez działanie odpowiednich rozpuszczalników otrzymywano rodzaj kalafonji, używanej przy fabrykacji mydeł, papierów zwyczajnych, i t. p.

Przerabiano również różne ciała w celu otrzymania produktów, mogących zastąpić żywicę. A więc węgiel brunatny, poddany działaniu benzolu przy 250° i pod ciśnieniem 50 atmosfer, dostarcza materję, którą alkohol dzieli na dwie substancje: jedną „wosk węgla brunatnego", nadającą się do fabrykacji pasty do obuwia i drugą „smołę węgla brunatnego", stosowaną w fabrykacji lakierów.

Najważniejszym surogatem była jednak tak zwana „żywica kumaronowa", której produkcja osiągnęła wielkie rozmiary. Składa się ona przedewszystkiem z mieszaniny parakumaronu i paraindenu, produktów otrzymywanych przez działanie kwasu siarkowego na ciężkie oleje smołowe, co wywołuje polimeryzację kumaronu i indenu znajdujących się w tych olejach. Żywica kumaronowa jest prawie nierozpuszczalna w alkoholu, rozpuszcza się natomiast w eterze, czterochlorku węgla, benzynie, terpentynie. Używano jej do wyrobu lakierów, farb drukarskich i litograficznych oraz papieru. Cena wahała się od 50 do 250 marek za 100 kilogr.

J. KAUCZUK.

I. Niemcy posiadały na początku wojny znaczne zapasy kauczuku. Gdy działania wojenne przeciągały się, zarządzono zwykłe środki ustawowe i oszczędnościowe. Starano się również znaleźć surogaty; rury kauczukowe zastępywano giętkiemi rurami metalowemi. Skądinąd poszukiwano roślin, mogących wydzielać gumy analogiczne do kauczuku.

Lecz głównym sposobem stosowanym przez Niemcy w celu zaspokojenia braku była regeneracja: przy każdem ponownem przetwarzaniu kauczuku, dodawano pewną porcję gumy nowej, co dawało produkt o dobroci wystarczającej dla większości zastosowań.

Dodajmy wreszcie, że handlowe statki podwodne dostarczyły Niemcom poważnej zapomogi w postaci 800 tonn kauczuku.

II. Zagadnienie kauczuku syntetycznego zrobiło, zdaje się, poważne postępy w Niemczech podczas wojny.

Wiemy, że w r. 1879, Bouchardat pierwszy otrzymał kauczuk, polimeryzując izopren $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$, węglowodór gotujący się przy 33°. Ten doniosły wynik popadł jednakże w zapomnienie i dopiero dziesięć lat temu rozpoczęto w różnych krajach nowe poszukiwania, mające na celu urzeczywistnienie na wielką skalę polimeryzacji wymienionego węglowodoru lub jemu podobnych, zwłaszcza metyloizoprenu Studja te, dające zresztą wyniki bardzo zachęcające, były nadal prowadzone z wielką energją od roku 1913.

Kauczuk syntetyczny, otrzymywany z metyloizoprenu, okazał się znacznie lepszy od kauczuku pochodzącego od erytrenu $CH_2=CH-CH=CH_2$ lub od izoprenu. Niemniej jednak utlenia się on bardzo łatwo i trudno łączy z siarką (wulkanizacja). Tę ostatnią operację udaje się jednak znacznie przyśpieszyć, a niszczenie na skutek utleniania znacznie opóźnić, przez wcielenie pewnych substancyj organicznych, jak piperydyna lub tiowęglan piperydylu. W ten sposób otrzymany „wulkanit" o zawartości 25% siarki był niewiele gorszego gatunku od podobnych produktów, pochodzących od dobrego kauczuku *para*.

W r. 1914 Niemcy nie wytwarzały jeszcze na skalę handlową kauczuku syntetycznego. W r. 1915, przez dodanie oleju do metylkauczuku, udało sie wytwarzać gładkie pałeczki cylindryczne, nadające się do fabrykacji anten „wulkanitowych", które odpowiadały wszelkim wymaganym warunkom i stanowiły pierwsze szczęśliwe zastosowanie produktu na stopie handlowej. Następnie wyrabiano komórki dla akumulatorów i zastępywano częściowo kauczuk naturalny przez syntetyczny w mięszaninach dla opon pneumatycznych i w pewnych produktach odzyskiwanych.

W końcu 1915 r. obstalowano liczne setki tonn metylkauczuku dla łodzi podwodnych, gdzie produkt ten był używany zwłaszcza w skrzyniach akumulatorowych i zapalaczach Boscha. Również używano metylkauczuk do wytwarzania produktów, dla których używa się zazwyczaj kauczuk miękki. Ponadto używano go z powodzeniem do opon balonowych i do izolacji kabli ziemnych i podmorskich.

ROZDZIAŁ II.

Wysiłek żywnościowy.

Przed wojną Niemcy otrzymywały z zagranicy wielkie ilości produktów niezbędnych dla wyżywienia ich ludności, hodowli bydła i podtrzymywania żyzności ziemi. Każdego roku sprowadzano za 750 miljonów franków żyta i jęczmienia i za drugą taką samą sumę mięsa i tłuszczów jadalnych, za 400 miljonów otrąb i makuchów, 600.000 tonn azotanów z Chili i 900.000 tonn fosforanów.

Rozumie się, że blokada, wstrzymując dowóz, wywołała głęboki kryzys w gospodarce żywnościowej Niemiec, tem niebezpieczniejszy, że produkcja narodowa napotykała i na inne przeszkody swoiste stanowi wojennemu. Rozporządzając mniejszą ilością ogólną produktów spożywczych, pozbawione częściowo lub zupełnie całego szeregu produktów będących normalnie w użyciu, Niemcy musiały jeść mniej, a pozatem jeść inaczej.

Ta sama trudność powstała dla bydła. Produkcja mleka i mięsa może być intensywna tylko przy użyciu straw skoncentrowanych, w pierwszym zaś rzędzie otrąb i wytłoczyn, które właśnie stanowiły przedmiot przywozu.

Co się tyczy nawozów sztucznych, których Niemcy zużytkowały bardzo dużo, to położenie pogarszało się z tego powodu, że główne nawozy azotowe, azotany i sole amonowe stanowiły przedmiot olbrzymich zapotrzebowań ze strony przemysłu amunicyjnego.

W trzech więc kierunkach: żywienia człowieka, żywienia zwierząt i podtrzymania produkcji rolnej, Niemcy natknęły się na ogromne trudności. W jaki sposób usiłowały je przezwyciężyć? To właśnie zbadamy.

A. ŻYWIENIE CZŁOWIEKA.

Spotykamy tu znowu dwa zwykłe sposoby: oszczędzać z jednej strony to co istnieje przez troskliwe ograniczenia, z drugiej

strony poszukiwać nowych źródeł, bądź to wykorzystując znane już metody, bądź to wynajdując nowe.

Zaopatrzenie było ujęte w ramy szczegółowych przepisów i zarówno produkcja, jak i rozdział całości zasobów żywnościowych, zostały ujęte w ręce państwa lub organizatorów przez państwo wyznaczonych (Wojenny Komitet Zbożowy; Urząd Mięsny, Jarzynowy, Furażowy i t. d.). Rozdział był szczupły i surowy. Starano go się uprzyjemnić racjonalnem użyciem potraw. Zawczasu już przekonywano ludność, że należy jeść nietyle to, co jest smaczne, lecz to co pożywne, dążyć „ku kalorjom" według słów jednego z odczytowców. Oswajano publiczność z możliwością zamiany potraw, a w szczególności z tem, że klasyczna porcja białka niekoniecznie musi pochodzić od mięsa i że może być wogóle zmniejszoną. Podczas gdy propaganda przyspasabiała umysły w kierunku przyjęcia nowych potraw, technicy usiłowali wynaleźć je.

Nie wszystkie próby były jednakowo ciekawe. Uwzględnimy tylko najcharakterystyczniejsze.

Potrawy azotowe.

I. Brak mięsa pochodził jednocześnie ze zmniejszenia przywozu i zmniejszania się bydłostanu krajowego. Brakowało 50% świniny, a wiemy, że mięso wieprzowe stanowiło poważny przedmiot wyżywienia Niemiec i dostarczało ponadto większości tłuszczów jadalnych, których brak był jeszcze większy.

Zarządzono niezbędne ograniczenia i spożywano potrawy zastępcze, surogaty (ersatz). Wszystkie produkty bogate w białko stanowiły podstawę dla przygotowywania potraw, zastępujących mięso; zwłaszcza używano w tym celu fasoli i soji.

II. Największe nadzieje wywołał sposób t. zw. „drożdży mineralnych", którego zasada znana była już od dawna. W miejscach mocno przewietrznych, bogatych w węglowodany, kultywowano specjalnie dobrane drożdże, które były w stanie wytwarzać bezpośrednio białko, spożywając sole amonowe. Z powodzeniem można było zużytkowywać płyny zlewane podczas fabrykacji cukru lub podczas dystylacji, zlewy z fabryk mąki kartoflanej, pozostałości z płukania w fabrykach masy papierowej. Jako sole amonowe używano siarczan, fosforan i mleczan; a ponieważ amoniak otrzymywano syntetycznie zapomocą azotu z powietrza, stąd wynikało, że azot z powietrza był punktem wyjścia produkcji ciał białkowych. Ze 100 kilogr. cukru i 37 kilogr. pożywnych soli otrzymywano 150 kilo prasowanej odżywki; zawierała ona w stanie

suchym 50% białka i 3% tłuszczów. Dzienna doza dla człowieka miała wynosić 50 gramów.

W sposobie tym, zachwalanym przez wysokie autorytety naukowe, popularyzowanym przez najróżniejsze przeglądy techniczne, widziano jednocześnie i środek przeciw kryzysowi żywnościowemu i tryumf przemysłu niemieckiego; sposób ten wywołał w Niemczech prawdziwy entuzjazm. Założono wielkie fabryki; rozpoczęto szkolenie w odżywianiu drożdżami.

III. Zanotujmy jako surogaty jaj mieszaniny białka roślinnego lub kazeiny z tłuszczami. Brakowało w nich lecytyny, a częstokroć i same białko było zastępywane w mniejszym lub większym stopniu przez węglowodany.

Tłuszcze jadalne.

Jeżeli brak produktów spożywczych azotowych był bardzo dotkliwy, to brak tłuszczów jadalnych (masła, tłuszczów, olejów) był jeszcze znaczniejszy. Skrajnie uciążliwy stan rzeczy nie polepszał się z czasem. Rzeczywiście Niemcy przywoziły przed wojną rocznie 1,600.000 tonn ziarn oleistych i 150.000 tonn tłuszczów jadalnych. Produkcja krajowa zaś była minimalna, a przytem hodowla świń gwałtownie podupadła. Stąd powstawał olbrzymi deficyt.

Dzięki surowym zarządzeniom ograniczającym udało się Komitetowi Wojennemu Olejów i Tłuszczów Roślinnych i zwierzęcych zmniejszyć konsumcję przemysłową z 400.000 tonn na 40.000. Popierano różnemi środkami hodowlę roślin olejodajnych: maku, rzepaku, gorczycy. Eksploatowano kraje zagarnięte: Flandrję, Litwę, Polskę, Rumunję. Lecz te wysiłki nie były w stanie pokryć deficytu.

Stosowano wszelkie możliwe sposoby odzyskiwania tłuszczów i wyzyskiwano wszelkie produkty mogące ich dostarczyć: ryby i odpadki rybne, kości, zepsute mięso, produkty z obdartych skór, trupy zwierzęce; wykorzystywano nawet zlewy z hoteli, szpitali, rzeźni i t. d. aż do odpadków kałowych włącznie. Rzecz prosta, że wiele z tych tłuszczów nadawało się jedynie do użytku przemysłowego.

Równie energicznie poszukiwano olejów roślinnych, czyniąc metodyczne próby wyciągania ich z różnorodnych ziarn i owoców: ziarnek buczynowych i lipowych, pestek winogronowych, jabłkowych i gruszkowych, jagód szparagowych, kasztanów indyjskich, jąder owocowych i t. p. Jeżeli większość tych prób miała jedynie

wartość naukową, to niemniej jednak osiągnięto praktyczne rezultaty z olejem buczynowym, z pestek winogronowych i z ziarnek lipowych. W gruncie rzeczy jednak głównemi olejami spożywanemi były rzepakowy i lniany.

Pewnych ilości olejów dostarczało również oczyszczanie ziarn zbożowych podczas mielenia (otręby kukurydziane zawierają 12% oleju).

Przy pomocy specjalnie dobranych drożdży wyrabiano tłuszcze, podobnie jak ciała azotowe. Lecz sposób ten nie wyszedł poza okres prób.

Wreszcie, ażeby udostępnić dla spożycia kwasy tłuste, otrzymywane przy fabrykacji gliceryny, przetwarzano je na etery etylowe a następnie zastępywano niemi w tłuszczach zwykłych etery glicerynowe w wysokości 20%.

Produkty węglowodanowe.

Przed wojną Niemcy wytwarzały mniej zboża a więcej kartofli niż wynosiła ich konsumcja. Z roślin zbożowych głównie uprawiano żyto. Przywóz pszenicy wynosił prawie połowę zbioru krajowego. Równie daleką od pokrycia potrzeb była produkcja jęczmienia. To też zawczasu przedsięwzięto środki, mające zapobiec kryzysowi chlebowemu. Zwiększono stopień przemiału i do mąki zbożowej, zazwyczaj żytniej, dodawano mąki kartoflanej; w ten sposób otrzymywano sławny chleb KK.

Niemcy wywoziły wielkie ilości cukru. Pod tym względem położenie było uprzywilejowane i cukier, w środowisku powszechnych ograniczeń, tworzył prawdziwy wyjątek.

Poddano reglamentacji owoce pod wszelkiemi postaciami (konfitury, marmolady). Rzecz prosta zabroniono ich wywozu.

Brak słodu jęczmiennego wywołał kryzys piwny.

Stworzono różne surogaty kawy: cykorję, słód, łubin i t. p. jak również i herbaty: liście poziomkowe, jeżynowe, porzeczkowe, brzozowe, wiązowe i t. d. Jest rzeczą widoczną, iż produkty te tylko z gruba przypominały to co miały zastępować.

Poprzestaniemy na tych krótkich wskazówkach, ponieważ chemja odegrała tu rolę jedynie pomocniczą.

B. ŻYWIENIE BYDŁA.

I. Ogromna ilość sprowadzanych przed wojną ziarn oleistych dostarczała Niemcom doskonałego pokarmu dla bydła: wytłoczyn;

ponadto Niemcy sprowadzali wielkie ilości otrąb. Rekwizycja wszelkich produktów zbożowych, w związku z wynikami blokady, stworzyła dla rolnictwa, pozbawionego w ten sposób niemal całości pokarmów skoncentrowanych, położenie nad wyraz groźne.

Przedsięwzięto środki ograniczające i przeprowadzono cały handel furażem przez Centralny Urząd Furażowy. Suszono mniej lub więcej zepsute kartofle i dawano je zwierzętom, to samo czyniono z kalarepą, z odpadkami kuchennemi. Paszę łatwo psującą się, jak korzonki i liście burakowe, buraki pastewne, zmarznięte kartofle i t. d., zakwaszano kwasem mineralnym lub mlekowym.

Lecz główny wysiłek został skierowany na sposoby, mające na celu bądź to zaoszczędzenie lub zamianę białka w paszy skoncentrowanej, bądź to użycie paszy grubej, jak np. słomy.

II. Widzieliśmy poprzednio jaki rezultat został osiągnięty przy odżywianiu ludzi zapomocą drożdży. Użycie ich jako furażu jest nieporównanie łatwiejsze; jednak przy całej swej strawności drożdże te o tyle tylko są ekonomiczne, o ile do ich wyrobu używamy zlewów osadowych. Skądinąd nie jest zresztą niezbędne przechodzić przez drożdże w celu dobrego zużytkowania amonjaku. Organizm zwierzęcy może zużytkować sole amonowe, zastępując w ten sposób lub zaoszczędzając część białka z swej normalnej porcji; doświadczenia dowiodły, że dla krów mlecznych można zastąpić jedną trzecią część białka przez octan amonu bez widocznego zmniejszenia produkcji mleka.

Białko może być pozatem z powodzeniem surogowane przez substancje w rodzaju żelatyny, otrzymywane z odpadków skóry lub tłuszczów kościanych. Liczne doświadczenia wykazały, że żelatyna jest ciałem łatwo strawnem u trawożernych i że może z powodzeniem zastąpić aż do wysokości jednej czwartej zwykłą porcję białka.

W ten sposób, przez zastosowanie drożdży mineralnych, soli amonowych i żelatyny otrzymywanej z kości lub odpadków skórzanych, można zastąpić lub conajmniej zaoszczędzić białko i złagodzić w wysokim stopniu kryzys wywołany wstrzymaniem dowozu paszy skoncentrowanej z zagranicy.

III. Wielki wysiłek został również skierowany w celu uprzystępnienia paszy grubej: słomy, wrzosu, trzciny. Ciała te są źle zużywane nawet przez zwierzęta przeżuwające, gdyż zawarte w nich substancje odżywcze, zwłaszcza celuloza, istnieją w postaci nienadającej się do trawienia. Po stwierdzeniu, że słoma mielona w niczem nie jest lepszą od słomy zwykłej, przystąpiono do jej przeróbek chemicznych. Gotowano słomę ze słabym rozczynem sody gryzącej (2%) pod ciśnieniem lub bez ciśnienia i ostatecznie

wtłaczano zgęszczone powietrze. Wskutek formowania się kwasów organicznych otrzymana masa reagowała kwaśnb (a nie alkalicznie). Mało zmieniona co do swego wyglądu słoma mogła być używana bez uprzedniego mycia i była dobrze przyjmowana przez zwierzęta. Nie było więc strat. Lecz związek nie był dość ścisły a duża proporcja soli sodowej, obecna w produkcie, mogła wywoływać zaburzenia w trawieniu.

Zwiększając proporcję sody otrzymywano materję znacznie lepiej przemienioną, a cała masa, posiadająca już inny wygląd, dawała reakcję alkaliczną, wymagającą płukania aż do zobojętnienia. Stąd straty wynoszące aż do 30%; zostały one jednak wynagrodzone odpowiednią poprawą strawności; w ten sposób preparowana celuloza była dla przeżuwających równie strawną jak krochmal.

Również próbowano stosować hydrolizę słomy lub drzewa zapomocą kwasów. Udawało się hydrolizować aż do 50% materjału surowego, lecz powstawał furfurol i inne aldehydy szkodliwe dla nerek, tak, że musiano zrzec się zastosowania.

Przyjrzeliśmy się wysiłkom, rozwiniętym w celu zapobieżenia kryzysowi furażu. Niewątpliwie że podstawy tych sposobów stanowiły już oddawna przedmiot obszernych badań, nie mniej jednak potrafiono je umiejętnie wykorzystać; można jedynie pochwalić zmysł metody i decyzji, który potrafił przenieść z laboratorjów chemicznych i fizycznych do gospodarstw i fabryk sposoby, mające początkowo charakter wyłącznie naukowy.

C. *NAWOZY.*

I. Niemieckie rolnictwo sprowadzało przed wojną rocznie 600.000 tonn saletry z Chili, czyli około 100.000 tonn azotu. Ponadto zużywało ono mniej więcej taką samą ilość azotu pod postacią siarczanu amonu, wytwarzanego w koksowniach i gazowniach. Do tego należy jeszcze dodać około 20.000 tonn azotu pod postacią cjanamidu wapnia (którego dwie trzecie wytwarzano w Niemczech) i 5.000 tonn azotu, pochodzącego z azotanów norweskich.

Produkcja nawozów fosforowych wynosiła 1.800.000 tonn superfosfatów, które wytwarzano prawie wyłącznie z fosforanów przywożonych z Tunisu, Algeru lub Florydy, i 2.250.000 tonn żużli z odfosforowywania.

Ponadto Niemcy, posiadające niejako światowy monopol soli potasowych, wytwarzały miljon tonn nawozów potasowych.

II. Blokada stworzyła położenie tem poważniejsze, że azotany i sole amonowe stanowią surowce niezbęd nedo fabrykacji prochu

i materjałów wybuchowych. Już widzieliśmy poprzednio w jaki sposób Niemcy reagowały przeciw temu strasznemu stanowi rzeczy i z jaką wytrwałą energją rozwijały one sposoby, mające na celu dostarczenie im związków azotowych. Przy rozdziale wytworzonych produktów rolnictwo schodziło, rzecz prosta, na drugi plan i otrzymywało tylko to, co mu przeznaczyły służby wojenne. Zwłaszcza rozwinięto przemysł cjanamidu wapnia. Produkcja siarczanu amonu była ograniczona brakiem kwasu siarkowego, i dlatego to niewątpliwie zjawiły się takie nawozy, jak salmiak, dwuwęglan amonu, azotan mocznika.

Również wykorzystywano pomocnicze źródła azotu (gnój, mierzwę i t. d.). Wreszcie rozpowszechniono użycie wapna pod wszelkiemi postaciami i nawozów wapiennych, ułatwiających nitrowanie.

Rozwój metalurgji pozwolił Niemcom na otrzymywanie poważnych ilości nawozów fosforowych. W r. 1917 oceniano ilość rozporządzalnych żużli z odfosforowywania na 75% ilości przedwojennej. Natomiast produkcja superfosfatów pokrywała tylko 10% potrzeb. Pod koniec Niemcom brakowało fosforanów i kwasu siarkowego i tylko w ograniczonych rozmiarach mogły one stosować sposób dwusiarczanu sodu, jak również chlorku magnezu, polegający na użyciu kwasu solnego, otrzymywanego z rozkładu chlorku magnezu przez wodę na gorąco, w celu rozpuszczenia naturalnego fosforanu.

W rezultacie położenie rolnictwa niemieckiego pod względem azotu stawało się nader poważnem i wydawało się że ten ważny pierwiastek zupełnie zniknie.

Deficyt nawozów fosforowych był stosunkowo niewielki, zaś zasoby potasu więcej niż wystarczające. Lecz ponieważ każdy rodzaj nawozu odgrywa specjalną rolę, a potas, naprzykład, nie jest w stanie zastąpić azotu lub kwasu fosforowego,—to takie położenie mogło mieć jak najgorsze następstwa dla produkcji rolnej. Dopiero rozwijając do olbrzymich rozmiarów przemysł azotu otrzymywanego z powietrza, mogły Niemcy zarówno podołać potrzebom wojskowym, jak i dostarczać rolnictwu znacznej części żądanych nawozów.

CZĘŚĆ TRZECIA.

CHEMJA I LEKCJE WOJNY.

ROZDZIAŁ I.

Kilka ogólnych myśli o chemji i wojnie, chemji i pokoju.

A. WOJNA.

I. Wszystko dotychczas wyłożone wykazuje niezmierną ważność roli, jaką odegrała chemja podczas wielkiej wojny. Przemysł był jednym z głównych czynników walki, która wymagała wciąż wzrastających ilości amunicji, jak również wytwórczości przedmiotów wszelkiego rodzaju, przeznaczonych bądź dla wojska, bądź dla ludności cywilnej. W każdym z dwóch walczących obozów zagadnienie chemiczne było żywotnem.

Przytoczymy tu konkretny przykład: gdyby zablokowane, pozbawione azotanów chilijskich Niemcy nie potrafiły wytwarzać, zapomocą azotu z powietrza, kwasu azotowego niezbędnego dla fabrykacji prochów i materjałów kruszących, to wojna wraz ze wszystkiemi jej okropnościami, zamiast trwać więcej niż cztery lata, skończyłaby się niewątpliwie po upływie ośmiu do dziesięciu miesięcy, na wiosnę 1915 roku, kapitulacją mocarstw centralnych. A zauważmy jednocześnie jak jest pożałowania godnem, że bawełna, ten surowiec fabrykacji prochu bezdymnego, nie została uznana od początku za kontrabandę wojenną. Niemcy nie zdołaliby nagromadzić jej w olbrzymich ilościach, co im pozwoliło prowadzić walkę w oczekiwaniu na uruchomienie fabrykacji prochów z masy drzewnej. Ileż krwi, ile miljardów zaoszczędzonoby, skracając znacznie wojnę tym prostym zakazem. Przypomnijmy ponadto kryzysy metalowy, włóknisty, kauczukowy, tłuszczowy, żywnościowy i t. p., stwarzające dla Niemców tak zatrważającą sytuację.

Przemysł chemiczny naszych nieprzyjaciół zapobiegł tu w znacznej mierze, stwarzając produkty zastępcze.

Zbytecznem jest dodawać, że z nowych zasobów, dostarczanych Niemcom przez chemję, korzystali również ich sprzymierzeńcy. i że bez pomocy niemieckiego przemysłu chemicznego współdziałanie Bułgarji, Turcji i Austro-Węgier byłoby znacznie mniej skutecznem.

Tylko dzięki potędze swych laboratorjów i swego przemysłu Niemcy mogły osiągnąć rezultaty tak zasadnicze i tak odpowiadające różnorodnym potrzebom. Popierana oddawna, posiadająca w dziedzinie zastosowań niewątpliwą przewagę nad krajami Koalicji, chemja niemiecka była tak zorganizowana, że mogła w bardzo krótkim czasie być zmobilizowaną na usługi wojny. Stan liczbowy personelu chemicznego dosięgał 30.000 ludzi. Wszyscy niezbędni chemicy zostali natychmiast oddani do rozporządzenia uczonych i przemysłowców. Pewien uczony niemiecki, autor jednego ze sposobów syntetycznej fabrykacji amonjaku, kierował w swojem laboratorjum pracą nie mniej niż 200 chemików! Co się tyczy przemysłowców, to wystarczało im pozostawienie tych znacznych ilości chemików, których zatrudniali w czasie pokojowym: jednym słowem przewidziano mobilizację przemysłową.

Bezgranicznie zaufani w swą przewagę chemiczną, na szczęście dla nas więcej urojoną niż rzeczywistą, wzniecili Niemcy wojnę gazową, tę okropną metodę działań zaczepnych, dzięki której zamierzali szybko pokonać nasz opór. Wiemy, że na tym terenie, jak i na innych, Niemcy zostali ostatecznie pobici.

Nie mniej jednak należy stwierdzić, że podczas czterech lat wojny Niemcy mogły, dzięki swoim chemikom, podołać nieskończonej ilości wszelkiego rodzaju potrzeb, z których niektóre stanowiły o możności dalszego prowadzenia walki, narzucając bezwzględną alternatywę: wytwarzać lub kapitulować

II. Jeszcze większym, jeszcze więcej godnym nagrody był wysiłek chemiczny Francji. Rozpoczęty pojedynek nastręczał olbrzymie trudności, które nieprzyjaciele uważali za niepokonalne.

Jeżeli z jednej strony nieocenioną przewagę dawało nam panowanie nad morzem, zbyt skutecznie zresztą zwalczane przez wojnę podmorską, to z drugiej strony nasze najbardziej bogate i przemysłowe obwody były w ręku nieprzyjaciela. Nasz przemysł chemiczny był bardzo skromny w stosunku do niemieckiego. Kilka gałęzi nadzwyczajnej wagi nie istniało zupełnie (płynny chlor, brom i t. d.); należało je całkowicie stworzyć Wszystkie inne musiały być rozwinięte trzykrotnie, dziesięciokrotnie, stokrotnie. Dla

wszystkich tych zagadnień należało bezustannie czynić niezbędne i delikatne poszukiwania laboratoryjne, które miały uskutecznić nareszcie *in extremis* tak pożądaną, a nigdy nie zrealizowaną spójnię nauki i przemysłu.

Iloma chemikami rozporządzano dla tych potężnych zadań? Jak byli oni rozdzieleni? Przedwojenne statystyki wykazują we Francji 2500 chemików, w czem tysiąc starszych ponad 35 lat. Dalecy byliśmy od ilości 30.000 chemików niemieckich; i nawet przy najlepszych chęciach nie bylibyśmy w stanie przydzielić 200 chemików któremukolwiek z naszych uczonych, jak to miało miejsce w Niemczech. Z tych 2500 chemików podległo mobilizacji 1400. W końcu trzeciego roku wojny 800 zmobilizowanych miało przydziały w Służbie Prochów, w Materjale Wojennym i Przemyśle Prywatnym Obrony Narodowej; 400 było w wojsku, 200 padło na polu chwały.

W jaki sposób powstało to rozproszenie chemików francuskich? Zaskoczona przez wojnę Francja zachowała w zupełności zasadę organizacji przedwojennej, która widziała w każdym osobniku jedynie jednostkę walczącą, nie uwzględniając zupełnie jej wartości technicznej. Wskutek tego było nieraz niezmiernie trudno wydobyć dla naszych przemysłowców i uczonych reklamowanych przez nich chemików. Przemysłowcy byli częstokroć zmuszeni używać jako kierowników fabrykacji ludzi bez wystarczających wiadomości technicznych. Wypadek to pożałowania godny, gdyż nietylko że szwankowała częstokroć fabrykacja przemysłowa, lecz ponadto większość tych ludzi wróciła po wojnie do swych poprzednich zajęć, a tem samem ich doświadczenie przemysłowe, nabyte podczas kilkoletniej praktyki, jest stracone dla narodu; tymczasem przemysł wykorzystałby niewątpliwie podobny dorobek osiągnięty przez chemików, nawet młodych.

A jednak, pomimo że nasz przemysł chemiczny należało dopiero stwarzać, względnie całkowicie przebudowywać; pomimo wszelkich przeszkód ustawowych, praktyk lub zwyczajów przedawnionych; wobec coraz to nowych wymagań walki, której formy bezustannie się zmieniały; wobec okropnych działań podwodnych statków niemieckich, topiących nasze okręty i paraliżujących zaopatrywanie drogą morską; zwłaszcza wobec niesłychanego, nieprzewidzianego, a olbrzymiego i strasznego zagadnienia, narzuconego naszym chemikom przez barbarzyńców, rozpoczynających w sposób tak nikczemny wojnę gazową;—wobec tego wszystkiego potrafiliśmy stawić czoło olbrzymim potrzebom naszych armij i ludności cywilnej.

I w ten sposób mogliśmy trzymać się a wreszcie zwyciężyć. Jeżeli nasze „odrodzenie wojskowe" nad Marną jest kamieniem węgielnym zbawienia Francji, nie da się zaprzeczyć, że ten cud, za jaki go uważano, byłby bezskuteczny bez naszego „odrodzenia przemysłowego". Genjusz dowódców i bohaterstwo wojsk nie dałyby wyników, gdyby technicy nie dostarczali im w obfitości dział i amunicji. Przedstawmy sobie, dla ustalenia pojęć, jakie byłoby nasze położenie, gdybyśmy nie mogli wytrzymać wojny gazowej, gdybyśmy nie byli znaleźli środków ochronnych przed temi strasznemi substancjami, gdybyśmy wreszcie nie potrafili sami ich fabrykować, by przejść z naszej strony do działań zaczepnych, taktyka nieprzyjaciela byłaby niewątpliwie prosta: zapewniwszy sobie znaczne zapasy produktów trujących dla fal i dla pocisków, prawdopodobnie w połowie 1916 r. zaatakowałby on jednocześnie na wielkiej ilości odcinków, składając hekatomby setek tysięcy trupów. Wojna zostałaby zakończona dwa lata wcześniej wymordowaniem armij sprzymierzonych. Na samą tą myśl drżymy o Francję, o cywilizację, o przyszłość ludzkości!

W jaki sposób, jakim cudem zostało zażegnane to śmiertelne niebezpieczeństwo? W jaki sposób mogła być zorganizowana tak znaczna produkcja, niezbędna dla uratowania kraju? Odpowiedzmy na to otwarcie, porzućmy dawną manję spotwarzania siebie samych! Te wspaniałe rezultaty zawdzięczamy genjuszowi i sprężystości rasy, jej niewyczerpalnym zasobom intelektualnym, jej zdolnościom decyzji i improwizacji we wszystkich dziedzinach. Dajmy tylko Francuzom dobrą politykę, a właściwie postarajmy się by we Francji zajmowano się mniej polityką a więcej wykorzystaniem zawodowości i bogactw naturalnych, a wówczas kraj ten stanie na pierwszem miejscu nie tylko pod względem gorącej szlachetności serca i promieniowania myśli, lecz jednocześnie pod względem pomyślności przemysłowej, rolniczej i handlowej, odzyskując w ten sposób potęgę, która narzuca szacunek nawet najsilniejszym.

Tu odpowiemy na pytanie tak często nam stawiane. Jeżeli dziś jeszcze zbyt wielu Francuzów wykazuje brak zainteresowania się nauką i niewiarogodną ignorancję w sprawach naukowych, nie mniej jednak wciąż rośnie liczba tych, którzy po doświadczeniach wojennych widzą w nauce narzędzie podniesienia ekonomicznego kraju i rozwoju jego wpływów. Wiele dobrodusznych umysłów, dostrzegających jak wielką część zwycięstwa zawdzięczać należy naszym uczonym, lecz zachowujących jednocześnie rozpowszechnione przed wojną mniemanie o bezwzględnej

przewadze nauki niemieckiej, zapytuje się z chełpliwą ciekawością w jaki to sposób mogło stać się, że nauka francuska, a zwłaszcza chemja francuska, okrzyczana jako niższa od chemji niemieckiej, mogła stworzyć tak wielkie rzeczy, zaszachować, a wreszcie osiągnąć przewagę nad swoją rywalką. Odpowiedź jest całkiem prosta,

Poza atmosferą duchową, swoistą stanowi wojny i poza podnietą umysłową z niej wypływającą, uczeni francuscy, a zwłaszcza chemicy, mieli do swego rozporządzenia w celu współpracy dla zwycięstwa takie środki, jakich żaden z nich nie znał przed wojną; przy tej sposobności dodamy, że uczeni niemieccy, o wiele liczniejsi, środki te, znacznie zresztą rozszerzone podczas wojny, już posiadali dla kontynuowania swych prac z czasów pokojowych. Oto rozwiązanie zagadki. Nauka nie zajmowała we Francji takiego miejsca, jakie należało się jej ze względu na rolę odgrywaną w nowożytnych społeczeństwach, podczas gdy w Niemczech była ona przedmiotem troski władz publicznych i klas kierujących. Dopiero trzeba było olbrzymiej grozy niebezpieczeństwa narodowego, ażeby kraj zwrócił się nagle ku swym uczonym i zażądał od nich pośpiesznego naprawienia wyników wiekowego niedbalstwa. Jeszcze raz nauka francuska podołała nadzwyczaj trudnemu, narzuconemu jej zadaniu: lecz jakie niepokoje, jakie nadmiary obaw, w związku z ogólną trwogą, ściskały częstokroć serca pracowników w laboratorjach i fabrykach, tych polach bitew techników! Za wszelką cenę należało bezzwłocznie produkować, a tymczasem w wielu wypadkach gubiono się jeszcze w ciemnych zgadywaniach przedwstępnych. I wówczas zdarzało się, że szczęśliwe natchnienie pod ostrzem konieczności przyśpieszało rozwiązanie. Taka lub inna nowa amunicja, ten lub inny nowy gaz, bezustannie reklamowane przez dowództwo dla mającej nastąpić wkrótce ofensywy, mogły być ostatecznie wytworzone i na czas wysłane do armji! Jakiemi wzruszeniami, jakiemi nadziejami drgały wówczas nasze dusze!

III. *a)* Jest niewątpliwe, że takie sukcesy, odniesione w takich warunkach, dają nam dowody własnej siły, lecz czy mógłby kto zaprzeczać niebezpieczeństwu, na jakie narażony był naród, czy ośmieliłby się kto jeszcze raz ryzykować powtórzenie tego stanu rzeczy, kto chciałby ponownie narazić samo istnienie Francji? Przewidzieć wydarzenia i być gotowym do stawienia im czoła — oto mądrość, oto obowiązek względem Ojczyzny.

Zatrzymajmy się jeszcze raz nad tym zagadnieniem obrony narodowej; zastanówmy się czy nie będzie przesadnem przewidywanie w przyszłości trudnej do określenia, lecz niekoniecznie

odległej, możliwości nowego napadu germańskiego? Jest widocznem, że Niemcy nie godzą się z przegraną i że główną troską ich jest odwet. Militaryzm pruski ukrywa się w oczekiwaniu swojej godziny; ogień żarzy się pod popiołami. Ponadto sytuacja światowa jest wciąż pełna zamętu i stworzenie stałej równowagi wydaje się jeszcze bardzo oddalonem. Gdyby wojna ponownie wybuchła, wówczas biada nieprzewidującym, biada niegotowym do walki, biada słabym!

Jedną z charakterystycznych cech ubiegłej wojny było wejście na scenę chemji; należy więc założyć, że następna wojna będzie wybitnie wojną chemiczną. I nie rozminiemy się z prawdą, twierdząc, że za Renem są już w toku nowe chemiczne studja wojenne. Kto zaś jest w stanie przepowiedzieć co wynajdzie genjusz zła? Być może okropne niespodzianki — o ile osłabnie nasza czujność, o ile spoczniemy bezpiecznie na laurach. Chemiczne przygotowanie wojny narzuca się więc z całą stanowczością i będzie ono, według starego przysłowia, jednym ze środków jej uniknięcia. Niemcy nigdy nie zaatakowaliby Francji, któraby się im silną wydawała.

b) W przyszłej organizacji należy szeroko uwzględnić doświadczenie. Niech prawdziwi chemicy, chemicy oryginalnych poszukiwań, zajmą w niej odpowiednie miejsce i niech zdanie ich zawsze przeważa nad opinjami tych, dla których doświadczenie jest jedynie rzeczą pomocniczą.

Uznajemy wszyscy, że Służba Wojennego Materjału Chemicznego, utworzona w r. 1915 dla studjów i fabrykacji gazów trujących i aparatów ochronnych, dała bezwzględnie dobre rezultaty pod światłem kierownictwem generała Ozila.

Pamięć tej organizacji, która wykazała się tak doskonale, powinna być zachowana, a duch liberalny ją ożywiający, powinien przeniknąć i inne służby, a zwłaszcza służbę prochów i materjałów wybuchowych. Położyliśmy już poprzednio nacisk (część I-sza, rozdział II) na wagę zadania, wykonanego z pełnym powodzeniem przez Służbę Prochów i Materjałów Wybuchowych pod wysokim wpływem tak znakomitego człowieka, jak generalny kontroler Mauclére; to też łatwo będzie nam dokonać obowiązku wypowiedzenia tu paru uwag.

Jest rzeczą pożałowania godną, że ważne posterunki techniczne w wielkich zakładach były zajmowane przez kierowników bez przeszłości naukowej, bez doświadczenia i bez autorytetu. Czyż nie było to sprzeczne z dobremi wynikami prób i fabrykacji, nie mówiąc już o rażącej sytuacji, gdy się widziało w niejednej prochowni tego

lub innego znanego chemika pod rozkazami jakiegoś młodego inżyniera prochów, nie posiadającego ani części jego nauki i doj rzałości? Czyż nie należało odwrócić roli, choćby nawet wypadło dać regulaminowe odznaki tym, którzy ich nie posiadali? Zarówno sprawa ogólna, jak i dobrze zrozumiany interes korpusu inżynierów prochów zyskałyby na tem, gdyby organizacja ta nieco się przewietrzyła , gdyby otwierała swe drzwi z mniejszym niedowierzaniem i gdyby prędzej pozbyła się podejrzeń co do kompetencji technicznych pracowników rekrutowanych poza nią *).

Ponadto logika wymagałaby, żeby przyszli inżynierowie prochów zmuszeni byli odbywać kilkoletnią praktykę w laboratorjach poszukiwań ogólnych przed rozpoczęciem specjalizacji w dziedzinie materjałów wybuchowych. Takowe są, w ogromnej swej większości, ciałami organicznemi, a tymczasem pomiędzy wszystkiemi ciałami chemji węgla istnieje tak ścisły związek, że studjowanie jednych przy jednoczesnem pominięciu innych jest niczem innem jak rozmyślnem ograniczeniem własnych horyzontów, pozbawieniem się twórczego światła ogólnych pojęć, bez których wszelka praca skazana jest na bezpłodność **).

Sądzimy zresztą, że czas już na stworzenie prawdziwego korpusu chemików wojskowych. Zawierałby zarówno szeregowych jak i oficerów, zarówno zawodowych jak i rezerwowych. Oficerowie powinniby posiadać wiadomości chemiczne bardzo poważne i dać dowody samodzielności w poszukiwaniach laboratoryjnych. Uzupełnianie oficerów zawodowych odbywałoby się na warunkach specjalnego konkursu; stworzonoby konkurs i dla oficerów rezerwowych, stosując względem doktorów chemji, docentów chemji i absolwentów szkół chemicznych statut analogiczny jak dla wychowanków wielkich szkół technicznych: otrzymywaliby oni stopień po zadośćuczynieniu wymogom prawnym odnośnie służby wojskowej i uzupełnieniu swych wiadomości fachowych praktyką w laboratorjach, fabrykach lub służbie walczącej.

---

*) Zacytujemy tu następujący wypadek. Pewien chemik, zajmujący wysokie stanowisko naukowe, otrzymał na początku wojny pozwolenie prowadzenia dalszych studjów w Centralnem Laboratorjum Prochów. Przed upływem dwóch miesięcy jednak był on zmuszony porzucić ten zakład, gdzie odnoszono się do niego z niewytłomaczalną nieufnością i z widoczną chęcią paraliżowania jego wysiłków.

**) Nie należy do nas dyskutowanie sprawy państwowego monopolu materjałów wybuchowych, która może stać się życiową wobec przedstawionej tu wadliwej sytuacji.

B. POKÓJ.

Jeżeli rola nauki w dziele wojny staje się coraz bardziej zasadniczą, to zadania jej są nie mniej podstawowe i w dziele pokoju. Tutaj również chemja odgrywa główną rolę. Najlepiej zrobimy, gdy dla poparcia tej prawdy odtworzymy tutaj piękną stronicę, napisaną przeszło 15 lat temu przez profesora Paterno z Rzymu *).

„Gdyby pomyślne okoliczności pozwoliły mi zrobić szybką ocenę wpływów, wywieranych przez nowe kierunki nauki na życie i postęp ludzkości, łatwo byłoby mi dowieść, że w głębokiej przemianie społeczności wpływ chemji jest dominujący. Że sąd ten nie ma w sobie nic przesadnego, że zdanie moje nie jest oparte na częściowem badaniu rzeczy, uzna to każdy, kto wie, że wytwórczość pól, w całej rozciągłości swego problematu, jest jedynie bezustannem stosowaniem praw i odkryć chemji; że wszystkie zagadnienia hygjeny powszechnej mają swego stałego pomocnika w chemji; że ażeby stać się pewnem i racjonalnem, odżywianie potrzebuje na każdym kroku chemji; że terapeutyka i klinika zawdzięczają swój obecny rozwój *odkryciom* i metodom chemicznym; że żaden przemysł nie mógłby obyć się bez chemji przy badaniu surowców i przemianie ich na produkty handlowe.

Badania chemiczne cementów i materjałów budowlanych oraz odkrycie nowych materjałów wybuchowych umożliwiły wykonanie prac, o jakieby się dawniej nie pokuszono... Z odkryć chemji korzystają tysiącznemi sposobami sztuki piękne i sztuki ornamentacyjne, a nawet tak kapryśna w swych przejawach moda znajduje w chemji niewyczerpalne źródło nowości tkanin i rozmaitości oraz wspaniałości barw.

Społeczeństwo jest dziś tak zorganizowane, że nawet powietrze, którem oddychamy, woda, która gasi nasze pragnienie, nasz pokarm codzienny, naczynia gospodarstwa domowego, oświetlenie, opał, ubranie, zabiegi przeciw chorobom i ich leczenie, wszystko to stanowi przedmiot badań chemika. To głębokie przeniknięcie chemji do wszystkich części tak olbrzymiego i tak skomplikowanego organizmu nowoczesnego społeczeństwa, wywołując rozwój przemysłu chemicznego, powinno uczynić z tej nauki główny czynnik gospodarki państwowej i obfite źródło pomyślności. Przewidywanie to urzeczywistniło się, i można dziś zapewnić, że wszędzie, gdzie przemysł chemiczny osiągnął wyższy stopień rozwoju, spotykamy największą zamożność i dobrobyt".

*) Międzynarodowy kongres chemji stosowanej. (Rzym, 1906).

Dodając komentarze, moglibyśmy tylko osłabić przekonywującą siłę tego obrazu, tak zadziwiającego swą dokładnością. Wykazuje on nam ze świetną jasnością jak życie jednostek i zbiorowości głęboko jest przesiąknięte zastosowaniami chemji. Biada ludom, które nie będą uprawiały tej nauki i które nie będą wykorzystywały sposobami naukowemi bogactw swej gleby i podglebia. Hołdownicy zagranicy, która będzie ich trzymała na swojej łasce, pozostaną biednymi i słabymi.

Naród musi być potężny nauką, albo będzie musiał się zgodzić na kuratelę narodów, posiadających organizację naukową.

Uwagi te, nazajutrz po strasznym kataklizmie, narzucają się ze wzmożoną siłą patrjotyzmowi każdego jasnowidzącego umysłu. Francja wciąż trwa, zwycięska i okryta nieśmiertelną chwałą, lecz okrwawiona, wyczerpana i zrujnowana. Podniesienie ekonomiczne narodu jest możliwe jedynie przez wzrost pracowitości i polepszenie wydajności pracy. Jeżeli suma pracy zależy od dobrej woli i poczucia obowiązku każdego, to zwiększenie jej wydajności może być jedynie wynikiem wysiłku naukowego. Od nauki właśnie, w znacznej mierze od chemji, kraj oczekuje płodności pracy, pomyślności, bogactwa. W tem świetle pokojowe zadanie chemików wydaje się tak samo wielkie jak niedawne ich zadanie wojenne. Zwłaszcza wielkie, jeżeli chcemy by nie zmarnowało się poświęcenie naszych niezliczonych bohaterów poległych za Ojczyznę żywą i kwitnącą, a nasza stara cywilizacja grecko-łacińska nadal promieniowała na cały świat. Również wielką jest ich odpowiedzialność przed pokoleniami przyszłości, którym należy przekazać, pomimo zamętu, nienaruszoną, świętą pochodnię naszego nieśmiertelnego Lavoisier'go, tak wysoko trzymaną przez Berthollet'go, Prousta, Gay-Lussaca, Chevreula, Dulong'a, Dumas'a, Laurent'a, Gerhardt'a, Wurtza, Pasteura, Berthelot, Sainte-Claire-Deville'a, Friedela, Curie, Moissana, jeżeli wymienić tylko największych.

Dla nas, chemików, wojna trwa i nawet może ostrzejsza niż kiedykolwiek. W okropnym zamęcie, pomimo oddawna zapewnionej przewagi organizacji i wyposażenia nieprzyjaciela, udało się nam przy pomocy środków improwizowanych, niejako pod działami, powstrzymać go a następnie pognębić. Jednak na przyszłość prowizorjum musi być zastąpione przez stały ustrój. Idzie o odbudowę kraju i o stworzenie potężnego i bogatego narodu: patrzeć daleko i szeroko, ażeby zbudować gmach o trwałych fundamentach — to wydaje nam się nieodłącznym warunkiem przyszłości, odpowiadającej historycznemu zadaniu Francji.

Jest rzeczą wielkiego pośpiechu zorganizowanie i wyposażenie chemji na rozpoczynającą się bitwę naukową i przemysłową. Czy należy nadmieniać, że wszystkie kraje zajmują się tem samem? Anglja, Stany Zjednoczone, Włochy, Japonja, starają się popierać i zachęcać nauki, a zwłaszcza chemję; wszędzie zakładają szkoły i instytuty chemiczne, laboratorja poszukiwań; wszędzie reorganizują rolnictwo i przemysł na podstawach naukowych, wśród których chemja trzyma pierwsze miejsce. Ruch naukowy stał się powszechnym. Z czasem opanuje on świat.

Już zjawiają się we Francji szczęśliwe objawy, które usuwają, wprawdzie późno, dawniejsze błędy. Niewątpliwie doskonałym zwiastunem jest podniesienie uposażenia uniwersyteckiego, w przeciwnym bowiem razie uniwersytet byłby śmiertelnie dotknięty masową ucieczką ku mniej wdzięcznym zawodom. Lecz niedbalstwo i brak przewidywania zbyt długo były regułą; zło ma głębokie korzenie, wyrwa jest wielka i dla jej zapełnienia trzeba będzie czasu, wytrwałości i energji. Należy oddziaływać zarówno na ducha mas, jak i kierowników. Należy przedsięwziąć całą wyprawę krzyżową; od niej zależy zbawienie kraju.

W dalszych rozdziałach, po wyjaśnieniu już zagadnienia w głównych zarysach, postaramy się je przedyskutować i poddać pewne rozwiązania. Wydaje się nam, że różnorodne kwestje mogą się zbiegać do dwóch głównych: z jednej strony do uzupełniania chemików i wykształcenia chemicznego, a z drugiej strony do poszukiwań naukowych i zastosowań nauki.

ROZDZIAŁ II.

Uzupełnianie chemików.

W jaki sposób staje się chemikiem we Francji? Jaką drogą pod jakiemi wpływami rozpoczyna się karjerę?

Zagadnienie to tworzy część ściśle związanej całości; w ogólności należałoby się zapytać w jaki sposób rodzą się we Francji powołania naukowe. Zagadnienie to, bardzo żywotne, będzie przestudjowane nieco dalej (w 4-tej części). Narazie ograniczmy się do skonstatowania, że w naszem szkolnictwie, w naszem społeczeństwie współczesnem, panują przedewszystkiem tradycje literackie. Mało odczuwamy naogół powołania do nauk, przynajmniej do nauk doświadczalnych. Honorowaną jest jedynie czysta matematyka i Szkoła Politechniczna, gdzie zajmuje ona dominujące miejsce, przyciąga do siebie całą nieomal elitę klas naszych liceum i kolegjum. Chemja zwłaszcza cierpi przy tym stanie rzeczy. Odnośnie do niej narzucają się reformy zarówno w kolegjum, jak i w wyższem szkolnictwie.

A. NAUKI W KOLEGJUM.

Jak tam uczą chemji?

I. Dziecko przybywa do kolegjum. W jaki sposób wyrabia sobie ono upodobania naukowe? Można powiedzieć, że zupełnie na chybił trafił i ponadto wbrew najróżniejszym przeszkodom.

Podboje nauki i przemysłu niewątpliwie wzbudzałyby jego zaciekawienie; nie dba się jednak o to pod pozorem, że niemożliwe jest podanie mu całkowitego obrazu metod i sposobów. Należy jednak zaznaczyć, że t. zw. „lekcje o rzeczach“ stanowią próbę godną poparcia i dalszego rozwinięcia.

W dalszym ciągu zastosowuje się do młodzieży „szkodliwe rozgradzanie", stwarzające ostatecznie, zanim zainteresowani mogliby przejawić swoją osobowość, barjerę, która nadal będzie stale dzieliła *literatów (filologów)* od *naukowców (realistów)*, tak jak gdyby nie było absurdalnem, żeby jakikolwiek historyk, nie wiedzący w jaki sposób działa telefon lub maszyna parowa, nie umiejący częstokroć poprawnie używać systemu metrycznego, chełpił się swoją całkowitą ignorancją. Jakiż pożytek osiągnęłyby zarówno nauki ścisłe jak i literackie przez dłuższe współżycie młodzieży w wieku gdy umysły się budzą i gdy dają się unosić raczej cudom współczesnej nauki i przemysłu niż systemom i dziecinnej nauce starożytnych! „Z jednej strony literaci zyskaliby nieco na dokładności w swych pomysłach, z drugiej zaś strony naukowcy spostrzegliby, że forma literacka nie tylko nadaje się do rozpowszechniania ich myśli, lecz ponadto, zmuszając do stawiania kwestji jasno i z metodą, pozwoliłaby im częstokroć odkryć, pomiędzy faktami naukowemi, niepodejrzewane dotychczas związki" *).

Czyż należy dodawać, że przy systemie przegradzania faworyzuje się przedewszystkiem nauki literackie, uważane jako jedynie godne znakomitych osób? Szkodliwy przesąd, wysoce dyskredytujący naukę i bardzo nadwyrężający uzupełnienia naukowe **)

II. Wejdźmy do klas nauk ścisłych i zobaczmy co dzieje się z chemją. Stwierdzamy, że nauka ta, uważana za pomocniczą, jest najczęściej poświęcana na korzyść innych. Godziny, przeznaczone na chemję, są wyliczone nadzwyczaj skąpo. Skądinąd, zazwyczaj jeden i ten sam profesor wykłada zarówno fizykę jak i chemję; a ponieważ jest przedewszystkiem fizykiem, przeto nie ma upodobania do chemji, która wymyka mu się w swych najbardziej pociągających i żywotnych przejawach. Wierny programowi, który częstokroć jest więcej winien niż sam profesor, wykłada on bez upodobania i przekonania archaiczny kurs metaloidów, mówi nieco o metalach i przemilcza całkowicie chemję organiczną, której bądź częściowo, bądź całkowicie nie zna. Dzieje się to siłą rzeczy. Piękny wykład wielkich praw i logicznego łańcucha teorji i faktów; doświadczenia rzeczywiście przekonywujące i zajmujące; kilka rzutów

*) Emil Belot, Biuletyn Towarzystwa Filomatycznego (1917).

**) Szkolnictwo średnie powinno, naszem zdaniem, mieć cel podwójny: 1° przygotować umysły do kształcenia się; 2° przedstawić uczniowi, który zazwyczaj poszukuje swojej drogi, dziedzinę wiedzy z punktu widzenia możliwie prostego i szerokiego. Trzeba więc ażeby to wykształcenie było bardzo ogólne, a zwłaszcza by każdy przedmiot był przedstawiony we właściwem świetle.

oka na najbardziej uderzające zastosowania w medycynie, rolnictwie i przemyśle; kilka poglądów filozoficznych na stosunek do innych nauk; kilka słów wreszcie natury historycznej, pozwalających wspomnieć o pewnym wynalazku, podkreślić jego ciekawą genezę, wymienić imię wielkiego uczonego, wykazać następstwa w dziedzinie nauki i zastosowań; te wszystkie rzeczy, które dodałyby godzinom chemji życia i ciekawości, nie mogą być wyłożone przez specjalistę fizyka tak, jak zostałyby podane przez równego mu wiedzą profesora chemji.

W rezultacie chemja ukazuje się oczom uczniów jako niestrawny zbiór dziwnych i mniej lub więcej pociesznych recept, jako nauka niezupełnie prawdziwa, gdyż żądająca, według otrzymanych wrażeń, przedewszystkiem wysiłku pamięci a nie logiki i wyobraźni.

Jak chcecie by na podobnym terenie mogły kiełkować upodobania? Oprócz narzucającej się konieczności rewizji osławionego programu z 1902 r. w kierunku jego odmłodzenia i przystosowania, czyż prosty zmysł rzeczy nie wymaga, by chemja była wykładana przez chemików? Ciągle żądamy stworzenia prawdziwych katedr chemji, gdzie profesor będzie mógł całkowicie oddać się swojemu przedmiotowi. Żądamy stworzenia specjalnej instytucji docentury chemji. Tytuł docenta chemji powinien być nadawany po egzaminie, zawierającym prace z chemji i fizyki. Przy egzaminie trzeba będzie żądać głębszych wiadomości z chemji ogólnej, chemji mineralnej i z chemji organicznej. Egzamin z fizyki powinien być zorjentowany w kierunku doświadczalnym: spektroskop i kalorymetr potrzebniejsze są dla chemika niż elektromagnetyczna teorja światła.

Stworzenie katedr chemji, utworzenie instytucji specjalnej docentury chemji (pociągającej za sobą konieczność stworzenia stanowisk inspektorów ogólnych chemji), wreszcie rewizja programów— wydają się nam reformami wagi zasadniczej i nader pilnemi, od urzeczywistnienia których zależy w wysokim stopniu przyszłość chemji francuskiej. Bardzo pragnęlibyśmy, by przestudjowane zostały one niezwłocznie. W oczekiwaniu na nominacje docentów chemji, katedry chemji mogłyby być obsadzane przez doktorów nauk *), którzy przedstawili temat z chemji, bądź przez licencjatów nauk **) specjalizujących się w kierunku studjów chemicznych.

*) Docteurs ès-sciences.
**) Licenciés ès-sciences.

Zamykając te uwagi odnoszące się do chemji w kolegjum, zgódźmy się na to, że jeżeli rzadkie i przeciętne lekcje chemji skłaniały jednakże niektórych uczniów do stania się chemikami, to stoimy tu wobec faktów prawdziwego i nieprzepartego powołania. Na szczęście spotykamy takich i to nie najmniej godnych poparcia; lecz dużo umysłów, w których mogłoby się zrodzić zamiłowanie do chemji, i które mogłyby tam dokonać głębokiego dzieła, nazawsze dla niej przepadły.

B. CHEMJA W SZKOLNICTWIE WYŻSZEM.

Wydział nauk. *)

I. Na głównych wydziałach, oprócz przedmiotu chemji, wymaganego do licencjatu i docentury nauk fizycznych, istnieje instytut chemiczny, skąd dobrzy uczniowie wychodzą z dyplomem inżyniera-chemika.

a) Do instytutu chemicznego zazwyczaj wstępuje się na podstawie specjalnego egzaminu konkursowego z elementarnego kursu matematyki, fizyki i chemji. Jeżeli nie ma wątpliwości, że w ten sposób rekrutuje się dobrych, a nawet nieraz doskonałych słuchaczów, nie da się jednak zaprzeczyć, że zbyt niski poziom wymagań egzaminacyjnych, otwiera zbyt często drzwi dla umysłów przeciętnych, które widzą przed sobą zamknięte inne drogi karjery wskutek nieotrzymania matury. Zapewniają nas, że wobec zwiększenia się ilości kandydatów wybór się polepszy; gorąco tego życzymy.

Jakie miejsce zajmuje chemja na odpowiednich wydziałach i jak jest wykładana? Należy uznać, że od dwudziestu pięciu lat dokonano wszędzie poważnych wysiłków. Istnieją naogół liczne katedry chemji, a z nich cały szereg wsławił się poważnemi odkryciami.

W Paryżu mamy osiem katedr chemji: dwie chemji mineralnej, jedną chemji organicznej, jedną chemji przemysłowej, jedną chemji biologicznej, jedną chemji fizycznej, dwie do przygotowania na świadectwo z ukończenia nauk fizycznych, chemicznych i przyrodniczych **), nie licząc licznych kursów dodatkowych.

*) Faculté des sciences.

**) Certificat des sciences Physiques, Chimiques et Naturelles (P. C, N.),

Chemja organiczna, której obszerna dziedzina rozszerza się szybko i bezustanie zarówno w kierunku nauki czystej, jak i nauki stosowanej, nie zajmuje naogół należnego jej miejsca; jedna tylko katedra chemji organicznej na Sorbonie jest stanowczo niewystarczająca, większość zaś wydziałów okręgowych nie posiada nawet takiej jedynej katedry. Wynika z tego, że nauka chemji organicznej jest bardzo niezupełna. Już nie tylko przemilcza się wielkie rozdziały, jak terpeny i alkaloidy, lecz nawet wyłożenie ogólnych metod syntezy i rozszczepienia odbywa się zbyt pośpiesznie, zbyt powierzchownie. Ileż to zatracono pięknych okazyj zainteresowania słuchacza wykazaniem tego pokrewieństwa funkcji, tego logicznego łańcucha faktów, tej żyzności metody syntetycznej, tej możności przewidywania prawie w nieskończoność reakcyj i nowych ciał, dzięki potędze tego wspaniałego narzędzia, jakiem stała się teorja atomiczna *)!

Należy żałować, że chemja organiczna, tak pociągająca swemi teorjami i zastosowaniami swych niezliczonych związków, jest wciąż traktowana w naszem szkolnictwie jak osoba niedorosła; położenie tej chemji różni się zasadniczo od jej sytuacji w Niemczech, gdzie na większości uniwersytetów chemja organiczna jest nauczana pod każdym względem wzorowo. Jest to wielkiem szczęściem, że pomimo pożałowania godnego położenia chemji organicznej we Francji, znalazła się garść utalentowanych chemików, poświęcających się jej badaniom; w braku tej okoliczności, być może przypadkowej, wojna gazowa (tu drżymy na samą myśl) stałaby się dla nas katastrofą!

Chemja jest nauką wybitnie doświadczalną i powinno się ją poznawać przedewszystkiem w laboratorjach. Zupełnie słusznie większa część czasu w instytutach chemicznych poświęcona jest zajęciom praktycznym. To możemy tylko pochwalić i życzyć, aby cały personel kształcący: asystenci, kierownicy zajęć, wykładowcy, profesorzy, przejmowali się coraz bardziej poczuciem obowiązku i całej swej odpowiedzialności

b) Zupełnie słusznie stworzono różne licencjaty: chemji ogólnej, chemji fizycznej, chemji stosowanej, chemji biologicznej i t. d. Najbardziej ważnym jest bez zaprzeczenia licencjat chemji ogólnej, który jedynie może świadczyć o poważnej znajomości zjawisk

*) Żałować należy, że wprowadzenie teorji atomicznej do naszych zakładów szkolnych odbyło się tak późno. Powrócimy jeszcze do tej sprawy (Część 3-a, rozdział IV).

chemicznych. W przeciwieństwie do świadectwa licencyjnego z fizyki ogólnej, które naogół bardzo trudno otrzymać, świadectwo z chemji ogólnej otrzymuje się częstokroć zbyt łatwo, tak, że należy życzyć wzmożenia trudności egzaminacyjnych.

W obecnym stanie rzeczy, kandydat na stopień doktora nauk fizycznych (doktorat państwowy, dający prawo do profesury) musi wykazać się świadectwem z fizyki ogólnej, jeżeli nawet oryginalne prace głównego tematu należą do dziedziny chemji. Przygotowanie do tego świadectwa wymaga bardzo daleko posuniętych wiadomości matematycznych, przytem termodynamika zwłaszcza przedstawia się pod postacią długiego szeregu równań różniczkowych. Z tego wynika, że nasz chemik, przyszły profesor wydziału, jest zmuszony, przed oddaniem się swej wybranej nauce, poświęcić dwa lub trzy lata studjowaniu całego szerego przedmiotów niewątpliwie bardzo ciekawych, które jednakże w następstwie okażą się bezużyteczne i których większą część szybko zapomni. Czy chcemy przez to powiedzieć, że chemik może się obyć bez poważnych wiadomości z fizyki? Podobna myśl jest daleką od nas; sądzimy właśnie przeciwnie, że chemik powinien być mocno przesiąknięty fizyką. Dopiero wtedy będzie mógł patrzeć otwarcie i szeroko gdy posiądzie głębokie odczucie zjawisk fizycznych, dokładne i jasne poglądy na różne formy energji, ich równoważność i wzajemne przemiany. Dla prowadzenia owych badań musi przedewszystkiem umieć dokładnie mierzyć, a ponadto umieć dobrze manipulować aparatami fizycznemi, używanemi w laboratorjach chemji.

Lecz dla osiągnięcia tych wiadomości teoretycznych i praktycznych czyż jest koniecznem, by ślęczał on całemi latami nad systemami elektromagnetycznemi i teorjami falistemi, gdzie główną bronią jest wyższy rachunek matematyczny?*) Tego się nie da podtrzymać, a troska o przyszłość chemji francuskiej żąda stworzenia specjalnego świadectwa z fizyki, zrównanego ze świadectwem z fizyki ogólnej, dla chemików kandydatów doktoratu nauk.

---

*) Możnaby, skądinąd, sporo powiedzieć o nadużywaniu matematyki przy studjach nauk doświadczalnych. Zbyt wielu upojonych walcem algebraicznym i zahypnotyzowanych całkami, ma dążność do poddawania się rezultatom swego wysiłku badawczego, nie starając się nawet poddać je kontroli doświadczenia, ani nawet zdrowego zmysłu. Tracą oni w ten sposób przyzwyczajenie zastanawiania się nad samą istotą rzeczy, jedynym trwałym punktem oporu dla badań naukowych.

Egzaminy na te nowe świadectwa powinny obejmować rozwinięty i wzmocniony program fizyki elementarnej (hydrostatyka, fizyka cząsteczkowa, elektryczność, optyka i t. d.), którą stale się stosuje w laboratorjach chemicznych, a która ulega zbytniemu zaniedbaniu od czasów matury, oraz pewne pojęcia z programu świadectwa fizyki ogólnej (termodynamika, teorja potencjału, optyka fizyczna i t. d.), wszystko to ujęte przy pomocy matematyki elementarnej, ewentualnie z zastosowaniem zasadniczych pojęć rachunku różniczkowego i całkowego. Oprócz egzaminów pisemnych i ustnych, które mają wykazać, że słuchacz rzeczywiście rozumie zjawiska fizyczne, należałoby zaprowadzić bardzo poważne egzaminy praktyczne z manipulacji, w których każdy dobry chemik musi być biegłym (mierzenia gęstości płynów i parów, kryoskopji, analizy termicznej, kalorymetrji, elektrochemji, spektroskopji, spektrografji, refraktometrji, polarymetrji, krystalografji i t. d.). Zdanie egzaminu na to świadectwo, które możnaby nazwać świadectwem „z fizyki doświadczalnej i chemji fizycznej", byłoby niewątpliwie tak samo, albo i więcej trudne jak na świadectwo z fizyki ogólnej; lecz przynajmniej posiadalibyśmy pewność, że wysiłek odpowiadał swemu przedmiotowi, a wówczas nie zobaczymy więcej w naszych laboratorjach ekonomicznych młodych licencjatów, niewątpliwie posiadających doskonale wielkie teorje elektryczności i światła, lecz nie umiejących zmierzyć jonizacji danego roztworu solnego lub uregulować spektroskopu.

Reasumując, z powyższej dyskusji wynika, że chemicy, kandydaci doktoratu nauk, powinni osiągnąć trzy następujące świadectwa: matematyki ogólnej, fizyki doświadczalnej i chemji fizycznej, chemji ogólnej. Świadectwo z fizyki doświadczalnej i chemji fizycznej należałoby dopiero stworzyć. Dla świadectwa z matematyki ogólnej należałoby zorjentować program możliwie w kierunku zastosowań fizyki a zwłaszcza chemji fizycznej.

III. Zdarza się niekiedy, że młody człowiek jest tak od dzieciństwa zamiłowany w nauce, że oddaje się jej całkowicie, zaniedbując nawet maturę, której przygotowywanie wydaje mu się czasem straconym. Zaraz po przybyciu do instytutu chemicznego zwraca on uwagę swoich przełożonych, jako wybitna jednostka. Jest on hojnie wspomagany i wreszcie, po otrzymaniu dyplomu inżyniera-chemika, wstępuje jako asystent do laboratorjum jednego z profesorów. Ten ostatni szybko spostrzega jego zdolności do badań naukowych i przyjmuje go za współpracownika. Lecz niestety! nie jest on maturzystą, a bez klasycznego perganinu niema możliwości karjery uniwersyteckiej; niema

przyszłości. I oto nasz młody człowiek, który już zwrócił uwagę swemi pracami pełnemi oryginalności, zostaje zamknięty w zakamarku. Czy dobrze zrozumiany interes ogólny nie wymagałby, żeby stał się on oficjalnie jednym z mistrzów uniwersytetu? Co jest warte świadectwo maturzysty, lub nawet licencjata wobec odkryć naukowych? Widzimy, że narzuca się tu konieczność dyspensy, otwierającej wyjątkowo drogę do karjery.

Pośpieszmy dodać, że takie ułatwienie powinno być nadane jedynie z całą świadomością, po uważnem zbadaniu każdorazowego wypadku. Możnaby stworzyć w tym celu specjalną komisję, która brałaby w rachubę dyplomy inżynierów-chemików z instytutów chemicznych (i dyplomy wielkich szkół) pod względem ich możliwej równowartości odnośnie świadectw licencjatu, i która osądzałaby nadewszystko oryginalne prace kandydata. Przyciągniętoby w ten sposób do czystej nauki umysły prawdziwie zamiłowane, z wielką korzyścią dla nauki i dla kraju. Wobec braku młodych ludzi we Francji po wojnie tak morderczej i wobec słabej naszej rozrodczości należy uważać, aby żadne prawdziwie naukowe powołanie nie zostało stracone; a w tym celu nie wystarczy tylko dać mu się wykluć, należy jeszcze uważać, by raz zrodzone, nie zostało zduszone.

B. Wydziały medyczne. — Wydziały farmaceutyczne.

I. Chemja jest jedną z nauk, na których opiera się medycyna, a żaden lekarz nie może dziś nie znać budowy tkanek, płynów i gazów organizmu, wzajemnych reakcyj różnych istotnych składników w stanie fizjologicznym i patologicznym, stosunków chemicznych organizmu ze środowiskiem otaczającem, czynników terapeutycznych natury chemicznej i t. d.

Wiadomości z chemji ogólnej, zarówno jak z fizyki ogólnej i nauk przyrodniczych, wykładane są przyszłym lekarzom już od dwudziestu pięciu lat na wydziale nauk (P. C. N.), na samym zaś wydziale medycznym wykładana jest jedynie chemja medyczna. Nauka ta, zresztą bardzo obszerna, znajduje się w pełnym rozwoju.

Szkoła francuska zalicza do swych aktywów bardzo poważne prace. A jednak chemja medyczna mało jest popierana we Francji, podczas gdy w Niemczech do wielkich katedr medycyny przywiązana jest kompletna służba chemiczna.

Musimy tu ponadto podkreślić niepewność położenia docentów, mianowanych na okres dziewięcioletni, po upływie którego

wydział ma prawo nie korzystać z usług docenta, który nie otrzymał katedry.

II. Farmaceutyka była kolebką chemji. Prawie cała jej dziedzina należy do chemji i rzeczywiście, wydziały farmaceutyczne są przedewszystkiem szkołami chemji.

Uczą tam chemji pod różnemi kątami widzenia pożytku zawodowego (chemja farmaceutyczna, chemja analityczna, chemja biologiczna, toksykologja, hydrologja, hygjena); duża część czasu poświęcana jest zajęciom praktycznym. Większość słuchaczów kieruje się na aptekarzy, jednak dużo zamierza się poświęcić nauce i przemysłowi.

Wydziały farmaceutyczne zawsze wydawały dobrych chemików. Oprócz profesorów, zazwyczaj znanych uczonych, między którymi było kilka znakomitości, należy wyróżnić korpus farmaceutów szpitali paryskich, którym chemja zawdzięcza wybitne prace.

Docenci wydziału farmaceutycznego są mianowani na dziesięć lat a położenie ich jest jeszcze mniej pewne, niż docentów wydziału medycznego. Jeżeli bowiem ci ostatni mają ostatecznie możność wykonywania praktyki lekarskiej podczas swojej docentury, to z trudem tylko możemy sobie wyobrazić docenta farmaceutyki, utrzymującego pracownię aptekarską. Należy się więc dziwić, że w tych warunkach, pod groźbą miecza Demoklesa, spotykamy jeszcze kandydatów na docenturę wydziałów farmaceutycznych. Tylko ludzie o silnem powołaniu ośmielają się stawić czoło takim przeciwnościom. Narzuca się wprost stałość docentury.

C. *Szkoła Fizyki i Chemji Przemysłowej Miasta Paryża.*

Utworzona w r. 1878, szkoła ta nie przestawała kształcić fizyków i chemików rzeczywiście zdolnych do wykonywania zadań przemysłowych, którym się poświęcali.

Po ukończeniu szkoły otrzymuje się dyplom inżyniera. Przyjmowanie odbywa się w drodze egzaminu konkursowego; kandydaci muszą być paryżanami. Główne egzaminy są z matematyki, fizyki i chemji, z zakresu szkół średnich.

Kurs jest trzyletni. Wszyscy słuchacze, zarówno przyszli fizycy, jak i chemicy, przechodzą wspólny kurs matematyki, fizyki i chemji, o zakresie nieco wyższym, niż na świadectwo licencjatu. Słuchacze pracują przynajmniej pięć godzin dziennie w laboratorjach; fizycy wykonywają więcej prac z fizyki niż chemicy, a ci ostatni więcej

prac z chemji niż fizycy. Praca nad szkłem, drzewem i metalami, rysunki techniczne i t. d. stanowią przedmiot specjalnych ćwiczeń. Wykłady przemysłowe i zwiedzanie fabryk pożytecznie dopełniają wyszkolenia.

Szkołę tę, najlepszą dla chemji we Francji, uważamy jako prawdziwy model. Chemicy zdobywają tam nie tylko wiedzę chemiczną, lecz ponadto osiągają bardzo poważne wiadomości z fizyki, tak niezbędne dla każdego dobrego chemika. Są bardzo poszukiwani przez przemysłowców, a ponadto wielu z nich zdobyło sobie poważanie w nauce i na uniwersytecie.

Należy żałować tylko, że ilość miejsc (trzydzieści), dostępnych corocznie dla konkursu, jest tak mała, i należy życzyć by projektowane powiększenie szkoły pozwoliło na zwiększenie ilości słuchaczów. Kształcenie jest bezpłatne (szkoła ma nawet stypendystów), tak, że nie dość byłoby słów pochwały dla miasta Paryża za tak szlachetną i skuteczną ofiarę finansową dla postępu nauki i przemysłu. Pan H. Le Chatelier proponował niedawno utworzenie wyższej państwowej szkoły chemji. Gdyby ten projekt został podjęty to pragniemy urzeczywistnienia go przez rozwój Szkoły Fizyki i Chemji Miasta Paryża.

D. Szkoła Chemji w Miluzie.

Początki tej szkoły sięgają roku 1822, lecz datą założenia jej, jako specjalnej szkoły chemji, jest rok 1866. Od samego początku przedmiotem metodycznym studjów były barwniki i stosowanie ich na tkaninach.

W r. 1871 rząd alzacko-lotaryński musiał zamknąć szkołę. Została ona uratowana przez grupę przemysłowców z Miluzy, którzy ufundowali poważne zapisy. I oto instytucja ta zaczęła pomyślnie rozwijać się pod nadzorem rady powoływanej przez Towarzystwo Przemysłowe Miluzy. Rozwój trwał bez przerwy, a sława szkoły wzrastała z roku na rok *).

Główną zasadą programu szkolnego jest danie przedewszystkiem mocnej podstawy wiadomości naukowych i zastosowania ich następnie w sposób racjonalny i głęboki do zagadnień przemysłowych. Główne miejsce, obok wykładów teoretycznych, zajmują ćwiczenia praktyczne w laboratorjum, których znaczenie jest uznawane jako zasadniczej wagi. Dzięki tej zasadzie szkoła cieszy się

*) Od 1880 do 1914 r. szkołą bez przerwy kierował profesor Emilio Noelting.

trwałem powodzeniem. Chemicy, opuszczający ją, są bardzo cenieni w przemyśle; wielu z nich doszło już do wybitnych stanowisk. Większość przechodziła dotychczas do przemysłu farbiarskiego, pewna ilość do fabryk barwników i do różnych innych rodzajów przemysłu chemicznego *).

Liczba słuchaczów, wynosząca 85 w r. 1914, przekracza już dzisiaj setkę; z małemi wyjątkami są to wszystko Francuzi. Wstęp do szkoły odbywa się na zasadzie matury; kandydaci jej nie posiadający muszą zdawać równoważny egzamin. Jeżeli, co jest prawdopodobne, ilość kandydatów jeszcze wzrośnie, będzie zaprowadzony egzamin wstępny konkursowy.

Kurs nauk jest trzyletni. Obejmuje on następujące przedmioty: fizykę i fizyko-chemję; chemję mineralną, organiczną i analityczną; specjalną chemję barwników; analizy przemysłowe; mineralogję; elementy prawa cywilnego, handlowego i przemysłowego; elementy przędzalnictwa i tkactwa. Ciekawem jest dodać, że po odbyciu wymaganych trzech lat studjów słuchacz ma prawo prowadzić w laboratorjach szkoły swe osobiste badania podczas czwartego a nawet piątego roku. W ten sposób w okresie 1881 do 1914 roku, wyszła ze szkoły w Miluzie wielka ilość prac oryginalnych, z których około stu przedstawiono na uniwersytetach, jako prace na doktorat **).

Historja Szkoły Chemji w Miluzie daje znakomity przykład wydajnej współpracy nauki i przemysłu. Każdego roku, od dziesięciu lat począwszy, dostarczała ona przemysłowi 25 do 30 chemików wyspecjalizowanych w studjach barwników i farbiarstwie. Znajdowała ona zawsze moralne i finansowe poparcie w Towarzystwie Przemysłowem Miluzy, które wiedziało dobrze co straciłoby, gdyby ta kolebka techników przestała istnieć. Mamy tu przykład godny naśladowania.

Wszyscy, którzy znają Wyższą Szkołę Chemji w Miluzie, wiedzą dobrze, że podczas 48 lat panowania niemieckiego stale

*) Wielu polaków studjowało w Miluzie w czasach polskiej emigracji naukowej. Istniało nawet „Towarzystwo Polaków w Miluzie". (Przypisek tłómacza).

**) Wszystkie tezy zostały przedstawione na uniwersytetach francuskich lub szwajcarskich, pomimo, że w pobliżu znajdował się uniwersytet w Strasburgu, pozornie najdogodniejszy. Powodem tego było, że Niemcy nigdy nie chcieli przyznać szkole w Miluzie, założonej przez Towarzystwo Przemysłowe i administrowanej przez nie oraz przez miasto, wymykającej się w ten sposób z pod ich bezpośredniego wpływu, praw uczelni wyższej. Pod tym względem przyszłość gotuje radykalną zmianą.

zachowywała tradycję francuską i alzacką. Językiem wykładowym do roku 1889 był język francuski, poczem został narzucony język niemiecki. Nie mniej jednak szkoła potrafiła zachować jasność metod francuskich i to niewątpliwie przyczyniło się do jej sukcesów nawet wobec samych Niemców.

Miluska szkoła chemji wyszła zwycięsko; jej duch, jej metody są doskonałe. Przywrócona Francji, będzie jej dawała coraz bardziej godnych uwagi techników.

E. Szkoła Politechniczna. — Wyższa Szkoła Normalna). — Centralna Szkoła Sztuk i Przetwórczości**). — Szkoła Górnicza. — Inne szkoły.*

I. *Szkoła Politechniczna* jest przedewszystkiem szkołą matematyczną. Wstępuje do niej cała elita z klas nauk ścisłych naszych liceów; wyszło z niej wielu wybitnych matematyków, a między nimi kilku o wielkich imionach. Należy żałować, że zbyt wielu politechników zachowuje zbyt matematyczny sposób myślenia, odwracający ich od rzeczywistości doświadczalnej, której obserwacja jest jednakże niezbędna, będąc zarówno punktem wyjściowym dla rachunku matematycznego, jak i sprawdzianem jego wyników. Tu rozumiemy dlaczego tak mało politechników poświęca się chemji, nauce przedewszystkiem doświadczalnej, a ponadto, dlaczego pomiędzy tymi, którzy się dla niej poświęcili, jest stosunkowo mało takich, których rezultaty pracy odpowiadałyby ich zdolnościom intelektualnym. Należałoby gorąco życzyć w interesie całego narodu, który więcej niż zwykle potrzebuje obecnie wszystkich swoich sił, ażeby program Szkoły Politechnicznej zostawił szerokie miejsce naukom doświadczalnym, a zwłaszcza chemji, gdzie wybitne umysły mają zapewnioną możność czynienia pięknych odkryć.

II. Narówni ze Szkołą Politechniczną *Wyższa Szkoła Normalna* jest wielką i znakomitą szkołą. Istnieje między niemi pewne powinowactwo, lecz i pewne różnice w dążeniach. Przy jednakowych warunkach wstępu (rozumie się dla sekcji nauk szkoły normalnej), program kursów nie jest w szkole normalnej jednakowy dla wszystkich słuchaczów, jak to ma miejsce w Szkole Politechnicznej.

---

*) Ecole Normale Supérieure.

**) Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

Idzie on w kierunku trzech specjalnych docentów: matematyki, fizyki i chemji, historji naturalnej. Nauki doświadczalne zajmują więc tu poważne miejsce. Nic więc dziwnego, że przy takich warunkach wstępu i przy takiem prowadzeniu nauki szkoła normalna produkuje bardzo dobrych chemików, zazwyczaj zdwojonych pewną ilością dobrych fizyków. Można zauważyć z pełnem zadowoleniem, że ilość normalistów, poświęcających się chemji, od dwudziestu lat stale, chociaż pomału wzrasta.

III. *Centralna Szkoła Sztuk i Przetwórczości* ma na celu stwarzanie inżynierów specjalnie dla przemysłu. Wstęp do szkoły uwarunkowany jest trudnym konkursem przeważnie z zakresu matematyki. Nauka tam podawana, dotycząca dziedzin techniki, opiera się na mocnych podstawach wiadomości ogólnych. Miejsce chemji jest tam stosunkowo szczupłe; szkoła ma formować nie chemików, lecz inżynierów, zdolnych do budowania fabryk lub aparatów chemicznych. Nie należy się więc dziwić, że mury Szkoły Centralnej opuszcza tylko mała ilość prawdziwych chemików.

IV. Wstęp do *Szkoły Górniczej* odbywa się również na podstawie trudnego egzaminu konkursowego, przeważnie z nauk matematycznych. Przyszli inżynierowie otrzymują tu bardzo poważne wykształcenie, w którem, rzecz prosta, poważne miejsce zajmuje chemja, a zwłaszcza chemja mineralna i analiza chemiczna.

V. Wymienimy jeszcze *Konserwatorjum Sztuk i Rzemiosł, Instytut Agronomiczny, szkoły rolnictwa, szkoły handlowe* i t. d., gdzie dla różnych celów chemja jest wykładana. Ogólnie można powiedzieć, że wszystkie zakłady szkolne techniczne pozostawiają pewne miejsce dla chemji. Życzymy tylko, by przejmowały się one coraz więcej jej powszechnością i pożytkiem praktycznym.

F. Collège de France. — Muzeum Historji Naturalnej.

Collège de France posiada dwie katedry chemji (chemji mineralnej i chemji organicznej), a Muzeum Historji Naturalnej jedną katedrę chemji (chemji zastosowanej do podstaw życia stworzeń).

Dobrze jest znanym charakter katedr tych dwóch zakładów. Każdy profesor niezwiązany żadnym programem uniwersyteckim, wolny od jakiejkolwiekbądź troski o egzaminy, daje wykłady zupełnie oryginalne i nowe, w których przedstawia prace swego laboratorjum lub swe osobiste poglądy, choćby najbardziej śmiałe,

dotyczące wielkich zagadnień dnia lub innych najróżniejszych tematów. W ten sposób Collège de France i Muzeum, co właśnie jest ich racją bytu, stają się strażą przednią uniwersytetu. Kształcenie trwa tu bez przerwy w tym znaczeniu, że profesor, nie mówiąc już o publicznych wykładach w amfiteatrze, pozostaje w stałej styczności z uczniami swego laboratorjum, kieruje i inspiruje ich badania, a ponadto uczniowie asystują mu w jego pracach. Laboratorjum jest tu więc organem głównym, a nawet poniekąd jedynym.

C. *WNIOSKI.*

I. Z długiego naszego rozważania wynika, że naogół chemja nie zajmuje we Francji, w umyśle ogółu i w szkolnictwie publicznem, tego miejsca, do jakiego ma prawo ze względu na swą rolę w życiu jednostek i społeczności. Zbyt wielu ludzi, nawet w najbardziej oświeconych środowiskach, nie zna jej lub jest względem niej obojętnych; zaś w zakładach szkolnych bywa jeszcze zbyt często zaniedbywana. Czy nie wiemy zresztą, że nawet w samym przemyśle — do czego wrócimy później — położenie chemików jest nader niepewne? Z tego wynika wielka trudność uzupełniania.

We Francji chemikiem staje się zazwyczaj przez zbieg okoliczności; ponadto wielu uzyskuje ten zawód ubocznemi drogami. Jeżeli jednak, pomimo tych zniechęcających warunków, widzimy nieraz szczęśliwe i płodne powołania, to o ileż byłyby one liczniejsze z pożytkiem dla narodu, gdyby chemja, lepiej rozumiana, lepiej wykładana, stanowiła, tak jak w Niemczech, przedmiot wytrwałego, prawdziwego i poważnego poparcia! Mamy we Francji dużo zdolności, zręczności i wyobraźni, lecz zbyt mało poświęcamy je naukom doświadczalnym.

Mamy nadzieję, że w przyszłości większa ilość zdolnych umysłów będzie się oddawała studjom chemicznym i że ta ewolucja w skierowaniu zamiłowań stanie się podstawą wyjściową nowej ery postępu i siły kraju.

II. Oczekując na to, uważamy jednak, że zaprowadzenie kilku wymienionych tu reform spowodowałoby prawdziwy postęp. W dniu, w którym chemja będzie wykładana w naszych liceach i kolegjach podług zrewidowanych i odświeżonych programów przez chemików i docentów chemji, przedstawiających teorje i zjawiska chemiczne w postaci mniej bezdusznej, zaś zastosowania w formie bardziej pociągającej i więcej żywej, w dniu, w którym

profesorowie chemji będą nadzorowani przez chemików, w tym dniu mniej młodych, inteligentnych ludzi będzie się starało zerwać stosunki z zagadnieniami, dotychczas ich nie interesującemi, a które pod dobrymi profesorami mogłyby ich skierować na prawdziwą drogę wykorzystania zamiłowania i zdolności. Również zaprowadzenie na wydziałach nauk dla chemików, kandydatów na doktorat nauk, świadectwa z fizyki doświadczalnej i chemji fizycznej zamiast dotychczas obowiązującego świadectwa z fizyki ogólnej, zmusi chemików do studjowania fizyki z punktów widzenia rzeczywiście ich obchodzących: jasnego pojęcia głównych zjawisk i nabycia praktyki w stosowaniu metod i aparatów fizycznych w laboratorjach chemicznych. I sądzimy ponadto, że oddają, chemji organicznej, tej płodnej, bogatej, pociągającej nauce odpowiednie miejsce, zrównywując ją przynajmniej z chemją mineralną, nie tylko że rozporządzalibyśmy potężnym środkiem wywołania zamiłowania do chemji, lecz ponadto zapełnilibyśmy godną pożałowania wyrwę w ogólnem wykształceniu młodzieży.

Pragnęlibyśmy gorąco by sprawy te zostały bezzwłocznie i poważnie zbadane. Niewątpliwie, z pomiędzy spraw, znajdujących się na porządku dziennym Wysokiej Rady Oświecenia Publicznego*), dotyczą one najbardziej przyszłości nauki francuskiej.

Zresztą i sama Wysoka Rada Oświecenia Publicznego powinna być również zreformowana. Wszyscy członkowie tej poważnej instytucji należą do szkolnictwa, natomiast brak tam bezpośrednich i niezależnych przedstawicieli wielkiego handlu, przemysłu, rolnictwa, których pomysły oparte na podstawie najlepszych źródeł, odnoszące się do rzeczywistych potrzeb i dążeń narodu, nie omieszkałyby skierować szkolnictwo na najlepszą drogę, wiodącą do ogólnego postępu literatury, nauki i sztuki. To konieczne odświeżenie Wysokiej Rady Oświecenia Publicznego należałoby rozciągnąć i na nasze rady uniwersyteckie, składające się jedynie z członków szkolnictwa.

Sądzimy ponadto, że kierownictwo szkolnictwa wyższego powinno być rozpołowione. Podobnie jak każdy uniwersytet posiada specjalnego dziekana dla wydziału literackiego, a innego dla wydziału nauk, tak samo wzrastający stale zakres działania Departamentu Naukowego wymaga, by kierownictwo tej poważnej służby objął specjalny dyrektor, uczony o dużych zdolnościach administracyjnych.

*) Conseil Supérieur de l'Instruction Publique.

Wreszcie pozwolimy sobie wykazać zbytnie przeciążenie pracą administracyjną niektórych rektorów, a zwłaszcza rektora Akademji Paryskiej. Będąc jednocześnie szefem szkolnictwa wyższego, średniego i początkowego, rektor poświęca najlepsze chwile swego czasu załatwianiu spraw osobowych i nie ma wprost fizycznej możności zastanawiania się nad zagadnieniami nauki. Rektor powinien albo wyłącznie zajmować się sprawami szkolnictwa wyższego z tytułem „kanclerza Uniwersytetu", albo, mając w swej pieczy wszystkie trzy rodzaje szkolnictwa, powinien mieć „koadjutora", wybranego z pomiędzy kandydatów na Inspektorat Akademji, który odbywałby w ten sposób pod jego kierownictwem praktykę, przygotowującą go do spełniania przyszłych funkcyj. Sprawa nauki zyskałaby niemało dzięki tej reformie i laboratorja miałyby niekiedy szczęście oglądać głowę uniwersytetu.

III. — Niemało krytykowano nasz system egzaminów i konkursów. Nie mamy zamiaru przeprowadzać tu pełnego studjum tego ważnego zagadnienia. Zastanowimy się tylko nad niem z punktu widzenia przyszłości nauk doświadczalnych, a zwłaszcza chemji.

Wszystko na świecie podlega prawu ewolucji. Prawdziwe życie nauki doświadczalnej, jaką jest chemja, polega na postępie i odkryciach. Odczuwamy to tak mocno, że pragnęlibyśmy by samodzielne badania zajęły jak najwcześniej miejsce wśród prac słuchacza. Bądźmy ostrożni względem egzaminów, które oceniają częstokroć kandydatów według większej lub mniejszej dozy szczęścia. Strzeżmy się zwłaszcza wszelkich niesprawiedliwych i nieszczęśliwych obcięć, mogących zniechęcić prawdziwie zamiłowanych. Prawdziwą wartość ucznia jest w stanie określić tylko profesor, latami śledzący jego postępy na wykładach a zwłaszcza w laboratorjum.

Nie ma dość słów dla uwydatnienia tych poglądów i ich logicznych następstw. Przyszłość nauki zależy zwłaszcza od zdolności naukowych tych, którzy na jej niwie pracują Dlatego też wybór przyszłych uczonych, — a pod tym słowem rozumiemy zwłaszcza przyszłych mistrzów i kierowników,—posiada niezwykłą ważność. Wielka jest wobec tego odpowiedzialność tych, którzy mają dokonywać wyboru. Powinni oni być przeniknięci myślą, że jeżeli dobrze jest wiedzieć, to móc jest jeszcze lepiej. Dalecy jesteśmy od mniemania, że zbytecznem jest umieć dużo, wiedzieć wszystko; lecz bagaż ten łatwo może stać się zawadzającym przy badaniach samodzielnych, będących jedynem źródłem postępu, o ile nie opanowuje go umysł jasny, o sądzie pewnym,—jednym słowem umysł przenikliwy. Prawdziwym uczonym, prawdziwym pracownikiem

postępu naukowego nie jest ten kto umie, lecz ten kto działa—twórzy. „Lepszym jest", powiedział Montaigne, „mózg dobry, niż mózg pełny". Pierwszy posiada to, co możnaby nazwać siłą ukrytą, potęgą potencjalną, energją produkcyjną i twórczą, pozwalającą mu przy okazji dokonać nowego oryginalnego dzieła; drugi, w braku tych niezbędnych danych, będzie miał dostęp jedynie do dziedzin dobrze już rozpoznanych, gdzie jednak będzie mógł jeszcze być pożytecznym. I jedni i drudzy mają do wypełnienia swe zadania; lecz dobrze zrozumiany interes ogólny, jak również i zainteresowanych, pragnie, by każdy był na właściwem miejscu: *The right man in the right place*. Ci, którym przeznaczenie nadało role sędziów, powinni starać się dojść do tego ideału.

ROZDZIAŁ III.

Poszukiwania naukowe. Pożyteczność ich i organizacja.

Poszukiwania naukowe polegają na obserwowaniu przyrody i na wypytywaniu się jej przy pomocy doświadczeń. W zasadzie, odpowiedzi mogą przybierać charakter całkiem nieoczekiwany, podobnie do rewelacji podczas śledztwa, prowadzonego przez sędziego śledczego. Wszystko jednak wiąże się w przyrodzie. Cechą nauki jest właśnie przenikanie zażyłych i tajemnych stosunków zjawisk i rzeczy; tu leży sama istota odkryć. Z jednych odkryć powstają nowe; dzieje się tak, jak to jasno zauważył intuicyjny genjusz Paskala, że studjum głębokie nawet najdrobniejszego zjawiska doprowadziłoby stopniowo do odkrycia wszystkich praw wszechświata.

W oceanie tajemnic, w jakim żyjemy, niespodzianka jest nagrodą poszukiwacza. Rzeczywiście, nie o to idzie, by znaleźć to co się szuka, lecz by wogóle coś znaleźć; a właśnie szukając znajdujemy. W gruncie rzeczy zresztą prawdziwie nowem jest tylko to, co nie było przewidywanem; wszystko, co daje się przewidzieć, zawarte już jest w dziedzinie wiedzy, jak wnioski w teoremacie.

Wartoby zaznaczyć, że „role, oddziaływających wzajemnie na siebie, umysłu i materji, są przy odkryciach naukowych zasadniczo różne od tych, jakie przypisuje im sąd powszechny. Szeroko rozpowszechniona opinja głosi, że umysł jest zupełnie w swych badaniach nieograniczony, a jedynym czynnikiem, który go powstrzymuje w jego przesadnych pomysłach, jest jego skromny i prozaiczny współuczestnik: fakt materjalny. Prawdą jest natomiast, że w tem współdziałaniu umysł pracuje raczej jako hamulec, i że czynnikiem pobudzającym jest fakt fizyczny,

popychający umysł do skoków, przed któremi byłby on zadrżał, nie posiadając takiego bodźca. Przyroda jest cudowniejsza i dziwniejsza, niż pozwala nam to osądzić cała głębia naszej wiedzy". (Sir J. J. Thomson).

A. POSZUKIWANIA NAUKOWE ŹRÓDŁEM WSZELKIEGO POSTĘPU MATERJALNEGO.

I. Już samo wzruszenie, którem się upaja poszukiwacz, gdy pierwszy osiąga szczyty nieznanego, oraz pewność, że jego zwycięstwo będzie wkrótce służyło ludzkości, są uczuciami wyższego rzędu. Jednak same próby nie stanowią jeszcze o zużytkowaniu nowego odkrytego zjawiska lub nowego prawa w naszym świecie materjalnym. Ostateczne zastosowanie, które jedynie zresztą dochodzi do wiadomości naszego ogółu, jest zazwyczaj zakończeniem długiej serji odkryć, tworzących dobrze spojone ogniwa jednego łańcucha, pomimo że pozornie brak jakiejkolwiek bądź łączności między punktem wyjściowym a ostatecznym.

Jednego ranka, w połowie ubiegłego stulecia, pewien skromny asystent Szkoły Normalnej zauważył po raz pierwszy obecność ścianek połowicznych na kryształach kwasu winnego,

Młody chemik zdziwiłby się niewątpliwie, gdyby jakaś wyrocznia mu powiedziała: „Ludwiku Pasteurze, pracuj, obserwuj, doświadczaj; bądź odważny w swoich pomysłach, wierz w swoją gwiazdę, bądź twardym w walce, która cię czeka, idź swoją drogą; dokonasz rzeczy wielkich, otworzysz nowe horyzonty przed chemją i biologją, popchniesz rolnictwo i przemysł, twemi odkryciami będą się leczyły wścieklizna i dyfteryt, będziesz największym lekarzem i największym hygjenistą twych czasów, i będziesz nazawsze błogosławiony przez ludzkość".

Gdy Henryk Becquerel, pod wpływem Henryka Poincaré'go, zaczął badać czy uran, ciało fosforyzujące, nie wydziela, na podobieństwo rurek Crookes'a, promieni przenikających Roentgena, dalekim był wówczas od przypuszczenia, że to proste doświadczenie ze zwykłą tylko kliszą fotograficzną zakrytą czarnym papierem, odsłoni najbardziej cudowne zjawisko natury: promieniotwórczość, nad którą studja Curie, Rutherford'a, Ramsay'a, Soddy'ego, Debierne'a i t. d. doprowadziły do rezultatów wspaniałych, już dzisiaj pożytecznych i wzbudzających wciąż nowe nadzieje ludzkości.

Gdy J. J. Thomson wykazał, że drobne ciałka naelektryzowane ujemnie, elektrony, są powszechnemi składnikami każdej materji, to nie przypuszczał wówczas jaki postęp wywoła to jego

odkrycie w telegrafji i telefonji bez drutu, w radjologji i t. d., dzięki zużytkowaniu których przez zręcznych fizyków Ententę'y, wojska nasze zawsze posiadały znaczną przewagę nad nieprzyjacielem w tej dziedzinie.

Moglibyśmy pomnożyć te przykłady. Jest bezwzględnie dowiedzionem, że każde odkrycie naukowe, pozornie natury zupełnie abstrakcyjnej, prowadzi wcześniej czy później do zastosowań praktycznych.

Byłoby równie łatwo dowieść, że odwrotnie, każdy postęp w dziedzinie przemysłu, rolnictwa, medycyny, hygjeny i t. d., jest punktem wyjścia dla nowych odkryć naukowych, dokonywanych w laboratorjach badaczy. W jaki sposób mogłoby rolnictwo już w niedalekiej przyszłości wykarmić wciąż wzrastającą rodzinę ludzką, gdyby chemicy nie rozwiązali na czas zagadnienia nawozów sztucznych? Właśnie otrzymane w tej dziedzinie rezultaty, przez utrwalanie azotu atmosferycznego, zawdzięczamy fizyko-chemicznym studjom równowagi, prowadzonym w laboratorjach uczonych z zaciętością, która pokonała wszelkie trudności. Czyż wspaniałe zastosowania elektryczności nie mają źródła w pracach Ampère'a nad wzajemnem działaniem prądów i magnesów i w pracach Faraday'a nad indukcją?*).

Lecz trzeba dopiero było tej strasznej wojny, ażeby pożyteczność badań naukowych została zrozumiana we Francji, gdzie zbyt długo uważano je za miłą rozrywkę akademicką kilku dyletantów. Rzecz tę nareszcie dostrzegły środowiska oświecone społeczeństwa, a w gorącej obronie nauki stanęła nawet prasa**). Sądzimy, że kampanja ta wyda owoce.

II. Mechanika, fizyka i chemja kierują pozostałemi naukami doświadczalnemi. Od ich postępów zależą zwłaszcza postępy nauk biologicznych; ponadto, jeżeli przejdziemy z dziedziny czystych rozmyślań w dziedzinę ekonomiczną, to zauważymy, że nauki fizyczno-chemiczne stanowią obecnie prawdziwe podstawy przemysłu i rolnictwa***). Czyż należy jeszcze raz powtarzać, że główne miejsce zajmuje tam chemja? Każdy surowiec należy do chemji****),

---

*) Jeszcze nieraz będziemy mieli sposobność powrócić do tematu praktyczności badań naukowych.

**) Notujemy szereg godnych uwagi artykułów w *Echo de Paris* i w *Revue des Deux-Mondes*, pióra Maurycego Barrès z Akademji Francuskiej, posła m. Paryża (1919—1920).

***) W tym względzie podamy dalej różne rozważania (3-a część, rozdz. IV.

****) Patrz 3-a część, rozdz. I.

a ponadto wiemy aż nadto dobrze, że przemysłowa potęga Niemiec, na której polegała ich potęga militarna, powstała dzięki znakomitemu zrozumieniu ważności chemji.

Rozwijać więc naukę przemysł, rolnictwo, znaczy to rozwijać nauki fizyko-chemiczne, a zwłaszcza chemję.

Przestudjowawszy wyżej (3-a część, rozdz. II, str. 203), uzupełnianie naszych chemików, zbadamy na najbliższych stronnicach warunki obecne poszukiwań oryginalnych we Francji i postaramy się przedstawić kilka środków i różnych inowacyj, których zastosowanie wydaje się nam niezbędnem dla ułatwienia i przyspieszenia rozwoju sprawy.

B. ORGANIZACJA POSZUKIWAŃ NAUKOWYCH.

Przed przejściem do badań pewnego zagadnienia naukowego poszukiwacz powinien dążyć logicznie do zebrania wszystkiego, co się odnosi do danego przedmiotu: czy to już zdobytych faktów, czy też wypowiedzianych opinij. Jest to okres dokumentacji i rozmyślania, poprzedzający badania osobiste.

Znamy dobrze niewystarczalność dokumentacji francuskiej w porównaniu do dokumentacji niemieckiej, nader kompletnej. Ograniczmy się na razie do stwierdzenia tego faktu; będziemy mieli jeszcze sposobność powrócić do sprawy bibljografji (3-cia część, rozdz. V).

Zrobimy natomiast pospieszny przegląd zakładów, w których dokonywują się poszukiwania naukowe. Pomimo ich różnego charakteru zauważymy, że potrzeby ich są jednakowe, tak, że te same uwagi będzie można odnieść do różnych instytucyj.

Collège de France *).

„Już od czterech wieków kraj nasz posiada w Collège de France wyższy zakład naukowy, mający na celu swobodne badania i czysto naukowe poszukiwania; nauka jest tam podawana tylko w zastosowaniu tej zasady. Dopiero w naszych czasach powstały w Stanach Zjednoczonych i w Niemczech instytuty na tych samych zasadach: naprzód Instytut Rockefellera, następnie Instytut Carnegie'go i inne, wreszcie Instytut w Charlottenburgu. W zakładach tych niema żadnego systematycznego nauczania, —

*) Wyciąg z raportu profesora E. Gley'a (1918).

wszystko jest poświęcone poszukiwaniom; jedyną nauką dla młodych pracowników jest przykład mistrza, który obrawszy sobie zadanie, pracuje metodycznie i konsekwentnie w tym kierunku, utrzymując stale w napięciu krytycyzm umysłowy i wyobraźnię.

„Na nieszczęście Collège de France nie jest dostosowane do zmiennych warunków poszukiwań naukowych. Naogół pozwolono instalacjom naukowym zestarzeć się w tej formie, jaką osiągnęły one podczas dwóch ostatnich stuleci, bynajmniej nie troszcząc się o ulepszanie ich stosownie do ciągle wzrastającego postępu nauki. Z tego zaniedbania wynikają bardzo poważne szkody.

„*a)* Prawie wszystkie laboratorja kolegjum są niewystarczające i niedostatecznie zaopatrzone. Niewystarczające, gdyż brak w nich miejsca; nie żyjemy już w czasach gdy chemik, fizyk lub fizjolog mógł dokonywać odkryć w kiepskiej kuchni przy pomocy kilku prymitywnych aparatów; obecnie wszelka poważna praca naukowa wymaga odpowiednio przyrządzonych lokali, oraz skomplikowanego wyposażenia w narzędzia pracy. Z drugiej strony, w szczupłem laboratorjum Kolegjum może pracować tylko mała garstka pracowników.

„Brak kredytów pociąga zawsze te same skutki; całego szeregu poszukiwań nie można kontynuować, lub nawet rozpoczynać z braku odpowiednich środków materjalnych; dla tych samych przyczyn mamy małą ilość pracowników w laboratorjach.

„*b)* We wszystkich laboratorjach brak personelu, bez którego nie może mieć miejsca dobre działanie i wydajność pracy. Personel ten zredukowany jest do minimum, ponieważ składa się z jednego tylko asystenta i jednego posługacza. Jedyny asystent, wzywany zresztą częstokroć przez profesora do pomocy w jego osobistych poszukiwaniach, nie jest w stanie pomagać ewentualnym pracownikom. Trzeba więc, żeby sam profesor zajmował się nimi, co przynosi uszczerbek jego osobistym pracom. Z drugiej strony jest jasne, że jeden tylko posługacz nie jest w stanie odpowiednio utrzymywać laboratorjum i przyrządów, oraz pomagać w doświadczeniach, gdzie jego obecność jest niezbędna.

Konsekwencje tego stanu rzeczy są opłakane zarówno dla kolegjum, jak i dla nauki francuskiej.

„1-o. Z powodu braku miejsca i braku kredytów niema w Kolegjum laboratorjum, gdzieby można było przyjąć więcej niż dwóch lub trzech pracowników cudzoziemców w celu wyszkolenia ich w poszukiwaniach na daleką metę. Położenie to, uciążliwe już przed wojną, staje się obecnie zgubnem nietylko dla Kolegjum, lecz i dla naszego kraju; wiemy, że duża ilość cudzoziemców ma

zamiar obecnie szukać we Francji kierownictwa naukowego, tak jak szukano go przed r. 1914 w Niemczech; wiemy już, z dawnego doświadczenia, że Collège de France będzie przyciągało dużą część tych pracowników. Nie będzie jednak ono mogło pomieścić ich w swoich laboratorjach ciasnych, niewygodnych, źle i niekompletnie wyposażonych, kiepsko zaopatrzonych, jednym słowem niezdolnych do dania im przytułku intelektualnego, na który liczą. Jest to klijentela stracona dla naszego kraju. Jeszcze inna przyczyna nie pozwala na ich przyjęcie. Większość pracowników, przybywających świeżo do naszych laboratorjów, przynajmniej początkowo wymaga częstej pomocy. Należy pokazać nieznane im metody, należy nauczyć ich samokrytycyzmu, a nawet należy im pomagać w doświadczeniach. O ile profesor przyjmie na siebie tę pracę, zabierze mu ona cały jego czas. Za wszelką cenę musi on więc rozporządzać kierownikiem laboratorjum, już doświadczonym w poszukiwaniach, oraz asystentem. Nie mniej koniecznym jest jeszcze jeden posługacz.

„2-o. Drugie niebezpieczeństwo jest jeszcze poważniejsze. Dla tych samych względów trudności materjalnych i braku personelu, laboratorja Kolegjum nie będą mogły i nawet już nie mogą podążać za postępami nauki tak, jak by to czyniły będąc lepiej uzbrojone. Oto w laboratorjum powstaje pewna myśl; doświadczenie ją uzasadnia; praca zostaje rozpoczęta; zdobywa się pierwsze rezultaty. Wiemy, że warunki współczesnej pracy naukowej są takie, że każdy wynik dostatecznie pewny musi być opublikowany. Lecz dalszy bieg sprawy jest znany. Jeżeli laboratorjum, gdzie odkrycie się narodziło, jest dobrze wyposażone i posiada dobrze kierowanych pracowników, to dalsze studja metodyczne będą nadal trwały i posuwały się szybko. Jeżeli nie, to inne laboratorja bogatsze, więcej zasobne, — prawie zawsze laboratorja niemieckie,— zawładną odkryciem. Nie jeden z profesorów Collège de France mógłby przytoczyć liczne przykłady podobnej emigracji zagadnień naukowych. Co Francuz posieje, inni zbierają. A jeżeli przypadkiem emigracja nie ma miejsca, to trzeba całych lat ażeby nasze biedne laboratorja zakończyły studjum zagadnienia; co normalnie wymagałoby dwóch lub trzech lat, w rzeczywistości kończy się dopiero po dziesięciu, lub więcej. Wszystko to jest z wielką szkodą dla nauki francuskiej.

„Takie jest obecne położenie naukowe Collège de France.

„Prawdopodobnie parlament znajdzie środki zaradcze już nie tylko dlatego, że tak wielki kraj jak Francja, większy dzisiaj i sławniejszy niż kiedykolwiek, nie może samowiednie narażać tak

WOJSK. 16 B. ULW.

znakomitej instytucji, której sława jest częścią spuścizny francuskiej, lecz zwłaszcza dlatego, że Kolegjum jest jednym z najpiękniejszych typów zakładu, poświęconego czystym poszukiwaniom naukowym. Że nauka czysta pozostanie na zawsze tem tryskającem źródłem, w którem będą brały początek nauki stosowane, przemysł i ekonomja społeczna, to nie jest ani wątpliwe, ani w wątpliwość podawane. Cztery lata wojny, która wstrząsnęła światem, dały nam nowe, liczne i niezawodne przykłady. Otóż Collège de France jest pierwowzorem wielkich instytutów poszukiwań. Interes kraju wymaga, by odżyło ono życiem pełniejszem, bogatszem; w tym celu wystarczy, by zostało postawione w warunkach obecnego życia naukowego; ludzie w nim pracujący dokonają reszty.

„Środki, mogące zapobiec obecnemu położeniu, są bardzo proste. Należy: 1-o zwiększyć lokale i przebudować większość laboratorjów; 2-o przynajmniej podwoić kredyty na wyposażenie materjalne wszystkich katedr nauk doświadczalnych; 3-o stworzyć funkcję kierownika laboratorjum lub wice-dyrektora, oraz drugą funkcję asystenta, oraz dodać jednego jeszcze posługacza.

„Gaże muszą być wystarczające. Dzisiaj przemysł przyciąga coraz więcej młodych chemików i fizyków, zapewniając im miejsca odpowiednio opłacane.

Na tym terenie państwo nie może rywalizować z przemysłem. Ale niech przynajmniej zapewni młodym ludziom, pragnącym poświęcić się poszukiwaniom naukowym i gotowym do pewnego samozaparcia się w tym kierunku, życie wolne od trosk materjalnych".

Jeżeli przytoczyliśmy tu cały ten znakomity dokument, to dlatego, że jego autor, badając środki, jakiemi rozporządzają uczeni w zakładzie, będącym pierwowzorem tego rodzaju, podał jednocześnie zasadnicze warunki, jakim musi odpowiadać dobrze zorganizowane środowisko poszukiwań naukowych. Pomieszczenia, personel, wyposażenie są trzema niezbędnemi czynnikami powodzenia. Niestety, podobnie jak w Collège de France, położenie jest prawie wszędzie nędzne.

Muzeum Historji Naturalnej.

Laboratorjum chemiczne podziela kiepski i już legendarny stan tego zakładu. Zniszczenie lokali jest powszechne; narzędzia są pordzewiałe; podobny wygląd wywołuje nader przykre wrażenie. Przy obecnym stanie rzeczy nie można w tem laboratorjum

przedsięwziąć żadnych badań naukowych. A tymczasem wiemy, że cała racja bytu tutejszej katedry leży, jak i w Collège de France, w poszukiwaniach naukowych. Narzuca się natychmiastowa i całkowita restauracja laboratorjum.

WYDZIAŁY I SZKOŁY RÓŻNE.

Nie jesteśmy w stanie omówić tu wyczerpująco całej sprawy; ograniczymy się jedynie do stwierdzenia różnych rzeczy i do podania pewnych ogólnych pomysłów.

A. Profesorowie *).

Zdaje się, że główną troską uniwersytytu jest zapewnienie sobie profesorów pełnych wiedzy i talentu pedagogicznego, przyczem znacznie mniej mu idzie o posiadanie w swych ramach ludzi obdarzonych zdolnościami wynalazczemi i powołaniem do oryginalnych poszukiwań.

I. Tytuły docentów wydziału medycznego i wydziału farmaceutycznego otrzymuje się na zasadzie konkursu, a jeżeli nawet od wykładowców wydziału nauk nie wymaga się tytułu docenta, nie mniej jednak większość ich uważa za stosowne zdobyć go. Można nawet powiedzieć, że całe szkolnictwo wyższe we Francji uzupełnia się drogą konkursową. Jeżeli ta metoda wyboru dała nam dotychczas znakomitych profesorów, to jaką posiada ona wartość przy uzupełnianiu personelu najbardziej nadającego się do badań naukowych? Odstręcza ona dużą ilość młodych ludzi, obdarzonych zwłaszcza zdolnościami badawczemi, narzucając im pracę czysto książkową oraz egzaminy, gdzie pamięć zbyt często odegra główną rolę. Klaudjusz Bernard, o którym możnaby powiedzieć, że był „fizjologją chodzącą", przepadł przy egzaminie na docenturę; podobny przypadek zdarzył się również pewnemu wielkiemu fizykowi.

Zupełnie inny system panuje w Niemczech. W celu umożliwienia poszukiwań naukowych wszystkim umysłom uzdolnionym, droga dostępu do wyższego szkolnictwa jest bardzo szeroka. Po

*) Z jak największem zaciekawieniem czyta się godne uwagi studjum p. t. „Co robi uniwersytet dla poszukiwań naukowych?", wydrukowane przez P. Maurycego Barrés dnia 15 stycznia 1920 r. w *Revue des Deux Mondes*. Główne wytyczne zostaną przytoczone na następnych stronicach.

opuszczeniu gimnazjum słuchacze nauk ścisłych wstępują na uniwersytet, gdzie uczęszczają na wykłady i pracują w laboratorjach. Około 21 roku życia zdają doktorat, egzamin łatwy, i oto zostają już na zawsze wolni od wszelkiej troski tego rodzaju: żadnych egzaminów, żadnych konkursów. O ile nie wchodzą do przemysłu, to pozostają przy uniwersytecie. Należy przytem zauważyć, że karjera naukowa jest bardzo szanowana po drugiej stronie Renu, i że poświęca się jej wielu synów bogatych rodzin. W każdym bądź razie młody uczony, wyznaczony szybko na docenta, ma wkrótce uznanie u swoich słuchaczów. Przed trzydziestym rokiem życia ma już honorarja, laboratorjum i wielkie środki pracy, oddane do jego rozporządzenia przez uniwersytet albo przemysłowców. Z czasem ten lub inny uniwersytet wzywa go na profesora.

Przy tym ustroju na pierwszy plan wysunięte są poszukiwania samodzielne. Natomiast we Francji, przeciwnie, troska o nauczanie ustne góruje nad wszystkiem. Minister oświecenia publicznego wysyła docenta lub wykładowcę na dany uniwersytet bez zapytania się o zdanie tegoż uniwersytetu; albowiem czyż ten, kto zdał z powodzeniem straszne egzaminy i konkursy, nie stoi ponad wszelką dyskusją?

Ten stan rzeczy może być z powodzeniem zmieniony. Należałoby przyznać uniwersytetom prawo brania udziału w mianowaniu nowych młodych kierowników. Dbając o wzrost swojej sławy i wpływu, uniwersytety powoływałyby przedewszystkiem ludzi o rzeczywistej wartości osobistej, wprawionych w poszukiwaniach i znanych już ze swoich prac; w ten sposób badacze czuliby za sobą poparcie, więcej zachęty, a nawet byliby słusznie faworyzowani.

Zresztą zapomocą wszelkich możliwych środków, utrzymując i nadal tradycje i gwarancje korpusu profesorskiego, należy nie dopuścić, ażeby powołania prawdziwie naukowe, „siły wynalazcze", rozpraszały się lub zatracały wśród ogółu. Za wszelką cenę należy uzupełniać poszukiwaczów. Naprzykład w celu wywołania i pobudzenia wśród słuchaczów popędu do badań, możnaby tworzyć, pod kierownictwem uniwersytetów, instytuty naukowe specjalne (chemiczne, elektrotechniczne, rolne i t. d.), gdzieby zbiegały się okręgowe kompetencje techniczne i gdzieby rozporządzano wszelkiemi niezbędnemi narzędziami pracy. W ten sposób równolegle do dzieła korpusu profesorskiego i pod impulsem uniwersytetu, powstawałby powszechny ruch badań naukowych, któryby nie omieszkał wywrzeć zbawiennego wpływu na postęp nauki i jej

zastosowań. Co się tyczy uczniów, to najzdolniejsi staliby się przedmiotem specjalnej opieki, co ułatwiałoby im w możliwym stopniu karjerę poszukiwań. I tu właśnie jest miejsce, co ponownie podkreślamy (patrz część 3-cia, rozdz. II), na umożliwienie, dzięki odpowiednim ulgom, dostępu do karjery uniwersyteckiej tym młodym ludziom, którzy, zaniedbując egzaminy i konkursy, poświęcili się całkowicie badaniom naukowym i wyróżnili przez opublikowanie wybitnych prac.

Wreszcie, musimy jeszcze raz przypomnieć nasze zdanie o wielkich szkołach (część 3-cia, rozdz. II). Żałujemy, że nie stwarzają one powołań naukowych i że zwłaszcza w Szkole Politechnicznej nauki doświadczalne zajmują tak słabe miejsce.

II. Docenci i wykładowcy znajdują się pod względem poszukiwań naukowych w położeniu wprost niewiarygodnem. W okresie życia, w którym uczeni ci, pełni żywotności i twórczości umysłowej, mogliby dostarczać najpiękniejszych wiązanek odkryć, są oni— i to jest właśnie jedna z najbardziej absurdalnych cech naszej organizacji uniwersyteckiej — pozbawieni wszelkich środków produkcji naukowej. Nie mają ani kredytów laboratoryjnych, ani pomocników, ani instalacji. Jeżeli nawet jaki profesor udzieli im w drodze łaski gościnności, to jednakże muszą z własnej kieszeni ponosić koszty swych badań, ponieważ kredyty laboratoryjne nie wystarczają na pokrycie kosztów poszukiwań nawet posiadacza katedry. Dopiero ten ostatni, wyjąwszy szczególne wypadki, jest wyposażony w laboratorjum i pewne kredyty. Tymczasem nominacja na profesora ma miejsce zazwyczaj około pięćdziesiątego roku życia. Aż do tego czasu docenci i wykładowcy pozostają naogół w takich samych warunkach, jak wówczas, gdy byli słuchaczami i przygotowywali się do doktoratu.

Istnieje, coprawda, specjalny fundusz badań naukowych w Ministerjum Oświecenia Publicznego. Lecz udzielane zapomogi (zarówno dla profesorów, zbyt skąpo wyposażonych normalnym budżetem, jak i dla innych poszukiwaczów) są zbyt nieliczne, zbyt oszczędne; ponadto są udzielane jedynie dla prac ściśle określonych, co jest warunkiem nader uciążliwym *).

*) Musimy dodać, że i Akademja Nauk również udziela zapomóg (fundusz imienia Bonapartego, fundusz im. Loutrenila), lecz jedynie i wyłącznie dla poszukiwań z góry wyznaczonych. Tak samo przedstawia się sprawa kilku innych towarzystw, na czele których należy wymienić Stowarzyszenie Francuskie Popierania Nauk (Association Française pour l'Avancement des Sciences).

W rzeczywistości, docenci i wykładowcy napotykają na wielkie trudności w prowadzeniu swych oryginalnych poszukiwań. Co za trwonienie talentów i twórczej energji! Można być pewnym, że gdyby dano poszukiwaczom odpowiednie środki pracy w najbardziej płodnym okresie ich karjery, to nasza twórczość naukowa znacznieby się wzmogła, przynajmniej podwoiła, a może nawet wzrosła dziesięciokrotnie, gdyż odkrycie zradza odkrycie. Oby ten opłakany stan rzeczy skończył się, dzięki metodycznej, dobrze zaopatrzonej materjalnie organizacji poszukiwań naukowych.

III. Profesorowie tytularni są zazwyczaj wybierani z pomiędzy docentów i wykładowców. Mianuje ich minister po zasięgnięciu zdania uniwersytetów i stałej sekcji Rady Oświecenia Publicznego. Naogół wybór bywa szczęśliwy, jednak miano częstokroć sposobność opłakiwania fatalnych nominacyj. Należy zauważyć, że zarówno na wydziałach i w szkołach uniwersyteckich, jak i w sekcji Wysokiej Rady Oświecenia Publicznego, tylko mniejszość bywa rzeczywiście kompetentna; należałoby życzyć, żeby państwo radziło się przy tych nominacjach (jak również i przy nominacjach na wykładowców), specjalistów danej gałęzi naukowej. W ten sposób awans otrzymywaliby w pierwszym rzędzie uczeni, którzy rzeczywiście dokonali dzieła osobiście. Również należałoby życzyć, by przy przyznawaniu wyższych klas profesoratu, wartość prac kandydatów miała przewagę nad starszeństwem.

IV. Profesorowie pozostają w służbie czynnej do 70 roku życia, a nawet aż do 75 gdy są członkami instytutu. Do tego czasu muszą wykładać regularny kurs, kierować słuchaczami, być obecnymi przy egzaminach i konkursach, nie mówiąc już o innych obowiązkach, jak uczestniczenia w radach wydziałowych i uniwersyteckich. Tymczasem już samo tylko nauczanie wymaga wielkiego wysiłku, zwłaszcza pod względem dokumentacji, którą należy stale uzupełniać, ażeby zawczasu odświeżać kurs. Od 65 roku życia zadanie staje się zbyt ciężkiem. To też wielu profesorów przemęczonych zaprzestaje wykładów, które spadają na barki docenta lub wykładowcy. Lecz ten ostatni nie ma ani pensji profesora, ani środków pracy, odpowiadających takiemu nauczaniu; taki stan rzeczy zniechęca. Jeżeli natomiast zdarza się, że zbyt stary profesor nadal wykłada, wówczas cierpią poszukiwania naukowe. Możnaby stworzyć, zdaniem naszem, stan przejściowy, który uzgodniłby interesy i prerogatywy starych profesorów z interesami twórczości naukowej. Poczynając od granicy wieku mniej późnego, naprzykład 65 lat, profesorowie tytularni mogliby być na swe żądanie pół-pensjonowani, z zachowaniem dziesięciu lat jeszcze pełnej gaży,

laboratorjum badań i prawa udziału i głosowania w radach uniwersyteckich. W ten sposób mogliby się oddawać nadal spokojnie dziełu poszukiwań, pozostawiając swym młodszym pomocnikom, obecnie tytularnym, dźwiganie ciężkiego brzemienia katedry i swobodne rozporządzanie wielkiemi środkami pracy. Poszukiwania naukowe zyskałyby tylko na tej reformie.

B. Personel pomocniczy.

Sprawa pomocników w laboratorjach jest nader ważna. Obecny stan liczbowy zupełnie nie wystarcza. Często zdarza się, że na dwa lub kilka laboratorjów istnieje jeden tylko wspólny asystent (jak i jeden posługacz). W Instytucie Agronomicznym profesor chemji nie ma ani asystenta, ani posługacza. To też pozwolimy sobie na sformułowanie kilku uwag, odnośnie obecnego regulaminu uzupełniania.

Przy obecnym stanie rzeczy *asystenci* są prawdziwymi urzędnikami z gażą, z której się potrąca składki emerytalne. Uważamy, że takie położenie nie odpowiada ani interesowi nauki, ani zainteresowanych. Jeżeli czterdziestoletni człowiek jest jeszcze asystentem, to znaczy, oprócz nielicznych wyjątków, że prace jego nie były dosyć oryginalne w stosunku do jego współzawodników, aby mógł awansować; i zazwyczaj skazany on jest na wegetację do końca życia w swojej skromnej funkcji. Gdyby był w porę porzucił uniwersytet, to niewątpliwie wyrobiłby sobie poważniejszą karjerę w przemyśle, albo w chemicznych działach administracji (komory celne, laboratorja miejskie i t. p.). Asystent powinien być mianowany na jeden rok lub na dwa lata z możnością prolongaty na propozycję profesora. Jeżeli po trzech lub czterech nie da dowodów samodzielności w poszukiwaniach naukowych, będzie zmuszony opuścić uniwersytet, a będąc jeszcze młodym, ma przed sobą karjerę otwartą. Jednym słowem posterunek asystenta powinien być uważany jako rodzaj stypendjum dla poszukiwań *), pozwalającego młodemu człowiekowi odbyć próbę, wykazać lub nie zdolności do samodzielnych poszukiwań. I tutaj przełożeni powinni przy ocenie powodować się jedynie interesem ogólnym bez żadnych wyjątków **).

---

*) Żądamy dalej (3-cia część, rozdz. IV, str. 245) stworzenia, oprócz asystentów zwykłych, miejsc dla stypendystów-asystentów (stypendja im. Lavoisier).

**) Patrz co już było powiedziane poprzednio (3-cia część, rozdz. II) w analogicznej kwestji.

W wyjątkowym wypadku zresztą obowiązkiem ich będzie pomóc młodemu człowiekowi w znalezieniu poza uniwersytetem zajęcia, gdzie mógłby on zużytkować z pożytkiem swoje wiadomości chemiczne. I tylko wyjątkowo, dla nagrodzenia zasług którym okoliczności się przeciwstawiały, byłoby możliwe na prośbę zainteresowanego profesora, mianować dożywotniego asystenta.

Zbytecznem jest dodawać, że w razie przyjęcia naszych poglądów w praktyce, należałoby uwzględniać wszystkie już wytworzone sytuacje. Są asystenci, którzy swym talentem stoją znacznie ponad poziomem swego położenia, bądź to gdy troski materjalne zmusiły ich do zbytniego rozproszenia swych wysiłków, bądź to gdy ambicja prowadzi ich do swobodnego dysponowania laboratorjum w celach poszukiwań naukowych, czego nie należałoby im odmawiać, o ile rzeczywiście posiadają odpowiednie zdolności.

Na zakończenie jedno słowo o niezbędnych pomocnikach laboratoryjnych, *posługaczach*. Funkcję tą pełnią zazwyczaj dawni żołnierze. Można tylko pochwalić ten zwyczaj, z zastrzeżeniem jednak, że nominacje ostateczne powinny mieć miejsce dopiero po dłuższej praktyce, pozwalającej ocenić nadawanie się do tej funkcji. W razie niepomyślnym zainteresowani powinni być przenoszeni do innej służby.

C. *Lokale, sprzęt, kredyty laboratoryjne.*

I. Instytut Chemiczny przy Wydziale Nauk w Paryżu, który tak długo był bezkształtnym zbiorowiskiem rozpadających się od starości budynków, został nareszcie przebudowany. Pomimo wielkich kosztów instalacja jest daleka od doskonałości. Nie znamy powodów, nie mając nic wspólnego z tą sprawą. Natomiast skorzystamy z okazji, by wykazać przyczynę, która powoduje częstokroć opłakane rezultaty przy tego rodzaju przedsiębiorstwach. Istnieje we Francji zły zwyczaj zostawiania zbyt dużo swobody *architektom*, którzy troszczą się raczej o piękno niż o pożytek i starają się budować urządzenia nie tyle odpowiadające przeznaczeniu, ile wymaganiom artystycznym. Gdy przyznane kredyty zostaną przekroczone, i to zazwyczaj o duże sumy, wówczas zakańcza się praca byle jak przy pomocy szczupłych kredytów dodatkowych; w ten sposób nieomal wszystko zostaje poświęcone fasadzie. Kiedy wreszcie zrozumiemy, że nowoczesne laboratorjum musi być konstrukcją prowizoryczną i że być może trzeba je będzie zniszczyć za dwadzieścia lat pod parciem nowych potrzeb, wywołanych stałą ewolucją metod pracy naukowej? Gdybyśmy się przejęli tą zasadą,

to zamiast pałaców, pochłaniających miljony z czystą stratą dla nauki, gdzie czuje się ona poniekąd skrępowaną i zduszoną, budowalibyśmy budynki skromne, z tańszych materjałów, lecz natomiast zaopatrzone w urządzenie wewnętrzne, odpowiadające potrzebom obecnym i najbliższym i zaopatrzone w odpowiedni sprzęt laboratoryjny; ten ostatni czynnik jest zasadniczym, a jednak o nim w przewidywaniach najczęściej się zapomina, pomimo, że bez niego wszelkie koszty będą stracone.

II. W wielkiej ilości zakładów lokale i sprzęt właściwy chemji są niewystarczające. Zwłaszcza w Szkole Politechnicznej i w Instytucie Agronomicznym stan laboratorjów profesorskich jest opłakany, niegodny wprost sił naukowych tych zakładów.

Skromność kredytów laboratoryjnych jest niekiedy wprost upokarzająca dla danego profesora: możemy przytoczyć jeden z wydziałów medycznych, gdzie profesor chemji biologicznej, znany uczony, dysponuje rocznie sumą . . . 200 franków!

Zresztą kredyty laboratoryjne powinny być proporcjonalne do twórczości naukowej. Ta ostatnia zależy wybitnie od człowieka stojącego na czele laboratorjum. Sprawiedliwy rozdział spowodowałby poważne różnice w jednym i tym samym zakładzie, skąd niewątpliwie i nieuniknione tarcia; lecz w reformie, gdzie sprawy osobiste wchodzą w grę, wszystkiem kierować powinien interes ogólny.

Wiemy, że kredyty laboratoryjne są roczne i mają być w ciągu roku całkowicie zużytkowane z warunkiem zwrócenia skarbowi tych sum, które nie zostały wydane. Zarządzenie to jest absurdalne i pożałowania godne. W gruncie rzeczy niema nigdy zwrotów, gdyż w ostatecznym razie kupuje się byle co, rzecz, która będzie potrzebna przez kilka dni, lub nigdy. Czyż nie byłoby racjonalniejszem pozwolić na przenoszenie ewentualnego salda na rok następny, w którym może zajść potrzeba wzmożonych wydatków? Nie widzimy żadnego poważnego zarzutu przeciw temu pomysłowi, którego zrealizowanie pozwoliłoby unikać wszelkich niepotrzebnych wydatków, ułatwiając jednocześnie kasowość laboratoryjną.

INSTYTUT PASTEURA.

Mamy tu do czynienia z zakładem niezależnym od państwa, zupełnie wolnym, który urzeczywistnił prawdziwy ideał.

Sława Pasteura spowodowała napływ darów i zapisów, zaś światłe kierownictwo, rządząc się zdrowemi zasadami wyboru,

potrafiło zgromadzić ludzi z najróżniejszych stron, od których żądano jedynie wykazania się rezultatami w poszukiwaniach naukowych. Do rozporządzenia ich oddane są wszelkie wymarzone środki pracy: obszerne i dobre pomieszczenia, doskonałe przyrządy, różni asystenci i pomocnicy, wielkie kredyty. To też wyniki odpowiadają w zupełności ulepszeniom takiego organizmu. Zwłaszcza w dwóch gałęziach chemji (chemji biologicznej i chemji terapeutycznej) nauka francuska może się szczycić wartością dokonanych prac.

LABORATORJA PRYWATNE.

Niektóre zakłady przemysłowe posiadają laboratorja badań naukowych, mające na celu wynalezienie praktycznych zastosowań odkryć, które zazwyczaj pozostają dłuższy czas w tajemnicy. Powrócimy jeszcze do omówienia pożyteczności laboratorjów przemysłowych.

Jeżeli poszukiwania naukowe są faktycznie we Francji nieomal państwową dziedziną, to na tem większe wyróżnienie zasługuje fakt, że niektórzy uczeni, nie posiadający żadnego charakteru oficjalnego, poświęcają im swoją fortunę i istnienie, prowadząc w swoich osobistych laboratorjach liczne bardzo oryginalne i wydatne prace.

ROZDZIAŁ IV.

Przemysł, rolnictwo, nauka, uniwersytet.

A. METODY NAUKOWE I POSTĘP PRZEMYSŁU I ROLNICTWA.

Zbyt często spotykamy błędny pogląd, że przemysł i rolnictwo potrzebują jedynie techników, a przynajmniej, że mogą się zadowolnić jedynie tak zwanemi naukami *stosowanemi*, wykładanemi wyłącznie w celu różnych zastosowań. Byłabyż to nauka zredukowana do swej części prawdziwie pożytecznej? Tak może myślimy, choć balibyśmy się to wypowiedzieć; już Pasteur nie omieszkał podkreślić niebezpiecznej niedorzeczności, ukrywającej się niekiedy w zestawieniu słów: „nauka stosowana". Oto szkodliwy błąd, który spowodował, że produkcja światowa przemysłu francuskiego spadła z pierwszego miejsca na czwarte. Powinno być naszym obowiązkiem wypowiedzieć wojnę fałszywym poglądom i prostować je w kierunku poglądów zdrowych, których zapomnienie kosztowało tak drogo nasz kraj.

A. Przemysł.

Damy tutaj głos jednemu z najznakomitszych przedstawicieli nauki francuskiej:

„.....Łatwo jest znaleźć nić łączącą naukę z przemysłem.

Istnieje tylko jedna przyroda. Te same siły, które stwarzają dotykalny świat, ożywiają aparaty naszych laboratorjów i są zużytkowywane w przemyśle, w sztukach pokoju i wojny. Istnieje więc tylko jedna nauka, która nie jest ani profesorska, ani przemysłowa, ani cywilna, ani wojskowa.

Nauka doświadczalna jest sztuką metodycznego władania siłami przyrody. A więc przemysł i nauka rozwijają się równolegle.....

Jest widocznem skądinąd, że praca przemysłowa podlega innym warunkom niż poszukiwania laboratoryjne. Idzie tu o zysk. Natomiast chcę powiedzieć, że ażeby dany sposób stał się przemysłowym, trzeba, by jego uruchomienie było przestudjowane we wszystkich szczegółach, od budowy aparatów i wyboru materjałów, aż do ruchów robotnika; nic tu niema obojętnego.....

Dyrektor fabryki dopiero wtedy jest spokojny, gdy regularność eksploatacji jest zapewniona przez studja wszystkich szczegółów. Niewątpliwie; lecz w przemyśle nigdy się nie jest spokojnym: gdy wszystko zostało przewidziane, pozostaje nieprzewidziane; dzień dzisiejszy jest zapewniony, lecz nadejdzie jutro, a jutro—to niewiadoma. Istnieją wypadki szczęśliwe lub nieszczęśliwe. Istnieje, i to zawsze, konkurencja krajowa lub zagraniczna. Przemysł jest walką bez końca i wytchnienia, gdzie mięsza się wojna domowa z zagraniczną. Naciera się odważnie, niszczy się rywali, a jeżeli się nie chce zginąć samemu, należy na czas ulepszyć taktykę i broń.....

Lecz z chwilą, gdy do fabrykacji wchodzą nowe czynniki, dotychczas stosowane sposoby podlegają zakwestjonowaniu i doświadczenie techniczne staje się niewystarczającem.

Przypuśćmy, że ze stalą połączą się takie metale, jak molibden i tytan; oddział prób nie ma tu nic do powiedzenia, ponieważ próba nie jest analizą; zmuszeni jesteśmy uciec się do laboratorjum kompletnej analizy z wszechstronnym chemikiem, który się nie obawia rzadkich metali. Do chemji będzie się musiała dołączyć fizyko-chemja, zaopatrzona w swe najbardziej subtelne metody. Gdy tylko wyjdziemy poza drogę rutyny, wpadamy w dziedzinę nieprzewidzianego, nieoczekiwanego, przeznaczoną dla badaczy i uczonych.....

Stopniowo do przemysłu weszły nowe instrumenty. Mikroskop został wprowadzony przez Pasteura do fabrykacji win i do hodowli jedwabnika; spektroskop służy do sposobu Bessemera..... Możnaby przytoczyć liczne podobne przykłady w dziedzinie fizyki. W chemji fakt jest jeszcze widoczniejszy: fabrykacja zmienia się bardzo często, tworzą się nowe ciała i spora część 5.000 substancyj, odkrywanych rocznie przez chemję organiczną, przechodzi wraz z patentem do handlu.

Wniosek: fabryka, mająca zamiar stać na jednem miejscu, mogłaby się zadowolnić doświadczonym personelem technicznym i organizacją automatyczną. Lecz czyż nie da się odczuć konieczność postępu? a więc potrzeba personelu naukowego, wraz z laboratorjum poszukiwań przy fabryce.

Według tej metody działały inne narody, wykazujące postępy szybsze od naszych. Zwłaszcza Niemcom należy się zasługa dania przykładu. Nasi sąsiedzi z drugiego brzegu Renu stosują szeroko wyłuszczony tu system i są zań hojnie wynagrodzeni..... Wielkie fabryki farb anilinowych i związków organicznych zatrudniają więcej chemików-naukowców, niż techników .....

Niewątpliwie drogo to kosztuje, a jednak wielkie fabryki dają od 20 do 30% dywidendy akcjonarjuszom.....

U nas pojęcia są zupełnie odmienne. Rzadko kiedy jakakolwiek fabryka utrzymuje personel naukowy. Nie bierze się matematyków; przyjmuje się nieco fizyków i zbyt mało chemików. Bądź to właściciele nie chcą ponosić odpowiednich kosztów, bądź to akcjonarjusze nie chcą przyznawać niezbędnych kredytów. Przyjmują technika, lecz odsyłają poszukiwacza do laboratorjum wydziału. Duch ogółu jest zaśniedziały i niedowierzający w sprawach nowości naukowych. Wystarczy przypomnieć, jak zostały przyjęte wielkie wynalazki, naprzykład pary, pomimo że Papin był Francuzem. Przez pół wieku ogół francuski pozostawał ślepym i głuchym wobec widocznych postępów zastosowania pary w przemyśle; w żaden sposób nie można go było przekonać, że silniki parowe poruszają już fabryki angielskie i że rozpoczyna się era wielkiego bogactwa Anglji. Naprożno Carnot wskazywał w r. 1832 na zastosowanie pary w Anglji; nikt go nie słuchał.

Telegrafja elektryczna jest pochodzenia francuskiego, gdyż bierze początek od Ampera. Stwierdzamy, że publiczność zachowała się względem niej z niemniejszą ignorancją. Szereg tych przykładów pomnaża się.....

Taką była, taką jest dziś jeszcze umysłowość szerokiego ogółu tej klasy średniej, która przeszła liceum. Ta masa kierownicza posiada swoje zalety: jest bardzo kulturalna, uczciwa, dosyć oczytana i być może więcej artystyczna, niż w innych krajach. Lecz jest więcej niż pewnem, że brak jej zdrowego poglądu na potęgę nauki. Nie wierzy jej, lub wierzy zbyt późno.....

Czyżbyśmy byli mniej uzdolnionymi do nauki, niż inne ludy? Nic podobnego: historja wykazuje, że od Curie do Klaudjusza Bernarda, od Lavosier'go do Berthelota, nigdy nie opuściliśmy pierwszego szeregu. Genjusz francuski zawsze był wynalazczym, oryginalnym, pełnym intuicji. Nie mamy powodu do oskarżania natury. Oskarżamy natomiast nasze oświecenie publiczne".....*)

Do tych kartek wysoce natchnionych, o głębokiem odczuciu rzeczywistości, nic nie dodamy; wymowa ich tylko wzrosła po czternastu latach. Po doświadczeniach wielkiej wojny któż mógłby powątpiewać, nawet we Francji, o cudownych rezultatach wzajemnego przenikania przemysłu i nauki?

B. Rolnictwo.

Skoro idzie o rolnictwo, przeczytajmy przedewszystkiem następujące wiersze:

„Rolnictwo jest, jak i wszelki przemysł, przemianą surowców z celem jak największego wykorzystania ich, to jest największej produkcji.

Surowcami tymi są gazy i pary powietrza, mineralne i organiczne związki ziemi, zasilane przez rolnika w postaci nawozu, gnoju i nawozów dodatkowych.

Roślina sama jest tylko narzędziem, którym rolnik posługuje się dla przemiany surowców na produkty nadające się do użytku, a więc przemienia na mąkę zboża, na olej rośliny olejodajne, na cukier buraki i trzcinę cukrową, na włókna bawełnę, len i konopie, na wino latorośl winną, na furaż trawy naszych łąk, furaż zaś znowu przemienia się na siłę, mięso, mleko, skórę zapomocą maszyny zwierzęcej.

Roślina, to narzędzie przemiany, musi być udoskonalona ażeby dała maximum swojej wydajności; musi być umieszczona w takiem środowisku, by mogła zużytkować całą swą zdolność przyswajania; ponadto ziemia musi posiadać dokładną proporcję potrzebnych jej składników; musi być obrobiona w celu wzmożenia swoich własności fizycznych; wreszcie należy ochraniać roślinę przed pasożytami i różnemi chorobami, mogącemi zakłócić jej rozwój...." **).

*) Gabrjel Lippman (Mowa wypowiedziana na zjeździe Francuskiego Stowarzyszenia Popierania Nauk, Lugdun, 1906).

**) Raport p. Tisseranda do Akademji Nauk (1916).

Nie da się lepiej wykazać konieczności interwencji nauki w racjonalnej eksploatacji ziemi i produkcji rolnej. Natomiast z przykrością stwierdzamy, że i na tej drodze jesteśmy daleko zdystansowani przez Niemcy zarówno jak i inne kraje, gdzie zawczasu oparto wytwórczość rolną na podstawach naukowych. Porównajmy rezultaty uprawy głównego produktu, żyta: „40 lat temu wydajność jednego hektara była taka sama u nas, jak w Niemczech i w Danji. Tymczasem w okresie 1904 do 1913 r. wydajność naszej ziemi, od natury bogatej, wynosi 13 centnarów na hektar, podczaa gdy wydajność biednej ziemi niemieckiej wzrosła do 20 centnarów, a wydajność ziemi duńskiej, gdzie badania naukowe nad uprawą rolną zostały najdalej posunięte, przekracza 30 centnarów. Gdyby wydajność naszej roli wzrosła tylko tak jak w Niemczech, to zbiory nasze miałyby wartość większą o jeden miljard w walucie przedwojennej. Czyż liczba ta nie jest najlepszem usprawiedliwieniem tych kilku miljonów wydatku na metodyczne studja ziemi, nawozów i gatunków? W Stanach Zjednoczonych produkcja rolna wzrosła z 21 miljardów w r. 1897 na 50 miljardów w r. 1917; to też wszyscy jednomyślnie uznają, że to zadziwiające wzmożenie wytwórczości nastąpiło dzięki doskonałemu systemowi departamentu naukowego rolnictwa, którego instytuty i laboratorja kierują i uzgadniają pracę badawczą 58 stacyj doświadczalnych grupujących personel naukowy techniczny w liczbie 1.850 osób *).

Dodajmy jeszcze, że dobór ras bydła, hodowla i karmienie zwierząt domowych zostały ulepszone w Ameryce w stopniu, o którym mamy tylko słabe pojęcie; a wszystko to dzięki inicjatywie laboratorjów badających żywienie.

W ten sposób zarówno rolnictwo, jak i przemysł zbierają dobrodziejstwa metody naukowej.

B. UCZENI I PRZEMYSŁ WE FRANCJI I W NIEMCZECH.

A. We Francji.

Aż do połowy XIX stulecia Francja zajmowała bezsprzecznie pierwsze miejsce pomiędzy narodami cywilizowanemi, nietylko pod względem twórczości naukowej, lecz również i produkcji

*) Wyciąg z godnego uwagi referatu p. Andrzeja Mayera dla Konfederacji Towarzystw Naukowych Francuskich (1920).

przemysłowej. Większa część gałęzi przemysłowych, zależących od chemji, została stworzona i ulepszona pracami naszych uczonych. Po Lavoisierze, ojcu chemji nowoczesnej, odznaczyli się szeregami odkryć naukowych i przemysłowych w dziedzinie chemji i sztuki farmaceutycznej, wymieniając już tylko zeszłych z tego świata: Berthollet, Chaptal, Leblanc, Lebon, Chevreul, Gay-Lussac, Dumas, Pelouze, Balard, Persoz, Deville, Frémy, Robiquet, Pelletier, Caventou, a bliżej naszych czasów Verguin, Schutzenberger, Roussin.

Ta tak wydajna łączność nauki i przemysłu trwała mniej więcej do roku 1860. Od tej daty prawie wszyscy uczeni „usuwają się w zacisze, przywdziewają strój nauki czystej i gardzą zastosowaniem".

Przyciąga ich zresztą inne zagadnienie: stworzenie teorji, będącej w stanie zgrupować i uzgodnić olbrzymią ilość faktów naukowych, zgromadzonych podczas pięćdziesięciu lat przez uczonych wszystkich krajów. Powstaje nowa koncepcja, *teorja atomiczna* oparta na *hypotezie atomicznej* Daltona, dzięki pracom dwóch francuzów, Gerhardt'a i Laurent'a. Wywołała ona ostrą walkę pomiędzy „atomistami" i ich przeciwnikami. Pomiędzy przeciwnikami znajdywali się w pierwszych szeregach wielcy mistrze „nauki oficjalnej", zcentralizowani w stolicy, skąd poglądy ich rozchodziły się za pośrednictwem ich uczniów, odlanych podług jednej formy, na wszystkie wydziały uniwersytetów prowincjonalnych.

Ta pamiętna walka trwała przeszło trzydzieści lat. Była bardzo pożyteczna dla nauki i zakończyła się świetnem zwycięstwem nowej szkoły. Najbardziej zaciekli zwolennicy dawnych doktryn ugięli się stopniowo przed hypotezą atomiczną, powszechnie dziś wykładaną.

„Ten rodzaj ostracyzmu, stosowanego przez długie lata względem teorji, odbił się zwłaszcza na chemji organicznej, właśnie tej, która wstrząsnęła częścią przemysłu chemicznego.

„Na pozór wydawałoby się rzeczą przesadną przypisywać zagadnieniom czystej doktryny wpływ tak przeważający na ewolucję przemysłu. A jednak rzeczy błahe powodują częstokroć wielkie skutki. Cała część nauki chemicznej, chemja organiczna, została powstrzymana w swym rozwoju we Francji, podczas gdy w Niemczech, w tym samym czasie, posuwała się krokami olbrzyma. Chemja mineralna, mało dotknięta zagadnieniami doktryny, nadal rozwijała się w naszym kraju pod kierownictwem H. Sainte-Claire-Deville'a, Pelouza, Frémyego, Debraya i innych. Również wielki przemysł

chemiczny, który nie jest zależny od teorji, naogół nie ucierpiał we Francji. Natomiast przemysł produktów organicznych, bezpośrednio zawisły od wymienionych teoryj, nie rozwinął się w naszym kraju, podczas gdy osiągnął zupełny rozkwit w Niemczech" *).

Dla poparcia tej samej opinji przytoczę słowa jednego z najsławniejszych chemików z poza Renu:

„Zadziwiający postęp chemji podczas ostatnich pięćdziesięciu lat zawdzięczać należy niewątpliwie i jedynie doktrynom atomicznym; jeżeli rozwój chemji organicznej we Francji był znacznie powolniejszy niż w Niemczech, to przyczyną tego była w znacznej mierze gwałtowna opozycja, przeciw wprowadzeniu nowych teoryj, ze strony pewnych uczonych urzędowych". (Hofmann).

Zauważmy, że atmosfera zupełnej wolności doktryn jest niezbędnym warunkiem rozwoju nauki i przemysłu narodów. Ta wolność, tak długo odpychana we Francji, jest jednym z największych przywilejów uniwersytetów niemieckich. „Pod jej właśnie skrzydłami powstają, lub chronią się powstające zagranicą, najbardziej śmiałe doktryny, ażeby przejść następnie przez sito dyskusji i doświadczeń" **).

Dyskusje nad nowemi doktrynami, którym chemicy francuscy oddali się z takim zapałem, zbyt odciągnęły ich od zastosowań nauki w przemyśle. Natomiast wzrastała coraz bardziej dążność naszych uczonych do zamknięcia się w swojej „wieży z kości słoniowej". Odseparowanie ludzi nauki, od wszystkiego co trąciło przemysłem, stało się ich punktem honoru: służyć przemysłowcom, zbieraczom grosza, wydawało się im hańbą; pracowali bezinteresownie dla ludzkości. Jedyną ich nagrodą miały być: szacunek tych, którzy ich znali i skromne i rzadkie zaszczyty ze strony państwa. Fizycy jak Regnault, chemicy jak Berthelot, jak Pasteur nie mieli zamiaru korzystać materjalnie ze swoich prac. Uczeni uważali za punkt honoru umierać biednymi. W rezultacie przemysłowcy francuscy, widząc uczonych zajmujących się wyłącznie pracami abstrakcyjnemi i pogardzających zastosowaniem, uważali ich za twory tajemnicze, spokojne i nieszkodliwe, żyjące w świecie marzeń, których niema żadnego powodu niepokoić" ***). Tu

*) Referat p. Albina Hallera o przemyśle chemicznym i farmaceutycznym na Międzynarodowej Wystawie Powszechnej w r. 1900.

**) Haller j. w.

***) Edmund Perrier. Współpraca uczonego i przemysłowca.

Eigentum Heeresarchiv-Zweigstelle Danzig

i ówdzie spotykano kilka wyjątków, kilku uczonych, którzy współpracowali z przemysłowcami, którzy nawet patentowali niektóre wynalazki; lecz karjera ich uniwersytecka była mniej lub więcej splamiona, już nie byli „czyści"; nieraz zapominano im odstępstwa o ile patenty ich były nieprodukcyjne, co zresztą stanowiło ogólny wypadek.

Trudno jest zrozumieć podobne zboczenia. Jest to tak, jak gdyby uczony miał żyć poza społecznością ludzką, w ciągłem rozważaniu przyrody, której on tylko znałby tajniki! Jak gdyby zastosowania odkryć nie wzmacniały nieskończenie potęgi człowieka i nie były same źródłem nowych odkryć! Jak gdyby, z innego punktu widzenia, własność przemysłowa odkrycia była mniej prawną niż własność handlowa w sztuce lub literaturze! Jak gdyby, wreszcie, przemysł nie przedstawiał wzrostu własności i bogactwa narodowego!

A ponadto czyż sama czysta nauka nie zyskałaby niemało, gdyby uczeni zachowywali styczność z rzeczywistością. Zdaje się, że zapominamy historję naszych największych uczonych.

„Lavoisier poświęcał najpiękniejsze chwile swego czasu na badanie zagadnień rolniczych, fabrykacji gipsu, oświetlenia miasta Paryża, fabrykacji prochu, napełniania balonów. Monge zajmował się metalurgją żelaza i fabrykacją dział. Laplace i Lavoisier wymyślili swój kalorymetr lodowy w celu sprawiedliwego obliczania myta za produkty opałowe, przywożone do Paryża. Berthollet wyrabiał chlorki odbarwiające i proszki chlorkowane. Gay-Lussac, inżynier dróg i mostów, ulepszył fabrykację kwasu siarkowego. Fresnel, również inżynier dróg i mostów, zarządzał składem latarń. H. Sainte-Claire-Deville stracił zdrowie przy pracach nad metalurgją aluminjum i platyną.

A jednak są to ci uczeni, którym zawdzięczamy najpiękniejsze odkrycia czystej wiedzy: podstawowe prawa chemji, prawa ciążenia powszechnego i włoskowatości, geometrję wykreślną, teorję fal, prawo dysocjacji, prawa rozszerzenia gazów, i t. d." *).

Do przyczyn niższości naszego przemysłu, przed chwilą zanalizowanych, należy dodać jeszcze inne, pozostające w związku z rolą i organizacją naszego szkolnictwa technicznego. Pod tym

*) H. le Châtelier. Ankieta *Temps'a* o „Społeczeństwie jutra i poszukiwaniach naukowych" (1919).

względem możemy odesłać jedynie do krytyki i poglądów, wypowiedzianych już poprzednio (3-cia część, rozdz. II), przy rozpatrywaniu zagadnienia uzupełniania chemików, jak również do różnych publikacyj, które pojawiły się w ostatnich latach na temat szkolnictwa zawodowego (senator Astier i inni). Kilka przyczyn innego rzędu zostanie podanych dalej.

B. W Niemczech.

Niemcy dobrze się strzegły, ażeby nie wpaść w nasze błędy i przesądy. Pragnęły one nadewszystko być krajem produkującym bogactwa, źródło siły, i słusznie widziały ku temu drogę w łączności nauki i przemysłu. W Niemczech nie tylko że przemysłowcy zachowują w swych laboratorjach miejsca dla samodzielnych badaczów, lecz ponadto najbardziej szanowani profesorowie, najznakomitsi uczeni pozostają w stałych stosunkach z przemysłowcami, którym komunikują, przed opublikowaniem, rezultaty swoich prac, oraz wszelkie pod każdym względem cenne i głębokie uwagi; przemysłowcy w porę patentują prace, które ocenią za nadające się do użytku. Ponadto należy zauważyć, że w żadnym z krajów świata uczony nie zajmuje tak wysokiego miejsca jak w Niemczech.

„Wysoka sytuacja w społeczeństwie, urok otaczający, wzbudzają ambicję, powodują dobór, który doprowadza do utworzenia się tej jelity pracowników, którzy zaludniają wszystkie gałęzie szkolnictwa wyższego.

Liczni synowie wielkich przemysłowców, wielkich właścicieli i finansistów, ubiegają się o karjerę uniwersytecką. Ponieważ miejsca są ograniczone, młodzież oddaje się od wczesnych lat poszukiwaniom, nie cofa się przed trudnościami, a ponieważ nie powstrzymują jej troski materjalne, może przeto oddać na usługi nauki i swoją fortunę i zdolności.

To też często widzi się, w dziedzinie nauk doświadczalnych, niejednego kandydata na profesora, który zostawszy *docentem* otacza się asystentami, ponosi znaczne koszty dla zdobycia sobie jakiegoś rzadkiego produktu, lub wymagającego całych miesięcy dla przygotowania, tak, by móc wzbogacić naukę nowemi odkryciami i zdobyć sobie powagę naukową, bez której niema wstępu na katedrę.

Po osiągnięciu celu (około trzydziestego do czterdziestego roku) nowy profesor, mający już wyrobioną metodę i ustalone zamiłowanie do poszukiwań, znajdujący się obecnie na szerszem polu działalności, prowadzi nadal badania, otacza

się współpracownikami, uczniami, stara się stworzyć szkołę i zdobywa sobie położenie materjalne, do jakiego nigdy nie może dojść przy obecnej organizacji żaden uczony francuski, żaden, nawet najbardziej zasłużony członek uniwersytetu lub naszych wyższych szkół *).

Sprawcy sławy i pomyślności narodowej, profesorowie niemieccy, mogą być jednocześnie sprawcami własnego dobrobytu. Dodajmy jeszcze, że państwo jest przekonane, że nie należy szczędzić żadnych środków, żadnych dostatków dla szkolnictwa wyższego, ponieważ wszystko od niego płynie. Do niego można zastosować wyrażenia arabskie: „Jest głową źródła" i „ojcem płodności **)".

C. *Zmiana opinji we Francji.*

Zdrowe poglądy rozpoczynają torować sobie drogę we Francji. Środowiska najbardziej światłe i wyższe sfery urzędowe dostrzegły niebezpieczeństwo i rozpoczęły nawiązywanie oficjalnych i trwałych węzłów pomiędzy przemysłowcami i uczonymi. Nowe dążenia znalazły swój symboliczny wyraz w stworzeniu podczas wojny, przy Akademji Nauk, specjalnej Sekcji *Zastosowań Naukowych w Przemyśle*, zarezerwowanej dla przemysłowców (w liczbie 6), którzyby dokonali odkryć naukowych i zastosowali je w przemyśle. Jeżeli należy życzyć, aby przemysłowcy byli jak najlepiej poinformowani o postępach nauki, to nie mniej ludzie nauki muszą zdawać sobie sprawę z potrzeb przemysłu, a takowych nikt tak dobrze nie zna, jak wielki przemysłowiec. Ludzie tacy będą bardzo cenni dla orjentowania prac członków Akademji i wykorzystania ich uczniów.

Te same czynniki spowodowały założenie w r. 1917 Towarzystwa Chemji Przemysłowej ***); obecnie organizacja ta, bardzo pomyślnie działająca, jest w stanie oddać bardzo poważne usługi chemji i przemysłowi.

Witamy ponadto z żywem uczuciem nadziei świeże utworzenie *„Narodowego Urzędu Poszukiwań Naukowych, Przemysłowych, Rolnych oraz Wynalazków"*, mającego za zadanie: 1-o wywoływać, uzgadniać i popierać wszelkiego rodzaju poszukiwania naukowe

*) Nowe uposażenie profesorów francuskich (1919), daleko jeszcze pozostaje w tyle poza materjalnem położeniem profesorów niemieckich.

**) Haller, j. w.

***) Główną inicjatywę należy przypisać p. Pawłowi Kestnerowi.

zarówno w zakładach naukowych, jak i podejmowane nazewnątrz przez uczonych; 2-o rozwijać i uzgadniać zwłaszcza poszukiwania naukowe, mogące się przyczynić do postępu rolnictwa i przemysłu narodowego; również zapewniać prowadzenie studjów, żądanych przez służby publiczne, oraz wspomagać wynalazców.

D. Stypendja im. Lavoisier'go.

Należy mieć nadzieję, że władze publiczne, wykorzystując lekcje wojny, będą starały się rozwijać nauczanie chemji i przemysłu chemicznego.

„Niewątpliwie zostaną stworzone nowe szkoły inżynierów-chemików, a stare zostaną ulepszone. Już i tak wąska specjalizacja szkolnictwa technicznego zacieśni się jeszcze więcej, gdyż większość specjalnych szkół chemji rozwinie specjalności miejscowych potrzeb. Wyszkolenie zostanie mimowoli skondensowane. Słuchacze będą mieli zaledwie czas na zdobycie wiadomości, niezbędnych dla prowadzenia pewnej gałęzi fabrykacji; nie będą mieli nawet czasu zastanawiać się nad swemi wiadomościami; ledwie będą mogli zrozumieć fabrykację, którą mają kierować. Pośpiech we wchłanianiu wiadomości uczyni ich zazwyczaj niezdolnymi do pojęcia i urzeczywistnienia ulepszeń w metodach fabrykacji, z których przecie żadna nie jest wieczna.

„Same zaś towarzystwa przemysłowe mogą uruchamiać tylko te sposoby, które są im już znane. Przed wojną nasz przemysł chemiczny, o ile nie stosował metod zanikających już, to szedł w tyle za przemysłem niemieckim, ograniczając się zazwyczaj do eksploatowania sposobów niemieckich, już uświęconych praktyką.

„Przemysł chemiczny francuski ma dużo do zrobienia ażeby stanąć na nogach. Nie wystarczy budować fabryki i eksploatować tam przestarzałe sposoby fabrykacji. Należy uruchomić sposoby równoważne tym, które Niemcy niewątpliwie okrywają tajemnicą. Ażeby tego dokonać, trzeba ażeby Francja miała odpowiednią ilość chemików wykształconych i doświadczonych w poszukiwaniach osobistych, a przytem posiadających (o co na szczęście nie trudno) zmysł wynalazczy. Ten zmysł wynalazczy, który nie narodzi się tam, gdzie go niema, należy rozwijać i dyscyplinować, a da wydajne rezultaty.

„Najlepszą usługą, jaką możnaby oddać przemysłowi chemicznemu, jest przedewszystkiem stworzenie ośrodków działalności naukowej, a następnie zorjentowanie w kierunku badań i wdrożenie do odpowiedniej dyscypliny młodych chemików, opuszczających szkoły techniczne lub wydziały nauk. Z zasobem wiadomości zdobytych w szkole słuchacz może rozwinąć swe zalety, które mu pozwolą w następstwie szukać szczęśliwie, dopiero w środowisku, gdzie zalety te najłatwiej się rozwiną, t. j. w laboratorjach poszukiwań doświadczalnych. Tam dopiero rozszerza się koło wiadomości wyniesionych ze szkoły. Tam dopiero może się metodycznie wychowywać inicjatywa. Mniejsza o to, czy badania skierowują się ku nauce czystej, czy ku zastosowaniom. W obydwóch wypadkach starają się one rozwiązać zagadnienia, wychodzące z podstawy rzeczywistości; wdrażają one zawsze zmysł metody i zmysł obserwacji Ciągle powtarzane doświadczenia wyrabiają zmysł pomysłowości. Wszystkie te zalety są niezbędne dla wynalazcy, bez względu czy idzie o naukę czy przemysł. Inżynierowie niemieccy, którzy odbyli praktykę w laboratorjach poszukiwań naukowych, byli specjalnie poszukiwani przez kierowników przemysłu niemieckiego, zapewniających sobie w ten sposób odnawianie i ulepszanie metod oraz utrzymywanie chemicznego przemysłu niemieckiego na pierwszym stopniu.

„A więc formować we Francji chemików poszukiwaczy, to pozwolić rozwijać się francuskiemu przemysłowi chemicznemu, pozwolić mu wyminąć etapy, dzielące go od stopnia, na którym powinienby prawnie się znajdować.

„W naukowych laboratorjach chemicznych praktyczne zakończenie poszukiwań jest czysto przygodne. Chemik teoretyk studjuje metodycznie przygotowanie pewnej określonej klasy ciał oraz ich własności. Dopiero później wykazuje się możność zastosowania tych własności; tylko w wyjątkowych wypadkach zagadnienie to może być odwrócone. Konsekwencje tej odwrotnej metody byłyby katastrofalne przedewszystkiem dla nauki, a następnie dla przemysłu, gdyż wszystko co nie zdążałoby do specjalnie zamierzonego końca zostałoby zarzucone, jako zupełnie pozbawione interesu. Rzeczy pewne zostałyby poświęcone dla niepewnych zamierzeń.

„Szerokie rozwinięcie poszukiwań naukowych jest najlepszą rzeczą, jakiej mogą uczeni dokonać dla wsparcia

nietylko nauki, lecz i jej zastosowań. Pamiętajmy, że możność zastosowań nie powinna być zaniedbywana, o ile nadarzy się okazja. Wówczas zagadnienia przemysłowe będą mogły być rozwiązywane przez młodych ludzi pod kierownictwem uczonego, który na własnych swych pracach wykształci ich zmysł badawczy. Młodym tym ludziom eksploatacja przemysłowa wystudjowanych przez nich sposobów zapewni szeroką karjerę materjalną. Dopiero w tych warunkach można będzie zapewnić uzupełnianie pracowników w laboratorjach poszukiwań naukowych. Laboratorja te, nadużywane pracami ściśle osobistemi, wymaganemi przez tematy prac doktorskich, będą mogły przedsięwziąść poszukiwania zbiorowe o szerokim zakresie i dużej wydajności.

„Nauka i przemysł chemiczny, wzajemnie się popierając, będą się uzupełniały i rozwijały wspólnie“ *).

Ten przedmiotowy wykład niewątpliwie przekona każdego. Ażeby ożywić poszukiwania naukowe, źródło postępu przemysłowego, rolniczego i gospodarczego, potrzeba niewątpliwie pieniędzy, dużo pieniędzy dla naszych laboratorjów; lecz przedewszystkiem trzeba je zaludnić tymi, którzy potrafią je skutecznie zużytkować; musimy ześrodkować wysiłki w celu produkcji tych ludzi. To jest najważniejsze i najpilniejsze zagadnienie, od którego zależy przyszłość chemji francuskiej i jej zastosowań.

Nie brak nam młodych, wyróżniających się osobników, których przełożeni uważają za uzdolnionych do poszukiwań naukowych. Lecz najczęściej w braku wystarczających środków egzystencji, młodzi ci ludzie widzą się zmuszeni po opuszczeniu uniwersytetu lub szkoły technicznej, wejść czemprędzej do przemysłu, gdzie czeka ich przedwczesna specjalizacja z wielkim uszczerbkiem dla ich ogólnych wiadomości, jeszcze niezupełnie kompletnych, i dla ich zdolności wynalazczych, których polot zostaje conajmniej stępiony. Czyż ogólne dobro nie wymaga, by młodzi ci ludzie stanowili przedmiot szczególnej opieki? Czyż w zasadzie nie powinni oni być własnością ogółu, który miałby obowiązek popierania ich oraz rozwijania ich zdolności, mających pracować dla sławy i pomyślności narodu?

Stworzenie stypendjów poszukiwań, przeznaczonych dla tej elity naszych zakładów naukowych, stanowiłoby akt dalekiego

*) Wyciąg z raportu sekcji chemicznej (Lacroix, Béhal, Moureu; Urbain autor; 1919) Komitetu Funduszu Henryka Rotschilda (Zachęta do poszukiwań naukowych).

jasnowidzenia. Stypendja powinny być udzielane bez zastrzeżeń, tak, by stypendysta, po przepędzeniu kilku lat w laboratorjum swego mistrza, miał swobodę wyboru między przemysłem, badaniami naukowemi i szkolnictwem. Stypendja powinny być finansowo zasilane przez państwo, departamenty i gminy miejskie oraz przez przemysłowców, najbardziej zainteresowanych w postępie poszukiwań naukowych. Stypendja chemiczne powinny być *imienia Lavoisier'go*. Każdy stypendysta, pracujący stale pod kierunkiem swego mistrza, byłby, w gruncie rzeczy, jego osobistym asystentem; tu uzupełnimy nasz punkt widzenia, twierdząc, że stypendyści-asystenci powinni być przydzielani nie do laboratorjów, a do poszczególnych uczonych, zajmujących się czynnie poszukiwaniem samodzielnem.

W przewidywaniu wypadku, prawdopodobnie dosyć częstego, gdy stypendysta pragnąłby poświęcić się karjerze uniwersyteckiej, należałoby od początku umieszczać go jako asystenta w ramach szkolnictwa.

Konieczność stypendjów poszukiwań została zrozumiana w Niemczech, gdzie, podczas trwania wojny, grupa potężnych przemysłowców ufundowała pewną ilość *stypendjów im. Liebiga*, na warunkach nader podobnych do wyżej przez nas wskazanych. Przykład ten najlepiej dowodzi jakie zaufanie pokładają przemysłowcy niemieccy w poszukiwaniach naukowych dla rozwoju przemysłu.

C. POWSZECHNE UZNANIE PRAKTYCZNEGO POŻYTKU PRACY NAUKOWEJ.

Po za szkolnictwem oraz mniej lub więcej skutecznem popieraniem poszukiwań w laboratorjach naukowych, wszędzie zamierzane są przeróżne inowacje. Projektuje się obecnie stworzenie we Francji, we Włoszech, w Japonji, państwowych laboratorjów mechaniki, fizyki, chemji, agronomji, na podobieństwo już oddawna istniejących w Niemczech państwowych laboratorjów fizycznych lub takiego samego organu ostatnio stworzonego w Stanach Zjednoczonych, w których to laboratorjach poszukiwania natury ogólnej odbywałyby się w ścisłem związku z zastosowaniem do gałęzi przemysłowych: górniczej, rolnej, włóknistej i t. d. Nasz „Państwowy Urząd Poszukiwań Naukowych, Rolniczych i Przemysłowych oraz Wynalazków" ma sposobność odegrania bardzo pożytecznej roli w rozwijaniu tych nowych i nader szczęśliwych dążeń.

Ugruntowują się one specjalnie silnie w Stanach Zjednoczonych. Na życzenie prezydenta Wilsona, Waszyngtońska

Akademja Nauk powołała w r. 1917 Narodową Radę Poszukiwań. Wówczas szło o pomoc nauki w przygotowaniach wojennych, o zgrupowanie wszystkich naukowych i technicznych sił narodu do obrony cywilizacji.

Przytoczymy jeszcze jeden przykład, świadczący niemniej o zaufaniu, jakie mają Amerykanie do praktycznej użyteczności pracy naukowej. Amerykańska Federacja Pracy, najpotężniejsza organizacja robotnicza świata, wystąpiła ze śmiałą inicjatywą. Stowarzyszenie to twierdzi, że jedynie poszukiwania naukowe są w stanie podnieść ogólny dobrobyt kraju i że obowiązkiem rządu jest popieranie wszelkiemi środkami, będącemi w jego rozporządzeniu, studjów naukowych i technicznych *). Kładzie ono nacisk na fakt, że poniesione koszta są poza wszelką proporcją w stosunku do dobrodziejstw, wynikających z odkryć i zastosowania nowych metod naukowych, wzrostu ogólnej zamożności i poprawy warunków bytu ogółu.

Podobne uchwały są tembardziej na miejscu, skoro się zważy w jakim stopniu wojna, wskutek olbrzymich strat w ludziach, materjale i produktach wszelkiego rodzaju, zubożyła całą ludzkość, skąd pochodzi dzisiejszy straszny kryzys drożyźniany, mogący, wraz z innemi przyczynami, wywołać poważne komplikacje społeczne i wstrząsnąć powszechnym pokojem. Na te zło jest tylko jeden środek: wytwarzać więcej. Lecz produkcja zależy od dwóch czynników: ilości, która mierzy się sumą godzin pracy i intensywności, która zależy od wydajności pracy.

O ile pierwszy czynnik wymyka się nauce, o tyle drugi całkowicie od niej zależy. Rezultaty wysiłku, przy innych warunkach niezmienionych, mogą wzrosnąć jedynie przez zastosowanie odkryć i metod naukowych, które ostatecznie przybiorą postać lepszego wykorzystania pracy.

Pragnęlibyśmy gorąco, by nasi kierownicy przejęli się mądremi i jasnowidzącemi uchwałami Amerykańskiej Federacji Pracy, biorąc pod uwagę nie tylko żyzne pomysły i nadzieje, lecz i obowiązki oraz odpowiedzialność spadającą na barki tych, którym kraj powierzył swoją przyszłość. Niech zrozumieją nareszcie, że nauka jest potęgą, że nauka jest bogactwem i dobrobytem! Niech zechcą dostrzec w budżecie naukowym najbardziej produktywny wydatek! Niech zapewnią poszukiwaczom środki poszukiwania! Są to najbardziej naglące zadania, jakie w chwili obecnej mógłby im narzucić patrjotyzm.

*) Tekst postanowień podajemy dalej (Część 4-a, rozdz. III).

D. KILKA SPOSTRZEŻEŃ ODNOŚNIE WARUNKÓW GOSPODARCZYCH, ORGANIZACJI I METOD W PRZEMYŚLE.

Jesteśmy pewni, że na przyszłość uczeni francuscy zrezygnują ze swego wyniosłego odosobnienia i będą pomagać przemysłowi światłem swojej wiedzy.

I. Lecz, oprócz zagadnień natury naukowej, których wagę wykazaliśmy, położenie przemysłu chemicznego danego narodu zależy jeszcze od całego szeregu różnych przyczyn. Wpływ warunków gospodarczych jest oczywisty, a ponadto istnieją ważne zagadnienia energji, rąk roboczych, a zwłaszcza surowców. Zagadnienie to, z którym wiąże się cała produkcja krajowa, jest poruszone dalej (4-a część, rozdz. I).

Jednakże na pierwszem miejscu powinno się postawić dobrą organizację, bez której naukowa współpraca i dobre warunki ekonomiczne pozostaną niewyzyskane. Pod tym względem, jako prawdziwy model, mogą służyć wielkie niemieckie zakłady produktów chemicznych.

W tych „olbrzymich ulach" wyższe kierownictwo powierzone jest pewnej trójcy w składzie jednego chemika, jednego inżyniera i jednego handlowca, z których każdy posiada swój dział specjalny, a których uzgodniony wysiłek zapewnia powodzenie zakładów.

Ten sam duch ożywia i niższe koła. Większość wielkich fabryk posiada jedno lub liczne laboratorja, dające się porównać jedynie do najbardziej doskonałych na najlepszych uniwersytetach, wspaniałą bibljotekę, służbę doświadczeń fizjologicznych dla produktów nadających się ewentualnie do terapeutyki, specjalną służbę studjów i redakcji patentów i t. d.

Jak najszersza propaganda towarzyszy produktom handlowym we wszystkich językach, nie wyłączając japońskiego, chińskiego i perskiego.

Wszyscy komiwojażerowie są chemikami o poważnych studjach, tak, że ich rady i wyjaśnienia, udzielane klijentom, mają realną wartość.

II. Przemysłowcy francuscy, podobnie do przemysłowców niemieckich, posiadają zdolność do interesów. Lecz jeszcze dziś, zdaje się jeszcze wielu z nich nie rozumie, że nieodłączną właściwością przemysłu jest ewolucja. Wielu z nich otrzymało w spadku „zakład z jego tradycjami, jego formułami, aż do personelu, mającego je stosować". Personel ten, prawie zawsze bez wykształcenia

wyższego, wychowany od młodych lat w zakładzie, zna fabrykę do fundamentów, „tworzy z nią jedno ciało“ *); lecz, wyłącznie rutynowany, nie jest zdolny do ulepszania fabrykacji. Gorzej nawet, zazwyczaj żywi on względem technika głuchą nienawiść i instynktowną obawę.

Czy należy dodawać, że zazwyczaj położenie chemika w laboratorjum fabrycznem jest nader niepewnem? Dla wielu przemysłowców chemik jest *fabrykantem odkryć* i zazwyczaj staje się on bezużytecznym, jeżeli po upływie pewnego czasu (zwykle bardzo krótkiego), nie otrzyma nowych wyników, któreby znacznie podniosły wydajność fabryki. A nieszczęśliwiec, skazany na wynalazek lub na usunięcie, otrzymywał częstokroć zaledwie... 200 franków miesięcznie.

W ogólności najbardziej pewnym sposobem stworzenia sobie dobrze opłacanej sytuacji w przemyśle chemicznym we Francji, nie jest robienie poszukiwań w laboratorjum fabrycznem, które powinno być sercem zakładu, lecz naodwrót zupełne unikanie tego laboratorjum i zajęcie się tylko fabrykacją, lub, co jeszcze lepiej, postaranie się o posadę natury czysto handlowej w biurach administracji.

Co się tyczy komiwojażerów fabryk chemicznych, to nie wymaga się od nich żadnych wiadomości technicznych; naogół nie znają oni ani składu produktów, ani ich zastosowań i nie są w stanie dyskutować w sprawach technicznych z klijentelą. Jest to tem bardziej pożałowania godne, że pomiędzy licznymi chemikami, corocznie opuszczającymi mury instytutów, jest dużo młodych ludzi, którzy posiadając małe zamiłowanie do poszukiwań przemysłowych, mogliby zostać po krótkiej praktyce doskonałymi komiwojażerami.

III. Wielką siłę przemysłu niemieckiego stanowi również zmysł zrzeszania się, tak powszechny u ludu niemieckiego. Wymieńmy tu *Stowarzyszenie Zawodowego Przemysłu Chemicznego*, zajmujące się wszelkiemi sprawami, mającemi związek z ubezpieczaniem od wypadków, i *Towarzystwo Obrony Interesów Przemysłu Chemicznego*, którego komitet, w bezpośrednim związku z władzami publicznemi, zajmuje się sprawami patentów, interesami towarzystwa zagranicą i t. d.

We Francji brak zrzeszenia, obejmującego różne gałęzie przemysłu chemicznego. Taka organizacja miałaby niewątpliwie duży

*) Haller.

wpływ na władze publiczne. Inicjatywę w tym kierunku mogłyby poddać: *Towarzystwo Chemji Przemysłowej* i *Towarzystwo Popierania Przemysłu Narodowego*. Również wartoby popierać referaty techniczne; miałyby one niewątpliwą wartość dla przemysłowców.

Powrócimy jeszcze (4-a część, rozdz. I) do omówienia, jaką wartość dla przemysłu narodowego miałoby założenie stowarzyszeń przemysłowców.

ROZDZIAŁ V.

Międzynarodowa współpraca naukowa.

I. Od dawnych czasów, od czasów odrodzenia studjów naukowych w wiekach średnich, ludzie nauki spotykali się na przyjacielskich zjazdach i łączyli swe wysiłki dla postępu wiedzy. Kult prawdy był węzłem wystarczająco mocnym, wytrzymującym próbę zatargów międzynarodowych, który zacisnął się jeszcze więcej ku końcowi ubiegłego stulecia, gdy wszystkie narody cywilizowane zostały pozyskane dla rozwoju nauki. Stowarzyszenia i zjazdy stawały się coraz liczniejsze, stwarzając pomiędzy uczonymi różnych krajów stosunki przyjacielskie, wbrew rozbieżnościom politycznym, umyślnie pozostawionym w cieniu.

„Dawne wojny nie niszczyły wzajemnego szacunku uczonych stron wojujących i pokój szybko zacierał ślady ubiegłych walk. Dzisiaj warunki są zupełnie odmienne. Zbrodnie i czyny najwstrętniejsze, popełniane systematycznie przez armje mocarstw centralnych w Belgji, we Francji, we Włoszech, w Serbji, pozostawią na historji winnych narodów plamę, której nie zmyje zwykłe uiszczenie strat materjalnych i podpisy pod traktatem pokojowym“ *).

Wiemy jaka odpowiedzialność ciąży na „intelektualistach“ niemieckich za te okrucieństwa. Nauka była w ich oczach siłą poskromioną, której wypuszczenie miało zapewnić Niemcom światową hegemonję zarówno pod względem gospodarczym i umysłowym, jak i militarnym. Ten egoistyczny pozytywizm, niezgodny z ideałami naukowemi, pozbawił naukę niemiecką honoru, zwłaszcza przez potworne użycie gazów i produktów trujących, sprzeczne z obowiązującemi umowami.

*) Międzysojusznicza konferencja akademij naukowych, (Londyn, październik 1918 r.).

Tu można zrozumieć odrazę, jaką żywią obecnie uczeni krajów sprzymierzonych, oraz niektórych neutralnych, względem przedstawicieli podobnej kultury. To też powzięliśmy poważne postanowienie, które się narzucało naszym wzburzonym sumieniom: jakkolwiek wielką byłaby nasza troska o naukę, „pozostajemy jednak ludźmi i nie możemy współpracować z tymi, którzy są wspólnikami największych zbrodni wszystkich czasów. Ponad nauką, ponad wszystkiem istnieje moralność. Moralność, bez której nauka, zwiększając nieskończenie potęgę człowieka, stałaby się śmiertelnem niebezpieczeństwem dla cywilizacji. Dopóki państwa centralne nie zostaną ponownie przyjęte do wspólnoty narodów cywilizowanych, żadna wspólna praca i żadne osobiste stosunki naukowe z uczonymi z za Renu nie będą możliwe.

Niewątpliwie z wielkim żalem wypadnie odwrócić się od tej lub innej osobistości, którą podziwiamy za jej prace naukowe i z którą stosunki miały niegdyś cechy pewnej serdeczności, lecz sprawa moralności musi mieć pierwszeństwo. Pozostawmy więc błądzących i życzmy sobie, ażeby pewnego dnia, wyleczeni ze swego szału i odrzucający nazawsze niemoralne teorje panowania światowego, tak głęboko zakorzenione w umysłach kierowniczych sfer niemieckich, znowu znaleźli się między nami.

Oczekując na to, porzucamy dawne stowarzyszenia międzynarodowe, tworząc jednocześnie międzysojusznicze, z ewentualnym współudziałem neutralnych. „Będziemy pracowali wśród narodów przyjaznych, wnosząc do wspólnej pracy nasze różnorodne zalety. Nie obawiajmy się przyznać, że zbyt mało ceniliśmy je dawniej, nie odróżniając, według słów sławnego poety włoskiego, rzeczy olbrzymich od wielkich" (E. Picard).

II. Uchwały te, zaznaczające niebywały dotychczas zwrot w historji nauki, zostały powzięte na zebraniach międzysojuszniczej konferencji akademij naukowych w Londynie w dn. 9 do 11 października 1918 r. i w Paryżu w dn. 26 do 29 listopada tegoż roku *). Ponadto została utworzona Międzynarodowa Rada Poszukiwań, do której mają być dołączane nowe międzynarodowe stowarzyszenia, odpowiadające różnym rygorom naukowym. Rozważano ponadto różne zagadnienia, dotyczące bibljografji, laboratorjów międzynarodowych, patentów, stosunków międzynarodowych, tak, że można mieć nadzieję na stałą współpracę w poszukiwaniach wymagających pracy zbiorowej.

*) Sprawozdania zostały przedstawione Akademji Nauk w Paryżu przez pp. Emila Picard'a i Alfreda Lacroix (21 października i 9 grudnia 1918 r.).

Z pomiędzy innych aktów konferencji, świadczących o podniosłym nastroju jej prac, przytoczymy następującą deklarację:

„Konferencja, uznając że w nauce pierwsze postępy są zawsze rezultatami wysiłków osobistych, uważa za jedno ze swych głównych zadań popieranie wszelkich wysiłków, mających na celu zbieranie środków i zapewnienie uczonym swobody umysłu, tak niezbędnej dla powodzenia poszukiwań naukowych".

Na posiedzeniu międzynarodowej Rady Poszukiwań, odbytym w Brukselli w dn. 19 do 28 lipca 1919 r., zostały powołane do życia liczne stowarzyszenia naukowe międzynarodowe, zwłaszcza chemików. Oto pokrótce historja i pierwsze czyny nowej współpracy międzynarodowej.

Międzynarodowe Zjednoczenie Chemji Czystej i Stosowanej.

I. W Londynie, w listopadzie 1918 r., na zebraniu *Society of Chemical Industry*, pod przewodnictwem profesora Henryka Louis i w obecności Pawła Kestnera, prezesa świeżo stworzonego (1917 roku) w Paryżu Towarzystwa Chemji Przemysłowej, powzięto projekt zgrupowania w jedno potężne zrzeszenie wszystkich sojuszniczych sił chemicznych. Wymagania wojenne spowodowały ścisłą współpracę narodów sprzymierzonych, należało więc ją, dla wspólnego dobra, przedłużyć i na dalsze lata. Wielkie zrzeszenia chemiczne miały również i w czasach pokojowych pracować nadal z tym samym zmysłem decyzji i z tą samą wiarą, jakie kierowały nimi w zbiorowej pracy podczas wojny.

W myśl tych zasad, *Towarzystwo Chemji Przemysłowej*, w łączności z *Towarzystwem Chemicznem Francji*, zwołało do Paryża na czas od 14 do 16 kwietnia 1919 r. pierwszy zjazd, na który przybyli delegaci, wybitni przedstawiciele świata naukowego i przemysłowego Belgji, Stanów Zjednoczonych, Francji, Zjednoczonego Królestwa Wielkiej Brytanji i Irlandji, oraz Włoch. Odbyto liczne posiedzenia pod przewodnictwem p. Karola Moureu. Postanowiono zawezwać stowarzyszenia każdego z krajów do zrzeszenia się w odpowiednią federację lub do wyłonienia Rady Narodowej, w celu stworzenia wielkiej konfederacji tych różnych organizacyj, do której mogłyby być ponadto przyjmowane analogiczne zrzeszenia narodów neutralnych. Wytyczono główne zasady statutowe. Powołano tymczasową radę, w której skład weszło po dwóch delegatów każdej narodowości, mającą pod przewodnictwem p. Moureu opracować ostateczne podstawy Konfederacji; wreszcie postanowiono,

na wniosek naszych przyjaciół angielskich, zwołać drugi zjazd do Londynu na 14 lipca 1919 r.

Rada tymczasowa weszła w kontakt z Międzynarodową Radą Poszukiwań, niedawno powołaną do życia przez międzysojuszniczą konferencję akademij, i przygotowała program zjazdu londyńskiego.

W zjeździe wzięły udział następujące delegacje: belgijska: pp. Lucions, Timmermans; Stanów Zjednoczonych: pp. Cottrell, Parsons, Ruttan, Washburn; francuska: pp. Béhal, Gérard, Kestner, Marie, Marquis, Moureu; Zjednoczonego Królestwa Wielkiej Brytanji i Irlandji: pp. F. Armstrong, Chapmann, Louis, Pope, Wynne; Włoch: Pizelli, Severini; oraz uczestnicy zjazdu: pp. Miall (Anglja) i Voisin (Francja).

Ponieważ każda delegacja zgłosiła przystąpienie swego kraju, przeto Konfederację zawiązano.

W dalszym ciągu zjazd przystąpił do rozpatrywania życzeń delegacji amerykańskiej i projektu statutu, przedstawionego przez delegację francuską.

Po licznych posiedzeniach, podczas których wymieniono szereg nader ciekawych myśli w sprawie stosunków między krajami o języku łacińskim i o języku angielskim, oraz w sprawie udziału każdego z narodów w ogólnym programie działania, osiągnięto łatwą zgodę na tekst, opracowany przez specjalną komisję pod przewodnictwem Sir Williama Pope'a, prezesa *British Federal Council.*

Po przyjęciu statutu zjazd wybrał biuro Konfederacji, gdzie pięć narodów zakładających zostało reprezentowanych w sposób następujący.

Przewodniczący: p. Karol Moureu (Francja), Wice-Przewodniczący: pp. Jerzy Chavanne (Belgja), Leopold Parodi-Delfino (Włochy), Karol Parsons (Stany Zjednoczone), Sir William Pope (Wielka Brytanja).

Sekretarz: Jan Gérard (Francja).

Jako tymczasową siedzibę Konfederacji wybrano Paryż; następny zjazd postanowiono zwołać na czerwiec 1920 r. do Włoch.

II. Pozostawało teraz związać Konfederację z Międzynarodową Radą Poszukiwań. W tej sprawie zjazd jednogłośnie uchwalił:

„Że Konfederacja powinna stanowić, w ramach organizacji ustalonych przez akademje naukowe, autonomiczną sekcję chemiczną Międzynarodowej Rady Poszukiwań". Wybrano specjalną delegację, która miała przedstawić tę uchwałę wraz ze statutem

Konfederacji zjazdowi akademij naukowych, mającemu się odbyć w Brukselli w dn. 18 do 28 lipca. Delegacja otrzymała niezbędne upełnomocnienia w celu zharmonizowania statutu własnego ze statutem Międzynarodowej Rady Poszukiwań. Wybrano delegatów, którzy w większości już byli mandatarjuszami zjazdu brukselskiego.

Dn. 22 lipca, w Pałacu Akademji w Brukselli, rozpoczęło się pod przewodnictwem p. Hallera zebranie *Komitetu dla Międzynarodowej Współpracy Chemji*, który miał z polecenia Komitetu Wykonawczego Międzynarodowej Rady Poszukiwań, przestudjować sprawy organizacji sekcji chemicznej. P. Haller przypomniał istnienie „Międzynarodowego Stowarzyszenia Towarzystw Chemicznych", założonego na kilka lat przed wojną i szlachetnie wspieranego funduszami p. Ernesta Solvaya. Zawiadomił, że jako prezes tego stowarzyszenia, powodując się życzeniami wyrażonemi przez akademje naukowe, zwrócił się do członków Rady z wnioskiem rozwiązania stowarzyszenia. Wniosek otrzymał większość głosów; stowarzyszenie zostało rozwiązane, a fundusze zwrócono ofiarodawcy, p. Solvayowi *). Zupełnie było zrozumiałem, że miejsce rozwiązanego stowarzyszenia zajęła organizacja utworzona w Londynie. P. Moureu przedstawił raport na zjeździe londyńskim. Statut konferencji został przyjęty z zastrzeżeniem, że specjalna komisja uzgodni go ostatecznie z głównemi zasadami Międzynarodowej Rady Poszukiwań. Komitet natychmiast przestudjował i zatwierdził statut. Zadanie zostało ukończone. *Międzynarodowe Zjednoczenie Chemji Czystej i Stosowanej* powstało. P. Haller ustąpił z prezydentury. Na jego miejsce został obrany p. Moureu; siedzibę wyznaczono w Londynie.

Statut nowego *Zjednoczenia* został zatwierdzony dn. 28 lipca na plenarnem posiedzeniu Międzynarodowej Rady Poszukiwań.

III. Taką jest historja nowego organizmu. Odtąd chemja ma już swe układy międzynarodowe. Należy starać się teraz, by dały one realne wyniki.

Na zebraniach w Paryżu, Londynie i Brukselli poruszono wielką ilość spraw ogólnej wagi. Będą one przedmiotem przyszłych obrad.

Zjednoczenie chemji ma nieograniczone pole działania na podobieństwo samej chemji i jej zastosowań. Zadaniem jego bę-

*) Na skutek osobistej prośby p. Hallera fundusze te (360.000 franków) zostały ofiarowane przez p. Solvaya Towarzystwu Chemicznemu we Francji wraz z nadesłaniem nadzwyczaj chwalebnych zdań o chemji francuskiej.

dzie zapewnienie stałych stosunków pomiędzy zrzeszeniami chemicznemi różnych krajów; uzgadnianie ich wysiłków w celu wspólnego dokonywania pewnych poszukiwań oryginalnych; ustalanie nomenklatury chemicznej i klasyfikacji, miar i systemów jednostek, metod analizy i t. p.

Należałoby pomyśleć o stworzeniu międzynarodowego centrum, gdzie metodycznie zbieranoby całokształt wiadomości chemicznych pod postacią kompletnej kolekcji wszelkich dokumentów pisanych (dzieł i traktatów właściwych, patentów, pism perjodycznych i t. d.) wraz z muzeum próbek surowców lub produktów pochodzenia chemicznego. Bibljoteka taka i muzeum stanowiłyby kompletną historję chemji czystej i stosowanej.

Z drugiej strony nauka podlega ciągłej ewolucji: codziennie nowe fakty dodają się do faktów już znanych, otwierając częstokroć dziedziny zupełnie niezbadane i burząc pojęcia klasyczne o zjawiskach przyrody. Każdy poszukiwacz musi stale być powiadomionym o wynikach ruchu naukowego jeżeli nie chce narazić się na stratę czasu w swej działalności. Tymczasem twórczość naukowa jest bardzo znaczna. Ilość prac, zjawiających się codziennie w chemji, rachuje się na setki; biorąc pod uwagę zupełną niemożliwość materjalną dla kogokolwiek zaznajamiania się bezpośrednio choćby tylko ze sporą częścią tych prac, narzuca się konieczność specjalnej organizacji bibljograficznej: ogólnych traktatów, artykułów z przeglądów naukowych, katalogów, a zwłaszcza perjodycznych zbiorów analitycznych wyciągów z pamiętników oraz patentów; stałe informacje bibljograficzne stanowiłyby podstawę pracy poszukiwaczów, pozwalając im śledzić ogólny ruch i jego rezultaty.

Podobna dokumentacja, równie niezbędna dla chemika jak waga i termometr, istnieje już w rzeczywistości, od trzydziestu lat mniej więcej, w języku niemieckim. Dzięki długiej wytrwałości i zręczności publicystycznej oraz niedbalstwu i nieprzezorności innych narodów, niemieckie publikacje stały się praktycznie niezbędnemi w bibljotekach i laboratorjach obu kontynentów.

Trudno by zgodzić się na przyszłość na podobny monopol. A przedewszystkiem czyż nie jest nim głęboko upokorzona nasza miłość własna narodowa? Ponadto tak wielka wyrwa pociąga za sobą jeszcze inne poważniejsze następstwa. Większość chemików francuskich bądź zupełnie nie zna języka niemieckiego, bądź zna go niedostatecznie i czytanie literatury niemieckiej zabiera im naogół dużo czasu, co przynosi dzisiaj jeszcze więcej szkody niż dawniej z powodu zmniejszenia się liczby pracowników. Skądinąd

każdy może stwierdzić w publikacjach niemieckich najbardziej widoczną stronniczość, czego klasycznym przykładem może posłużyć stopniowe zastępywanie nazwiskiem Beckmanna, nazwiska Raoult'a, znakomitego autora metod kryoskopijnej i ebuljoskopijnej określania ciężaru cząsteczkowego *).

Bolesnem jest stwierdzenie faktu, że większość chemików francuskich zapoznaje się z chemją francuską przy pomocy książek niemieckich. Musimy koniecznie stwarzać własne dzieła chemiczne: wielkie traktaty chemji czystej i chemji stosowanej, monografje wielkich zagadnień, roczne przeglądy głównych rezultatów, zbiory sposobów operacyjnych, słowniki i t. d., jak również dzieła kompilacyjne i pisma perjodyczne. Musimy postawić chemję synów duchowych Lavoisier'go na jej właściwem miejscu i wspiąć się do źródeł wielkich odkryć. Musimy wydobyć na świat blask genjusza naszych wielkich nowatorów z pod nasypów nawały krzyżackiej, zaprowadzić inwentarz naszej sławy i stawić czoło naśladownictwu, wreszcie utrzymać w pracach pokojowych berło śmiałej decyzji i zwycięskiej inicjatywy, zdobyte już raz podczas wojny. Musimy wreszcie, odzyskując zaufanie do siebie samych, pozbyć się dusz zwyciężonych, pamiętając że jesteśmy zwycięzcami w największym dramacie historji.

IV. Na posiedzeniach międzysojuszniczych uznano jednogłośnie że narzuca się publikacja w dwóch językach, angielskim i francuskim, przedewszystkiem wydawnictw perjodycznych, reasumujących prace w miarę ukazywania się ich na całym świecie, a następnie dopiero wielkich dzieł chemicznych. Chemicy amerykańscy już założyli redagowany w języku angielskim dwutygodnik tego typu. Mamy nadzieję, że chemicy francuscy, wraz z ich przyjaciółmi, chemikami angielskimi, belgijskimi i włoskimi, przy współpracy innych chemików łacińskich i słowiańskich, stworzą podobny organ, redagowany w języku francuskim.

W ten sposób powstałoby i na tem tle przyjacielskie współdziałanie romanów, słowian i anglo-sasów **).

O ile byt wielkiego dwutygodnika amerykańskiego jest zapewniony dzięki poważnemu budżetowi, zasilanemu składkami

*) Wiemy również, jak bakterjologowie niemieccy starannie unikali cytowania nazwiska Pasteura.

**) P. Karol Marie (Uniwersytet Paryski) rozpoczął w r. 1909 wydawanie dzieła o znaczeniu międzynarodowem: *rocznych tablic stałych i danych liczbowych chemicznych, fizycznych i technologicznych*, które pod jego osobistem kierownictwem nadal wychodzą.

15.000 członków różnych stowarzyszeń chemicznych Stanów Zjednoczonych, o tyle stworzenie pisma bibljograficznego przez chemików łacińskich i słowiańskich, znacznie mniej licznych, musiałoby wymagać pomocy ze strony władz publicznych. Zbyteczne jest zresztą podkreślać konieczność tego dzieła. Oprócz potrzeby poparcia chemji ze względu na rozwój potęgi i pomyślności narodu, należałoby wyzyskać tę okazję w celu obrony cywilizacji grecko-łacińskiej przeciw innej, reprezentującej doktryny gwałcenia traktatów i gazów trujących.

Temu zadaniu, być może niewdzięcznemu lecz wysoce patryotycznemu, chemicy, o ile tylko znajdą środki, poświęcą się z całem oddaniem i całem sercem.

CZĘŚĆ CZWARTA.

Składniki i warunki wielkości narodowej.
Nauka i przyszłość.

Ludzkość jest całkowicie wstrząśnięta okropnym dramatem. Piętnaście miljonów zabitych, dziesięć miljonów kalek, za tysiąc dwieście miljardów zniszczonych dóbr, zupełne wywrócenie wszystkich rzeczy. Jednem słowem rzeki krwi i łez oraz nędza ogólna — oto okup, jaki złożyła ludzkość dla uratowania cywilizacji. Dziś przewiązuje ona swe rany, zbiera się w sobie i przez światło przeszłości spogląda w przyszłość. Dręczy ją straszne widmo minionej plagi i z niepokojem poszukuje takiej równowagi świata, któraby ją na zawsze zabezpieczyła. Dyplomaci sprzeczają się, a generałowie czuwają.

Wewnętrzny stan państw, które otrzymały wsteczne uderzenie zewnętrznych wydarzeń, jest wszędzie pełny niepokojów. Zaburzenia są powszechne. Każdy z troską spogląda na jutro; każdy naród czuje, że rozpoczęła się nowa era jego bytu, i pragnąłby aby podstawy były trwałe. Być silnym na wszelki sposób, oto wielki dzisiejszy cel, oto nieodzowny wiatyk.

Różnorodne zagadnienia wyłaniają się powoli przed oczyma różnych narodów. Wszyscy układają inwentarz swoich zasobów, wszyscy sprawdzają metody postępowania i obrachowują szanse bliskich rozstrzygnięć. Jeszcze nigdy tyle okropnych trosk nie ogarnęło umysły i serca ludzi.

W obliczu olbrzymiej zagadki przyszłości Francja będzie szła ku swemu przeznaczeniu: oświecać i prowadzić świat. Powinna i może to zrobić. Powinna, pod grozą wyparcia się swej przeszłości; może, o ile zapragnie.

Okrwawiona i drżąca Francja otoczona jest aureolą sławy wzniosłego poświęcenia. Nigdy jeszcze powaga jej nie była większa;

żaden z narodów podobnej nie zaznał. Lecz ta Francja, niegdyś kwitnąca i bogata, jest obecnie wyczerpana i ugina się pod ciężarem długów zaciągniętych na świętą sprawę. Mniejsza o to! Jej misja historyczna wymaga by była silną; to też będzie nią. Wątpić w nią, w jej żywotność, w jej „siłę odrodzenia", wątpić że, pomimo nadludzkich przeszkód, dzięki szybkiemu odrodzeniu gospodarczemu będzie jeszcze uwielbianą przez świat cały, to znaczyłoby zapoznawać jej wielką historję, dawną i nowoczesną, to znaczyłoby ignorować cudowne cnoty starej krwi gallijskiej.

Na dalszych kartkach będziemy się starali przedstawić ogólne czynniki wielkości narodowej w przeszłości i w przyszłości. Czytelnik spotka tam zebrane w szerszych ramach zasadnicze poglądy, już poprzednio wypowiedziane. Po wykazaniu głównych składników siły żywotnej Francji, tego, co nazywamy w języku fizyków, energją potencjalną, położymy większy nacisk na podstawowy warunek jej potęgi przyszłej: rozwój kultury nauki i jej zastosowań.

Rozważanie nasze polega na trzech głównych myślach, które będą rozwinięte w trzech kolejnych rozdziałach:

1-o. energja potencjalna Francji;
2-o. potęga nauki;
3-o. konieczność ewolucji ducha publicznego we Francji.

ROZDZIAŁ I.

Energja potencjalna Francji.

A. SIŁY DUCHOWE.

Ustalił się pogląd, że ludzkość winna jest Francji więcej, niż jakiemukolwiek innemu narodowi. Głosi się, że dusza Francji jest najszlachetniejsza, najpiękniejsza, najlepsza, że Francja zawsze szła na czele cywilizacji. Postarajmy się zanalizować ten sąd i wydobyć z niego zasadnicze elementy.

I. Jasna inteligencja i bystrość umysłu są to zalety, które zazwyczaj na samym wstępie uderzają cudzoziemca w styczności z naszą ludnością. Zadziwia go spotykana stale u naszych robotników i włościan jasność myśli i wyrażeń, zdolność i szybkość pojmowania, żywa wyobraźnia, zdolności wynalazku i improwizacji, a wszystko to ze zrozumieniem psychologji, często z dodatkiem subtelnej i delikatnej ironji, a zawsze z wrodzonym smakiem i miarą. Gdy wrodzone te zalety zakwitają w odpowiedniem środowisku, to, dzięki wychowaniu i nauce, rozwijają się i nabierają rozpędu, a wówczas stwarza się elita, której Francja zawdzięcza swoją sławę w dziedzinie intelektu.

Francuz jest obdarzony dużą siłą woli. Jego cierpliwość, upór i wytrzymałość, nieomal niepodejrzewane dawniej, wykazały się znakomicie w czasie strasznej i przygniatającej wojny okopowej. Lubi on porządek, jest pracowity i oszczędny. Niemałym przedmiotem naszej chluby była podczas wojny praca polowa naszych kobiet, dzieci i starców, której wykładnikiem były poważne podpisy pożyczek narodowych.

Francuz jest dobry, szlachetny, bezinteresowny, a częstokroć aż do samozaparcia i do poświęcenia bohaterski. Sam będąc charakteru otwartego i poufałego, nie zna urazy i łatwo przebacza.

Męstwo jego i uczucia rycerskie są legendarne. Po dziś dzień nie gaśnie jeszcze sława wypraw krzyżowych.

Uczciwość, prostota, lojalność, honor, te podstawowe cnoty życia społeczeństw, leżą w głębi duszy francuskiej. Francja była zawsze zapaśnikiem prawa, sprawiedliwości i wolności. Dla tych celów, we wszystkich epokach, pod wszelkiemi szerokościami geograficznemi, zarówno jak na swem własnem terytorjum, przelewała krew najlepszych swoich synów. Do niej zawsze zwracały się narody uciskane, pewne, że nie pozostanie głuchą na ich wezwanie. W ciągu ostatnich stuleci Francja była wielkim tyglem nieustannego postępu cywilizacji. *Deklaracja praw człowieka* była pierwszą wielką kartą wolności ludzkości. Obecna Liga Narodów nie mogłaby powstać, gdyby nie poświęcenie naszych niezliczonych bohaterów, poległych, aby na przyszłość podobne hekatomby nie były możliwe.

II. Genjusz Francji, ze swemi zdolnościami twórczemi i szlachetnemi aspiracjami, odzwierciadla się w całej twórczości literackiej, artystycznej i naukowej.

a) Od czasów odrodzenia literatura francuska przechodziła prawdziwą epokę rozkwitu. Cała plejada pisarzy i mówców odznaczyła się w poezji, w teatrze, na mównicy, na katedrze, w filozofji i w historji, w krytyce, w socjologji; imiona Bossuet'a, Corneille'a, Racine'a, Molière'a, Wiktora Hugo, wymieniając już tylko największych, stale błyszczą niezrównanym blaskiem. Dzięki wytrwałym wysiłkom tych wielkich umysłów uformował się język francuski, język jasny i dokładny, jak również zwięzły i elegancki, niezrównane narzędzie propagandy myśli i uczuć, stanowiących chlubę cywilizacji.

b) Sztuka francuska zawdzięcza swoją wiekową i powszechną sławę odczuciu smaku i miary, co pozwoliło jej wywierać wpływ podobny do tego, jaki w starożytności wywierała sztuka grecka, a w XVI stuleciu włoska. Zalety jej uwidaczniają się zresztą nie tylko w przejawach sztuki czystej: rzeźbie, malarstwie, muzyce i t. d., gdzie wszechwładnie panują Rude, Watteau, Corot, Berlioz, lecz również i w różnych gałęziach wytwórczości ręcznej lub mechanicznej, gdzie tylko jest możliwem wyciśnięcie „piętna smaku, artyzmu i subtelności". Uczucie piękna stanowi jedną z nieodłącznych cech duszy francuskiej, a Paryż jest umysłowym i artystycznym centrum świata.

c) W dziedzinie naukowej Francja była wielką przodowniczką. Od alchemików aż do Pasteura oświecała drogi nauki potężnemi ogniami. Viète stwarza nowoczesną algebrę. Ambroży Paré jest

wielkim zwiastunem sztuki chirurgicznej. Descartes stwarza geometrję analityczną. Fermat i Pascal wsławiają się odkryciem rachunku prawdopodobieństwa, a Pascal ponadto odkrywa prawa ciężkości powietrza i równowagi płynów. Mariotte ustala prawa prężności gazów. Perrault buduje obserwatorjum paryskie. Papin wynajduje maszynę parową. Tournefort i Jussieu stwarzają klasyfikację botaniczną. Brémontier unieruchamia piaszczyste wydmy Gaskonji przez zasadzanie sosny. Réamur bada zwyczaje owadów, a Buffon popularyzuje historję naturalną. Dzięki analizie matematycznej d'Alembert i Lagrange stwarzają nowe podstawy mechaniki teoretycznej; Borda, Delambre, Méchain, Cassini dokonywają godnych uwagi prac geodezyjnych. Podróżnicy Bougainville i La Pérouse wzbogacają geografję. Jouffroy zastosowuje parę do żeglugi, a bracia Mongolfierowie budują aerostaty. Coulomb ustala zasadnicze podstawy działania elektryczności. Konwencja zaprowadza system metryczny. Chappe zapoczątkowuje telegrafję sygnałową. Lavoisier stwarza nowoczesną chemję i rozwija ją razem z Guyton de Morveau, Fourcroy i Bertholletem. Monge wynajduje geometrję wykreślną. Laplace ulepsza rachunek prawdopodobieństwa i wyjaśnia mechanikę niebios. Legendre, Chasles, Clairaut, Poncelet, Cauchy, Fourier, Gallois rozwijają matematykę. Delambre, Puiseux, Le Verrier, Tisserand precyzują metody astronomiczne, Malus, Fresnel, Dulong, Foucault, Arago, Ampère, Biot, Becquerel, Fizeau, Regnault, Cailletet posuwają znacznie naprzód różne dziedziny fizyki. Carnot stwarza termodynamikę. Niepce i Daguerre dokonywają wynalazku fotografji. Lebon odkrywa gaz świetlny. Gay Lussac i Proust formułują prawa związków chemicznych. Wspomnijmy również chemików Chaptala, Vanquelina, Chevreula, Balarda, Pelletierego i Caventou, Dumas, Laurent'a i Gerhardt'a, którzy stwarzają teorję atomiczną i ich następców: Wurtza, Friedela, Grimaux. Pasteur stwarza stereochemję; Cahours, Frémy, Sainte-Claire-Deville — mechanikę stosowaną; Berthelot opiera chemję organiczną na syntezie i stwarza termochemję; Raoult odkrywa podstawowe prawa roztworów; Duhem rozwija ogólne teorje fizykochemji; Moissan rewolucjonizuje i odmładza chemję mineralną i metalurgję, zapomocą pieca elektrycznego; małżonkowie Curie, po odkryciu zjawiska promieniotwórczości przez Becquerela, oddzielają rad i odkrywają zasadnicze prawa zjawisk radjoaktywnych.

I jeszcze w innych dziedzinach Francja stoi na czele ruchu. Krystalografja rodzi się razem z Haüyem. Cuvier stwarza paleontologję, a Geoffroy Saint-Hilaire embrjologję. Lamarck upewnia się co do zmienności gatunków. Brongniart, Eljasz de Beaumont, Broca, Quatrefages, Doubrée rozwijają geologję i antropologję. Nauki

biologiczne i lekarskie czynią olbrzymie kroki wskutek prac Bichat, Flourens, Klaudjusza Bernard'a, Laënneca, Trousseau, Pinela, Charcot'a, Milne-Edwards'a, a zwłaszcza Pasteura, który dzięki studjom drobnoustrojów opiera medycynę i hygjenę na zupełnie nowych i prawdziwie naukowych podstawach.

Ponadto zasługują na wyróżnienie tacy przedstawiciele nauki, jak matematycy Bertrand, Hermite, Poincaré, Darboux; jak astronomowie Janssen i Faye, botanik Van Tieghem, fizjolog Marey, lekarz Bouchard; jak pułkownik Renard, ustalający zasadnicze punkty zagadnienia aeronautyki; jak geolog de Lapparent, mineralogowie Fouque i Michel-Lévy i t. d.

III. Taki jest, w krótkich zarysach, bilans daniny francuskiej dla postępu literatury, sztuki i nauki. Tak się przedstawia jej udział w zdobyczach umysłu i serca ludzkiego, w rozwoju duchowego i materjalnego dobra ludzkości. Takie są przyczyny niezrównanego uroku Francji zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Jeżeli Francja nie jest krajem ani najstarszym, ani najludniejszym, ani najpotężniejszym, to nie mniej jest „największem pięknem pod słońcem", drugą ojczyzną wszystkich duchów wybranych, najżywszem ogniskiem idealizmu, najbardziej przodującą szkołą cywilizacji. Wpływ myśli francuskiej jest potężny i przejawia się w najróżniejszych dziedzinach: literackiej i politycznej, prawodawczej i społecznej, artystycznej, naukowej. Język nasz jest językiem wybrańców tego świata. Nasi prelegenci znajdują wszędzie chętnych słuchaczów: w Bukareszcie jak i w Buenos-Ayres, w Chicago jak i w Warszawie. Nasze książki, nasze przeglądy, nasze dzienniki są czytane wszędzie. Nasi wychowawcy i ich dzieła o wychowaniu znajdują wszędzie dobre przyjęcie. Spotykamy nawet w najbardziej dalekich krajach francuskie zakłady szkolne. Dyplomacja używa niemal wyłącznie języka francuskiego. Rzeczypospolite amerykańskie wzorują się na naszej konstytucji, którą również naśladują Chiny. Kodeks Napoleona podbił prawie całą Europę i nawet dotarł do Japonji. Świętem narodowem Brazylji jest dzień 14 lipca. Niemcy wzorują się na naszym teatrze i naśladują nasze romanse. Artyści cudzoziemscy przybywają do nas zarówno dla szkolenia się, jak i rozwijania swych zdolności. Nasz system metryczny zaczyna przenikać nawet do Anglji. Nasze pomysły i odkrycia naukowe są wszędzie punktami wyjścia dla nowych odkryć i ich niezliczonych zastosowań. Instytuty Pasteura istnieją we wszystkich pięciu częściach świata. Nasze wojskowe doktryny nieraz już prowadziły ludy do zwycięstwa i wreszcie francuski generalissimus, marszałek Foch, na czele wszystkich sprzymierzonych wojsk, zwyciężył Niemcy.

IV. Nawet najmniej oświecony Francuz ma jasne lub mgliste odczucie wielkości i piękna swojej ojczyzny. Chlubi się, bez zarozumiałości zresztą, że jest Francuzem i dobrym patrjotą. Jeżeli nawet marzenia międzynarodowe zaciemniły niekiedy, w oczach kilku utopistów, obraz Ojczyzny, to widok niebezpieczeństwa zawsze budził jednak uczucia narodowe, gwałtowne i gorące. Wreszcie, w ramach Francji samej, francuz zawsze kocha żywem przywiązaniem swoją Ojczyznę, tak samo, jak głęboko kocha swą rodzinę. Tęskni zwłaszcza do miejsc rodzinnych, specjalnie miłych i poetycznych, zazdrośnie przechowuje tradycję rodzinnego osiedla i okolicy.

Włościanin francuski chce żyć i umierać tam, gdzie żyli jego przodkowie. Przywiązany do swego kraju, Francuz rzadko emigruje, a jeżeli już opuścił swą wieś, to całe życie marzy, aby do niej wrócić i tam dokonać swych dni. Właśnie dla obrony swej ziemi, dla obrony swej ojcowizny, ażeby pozostać Francuzem, dokonywał Francuz cudów bohaterstwa pod Bouvines, pod Patay, pod Denain pod Valmy, nad Marną i pod Verdun,

Wszystkie te siły, złączone razem, stwarzają wspaniałą całość. Niemcy, obdarzeni kiepską psychologją i zahypnotyzowani przez brutalną siłę, źle zrozumieli przyczyny francuskiego wpływu na te środowiska kulturalne, gdzie powstaje prawdziwa cywilizacja; lecz musieli wreszcie to zrozumieć i ta myśl właśnie odbierała im nadzieję. Pragnąc stać się panami świata, nasi nieprzyjaciele czuli jak wielką przeszkodą na ich drodze jest Francja, i że należy przedewszystkiem unicestwić Francję, zetrzeć jej historję, zniszczyć nawet jej przeszłość. Nie zaniedbano żadnego środka, byle dojść do celu. Przed napadem broń podstępna: korupcja przeciwwojskowa i międzynarodowa propaganda; cyniczne wydawanie w języku francuskim rozwiązłej literatury, mającej poderwać nam szacunek w świecie; bezwstydnie zorganizowane szpiegostwo. Wreszcie, w chwili odpowiedniej, atak gwałtowny, mający zadać ostatni cios śmiertelny.

Na szczęście, Niemcy ciężko się pomylili zarówno względem nas, jak i reszty świata. Wszystkie dzieci Francij na wezwanie trąbki bojowej przybiegły na pomoc swej wspólnej matce. Dzień 4 sierpnia 1914 r., ten wspaniały dzień „Świętego Zjednoczenia", pozostanie nazawsze pamiętnym w rocznikach Ojczyzny francuskiej; w dniu tym wszyscy byli tylko Francuzami, gotowymi do przelania szczodrze swej krwi dla ratunku Francji.

Nazewnątrz również dostrzeżono śmiertelne niebezpieczeństwo. Jeszcze raz odczuto wszędzie, że Francja, jej genjusz, jej

ideały, są niezbędne dla ludzkości. I oto Francja, wiekowa obrończelka słabych i gnębionych, moralna wierzycielka narodów, zobaczyła, jak stopniowo, z najdalszych zakątków naszej planety, zbiegają się dla jej ratowania, a zarazem, najbardziej szczytnych ludzkich ideałów, niezliczone legjony, rozradowane i dumne, że mogą uczestniczyć w największej wyprawie krzyżowej historji. I w ten sposób krew ludów dwóch kontynentów zmięszała się bratersko z krwią francuską na ziemi Francji. Nasze północne okręgi oraz Belgja są jakby świętą ziemią ludzkości.

Co za dziwny los Francji! Co za niezrównana historja! Co za siła życia i postępu! Francja, będąca wcieleniem grecko-łacińskiego genjuszu, zawdzięcza tę siłę swojej przenikliwej i giętkiej umysłowości, pozwalającej jej podnosić z powodzeniem wszelkie zagadnienia, swej energji patrjotycznej, wzmagającej się stokrotnie podczas niebezpieczeństwa, wreszcie swemu szlachetnemu i szczodremu sercu, które zapewnia jej przywiązanie i wdzięczność ludów cywilizowanych.

B. SIŁY GOSPODARCZE.

A. Terytorjum i ludność.

I. Słusznie można powiedzieć, że Francja jest wielkim ogrodem. Rzeczywiście, jej terytorjum, zajmujące jedną dwudziestą powierzchni Europy, zawdzięcza swemu położeniu geograficznemu klimat łagodny, nadający się do uprawiania różnych produktów rolnych. Klimat ten pozwala na pracę rolną w każdej porze roku, pozwala statkom krążyć cały prawie rok po rzekach i kanałach, wreszcie zachęca cudzoziemców do przybywania w liczbie wciąż wzrastającej. Wielkie drogi lądowe, kierujące się ze wschodu na zachód, zbiegają się na terytorjum francuskiem. 3.000 kilometrów brzegu morskiego pozwalają na łatwą komunikację ze wszystkiemi częściami świata. Prawidłowość form geograficznych, odpowiednie rozłożenie gór i dolin, potężnie wpływają na jej rozwój. Sześciokąt, którego trzy boki stanowią morza, a trzy pozostałe—ląd, nadaje się swą formą najlepiej dla ogólnej ekonomji.

Osłonięte górzystemi granicami łączą się ze sobą trzy wielkie doliny, lekko faliste, żyzne, przecięte rzekami, otaczając masyw środkowy, poprzecinany drogami i linjami kolei żelaznych. Mało dostępne dla uprawy i mało zaludnione góry są jednakże bogate

w spadki wodne, będące początkiem siły i pomyślności przemysłowej, oraz w źródła termomineralne, będące jednym ze składników bogactwa narodowego *).

Francja posiada dzisiaj potężne imperjum kolonjalne, dziesięć razy większe od jej powierzchni. Algier, Tunis, Marokko muszą być uważane jako zamorskie przedłużenie metropolji. Inne kolonje otwierają szerokie pole dla naszego handlu; mogą one dostarczyć naszym przemysłowcom licznych i cennych surowców i zapewnić im zbyt wielkich ilości wytworzonych towarów. Wszystkie kolonje otwierają znakomite warunki dla naszej działalności kolonizacyjnej. Do tej całości należy również dodać strefy naszych wpływów, wstęp do przyszłej kolonizacji.

II. Ludność terytorjum francuskiego, pomimo 1.400.000 poległych podczas wielkiej wojny, dosięga, wobec odzyskania Alzacji i Lotaryngji, prawie 40 milionów mieszkańców. Statystyka urodzeń, prawie nie wzrastająca w ostatnich latach przed r. 1914, stawia Francję wobec zagadnienia tem bardziej niepokojącego, że tej naszej stagnacji odpowiada, w większości innych państw, silny wzrost. Niebezpieczeństwo jest poważne i zadaniem władz publicznych powinno być ułatwianie wzrostu ludności przez zwalczanie wielkich plag społecznych, jakiemi są zwłaszcza gruźlica, syfilis, alkoholizm, maltuzjanizm, oraz przez zachęcanie wszelkiemi środkami do stwarzania licznych rodzin. Skądinąd można mieć nadzieję, że imigracja, już dzisiaj większa od emigracji, rozwinie się przyczyniając się do pomyślności kraju, dzięki pociągowi jaki wywiera na cudzoziemca, już nie mówiąc o pięknie przyrody, urok Francji.

Jak i u innych ludów powstała we Francji od lat stu ucieczka ze wsi do miast. Wskutek tego departamenty rolnicze wyludniły się, a departamenty przemysłowe przeludniły. Można się spodziewać, że gospodarcze następstwa wojny spowodują powrót do ziemi, której zachowanie kosztowało naszych włościan tyle krwi i której uprawa, dzięki sprawiedliwemu zwrotowi wypadków, dostarcza im dzisiaj poważnych dochodów.

Dodajmy, że ludność kolonij wynosi około 50 miljonów, liczbę poważną i wciąż wzrastającą.

B. Zasoby ziemi i podziemia.

I. Rolnictwo zajmuje pierwsze miejsce w życiu gospodarczem Francji. Z okręgami zniszczonemi przez wojnę, których odbudowa będzie niewątpliwie po kilku latach zakończona, pięć szóstych

*) Powrócimy do tego tematu na str. 273.

całkowitej powierzchni nadaje się do uprawy. Ziemie orane przedstawiają trzy piąte ziem wchodzących gospodarczo w rachubę; ziemie produkujące, lecz nie obrabiane pługiem, stanowią dwie piąte, z czego szóstą część stanowią lasy, a czwartą winnice, łąki, i dodatkowe kultury. Obok tego rzeczywistego bogactwa istnieje jeszcze inne w postaci ziem nieuprawnych: wydm, pastwisk, wrzosowisk, bagien, torfowisk, z czego pewna część może być corocznie zdobyta pod uprawę.

Głównemi produktami ziemi francuskiej są zboża, wino, kartofle, rośliny pastewne; ponadto dają pewien dochód lasy, zarośla i krzaki. Produkcja żyta nie wystarcza dla naszych potrzeb, jednak przy ulepszonej i zmodernizowanej uprawie może znacznie je przekroczyć. Nasze wina są pierwsze na świecie pod względem gatunku i ilości. Niestety uprawa buraków została prawie zupełnie zniszczona przez wojnę; niewątpliwie pewne okolice centrum i południa nadają się pod uprawę tej cennej rośliny; zostały już osiągnięte nawet dobre rezultaty *).

Hodowla francuska zwłaszcza zajmowała się bydłem. O ile, przed wojną hodowla owiec zmniejszała się na skutek konkurencji wełny australijskiej, argentyńskiej i z Kapu, o tyle ilość i jakość bydła wzrastała. Całkowita ilość inwentarza żywego wynosiła 47 miljonów sztuk.

Ponadto rolnicy francuscy otrzymują z uprawy ziemi i z hodowli różne produkty drugorzędne: chmiel, tytoń, owoce, warzywa, len, konopie, jedwab, ptactwo, ser i masło i t. d.

Cała nasza produkcja rolna, roślinna lub zwierzęca, przedstawiająca przed wojną wartość trzech miljardów, może być znacznie rozwinięta — do tego punktu jeszcze powrócimy — przez ogólne zastosowanie metod naukowych.

II. Obok trzech miljardów wytworów ziemnych należy postawić jeden miljard produktów podziemnych: z kopalń i łomów.

Głównym produktem był węgiel; nie mniej jednak niewystarczalność produkcji powodowała jego przywóz z zagranicy w wysokości jednej trzeciej konsumcji. Posiadamy ponadto pewne pokłady węgla brunatnego. Traktat wersalski (28 czerwca 1919 r.), oprócz poważnych węglowych dostaw reparacyjnych z Niemiec za zniszczone kopalnie, oddaje do naszego rozporządzenia na lat

*) Należy podnieść zasługi, położone w tym kierunku przez p. Pawła Kestnera.

piętnaście kopalnie zagłębia Sary. Położenie pozostaje jednak trudnem i zagadnienie węgla, tak ważne dla przemysłu, narzuca się opiece naszych kierowników.

Pozatem zaznaczmy z zadowoleniem, że wydobywanie nafty w Alzacji rozwija się coraz bardziej.

Francja jest bogata w rudę żelazną. Do jej dawnych pokładów przybyły nowe w odebranej Lotaryngji i z chwilą rozwiązania kryzysu węglowego Francja stanie się największym wytwórcą żelaza w Europie.

Ponadto w łonie ziemi francuskiej istnieje cały szereg innych rud (miedziane, ołowiane, srebrne, manganowe, cynkowe i t. d.) mniej lub więcej obfitych.

Francja posiada cenne i obfite materjały budowlane: granity, łupki, marmury, lawy, kamienie budowlane, gips, glinę.

Oprócz soli morskiej i z jezior słonych istnieją poważne zleża soli kamiennej.

Alzackie kopalnie soli potasowych uwalniają nas całkowicie od zależności od Niemiec pod względem tych ważnych produktów, tak potrzebnych zarówno w przemyśle jak i w rolnictwie; niewątpliwie z czasem staniemy się eksporterami potażu.

Znanem jest bogactwo naszych afrykańskich zleż fosforanów, stanowiących dla Francji prawdziwy monopol, podobnie jak fosforany z Florydy dla Ameryki. Do ich produkcji należy dodać jeszcze wytwarzanie żużli przy odfosforyzowywaniu lotaryngskiej rudy żelaznej, również używanych w rolnictwie.

Istnieje jeszcze inny poważny składnik bogactwa narodowego, na który zwracamy zazwyczaj mało uwagi, w postaci źródeł wód mineralnych, gorących i zimnych. Te źródła są we Francji nadzwyczaj liczne, a ich rozmaitość dorównywuje obfitości. Wody alkaliczne z Owernji nie mają sobie równych; zagłębie zaś Vichy jest wprost cudowne. Radjoaktywny rejon Plombières jest najbardziej ciekawy ze znanych dotychczas. Nigdzie nie znajdziemy podobnej kolekcji, jak grupa źródeł siarkowych w Pirenejach. Nasze wody słone, słabe i mocne, są poza wszelką konkurencją. Gama termiczna Francji nie posiada żadnych braków. Wszędzie, od Wogezów do Pirenejów, od Alp do Oceanu, tryskają znakomite i cenne płyny, przynoszące ulgę cierpieniom i wyzdrowienie chorym.

W naszych wodach mineralnych posiadamy niewątpliwy a niewyzyskany czynnik fortuny publicznej, który mógłby zwrócić ku Francji ten prąd kuracjuszów, wywożący dotychczas do Niemiec

setki miljonów, dzięki nielojalnej i rozhukanej reklamie, pozostającej na usługach niezrównanej organizacji *).

Niema najmniejszej wątpliwości, że wody mineralne ściągnęłyby do Francji tłumy cudzoziemców, zwłaszcza, dzięki położeniu w okolicach malowniczych, będących celem licznych wycieczek turystycznych.

W związku z wpływem, wywieranym na cały świat przez „słodką Francję", ten „ogród planety", tę „drugą ojczyznę" wybranych, jednocześnie w związku z ruchem turystycznym, który należy popierać, francuski wysiłek termiczny musi dać piękne wyniki dla dobra kraju.

C. *Ogólne warunki wytwórczości przemysłowej i rolniczej.*

Jednym z fatalnych następstw wojny było wstrząśnięcie naszego przemysłu i handlu. Podczas gdy bilans handlowy przed wojną wyrównywał się, obecnie wywóz jest znacznie niższy od przywozu. Systematyczne zniszczenie naszych departamentów północnych, bezużyteczność całego szeregu środków wytwórczości wojennej, stworzonych dla potrzeb obrony narodowej, proporcjonalne do poniesionych strat zmniejszenie ilości młodych pracowników (dwa miljony zabitych i kalek), ogromne zmniejszenie naszych środków przewozowych lądowych i morskich; ogólna nietrwałość równowagi światowej, — oto są główne przyczyny obecnej naszej ciężkiej sytuacji. Drożyzna i spadek waluty są bezpośredniem następstwem niewystarczalności naszej produkcji.

Ażeby podnieść zasoby do poziomu naszych potrzeb, ażeby spłacić długi zagraniczne, na to istnieje tylko jeden sposób skuteczny i honorowy: wzmóc produkcję **).

I. Wytwórczość wymaga przedewszystkiem wytwórców, niema więc dla Francji ważniejszego zagadnienia nad zwiększenie liczby

---

*) Już przed wojną zwrócono uwagę na istniejące zło. W r. 1913 p. Ludwik Barthou, prezes Rady i minister oświecenia publicznego, utworzył przy Collège de France Instytut Hydrologji i Klimatologji w Paryżu, mający na celu systematyczne badania stacyj termicznych i klimatycznych. Ten poważny zakład jest obecnie w stadjum ostatecznej organizacji.

**) Na szczególniejszą uwagę zasługuje raport p. Glémentela, ministra handlu i przemysłu, przedstawiony prezesowi Rady Ministrów, o stanie przemysłu francuskiego i jego przyszłości (r. 1919), według dokumentów zebranych przez p. Leona Guillet'go, dyrektora studjów technicznych. Wykorzystujemy szeroko ten raport w naszem studjum nad warunkami wytwórczości francuskiej.

urodzeń. Zanim jednakże urzeczywistnią się te nasze dalekie nadzieje, możemy natychmiast zapewnić sobie dostateczną ilość rąk roboczych: „maszyna uwalnia pracę ludzką", która może być użyta dla stwarzania innych dzieł; maszyna zwiększa wydajność pracy robotnika, ułatwiając ją i czyniąc więcej skuteczną. Otóż w naszej Francji, pierwszej pod względem wynalazków, ostatniej pod względem ich realizowania, istnieje mało gałęzi przemysłowych, gdzie ulepszenie narzędzi pracy nie wzmogłoby wytwórczości. Konieczności ewolucji przemysłowej muszą zatryumfować nad rutyną. Maszyna musi przeniknąć do pracowni rzemieślnika. Zaś w wielkim przemyśle zostaną osiągnięte rezultaty, które całkowicie zmienią warunki produkcji.

Dużo należy się spodziewać również od racjonalnej organizacji pracy muskularnej, „opartej na doświadczalnem badaniu ruchów ciała ludzkiego w pełni jego działania i na dokładnem uzgodnieniu ról, wyznaczonych każdemu z wykonawców" (system Taylora). Zwłaszcza znaczna nadwyżka produkcji zostanie osiągnięta w dziale konstrukcyj mechanicznych, właśnie tym, na który musimy najwięcej liczyć dla rozszerzenia naszego eksportu. Powinna być popierana praca serjami, przez ujednostajnienie typów. Dążąc do zadośćuczynienia potrzebom najbardziej prostym, powszechnym, które stwarzają rynek zbytu najbardziej rozległy, powinniśmy jednocześnie podtrzymać naszą dawną przewagę w przemyśle luksusowym, graniczącym ze sztuką, mającym na celu elegancję i rozprzestrzeniającym wpływ smaku francuskiego na świecie.

Te postępy natury technicznej będą mocno pchnięte naprzód przez badania laboratoryjne, ponieważ uczony postanowił porzucić swe odosobnienie, zaś przemysłowiec wydaje się również wznosić ponad swe prace ściśle utylitarne. Konieczności wojny doprowadziły do zetknięcia się uczonego i przemysłowca; w przyszłości będą się już znali.

II. Dla wykonania szerokiego programu reorganizacji gospodarczej potrzebne są wielkie środki ekonomiczne. Przed r. 1914 więcej niż połowa papierów wartościowych, emitowanych przez nasze banki, szła zagranicę. Miejmy nadzieję, że, nauczeni szkodliwemi wynikami przedwojennego doświadczenia, spowodujemy współpracę kapitałów francuskich we Francji.

Przed naszymi „wodzami przemysłu", otoczonymi sztabami technicznemi i stojącymi na czele „armji pracy", otwierają się bogactwa naszej ziemi i podziemia. I natychmiast, dla wszystkich dziedzin ich działalności, staje przed nimi ostry problemat: skąd

czerpać energję, siłę motorową? Przed wojną nasza produkcja węgla była niższą od naszych potrzeb o jedną trzecią (20 miljonów tonn); obecnie brak jest jeszcze większy wskutek zniszczenia, dokonanego przez nieprzyjaciela i potrzeb Alzacji i Lotaryngji. Jeżeli nawet weźmiemy w rachubę dostawy reparacyjne, które mają nadchodzić z Niemiec, oraz eksploatację kopalń Sary, to nie mniej jednak będziemy musieli starać się zapobiec pozostałemu deficytowi wszelkiemi środkami.

Należy zwłaszcza myśleć o założeniu wielkich elektrowni, pędzonych bądź to węglem podrzędnego gatunku, bądź to węglem brunatnym, tak mało u nas wydobywanym. Ulepszenie aparatów nagrzewających powinno doprowadzić do lepszego zużywania opału. Wielką oszczędność węgla powinno spowodować rozpowszechnienie silników wybuchowych, w których nafta zostanie zresztą zastąpiona przez alkohol i benzol.

Wszystkie te środki muszą dać pewne wyniki, lecz najszersze rozstrzygnięcie przyniesie nam węgiel biały, który nie tylko że zastępuje węgiel czarny, lecz posiada nad nim jeszcze tę przewagę, że dokonywuje cudów, sprowadzając na nowe tory zwłaszcza przemysł chemiczny i metalurgiczny. Z naszych sił wodnych wyciągamy obecnie, dzięki wysiłkowi dokonanemu pod naciskiem wojny, jeden miljon koni; pozostaje jeszcze dziewięć miljonów, które szybko należałoby uruchomić. W ten sposób zostałyby znakomicie ulepszone warunki wytwarzania energji, pędzącej cały przemysł.

III. Należy również myśleć, wzmagając wytwórczość głównych produktów spożywczych, o obniżeniu cen. Otóż wytwórczość ta będzie mogła wystarczyć naszym potrzebom dopiero po otrzymaniu pomocy od wielkiego przemysłu chemicznego, który da nawozy azotowe, fosforowe i potasowe. Przypomnijmy sobie, że czterdzieści lat temu otrzymywano z jednego hektara jednakową ilość żyta we Francji, w Niemczech i w Danji; dzięki odpowiedniemu użyciu nawozów chemicznych wydajność jednego hektara w Niemczech w r. 1913 podniosła się na 20 centnarów, a w Danji na 30, podczas gdy we Francji pozostała w ilości 13. Konieczności wojny spowodowały stworzenie fabryk, zdolnych do utrwalania azotu z powietrza, dając nam możność otrzymywania znacznej części potrzebnych nam nawozów azotowych. Dzięki naszym bogatym złożom w północnej Afryce jesteśmy w uprzywilejowanem położeniu pod względem produkcji superfosfatów.

Wreszcie powrót Alzacji na łono narodowe przynosi nam trzeci rodzaj nawozu, dotychczas brakującego dla odmładzania

starej ziemi Francji, — potaż, w który obecnie jesteśmy obficie zaopatrzeni. Teraz będzie zależało od naszych rolników, aby stosując te potężne środki odradzania ziemi, doprowadzili produkcję do 20 lub 25 centnarów na hektar, co pozwoliłoby bądź wywozić zboże, bądź uwolnić z pod uprawy żyta miljon hektarów, które zostałyby poświęcone hodowli i kulturom przemysłowym.

IV. Dla naszego przemysłu przerabiającego znajdujemy w naszej ziemi i na jej powierzchni (w metropolji i kolonjach) bardzo ważne surowce, niektóre zaś musimy sprowadzać z zagranicy. Jednak nasze zasoby mogą się ogromnie rozwinąć. Jesteśmy w stanie znaleźć na naszem terytorjum metropolji i kolonji, rozciągającem się we wszelkim klimacie, większość surowców i produktów spożywczych, dzisiaj przez nas importowanych.

„Nasi przemysłowcy bawełniani są zależni od Stanów Zjednoczonych, Indji i Egiptu. Tylko od nich zależy odzyskanie niezależności; w dolinach rzek Senegalu i Nigru olbrzymie tereny czekają tylko na metodyczny wysiłek inżynierów i kapitalistów... Gdy grupa przemysłowców bawełnianych zrozumie, że powinna popierać kulturę tego cennego włókna bawełny na terenie krajowym, wówczas będzie można ze spokojem patrzeć na przyszłość przemysłu bawełnianego we Francji.

„Jeżeli pod względem tego surowca znajdujemy się jeszcze w stadjum przygotowawczem, o tyle pod względem produkcji ziarn olejodajnych stajemy wobec bliskiej rzeczywistości. Za kilka lat będziemy mogli podnieść produkcję do poziomu konsumcji, dzięki różnym środkom: zapomogom dla syndykatów rolniczych, łuszczeniu na miejscu, budowaniu doków i składów, urządzeniu portów, stworzeniu laboratorjów, kierowanych przez chemików specjalistów.

„Różnica pomiędzy wytwórczością kolonjalną i konsumcją metropolitalną jest, na nieszczęście, dla wielu surowców jeszcze zbyt wielką: dla minerałów i metali, skór, wełny, drzewa, kauczuku, kakao, i t. d. Lecz możemy zapewnić z całą pewnością, że to odchylenie będzie się stale zmniejszało, tak, że przyjdzie chwila, o ile tylko będziemy chcieli, że staniemy się eksportatorami, co już ma miejsce zresztą dla wanilji, ryżu, pieprzu, gwoździków i rafji"...

Wchodzi tu w grę cały program. A więc został dopiero co utworzony, pod wpływem ministra handlu, „Państwowy Urząd Surowców Używanych w Aptece, Dystylarni i Perfumerji". Składając się z uczonych, przemysłowców i zawodowych produktorów metropolji i kolonji, urząd ten zawiera sekcję kultury i zbioru roślin krajowych, sekcję kultury i produkcji roślin kolonjalnych i sekcję przywozu surowców egzotycznych. Już od dzisiaj należałoby

przedsięwziąć środki celem zapewnienia Francji regularnej dostawy kory chinowej, niezbędnej dla podtrzymania i rozwoju przemysłu powstałego na naszym gruncie, a którego zaopatrzenie jest wciąż niepewne.

V. Mamy pewność, że nasi przemysłowcy zaopatrzeni w energję mechaniczną, materjały pędne, środki transportu, kapitały i surowce, dzięki kompetencji inżynierów i zręczności naszych robotników, wypuszczą na rynek światowy towary jakości niezrównanej. U podstawy wszelkiego przemysłu przerabiającego znajduje się „metalurgja żelaza, bogato zaopatrzona w rudę, zdolna do wytwarzania zarówno zwykłej surówki w wielkim piecu, jak i najrzadszych stali w piecu elektrycznym. Następnie idzie przemysł przeróbek żelaza lanego i stali, który, zamieniając wywóz półproduktów na wywóz produktów gotowych, zwiększa dziesięciokrotnie wartość tonażu, przechodzącego granicę i będzie w stanie przechylić na naszą stronę bilans handlu zewnętrznego. Dalej, na wyższym stopniu, spotykamy przemysł mechaniczny, gdzie góruje genjusz francuski: obrabiarki, maszyny rolnicze, rowery, samoloty, samochody, maszyny elektryczne i t. d. Wreszcie na najwyższem miejscu mamy przemysł włóknisty, który jest obecnie w drodze odbudowy do stanu przedwojennego po zniszczeniach dokonanych przez nieprzyjaciela, i przemysł chemiczny, który przerobiony i utrwalony przez wojnę nie obawia się już konkurencji niemieckiej“...

VI. „Chemja znajduje się w głębi wszystkich rzeczy i nic się jej nie wymknie“ (Duclaux). To też fabrykacja chemiczna ma związek ze wszystkiemi gałęziami wytwórczości. Przemysły rolniczy i spożywczy na każdym kroku wymagają działań chemicznych. Przemysł chemiczny dostarcza przemysłom: budowlanemu, górniczemu, dróg i mostów, większości materjałów budowlanych oraz materjałów wybuchowych, niezbędnych dla prac podziemnych; przemysłowi włóknistemu oddaje produkty bielące, odtłuszczające, używane w apreturze, farbujące. Przemysł ogrzewania, oświetlania i pochodne, są przedewszystkiem przemysłami chemicznemi. Moglibyśmy jeszcze pomnożyć te przykłady.

Chemja nasyca wszystkie kółka mechanizmu życia przemysłowego i życia społecznego, to też, powtarzamy raz jeszcze, popierając przemysł chemiczny, popieramy, dzięki wzajemnemu oddziaływaniu, wszystkie inne przemysły. Rzeczywiście, z jednej strony chemja otrzymuje od nich narzędzia i surowce, a z drugiej strony zaopatruje je w produkty chemiczne wszelkich rodzajów. Głównie pomyślnemu rozwojowi przemysłu chemicznego zawdzięczali

Niemcy swą potęgę przemysłową. Zagadnienie to jest ważne i warto byśmy się chwilę nad nim zatrzymali.

Ponieważ metalurgję klasyfikujemy zazwyczaj oddzielnie, będziemy rozróżniali przemysł chemiczny mineralny i przemysł chemiczny organiczny. Pierwszy obejmuje następujące produkty: przedewszystkiem wytwory wielkiego przemysłu chemicznego: kwas siarkowy, kwas azotowy i azotany, karbid wapnia i cjanamid, sole amonowe, sodę, kwas solny i chlor, sole potasowe, nawozy azotowe, potasowe i fosforowe; następnie idą: tlen, ozon, wodór, gaz węglowy, brom, jod, fosfór, związki arsenu, woda utleniona, produkty borowe, dwuchromiany i nadmanganiany, różne sole metalowe (miedzi, żelaza i t. d.), metale i ziemie rzadkie, ciała promieniotwórcze, wapno i cementy, ceramika, szkło, barwniki mineralne.

Przemysł organiczny obejmuje następujące wytwory: cukier i alkohol, produkty dystylacji węgla i produkty syntetyczne pochodne (barwniki, perfumy, produkty farmaceutyczne, produkty fotograficzne); produkty dystylacji drzewa; naftę, oleje i smary; mydła i świece, kwasy organiczne, cjanki; materjały wybuchowe; alkaloidy, glukozydy i różne produkty farmaceutyczne pochodzenia roślinnego; kleje i żelatyny; gumy i żywice, kauczuk, materjały plastyczne (celuloid i t. d.), papier i t. d. Ponadto częstokroć zaliczają do przemysłu chemicznego: bielenie i farbowanie włókien, przemysł atramentowy, przemysły wyciągów farbiarskich i garbarskich.

W dziedzinie przemysłu mineralnego nasze położenie przedwojenne było stosunkowo dobre, pomimo, że staliśmy znacznie niżej od Niemiec na kilku bardzo ważnych punktach, zwłaszcza pod względem fabrykacji kwasu siarkowego, którego Niemcy wyrabiali olbrzymie ilości „sposobem kontaktu" i pod względem chloru płynnego, bromu i potażu, które całkowicie sprowadzaliśmy z Niemiec. Konieczności wojenne zmusiły nas do zapełnienia tych wyłomów i do rozwinięcia własnej wytwórczości (patrz I-a część). Ograniczając się tylko do kilku spostrzeżeń, zanotujmy, że posiadamy dzisiaj wielką ilość fabryk zupełnie nowoczesnych kwasu siarkowego, że możemy obficie wytwarzać, a nawet eksportować, chlor płynny i brom, że wreszcie złeża soli potasowych w Alzacji uwalniają nas zupełnie od zależności obcej pod względem tego ważnego surowca.

W przeciwieństwie do przemysłu mineralnego, nasz przemysł organiczny był bardzo szczupły. Wyjąwszy może przemysł rolniczy (fermentacja i dystylacja), byliśmy całkowicie zalani przez

produkcję niemiecką. Nasz przemysł węglowy był w stanie nieprzekształconym, pierwotnym: w zakładach gazu świetlnego i koksu metalurgicznego nie wyzyskiwano najczęściej półproduktów (benzolu, toluolu, naftalenu, antracenu, fenoli), będących surowcami dla fabrykacji barwników, perfum i lekarstw syntetycznych, chemikalij fotograficznych, już nie mówiąc o wybuchowych materjałach kruszących, jak melinit. Pomimo tego nasz przemysł perfum, gdzie smak francuski mógł się wykazać w całej swojej subtelności, faworyzowany zresztą przez wielką produkcję esencyj naturalnych, był w stanie dosyć kwitnącym, zaś przemysł produktów aptecznych wchodził w okres postępu, budzącego wielkie nadzieje. Lecz co mówić o barwnikach! Wiemy, że Niemcy zdobyły sobie w tej dziedzinie zupełny monopol w ostatnim ćwierćwieczu. Gdybyśmy chcieli porównać wytwórczość francuską z niemiecką, czy moglibyśmy mówić nawet o jednej setnej! Przewaga ta, przynosząca już w czasach pokojowych wielkie korzyści Niemcom, stała się po wybuchu wojny podstawą fabrykacji gazów i materjałów wybuchowych, dzięki możliwości szybkiego dostosowania fabryk i zakładów do potrzeb nowej wytwórczości.

W ten sposób potęga przemysłu organicznego niemieckiego, wobec słabości naszego, mogła stać się zabójczą dla Francji, pomimo bohaterstwa jej wojsk i genjuszu dowódców. Jeszcze raz jednak cudowne zdolności improwizacji, swoiste rasie, uratowały ojczyznę od klęski.

Lekcja nie przeszła jednak bez pożytku i w chwili obecnej jest w drodze tworzenia się poważny przemysł narodowy barwników, który uruchomi jednocześnie cały szereg innych gałęzi, jak przemysł mineralny, mechaniczny i t. p.

Pod względem całego szeregu barwników, stanowiących zresztą większość, nasza produkcja wystarczy krajowym potrzebom.

Nasze szkoły chemiczne, a zwłaszcza szkoła w Miluzie, jedna z najlepszych w Niemczech, mogą dać nam dobrych specjalistów od barwników; zaś nasi przemysłowcy, o ile tylko władze publiczne potrafią ich zachęcić, dokonają niewątpliwie odpowiedniego wysiłku patrjotycznego. Tylko od naszych chemików i przemysłowców zależy, aby za jakie pięć lub dziesięć lat nasz przemysł organiczny osiągnął pełny rozwój.

VII. Przy rozpatrywaniu sposobów najistotniejszych dla wzmożenia naszej wytwórczości, uwzględnialiśmy dotychczas kierownika przedsiębiorstwa jako odosobnionego, który na swoją rękę wykorzystuje samodzielnie różne czynniki bogactwa. Tymczasem istnieje

wszelki interes w połączeniu wysiłków wytwórców tej samej gałęzi ze względu zarówno na rynek wewnętrzny, jak i zewnętrzny. Jeżeli w pierwszej fazie „wyuzdanego indywidualizmu", przez który przeszedł przemysł, zgniecenie rywala było takim samym sukcesem, jak otworzenie sobie nowego rynku zbytu, to już od ćwierci wieku wytwórcy zaczynają odczuwać potrzebę porozumienia się „rodzaju rozejmu pomiędzy zapaśnikami, którzy uważają się za równej siły", w celu zamiany „produkcji anarchicznej na zorganizowaną". Wojna posunęła ten ruch naprzód, zaprowadzając „dyktaturę państwa" w najwyższym interesie obrony narodowej. Jeżeli ten stan rzeczy nie przetrwał tych okoliczności, które go zrodziły, to nie mniej jednak dał on do zrozumienia przemysłowcom konieczność jednoczenia ich wysiłków, w celu przeniesienia konkurencji z terenu wewnętrznego na widownię międzynarodową. Niech nasi zsyndykowani wytwórcy zechcą zastanowić się nad tą myślą Bergsona: „wolność jest wielkiem źródłem energji, pod warunkiem jednak, żeby wolności indywidualne zastosowywały się metodycznie do ogólnej sprawy". Wysiłki osobiste staną się tylko więcej płodne, gdy poddadzą się „niezbędnym rygorom"; wówczas nie dosięgnie już ich zarzut, jaki Colbert wypowiedział kupcom swego czasu: „ci panowie chcieliby mieć raczej każdy swoją barkę, niż połączyć się aby posiąść, jak Holendrzy, wielkie okręty".

Życzyćby należało, ażeby powstało zupełne zaufanie pomiędzy syndykatami pracodawców i syndykatami pracowników w celu silnego zorganizowania produkcji, „zasadniczego warunku niezwłocznego polepszenia bytu robotnika i jednocześnie jego przyszłego udziału w wyższem położeniu ekonomicznem". Należy dążyć do stopniowego urzeczywistnienia myśli wypowiedzianej przez Waldeck-Rousseau: „Trzeba aby kapitał pracował, a praca posiadała", gdyż niewątpliwie wzmoże się wydajność robotnika, zainteresowanego w produkcji.

VIII. „Państwo, przedstawiając zbiorowość narodową całości spożywców, musi posiadać prawo dozoru, t. j. kontroli olbrzymiego pęku sił wytwórczych, ześrodkowanych i zorganizowanych".

Pomiędzy siłami produkcji i władzami publicznemi, izby handlowe, te zgromadzenia reprezentacyjne rozgraniczające interesy przemysłowe i handlowe, są niejako „punktami krystalizacji", dookoła których organizują się stopniowo inicjatywy miejscowe, mogące z czasem tworzyć „związki" w celu badania wspólnych interesów danego lokalnego terenu.

Podobne organizacje mogą oddać poważne usługi w wielkiem dziele gospodarczego odrodzenia kraju.

Wreszcie nasz ustrój celny nie zna klauzuli narodu najbardziej uprzywilejowanego, narzuconej nam przez traktat frankfurcki, a której zastosowanie było dla nas często tak bolesne. Lecz trzeba ażeby nowy, dobry duch podszepnął: „Prawo celne nie powinno być na przyszłość zwykłą nagrodą za rutynę i lenistwo, lecz narzędziem rozwoju autorytetu narodowego. Na przyszłość powinny być popierane i zachęcane tylko te gałęzie przemysłu, które uczynią, w miarę swoich środków, wysiłki w celu zwalczania konkurencji zagranicznej".

Lecz nietylko prawa celne powinny służyć dla wymienionego poparcia. W celu ochrony naszego handlu i przemysłu przed utajonym wpływem obcej działalności gospodarczej na naszem terytorjum, zostało świeże wydane prawo odnośnie „obywatelstwa" handlowców i towarzystw handlowych we Francji. W tym samym celu będą wydawane legitymacje zawodowe przedstawicielom i agentom handlowym francuskim i cudzoziemskim, działającym we Francji. Jeszcze inne podobne zarządzenia zostaną zaprowadzone.

Lecz ażeby te wszystkie reformy wywołały rzeczywisty wzrost ekspansji przemysłowej i handlowej, muszą być urzeczywistnione lepsze warunki działalności gospodarczej. Tutaj główna rola należy do przemysłu. Pod jego impulsem linje kolejowe, rzeki i kanały otworzą dostęp do rynków zagranicznych; porty zostaną powiększone i zaopatrzone w nowoczesne urządzenia; nasza marynarka handlowa zostanie odbudowana, tak, byśmy się mogli obejść bez cudzoziemskich amatorów; „Państwowy Urząd Handlu Zewnętrznego" stanie się wielkim zakładem francuskiej propagandy zagranicą; Bank Wywozowy otworzy swym klijentom długoterminowe kredyty i t. d.

IX. Takiemi zdają się być naogół warunki, które powinny przyświecać naszej reorganizacji gospodarczej.

Jeżeli warunki te są niewątpliwie pożyteczne, to niektóre są zasadniczego wprost znaczenia; a pomiędzy temi postawimy na pierwszem miejscu stałe i powszechne stosowanie metod naukowych. W naszej produkcji rolnej, wynoszącej dwie trzecie całej wytwórczości narodowej, każda gałąź wymaga szerokiego rozwinięcia i ulepszenia przez systematyczne badania warunków eksploatacji; pod tym względem zwłaszcza nasze państwo kolonjalne zawiera olbrzymie bogactwa. Tak samo jest i z bogactwami podziemnemi, metropolitalnemi lub kolonjalnemi, których poszukiwania i eksploatacja powinny być energicznie prowadzone pod kierownictwem wykwalifikowanych uczonych. Co się tyczy przemysłu

przerabiającego, to doświadczenie niezbicie wykazało, że bez nauki może tam istnieć tylko zastój i bezpłodność, i że naodwrót pod jej ożywczem tchnieniem fabrykacja się ulepsza, rozwija w ewolucji bez końca, pewna pomyślności zarówno obecnie, jak i na przyszłość.

Czy należy dodawać, że Francja posiada wszystkie siły naukowe niezbędne dla wprowadzenia w życie tego programu?

Ojczyzna Lavoisier'go i Pasteura może samodzielnie urzeczywistnić wielkie podboje przemysłowe w pracy pokojowej, tak, jak już znakomicie dowiodła swych zdolności wynalazczych w dziełach wojny. Wystarczy jej tylko chcieć. Jeżeli tylko będzie chciała, Francja zadziwi świat szybkością swojego odrodzenia przemysłowego i rozmachem swojej ekspansji gospodarczej.

Ponadto, jak już to wykazaliśmy, potęga nauki jest nieskończona, i Francja przyjmie równocześnie udział w wielkim ruchu naukowym, porywającym obecnie ludzkość, pracując w ten sposób nie tylko dla siebie, lecz i dla cywilizacji.

ROZDZIAŁ II.

Potęga nauki.

W XIX-ym stuleciu świat odnowił swe oblicze. Dawniej warunki istnienia ludów i jednostek zależały najczęściej od ambicji, rywalizacji i kaprysów królów i cesarzy. Rewolucja angielska i w sto lat później wielka rewolucja francuska, były w rzeczywistości ostrzeżeniami dla monarchów, którzy w swoim interesie czuli się teraz zmuszonymi myśleć o dobru swoich poddanych. Lecz powstał jeszcze nowy inny czynnik. Oto nauka wychodzi z wieku dzieciństwa i rozpoczyna odgrywać wielką rolę w świecie nowoczesnym. Pogłębione badania zjawisk przyrody, uświadamiając człowiekowi wielkie tajemnice, dadzą mu potęgę dotychczas nieznaną.

We wszystkich czasach, w miarę uzyskiwanych sukcesów, ciekawość ludzka wysilała się w celu przeniknięcia tajemnic wszechświata. Od epoki odrodzenia, zaznaczonej poważnemi odkryciami, rozpoczyna się trwały i coraz bardziej intensywny wysiłek, którego płodność bez przerwy rośnie. W XVIII-ym wieku zjawiają się wielcy zwiastuni: Descartes, Pascal, Leibnitz, Newton, Huyghens, i t. d. Popchnięty następnie pracami filozofów XVIII-ego stulecia, a zwłaszcza rewolucją francuską, która dała możność przejawienia się umysłom wszystkich klas społecznych, ruch naukowy osiąga swój pełny rozkwit w XIX-ym wieku, który dopiero zaznacza nadejście rzeczywiście nowych czasów.

A. TERAŹNIEJSZOŚĆ.

I. Prace matematyków, zastosowania pary, elektryczności, światła, odkrycia chemji i biologji, spowodowały stopniowo zmiany w przemyśle, rolnictwie, handlu, hygjenie, medycynie; i życie dzisiejsze, zarówno człowieka prywatnego, jak i całych społeczeństw, zupełnie jest różne od życia za czasów Napoleona.

Ostatnich sto lat widziało cuda niezliczone. Co za wspaniały temat dla rozważań filozofa, zatrzymującego na chwilę myśl na dokonanych cudach! Jaka duma musi go ożywiać, gdy mierzy obszar tego, co wie i co może! Przyroda i siły ożywiające ją nie mają już niedostępnych dlań tajemnic. Jego umysł ma za siedzibę wszechświat cały zarówno w czasie, jak i w przestrzeni: *Naturam amplectitur omnem.*

Jest on obecnym przy poczynaniu się ziemi. Zna dzieje Alp, Pirenejów i ich potężnych rywali. Przed oczyma jego przesuwają się generacje roślin, zwierząt i ludzi, kolejno zawładających planetą.

Widzi jak rodzą się i rozwijają światy, poczynając od niepewnej mgły, kończąc na błyszczących gwiazdach. Wyznacza każdej gwieździe położenie, tor, według którego ruch odbywa, oraz zaćmienie, które określa na długo przedtem, z dokładnością do jednej sekundy. Waży słońce, a rozszczepiając jego światło, może określić składające go ciała.

Wie również z czego się składają miljony gwiazd, zapełniających niebiosa, nawet tych, których promienie, pomimo swej szalonej szybkości, biegną setki lat w bezkresie, zanim dotrą do obserwatora.

Igra on siłami przyrodzonemi i zamienia, stosownie do swojego upodobania, na jakąkolwiek z nich, ciepło, elektryczność, światło, magnetyzm i siłę mechaniczną.

Poskramia piorun i rozbraja niebo.

Zamienia siłę potoków górskich w strumienie energji, które zanoszą daleko, do miejscowości najbardziej martwych, bogactwo i życie.

Podróżując według swej chęci w powietrzu i na ziemi, w głębinach i na powierzchni mórz, jest panem przestrzeni. Dzięki szybkości wyzwala się z pod jarzma przestrzeni, a nawet czasu.

Myśl jego, dźwięk jego głosu, a nawet rysy jego twarzy biegną po drutach lub lecą przez przestrzeń, z szybkością błyskawicy, aż ku krańcom świata.

Promienie słońca są posłusznemi narzędziami rysunku, wrażeń, malarstwa.

Rejestruje ruch i słowa i, o ile zechce, odtwarza je.

Różne przeszkody nieprzezroczyste nabierają, stosownie do jego woli, przezroczystości kryształu.

Stapia i odparowuje granit; powietrze czyni płynnem lub twardem.

Odważa on i oblicza dokładnie mirjady atomów, formujących kroplę wody lub ziarnko soli. Dzieli nawet sam atom,

skazując go na wyrzeczenie się nazwy, stwarzając nieskończoną ilość pod-atomów.

Przemienia jedne związki chemiczne na drugie. Naśladuje i często nawet prześciga przyrodę: wytwarza gamę zapachów i barw bardziej bogatą i rozmaitą. Stwarza materje wybuchowe i, spuszczając z łańcucha siłę w nich nagromadzoną, przecina przesmyki, przebija góry i wyrzuca na bajeczne odległości najcięższe pociski.

Zwiększa dziesięciokrotnie żywność ziemi.

Państwo podziemne oddaje w jego niedyskretną rękę swe nieprzeliczone bogactwa.

Odczytuje w organizmie zwierzęcym rolę krążącej krwi, bijącego serca, oddychających płuc, kierującego mózgu, niosących rozkazy nerwów, posłusznych muskułów.

Zabija ból. Zsyła spokojny sen na nieszczęśliwych, którym plądrują w organizmie.

Trzyma w szachu straszne epidemje, stwarzając zapory nie do przebycia. Pozwala nożowi chirurga na wszelkie zuchwalstwa i oddala śmierć.

Umysł jego obejmuje zjawiska świata żyjącego od pierwszych drgawek życia aż do jego najdoskonalszych przejawów. Widzi, jak w cyklu czynności bez końca, ziemia, słońce i powietrze żywią rośliny, rośliny zwierzęta, a zwłoki zwierząt, stając się zdobyczą drobnoustrojów, zwracają światu mineralnemu to, co przedtem stracił.

II. Władza człowieka równa jest jego wiedzy: *Homo potest quantum scit* (Bacon). Zadziwiającem jest, że pomimo swego ogromu widowisko tylu cudownych rzeczy wydaje się nam tak naturalnem, że trzeba wprost wysiłku celem uprzytomnienia sobie, że były one ongiś nieznane, a nawet niedopuszczone do dziedziny najczystszej fantazji. Pod tym względem nieświadomość tłumu i nieuznawanie zasług wynalazców, są niezmierzone. Kolej żelazna, rower, samochód, samolot, fotografja, światło elektryczne, telefon, operacje chirurgiczne bez bólu, leczenie wścieklizny i dyfterytu, nie powodują naogół żadnego zdziwienia. Dla publiczności rzeczy te są tak przyrodzone, jak gdyby zawsze na tej ziemi istniały. Gdyby natomiast współcześni ludzie zostali nagle odosobnieni w jakimś zatraconym kącie naszej planety, gdyby chorzy, w braku środków uspakajających i znieczulających, byli skazani na najgorsze cierpienia, — wówczas dopiero poznaliby wartość nauki, źródła dobrobytu i zdrowia ludzkości.

Nasz filozof natomiast, porównywując przeszłość z teraźniejszością, potrafi zmierzyć ogrom dokonanego postępu, a jeżeli po-

nadto jest przeszło osiemdziesięcioletnim starcem, to przypomni sobie epokę dyliżansu i wstrętnej ospy. Powie sobie wówczas, że zaznał dwóch różnych egzystencyj na tym świecie: tej w naszych dniach i tej w dzieciństwie, znacznie więcej się różniących, niż gdyby były oddzielone od siebie, w innych czasach, o setki i tysiące lat; i będzie miał wrażenie, że w rzeczywistości urodził się dwa razy z wielowiekową przerwą.

III. Dlaczego to potęga człowieka, napełniająca go dumą, wywołała ze strony poskromionej lecz buntowniczej natury, najstraszniejszą zemstę? Ostrze nauki jest obosieczne, i jeżeli warunki życia ludzkiego zostały znacznie polepszone, to z drugiej strony znalazł się naród drapieżny, rasa barbarzyńców, który próbawał odwrócić naukę od jej zadań humanitarnych w celu zaspokojenia apetytów wszechświatowego panowania. Na szczęście, podczas gdy barbarja usiłowała zgnieść cywilizację nauką, cywilizacja zapomocą tejże nauki zwyciężyła barbarję, lecz za cenę, niestety! najkrwawszych hekatomb i najstraszniejszych zniszczeń, jakie notuje historja.

Wobec ogromu nieszczęścia są nawet tacy, którzy, zestawiając bilans nauki, wahają się w orzeczeniu, skłaniając się raczej do myśli, że pasywy przeważają, i że lepiej byłoby dla ludzkości, gdyby wiecznie żyła w ignorancji i ciemnocie wieków średnich. Podobna opinja nie może się jednak ostać w obliczu faktów.

Że aktywy nauki druzgoczą jej pasywy, czyż nie jest to już oczywiste, gdy się widzi „jak inteligencja wynalazcy, wcielona w organy maszyny, zastępuje znojną pracę fizyczną robotnika prostym wysiłkiem uwagi dla jej kontroli i kierowania"; gdy się widzi dobrobyt w tylu skromnych ogniskach domowych, gdzie dawniej był zupełnie nieznany; gdy się widzi takiego Pasteura, uzbrojonego w zwykły mikroskop, jak w ciągu kilku lat uratował więcej żyć ludzkich, niż skosiły ich działa wszystkich ubiegłych wojen. Czy trzeba dodawać, że co się tyczy strat materjalnych, to nauka potrafi je szybko naprawić i stworzyć bogactwo tam, gdzie dziś się widzi spustoszenie? W rzeczywistości postęp ma swoje etapy i zastoje. Czy zresztą okropny dramat, któryśmy przeżywali, jest złem koniecznem? Ostrzeżenie na przyszłość wyda owoce. Należy mieć nadzieję, że Liga Narodów potrafi zorganizować świat na podstawach zgody i owocnej pracy. W oczekiwaniu na ten dzień coraz bliższy, gdy zatargi zbrojne między ludami będą już tylko strasznem wspomnieniem, potrafi ona rozwijać bez ustanku siły moralne, które przyśpieszą nadejście ostatecznego pokoju.

B. PRZYSZŁOŚĆ.

I. W każdym bądź razie nauka posuwa się naprzód i nic jej nie zatrzyma.

I tak samo jak horyzont rozszerza się przy wspinaniu na szczyt, tak samo nauka, pnąc się coraz wyżej, otwiera nam coraz szersze perspektywy. I wyobraźnia zrywa się do lotu!

Jakie wielkie zdobycze osiągną nasi synowie? Jakie nowe niespodzianki ich czekają? Co im przyniesie promieniotwórczość? Czy potrafią uwolnić i uwięzić rezerwy energji zawarte w atomie?

Według obecnych teoryj rezerwy te są olbrzymie. Energja uśpiona w jednym kilogramie uranu jest równoważna tej, którą dostarcza spalenie pięciuset tonn węgla. Energja, która wchodzi w grę podczas naszych reakcyj chemicznych, jest znikomą wprost wobec energji międzyatomicznej. Źródła energji, któreśmy opanowali i które obecnie zużywamy, są tylko „okruchami" wyrwanemi z obfitych jej zasobów, zawartych w materji *). Niewątpliwie „granice atomu są srogo bronione", lecz żadna twierdza nie jest niezdobytą i nie możemy wątpić, pamiętając o cudach już przez naukę dokonanych, że przyjdzie dzień, w którym uda się rozłożyć, a także składać ciała proste, tak jak umiemy obecnie rozkładać i związywać ponownie ciała złożone. Zdobycz ta będzie miała wartość nieskończenie wielką.

Jest rzeczą zarozumiałą prorokować; a jednak jak można powstrzymać się od marzeń, które opanowują umysł na samą myśl o podobnem zwycięstwie? Puls świata będzie czerpał energję z nowego źródła, a źródło to taksamo przewyższy obecne, jak one przewyższają zasoby przyrodzone człowieka dzikiego. Nie można uważać za absurd, że człowiek będzie podnosił wówczas góry, ujarzmi morza, poskromi siły atmosferyczne. Można przewidzieć, że rzadkie dziś pierwiastki staną się przedmiotami życia codziennego: złoto stanie się metalem taksamo pospolitym jak żelazo. Lecz wówczas nowe atomy ukażą się na scenie życia. Czem będą te nowe pierwiastki. Niewątpliwie oczekują nas zadziwiające niespodzianki, dziwniejsze jeszcze od tych, które przypisywano „kamieniom filozoficznym" i „eliksirom życia" dawnych alchemików.

*) Istnienia tych zasobów zupełnie nie podejrzewano aż do niedawnego odkrycia promieniotwórczości.

Zaznaczymy, że P. Soddy w książeczce o *Radzie*, tłomaczonej z angielskiego przez p. Lepape'a (kolekcja Borel i Alcan), rozwija głębokio spostrzeżenia odnośnie zajmujących spraw związanych z radjoaktywnością.

Będziemy świadkami prawdziwego odrodzenia chemji. Fantazja nasza jest bez granic wobec niezliczonych nowych związków, obdarzonych nowemi własnościami. Nasza obecna fotografja stanie się zapewne sztuką przestarzałą. A kto potrafi przewidzieć rozwój i przemiany biologji, medycyny, hygjeny, rolnictwa, przemysłu. handlu, jakie spowodują te nowe odkrycia?

Jeżeli pomyślimy, że równolegle do zdobyczy chemji rozwiną się zastosowania energji do mechaniki i do nieskończenie różnych przejawów sztuki inżynieryjnej, to oczom naszym przedstawi się świat tak niepodobny do naszego, jak nasz do świata człowieka pierwotnego. Oblicze świata jeszcze raz się zmieni. Im głębszą będzie rewolucja naukowa, tem zupełniejszą stanie się rewolucja gospodarcza i społeczna, tem większem będzie, należy mieć nadzieję, szczęście człowieka, który dzięki swemu umysłowi stanie się wszechpotężnym królem przyrody.

Takie oto perspektywy otwiera nauka przed poszukiwaczami. Czy dożyjemy ziszczenia tych marzeń? Czy będzie ono dziełem naszych synów? Czy trzeba będzie czekać wieki całe? Tyle pytań, na które nikt nie może dziś dać odpowiedzi. Lecz rewolucja wydaje się pewną, a dokona się tem prędzej, im więcej będzie na świecie wyższych umysłów, oddanych poszukiwaniom naukowym.

Jedna rzecz tylko jest pewna:* że pole niewiadomego jest bezgraniczne i że wiedza uczonego nie dorówna nigdy jego ciekawości i żądzy odkryć.

Jakkolwiek wspaniałym byłby widok przepowiadanej przyszłości, nie może on nas odwrócić od najskromniejszych zagadnień doby obecnej. Już dzisiaj są możliwe bezpośrednie i pożyteczne zastosowania. Do wszystkich dziedzin działalności gospodarczej, do eksploatacji ziemnej i podziemnej, do wytwórczości przemysłowej, wszędzie nauka musi wnieść decydujący czynnik twórczości i pomyślności.

II. Najwięksi sceptycy nie mogą zaprzeczyć rzeczywistości. Nauka jest potęgą, a potęga ta będzie nieskończenie rosła. Podwójna prawda, tak samo oczywista jak światło dzienne, którą należy się serdecznie i głęboko przejąć.

Jeżeli człowiek jest przykuty do materji nieskończoną ilością zależności, to dziełem nauki jest stopniowe jego wyzwalanie. To też zdobycze nauki powinny być podstawowym czynnikiem przemian społecznych. Coraz więcej zadanie polityków i dyplomatów, a ewentualnie nawet, niestety! i armij, będzie polegało na harmonizowaniu istnienia narodów z gospodarczemi konsekwencjami odkryć naukowych.

Statki podwodne i samoloty będą posiadały coraz ważniejsze miejsce w zatargach międzynarodowych. Gdyby jaki nowy nawóz zwiększył jeszcze produkcję żyta, obecny rynek zostałby mocno wstrząśnięty. Jest więc oczywiste, że przy ocenie potęgi danego narodu, dyplomaci powinni uwzględniać organy naukowe i wartość ludzi nauki w tym samym stopniu jak ruch ludzkości, bogactwa naturalne lub siły wojskowe. Na dnie życia nowoczesnego i wszelkich jego przejawów zawsze znajdujemy naukę. Możemy powiedzieć, że obok przyczyn natury duchowej (ideały socjologiczne, pokrewieństwo etniczne i t. p.), przedewszystkiem nauka rządzi światem. Ona to, w najszerszym zakresie kieruje przeznaczeniem jednostek i państw, które, mniej lub więcej świadomie, dostosowują swe istnienie do wiecznych zmian stwarzanych przez nowe zdobycze nauki.

ROZDZIAŁ III.

Konieczność ewolucji dążeń publicznych we Francji.

Na poprzednich stronicach staraliśmy się uwypuklić podstawowe znaczenie nauki z punktu widzenia przyszłości państw, jak i jednostek. Jeżeli rola jej jest decydująca, to któżby się nią nie interesował? Kto mógłby się obojętnie przypatrywać jej wysiłkom i jej odkryciom? Biada narodom odpornym na postępy nauki! Pozostaną one słabe wobec potężnych sąsiadów i ostatecznie będą zmuszone wpaść w upokarzającą lenność.

Zbytecznem jest dodawać, że podobny los nie może być losem Francji. Francja była inicjatorką postępu naukowego i zawsze świeciła na firmamencie nauki blaskiem swoich zdobyczy. Francja dzięki swemu genjuszowi naukowemu, jak i wojskowemu, oraz dzięki patrjotycznemu bohaterstwu, wymknęła się śmierci, ratując cywilizację, ratując siebie samą. Francja musi już nietylko ze względu na historję i ludzkość, lecz i dla swego bezpieczeństwa a nawet istnienia, poświęcać jak najwięcej swych zdolności, bogactwa i działalności nauce i jej zastosowaniom, jedynie zdolnej dać siłę, ażeby zostać Francją z jej urokiem i niezrównaną potęgą promieniowania. Wpływ, jak mówią słusznie dyplomaci, jest czczem słowem bez potęgi. Jedynie papiestwo, siła wyłącznie duchowa, z tej właśnie racji może być z uwagą słuchane, pomimo, że jest pozbawione siły materjalnej; ci, którzy sądzą, że świecka władza papieża wzmocniłaby jego oddziaływanie duchowe, popełniają niewątpliwy błąd. Poza tym wyjątkiem każdy naród ma posłuch w stosunku do swojej siły. Jeżeliby Francja jeszcze raz nie przewidziała i obojętnie zamknęła oczy na rzeczywistość, jeżeliby się odwróciła od życiowej konieczności pracy naukowej w celu wzmocnienia swych sił i szacunku, to podpisałaby na

siebie, jako na wielki naród, wyrok śmierci, któryby został wykonany w przyszłości trudnej do określenia, lecz prawdopodobnie nieprzekraczającej pół wieku. Któryż Francuz zgodziłby się na to, by upadek był zakończeniem tej pięknej przeszłości, która w historji zostawiła tak świetlaną smugę. A z punktu widzenia humanitarnego, kto może przewidzieć, jakie następstwa wywołałoby zniknięcie Francji z koncertu wielkich narodów?

Niech te uwagi przekonają naszych rodaków, że przyszłość Francji i jej misja historyczna są nieodłączne od mającego się dokonać wysiłku naukowego! W jaki sposób, jakiemi drogami i środkami ma się urzeczywistnić ten wysiłek? To właśnie mamy zamiar rozpatrzeć.

A. NAUKI I DĄŻENIA PUBLICZNE WE FRANCJI.

I. Jest faktem niezaprzeczalnym, że Francuzi naogół chętniej zwracają się do studjów literackich, filozoficznych, historycznych, prawnych, artystycznych, niż do nauk przyrody. W tem upodobaniu istnieją głębokie przyczyny. Francja jest narodem starym, z bogatą sławą literacką, z tradycją i zwyczajami bardzo dawnemi, wskutek czego adwokatura, sądownictwo, administracja, wojsko są najbardziej honorowanemi w rodzinach zawodami. Z drugiej strony mechanika, fizyka, chemja i zwłaszcza ich zastosowania, są zupełnie nowe, zaś ewolucja sposobu myślenia, tak, by mogły one rywalizować z retoryką lub prawem, odbywa się bardzo powoli, w miarę jak nauka, rozwijając swe cuda, zmienia warunki ogólnego bytowania.

Wynika z tego, że za wyjątkiem wypadków niewątpliwego powołania, wychowawcy w średnich zakładach naukowych starają się umieścić najzdolniejszych uczniów w „oddziale literackim". Tak, jak gdyby obserwacja i zużytkowywanie zjawisk przyrody oraz poszukiwanie nowych praw wymagało inteligencji mniej przenikliwej, słabszego sądu i logiki, oraz mniej śmiałej wyobraźni, niż wyjaśnianie tekstu greckiego, studjowanie cywilizacji assyryjskiej lub krytyka prawa rzymskiego! Spotykamy się tutaj z przesądem, który zwłaszcza w kołach nauczycielskich nie powinien mieć miejsca, że nauki literackie są naukami wyższego gatunku. Podobna atmosfera jest opłakana: dotykając miłości własnej dziecka — a co gorsze, być może, rodziny — stwarza najbardziej niepomyślne środowisko dla objawiania się powołań do nauk ścisłych. Ci, którzy stwarzają tę atmosferę, dalecy są od wypełniania swych zadań wychowawczych; są wielkimi przestępcami względem narodu, jak

grup
i względem swych wychowanków i im też należy przypisać niezliczone niepowodzenia w literaturze, prawie i polityce.

Te same uwagi, tylko w ostrzejszej formie, dałyby się zastosować pod względem tradycji i do innych narodów łacińskich, jak Włochów, Hiszpanów, gdzie pracownicy pióra i słowa zajmują pierwsze miejsce i gdzie sztukę mechaniczną i handel uważa się jeszcze więcej, niż we Francji, za zajęcia niższego rodzaju.

Natomiast u narodów niedawno powstałych, jak naprzykład w państwie niemieckiem, niema tego ciężaru wieków ubiegłych, tej „siły bezwładności", opóźniającej nowości i tam zawczasu rzucono się do nauk stosowanych, które jedynie są zdolne doprowadzić szybko do zamożności, a nawet do zaszczytów.

Trzeba dodać, że studja nauk ścisłych wymagają zazwyczaj większej cierpliwości, większego ducha karności i ciągłości pracy, niż studja literackie, a zalety te są raczej germańskie, niż francuskie. Sądzimy jednak, że we Francji nauka odzyska w całej pełni swe tytuły szlachectwa i że wybitniejsze umysły przestaną się od niej usuwać.

II. Ze wszystkich poprzednich rozumowań wyłączamy matematykę, którą stale zajmowały się u nas najświatlejsze umysły. Stworzenie Szkoły Politechnicznej za czasów Konwencji było urzędowem uznaniem ważności i pożytku nauk matematycznych. Zakład ten cieszy się we wszystkich środowiskach ogromnym szacunkiem, zupełnie usprawiedliwionym swoją wielką przeszłością. Dyplom Szkoły Politechnicznej jest wjatykiem niezrównanym. Zazwyczaj, według mniemań kandydatów, zamierzających wstąpić do tej szkoły, wysiłek umysłowy dokonany przez nich w 17 do 23 roku życia, stanie się wystarczającym tytułem do większości sytuacyj, o jakie później ubiegać się będą w życiu. Niema wątpliwości, że oprócz pociągu do wysokiej kultury nauk matematycznych, wzgląd ten odgrywa niepoślednią rolę, to też kandydaci do Szkoły Politechnicznej są zawsze bardzo liczni. O ile pomiędzy absolwentami szkoły było dużo takich, którzy, należąc do elity umysłowej kraju, wzbogacili naukę swą późniejszą pracą, to nie mniej jednak dużo absolwentów po opuszczeniu szkoły odrzuca wszelką myśl poszukiwań naukowych, bądź to wskutek pewnego przemęczenia umysłowego, bądź wskutek tego, że czują się „asekurowanymi", wychodząc z dyplomem, pozwalającym kroczyć im przez życie ze znacznie mniejszemi trudnościami, niż większość kolegów, którzy obrali inną drogę. Wielu zresztą wchodzi do służby administracyjnej publicznej lub prywatnej. Niewątpliwie stają się tam znakomitymi kierownikami i należy uznać zasługi przez nich dokonane. Nie mniej jednak,

wiel
o ile niektórzy, z natury swojego zajęcia, pozostają na drodze naukowej, jeżeli inni z zamiłowania poświęcają się wprost nauce, to większość zaprzestaje zupełnie wszelkiej pracy o charakterze naukowym. Zbyt wiele talentów, zbyt wiele sił twórczych zostaje w ten sposób straconych dla nauki i jej zastosowań. Należy żałować, że wielu z kandydatów do Szkoły Politechnicznej nie skierowuje się raczej na wydział nauk przyrodniczych uniwersytetu, gdzie przyspasabiałoby się do badań naukowych z największą korzyścią dla społeczności.

Naogół odnosi się wrażenie, że społeczna wydajność Szkoły Politechnicznej nie odpowiada jej poziomowi intelektualnemu z wielką stratą dla ogólnego dobra narodu. Należy więc życzyć sobie śmiałego odmłodzenia tej sławnej instytucji, stosownie do nowoczesnych potrzeb i wymagań pomyślności krajowej.

B. PROPAGANDA NAUKOWA.

Z pewnemi zastrzeżeniami podanemi wyżej, należy stwierdzić, że bez względu na przyczyny, karjera naukowa, a co za tem idzie, i karjera przemysłowa, wywierają mało pociągu na umysły naszych młodych ludzi. Ten stan rzeczy jest wysoce pożałowania godny i należy uruchomić możliwie wszystko, ze względu na przyszłość narodu.

Postaramy się przedewszystkiem wykazać, jakie zadowolenie wewnętrzne daje nauka umysłom wyższym; następnie damy kilka wskazówek co do zastosowania praktycznego kilku sposobów zachęty.

A. Intelektualny i estetyczny powab nauk.

Czy może być wyższe wzruszenie artystyczne niż to, które odczuwamy, rozmyślając nad ogólną harmonją panującą w przyrodzie! Jak można nie czuć się olśnionym wspaniałym obrazem, który roztacza przed nami astronomja! Zawczasu określamy drogi i ruchy tych wszystkich słońc, pomimo olbrzymiej do nich odległości; zaś astrofizycy dowodzą nam, że składają się one z tych samych ciał, co i nasza planeta. A obok nieskończenie wielkiego—nieskończenie małe: obok gwiazdy—atom, kąpiący się w oceanie nieważkiego fluidu. Ten atom, tak mocny, stanowiący sam w sobie cały system kosmiczny, ze swem słońcem i swemi planetami, tający w sobie tak olbrzymie ilości energji, że uwolnienie ich z czasem odmłodzi naszą starą cywilizację, przerobi do głębi nasz świat;

ten atom, stwarzający przez swe różnorodne ugrupowania materję żywą lub martwą, dla naszych umysłów dostępną; atom, którego ruchy wewnętrzne lub zewnętrzne, wywołują energję: ciepło, elektryczność, światło, magnetyzm, zapełniając wszechświat przeróżnemi zjawiskami. Czyż był kiedy wymyślony przez ludzką wyobraźnię cudowniejszy romans? A romansem tym jest żywa rzeczywistość.

W romansie tym przeżywamy błyskawiczną komunikację z najodleglejszemi lądami. W romansie tym przeżywamy lot powietrzny szybszy od najszybszych ptaków. Lecz po co wymieniać cuda, którym niema końca!

Któż nie odczuwa piękna i majestatu tej wspaniałej całości? Czyż istnieje jaśniejsza i wznioślejsza filozofja? Młodzieńcze o poważnym umyśle i gorącej wyobraźni, który odczuwasz pragnienie szlachetnych i subtelnych wrażeń, dlaczego nie wstępujesz w tę dziedzinę bez granic, gdzie niewiadoma nęci twoją żądzę wiedzy i obiecuje ci najwyższe rozkosze! Jedną z przyrodzonych cech duszy francuskiej jest poczucie piękna, i należy się dziwić, że tylu kulturalnych Francuzów może żyć obojętnie wobec przepychu wszechświata i zdobyczy nauki.

B. Punkt widzenia duchowy.

Niemniej ujmującym jest punkt widzenia duchowy. Nic w historji nie dorówna niezmierzonym dobrodziejstwom odkryć Pasteur'a. Nauka jest „przedewszystkiem dziełem zbiorowem, wytrwale prowadzonem w przestrzeni czasu przez tłumy pracowników różnego wieku i różnej narodowości, nadchodzących kolejno i wspomagających się w myśl milczącego porozumienia, dla dobra poszukiwań czystej prawdy i dla zastosowania tej prawdy w ciągłej przemianie warunków ludzkich" (Berthelot).

W ten sposób wszystkie prace naukowe, od najskromniejszych do najznakomitszych, składają się na polepszenie naszego bytu, dodając małe i duże kamienie do wspaniałego gmachu poznania świata materjalnego i sił nim kierujących. Nauka jest religją, gdzie nieskończone ilości tajemnic wiecznie rodzą się, rozwijają i wreszcie znikają, a wszystko to dzięki połączonym wysiłkom ludzi nauki dla dobra ludzkości.

C. Punkt widzenia materjalny.

Przy bogatych perspektywach idealnych, oczekują zręcznych poszukiwaczy i korzyści materjalne nie do pogardzenia. Ile miljonów,

naprzykład, przyniosły wynalazki takiemu Edisson'owi? Wynalezienie koszulek żarowych do gazu świetlnego było dziełem przypadku podczas badań ziem rzadkich, a dało Auer'owi olbrzymią fortunę. Kto może przewidzieć szczęśliwe następstwa wynalazku potężnego i lekkiego akumulatora? Urzeczywistniony przez Francuza, przyniósłby mu nietylko olbrzymie, chociaż wymierne bogactwo, lecz ponadto i bezcenną nagrodę, jaką byłaby wdzięczność całego narodu; rozwinąłby do rozmiarów niesłychanych wykorzystanie energij wodnych, w które Francja tak obfituje. Kraj zostałby uwolniony od zależności zagranicznej pod względem węgla i nafty; a nawet eksportowałby w nowych akumulatorach siłę swych potoków górskich a nawet energję słoneczną, jaką otrzymuje nasza Sahara. Byłoby to nowe źródło bogactwa narodowego.

Możnaby zrobić zarzut, że mówimy o wyjątkach. Lecz pomijając już odkrycia tej miary, ileż to wynalazków znacznie skromniejszych, lecz bieżącego zastosowania, przyniosło ich autorom poważne fortuny i zaszczyty! Wprawdzie przyznajemy, że zbyt może często karjera naukowa we Francji nie daje odpowiedniego wynagrodzenia. Lecz ponieważ, z drugiej strony, rozwój nauki i jej zastosowań jest koniecznością narodową, należy więc ją popierać wszelkiemi środkami.

Jeżeli zresztą wszyscy nie mogą zdobyć fortuny i dostąpić zaszczytów, to powinni przynajmniej mieć zapewnioną możność uczciwego utrzymania, pracą naukową, siebie i swych rodzin, a nawet jest pożądane, by spora proporcja naukowców znalazła w swoim zawodzie stosunkową zamożność.

Los uczonych uniwersyteckich leży przedewszystkiem w rękach państwa. Życie ich należy do sprawy powszechnej. Obowiązkiem państwa jest uczynić je pociągającem, a warunek ten jest ponadto nieodzowny dla rozkwitu ich talentów i pełnego powodzenia prac, z których korzyść odniesie cały naród. Konieczną rzeczą jest odsunięcie od nich wszelkich trosk materjalnych życia prywatnego, dzięki uposażeniu dostosowanemu odpowiednio do ich położenia społecznego. Równie ważnem jest, by same warunki pracy poszukiwacza były znośne: lokale powinny być wygodne, laboratorja dobrze urządzone i dobrze wyposażone, personel wystarczający, czyli warunki, od których, niestety, tak dalecy jesteśmy dzisiaj. W ten sposób fizyk lub chemik, co jest rzeczą bardzo ważną, upodoba sobie swoje laboratorjum; to samo się stanie i z jego współpracownikami, którzy, będąc świadkami korzyści ich mistrza, sami zapragną zostać mistrzami.

D. Praktycy i uczeni *).

Zbyt częstą jest jeszcze obawa przemysłowców przed nauką. Lecz już nie zaprzeczają jej użyteczności. Coraz rzadziej słyszy się to zdanie pełne absurdu: „Nie mamy co robić z badaniami naukowemi, jesteśmy praktykami".

Lecz o ile przemysłowcy i rolnicy rozumieją konieczność poszukiwań, to naogół wątpią w możliwość ich zorganizowania. Oprócz sprawy tajemnicy rezultatów, której każdy z nich przedewszystkiem wymaga pragnąc pracować wyłącznie dla siebie, istnieje jeszcze sprawa kosztów. Praktycy powinni sobie zdawać sprawę, że w ich dobrze zrozumianym interesie leży dobre wynagradzanie poszukiwacza, którego studja są dla nich źródłem bogactwa, oraz zapewnienie mu współudziału w dochodach wynikłych z zastosowania jego wynalazków, nie mówiąc już o szacunku, do jakiego ma przedewszystkiem prawo pośród rozlicznych pracowników zakładu; ponadto praktycy powinni mu zapewnić niezbędne środki materjalne dla prowadzenia prac, pod groźbą, że wysiłki jego zostaną nieprodukcyjne. Dla niektórych badań wartości ogólnej a wymagających wielkich kosztów, praktycy powinni się złączyć, stwarzając wspólne fundusze, które pozwolą na założenie całej służby powierzonej wykwalifikowanym uczonym. Ci ostatni czują częstokroć odrazę w uzależnianiu się od pojedyńczego przemysłowca; lecz zgodziliby się łatwo na pracę powierzoną im przez zrzeszenia, wystarczająco liczne, ażeby reprezentować część dobra narodowego. Według tych to zasad przemysłowcy niemieccy pracowali pojedyńczo lub wspólnie już od lat trzydziestu, i wiemy dobrze z jakiem powodzeniem.

Należy stwierdzić, że szkodliwa fosa, wykopana dawniej między uczonymi „czystymi" (uczonymi uniwersyteckimi) i przemysłowcami, zniknęła wobec doświadczeń wojennych; konieczności obrony narodowej stworzyły ścisły ich kontakt. Jeżeli już się nieco rozluźnił, należy przeciwdziałać. Nie będzie już więcej hermetycznych przegród, nie będzie już więcej „wyniosłego odosobnienia". Zresztą czyż rozróżnianie pomiędzy nauką czystą i nauką stosowaną nie jest bezpodstawne? Nie dość byłoby powtarzać (patrz część 3-cia, rozdz. IV), że zagadnienia praktyki są innem ujęciem spraw już ustalonych w laboratorjum. „Biolog studjujący mechanizm rośnięcia i rolnik, pracujący nad ulepszeniem

*) Różne rozważania na ten temat były rozwinięte poprzednio w części 3-ej rozdz. IV-ty.

hodowli, stoją wobec jednakowych zagadnień. Prawdą jest, że niema dwóch rodzajów nauk, lecz są dwa rodzaje umysłów: umysły powierzchowne, które się zadawalniają grubemi sposobami rozwiązania danego zagadnienia i umysły głębokie, analizujące kwestję, które potrafią wywołać odkrycie o prawdziwej doniosłości naukowej dla praktyki". Nigdy nie będzie dosyć zachęty dla uczonych w interesowaniu się zagadnieniami praktycznemi. Oprócz osobistych korzyści, oprócz okazji robienia przy tej sposobności odkryć z nauki czystej, będą współdziałali wzrostowi zamożności powszechnej, która w znacznej mierze zależy od wyników ich prac.

E. Trzeba odznaczać uczonych.

Znajdują się wprawdzie rzadcy ludzie, których życie wewnętrzne jest tak silne, że opinja innych jest im obojętna; wiekszość jednakże pragnie publicznych względów. Nie zawsze cieszy się niemi prawdziwa zasługa i zbyt często bogactwo jest wystarczającym tytułem. Tymczasem uczony jest zazwyczaj niezamożny, a życie jego, pełne zresztą godności, upływa spokojnie i skromnie pośród ogólnej obojętności.

Nauka jest sama w sobie takiem źródłem rozkoszy duchowych, że wystarcza częstokroć za szczęście temu, kto nad nią pracuje. Lecz otoczenie uczonego zawsze pragnie robić porównania; nie może się ono zgodzić na to, by jego talent był zapoznany. A tymczasem wielu bardzo wybitnych uczonych szersza publiczność nie zna.

Rzeczy te brane są w rachubę w rodzinach, kiedy młody maturzysta ma wybierać sobie zawód. Do władz publicznych należy popierać zawody naukowe i należy odznaczać uczonych.

Każdy wie, że specjalne odznaczenia oświecenia publicznego, które powinny być przywilejem personelu szkolnictwa, są częstokroć przyznawane w innym kierunku, a mianowicie licznym cudzoziemcom na uniwersytecie, zazwyczaj w nagrodę usług natury politycznej. Stąd wynika, że nasi profesorowie nie uważają ich za nagrodę, nie noszą ich i nie dbają o nie.

Pozostaje Legja Honorowa. Instytucja ta, pomimo niektórych nieudanych odznaczeń, wywiera dużo szacunku w kraju, a zwłaszcza zagranicą. Otóż ilekroć przeglądamy wnioski na odznaczenia Ministerjum Oświecenia Publicznego i Sztuk Pięknych, znajdujemy tam zawsze dużą liczbę urzędników, literatów i artystów, lecz nie widzimy tam prawie zupełnie uczonych. Możemy przytoczyć wypadek dwóch laureatów nagrody Nobla, którzy nie byli udekorowani zwykłą nawet wstążką w chwili, gdy Akademja Sztokholmska

przyznała im sławną nagrodę międzynarodową; a jednak imiona ich były związane z dwoma wielkiemi odkryciami, o których nasi ministrowie musieli wiedzieć: z odkryciem radu, oraz pewnej metody syntezy chemicznej o nadzwyczajnej wydajności. Oto w jak sposób zachęca się naukę w naszym kraju.

Zupełnie inaczej rzecz się przedstawia w Niemczech, gdzie uczeni nietylko, że są uważani za głównych pracowników bogactwa publicznego, nietylko posiadają piękną sytuację materjalną, lecz ponadto są otaczani we wszystkich środowiskach jak największem poważaniem, oraz są obsypywani orderami. To też zawód naukowy bywa często wybierany i spotykamy w nim synów wielkich przemysłowców, wielkich właścicieli, finansistów, którzy poświęcają się fizyce i chemji*).

Obowiązkiem naszych ministrów jest informować się o zasługach naszych ludzi nauki i przyznawać im słusznie należne odznaczenia honorowe. Pod tym względem, rzecz prosta, konieczny jest odpowiedni wybór.

Starszeństwo posiada swe niewątpliwe prawa, lecz większe jeszcze ma wartość rzeczywista. Jeżeli uczony ma za sobą wybitne dzieło, niech będzie dekorowany bez względu na wiek i pochodzenie. Kilka śmiałych odznaczeń, co do których nie byłoby trudności wyboru, byłoby bardzo na miejscu i byłoby zachętą dla utalentowanych poszukiwaczy, tak licznych w naszych laboratorjach. Nie powinno się przytem odróżniać prac nauki czystej od prac nauki stosowanej, ani więcej lub mniej urzędowego charakteru ich autorów. Jedynie sprawa odkryć powinna być brana w rachubę.

Istnieje jednakże pewna kategorja uczonych, na których chcemy zwrócić specjalną uwagę: są to idący luzem, nie związani z żadnemi służbami publicznemi lub prywatnemi organizacjami, i którzy, zazwyczaj zamożni, oddają się poszukiwaniom w swych osobistych laboratorjach, przez miłość nauki jedynie, oraz dobra publicznego. Z laboratorjów ich wyszła wielka ilość bardzo oryginalnych prac. Ten, kto posiada niezależność i swobodę działania, jaką daje pieniądz i kto używa ich dla tak szlachetnego celu, ten podwójnie zasługuje na szacunek publiczny i wyróżnienie. Między nimi znajdują się prawdziwi apostołowie nauki: apostołowie jej piękna, jej wielkości, jej wartości wychowawczej, jej dobrodziejstw. Należy żałować, że ludzie ci, idealiści, widzący w bezinteresownych poszukiwaniach naukowych sposób wyzyskania dla wspólnego

*) Punkt ten był poprzednio rozwinięty.

dobra swych zasobów duchowych i materjalnych, są tak nieliczni. Czy możemy tu wypowiedzieć całkowicie naszą myśl? Być może nie robi się we Francji wszystko, co możliwe, ażeby wyzyskać ten odwód najróżniejszych sił, jaki przedstawiają klasy bogate. Niewątpliwie skierowanie ich ku nauce zwłaszcza spowodowałoby najszczęśliwsze konsekwencje dla dobra zbiorowego, pomnażając liczbę protektorów wiedzy i wzniecając powołania pożyteczne dla postępu.

F. Cały naród musi brać udział w ruchu naukowym.

Dla stworzenia głębokiego ruchu naukowego nie wystarczają sami uczeni i praktycy: trzeba, żeby cały naród w nim brał udział. A w tym celu wszyscy muszą wiedzieć co są nauce winni i czego od niej mogą oczekiwać. „Trzeba żeby we Francji, na podobieństwo Niemiec, każdy wytwórca wiedział od dzieciństwa, że podstawą praktyki jest nauka, której postęp może być mu tylko pożytecznym. W tym celu mamy już broń: szkolnictwo powszechne. Pod tym względem szkolnictwo bardzo interesuje badaczów i byłoby dobrze, gdyby ci ostatni mieli prawo wglądu. Byłoby zbytecznem ukrywać opinję panującą w laboratorjach, a żądającą poważnej gałęzi szkolnictwa nauk ścisłych; wszyscy mniemają, że szkolnictwo to, prowadzone przez ludzi nie mających wystarczającego kontaktu z życiem kraju, kierowane przez administratorów sumiennych i dobrze nastrojonych, lecz najczęściej ignorujących sprawy, nie jest tem, czem być powinno (patrz część 3, rozdz. II).

„Innej potężnej broni należy szukać w odczytach popularnych i w publikacjach towarzystw naukowych“ *), co jest dla państwa powodem do ich popierania.

Powinno być uruchomione wszystko, co może dotrzeć do szerokiej publiczności, i zbytecznem jest dodawać, jak ważną staje się rola pracy. Gdyby kilka wielkich dzienników zdecydowało się częściej umieszczać dobre artykuły popularyzacji naukowej, choćby poświęcając część swej kroniki światowej lub teatralnej, to niewątpliwie oddałoby to sprawie nauki bardzo wielkie usługi.

Przypatrzmy się co zostało dokonane nietylko w Niemczech, lecz i w Ameryce. Zakłady i towarzystwa naukowe Stanów Zjednoczonych uprawiały od pięćdziesięciu lat czynną i bezustanną

*) Andrzej Mayer, Referat dla Konfederacji Towarzystw Naukowych Francuskich.

propagandę. Przyniosła ona owoce. „Miljarderzy" poczynili zakładom poszukiwań wspaniałe zapisy, a wielkie korporacje stworzyły laboratorja. Stowarzyszenia filantropijne przejęły się również sprawą instytutów poszukiwań: a więc taka „Leageue for relief of Belgium", niosąca podczas wojny pomoc sprzymierzonym, a posiadająca w chwili zawieszenia broni kapitał 100 miljonów, poświęciła go na stworzenie funduszów subwencyjnych dla poszukiwań i dla laboratorjów. Lecz więcej jeszcze. Trudno o rzecz ciekawszą i większy wpływ wywierającą niż uchwała Amerykańskiej Federacji Pracy, podana do wiadomości naszej Akademji Nauk przez p. Henryka Le Chatelier:

„Na swym ostatnim kongresie, odbytym w Atlantic - City w czerwcu 1919 r., Amerykańska Federacja Pracy powzięła uchwałę następującą:

„Biorąc pod uwagę, *że poszukiwania naukowe i ich techniczne zastosowania są jedną z zasadniczych podstaw rozwoju przemysłu przerabiającego, rolnego, górniczego i innych;*

„biorąc pod uwagę, *że wydajność przemysłowa znacznie wzrosła przez techniczne zużytkowanie wyników poszukiwań naukowych odnośnie fizyki, chemji, biologji, geologji, sztuki inżynieryjnej, rolnictwa i nauk pokrewnych; że skądinąd ogólny wzrost dobrobytu, wynikający z postępu naukowego, daje korzyści dziesięciokrotnie przewyższające koszty, wyłożone na odpowiednie poszukiwania;*

„biorąc pod uwagę, *że wzrost produkcji przemysłowej, wywołany poszukiwaniami naukowemi, jest potężnym czynnikiem w coraz to żywszej walce klas robotniczych o lepsze warunki bytu; że ważność tego czynnika będzie bezustannie rosła, ponieważ istniejąca obecnie, wyższa granica średnich warunków życia ogółu ludności, nie będzie mogła być przekroczona, dopóki będzie się oddziaływało jak dzisiaj, jedynie na sposoby rozdziału dóbr; że natomiast poszukiwania naukowe mogą podnieść tę granicę, wzmagając produkcję przemysłową przez wprowadzenie w grę rezultatów nauki;*

„biorąc pod uwagę, *że rząd federalny, rządy stanów i zarządy miejscowe mają do rozwiązania cały szereg ważnych i pilnych zagadnień administracyjnych i prawodawczych, stosownie do wyników badań naukowych i technicznych;*

„biorąc pod uwagę, *że wojna dała do zrozumienia narodom wojującym przeważający wpływ nauki i techniki na dobrobyt i potęgę każdego kraju zarówno w czasach wojennych, jak i pokojowych, że nietylko prywatna inicjatywa próbuje organizować poszukiwania o wielkim zakresie, interesujące kraj cały, lecz, że i liczne rządy*

biorą czynny udział w takich przedsięwzięciach, lub przychodzą im z pomocą;

„w konsekwencji, *Federacja Pracy, zebrana na kongresie, oświadcza, że w podstawowym interesie dobrobytu narodu leży przystąpienie do szerokiego programu poszukiwań naukowych; że rząd federalny powinien uruchomić wszystkie zostające w jego rozporządzeniu środki w celu urzeczywistnienia tego programu; że bezpośrednia interwencja rządu przy wykonywaniu tych poszukiwań powinna polegać na zwiększaniu ich zakresu i ważności zapomocą subwencyj;*

„Federacja poleca swemu sekretarzowi przekazać tę uchwałę prezydentowi Stanów Zjednoczonych, prezydentowi pro tempore *Senatu i prezydentowi Izby Poselskiej".*

Na uwagę zasługuje, że robotnicy amerykańscy tak trafnie ujęli rdzeń zagadnienia.

„Od lat pięćdziesięciu pracownicy trwają w zatargu i przypuszczają, że będą mogli go rozwiązać według danych zaczerpniętych z ekonomji politycznej lub socjalizmu klasycznego. Amerykanom zaś wydaje się, że dane te są przestarzałe. Rzeczywiście, obydwie strony uznają, że ilość dóbr, które mogą być wytworzone, jest ograniczona, a stąd powstaje główne zagadnienie rozdziału tych dóbr, a co pozatem idzie—ostra walka klas o nie. Otóż ten punkt wyjściowy, ten postulat przyjmowany bez dyskusji, jest według Amerykanów zupełnym i nieszczęsnym błędem. Ilość bogactw, mogących być wytworzonemi, jest praktycznie nieograniczona, a przynajmniej może się taką stać, jeżeli wytwórczość jest oparta na nauce. Stąd należy nie bić się dookoła wytworzonych dóbr, lecz stworzyć nowe, a dlatego należy studjować naukowo metody prudukcji. Pomiędzy masą ręcznych pracowników a przedstawicielami potęgi finansowej powinni się znajdować uczeni, technicy, będący w gruncie rzeczy prawdziwymi twórcami wszystkiego co polepsza warunki życia... Gdy wszyscy we Francji to zrozumieją, wyniki nie dadzą się obrachować. Albowiem nietylko zapewnimy największy dobrobyt narodu, lecz jednocześnie dzięki słusznemu zjawisku zwrotnemu, poszukiwania zostaną zasilone wielkim prądem nowych myśli, i kraj nasz, tak zasobny genjuszem, zobaczy najpiękniejszy rozkwit nauk" *).

*) Andrzej Mayer, j. w.

WNIOSEK.

Czas już zrozumieć, że żyjemy w wieku nowym: wieku nauki i przemysłu. Trzeba je rozwijać. Francja więcej stworzyła odkryć, niż jakikolwiek inny naród, lecz zbyt często siała nie troszcząc się o zbieranie, zostawiając innym korzyści materjalne, na podobieństwo wielkich panów. Żyła zbyt po dyletancku. Zanadto wpatrzona w swoją przeszłość oddawała się przedewszystkiem kulturze literackiej, prawniczej i artystycznej. Zbyt daleką, bez wątpienia, jest od nas myśl porzucenia literatury i sztuki, które wzmacniają w nas miłość do Francji, a nawet sądzimy, że kultura klasyczna powinna znajdować się u podstawy pogłębionych studjów naukowych. Lecz istnieje we Francji wystarczająca giętkość umysłów i różnorodność zdolności, ażeby przy wyborze zawodu szeroki udział przypadał naukom i technice; a zresztą nauki humanitarne mogą się tylko wzmocnić przy zetknięciu się z żywą rzeczywistością. Twórzmy produkujących, a w tym celu zmieńmy nasz system wychowawczy, przejmujmy się mniej starożytnemi ideałami i poważniej spoglądajmy ku przyszłości. Czy chcemy, czy nie, warunki gospodarcze wywierać będą coraz szerszy wpływ na ewolucję polityczną i społeczną, przyczem same ulegać będą ciągłym zmianom pod działaniem środków wytwórczości, wciąż odnawianych przez odkrycia nauki. Nauka jest potęgą, oto nowy wszechświatowy aksjomat. Jej los tak samo interesuje Francję, jak żywotne zagadnienie przyrostu ludności. Pod groźbą zniknięcia z rzędu wielkich narodów, Francja, w rozwoju działalności narodowej, musi wyrobić nauce miejsce godne genjusza rasy. Promieniowanie myśli francuskiej, mocno opartej o naukę, stanie się jeszcze potężniejszą.

Stwierdzamy, że w razie braku silnej organizacji naukowej, niema dla naszego kraju ani bezpieczeństwa ani pomyślności. Francja zostanie narodem o strukturze naukowej, lub przestanie być Francją.

184

BIBL. WOJSK. 16 p. Ur. Wlkp.

Bibljoteka ... p. Ur. Wlkp. Nr. ... 242

SPIS RZECZY.

Str.

PRZEDMOWA TŁUMACZA 5

WSTĘP 7

RZUT OKA NA CHEMJĘ FRANCUSKĄ I CHEMJĘ NIEMIECKĄ PRZED WOJNĄ 9

a) Chemja czysta 9

b) Chemja stosowana 10

PIERWSZA CZĘŚĆ 13

CHEMJA FRANCUSKA I ZAGADNIENIA WOJNY . . . 15

ROZDZIAŁ I. CHEMJA I METALURGJA 18

ROZDZIAŁ II. MATERJAŁY WYBUCHOWE 23

a) Fabrykacja niektórych półproduktów 23

Kwas siarkowy 23

Kwas azotowy 24

Alkohol i eter 26

b) Prochy B 27

c) Materjały wybuchowe właściwe 28

ROZDZIAŁ III GAZY BOJOWE 32

Wstęp 32

I. Organizacja wojennej służby chemicznej 33

a) Organizacja w kraju 34

Organ badań 34

Organ fabrykacji 38

b) Organizacja na froncie 39

c) Łączność między organizacjami wewnątrz kraju i na froncie 40

d) Łączność między służbą na froncie i wojskami sprzymierzonemi. — Stosunki międzysojusznicze 41

II. Gazy używane przez Niemcy 43

Str.

III. Zagadnienie ochrony 46
a) Ochrona człowieka 47
a) Ochrona jednostkowa 47
Ochrona dróg oddechowych i oczu 47
Ochrona skóry 52
b) Ochrona zbiorowa 53
b) Ochrona zwierząt 54
a) Ochrona konia 54
b) Zabezpieczenie psa wojennego 55
c) Zabezpieczenie gołębi pocztowych 55
Fabrykacja przemysłowa przyrządów ochronych 55
IV. Zagadnienie natarcia 57
a) Poszukiwania laboratoryjne 57
a) Poszukiwania chemiczne 57
Produkty do napełniania pocisków 58
Produkty do wytwarzania fal 64
b) Badania fizjologiczne 65
b) Urzeczywistnienie przemysłowe 66
Zagadnienie chloru 67
Zagadnienie bromu 68
Wytwóry różne 68
Napełnianie pocisków 71
Miotacze płomieni 73
Wyszkolenie wojsk 73
Pomoc sprzymierzeńców Francji 74
Pomoc Francji sprzymierzonym 74
Wniosek 75

ROZDZIAŁ IV. CHEMJA I AERONAUTYKA 77

I. Gaz do balonów 77
a) Wodór 77
b) Hel 78
II. Metale 79
a) Stal 79
b) Aluminjum i jego stopy 82
III. Materjały różne 83
a) Benzyna do silników 83
b) Smary 84
c) Płyny niezamarzające, do chłodzenia silników 85
d) Powłoki i lakiery do skrzydeł samolotów 85
Powłoki 85

Str.
Lakiery 90
Wniosek 91
e) Opony balonowe 91

ROZDZIAŁ V. CHEMJA I MASKOWANIE 93

I. Chmury sztuczne 94
II. Zagadnienie umundurowania 97
III. Maskowanie materjału i urządzeń 99
Rodzaj używanych materjałów 99
a) Farbowanie 102
b) Malowanie 104
c) Uogniotrwalanie 106
d) Zagadnienia różne 109
Maskowanie płatowców i balonów 110

ROZDZIAŁ VI. CHEMJA I SŁUŻBA INTENDENTURY . 111

I. Na froncie 112
a) Laboratorja służby zdrowia w swych stosunkach z intendenturą 112
Laboratorja armji 112
Laboratorja korpusu 112
Laboratorja dywizji 113
b) Wyzyskiwanie odpadków z rzeźni 113
Wyzyskiwanie tłuszczów 114
Wyzyskiwanie krwi wysuszonej i innych odpadków nadających się do wytwarzania nawozów rolniczych . . 115
II. Wewnątrz kraju 115
a) Żywność 116
Chleb i jego przerabianie 116
Konserwy mięsne i inne 118
Tłuszcze 120
Furaż 121
Analizy różne 121
b) Odzież 121
Przedmioty wełniane 122
Przedmioty płócienne 123
Przedmioty skórzane. (Przemysł garbarski) 123
Surowce 126
Unieprzemakalnianie 129

ROZDZIAŁ VII. CHEMJA I SŁUŻBA ZDROWIA . . . 132

I. Służba aptekarska w armji 132

Str.
II. Chemja i hygjena 135
a) Laboratorja toksykologiczne 135
b) Chemja i hygjena w żegludze podwodnej 136
III. Chemja i mikrobiologja Chemja i histologja 138

ROZDZIAŁ VIII. ZAOPATRZENIE CYWILNE 140

Urząd Wytworów Chemicznych i Aptecznych 140
Organizacja urzędu 140
Rola i dzieło Urzędu Wytworów Chemicznych i Aptecznych 141

ROZDIAŁ IX. ZAGADNIENIA RÓŻNE 145

I. Produkty różne 145
a) Potaż 145
b) Platyna 147
c) Ciała promieniotwórcze. Produkty świecące 147
d) Kwas mlekowy 149
II. Fotografja i radjografja 150
a) Papiery fotograficzne 150
b) Klisze fotograficzne 151
c) Ekrany radjoskopijne i ekrany radjograficzne 152
d) Klisze radjograficzne 153
III. Odzyskiwanie rozczynników 153
IV. Stężanie i wyzyskiwanie kwasów w fabrykach prochu . 154
V. Przemysł szklarski 156
a) Szkła optyczne 156
b) Szkła laboratoryjne 157
c) Szkła do rurek radjograficznych 158
VI. Porcelana. Piaskowiec. Kwarc 158

CZĘŚĆ DRUGA 161

CHEMJA NIEMIECKA I ZAGADNIENIA WOJNY 163

ROZDZIAŁ I. WYSIŁEK PRZEMYSŁOWY I WŁAŚCIWY 166
a) Paliwa 166
Paliwa stałe 166
Paliwa płynne 167
Paliwa gazowe 167
b) Metale 168
Żelazo 168
Mangan 168
Miedź 169

Str.
Aluminjum 169
Ołów 169
Cynk 170
Cyna 170
Antymon 170
Rtęć 171
Nikiel 171
Chrom 171
Wolfram 171
Molibden 172
Platyna 172
c) Azot 172
d) Siarka i kwas siarkowy 174
e) Alkohol 175
f) Tłuszcze 177
g) Materjały włókniste i skóra 179
h) Drzewo i masa drzewna 180
i) Żywica i terpentyna 180
j) Kauczuk 181

ROZDZIAŁ II. WYSIŁEK ŻYWNOŚCIOWY 183

a) Żywienie człowieka 183
Potrawy azotowe 184
Tłuszcze jadalne 185
Produkty węglowodanowe 186
b) Żywienie bydła 186
c) Nawozy 188

CZĘŚĆ TRZECIA 191

CHEMJA I LEKCJE WOJNY 193

ROZDZIAŁ I. KILKA OGÓLNYCH MYŚLI O CHEMJI I WOJNIE, CHEMJI I POKOJU 193
a) Wojna 193
b) Pokój 200

ROZDZIAŁ II. UZUPEŁNIANIE CHEMIKÓW 203

a) Nauki w Kolegjum 203
b) Chemja w szkolnictwie wyższem 206
Wydział Nauk 206
Wydziały medyczne. — Wydziały farmaceutyczne . . . 210

Str.

Szkoła Fizyki i Chemji Przemysłowej Miasta Paryża . . 211
Szkoła Chemji w Miluzie 212
Szkoła Politechniczna. — Wyższa Szkoła Normalna. — Centralna Szkoła Sztuk i Przetwórczości. — Szkoła Górnicza. — Inne szkoły 214
Collège de France. — Muzeum Historji Naturalnej . . 215
c) Wnioski 216

ROZDZIAŁ III. POSZUKIWANIA NAUKOWE. POŻYTECZNOŚĆ ICH I ORGANIZACJA 220

a) Poszukiwania naukowe źródłem wszelkiego postępu materjalnego 221
b) Organizacja poszukiwań naukowych 223
Collège de France 223
Muzeum Historji Naturalnej 226
Wydziały i szkoły różne 227
a) Profesorowie 227
b) Personel pomocniczy 231
c) Lokale, sprzęt i kredyty laboratoryjne 232
Instytut Pasteura 233
Laboratorja prywatne 234

ROZDZIAŁ IV. PRZEMYSŁ, ROLNICTWO, NAUKA, UNIWERSYTET 235

a) Metody naukowe i postęp przemysłu i rolnictwa . 235
Przemysł 235
Rolnictwo 238
b) Uczeni i przemysł we Francji i w Niemczech . . 239
We Francji 239
W Niemczech 243
Zmiana opinji we Francji 244
Stypendja imienia Lavoisier'go 245
c) Powszechne uznanie praktycznego pożytku pracy naukowej 248
d) Kilka spostrzeżeń odnośnie warunków gospodarczych, organizacji i metod w przemyśle 250

ROZDZIAŁ V. MIĘDZYNARODOWA WSPÓŁPRACA NAUKOWA 253
Międzynarodowe Zjednoczenie Chemji Czystej i Stosowanej 255

CZĘŚĆ CZWARTA 261

Str.

SKŁADNIKI I WARUNKI WIELKOŚCI NARODOWEJ. NAUKA I PRZYSZŁOŚĆ 263

ROZDZIAŁ I. ENERGJA POTENCJALNA FRANCJI . . 265

a) Siły duchowe 265
b) Siły gospodarcze 270
Terytorjum i ludność 270
Zasoby ziemi i podziemia 271
Ogólne warunki wytwórczości przemysłowej i rolniczej . . 274

ROZDZIAŁ II. POTĘGA NAUKI 284

a) Teraźniejszość 284
b) Przyszłość 288

ROZDZIAŁ III. KONIECZNOŚĆ EWOLUCJI DĄŻEŃ PUBLICZNYCH WE FRANCJI 291

a) Nauki i dążenia publiczne we Francji 292
b) Propaganda naukowa 294
Intelektualny i estetyczny powab nauk 294
Punkt widzenia duchowy 295
Punkt widzenia materjalny 295
Praktycy i uczeni 297
Trzeba odznaczać uczonych 298
Cały naród musi brać udział w ruchu naukowym . . . 300
Wniosek 303

Biblioteka Główna
Akademii Obrony Narodowej
32206/2
12-032206-000-0