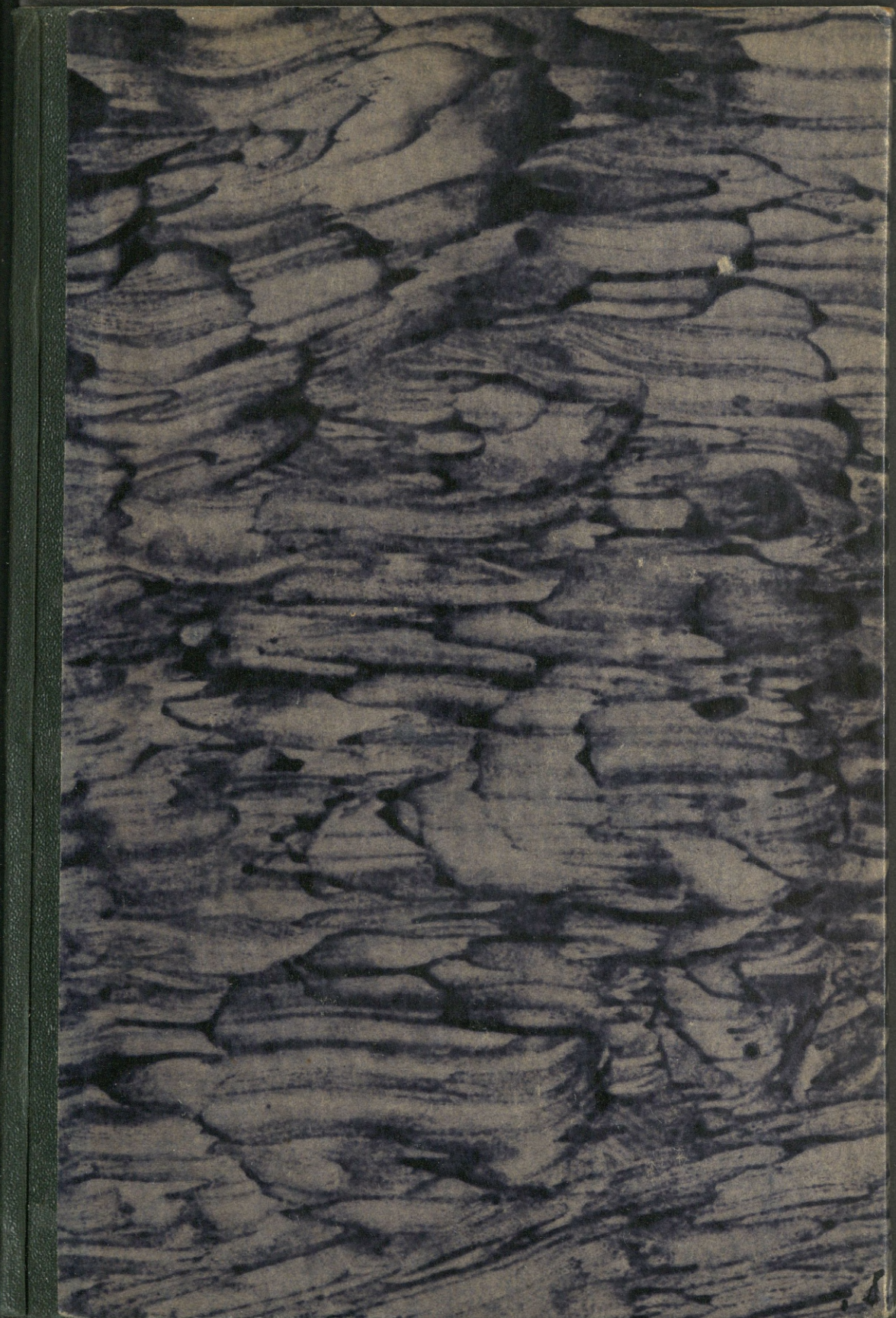


R G B WH GR BL Grey Scale #13 C M Y K

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

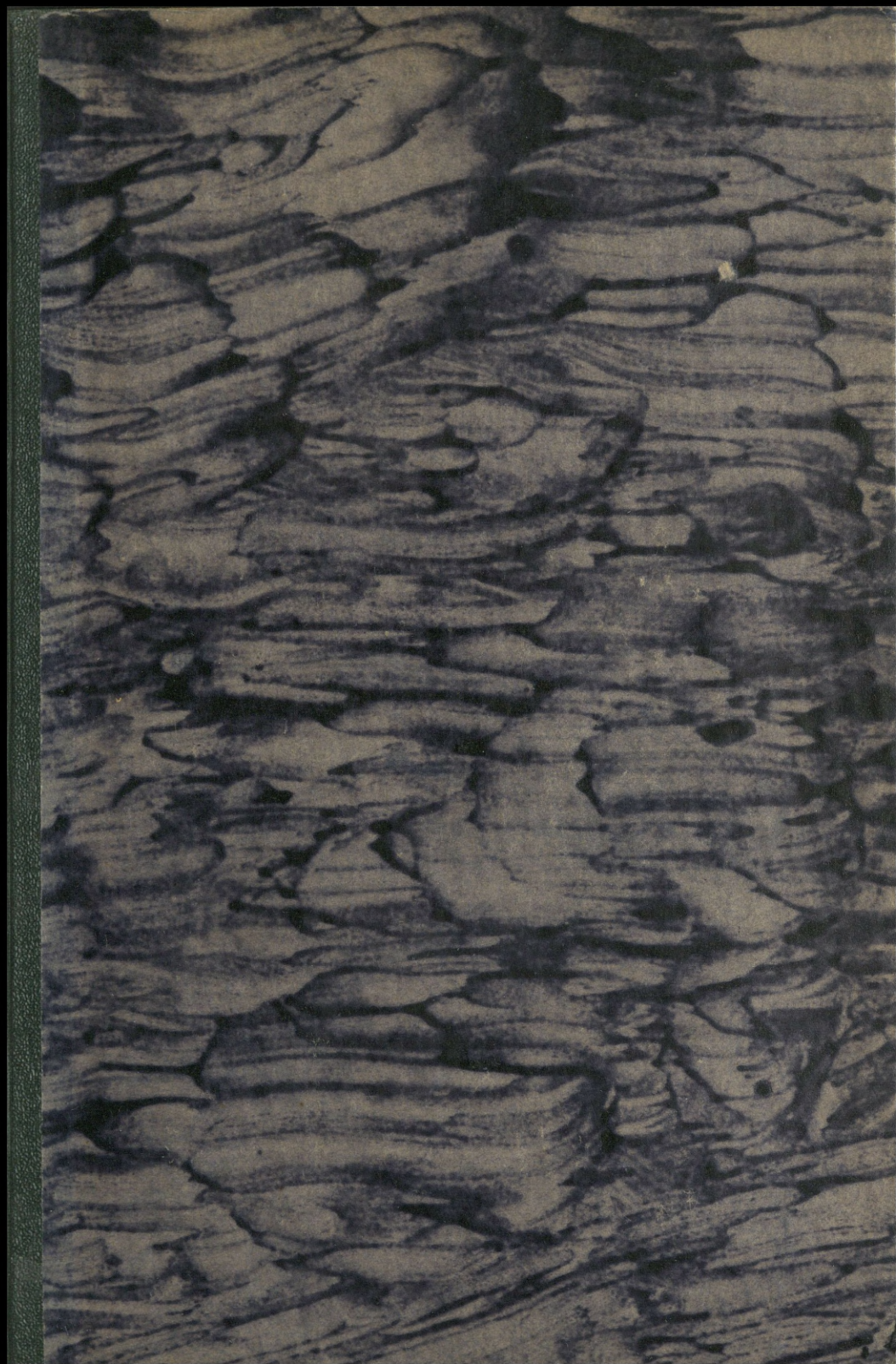


Inches
 Centimetres

Colour Chart #13

Blue	Light Blue	1
Cyan	Light Cyan	2
Green	Light Green	3
Yellow	Light Yellow	4
Red	Light Red	5
Magenta	Light Magenta	6
White	White	7
3/Color	3/Color	8
Black	Black	9

DANES-PICTA .COM



db. do II 57215

ARTYLLERJA.

O

DZIAŁACH GWINTOWANYCH

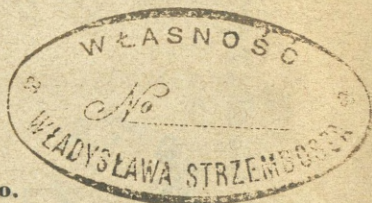
ODCZYTY

miane w Towarzystwie Wojskowych Polskich

w Paryżu

przez

Józefa Gałęzowskiego.



Z trzema tablicami litografowanemi.



PARYŻ.

Księgarnia Luksemburska

16, rue Tournon, 16.

1867.

355.9: 353, 3(358.1)



34547/2

WYDANO Z DUBLETÓW
Biblioteki Narodowej

S P I S R Z E C Z Y .

	Str.
Wstęp	1
Krótki pogląd historyczny	3
Własności prochu zwykłego	7
Bawełna piorunująca	11
Urządzenie dział gładkich i pocisków okrągłych	11
Metal działowy	18
Ruch pocisków, po wyleceniu z dział	20
Opór powietrza; działanie jego na pociski okrągłe	22
Pociski okrągłe regulowane	24
Urządzenie pocisków podłużnych	26
Sposoby nazywania dział gwintowanych	26
Naboje używane do dział gwintowanych	28
Działanie oporu powietrza na pociski podłużne	28
Ruch w powietrzu pocisków podłużnych	32
Geometryczny sposób rozpoznania tego ruchu	34
Derywacja pocisków	40
Podział na kategorie dział gwintowanych	46
1. Działa nabijane z przodu strzelające pociskami pal-	
czastemi	47
Działa francuskie, systematu La-Hitta	48
Urządzenie pocisków do tych dział	50
Zapalniki używane do pocisków podłużnych	52
Celowanie dział gwintowanych	53
Doniosłość, celność i skuteczność strzałów z dział francuzkich	55
Działa norweskcie	57
„ moskiewskie, systematu La-Hitta	58
„ francuskie morskie	61
Urządzenie gwintów postępujących	63
Pociski do dział z takimi gwintami	64
Działa angielskie morskie, systematu Woolwich	67
Sposób anglika Palisera odlewania pocisków żelaznych	68
Działa angielskie, systematu Armstronga, z podwójnemi gwintami	69
Pociski odcinkowe Armstronga	70
Działo Big-Will, 600-funtowe, tego systematu	71
Działa moskiewskie, tegoż systematu	72
Pociski anglika Whitwortha	73
2. Działa nabijane z przodu, strzelające pociskami że-	
browatemi	74

W S T Ę P.

Współzawodnictwo Prus i Austrii, o przewagę polityczną, wywołało wojnę w Niemczech w połowie 1866 r. Ponieważ do walki stanęli najzaciętsi nieprzyjaciele naszej ojczyzny, mniemano nie bez zasady, że i dla nas mogła nadejść chwila zbrojnego wystąpienia w celu odzyskania niepodległości Polski. Wszystkich tedy umysły zwróciły się do przygotowania i upowszechnienia wiadomości potrzebnych dla tych, co w oczekiwanej walce czynny udział wzięść mieli. Wtedy-to, czyniąc zadość życzeniom kolegów, w kilku odczytach, mianych w Czytelni Towarzystwa Wojskowych Polskich, starałem się wykazać obecny stan artylllerji w rozmaitych krajach.

Zebrane w tym celu wiadomości nie znalazły wprawdzie natychmiastowego zastosowania. Wojna wstrzymaną została, chociaż wierzymy, że na czas nie długi. Europa, pomimo wszelkich wysiłeni miłośników pokoju, nie może pozostać w tym stanie pogwałcenia wszelkich zasad sprawiedliwości. Wojna jest nieuniknioną; z tą tylko różnicą, że wznowiona, zapewne obszerniejsze weźmie rozmiary. Tym sposobem i naszych przygotowań prace również wstrzymane bydź

musiały; ale także tylko czasowie. Obowiązki jakie na nas ciążą nie ustają: owszem, korzystajmy z czasu, gromadźmy rozpierschle siły, aby być gotowymi, gdy chwila działania nadejdzie. Pamiętajmy, że wtenczas tylko Polska będzie niepodległą, kiedy Polacy sami będą chcieli i umieli niepodległość tę wywalczyć. Pracujmy więc wszyscy, wedle sił naszych i możliwości: bo tylko wedle pracy i owoców zebranych, będzie zapłata.

Tą myślą kierowany uznałem za rzecz stosowną odczyty moje drukiem ogłosić. Czynię to zaś nie dla tego abym sądził, że skromne usiłowania moje odpowiadają wielkości zadania; lecz jedynie z powodu, iż wiem, jak każda praca, chociażby najskromniejsza, dodana do prac innych, może stać się częścią jakiej poważniejszej i pożytecznej całości; dla tego właśnie spodziewam się, że i koledzy moi to samo uczynią ze swoimi pracami. Tym sposobem niedostatek pojedynczych usiłowań wypełnimy pracą zbiorową.

W wydaniu tem zachowałem porządek jakiego się trzymałem w odczytach. Tylko, dla dopełnienia całości, dodałem nieco danych opartych na liczbach; jako też zamieściłem niektóre świeższe wiadomości, zebrane już po skończeniu tych odczytów.

W całym wykładzie używałem miar i wag francuzkich; a dla porównania ich z używanymi w innych krajach, dołączyłem w końcu szczegółowe tablice stosunku miar i wag różnych krajów.

Paryż, dnia 31 Marca 1867 r.

O DZIAŁACH GWINTOWANYCH.

Odczyt 1.

Kwestja dział gwintowanych jest jedném z najżywo-
niejszych zadań sztuki wojennej w czasach obecnych; tem
ważniejszym, że nowy system jest zaledwie w rozwoju,
i niepodobna nawet dziś ocenić, do jakiego stopnia postęp
ten dojść może w udoskonaleniu artyllerii. Niewiem jak da-
lece potrafię zadowolnić temi niewieloma i niezupełnemi
wiadomościami, które dla udzielenia Wam, udało mi się ze-
brać: trudności do pokonania były wielkie. Każden z nas
na emigracji, niema ani dość wolnego czasu, dla oddania
się badaniom naukowym; ani dosyć środków, dla zaopatrze-
nia się w nieliczne wprawdzie ale zawsze zbyt kosztowne
działa, z których możnaby zasięgnąć dostatecznych objaśnień,
o tem, co się obecnie dzieje jawnie lub skrycie, w rozma-
itych arsenalach europejskich. Największą jednak trudnością
dla nas, jest tajemnica, którą, we wszystkich prawie państ-
wach okrywają się wszelkie ulepszenia i doświadczenia
w sztuce artyllerii. Dla odkrycia zasłony nie szcędzą rządy

państw potężnych żadnych nakładów; my nie jesteśmy w tém szczęśliwym położeniu, złotych kluczów do tajemnicy nie mamy, musimy poprzestać na tém, co drukiem wygłoszone w różnych językach, stało się już powszechną własnością.

W artyllerji, tak samo, jak i w innych naukach, częstokroć pomysły najwznioślejsze i najpożyteczniejsze, dłuższego wymagają czasu na rozliczne próby, nim do praktycznego użycia dadzą się zastosować. Taki był właśnie początek dział gwintowanych. Już w wieku XVII robiono z nimi doświadczenia, i takowe nie jednokrotnie były powtarzane w następstwie. Ale potrzeba było pierwej posunąć dość wysoko sztukę odlewania, odrabiania dział i pocisków, aby użycie dział gwintowanych dało się w praktyce zastosować. W ostatnich latach 20tu, udoskonalenie ręcznej broni, podwoiło usiłowania artyllerzystów, aby odzyskać straconą przez to dawniejszą jej przewagę; usiłowania nie były nadaremne; przekonały one wszystkich, że przyszłość artyllerji leży w użyciu dział gwintowanych. Jeszcze w latach 1854 i 1855, kiedym słuchał wykładu artyllerji, mówiono nam że Cavalli w Sardynji, Lancaster w Anglii i Wahrendorf w Szwecji zaproponowali swe systematy dział gwintowanych, nad którymi liczne robiono doświadczenia; a chociaż wypadki tych doświadczeń bywały czasem bardzo pomysłne, doniosłość i dokładność strzałów zadziwiająca, jednakże ogromna niejednostajność tych rezultatów i ciągle psucie się dział przekonały, że nie można było myśleć o powszechnem ich użyciu.

Nie wszędzie jednak zapatrywano się w ten sposób; we Francji, Anglii, Prusach i Szwecji, w wielkiej tajemnicy robiono dalsze doświadczenia, i pokazało się, że wypadki tych prób były dość zadawalniające. Ale o postępie otrzymanego wydoskonalenia, można się było dowiedzieć tylko z rezultatów otrzymanych w wojnie; wojna dopiero odkrywa światu doskonałość broni, którą przygotowano w zaciszu. Takim sposobem, Francja, która, podobno najpierwsza, doszła w swych doświadczeniach do praktycznego rezultatu, najpierw również

użyła swoich dział gwintowanych w górach Algierskich, prowadząc wojnę w Kabylji w r. 1857; wtenczas to Randon, świetnym szturmem gór Suck-el-Arba, zajął klucz obronnej pozycji walecznego plemienia Beni-Katen. Oficerowie moskiewscy, którzy znajdowali się przy tym sztabie armji francuzkiej, przyznawali działom gwintowanym rzeczywistą doniosłość i dokładność strzałów; ale z tém wszystkiem, nieupatrywali w nich nic nadzwyczajnego, i przypisywali li tylko próżności oficerów francuzkich rozkaz wydany przez dowodzącego artyllerią przy zdobyciu przez dywizją Mac-Mahona, obronnej wioski Tackeraich, aby zmienić nieco kierunek dział, gdyż wszystkie ich pociski, w te same padały miejsca. Zdaje się, że wszędzie podzielano tak mylne zdania moskiewskich oficerów, i prawie niezwrócono uwagi na wypadki téj wojny. Wprawdzie, zaczęto robić nowe doświadczenia; ale, wyjąwszy może anglików, nie spodziewano się z nich otrzymać ważnych następstw. Francuzi skorzystali z téj ogólnej lekkomyślności, i jakby podtrzymując sami opinie, że wypadki nie odpowiadały ich oczekiwaniom, otoczyli jeszcze większą tajemnicą dalsze swe prace; ale z tem większą wytrwałością zajęli się równocześnie udoskonaleniem swych dział gwintowanych. Tajemnicy nikt nie zdradził, o postępie wydoskonalen obcy nie wiedzieli; tak, że gdy w r. 1859 Austrja stanowczo wystąpiła przeciwko Sardynji i Francji, najmniejszej uwagi niezwrócono w Wiedniu, na uzbrojenie artyllerii francuzkiej; artylleryści austryjaccy szli na wojnę z największą otuchą; nie domyślano się że w kilkudziesięciu pakach, oznaczonych napisem *fragile*, i wysłanych z Paryża przez Marsylję do Genui, znajdują się działa gwintowane. Działa te wydobyte w Genui z pak i położone na lawety, były jedną z przyczyn ciągłych klęsk Austrjaków w téj kampanji. Bitwy: *Mortebello*, *Magenta*, *Melegnano*, a najbardziej *Solferino*, doniosły światu, że kwestja dział gwintowanych stanowczo rozwiązana została. Otworzyły się oczy wszystkim; wszędzie wzięto się stanowczo do doświadczeń na wielką skalę, do uzbrajania się w działa gwintowane. Wojna Amerykańska

nadała nowy popęd temu kierunkowi umysłów; tam obie strony wojujące skorzystały z ogromnych bogactw i potęgę swej przemysłowej i w czynnych, że tak powiem, doświadczeniach, badały doskonałości nowych dział, różnych systematów. Sławna walka dwóch pancernych okrętów, Monitora i Merimaca, zwróciła jednocześnie uwagę wszystkich państw na uzbrojenie swych flot i fortec. Wtedy to przypomniano o Cavallim, Lancastrze i Wahrendorfe, zwrócono uwagę na działa francuzkie, na systematy Armstronga, Whitwortha i inne. Anglja, Prusy a w części austriacy i moskale z gorączkowym pośpiechem wzięli się do wprowadzenia nowego uzbrojenia. A kiedy zaczęło się nasze powstanie, moskale widząc że może będą mieli do czynienia z całą Europą, na gwałt kazali, nie czekając rezultatów dalszych doświadczeń, wprowadzać co prędzej nowe uzbrojenie; wprowadzono więc u nich system dział francuzkich. Kiedy zaś strach wojny o Polskę przeminął, i kiedy wojna duńska pokazała skuteczność dział pruskich, moskale znów zmienili swą artylleryję i wprowadzili system, jakiego się trzymają Prusacy w swęj artylleryji.

O tych to działach gwintowanych, o różnych ich systematach, o zaletach i wadach każdego z nich w szczególności, mam zamiar pomówić. Czynię zaś to, nie przez próżną chęć zaspokojenia naszej ciekawości, ale raczej dla wykazania i ocenienia środków, jakie posiadają w swem ręku nieprzyjaciele nasi; z którymi wkrótce zapewne znowu staniemy do walki. Powinniśmy poznać jaka jest wartość tych środków; jak się mamy uzbrajać w razie wojny; jak użyć tych środków, które albo zdobędziemy na naszych wrogach, lub których nam dostarczą nasi przyjaciele. Do tego wszystkiego najlepiej posłuży bez wątpienia, krytyczny rozbiór uzbrojenia wprowadzonego w różnych państwach. Na teraz wszakże ograniczę się tylko na rozbiórze różnych systematów dział gwintowanych. Jakkolwiek czuję, że i to jedno nie jest tak łatwym zadaniem; lękam się nawet, czy dostatecznie potrafię się wywiązać z przyjętego na siebie zobowiązania, i dla tego

rachuję najbardziej na wasze pobłażanie, i przychylne usposobienie.

Nim przystąpię do opisanja dział gwintowanych, uważam za konieczne przypomnieć naprzód w krótkich zarysach, urządzenie artylleryji zwyczajnej, i wskazać główne zasady budowy dział różnej natury. Przez to będziemy mieli pewniejszy punkt wyjścia w dalszych badaniach i sądach; a zarazem uczyni to me odczyty zrozumialszemi i dostępniejszemi dla tych, którzy nie zajmowali się szczegółowo nauką artylleryji. Mając na względzie całość nauki, będącej przedmiotem obecnego rozbioru, uważam za konieczność poprzedzić opis działu, wykładem niektórych szczegółów dotyczących prochu, używanego do wyrzucania pocisków.

Jak powszechnie wiadomo, proch jest mieszaniną z 3ch składowych części: saletry, węgla i siarki. Stosunek w jakim robi się ta mieszanina nie jest jednakowy we wszystkich krajach; i tak, na 100 części prochu używają:

w Anglii i u Moskali,	saletry	75,	węgla	15	i siarki	10 części,
w Prusach	„	75,	„	13,5	„	11,5 „
we Francji i Stan. Zjedn.	„	75,	„	12,5	„	12,5 „
w Austrii	„	76,	„	13	„	11 „

Różnica ta stosunku składowych części prochu, bardzo mało wpływa na szybkość jego palenia. Zwiększenie do pewnego stopnia ilości siarki, zwiększa twardość ziaren, i przez to zapobiega rościeraniu się prochu przy jego przewożeniu; zmniejszenie zaś stosunkowej ilości węgla robi proch mniej wciągającym wilgoć, i przez to mniej psującym się na słotnem powietrzu. Nie będę wdawał się w wyjaśnienie chemiczne działania prochu. Przejdę wprost do fizycznych jego własności. Mieszaninę 3ch składowych części prochu nie można pozostawić w stanie mączki; najprzód dla tego, że te składowe części, będąc różnej gatunkowej ciężkości, podczas przewożenia układałyby się odpowiednio swojej ciężkości, t. j. część siarki opadałaby na dół, a węgiel zostawał na wierzchu; przez to proch, nie mając już w każdej cząstecce stosownej ilości pierwiastków składowych, palilby się nierówno.

Przytem, po zapaleniu takiego prochu, płomień nie mógłby odrazu przejść w głąb całej masy; dla tego nabój paliłby się warstwami, i pierwsze sformowane gazy wyrzuciłyby z działa resztę naboju jeszcze niespaloną. W tym to celu mączka prochowa zamienia się naprzód na twardą masę, którą potem rozbijają na ziarna różnej wielkości; w naboju złożonym z takich ziaren, płomień z łatwością przenika pomiędzy ziarna i odrazu cały nabój zapala.

W spalaniu się pewnej ilości prochu, czyli naboju, odróżnić potrzeba dwa zjawiska: pierwsze, kiedy każde ziarno otoczone zostanie płomieniem, t. j. zapalenie ziaren (inflammation); drugim jest samo ich spalanie (combustion). Bezwątpienia że każde z tych zjawisk, wymaga pewnego przeciągu czasu; lecz doświadczenia pokazują, że ostatnie z nich jest daleko powolniejsze niż pierwsze, t. j. że bez porównania więcej potrzeba czasu na spalanie się każdego ziarna, niż na objęcie płomieniem wszystkich ziaren całego, choćby i dość wielkiego naboju. Stosunek czasu potrzebnego do spełnienia każdego z tych 2ch zjawisk, jest taki, iż można z wielką ścisłością powiedzieć, że przy największych nawet nabojach, używanych w artyllerji, pierwój cały nabój będzie zapalony niż pierwsze ziarna, choć w dziesiątej części się spalą. Z tego faktu, opartego na ścisłych doświadczeniach robionych w latach 1832 do 1835 przez francuzkiego artyllerzystę Piobert'a, dwa ważne wynikają wnioski: pierwszy, że prawie wszystko jest jedno z której strony nabój będzie zapalony, z przodu, z tyłu lub z boku, gdyż płomień równie prędko w każdym z tych wypadków obejmuje cały nabój; drugi wniosek, iż działanie prochu głównie zależy od czasu potrzebnego na spalanie się ziaren. Na spalanie się więc ziaren głównie teraz zwrócimy naszą uwagę.

Massa z której składają się prochowe ziarna pali się zwykle warstwami. O tem przekonał się Piobert zapalając z jednego końca podłużne walce, zrobione z masy prochowej i obleczone z wierzchu materją niepalną. Doświadczenia te wykazują dowodnie, że ogień niszczy walce warstwami

i potrzebuje o tyle więcej czasu na ich spalanie, o ile one są dłuższe. Toż samo się dzieje i z ziarnami prochu w naboju: naprzód ogień zapala całą zewnętrzną powierzchnię każdego ziarna; potem krągłemi warstwami kolejno spala samą masę; i tem więcej potrzebuje czasu na dojście do jego środka, im ziarno jest większe, t. j. im ma większą średnicę. Z początku, kiedy się pali wielka zewnętrzna powierzchnia ziaren, formuje się więcej prochowego gazu, niż później, kiedy się spalają wewnętrzne, mniejsze warstwy.

Na podstawie tych danych, możemy już sądzić o działaniu prochu wewnątrz działa. Jeśli ziarna są małe, to prawie odrazu się spalą i odrazu wywiążą się wszystkie gazy prochowe; przy wielkich zaś ziarnach, chociaż odrazu powstanie dość znaczna ilość gazów, ale i później ilość ich coraz zwiększać się będzie. Odpowiednio do tych warunków palenia się prochu, artyllerzyści używają drobniejszego prochu tam gdzie pocisk niedługo zostaje pod jego działaniem, t. j. w działach krótkich, moździerzach i granatnikach; gdyż tam potrzeba, aby proch wszystek się spalił i żeby wszystkie gazy działały na pocisk pierwiej, niż on działa opuści. W długich zaś działach, armatach, pocisk dłużej zostaje pod działaniem prochu; a zatem i większe ziarna będą miały czas do zupełnego spalania się i wywarcia siły na pocisk. W pierwszej chwili, kiedy pocisk jeszcze prawie nie poruszył się z miejsca i kiedy objętość gazów równa się zaledwie objętości pierwotnej naboju, ilość gazów tak mała, nie ma tem samem wielkiej siły prężności, skutkiem tego nie wywiera zbytniego parcia na ściany i działa rozerwać nie może. Później ilość wywiązanych gazów powiększa się wprawdzie, ale jednocześnie pocisk poruszony ze swego miejsca, zostawi wolną przestrzeń, w którą wchodząc gazy, zmniejszą w odpowiednim stosunku ciśnienie swe na ściany. Co się zaś dotyczy działania prochu na pocisk, to takowe zależy nie tylko od chwilowej największej siły parcia gazów prochowych, ale też i od tych, że tak powiem, powtarzanych stale i jak najdłużej uderzeń gazów. Słowem, przy użyciu

naboju z prochu stosownej ziarnistości, można pociskowi nadać szybkość większą, przez ciągle chociaż nie bardzo silne parcie prochu, niż przez jednorazowe bardzo silne jego uderzenie. Takim sposobem, używając w długich działach prochu gruboziarnistego zmniejsza się rozrywający wpływ jego na dział, i przytem wygrywa się na nadaniu pociskowi większej szybkości.

Dla tych powodów artyllerja używa zwykle dwóch gatunków prochu: grubszy — działowy (à canon), używany do dział dłuższych, i drobniejszy — strzelbowy (à mousquet) używany w krótszych działach. Wielkość ziarn prochowych jest następująca:

we Francji działowy od 1mm.4 do 2mm.5, a strzelbowy od 0mm.6 do 1mm.4, a u Moskali „ „ 1,5 „ 2,0 „ „ 1,0 „ 1,5.

Od niedawnego jednakże czasu, moskale używają do wszystkich dział dawnych — gładkich, prochu jednego tylko gatunku, którego ziarna mają wielkość od 1mm.3 do 2mm.0.

Zajmując się w następstwie działami gwintowanymi, przekonamy się że ich pociski będąc zmuszane do nabrania ruchu wirowego, trą się z wielką siłą o ściany kanału, i z tego powodu dłużej pozostają pod wpływem gazów prochowych. Okoliczność ta, sprzyja użyciu w działach tego rodzaju prochu znacznie grubszego. Potrzeba ta, silniej się da poczuć w państwach, które używały prochu drobniejszego; i rzeczywiście, u Moskali potrzeba ta pierwiej się okazała niezbędną, niż we Francji. Ta sama okoliczność była powodem, że w Stanach Zjednoczonych artyllierzysta Rodman, przedsięwziął obszernie doswiadczenia nad użyciem prochu z ogromnych ziaren, i przyszedł do rezultatu, że w wielkich działach gwintowanych, można używać prochu z ziaren wielkości 15tum., a nawet i większych. Przez użycie do każdego dział, prochu z ziarn odpowiedniej wielkości, można znacznie zmniejszyć niszczący wpływ jego na dział, nietracąc wiele w szybkości pocisku. Wtym samym celu Rodman radził używać proch z ziaren znacznej wielkości, mających przyrząteczną formę, i przewierconych w kilku miejscach równolegle do osi przyrządu. Chociaż doświadczenia z takim

prochem dawały dość dobre rezultaty, Amerykanie jednakże nie wprowadzili go w użycie; natomiast Moskale skorzystali z tego wynalazku, i dla strzelania z dział wielkich gwintowanych, używają teraz proch pryzmatyczny (Fig. 1). Ziarna tego prochu mają kształt sześciokątnego pryzmatu, przewierconego siedmiu kanałami *a* średnicy 5mm; grubość *bc* jest 40mm.6, bok *bd* ma 20mm.3, a wysokość *bf* 25mm.4.

Wspomnę tu także o użyciu w artylllerji prochu z bawełny piorunującej. Proch ten wyrabia się przez zamoczenie zwyczajnej bawełny w pewnej, stosunkowej mieszance dwóch kwasów, siarczanego i saletrzanego. Odrazu zrozumie każdy, że w prochu tym płomień łatwo przenika cały nabój, a więc zapalenie się jego jest bardzo prędkie; a ponieważ włókna bawełny są zwykle cienkie, więc i spalenie się ich jest także szybkie; słowem, proch ten paląc się prawie w okamgnieniu, wywiązuje odrazu wszystkie swe gazy. Dla tego działając nadzwyczaj niszcząco na broń, bawełna piorunująca nie może nadać pociskom dostatecznej szybkości; o czem przekonały wszystkich obszerne doświadczenia, które w różnych krajach były przedsiębrane. Nie mówiąc o innych ważnych niedogodnościach wynikających z użycia prochu tego rodzaju, samo niszczące jego działanie na broń, było już dostatecznem do zaniechania dalszych nad nim doświadczeń. W Austrii tylko, nie przestawano dążyć do ulepszenia bawełny piorunującej, starając się zrobić powolniejszym jej spalenie. Zdawało się, że usiłowania te uwieńczone zostały pomyślnym skutkiem; i tak, w r. 1862 urządzono wyłącznie dla tego prochu osobny systemat dział gwintowanych Lenka, o których na właściwem powiemy miejscu. Austriacy jednakże nie użyli ich w wojnie duńskiej, i przed samą kampanją utworzyli nowy systemat dział, zastosowany do zwykłego prochu. Dotąd nie wiemy, czy działa Lenka użyte były w ostatniej wojnie z Prusami.

Nabój prochu zamknięty w mocnem otoczeniu, które ze wszystkich stron stawia jednakowy opór, po zapaleniu albo rozrywa otaczające go ściany, albo też skutku tego nie ma, jeżeli nabój był za mały, t. j. jeżeli prężność wywiązanych

z niego gazów była mniejsza od spójności ścian otaczających. W razie mniejszego oporu z jednej strony jak z innych, strona mniejszy opór stawiająca najprzód ustępuje pod parciem prochu. Tak się dzieje w dziale (bouche à feu), t. j. grubój rurze metalowej, której walcowy kanał (âme) dnem (fond) zamknięty. Proch znajdujący się w tym kanale pomiędzy dnem z jednej strony, pociskiem (projectile) z drugiej, i ścianami (parois) działowemi z boków, po zapaleniu prze we wszystkie strony. Parcie na ściany kanału równoważy się w około i dąży do rozerwania działa; dla zabezpieczenia się od tego, potrzeba ścianom działa dać stosowną i naokoło jednakową grubość. Najslabszy opór stawia pocisk, i dla tego proch wyrzuca go z wielką siłą, nadając mu pewną początkową szybkość (vitesse initiale); jednocześnie działaniem swém na dno kanału, gazy prochowe odrzucają w tył działo wraz z lawetą (affût), i takim sposobem stają się przyczyną odskoku (recul) działa. Ponieważ parcie prochu nadaje jednocześnie ruch pociskowi w jedną stronę, a działu w drugą, zatem i ruch każdej z tych dwóch części będzie tym prędzszym, o ile jest mniejszą wagą téj części; z tego wynika ów pewnik, że szybkość początkowa pocisku jest tyle razy większą od szybkości początkowej odskoku działa, o ile waga tego ostatniego jest większą od wagi pocisku. Stosunek ten wag działa i pocisku nazywa się stosunkową wagą działa; waga ta powinna być taką, aby przy właściwej szybkości pocisku, szybkość odskoku nie była zanadto wielką; gdyż inaczej, laweta ulegałaby częstemu zepsuciu.

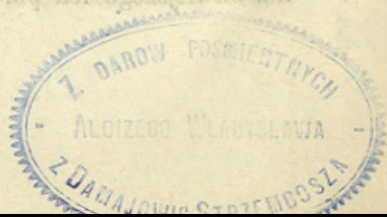
Przed wprowadzeniem dział gwintowanych, używano w artyllerji wyłącznie pocisków okrągłych. Po wystrzeleniu takim pociskiem, chociaż powietrze wpływa na jego zboczenie, ale wpływ ten zawsze będzie jednakowy, niezależnie od części pocisku na którą działa opór powietrza. Pocisk okrągły pełny, nazywa się kulą (boulet); robią je zwykle z żelaza lanego (fonte), jako metalu twardego i taniego; pierwszy z tych warunków koniecznym jest dla skutecznego działania przeciw oporowi, jakim są mury, wały lub drzewo; taniłość zaś mate-

rjału niezbędną jest dla zmniejszenia znacznych zwykle kosztów zaopatrzenia artyllerii. Działa strzelające kulami nazywają się armatami (canons).

Mając strzelać kulą do jakiegokolwiek przedmiotu, powinniśmy naprzód obmyśleć jaką ma być wielkość czyli też waga téj kuli. Obrana przez nas waga kuli, będzie podstawą do właściwego urządzenia saméj armaty; np., jeżeli uważamy za stosowne użyć 12-funtową ¹⁾ kulę, to da nam zarazem nazwisko saméj armaty, gdyż one nazywają się zwykle według wagi kul któremi strzelają; będzie to więc 12-funtowa armata. Kula 12-funtowa ma pewną średnicę, która da nam średnicę kanału armaty czyli jéj kaliber (calibre). Dla wielu powodów, kaliber działa robi się nieco większy od średnicy pocisku. Naprzód, rdza lub nieczystość zwiększają nieco objętość kuli; gdyby więc kaliber kanału był zupełnie równym średnicy kuli, zardzawiona czyli nie czysta, nie dałaby się włożyć do kanału. Powtóre, pociski wkładają się często do działa w workach wełnianych, obejmujących razem i nabój prochu; albo też, dla nadania tym pociskom w dziale pewnej pozycji, umocowują je cieżkimi blaszkami do tak zwanych drewnianych szpiłgów (sabot). Nareszcie, dla łatwiejszego zapalenia przedmiotów, do których się strzela, używają często kul rozpalonych; wiadomo zaś, że metal rozpalony zwiększa swą objętość. To wszystko jest przyczyną, iż kaliber działa musi być większym od średnicy pocisku. Różnica ta nazywa się odstęp (vent); robią go zwykle nie większym nad 5mm.

Znając wagę i średnicę kuli, mamy oznaczony kaliber działa. Waga pocisku i kaliber działa, używane są jako jedności stosunkowych wag i wymiarów różnych części działa. I tak: dla nadania kuli pewnej szybkości, trzeba użyć odpowiedniej ilości prochu czyli stosowny nabój (charge), i tem większy, im większą jest waga kuli. Stosunkowa waga naboju używanego do strzelania kulami, jest zwykle $\frac{1}{3}$,

¹⁾ Nie zważając na wprowadzenie wagi w kilogrammach, przyjęto i nadal nazywać kule według ich wagi w funtach.



4 funty prochu do 12-funtowej kuli. Mając wagę kuli i wagę stosowną naboju, pozostaje wynaleźć odpowiednią wagę działa, tak, aby odskok jego nie był zanadto silnym; to wskazuje nam stosunkową wagę działa; na przykład, waga stosunkowa 12-funtowej armaty jest 150, zatem armata waży tyle co 150 jej kul, a mianowicie około 1,800 funtów. Długość kanału powinna być dostateczną, aby nabój miał czas się spalić i podziałać na pocisk pierwój, niż on wyleci z kanału; długość ta oznacza się w kalibrach; np. kanał 12-funtowej armaty ma 15 kalibrów długości. Grubość ścian działowych powinna być taką, aby działo niemogło być rozerwanem; grubość ta musi zależeć od wagi naboju i wielkości kuli; wyraża się ona także w kalibrach lub częściach jego.

Ponieważ parcie gazów prochowych bywa największe, kiedy pocisk prawie nie ruszył się z miejsca, to i ściany działa w tej denniej części (culasse) jego *a* (Fig. 2) powinny być najgrubsze. Im więcej pocisk zbliża się do końca kanału czyli do wylotu *b* (bouche), tem przestrzeń zajmowana przez gazy jest większą; a chociaż i sama ilość gazów także po trochu się zwiększa, parcie ich jednak coraz jest słabsze, dla tego ściany działa ku wylotowi mogą być coraz cieńsze; Zewnątrz nadają zwykle działu kształt ściętego stożka; a najczęściej składa się ono z dwóch lub trzech takich stożków, połączonych z sobą w ten sposób, że cieńsze ich końce obrócone są w stronę wylotu. Dla wzmocnienia wylotowej części działa *c* (volée), robią ją nieco grubszą, dodając tak nazwaną obręcz wylotową *d* (bourlet); a to w tym celu, aby działo w najslabszej części zabezpieczyć od rozbicia przez pocisk, który, z powodu odstępu, chociaż i bardzo małego, może odbijać się z wielką siłą od ścian kanału. Na tej obręczy umocowuje się celik *e* (mire) dla celowania działem; drugi koniec linji celowniczej przechodzi przez celownik (hausse), osadzony z tyłu denniej części działa. W denniej części znajduje się grono *h* (bouton), część okrągła wystająca na końcu działa i służąca do ułatwienia rękoczynów z działami, czyli dla łatwiejszego ich poruszania za pomocą drągów. Zapal i

(lumière), mały kanalik przewiercony w ścianie u dna kanału, służy do zapalania naboju za pomocą przepalniczki (étoupille), która się weń wkłada. W średniej czyli czopowej części działa k , znajdują się czopy l (tourillons), t. j. dwa poprzeczne walce poziome, na których leży działo na lawecie; obracając działo około czopów, można nadać potrzebny kąt podniesienia (angle d'élevation). Opaski czopowe m (embâses), są to wzmocnione części czopów przy połączeniu ich z działem; one zapobiegają ślizganiu się bocznemu działu pomiędzy ścianami łożowemi lawety. Uszy n (anses), służą do podnoszenia działu przy rękoczynach; uszy robią się tylko w działach spiżowych; lane zaś żelazo jest zanadto kruche, i uszy w takich działach mogłyby się łamać.

Oprócz pocisków pełnych, czyli kul, używane są także pociski wydrążone: granaty (obus) i bomby (bombes) (Fig. 3). Wydrążenie tych pocisków napelnia się prochem, przez osobny otwór czyli oczko pocisku; w oczko to, wkłada się zapalnik (fusée), drewniany lub metalowy, w kształcie stożka ściętego, napelniony wewnątrz masą palną; masa ta zapalona od naboju, po pewnym przeciągu czasu komunikuje ogień nabojowi wewnętrznemu pocisku, a skutkiem tego pocisk rozrywa się na kawałki, czyli odłamy. Czasami, kładą nadto wewnątrz tych pocisków pewną liczbę kawałków palnej masy, które rozrzucone przy rozerwaniu pocisku, zapalają otaczające przedmioty. Francuzi nazywają bombami pociski wydrążone, któremi się strzela z moździerzy czyli dział najkrótszych; granatami zaś, nazywają pociski wydrążone służące do strzelania z granatników, czyli dział średniej długości. U Moskali bombami nazywają wydrążone pociski, których waga nie jest mniejszą od jednego puda, czyli 16kg.4; mniejsze pociski nazywają granatami. Granat napelniony prochem z pewną ilością ołowianych lub też żelaznych kul pistoletowych, nazywają szrapnelem.

Granaty jako pociski wydrążone, jeśli są jednakowej wagi z kulami z którymi się one używają, mają tem samem średnicę większą od średnicy kul; a ztąd i działa strzelające

granatami, t. j. granatniki (Fig. 4) (obusier), — u Moskali jednorogi — przy jednakowej wadze z armatami muszą mieć większy kaliber, cieńsze stosunkowo ściany, i mniejszą stosunkową długość. I tak: długość granatników bywa 9—12 kalibrów; kiedy długość armat jest 15 i nawet do 23 kalibrów. Stosunkowa waga naboju granatników musi być mała, ze względu na cienkość ścian i krótkość samych dział; przytem wielki nabój mógłby rozbić pocisk wydrążony; nabój ten zwykle bywa około $\frac{1}{5}$. Tak mały nabój w kanale wielkiego kalibru miałby grubość zbyt małą w stosunku do szerokości; żeby wymiary te więcej zbliżyć do siebie, robią gniazdo kanału, małej średnicy, i część tę, zwaną komorą, łączą z kanałem wprost, albo za pomocą stożkowego ścięcia. W słońnictwie artylleryjskiem, w którym granat wielki nazywają bombą, nadają również granatnikom wielkich kalibrów miano bombowych armat.

Do strzelania bombami używają moździerzy (mortier) (Fig. 5), t. j. dział, których długość kanału nie jest większą zwykle nad 1 lub $1\frac{1}{2}$ kalibrów. Działa te, mogą strzelać tylko pod kilkoma wielkimi kątami podniesienia, t. j. 30, 45 i 60 stopni. Kąt podniesienia zmieniają wtenczas, kiedy potrzeba, aby bomby padały więcej lub mniej pionowo, np. dla przebicia sklepień, lub też dla rozbijania murów. Dla strzelania z moździerzy na różne odległości, zmieniają wielkość naboju; w działach zaś długich używa się prawie zawsze jednostajny nabój, doniosłość zaś strzału zmienia się przez zmianę kąta podniesienia działa. Stosunkowa waga naboju w moździerzach jest jeszcze mniejsza niż w granatnikach, a mianowicie, bywa ona $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{13}$.

Granatniki i moździerze, nazywają się według wielkości kalibru działa; u Niemców zaś i u Moskali, według wagi pocisków; niektóre z dawniejszych granatników i moździerzy, nazywają się dotąd według wagi kamiennych kul, jakimi z nich dawniej strzelano.

Z armat większego kalibru, strzela się nie tylko kulami, ale też granatami i szrapnelami stosowej średnicy. Oprócz kul,

granatów, bomb i szrapneli, strzelają z dział gładkich karta-
czami, kulami palnemi i kulami świecącemi. Karta-
czem (boite à balles), nazywa się puszką blaszana napełniona
niewielkimi żelaznemi kulami; przy wystrzale, kule wciska-
jąc się jedne między drugie, rozrywają puszkę i rozlatują się
przed działem w pewnej odległości. Kulą palną, nazywa się
wydrążony pocisk z lanego żelaza, napełniony palną massą;
płomień jój, wychodząc przez liczne otwory w pocisku zro-
bione, zapala obok leżące przedmioty. Kulą świecącą, jest
żarząca się massa, której nadają formę kuli; dla mocy opła-
tają ją sznurem; massa ta zapalona w kilku miejscach od na-
boju działowego, pali się jasno i oświeca miejscowość na którą
upadnie.

Stosownie do miejscowości, w której działa używać się
mają, nazywają ich górnemi, polowemi, oblężniczemi,
wałowemi lub też morskimi. Każda z tych kategorii, ma
swe właściwe warunki, którym potrzeba zadość uczynić. I tak:
Działa górne przedewszystkiem powinny być lekkie, dla
łatwiejszego przewożenia na jucznych koniach lub mułach;
lekkie działo, przy użyciu właściwego kalibru, musi być
krótkie i mieć cienkie ściany; przeto i nabój nie może być
wielkim, a tém samém i doniosłość strzału będzie mała.
Działa polowe mogą być cięższe niż górne, ale waga ich
powinna być taką, aby cztery a nie więcej jak sześć koni
mogły je przewozić po każdym gruncie. Stosownie do tego,
kaliber dział, długość ich i grubość ścian, mogą być większe,
a tem samem, doniosłość strzałów, tudzież siła uderzenia po-
cisków, mogą być znaczniejsze. Większe działa polowe na-
zywają pozycyjnemi, dla odróżnienia od mniejszych nazy-
wanych lekkimi. Działa oblężnicze są większe od polo-
wych; powinny mieć one wielką doniosłość, a to dla dania
możności zakładania oblężniczych baterji w jak największej
odległości od fortecy; siła zaś uderzenia ich pocisków, ma być
dostateczną dla rozbijania murów i wałów fortecznych. Waga
tych dział nie powinna jednakże być nadzwyczaj wielką, aby
nie utrudniało się przez to sprowadzenie ich pod fortecę, i aby

nie znajdowano przeszkód do wykonywania oblężniczych robót. Działa wałowe i morskie są rozmaitych kalibrów, stosownie do okoliczności w jakich takowe używać potrzeba. Głównym charakterem tych dział jest, iż prawie stale pozostają na jednym miejscu; dla przewożenia zaś ich posiada się zwykle dość środków, tak, że znaczny ciężar nie jest bynajmniej przeszkodą w ich użyciu. Do uzbrojenia fortec i floty, potrzebną jest znaczna liczba dział, ztąd też trzeba zwracać uwagę na ich stosunkową taniłość. Niektóre z dział wałowych, wyłącznie największych kalibrów, używane są do uzbrojenia przymorskich baterji, urządzonych w celu obrony przeciwko flocie; działa te nazywają się brzegowemi.

Warunki, o których tylko cośmy mówili, wskazują nam po części, jaki metal mamy używać do każdego z tych rodzajów dział. W metalu działowym główną uwagę zwracać potrzeba na trzy własności: twardość, spójność czyli opór rozrywania i taniłość. Cztery tylko metale są dotychczas używane do robienia dział; z tych dwa oddawna są znane: t. j. żelazo lane i spiż (aliaż 100 części miedzi i 10—12 części cyny); dwa inne metale wprowadzone w ostatnich czasach do robienia dział, są: żelazo kute i stal lana. Żelazo lane posiada twardość w wysokim stopniu, ale mała jego spójność zmusza robić działa grube a przeto ciężkie; niska cena jednakże tego metalu, jest powodem, że działa z lanego żelaza używają się zwykle w fortecach i na flocie. Spiż, przy nie wielkiej twardości, posiada znaczną spójność, i dla tego, robiono dotąd zwykle ze spiżu: działa górne, połowe i oblężnicze. Znaczną twardość i spójność posiadają: żelazo kute i stal lana; dla tego, nie zważając na ogromną cenę tych metalów, prawie wyłącznie one są używane na działa gwintowane wielkich kalibrów, brzegowe i morskie. Załączam tutaj porównawczą tablicę własności tych czterech metalów:

Odczyt 2.

Pociski podłużne wystrzelone z dział gwintowanych, niosą dalej i celniej niż pociski okrągłe wystrzelane z dział gładkich. Aby zrozumieć, co jest różnicy tej powodem, potrzeba wiedzieć w jaki sposób pocisk odbywa lot swój w powietrzu. Badania dotyczące tego przedmiotu, postaram się wyłożyć najrozumialiej, o ile zadanie to, wymagające ścisłych badań wyższej matematyki, pozwoli się wyjaśnić za pomocą popularnego wykładu i najprostszycch praw geometrii i mechaniki.

Pocisk po wyjściu z działa ulega różnym wpływom, od których zależy kształt drogi biegu, jaką pocisk lotem swym w powietrzu oznacza. Linja biegiem pocisku zakreślona, nazywa się linją krzywą rzutu czyli rzutnią (*trajectoire*), a jest wypadkowa trzech przyczyn: szybkości początkowej nadanej pociskowi w kierunku kanału działa; siły ciężkości powodującej spadanie ku ziemi; i siły oporu powietrza, działającej przeciwko kierunkowi ruchu pocisku. Dla łatwiejszego rozpoznania tworzenia kształtu linji krzywej rzutu, nie będziemy początkowo zwracali uwagi na opór powietrza.

Pocisk wystrzelony w kierunku AB (Fig. 6) pod kątem podniesienia BAK do linji poziomu AK , wsk utek począt-

kowej szybkości poszedłby po linii AB , po pewnym czasie, np. po jednej sekundzie, byłby w punkcie C ; ale ulegając wpływowi ciężkości, musi nieco opaść w przeciągu tego czasu, przypuśćmy na ilość CD tak, że znajdzie się w D , a drogę jego oznaczy mniej więcej linja AD . Dalej, pocisk zamiast iść w nowym kierunku DE , i być po drugiej sekundzie w punkcie E , opadnie naprzykład do punktu G , i t. d. Droga biegu pocisku jest więc linją krzywą ADG . Lot pocisku trwa tak długo, dopóki spadanie skutkiem ciężkości nie doprowadzi go do powierzchni ziemi. Matematyczne badania pokazują, iż ta linja krzywa jest parabolą, a punkt H , do którego najwyżej podnosi się pocisk, leży na połowie drogi przebiegu; przytem dwie części téj drogi: $ADGH$ i HK , są zupełnie do siebie podobne, tak, że doniosłość strzału AK , jest dwa razy większą niż linja AJ . Łatwo zrozumieć, że jeśli wystrzelimy pod większym kątem podniesienia, to pocisk będzie miał większą przestrzeń do spadania, i zanim spadnie do ziemi, będzie mógł na dalszą długość odlecieć. Badania ściśle, o których mówiłem, przekonują, że doniosłość strzału zwiększa się ze zwiększeniem kąta podniesienia aż do 45° , przy którym doniosłość bywa największą.

Doświadczenie pokazało, że linja krzywa rzutu nie ma kształtu paraboli. Powietrze opierając się ruchowi pocisku, zmniejsza jego szybkość, a skutkiem tego, działanie ciężkości stosunkowo jest prędsze, czyli że siła ciężkości w krótszym przeciągu czasu zmusi pocisk do opadnięcia; a tem samem, droga, którą pocisk przebiegnie, będzie krótsza; skrócenie to, oporem powietrza spowodowane, zmniejsza drogę pocisku czasami nawet o połowę. Wpływ powietrza na kształt linji krzywej rzutu, jest najsilniejszy w drugiej jej połowie, t. j. kiedy pocisk w skutek oporu, straciwszy znacznie szybkość w kierunku postępującym, będzie spadał prawie pionowo. Z tych powodów, rzeczywisty kształt linji krzywej rzutu jest ALM . Doniosłość największa strzału w skutek oporu powietrza nie bywa przy 45° podniesienia, ale czasami tylko przy 28° .

Przyczyny oporu powietrza są rozliczne, i tak: opór bywa silniejszy przeciwko pociskom szybko lecącym, gdyż powietrze nie mając prawie czasu do ustąpienia, zgęszcza się, i opór ten wzrasta w stosunku większym nawet jak kwadratu z szybkości pocisku. Opór powietrza zależy następnie od przedniej powierzchni pocisku, która może trudniej lub łatwiej przebijać i rozpędzać powietrze; opór ten zwiększa się stosunkowo do gęstości powietrza, i do wielkości płaszczyzny, jaką pocisk go wyciska; nakoniec działanie tego oporu zmniejsza się w stosunku do wagi pocisku. Dla tych powodów lepiej jest strzelać pociskami z ciężkiego metalu, np. z ołowiu; pocisk taki przy mniejszej objętości ma większą wagę, a więc i opór powietrza jest mniejszy, przez co doniosłość strzału może być większą; miękkość jednakże ołowiu i wysoka cena, nie pozwalają go używać na pociski działowe. Dla tejże samej przyczyny lepiej strzelać pociskami pełnymi niż wydrążonymi. Rzucając pociski wydrążone na znaczną odległość, strzela się zwykle pod kątem większego podniesienia, niż przy użyciu pocisków pełnych; a to dla tego, że zwiększając kąt podniesienia, odzyskuje się doniosłość straconą przez zwiększenie oporu powietrza. W pociskach okrągłych, powierzchnia którą się powietrze wyciska, jest w stosunku kwadratu, a waga w stosunku sześciannu ze średnicy pocisku; dla tego opór powietrza na pociski okrągłe o tyle jest mniejszy, o ile średnica jest większa. Ztąd naturalne wypływa następstwo, że używając dużych pocisków okrągłych, więcej się zyskuje przez powiększenie ich wagi, niż się traci przez zwiększenie powierzchni.

Oprócz oporu przeciwko kierunkowi ruchu pocisku, powietrze wpływa jeszcze siłą przylegania do pocisku. O zjawisku tem przekonać może następujące doświadczenie Magnusa, zrobione około 1856 r. Pionowy walec MN (Fig. 7) kręci się około swój osi O w kierunku wskazanym przez strzałkę; na walec wpędza się strumień powietrza z otworu wentylatora W . Na osiach K i L równoległych do osi walca MN umocowano dwie ścianki ruchome KA i LB . Doświadczenie pokazuje, że przy obrocie walca w kierunku wskazanym strzałką, ścianki

zajmują miejsca *KA* i *LB*; przy zmianie zaś kierunku tego na odwrotny, ścianki zmieniają swe pozycje na *KC* i *LD*. Powodem tych zmian w położeniu ścianek jest to, że część powietrza przyłgnięta do walca, obracając się wraz z nim w kierunku wskazanym strzałką, spotyka powietrze wychodzące z wentylatora; czyli, że ze strony *MK* dwa strumienie powietrza uderzają się w kierunkach przeciwnych, skutkiem tego gęstość i boczne parcie powietrza zwiększa się, co znów jest przyczyną, że ścianka *K* ulegając temu parciu, zajmuje położenie *KA*. Ze strony zaś *NL*, strumień powietrza obracając się z walcem, idzie w tym samym kierunku co i powietrze wentylatora; przez to, jeden strumień pociąga z sobą drugi, boczne parcie powietrza zmniejsza się z tej strony, a ścianka *L* zajmuje położenie *LB*.

To samo ma miejsce w czasie biegu pocisków okrągłych. W kanale działa skutkiem parcia prochu z górnej strony pocisku przez odstęp, i z powodu tarcia o dolną ścianę kanału na której leży, pocisk nabiera oprócz ruchu postępującego nadto ruch wirowy. Zwykle kierunek tego ruchu bywa taki, że przednia część pocisku kręci się z góry na dół; tylko w skutek odbijania się pocisku o ściany działa, zwłaszcza jeśli kanał już w części popsuty, ruch ten się zmienia. Gdy przednia część pocisku kręci się z góry na dół, sądząc z wypadków doświadczeń Magnusa, strumień powietrza opierający się postępującemu ruchowi, spotyka się ze strumieniem kręcącym się wraz z pociskiem, przez co parcie powietrza zwiększa się z wierzchu a zmniejsza się z dołu; i w takim razie pocisk będzie zmuszony opadać na dół, a ztąd i doniosłość strzału będzie mniejszą, niż gdyby pocisk nie odbywał obrotu wirowego. Jeżeli przeciwnie, przednia część pocisku obraca się z dołu w górę, to parcie powietrza na pocisk zwiększa się z dołu, a zmniejsza się z góry; powietrze niejako podtrzymuje pocisk, a skutkiem tego zwiększa się doniosłość strzału. Te same przyczyny tłumaczą, dla czego pocisk, którego przednia część obraca się z prawej strony na lewą, zbacza w lewo; i odwrotnie, zbacza pocisk w prawo, jeżeli przednia część obraca się z lewej

strony na prawą. Przy obrocie pocisku w kierunku odmiennym od czterech opisanych, wypadek będzie pośredni i zmieni się w części zboczenie pocisku, a w części doniosłość strzału. Dla zapobieżenia niejednostajności strzału, pochodzącej z obrotu wirowego pocisku w jakimkolwiek kierunku, nadają obrotowi temu stały kierunek za pomocą pocisków wydrążonych, zwanych regulowanymi. Są to granaty odlane tak, że jego ściany z jednej strony są grubsze niż z drugiej (Fig. 8), przez co środek ciężkości P , nie będzie razem ze środkiem geometrycznym O pocisku. Granat taki naprzód regulują, czyli kładą w naczynie z żywem srebrem; pływając w niem, lżejsza strona granatu obróci się do góry, a cięższa opuści się na dół: wtedy wierzchni punkt czyli lżejszy biegun granatu, oznaczają farbą. Chcąc strzelać regulowanym granatem, tak, aby przednia jego strona obracała się z góry na dół, wkładają go w działo lżejszym biegunem do góry; po zapaleniu prochu, gazy jego prą na całą tylną powierzchnię pocisku; wierzchnia, jako lżejsza część, ustąpi pierwiej, i pocisk zacznie się obracać przednią częścią z góry na dół, co zmniejszy doniosłość strzału. Przy położeniu pocisku w kanale lżejszym biegunem na dół, dolna część pierwsza ustąpi działaniu prochu, pocisk będzie się obracał przednią częścią z dołu do góry, i doniosłość strzału się zwiększy. Z tych dwóch sposobów strzelania regulowanymi pociskami, używano więcej pierwszy, kładąc pocisk lżejszym biegunem do góry; bo chociaż to zmniejsza doniosłość strzału, lecz dokładność jego będzie większą. W razie bowiem przeciwnym, przebiegając dłuższą drogę, pocisk więcej ulega różnorodnym okolicznościom wpływającym na regularność i jednostajność strzału; dla tego zwykle pewność strzału jest mniejszą przy znaczniejszych doniosłościach.

Jeśli pocisk wylatując z dział, kręci się około linii rzutu, jakby około przedłużonej osi dział, to strumień powietrza opierający się postępującemu ruchowi, spotyka powietrze obracające się z pociskiem w jednakowych warunkach ze wszystkich stron jego; dla tego obrót taki pocisku nie jest powodem ani zboczenia jego, ani też zmiany doniosłości strzału.

Inna okoliczność wpływa w takim razie na ruch pocisku. Kręcąc się około swjej osi, pocisk trze się o powietrze przez które przelatuje; tarcie to nie ze wszystkich stron pocisku jest jednakowe. Będąc równem z lewego i prawego boków pocisku, ma największą siłę na dolnej stronie a najmniejszą na wierzchniej; gdyż dolne powietrze przyciśnięte chwilowo całą wagą pocisku, jest gęstsze niż to, które się znajduje nad nim; wierzchnie zaś powietrze zajmując miejsce opróżnione przez opadanie pocisku, tem samém robi się rzadsze. Dla tego tarcie gęstego powietrza na dole jest większe, niż tarcie lekkiego powietrza na górze. Jeśli np. pocisk tak się obraca, że patrząc nań z po za działa, widać wierzchnią część obracającą się z lewej strony na prawą, to tarcie górne powietrza będzie odciągac pocisk w lewo, a dolne w prawo; tarcie więc dolne jako silniejsze przeważy, i pocisk zbroczy nieco w prawo, czyli w stronę, w którą obraca się wierzchnia strona pocisku, gdy się nań patrzy z po za działa.

Powiedziałem uprzednio, że dotąd wyłącznie używano okrągłych pocisków dla tego, iż opór powietrza na nie zawsze jest jednakowy. Pociski innego kształtu mogą mieć jedną stronę, na którą powietrze wywiera wpływ mniejszy; ale przy obróceniu się naprzód inną stroną, opór powietrza na taki pocisk odrazu się zmieni, i ruch pocisku nie może być regularnym. Taki stan rzeczy łatwo przekona, że dla zwiększenia doniosłości i celności strzałów, potrzeba rozwiązać dwa zadania: pierwsze, urządzić tak pocisk, żeby opór powietrza na jedną przynajmniej jego stronę był jak najmniejszym; drugie, aby pocisk w ciągu biegu swego nie zmieniał strony obróconej naprzód. Obecnie, zajmę się tylko wyjaśnieniem pierwszego zadania; o drugim zaś, nadmienię to tylko, że rozwiązanie swe znajduje w nadaniu pociskowi ruchu wirowego około linji, odpowiadającej osi działa.

Wiemy już, że opór powietrza zależy od kształtu przedniej powierzchni pocisku; że opór ten zmniejsza się wraz ze zmniejszeniem płaszczyzny, którą pocisk wypycha powietrze; nakoniec, że działanie oporu jest w stosunku odwrotnym wagi

pocisku. Mając wzgląd na te warunki, przód pocisku powinien być ostry czyli spiczasty, aby tem łatwiej rozcinał i rozsuwał powietrze; pocisk powinien być cienki, aby lecąc najmniej spotykał powietrza; wreszcie, by nadać pociskowi stosowną wagę, powinien być długim, gdyż to pozwoli na zwiększenie wagi niezbędnej dla zmniejszenia działania oporu powietrza. Tak też urządzają pociski do dział gwintowanych. Są one z przodu spiczaste, cienkie w przecięciu i dość długie. (Fig. 9). Pociski takie nazywają się *walco wo-spiczaste*, albo po prostu podłużne (*oblongs*). Przednia ich część na $\frac{1}{2}$ lub $\frac{3}{4}$ kalibru długości, ma formę stożkową (*conique*), spiczastą (*ogival*), eliptyczną (*elliptique*), albo też półkulistą. Zaostrzona część nie powinna być bardzo długą, aby przez to niepotrzebnie nie zwiększać tarcia powietrza o pocisk. Srodek pocisku ma kształt walcowy. Tylne części są ścięte prosto, albo nieco zaokrąglone dla ułatwienia powietrzu spływania z boków pocisku ku dnowi; to zapobiega formowaniu się przestrzeni pustej lub tylko rzadkiem napełnionej powietrzem z tyłu pocisku, w czasie bystrego lotu; bez tego, działanie oporu powietrza na przednią część pocisku jest silniejsze. Cała długość pocisku zależy od systematu dział gwintowanych, i bywa od 1go do 5ciu kalibrów, po większej części jest 2 do $2\frac{1}{2}$ kalibrów. Pociski podłużne najczęściej bywają wydrążone; w razach tylko wyjątkowych, np. do przebijania mocnych murów lub żelaznych pancerzy, używają się pociski podłużne pełne. Pociski podłużne mające około 2ch kalibrów długości, jeśli są wydrążone, ważą prawie dwa razy tyle, co okrągła kula tego samego kalibru; pełne zaś pociski podłużne, ważą około 3ch razy więcej od okrągłej kuli tegoż samego kalibru.

Przy takim urządzeniu pocisków, chcąc poznać potęgę dział, nie dosyć wiedzieć wagę pocisku, jak to ma miejsce w działach gładkich strzelających okrągłymi pociskami. Dział gwintowane pewnego kalibru, może strzelać pociskami różnej wagi, gdyż to zależy najbardziej od długości nadanej pociskowi; i odwrotnie, pociski jednakowej wagi mogą być użyte do dział różnych kalibrów. Gładkie działa, a przynajmniej

armaty, nazywano zwykle od wagi kul jakimi strzelały, i takie nazwisko wyrażało sobą potęgę działa. W działach zaś gwintowanych, waga pocisku nie daje o nim dostatecznego pojęcia; ta okoliczność była przyczyną, iż przyjęto kilka zasad do nadawania nazwy działom gwintowanym; na tę różnicę potrzeba zwrócić baczną uwagę. W artyllerjach, gdzie udoskonaleniem dział zajmowali się wyłącznie oficerowie, którzy z nazwiskiem armat, przyzwyczaili się łączyć pojęcie wielkości ich kalibru, tam działa gwintowane nazywają się po dawnemu, t. j. według wagi okrągłej kuli, jaką one mogą strzelać. Ten systemat nazywania dział gwintowanych, używa się prawie we wszystkich europejskich artyllerjach, z wyłączeniem tylko angielskiej. Oznaczając działa i ich pociski w taki sposób, wypadnie, że waga rzeczywista pocisków podłużnych, jest dwa razy większą niż ich waga nominalna; tak, 12-funtowa gwintowana armata, strzela granatem około 28 funtów. Wyrażając wagę pocisków w kilogrammach, które jak wiadomo, zawierają w sobie około 2^{ch} funtów, wypada, że granaty dział gwintowanych ważą prawie tyle kilogrammów, ile jest funtów w nazwisku działa. W artyllerjach, które wprowadziły systematy udoskonalone nie przez wojskowych, jak w Anglii i Ameryce, nazwano działa według rzeczywistej wagi podłużnych pocisków jakimi one strzelają; gdyż u nie-wojskowych wynalazców, dawna tradycja nie była przeszkodą do takiego nazywania. Powinniśmy zatem mieć zawsze w pamięci, że z powodu różnicy sposobów nazywania, francuzka np. 12-funtowa gwintowana armata, strzela pociskiem więcej niż dwa razy cięższym od pocisku angielskiej 12-funtowej gwintowanej armaty. Obecnie wprowadzają w użycie sposób nazywania dział, nie dający powodu do znacznych zawikłań i nieporozumień; sposób ten zależy w oznaczaniu dział według wielkości ich kalibrów; tak nazywają: 24^{ch} c. m. armata, 10 cal. dział. Przy opisie różnych systematów dział gwintowanych, wymienię zarazem i sposób nazywania dział przyjęty w każdym systemacie.

Stosunkowa waga naboju w działach gwintowanych, jest znacznie mniejszą niż w działach gładkich. Waga ta rzadko bywa $\frac{1}{5}$, zwykle między $\frac{1}{7}$ i $\frac{1}{10}$, a niekiedy $\frac{1}{13}$. Pochodzi to ze znacznego zwiększenia wagi pocisków podłużnych; skutkiem czego stosunek wagi naboju, jaki był używany w gładkich działach, do zwiększonej wagi podłużnego pocisku, jest mniejszy. Zwiększyć zaś ilości prochu w naboju niemożna; przeciwnie, potrzeba ją zmniejszyć, dla następujących powodów. Ruch pocisków podłużnych w kanale działa, jest powolniejszym, w skutek znacznego tarcia pochodzącego od nadania tym pociskom ruchu wirowego około ich osi. Parcie więc prochu w kanale, będzie większe, gdyż znaczniesza część każdego ziarna prochowego, spali się w tym czasie. To jest powodem, że rozrywający wpływ prochu, będzie silniejszy, a tem bardziej, że ze zwiększeniem parcia prochu, zwiększa się i tarcie pocisku wydatnościami swemi, o gwintowane części kanału. Dla tego, nietylko nie można zwiększać wagi naboju, ale jak powiedzieliśmy wyżej, należy ją zmniejszyć.

Mała stosunkowa waga naboju jest powodem, że początkowa szybkość pocisków podłużnych, jest mniejszą od szybkości pocisków okrągłych. I tak: szybkość początkowa 12 f. okrągłej kuli moskiewskiej artyllerii, ważącej 6kg. 07 i wystrzelonej nabojem normalnym 1kg64 prochu, jest 477m.; a od naboju 1kg43 szybkość początkowa będzie 450m. Tymczasem od tego samego naboju 1kg43, normalnego dla 12 f. podłużnego granatu, ważącego 13kg1, tenże nabiera początkowej szybkości 339m; okrągła kula 24 f. tej prawie samej wagi co 12 f. podłużny granat, a mianowicie ważąca 12kg.3 od normalnego naboju 3kg.28 otrzymuje początkowej szybkości 527m. Mała szybkość początkowa podłużnych pocisków jest przyczyną, że czasami, kiedy trzeba strzelać na niewielką przestrzeń, np. dla przebijania wyłomów w murach wałowych, wygodniej bywa używać pocisków okrągłych niż stosownej wagi pocisków podłużnych. Dla zaradzenia tej niedogodności w artyllerii wałowej, a szczególnie w brzegowej, oprócz dział

zwykłych gwintowanych używają jeszcze dział innych tychże samych kalibrów, ale znacznie cięższych; grube ściany i długi kanał tych dział pozwalają użycia wielkich nabołów prochu. Aby zabezpieczyć się w tym razie od skutków zbytnej rozprężliwości prochu, moskale których proch zwykły zanadto drobny, używają do dział wielkich gwintowanych prochu przyzmatycznego; amerykanie zaś w takich razach używają prochu okrągłego, ale w znacznie większych ziarnach.

Mówiłem poprzednio, że używając pocisków podłużnych wygrywa się wiele na zmniejszeniu działania oporu powietrza. Wprawdzie i w pociskach okrągłych działanie oporu zmniejsza się, przez zwiększenie wagi pocisku; ale tam zwiększenie wagi pocisku pociąga za sobą i zwiększenie powierzchni, którą pocisk wyciska powietrze. Dla tego w pociskach okrągłych nie bardzo wiele się wygrywa przez zwiększenie ich wagi; mianowicie, w okrągłych pociskach opór powietrza zmniejsza się stosownie do zwiększania średnicy pocisku, a nie do jego wagi. I tak: w pociskach podłużnych jeśli chcemy zmniejszyć o połowę działanie oporu powietrza, potrzeba użyć pocisku 2 razy cięższego, np. zamiast 12 f. użyć 24 f. granat; w pociskach zaś okrągłych, w tym samym celu potrzeba użyć pocisku 2 razy większej średnicy czyli 8 razy cięższego, t. j. zamiast 12 fej 96wą f. kulę. Mniejsze działanie oporu powietrza na podłużne pociski, pociąga za sobą ważne skutki. Pociski te po wyjściu z kanału działa, mają jak to już powiedzieliśmy wyżej, początkową szybkość mniejszą niż okrągłe stosownej wagi; ale w pewnej odległości od działa, pociski okrągłe, wskutek silnego działania oporu powietrza, tak prędko tracą swą szybkość, że wkrótce szybkości obu pocisków stają się równymi; dalej pocisk okrągły będzie miał szybkość mniejszą nawet, niż podłużny. Wróćmy do przykładu o którym poprzednio wspomniałem: 12 f. granat podłużny ważący 13kg.1 od naboju 1kg.43 nabiera szybkości początkowej 339m.; a 24 f. okrągła kula ważąca 12kg.3 od naboju 3kg.28 nabiera szybkości początkowej 527m. Wodległości 907m. od działa szybkości obu pocisków zrównają się, i będą 268m. Dalej

pocisk okrągły ma szybkość mniejszą, niż podłużny: na odległości 1280m. okrągły pocisk ma szybkość 228m., kiedy szybkość podłużnego będzie jeszcze 244m.; im dalej, tem różnica ta, stanie się coraz większą.

Naturalnym wynikiem tego, że pociski podłużne mają z początku szybkość mniejszą od szybkości stosownej wagi pocisków okrągłych jest to, że do strzelania na małe odległości pociskami podłużnymi, potrzeba dawać działu większy kąt podniesienia niż przy pociskach okrągłych: tym sposobem, pocisk wolno lecący zyskuje na czasie, i może dojść do celu, nim siła ciężkości zmusi go do spadnięcia na ziemię.

Odwrotnie rzecz się ma, przy strzelaniu na znaczniesze odległości; tam pocisk okrągły tracąc prędko swą szybkość powinien być znacznie w górę wyrzucony, żeby nie upadł przed dojściem do celu. Słowem wystrzały z dział gładkich na małe odległości, są więcej poziome; a na znaczniesze odległości większa poziomość wystrzałów, jest własnością dział gwintowanych. Przytem linija krzywa rzutu, pocisków podłużnych, ma obiedwie części, podnoszącą się i spadającą, dość do siebie podobne; gdy tymczasem przy okrągłych pociskach, jakieśmy już widzieli, część spadająca linii rzutu jest znacznie krótsza i spadzistsza niż część jęj podnoszącą się. Dla łatwiejszego przedstawienia sobie tęg różnicy linii rzutu dział gładkich i gwintowanych, załączam tu 2 tablice, zawierające wypadki dotyczące poziomości strzałów na przestrzeń 600 i 1200 metrów z 2ch dział francuzkich: gładkiej 50 f. armaty, strzelającej kulą 25kg. i nabojem 8kg.33, a także 30 f. gwintowanej armaty, strzelającej granatem 30kg. i nabojem 3kg.50.

Na 600 metrów:

	Kąt podniesienia działu	Podniesienie się pocisków w odległościach:					Kąt spadnięcia pocisku
		100m.	200m.	300m.	400m.	500m.	
30 f. gł. arm.	1° 6'	1 ^m .48	2 ^m .93	3 ^m .32	3 ^m .09	2 ^m .03	1° 32'
50 f. gw. „	1 40	2 .43	3 .95	4 .48	3 .99	2 .51	1 49

Na 1200 metrów:

	Kąt podniesienia działa	Podniesienie się pocisku w odległościach:					Kąt spadnięcia pocisku
		200m.	400m.	600m.	800m.	1000m.	
50 f. gł. arm.	2° 52'	9 ^m .03	15 ^m .5	18 ^m .6	17 ^m .7	11 ^m .8	4° 4'
30 f. gw. „	3 30	10.4	16 .8	19 .2	17 .3	11 .0	3 49

Mniejsze działanie oporu powietrza na pocisk podłużny, a przez to większa szybkość tego pocisku po przebieżeniu pewnej odległości, jest przyczyną, że siła uderzenia tych pocisków, zwłaszcza na większych odległościach, jest znacznie większą, niż siła uderzenia pocisków okrągłych. Wpływ wszystkich okoliczności, które się zwykle przyczyniają do nieregularności strzałów, jest także mniejszy na pociski podłużne, niż na okrągłe. Nareszcie, doniosłość strzałów pocisków podłużnych jest większa niż okrągłych; te ostatnie albowiem przy małej szybkości, zanim dobiegną do celu będącego w wielkiej odległości, siła ciężkości zniży je do ziemi.

Tym sposobem pociski podłużne, jednocząc w sobie zalety, poziomości, regularności i doniosłości strzałów, jako też wielką siłę uderzenia, czynią zadość wszystkim głównym i niezbędnym warunkom.

Pozostaje nam teraz zbadać jakie są sposoby, nadania pociskowi, czyli raczej osi jego, stałego kierunku w ciągu całej drogi przebiegu.

Kąt pad- nięcia do osi	Leczenie się pocisku w ośrodkach				Kąt pad- nięcia do osi
	200m	400m	600m	800m	
30°	10.4	18.8	19.3	17.3	30°
45°	10.4	18.8	19.3	17.3	45°
60°	10.4	18.8	19.3	17.3	60°
75°	10.4	18.8	19.3	17.3	75°

Odczyt 8.

Pierwsza myśl nadania pociskom podłużnym stałego kierunku, powzięta została ze spostrzeżeń nad lotem strzały wypuszczonej z łuku. W strzale cięższa część znajduje się z przodu, lekka zaś i stosunkowo większa jej część, z tyłu. Skoro tylko lekki ogon strzały, w skutek jakichkolwiek przyczyn, wychodzi z linii lotu strzały, natychmiast powietrze, skutkiem oporu na zbaczającą część ogona, zmusza go wejść w pierwotny kierunek biegu strzały, utrzymywany przez część jej cięższą. — Stosując się do tego prawa, któreby można nazwać prawem lotu strzały, urządzo no pociski tak, że przednia ich część *A* (Fig. 10) jest z metalu, a tylna *B* z drzewa, lub innego lekkiego materiału. Przy takim urządzeniu środek ciężkości pocisku, znajduje się w przedniej jego części, t. j. w *P*. Jeśli pocisk lecąc w kierunku *MN*, zmieni swą pozycję na *CD*, to powietrze uderzając z dołu na boczną część ogona *D*, przyprowadzi pocisk do pierwotnego położenia *AB*. Dla zwiększenia bocznego działania powietrza, starano się w zupełności naśladować budowę strzały, t. j. robiono na pocisku okrągłe wyżłobienia *m*, które znacznie zwiększają sobą powierzchnię i sprawiały tym samym większy opór powietrza, działającego na wyżłobienia pod prostym prawie kątem. — Pociski tego rodzaju mają lot dość regularny; ale użycie ich, stanowiąc

już niejaki postęp w udoskonaleniu ręcznej broni palnej, nie dało się zastosować w artylleryi. Złożone z różnorodnych części pociski takie, nie mogą mieć dość siły uderzenia, ani dostatecznej trwałości do przenoszenia i przewożenia; używanie pocisków wydrążonych tego rodzaju nie dałoby się również zastosować, a przytem nacięcia na bokach pocisków jeszcze bardziej osłabiłoby ich moc i trwałość. Z tych wszystkich powodów nie tylko nie zastosowano takich pocisków, do dział ale nawet i w ręcznej broni, zaniechano wkrótce wszelkich z niemi doświadczeń.

Używane teraz pociski podłużne, pełne lub też wydrążone, mają środek ciężkości nie z przodu, ale na środku, lub nieco za środkiem podłużnej swej osi. Gdyby w takim pocisku przednia część wyszła z linii kierunku lotu, opór powietrza na pochyloną bokiem przednią część, przyczyniłby się tylko do zupełnego wywrócenia pocisku, a tem samem i do zniszczenia celności strzału. Zaradczym środkiem przeciw przewracaniu się pocisku, jest nadanie mu ruchu wirowego około podłużnej osi. W tym celu wzdłuż kanału działowego robią pewną liczbę żłobków czyli gwintów (rayures) mających skręty śrubowe; w te żłobki wchodzi stosowne wydatności zrobione na pocisku, lub też tworzące się na jego powierzchni, skutkiem parcia gazów, powstałych ze spalenia naboju. Jeśli żłobki kanału i wydatności pocisku, mają rozmiary i moc stosowną, pocisk zmuszony bywa do obracania się stosownie do skrętów śruby, wyżłobionej w ścianach kanału, a skutkiem tego, pocisk nabiera równocześnie ruchu postępującego i wirowego.

Kierunek wirowego ruchu pocisku, zależy od kierunku skrętów śrubowych działa. Dla jednostajności, stosownie do przyjętego zwyczaju, będą opisywał ruch wirowy pocisku, wskazując kierunek w jakim się kręci wierzchnia część pocisku, wylatującego z kanału, patrząc nań z tyłu, t. j. z poza działa. Wierzchnia część pocisku może się kręcić, od lewej strony ku prawej, lub też od prawej ku lewej. Są więc dwa systematy dział gwintowanych, według kierunku zagięcia gwint-

tów. Pierwszy, gdy wierzchnia część pocisku przedstawia się kręcącą od lewej strony ku prawej, przyjęty został we wszystkich prawie artyllerjach lądowych. Drugi system, odwrotny, zastosowano do dział morskich, dla odróżnienia tychże dział i pocisków od używanych w lądowej artyllerji.

Znając początkową szybkość ruchu postępującego pocisku, i wielkość kroku (pas) gwintu t. j. przestrzeni rozdzielającej dwa obok siebie leżące grzbiety śruby, łatwo poznać, jaka jest szybkość początkowa wirowego ruchu pocisku. Chcąc tego dojść potrzeba rozdzielić pierwszą z tych ilości przez drugą, a iloraz z rozdzielenia szybkości początkowej ruchu postępującego, przez krok gwintu otrzymany, wyrazi początkową szybkość wirowego ruchu pocisku; oznacza się ona w ilości obrotów robionych przez pocisk w jedną sekundę. I tak 12 f. podłużny granat, ważący 13kg.1 nabiera od naboju w 0kg.20, szybkość początkową postępującego ruchu 114m.; od naboju 1kg.43 szybkość jest 339m.; ponieważ wielkość kroku gwintów tego działa jest 4m 22, to szybkość początkowa ruchu wirowego będzie, przy pierwszym z tych naboju 27.0 obrotów na jedną sekundę, a przy większym naboju, 80.5 obrotów; zatem, pocisk obróci się raz około swój osi, przy mniejszym naboju w 0.037 sekundy, a przy większym w 0.012 sekundy.

Przejdę teraz do rozpoznania wszystkich okoliczności ruchu podłużnego pocisku. Dokładne jego zbadanie jest jednym z najtrudniejszych zadań z wyższej matematyki, i dotąd z zupełną ścisłością nie jest rozwiązaniem. Mam zamiar przedstawić tu popularne rozwiązanie tego zadania i o ile rzecz ta popularnie, bez pomocy matematyki, i tylko użyciem prostych geometrycznych i mechanicznych praw, może być przedstawioną.

Niech linja *AC* (Fig. 11) przedstawia poziom, po nad który wystrzelono pociskiem podłużnym w kierunku *AB*. Gwinty działa nadały pociskowi temu ruch wirowy od lewej strony ku prawej, (nazywam ten ruch, według powyżej przyjętej zasady). Oś pocisku *MN*, ma kierunek *AB*, a powietrze

stawia opór, wprost przeciwny temu kierunkowi. Powyżej już wspomniałem, że kiedy oś obrotu pocisku, leży na linii ruchu postępującego, to działanie powietrza kręcącego się wraz z pociskiem, nie ma wpływu żadnego na zmianę jego ruchu; jedynie tylko, w skutek większego tarcia powietrza z dołu niż z góry, pocisk będzie zbaczał nieco w prawo. Doświadczenia pokazały, że pociski kręcące się w taki sposób, zbaczają znacznie w kierunku wyżej wymienionym; takie zbaczanie, nie da się wytłumaczyć, przez niewielką różnicę tarcia powietrza z dołu i z góry. Zboczenie stałe pocisków podłużnych, kręcących się około swój osi nazywa się *derywacją* (*dérivation*); powód tego zboczenia, poznamy przy szczegółówóm rozpoznaniu, samego ruchu pocisku.

Wiadomo że pocisk wyrzucony z działa w kierunku *AB*, szedłby w tym kierunku, gdyby nie działanie ciężkości; przypuściwszy więc że ciężkości nie ma, pocisk doszedłby po pewnym przeciągu czasu do miejsca *DE*, opór albowiem powietrza, działający wprost przeciwko ruchowi, zmniejsza tylko prędkość, ale nie zmniejsza kierunku pocisku. Lecz skutkiem działania ciężkości, w ciągu tego czasu pocisk musi się opuścić, i zajmie położenie *FG*, równoległe do *DE*. Środek więc ciężkości pocisku *P*, zamiast pójść po linii prostej *PQ*, przejdzie po krzywej *PS*, stanowiącej początek rzutni *AST*. Ruch pocisku w punkcie *S* odbywać się będzie w kierunku odpowiadającym linii *SR*, stycznej do rzutni w punkcie *S*; gdyż wiadomo że styczna wyraża kierunek bardzo małej części linii krzywej, w tem miejscu, gdzie styczną przeprowadzono. To pokazuje, że chociaż z samego początku, powietrze działa jedynie wprost przeciwko prądowi pocisku, i w kierunku jego osi; ale skutkiem działania ciężkości już po małym przeciągu czasu, kierunek ruchu pocisku *SR*, a tem samem kierunek oporu powietrza *RS*, stanowi pewny kąt $\frac{1}{2}RSG$ z osią pocisku *FG*; opór więc powietrza działa na pocisk z przodu i nieco z dołu.

Opór powietrza w takim położeniu pocisku, będzie działał na dolną część powierzchni jego *KLN*, (Fig 12). W każdym

punkcie powierzchni, opór ten jest równoległy do kierunku ruchu pocisku, czyli do linii PR , która jest zarazem kierunkiem ruchu środka ciężkości P pocisku. W różnych punktach powierzchni, naprz. a i e opór powietrza ab i ef , naturalnym sposobem rozłoży się, według wiadomego prawa równoleżnika sił, na dwie składowe części; z tych jedne, ac i eg , będą działać normalnie czyli prostopadłe do powierzchni i okażą rzeczywiste parcie; drugie zaś, ad i eh , mając kierunek styczny do powierzchni pocisku, i jakby ześlizgując powietrze, wywierają tylko nieznaczny wpływ przez tarcie. Mówiąc poprzednio o tych ostatnich częściach oporu powietrza, widzieliśmy że skutkiem jego działania, będzie małe zboczenie pocisku w stronę kręcenia się wierzchniej jego części. Obecnie zajmujemy się wyłącznie normalnym oporem powietrza.

Płaszczyzna pionowa zawierająca w sobie oś MN , rozdziela pocisk na dwie równe i podobne sobie części, z obu stron tej płaszczyzny leżące. Niech fig. 13 przedstawi nam przecięcie pocisku płaszczyzną prostopadłą do jego osi; linja MN będzie przecięciem płaszczyzny pionowej przechodzącej przez oś pocisku. Normalny opór powietrza mn , w jakimkolwiek punkcie m powierzchni pocisku, rozłoży się na dwie części: mo , prostopadłą, i mp , równoległą do środkowej pionowej płaszczyzny MN ; punktowi m odpowiada inny symetryczny q , z drugiej strony płaszczyzny MN ; opór qr rozłoży się na takie same części qs i qt . Rysunek pokazuje że parcia mo i qs równe i przeciwko sobie działające, zniosą się wzajemnie; pozostaną parcia mp i qt jednakowej wielkości, równoległe do płaszczyzny MN i w równej od niej odległości; one się zamienią równoległą do nich siłą mo , znajdującą się na pionowej płaszczyźnie MN , i równą summie obydwóch parć mp i qt . Tak więc, wszystkie parcia normalne do powierzchni pocisku, rozłożą się naprzód na części prostopadłe do średniej pionowej płaszczyzny MN , które z obu jej stron wzajemnie się zniosą; części zaś parć równoległe do pionowej płaszczyzny, zamienią się siłami działającymi na tej płaszczyźnie. A ponieważ wszystkie siły działające na tej samej płaszczyźnie

szczyźnie, mniej więcej w jednym kierunku, mogą być zamienione w jedną, to z całego działania oporu powietrza na powierzchnię pocisku, pozostanie do rozpoznania jedna siła, która działa na pionowej płaszczyźnie przechodzącej przez oś pocisku. Siła ta, wyrażająca całe parcie powietrza, mianowicie: jej wielkość, kierunek i punkt w którym ona spotka oś pocisku MN (Fig. 12), wszystko to zależy od szybkości biegu pocisku, od kierunku osi jego MN względem postępującego ruchu środka ciężkości P po linii PR , a także od samego kształtu pocisku. Ścisłe tylko badania matematyczne mogą dokładnie rozwiązać takie zadania. Łatwo jednakże zrozumieć, że siła ta będzie działać w przedniej części pocisku; gdyż normalne części oporu powietrza, które jedynie wywierają rzeczywiste parcie, są dość wielkie w przednich jego częściach, jak ac w a (Fig. 12) a bardzo małe w częściach tylnych jak eg w e . Wyrachowanie pokazuje, iż prawie zawsze kierunek siły ST , spotyka oś MN z przodu środka ciężkości pocisku P , naprzykład w A .

Niech siła ta wyrażająca opór powietrza, będzie naprzykład AB . Zeby poznać działanie tej siły rozłożę takową na składowe jej części. Nie będę wchodził w szczegóły tego rozłożenia, które dla chcących bliżej poznać ten przedmiot, osobno tu załączam*). Powiem tylko że siła AB , rozłoży się

*) Oto są szczegóły tego rozłożenia. Siła AB rozłoży się na AC działającą w kierunku osi pocisku, i AD , prostopadłą do niej; z tych AD , rozłoży się na siłę PE , i dwie siły AF i JH , działające na oś pocisku MN , tak że $AP = PJ$. W punkcie J biorę dwie siły JH i JS , przeciwnie jedna drugiej i równe każda niewiadomej AF ; tak że $AF = JH = JS$. Mamy dotąd 3 siły: początkowa AD i dwie wzięte dowolnie JS i JH ; a ponieważ chcemy pozostawić część AF siły AD , to reszta jej DF czyli $AD - AF$ wraz z siłą JS dać powinny siłę PE . Na podstawie prawa sił równoległych będziemy mieli: $PE = SJ + AD - AF = AF + AD - AF$, t. j. $PE = AD$; przytem ramiona PJ i PA są równe, a więc i siły równoległe także są równe: $SJ = AD - AF$, czyli $AD = SJ + AF = 2 \cdot AF$; z tego widać że każda z sił składających dwie, jest równą połowie siły początkowej AD . Po całym tym przeistoczeniu pozostają: siła AC , czyli równa jej PQ , która w połączeniu z PE stanowią jedną siłę PO równą i równoległą

na: 1) siłę PO , równą i równoległą do AB , i działającą w środku ciężkości P i 2) dwie siły AF i JH , które działając na równe ramiona PA i PJ , obracają pocisk około linii przechodzącej w punkcie P , prostopadłe do płaszczyzny pionowej, zawierającej oś pocisku. Widoczne że działanie powietrza będzie wpływać, najprzód, za pomocą siły PO na zmianę rzutni; siła ta, działając wprost na środek ciężkości pocisku zmienia jego ruch postępujący, pozostawiając pocisk na tej samej płaszczyźnie pionowej. Pozostaje do rozpoznania działanie dwóch sił AF , i JH , obracających pocisk około linii przechodzącej w P , prostopadłe do płaszczyzny pionowej; przytem potrzeba zwrócić uwagę na to, że pocisk, ma już ruch wirowy około swój osi MN .

Dla łatwiejszego poznania wpływu dwóch ruchów wirowych na pocisk, podaję następujący sposób. Wyobraźmy sobie pocisk przeciętym na cienkie płaszczyzny równoległe do płaszczyzny przechodzącej przez dwie osie około których pocisk się kręci. Każda z tych płaszczyzn będzie miała kształt dość podobny do przegięcia pocisku, płaszczyzną przez oś przechodzącą. Niech jedna z takich płaszczyzn, będzie anb (Fig 14). Płaszczyzna ta, jak i cały pocisk, będzie się obracała około osi mn , skutkiem wpływu gwintów działa; i około osi qr w skutek działania oporu powietrza; pierwsze z tych działań jest znacznie silniejsze. Przypuśćmy, że kierunek ruchu wirowego około osi mn , stosownie do przyjętej zasady oznaczania, jest od lewej strony ku prawej; tak że punkta z lewej strony osi znajdujące się, naprz. c i f podniosą się do góry, a z prawej strony, jak d i g , opuszczą się pod płaszczyznę na której chwilowo i płaszczyzna anb się znajduje. Kierunek ruchu wirowego pocisku około osi qr określi się tem, że punkta przedniej części płaszczyzny, jak c i d , będą się podnosić, a w tylnej części, będą się opuszczać, z powodu

do AB i działającą w środku ciężkości P . Przytem dwie siły, AF i JH , które działając na ramiona PA i PJ kręcą pocisk około linii przechodzącej w punkcie P prostopadłe do płaszczyzny pionowej zawierającej w sobie oś pocisku.

działania oporu powietrza z przodu i z dołu. Każdy z punktów, jak c , d , f i g , znajdujących się w 4ch częściach płaszczyzny rozdzielonej linjami mn i qr , ulegną różnym działaniom: punkt c i inne znajdujące się w tym kącie, podniosą się w skutek obydwóch ruchów wirowych; punkt g opuszcza się, skutkiem obydwóch ruchów; punkt f podniesie się od obrotu około osi mn , i opadnie od obrotu około osi qr ; odwrotnie, punkt d podniesie się w skutek obrotu około osi qr , i opadnie od obrotu około osi mn . Widzimy, że z powodu równoczesnego obrotu płaszczyzny anb , około dwóch osi mn i qr , szybkości podnoszenia punktu c , i opuszczania g , zwiększają się; przeciwnie, szybkości podnoszenia f , i opuszczania d , zmniejszają się. Taki wypadek da się geometrycznie bardzo łatwo wytłumaczyć: wyobraźmy sobie że płaszczyzna anb , kręci się około jednej tylko osi przechodzącej przez p , w kierunku naprzykład kl ; wiadomo albowiem, że przy ruchu wirowym, punkta więcej oddalone od osi, mają szybkość większą, niż te, które są bliżej położone.

Skutkiem dwóch ruchów wirowych, płaszczyzna anb obraca się około osi kl , w kierunku takim, że c i f podnoszą się, a d i g opadają; przez to wierzchołek n płaszczyzny, czyli przód jój, podniesie się z płaszczyzny na której chwilowo się znajdował i zboczy nieco w prawo od pionowej płaszczyzny na której poprzednio oś mn leżała. Zatem oś ta mn płaszczyzny, zacznie określać niejaką powierzchnię stożkowatą *), około linji kl , a tem samym, i około linji oporu powietrza, pozostającej zawsze na pionowej płaszczyźnie ruchu środka ciężkości pocisku.

Co jest właściwem jednej płaszczyźnie, będzie również stosować się i do wszystkich innych, a więc i do całego pocisku. Ztąd, opór powietrza obracając pocisk około linji przechodzącej przez środek ciężkości, i prostopadłej do pionowej

*) Nie trzeba myśleć ażeby ta powierzchnia stożkowata miała koło w podstawie; ściśle wyrachowania pokazują, że jój podstawą jest linja ślimakowatego kształtu, (spirale).

płaszczyzny strzału, sprawia, że wierzchołek pocisku podniesie się i zboczy nieco w prawo od pierwotnego położenia. Dla tego podłużna oś pocisku nie pozostanie na tej samej pionowej płaszczyźnie, ale podnosząc przednią swą część zboczy w prawo; oś ta nie znajdzie się już na linii oporu powietrza, ale będzie opisywać około niej niejaką stożkową powierzchnię.

Srodek ciężkości pozostawał dotąd na pionowej płaszczyźnie strzału; na niej też działał opór powietrza, jako zwykle przeciwny kierunkowi ruchu postępującego pocisku, czyli raczej środka jego ciężkości. Dla zbadania dalszego ruchu pocisku, weźmy przecięcie jego prostopadłe do podłużnej osi i przechodzące, na przykład przez srodek ciężkości; niech koło *abcd* (Fig. 15) przedstawia to przecięcie, patrząc z tyłu. Jeżeli średnica *ac* wyobraża pionową płaszczyznę, na której się odbywa ruch środka ciężkości *P*, to główna oś pocisku nie znajduje się na tej płaszczyźnie, gdyż przód jej zwrócony jest w prawą stronę. A ztąd opór powietrza nie będzie działał tylko z dołu pocisku, jak było dotąd, ale zarazem z dołu i z lewej strony. Niech opór ten oznacza nam *PR*, który rozłoży się na dwie części *PS* i *PT*. Pierwsza z nich *PS*, działając na pionowej płaszczyźnie ruchu środka pocisku, sprawi taki sam skutek, jaki sprawiał dotąd cały opór powietrza; t. j. zmieni w części ruch środka ciężkości pocisku, czyli kształt jego rzutni, pozostawiając ją wszakże na tejże samej płaszczyźnie pionowej; w części zaś przyczyni się do zбочenia przodu pocisku w prawo. Siła składowa *PT* zwróci srodek ciężkości pocisku w prawo od pionowej płaszczyzny, na której on dotąd ruch swój odbywał. Taki jest pierwszy objaw stałego zбочenia środka ciężkości pocisku, a przez to i samego pocisku. To stałe zбочenie pocisku nazywamy derywacją (*dérivation*), dla odróżnienia od zwykłego zбочenia (*déviation*), które jest wynikiem przypadkowym wszystkich okoliczności wpływających na nieregularność strzału. Zauważyć jednakże wypada, że derywacja nie jest własnością tylko pocisków podłużnych, ale wszystkich wystrzelonych z broni gwintowanej.

Z tego com wykazał dotąd, pokazuje się, że działanie oporu powietrza na pocisk mający ruch wirowy i postępujący, jest trojakiemu rodzaju: naprzód, zmienia kształt rzutni, tak samo, jak przy pociskach nie mających ruchu wirowego; powtóre, opór powietrza zmusza os pocisku do zmiany kierunku pierwotnego z linii ruchu środka ciężkości pocisku; os ta określa powierzchnię stożkową około linii ruchu środka ciężkości, czyli linii oporu powietrza. Nareszcie, i to jest rzeczą najważniejszą, opór powietrza wyprowadza środek ciężkości pocisku z pionowej płaszczyzny, na której ruch swój odbywał, a przez to, sprawia zboczenie, którego zbadanie przyczyn zajmowało nas w ustępie powyższym. Zboczenie to, czyli derywacja pocisku, jest w prawą stronę, jeżeli on wierzchnią częścią obraca się od lewej strony ku prawej, patrząc na pocisk z tyłu. Za pomocą tych samych rozumowań, przekonamy się, że derywacja będzie w lewą stronę, przy nadaniu pociskowi ruchu wirowego w odwrotnym kierunku; czyli ostatecznie, pocisk skutkiem derywacji zbacza w tę stronę w którą się obraca wierzchnia część jego, patrząc zawsze nań z tyłu czyli z po za działa.

Do zupełnego zbadania ruchu pocisku podłużnego, nie dość poznać przyczynę derywacji; potrzeba jeszcze zbadać, co się dzieje z pociskiem w ważniejszych pozycjach ruchu stożkowego jego osi. Głównych pozycji w tym ruchu jest cztery: a mianowicie, kiedy przednia część osi pocisku przechodzi cztery przestrzenie rozdzielone dwiema płaszczyznami, jedną pionową, drugą do niej prostopadłą, przechodzącami przez linię oporu powietrza. Rozpatrując szczegółowo ruch pocisku w każdym z tych czterech wypadków, według sposobu wskazanego przy wyjaśnieniu Fig. 14 i 15, dojdziemy do następujących wyników.

Dopóki os pocisku jest w 1ej pozycji, t. j. przednia jej część z prawej strony płaszczyzny 1ej pionowej, i nad płaszczyzną 2gą, prostopadłą do 1ej, tak długo i ruch stożkowy osi pocisku odbywa się w prawą stronę, a środek ciężkości pocisku i sam pocisk odchodzi w prawo. W 2ej pozycji, t. j.

kiedy przednia część osi pozostając z prawej strony 1éj płaszczyzny, przejdzie pod 2gą, ruch stożkowy osi zmienia się w lewo, a środek ciężkości jeszcze odchodzi w prawo. W 3éj pozycji, kiedy przednia część osi pozostając pod 2gą płaszczyzną, przejdzie na lewą stronę 1éj, ruch stożkowy osi pocisku pozostanie skierowany w lewo, i w tę samą stronę zboczy środek ciężkości pocisku. W 4éj nareszcie pozycji, kiedy przednia część osi pocisku pozostając z lewej strony 1éj płaszczyzny, przejdzie po nad 2gą, ruch stożkowy osi pocisku zmieni się w prawo, a środek ciężkości będzie postępował w lewo. Słowem, dopóki przednia część osi pocisku określa połowę stożka z prawej strony 1éj, czyli pionowej płaszczyzny, tak długo derywacja pocisku będzie w prawo; a dopóki os pocisku określa połowę stożka z lewej strony pionowej płaszczyzny, zawierającej linję oporu powietrza, to i derywacja pocisku będzie w lewo. To nam pokazuje, że kształt linii derywacji pocisku podłużnego nie jest tak jednostajny, jak się z początku zdawać mogło; przeciwnie, ta linja derywacji zawiera w sobie części (Fig. 16), najprzód: *AB*, *CD*, zwrócone w prawo, i odpowiadające pierwszym dwom pozycjom ruchu stożkowego osi pocisku; i także części *BC*, *DE*, zwrócone w lewo i odpowiadające drugim dwom pozycjom tego ruchu. Pierwsze z tych linii są większe niż drugie, i z tego powodu cała linja derywacji nabiera charakteru linii zwracającej się w prawo; powody tego są następujące:

Oś pocisku określa powierzchnię stożkową około linii ruchu postępującego pocisku. Tą linją ruchu pocisku jest linja prosta styczna do rzutni w każdym jej punkcie. Figura 11 pokazuje, że linja styczna do rzutni zniża się stale w ciągu przebiegu pocisku, gdyż rzutnia wypukłą stroną obrócona do góry. Skutkiem stałego zniżania stycznej rzutni, oś pocisku w pierwszych 2ch pozycjach ruchu stożkowego, wymaga dłuższego czasu, aby zniżając się dojść i następnie wyprzedzić zniżającą się linję styczną, aż do zajęcia pod nią najniższej swéj pozycji. Mniej czasu potrzeba w 3éj i 4éj pozycjach ruchu stożkowego, aby z najniższej pozycji

pod linią styczną, oś pocisku doszła do swjej pozycji najwyższej, wprost nad tą linią; gdyż styczną zniżając się idzie jakby na spotkanie osi pocisku. To tłumaczy dla czego części *AB*, *CD*, linii derywacji są znacznie większe niż części *BC*, *DE*, tejsze linii.

Nie należy myśleć, że skutkiem kształtu téj linii, derywacja będzie to w prawo to w lewo; gdyż nie rachujemy jēj od coraz nowych płaszczyzn pionowych, oznaczonych stycznymi, *Aa*, *Bb*, *Cc*, *Dd*, *Ee*, do linii derywacji, lecz stale, od płaszczyzny pionowej oznaczonej styczną *Aa*. Zwiększenie jednak derywacji będzie prędsze w częściach odpowiadających linjom *AB*, *CD*, a mniejsze w tych co odpowiadają linjom *BC*, *DE*. Rachowanie derywacji od stałej pionowej płaszczyzny *Aa*, i nagle zakrzywianie téj linii, są powodem, że z każdym zwiększeniem doniosłości strzału, derywacja znacznie się powiększa; chociaż rachowana od nowych płaszczyzn pionowych *Bb*, *Cc*, *Dd*, derywacja w dalszych częściach rzutni coraz słabnie.

Na tem kończę popularno-teoretyczne badanie ruchu w powietrzu pocisków podługnych wyrzuconych z dział gwintowanych. Badanie to, zadania tak trudnego dało nam tylko główne wskazówki względem ruchu pocisku. Zupełne poznanie tego ruchu, jest możliwe jedynie, przy pomocy wyższej matematyki, ale i ta, nie jest obecnie tak daleko rozwinięta, aby można było rozwiązać, z zupełną dokładnością wszystkie pytania, przedstawiające się w tym przedmiocie. Dla uzupełnienia przytoczę niektóre rezultaty badań teoretycznych i praktyczne dane, jakie zebrano przy doświadczeniach strzelając z dział gwintowanych.

Szczegółowych wyrachowań teoretycznych, co do ruchu pocisków podługowatych, mało dotąd zrobiono. Najdokładniejsze z ostatnich czasów, są Majewskiego w moskiewskiej artyllerii; z tych, przytoczę następujące wypadki. Szybkość ruchu stożkowatego pocisku, zależy od oporu powietrza; przy użyciu stosunkowo większego naboju, pocisk ma ruch prędszy, i oś jego robi więcej obrotów około linii oporu powie-

trza; kąt zaś rozwarcia stożka, czyli kąt między osią i linią oporu powietrza, jest mały. Przy małym naboju, a zatem przy nieznacznej szybkości postępującej i wirowej pocisku, kąt rozwarcia stożka wielki; ruch zaś stożkowy powolny, tak że czasami pocisk nie określi i ćwierci całego obrotu, t. j. nie wyjdzie z 1ej pozycji tego ruchu. W ciągu lotu pocisku, szybkość postępująca coraz się zmniejsza, przez to, zmniejsza się i szybkość ruchu stożkowego, a kąt rozwarcia stożka powiększa się. Następująca tablica zawiera główne dane dotyczące ruchu 4 f. podłużnego granatu, kalibru 8cm.69 i wagi 5kg.73; kąt podniesienia 10°; szybkość początkowa 306m.0; krok gwintów 3m.58; zatem szybkość początkowa ruchu wirowego jest 85,4 obrotów na sekundę.

Numer obrotu	Konec ktorej pozycji osi	Doniosłość	Wysokość		Derywacja	Szybkość ruchu postępującego	Czas	Kąt płaszczyzny pionowej stycznej z płaszczyzną strzału	Kąt rozwarcia stożka
			m.	m.					
1szy	2ej	526.8	78.3	0.29	281.3	1.76	10'	1° 21'	
d°	4ej	734.4	99.6	0.86	272.4	2.51	8	1 12	
2gi	2ej	1.234.3	125.7	2.71	252.8	4.42	20	2 17	
d°	4ej	1.478.6	125.1	4.08	244.2	5.41	16	1 55	
3ci	2ej	2.016.0	88.3	7.36	227.7	7.71	32	3 18	
d°	4ej	2.298.9	48.6	9.87	220.3	9.00	26	2 39	
4ty	1ej	2.553.2	-0.6	11.91	214.5	10.19	32	5 6	

Ten sam granat wystrzelany pod kątem 45°, na odległość 397 m. nabojem dającym szybkość początkową tylko 62m.5, robi zaledwo $\frac{1}{8}$ część obrotu stożka; przytem kąt rozwarcia jego dochodzi do wielkości 75°, kąt zboczenia płaszczyzny pionowej jest 2°47', a derywacja pocisku 8m.1.

Dołączam tablice derywacji pocisków niektórych dział gwintowanych.

Działa francuzkie. — 4 f. połowa armata, której kaliber 8cm65, waga naboju 0kg.55, a granatu 3kg.66. na odległościach m. 500 1000 1500 2000 2500 3000 3200 ma derywację m. 1 5 13 27 49 81 98

30 f. wałowa armata, kalibru 16cm.46; waga granatu 31kg.26, a naboju 3kg.50.

na odległościach m. 1,475 2,940 5,430 6,185.

ma derywację m. 4,0 24,4 123,5 258,0.

Działa moskiewskie.

	Kali- ber	Waga		Derywacja na odległościach w metrach			
		gra- natu	na- boju	1.067	2.134	3.200	4.267
	c.m.	kg.	kg.	m.	m.	m.	m.
12 f. polowa arm.	12.19	12.9	1.43	4.7	17.6	38.4	
24 f. wałowa ..	15.24	25.4	2.05	2.6	13.4	40.8	97.6

Dodam nakoniec, że największe działo angielskie, 600 f. armata Armstronga, kalibru 33cm.78, strzelając nabo-
jem 31kg.75 i pociskiem wazącym 231kg.3, daje derywację
23m.8 na odległości 2,150 m. i 49m.4 na odległości 3,790 m.

Tych kilka przykładów wykazuje, iż derywacja zależy
wiele od wagi naboju i odległości na jaką się strzela, a więc
także i od kąta podniesienia działa. Najbardziej jednak de-
rywacja zależy od budowy samego pocisku; tak, że niektóre
z nich skutkiem swego szczególnego kształtu mają bardzo
małą derywację.

Odczyt 4.

W odczycie dzisiejszym zajmujemy się częścią opisową urządzania dział gwintowanych. Ponieważ są rozmaite gatunki tych dział, zdaje mi się właściwem początkowo wymienić ich kategorie, a następnie zająć się systematycznym badaniem urządzania każdego z tych gatunków.

Działa gwintowane są dwojakiego rodzaju: nabijane z przodu albo nabijane z tyłu. Każdy z tych rodzajów, ma wiele różnych systematów, które ugrupujemy stosownie do sposobu urządzenia pocisków, jakimi działa te strzelają.

Działa nabijane z przodu; tych, jest trzy kategorie:

1. Działa strzelające pociskami palczastymi. Do tej kategorii zaliczam: systemat dział francuzkich La-Hitta, wprowadzony z niewielkimi zmianami w austryackiej połowej artylerji, we Włoszech, Norwegji i u Moskali; z systematów angielskich, działa Woolwich, Scota i jeden z systematów Armstronga.

2. Działa strzelające pociskami żebrowatemi: do tych należą z dział włoskich, jeden z systematów Cavalli, z angielskich Lankastra i jeden z systematów Whitwortha; z austriackich działa polowe Lenka i działa systematu 1863 r.

3. Działa strzelające pociskami szpiglowemi. Do tej kategorii należą: szwajcarskie działa Millera; systematy ame-

rykańskie: Parotta, Blakely, Hotchkissa, Jamesa, Schenkla, Reeda, Stafforda, Bukla, Tredwella, i Ame'a; z systematów angielskich: Thomasa, Jeffery, Brittena i Haddana; z belgijskich Timmerhansa i Charun'a.

Działa nabijane z tyłu, są dwojakiego rodzaju:

4. Do pierwszej z tych kategorii, liczę działa nabijane z tyłu, strzelające pociskami jednej z pierwszych trzech kategorii. Tak, systemat Engstroma z pociskami palczastemi; systemata Cavalli i Whitwortha używają pocisków żebrowanych; działa Castmana z pociskami szpiglowemi.

5. Do ostatniej kategorii, liczę działa nabijane z tyłu, strzelające pociskami z powłoką. Do tych należą: z dział angielskich, jeden z systematów Armstronga wprowadzony w angielskiej artyllerii; systemat szwedzki Wahrendorfa, przyjęty z pewnemi zmianami w Prusach, Belgji, w Austrii dla dział oblężniczych i wałowych, w mniejszych niemieckich państwach, i nareszcie w ostatnich czasach u Moskali i w Szwajcarji.

Wiele z wyliczonych systematów po doświadczeniach okazały się niepraktycznemi. Dla tego opiszę te tylko, które wprowadzono w różnych państwach jako normalne uzbrojenie ich artyllerii. Przy opisie pierwszego systematu zwrócę uwagę na wszystko co dotyczy w ogólności urządzenia dział gwintowanych; tak, aby opisując inne działa, można było zająć się wyłącznie tem, co odróżnia każdy system od innych.

1. Działa gwintowane nabijane **z przodu**, strzelające pociskami **palczastemi**.

We Francji, od czasu wprowadzenia gwintowanej ręcznej broni, t. j. około r. 1840, zaczęto myśleć o zastosowaniu tych samych zasad do artyllerii; od roku zaś 1850 stale robiono doświadczenia pod kierunkiem uzdolnionych oficerów artyllerii, jak Tamisier, Chonal, Gobert, Virey, Burnier, Lafon, Didion, Hudelist, Treuille de Beaulieu, La-Hitte i samego Napoleona III, który jak wiadomo, należy do rzędu lepszych pisarzy i badaczy artyllerii. Skutkiem tych licznych doświad-

czeń, w których szczegóły nie będziemy się wdawać, przyjęto w roku 1857 w całej lądowej francuzkiej artyllerji systemat dział gwintowanych L a-Hitt a.

Francuzi dla uniknienia wielkich kosztów, korzystali z używanych dotąd dział gładkich, zastosowując do nich systemat nowourządzonych dział gwintowanych; i tym sposobem, bez narażenia na znaczne wydatki, potrafili bardzo prędko zmienić i udoskonalić uzbrojenie całej artyllerji. Tym odpowiedniejsze było takie postępowanie, że ważne udoskonalenia robią się nieustannie w różnych państwach; byłoby więc niewłaściwem odrazu zmieniać całą artyllerję, kiedy wkrótce nowe udoskonolenia wymagać będą znacznych nakładów.

Francuzkie działa gwintowane są spiżowe i mają ten sam kształt zewnętrzny co działa gładkie; jedyną różnicę stanowią gwinty wyżłobione w kanale, do kierowania wydatnościami czyli palcami (ailettes) znajdującymi się na pocisku, i do nadawania mu przez to ruchu wirowego. Kierunek gwintów jest taki że — jeśli patrzeć z tyłu dział — pocisk wylatując z kanału kręci się wierzchnią swą częścią od lewej strony ku prawej; przy nabijaniu zaś, t. j. przy wsuwaniu pocisku do kanału, kręcenie to naturalnym sposobem dzieje się od strony prawej ku lewej. Gwinty w przecięciu mają kształt podobny do nierównobocznego czworoboku (trapèze); dno gwintu *bc* (Fig 17) jest łukiem koła spółśrodkowego z obwodem kanału; linje *ab* i *cd* nazywają się bokami gwintu; każdy bok ma odmienne nazwisko, skutkiem szczególnego swego przeznaczenia. I tak: nabijając działo potrzeba włożyć pocisk do kanału, tak aby palce pocisku weszły w odpowiednie gwinty, i dopchać go stępłem wycieru do naboju, t. j. prawie do dna kanału. Lecz w kanale pocisk nie może się wprost posuwać; gdyż palce, idąc drogą gwintu, zmuszą pocisk do okręcania się wierzchnią częścią od prawej strony ku lewej; przyczyną tego jest opór jaki napotka prawy bok palca pocisku o prawy bok gwintu. Tym sposobem prawy bok gwintu nadaje kierunek ruchowi wirowemu pociskowi przy dopychaniu go do dna; dla tego

bok *cd* nazywa się bokiem nabojoyym gwintu (flanc de charge). Odwrotnie się dzieje przy wystrzale. Proch pcha pocisk wprost w kierunku kanału; a ponieważ gwinty skręcają się na prawo, dla tego i pocisk po ruszeniu z miejsca, spotyka lewym bokiem swego palca lewy bok gwintu, i zostaje przezeń zmuszony do kręcenia się w prawo. Takim sposobem, lewy bok gwintu nadaje kierunek ruchowi wirowemu pociskowi przy wystrzale, i dla tego bok *ab* nazywają bokiem strzałowym gwintu (flanc de tir).

Boków gwintu nie robią prostopadłemi do dna ale spadzistemi, i spadzistość boku strzałowego *ab* znacznie jest większą od nabojoyego *cd*. Bok strzałowy robią spadzistym dla zapobieżenia bicia się pocisku o ściany kanału, i dla utrzymania stale osi jego w kierunku odpowiadającym osi działa. Pocisk a więc i palce jego, muszą mieć pewny odstęp; w skutek tego, przy prostopadłych bokach gwintów trudnem jest nadanie stałego kierunku pociskowi, które w ciągu ruchu mógłby bić się o ściany. Przy skośnym boku strzałowym, w skutek oporu stawianego naturalnym sposobem przez pocisk przeciwko nadaniu ruchu wirowego, a przez to skutkiem *silnego* napierania palca pocisku na ten bok, znika zupełnie odstęp pomiędzy gwintem i palcem; gdyż palec wciska się w najmniej głęboką część gwintu. Jednocześnie toż samo się robi w innych gwintach, i pocisk przez to forsowanie nabiera stałego kierunku w kanale działa. Bok nabojoyowy robią także nieco skośnym, aby zwiększeniem wewnętrznej strony gwintu ułatwić nabijanie działa; przytem zwiększając kąt wewnętrzny gwintu, zapobiega się rozrywaniu działa w tem miejscu, i zarazem ułatwia się oczyszczanie gwintów od osadu prochowego. Na fig. 17 wskazany sposób rysowania gwintu, patrząc nań z po za działa; figura zaś 18 przedstawia widok kanału patrząc nań od strony wylotu działa; części kanału znajdujące się pomiędzy dwoma sąsiednimi gwintami nazywają się przedziałami (cloisons).

Palce pocisku mają zawsze pewny odstęp; w czasie nabijania dotykają one do boku nabojoyego gwintu, a przy

wystrzale do boku strzałowego. Zmiana ta pozycji musi się odbyć w samej chwili ruszenia z miejsca pocisku przy wystrzale. Z początku pocisk pójdzie w kierunku osi, bez ruchu wirowego; lecz gdy palce, idąc w kierunku osi działa oddzielią się od nabojoych boków, natychmiast spotykają z drugiej strony strzałowe boki gwintów. Dla uniknięcia podobnych uderzeń, które bywają przyczyną nietylko prędkiego psucia gwintów i nieregularności strzału, ale nawet i rozerwania działa, francuzi, na wniosek Virey'a, zwężają gwint u dna kanału, nadając mu w tem miejscu szerokość równą grubości palca; robi się to przez zachylenie nabojoyego boku gwintu tak, że pocisk przy dopychaniu do dna musi się obrócić na tyle aby palce dotykały boków strzałowych. Doświadczenie pokazało, iż dostatecznie jest zwęzić w ten sposób koniec jednego tylko gwintu, kierując go tak aby u dna działa znalazł się na dolnej części kanału; pocisk leżąc całą swą wagą na tym gwincie musi się obrócić i przyjąć właściwą pozycję.

Gwinty nie dochodzą do dna kanału, ale się kończą w miejscu palców pocisku dosuniętego do naboju; dalej spadzistością łączą się z kanałem. Szerokość i głębokość gwintów zależy od mocy a tem samem i rozmiarów, jakie potrzeba nadać palcom pocisku. Liczba gwintów zależy od ich szerokości, gdyż przedziały powinny mieć dość siły by stawić dostateczny opór palcom pocisku. Im większa liczba gwintów tym lepiej, gdyż parcie palców pocisku o boki gwintu rozkłada się na więcej punktów i przez to boki mniej się psują; przytem pocisk idzie regularniej jeśli nadają mu ruch wirowy w większej liczbie punktów. Francuzi w spiżowych swych działach robią zwykle po sześć gwintów. Skręt gwintu oznaczany wielkością k roku, zależy od szybkości ruchu wirowego, jaki potrzeba nadać pociskowi; skręt ten bywa stały lub powiększający się od dna do wylotu. W działach spiżowych francuzi używają gwintów ze stałym skrętem, a przez to i ze stałym krokiem.

Pociski używane do dział gwintowanych francuzkich są 4ch rodzajów: kule, granaty, szrapnele i kartacze. Zewnętrzna

forma trzech pierwszych jest jednakowa, a mianowicie: walcowa z przodem zaostrzonym, tak zwanym spiczastym (ogivale) (Fig. 9). Tylna część pocisku ścięta równo, albo nieco zaokrąglona.

Na walcowej powierzchni pocisku robią się palce, które wchodzą w gwinty działowe. Palce nie powinny być z metalu twardego — jak żelazo lane gdyż psułyby gwinty, a nawet, skutkiem wielkiego tarcia pocisk zatrzymany w kanale, mógłby stać się przyczyną rozerwania działa; jednakże metal takich palców nie powinien być zbyt miękim, gdyż gwinty mogłyby je zgnieść lub całkiem zerwać. Doświadczenia przekonały, że w działach spiżowych pod tym względem cynk jest najodpowiedniejszym metalem. Palce francuzkich pocisków mają kształt czopków, których strona odpowiadająca strzałowemu bokowi gwintu, ścięta jest ukośnie, aby przez to ułatwić forsowanie pocisku. Średnica czopków i ich wysokość odpowiednią jest wadze pocisku, gdyż potrzeba aby one miały dostateczną siłę do nadania pociskowi ruchu wirowego. Średnica czopków w najmniejszych kalibrach ma 15mm,5; wysokość zaś powinna być nieco większą od głębokości gwintów, które zwykle mają 5 do 7mm, a to w celu odosobnienia pocisku od kanału działa.

Liczba palców zależy od ilości gwintów. Gdyby zrobić po jednym palcu na każdy gwint, t. j. w razie jednego tylko szeregu palców pośrodku walcowej części, trudno byłoby uniknąć kołatania się pocisku w kanale, przez co ruch jego stałby się nieregularnym; pocisk mógłby zaklinować działo i być powodem jego rozerwania. Dla tego daje się zwykle po dwa palce na każdy gwint; tak że na całym pocisku będzie ich 12, jeśli jest sześć gwintów w dziale. Dla lepszego uregulowania ruchu pocisku oba szeregi palców powinny być jak najdalej jeden od drugiego; ustawiając je na obu końcach części walcowej, odstępuje się od brzegu na tyle, aby zostało dość miejsca dla dobrego ich umocowania. Każda para palców odpowiadająca jednemu gwintowi powinna

być umieszczona na pocisku w kierunku skręcania się gwintu działowego na przestrzeni rozdzielającej dwa palce.

W przedniej części granatu znajduje się otwór z gwintami, nazwany zapalem i komunikujący się z próżnią granatu; do téj próżni w zwyczajnym granacie wkłada się nabój prochu, a w szrapnelu oprócz prochu nadto pewna ilość kul pistoletowych. Dla zapalenia prochu, który ma rozerwać granat na odłamy, wśrubowuje się weń mosiężna rurka zwana zapalnik; wewnętrzne jej urządzenie zależy od tego w jaki sposób granat powinien być rozerwanym: czy° na pewnej odległości od działa, lub też dopiero w chwili uderzenia się z przedmiotem do którego strzelano.

Zapalnik odległościowy (*fusée à distance*) (Fig 19) ma sześcienną główkę, wewnątrz której 6 poziomych kanałów łączy się z sobą i ze środkowym kanałem, idącym po osi zapalnika. Wszystkie te kanały napełnione są zwykłą maszą zapalnikową (1 część siarki, 2 saletry i 3 części mączki prochowej); dla ułatwienia zapalenia się masy zapalnikowej, w zewnętrznych otworach poziomych kanałów znajduje się nieco prochu. Zewnętrzne otwory, oprócz odpowiadającego najdłuższemu kanałowi, zatkałe drewnianymi czopkami, na których wymienione są odległości, w jakich granat ma być rozerwanym. Dla rozerwania granatu w jednéj z bliższych odległości, przed włożeniem go do działa, wyjmuje się stosowny czopek; ogień naboju działowego przechodząc przez odstęp granatu zapala maszę zapalnikową, dochodzi po pewnym czasie do wewnętrznego naboju i granat rozrywa.

W zapalnikach perkusyjnych (*fusée à percussion*) (Fig. 20) mosiężna rurka ma z wierzchu drewniany czopek, z metalowym trzpieniem *b*, i podtrzymany dwoma sztyfcikami *a*; w dolnej części zapalnika wśrubowany krążek drewniany *c* z plasterkiem piorunującego prochu *d*. Przy uderzeniu pocisku sztyfciki *a* łamią się, a trzpień *b* uderzając w proch piorunujący, komunikuje ogień przez dolny otwór zapalnika do wewnętrznego naboju.

Oprócz opisanych dwóch rodzajów zapalników, jest wiele innych, działających mniej więcej na tych samych podstawach

Podłużne kule i szrapnele mają kształt zewnętrzny podobny do granatów; kule nie mają próżni wewnętrznej; próżnia zaś szrapnelów napełnia się prochem wraz z kulami pistoletowymi. Kartacz używany w działach gwintowanych ma kształt zwykłego kartacza; składa się z blaszanki cynkowej z dwoma takimiż dnami; wewnątrz układają pewną liczbę kul i zalewają je siarką. Ażeby kulom kartacza nadać stosowną twardość odlewają się one ze 4ch części ołowiu i 1ej części antymonium.

Chcąc celować działem, potrzeba skierować na przedmiot do którego się strzela, linię celowniczą t. j. linię przechodzącą przez dziurkę celownika i wierzch celika. Celownik umocowyywa się zwykle na tylnej części działa: w działach gładkich obłężniczych i wałowych, celownik stawia się na dziale nad obręczą denną; we francuzkich działach polowych gładkich, celownik suwa się w wyżłobieniu prostopadłem do osi działa; nareszcie, w działach gładkich moskiewskiej polowej artyllerii, zawiesza się z tyłu działa celownik, który stale zachowuje kierunek pionowy. Celik umieszczano zwykle na wierzchu obręczy wylotowej. Od roku 1854, na wniosek włoskiego artylleryzysty Ca valli, zaczęto używać celowników bocznych; jest to brązowy spłaszczony pręcik, lub też cienki walec z podziałkami suwający się w wyżłobieniu zrobioném z prawej strony tylnej części działa. Celik umieszcza się na opasce prawego czopa, w takiej samej odległości od pionowej płaszczyzny strzału, przechodzącej przez oś działa, w jakiej znajduje się celownik; przez to płaszczyzna celowania przechodząca przez wierzch celika i celownik, jest równoległą do pionowej płaszczyzny strzału i od niej odległą mniej niż na pół grubości działa; a więc celowanie odbywać się będzie z jednakową dokładnością na jednej lub drugiej płaszczyźnie. Główna dogodność celownika bocznego jest ta, że odległość celika od celownika jest przynajmniej dwa razy mniejszą od odpowiedniej odległości przy zwykłych celownikach; w skutek

czego przy pewnej wysokości celownika można nadawać znacznie większe kąty podniesienia działu celownikiem bocznym, niż zwyczajnym środkowym. Długość celownika nie może być wielką, gdyż trudnoby go było w takim razie używać; przytem wysoki celownik łatwo może się zgiąć, a wtedy podziałki jego nie będą odpowiadać rzeczywistej wysokości celownika, a tem samem odpowiedniemu kątowi podniesienia działu.

Przy celowaniu działem gwintowanym niedość jest nadać mu kąt podniesienia, odpowiedni doniosłości strzału; trzeba nadto zaradzić derywacji pocisku podłużnego. Wiadomo że pocisk wyrzeczony w kierunku pionowej płaszczyzny osi działu DWF (Fig. 21.) zbacza w prawo, i na pewnej odległości, naprzykład WF odejdzie w bok na FE . Widoczne że linią celowniczą nie jest linja DWF , czyli równoległa jej ACG , ale linja CE przechodząca przez celik C i punkt spadnięcia pocisku E ; potrzeba zatem powrócić działo wylotem w lewo na tyle, aby linja CE pószała po linii CG . Dla tego celownik dział gwintowanych na wierzchu swego walca pionowego AM (Fig. 22) ma inny poziomy NP z podziałkami i blaszką ruchomą z wycięciem u góry. Przy celowaniu na pewną odległość potrzeba najprzód wysunąć walec AM do odpowiedniej wysokości, następnie blaszkę ruchomą umieścić na właściwym punkcie B i wtedy celować przez wycięcie blaszki B i celik C . Wysokość celownika bokowego i odległość od niego blaszki ruchomej, na każdą doniosłość strzału powinny być wskazane w tablicach strzelania.

Doświadczenie przekonano że we francuzkich działach polowych i górnych gwintowanych, derywacja pocisku na różne odległości zwiększa się odpowiednio do zwiększenia pionowego celownika na stosowną odległość. Dla tego francuzi w działach tych wyżłobienie celownika robią nie pionowe ale nieco ukośne w lewo, jak BN , tak, że wierzeh B celownika z podniesieniem się do góry odchodzi w lewo na stosowną przestrzeń. Celownik taki, nie potrzebując mieć poprzecznego walca, jest daleko łatwiejszym w użyciu i mniej się psuje.

Pochylenie celownika na lewo od linii pionowej jest o $\frac{1}{10}$ w działach 4 f. i o $\frac{2}{25}$ w działach 12 f. połowych.

W następującej tablicy wskazane są główne dane, co do budowy spiżowych dział gwintowanych francuskiej artylerji.

Nazwisko dział	Z jakiego przerobione	Kaliber	Długość kanału	Krok gwintu	W a g a			Stosunkowa waga naboju
					dziła	granatu	naboju	
4 f. górna	nowa	c.m.	kal.	kal.	kg.	kg.	kg.	$\frac{1}{12}$
4 „ polowa	dto	8.66	9.25	26	100	4.0	0.300	$\frac{1}{12}$
12 „ dto	12 f. lek. pol.	8.66	16.2	26	325	4.0	0.550	$\frac{1}{7}$
12 „ obłężnicza	12 „ cięż. pol.	12.13	15	25.5	619	11.2	1.000	$\frac{1}{11}$
12 „ dto ciężka	12 „ obłężnicza	12.13	16.6	25.5	879	11.2	1.200	$\frac{1}{9}$
24 „ dto	24 „ dto	12.13	23.66	25.5	1.550	11.2		
		15.33	20.67	26.2	2.740	24		

Oprócz dział długich, używają francuzi moździerzy gwintowanych: spiżowe 22 c. m. i z lanego żelaza 27 c. m.; jednak nie mamy szczegółowych danych o tych działach.

Niewiele również posiadamy danych o doniosłości i dokładności strzałów z dział gwintowanych francuskich. Następująca jednakże tablica, daje pojęcie o stosunkowej doniosłości i celności dwóch dział francuskich połowych: 12 f. gładkiej armaty i 4 f. gwintowanej.

	Doniosłość w metrach									
	600	800	1.000	1.200	1.700	2.000	2.400	2.700	3.000	3.200
	Kąty podniesienia dział									
12 f. gładka arm.	1° 16'	1° 53'	2° 46'	3° 40'	0'	0'	0'	0'	0'	0'
4 „ gwintow. „	1.30	2.10	2.50	3.40	6.05	7.47	10.15	12.35	15.10	17.00
	Średnie zboczenie pocisku, w metrach									
12 „ gładka „	2.04	2.96	5.12	7.27						
4 „ gwintow. „	0.50	0.80	1.20	1.40	2.30	3.00	4.28	5.32	6.40	

O wielkiej celności dział gwintowanych możemy sądzić i z następujących jeszcze doświadczeń, uskutecznionych w obozie

Châlons w r 1860. Dwie zaprzężone baterje, mające każda po sześć dział 12 f. gwintowanych, ustawione na gruncie niezbadanym uprzędnio, w odległości około 4ch kilometrów od kwadratu okrążonego deskami i mającego kształt kolumny bataljonowej, 50m. szerokości i 7m. głębokości. Na dany rozkaz baterje galopem zbliżają się ku bataljonowi. Naczelný dowódzca za pomocą sygnałów zatrzymuje baterje i po wypuszczeniu przez nie pewnej liczby wystrzałów, znów każe się zbliżać ku bataljonowi. Oto są rezultaty tych doświadczeń. Przybliżone odległości

	2,700	2,000	1,950	1,900	1,550	1,250	
Zrobiono strzałów	48	120	84	42	120	54	razem 468
Trafiło pocisków	22	80	42	28	81	35	„ 288,

t. j. około 62ch na 100; bez wątpienia w tych okolicznościach powyższy rezultat stanowi ogromną celność strzałów.

O wgłębianiu się (pénétration) pocisków podłużnych w wały ziemne lub też w mury, przytoczę następujące dane: 12 f. granat wystrzelony nabojem 1kg. prochu na przestrzeni 3,000m. wgłębia się na 2m.75 w wał ziemi średniej mocy; a z przestrzeni 70m. granat ten wgłębia się na 72c. m. w mur mocno zbudowany. Granat podłużny 4 t. wystrzelony z armaty polowej nabojem 0kg.550 na odległości 3,200m. wgłębia się w wał z ziemi gliniastej na 1m.70; a z przestrzeni 70m. w mur mocny na 60c. m.

O celności strzałów i o sile uderzeń pocisków podłużnych obłąźniczój artyllerji, możemy sądzić z następujących doświadczeń robionych w fortocy La-Rochelle w 1863 r. przeciwko fortowi Liedot. Wały okrążone były rowem 7m. głębokości i 18m. szerokości; mur skarpy zasłonióy był zupełnie od pola stokiem fortu. Kommissja oficerów artyllerji i inżynierji robiła liczne doświadczenia, w ciągu których wystrzelono około 6,000 pocisków. Jedno tylko z tych doświadczeń jest nam wiadome; mianowicie: w wale fortocznym zrobiono wyłóm (brèche), strzelając z działa gwintowanego 24 f., z odległości 670m. Wyłóm miał 10m. szerokości i był dogodny do przejścia szturmujących kolumn; zrobiono nie więcej jak 300 wystrzałów. Fakt ten jest wymownym, i przekonywa

o wielkiej dokładności i sile uderzeń pocisków podłużnych obłężniczej francuzkiej artyllerii.

Działa gwintowane tego systematu, mają jeszcze inną zaletę: z powodu swęj nadzwyczajnej lekkości ułatwiają działanie artyllerii. O tem przekonała najprzód wojna włoska, a bardziej jeszcze wojna meksykańska, gdzie działa obłężnicze 12 f. gwintowane z łatwością przechodziły po najgorszych drogach, przebyły ogromne góry i przy obłężeniu Puebli skuteczniej i prędzej działały niż mogłyby to uskutecznić dawne parki dział obłężniczych.

Wszystko com powiedział wyżej o spiżowych działach gwintowanych francuzkiej artyllerii, wykazuje stan jej przed 4mą lub 5cią laty. Co się teraz dzieje w tęg artyllerii, niepodobna dowiedzieć się, tak ściąg tajemnicą wszystkie ich dzisiejsze doświadczenia są otoczone.

Przejdę teraz do krótkiego określenia artyllerii innych państw, które przyjęły u siebie, z małemi zmianami, systemat dział francuzkich wyżej opisany.

Austrjacy po włoskiej wojnie wprowadzili w polowęg artyllerii systemat La-Hitta, prawie bez żadnych zmian, i według tego systematu przerobili swe 6 f. polowe działa. Włosi także zastosowali się do tego systematu, i wprowadzili 8 f. gwintowane armaty w polowęg artyllerii, a w obłężniczeg i wałowęg 16 f. i 40 f.

W norwęgskiej tak samo jak i w Szwedzkiej polowęg artyllerii, używają dział z lanego żelaza, które u nich jest nadzwyczajnej doskonałości. Do tych więc dział zastosowano system gwintowania La-Hitta z następującemi zmianami. Działa ich polowe 2½ i 3 calowe (system 1864 r.) mają po 6 gwintów, których krok ma 40 kalibrów; urządzenie gwintów podobne jest do francuzkich z tą różnicą, że 3 nieparzyste gwinty mają zwykłą głębokość, a 3 parzyste są bardzo płytkie (0mm. 6). Granat podługowaty ma u dna swego 3 wielkie palce odpowiadające gwintom nieparzystym, a u góry odpowiednio do 3ch parzystych gwintów 3 małe palce; słowem

granat ma tylko 6 palców, po jednym na każdy gwint. Wysokość małych palców równą jest odstępowi granatu, tak że w czasie wystrzału, kiedy wielkie palce skutkiem parcia prochu naciskają na spadzistości strzałowych boków swych gwintów, małe palce wychodzą trochę ze swych gwintów i odosobniają sobą zupełnie granat od kanału działa, jak pokazuje Fig. 23. Przy nabijaniu granat wkłada się do kanału tak, aby palce wielkie i małe weszły we właściwe gwinty; omyłka przytem jest niemożliwą, gdyż większe palce nie mogą wejść w płytkie gwinty. Następująca tablica wskazuje wymiary dział tu opisanych.

	Kaliber	Długość kanału	W a g a			Stosunkowy nabój
			działa	granatu	naboju	
	c. m.	kal.	kg.	kg.	kg.	
2½ calowa arm.	7.82	19.5	325	3.1	0.64	1/5
3 " "	9.43	15.6	431	5.0	0.71	1/7

Moskale od czasu wojny włoskiej robili u siebie liczne doświadczenia, skutkiem których w r. 1862 przyjęto systemat dział La-Hitta z niewielkimi zmianami. W działach tych, Moskale robią po 6 gwintów; poprzeczne przecięcie tych gwintów podobne do francuzkich, z tą wszakże różnicą, że chcąc nadać większą regularność ruchowi pocisku wewnątrz działa, a zatem dla lepszego forsowania pocisku, zrobiono strzałowe boki gwintu wypukłemi (Fig. 24), naśladując w tem w części działa angielskie Whitwortha; pocisk, w skutek oporu przeciwko ruchowi wirowemu, staje nieco w poprzek gwintu, przyczem spotyka węższą część kanału i mocniej się forsuje. Szerokość gwintów u dna 1. 3 do 2.0 c. m.; wewnętrzna szerokość gwintów, podobnie jak w artyllerji francuzkiej, jest 2 razy większą od szerokości gwintu u dna. Głębokość gwintów bywa 0.6 do 0.8 c. m. W działach z lanego żelaza przerobionych na gwintowane, wyżej opisane gwinty przez silne forsowanie pocisku byłyby przyczyną rozrywania dział;

dla tego obadwa boki gwintu w działach z lanego żelaza mają jednakowy i mały spadek; szerokość tych gwintów jest około 2.5 c.m. Dla ułatwienia gwintowania dział, Moskale nie zwięzają tylnej części dolnego gwintu; ale przez to, w skutek bicia się pocisku o strzałowe boki gwintów w pierwszej chwili wystrzału, palce i gwinty się psują, i to wpływa na zmniejszenie regularności strzałów. Moskale do dział gwintowanych przyjęli podłużny pocisk z krótką owalną przednią częścią i ściętą owalną tylną.

Następująca tablica zawiera główne dane, co do tego systematu dział gwintowanych moskiewskich.

	Kaliber	Długość kanału	Krok	Długość granatu	W a g a			Nabój stosunkowy
					dziła	granatu	naboju	
	c. m.	kal.	kal.	kal.	kg.	kg.	kg.	
4 f. spiż. górna armata	8.68	8.05	39.8	2.2	102	4.5	0.31	$\frac{1}{15}$
4 „ „ połowa „	8.68	15	39.8	2.2	295	4.5	0.61	$\frac{1}{7}$
8 „ „ „ „	10.62	14.6	36.6	2.2	541	8.2	1.24	$\frac{1}{7}$
12 „ „ lek. połowa	12.19	15.3	34.6	2.25	534	12.9	1.02	$\frac{1}{13}$
12 „ „ pozyc. „	12.19	15.5	34.6	2.25	803	12.9	1.43	$\frac{1}{9}$
24 „ „ obłęźnicza	15.24	20	40	2.5	2.785	29.5	2.46	$\frac{1}{12}$
12 „ „ ciężka wał.	12.19	22.5	40.6	2.5	2.015	15.5	2.24	$\frac{1}{7}$
24 „ „ „ „	15.24	21.4	40	2.5	4.095	29.5	4.10	$\frac{1}{7}$
12 „ „ z lan. żel. wałowa	12.19	20.5	34.6	2.25	1.491	12.9	1.02	$\frac{1}{13}$
24 „ „ „ „	15.24	19.6	32.5	2.25	3.440	25.4	2.05	$\frac{1}{13}$
$\frac{1}{2}$ pud. spiżo. moździerz	15.24	6	28	2.75	1.353	33.1	3.28	$\frac{1}{10}$

O porównawczej celności strzałów niektórych dział spiżowych moskiewskich, gładkich i gwintowanych, można sądzić z następującej tablicy; w niej, wskazane liczby strzałów, które na 100 trafiają w cel długości 17^m.8 i wysokości 2^m.8.

	Doniosłość w metrach						
	640	854	1.067	1.280	1.707	2.134	2.561
12 f. pozycyjna gładka arm.	64	56	38				
4 „ połowa gwintow. „		87	70	48	25	10	
12 „ pozycyjna „ „	80	72	58	53	33	19	10

Dołączam przytem tablicę, wskazującą liczbę bomb, które na 100 wystrzałów zrobionych z moździerzy, trafiają w kwadrat danej wielkości.

Bok kwadratu m.	32	107		Waga bomb
Doniosłość w m.	1.067	2.561	4.055	
$\frac{1}{2}$ pud. gwintow. moźdz.	29	49	41	kg. 33.1
2 „ gładki „	11	28	13	34.6

Powyższe tablice przekonywają, o znacznej przewadze dział gwintowanych nad gładkimi pod względem celności, zwłaszcza, przy strzelaniu na większą odległość.

Liczba bomb trafionych w kwadrat		Liczba bomb nie trafionych w kwadrat	
32	107	32	107
1.067	2.561	1.067	2.561
4.055	10.000	4.055	10.000

Odczyt 5.

Opisawszy w poprzednim odczycie urządzenie dział francuzkich górnych, polowych, oblężniczych i wałowych, wypada nam teraz zająć się działami gwintowanymi morskiej artyllerji. Francuzcy morsecy artyllerzyści w kwestji dział gwintowanych, trzymali się tej samej zasady co i lądowi; starali się zużytkować bogaty zapas dawnego uzbrojenia, i próbowali przerobić gładkie działa na gwintowane. Wiemy już, że działa gładkie używane we flocie, są prawie wszystkie z lanego żelaza; musiano więc zbadać, czy działa takie przerobione na gwintowane, mogą odpowiadać warunkom niezbędnym w terażniejszych czasach dla morskiej artyllerji.

Artyllerja morska, działając przeciwko pancernikom, czyli okrętom obitym grubą żelazną blachą, stanowiącą pancerz statku, powinna mieć pociski posiadające ogromną siłę uderzenia, a więc waga i szybkość ruchu tych pocisków powinny być jak największe. Doniosłość strzałów dział morskich powinna być jak największą, gdyż to daje możność skutecznego działania z najdalszych przestrzeni przeciwko nieprzyjacielowi. To wszystko przekonywa, że artyllerja morska w obecnych czasach wymaga dział największej potęgi, t. j. mających wielki kaliber, ciężki pocisk, strzelających dużym nabojem, a to dla nadania wielkiej szybkości pociskowi

i dla rzucenia go na znaczną odległość; nareszcie pocisk powinien mieć wielki nabój wewnętrzny, aby siła rozrywająca go na odłamy, była o ile można największą. Działa takie są ciężkie, ale też wielki ciężar nie stanowi w nich tak ważnej wady, jak w innych rodzajach artyllerji. Zauważyć potrzeba, że w tych działach gwinty nie powinny psuć się od użycia pocisków okrągłych; dotąd bowiem kule okrągłe używane są w morskiej artyllerji, gdyż przy stosunkowo małej swój wadze nabierają ogromnej szybkości od wielkich naboí, i przez to, działają ze znaczną siłą na blizkich przestrzeniach.

Główna wada lanego żelaza, jest mały opór sile rozrywającej gazów prochowych; ten opór będzie mniej skutecznym przy użyciu wielkich naboí pod ciężkie podłużne pociski. Aby dawne działa z lanego żelaza mogły wytrzymać skutecznie działanie rozrywające prochu, potrzeba zwiększyć opór temu działaniu, a zarazem zmniejszyć o ile można działanie rozpierające pocisku podłużnego, czyli zapobiedz klinowaniu się jego w kanale.

Dla osiągnięcia pierwszego celu, Francuzi używali początkowo obręcze z kutego żelaza, któremi ściskano denną część działa, jako wystawioną na największe parcie gazów. Liczne doświadczenia pokazały, że takie obręcze niedość wzmacniają działa największych kalibrów. Wtedy zaczęto używać obręczy z lanéj stali, i zdaje się, że otrzymano rezultaty najlepsze; gdyż ostatecznie przyjęto ten sposób wzmacniania dział z lanego żelaza. Obręcze nakładają się na część działa odpowiadającą miejscu, gdzie leży nabój i pocisk przed wystrzałem. W największych kalibrach używają nawet dwóch rzędów obręczy z lanéj stali, jeden na drugi nałożony. Obręcze te naciskają się rozpalone na działo, aby stygnąc, ściskały go jak najmocniej; przez to zapobiega się nadpękaniu działa, i niedopuszcza się zwiększenia egzystujących już nadpęknięć. W razie rozerwania działa, obręcze nie dają się rozlecieć w strony odłamom jego, a tém samém, zmniejszają niebezpieczeństwo od takich wypadków wyniknąć mogące. Francuzi za pomocą obręczowania przerobili na gwintowane wszystkie

wielkie działa, zaczynając od armat 30-funtowych. Wiele z tych ostatnich dotąd nie wzmocniono stalowemi obręczami; ale takie działa nie mogą strzelać wielkimi nabojami, i powiadają, że kilka wypadków rozerwania dział nieobrzeczowanych wzbudziło nieufność do nich we flocie.

Dla osiągnięcia drugiego celu, t. j. dla zmniejszenia rozpierającego działania pocisku na działo, nadają gwintom formę postępującą (progressive), czyli, że skręt gwintu nie jest jednakowy na całej przestrzeni działła: u dna kanału bywa skręt najmniejszy, tak, że gwint zaczyna się po linii prostej równoległej do osi działła; następnie po trochu coraz więcej się skręca, i nareszcie u wylotu skręt ten odpowiada szybkości ruchu wirowego jaki chcą nadać pociskowi. Krok takich gwintów nie jest stały; każda cząstka gwintu, jako mająca inny skręt, ma też odpowiednią wielkość kroku, która będzie największą dla denniej części działła i najmniejszą w części wylotowej. W praktyce skręt takich gwintów oznacza się zwykle wielkością kroku odpowiadającego wylotowej części gwintu, albo też kątem jaki robi z osią działła ostatnia część gwintu u wylotu. We francuzkich działach, o których tu mówić będziemy, kąt ten jest 6 lub $6\frac{1}{2}$ stopni. Te gwinty nazywają parabolicznemi, dla tej przyczyny, że wyobraziwszy sobie powierzchnię kanału rozwiniętą na płaszczyźnie, gwint przy rozwijaniu przybiera kształt krzywej linii parabolą zwaną.

Cel urządzenia gwintów postępujących jest ten, że pocisk w skutek pierwszego uderzenia gazów prochowych nabiera ruchu postępującego; a ponieważ gwinty nie pozwalają palcom iść w tym kierunku, dla tego pocisk po uderzeniu palcami o strzałowe boki gwintów, z konieczności nabiera ruchu wirowego. Czem cięższy pocisk, tem trudniej nadać mu ruch wirowy, skutkiem czego większe będzie tarcie palców o strzałowe boki gwintu i większe klinowanie pocisku w kanale. Zapobiega się temu w znacznej części, jeśli, jak się to dzieje przy gwintach postępujących, pozwoli się pociskowi ruszyć z miejsca bez żadnego prawie ruchu wirowego i nabierać go stopniowo.

Doświadczenie pokazało, iż działa najczęściej bywają rozrywane w kierunku średnicy kanału. Widocznie, iż w takim razie potrzeba przewyciężyć opór części *AB* i *CD* (Fig. 25), mniejszy niż części *EF* i *GH*, gdyby rozerwanie działa nastąpiło po cięciwie *EH*. Każdy gwint na swą głębokość zmniejsza grubość ściany działowej, przez co zmniejsza się opór ścian rozrywaniu. Jeśli dwa gwinty są na jednej średnicy kanału, to opór działa rozrywającej sile prochu, zmniejszy się odpowiednio podwójnej głębokości gwintu. Dla tego liczba gwintów powinna być nieparzystą, zwłaszcza w działach z lanego żelaza. Francuzi w działach morskich przyjęli trzy gwinty, przekonawszy się, że ta liczba jest dostateczną dla dobrego kierowania pocisku; przytem nie wielka liczba palców ułatwia przysposobienie i użycie pocisków. Obydwa boki gwintu mają prawie jednakową dość znaczną spadzistość, aby forsowanie pocisku nie było silne. Kąty wewnętrzne gwintów zaokrąglono dla zapobieżenia rozrywania dział po tych linjach. Szerokość i głębokość gwintów zależy od wagi pocisków, a tem samym od kalibru działa.

Mówiłem, że dla zapobieżenia bicia się pocisku w kanale działa, potrzeba robić po dwa palce na każdy gwint; dwa szeregi palców mają być jak najdalej jeden od drugiego, i każda para palców odpowiadająca jednemu gwintowi, powinna być umieszczona na pocisku w kierunku skrętu gwintu, na przestrzeni odpowiedniej odległości dwóch palców. Zastosowanie tego bezpośrednio, jest niemożliwem przy użyciu gwintów postępujących; gdyż zagięcie gwintu na pewnej przestrzeni, odpowiadającej odległości dwóch palców, jest ilością zmienną. Jeśli dla części wylotowej gwintu, gdzie skręt prędszy, potrzeba ustawić palce w kierunku *ab* (Fig. 26), to dla innych części gwintu kierunek ten powinienby się zmienić np. na *cd*, t. j. potrzeba zmienić przestrzeń *be* odpowiadającą zagięciu linii pary palców, lub też linię *ae* odległości dwóch szeregów palców. Dla tego przynajmniej jeden palec na każdy gwint musiałby być ruchomy, co jest niemożliwem; gdyż suwane palce nie wypełniłyby głównego przeznaczenia, nie mając

dostatecznej siły do nadania pociskowi ruchu wirowego. Zatem na każdy gwint działa musi być tylko jeden palec kierowniczy; doświadczenie przekonało, iż najlepiej ustawić te palce około środka pocisku, przeciwko przecięciu odpowiadającemu środkowi jego ciężkości, jak *A* (Fig. 27). Dla zaradzenia biciu się pocisku w kanale, i żeby oś jego była na osi działa a przynajmniej równoległą, z przodu lub z tyłu pocisku, albo też w obu miejscach, robią małe palce, rodzaj czopków (tenons), jak *b* i *c*; średnica ich powinna być małą, aby nie dotykały do boków gwintu; wysokość ich równa wysokości palców kierowniczych, dla tego dotykają się one do dna gwintu, odosobniają od kanału pocisk, nie pozwalają mu bić się i klinować sobą kanał. Od r. 1863 Francuzi wprowadzili u siebie pociski mające pośrodku palce kierownicze, jak *A*, i z przodu czopki jak *b*. Z tyłu, zamiast czopków, znajdują się osobne palce szerokości gwintu, i mające wysokość równą odstępowi pocisku; te brązowe palce zwane blaszki (plaques), znajdując się naprzeciw przedziałów gwintów, wchodzą w przestrzeń pomiędzy kanałem i pociskiem, i sobą odosobniają takowe. Podobno przy użyciu takich blaszek, czopek *b* z przodu robią tylko dla jednego gwintu, gdyż to dostatecznie odpowiada celowi. Palce kierownicze mają kształt czopków walcowych, których boki odpowiadające dnu pocisku i strzałowym bokom gwintów ścięte nieco ukośnie; pierwsze ścięcie robi się w celu ułatwienia wkładania pocisku do kanału działa, drugie dla ułatwienia forsowania pocisku w kanale. Palce robią się z cynku; w niektórych pociskach strzałowe tylko boki palców są z cynku i opierają się o wydatności odlane wraz z samym pociskiem. W pociskach największej wagi, robionych z lanej stali, palce kierownicze są z miedzi.

Co do zewnętrznego kształtu, pociski marynarki francuskiej mają przednią część ostrą; długość jej jest około połowy całej długości pocisku, który miewa do 2½ kalibrów; tylna część pocisku jest prawie płaska.

Z dawnych dział przerobiono na gwintowane: 18-funt., 30-f., 50-f. i 22 c. m.; oprócz tego odlewają nowe działa cięższe

tych samych kalibrów, tudzież inne większe. Działa te nazywają się według wielkości kalibru. Następująca tablica obejmuje w sobie główne dane, jakie można było zebrać o działach tego systematu.

A r m a t a	Kaliber	W a g a		
		działa	pocisku	naboju
	c. m.	kg.	kg.	kg.
14 c. m., dawna 18 f.	13.87		gran. 20	2.5
16 „ „ 30 „	16.48	5.000	kula 45	12
19 „ „ 50 „	19.4	8,000	gran. 45	5.2
22 „	22.33		gran. 82	6
24 „	24	14.000	kula 144	20
26 „	26.1		kula 180	25

Doniosłość i celność strzałów tych dział wskazuje następująca tablica:

Kąty podniesienia	5°30'	10°15'	15°15'	25°15'	30°30'	35°15'
	Doniosłość strzałów, w metrach.					
16 c. m. armata	1.740	2.940	4.035	5.430	5.965	6.185
19 „ „	1.715	2.770	3.875	5.200		5.995
	Średnia niedokładność doniosłości, w metrach.					
16 „ „		30.8	47.0	73.5	80.6	95.8
19 „ „		52.3	55.9	81.8		109.8
	Derywacja pocisku, w metrach					
16 „ „	5.0	24.4	32.2	123.5	211.5	258.0
19 „ „						
	Średnia niedokładność derywacji, w metrach					
16 „ „	2.2	4.4	5.8	13.4	13.9	17.3
19 „ „	2.8	3.7	5.1	7.5		15.8

O celności strzałów z dział 22 c. m., można sądzić z doświadczeń w Wersalu; gdzie przy strzelaniu na odległość 3200 m., wszystkie pociski padały w czworobok 22 m. długi i 11 m. szeroki.

Oprócz wyżej opisanych dział gwintowanych morskiej artylerji, na małych łodziach używają działka spiżowe, zwane perriers. Kaliber ich 5c.m.,3; waga około 84kg.; gwinty 3 postępujące, ze skrętem u wylotu na 6°23'. Doniosłość granatu podłużnego ważącego 1kg.1, wystrzelonego nabojem 0kg.12, jest przy 15° podniesienia 2,435 m., a przy 35°—3.375 m.

Przy strzelaniu z dział gwintowanych morskich, Francuzi używają pomiędzy nabojem a pociskiem flejtucha (valet) z kłaków, siana lub porostu wodnego (algue); długość flejtucha bywa 10—20 c. m. Jednakże liczne doświadczenia zrobione w r. 1864 z 14 c. m. gwintowanymi działami, przekonały, że szybkość początkowa pocisku i dokładność strzału znacznie się zwiększa, nie używając flejtucha i zostawiając około 10 c. m. pustego miejsca pomiędzy dnem kanału a nabojem; sprężystość powietrza będącego za pociskiem, przyczynia się do uregulowania ruchu jego. Być może, że skutkiem wspomnianych doświadczeń, taki sposób nabijania przyjętym został w morskiej francuskiej artylerji.

Jednocześnie z udoskonaleniem opisanych dział, marynarka francuzka robiła liczne doświadczenia nad działami gwintowanymi nabijanymi z tyłu. W ostatnich czasach przyjęto takie działa w morskiej artylerji, tak, że obecnie znajdują się w użyciu na flocie działa gwintowane nabijane z przodu i nabijane z tyłu. O tych ostatnich powiem we właściwym czasie.

Z kolei opiszę dwa systematy dział angielskich nabijanych z przodu, strzelających pociskami palczastymi.

Pierwsze z tych dział, po 6-letnich porównawczych doświadczeniach robionych przez osobną komisję nad 9ciami różnymi systematami ¹⁾, ostatecznie przyjęte w końcu 1865 r. i wprowadzone jako normalne uzbrojenie floty angielskiej. Komisja stanowczo odrzuciła wszystkie działa nabijane z tyłu; we właściwem miejscu, opisując systematy dział nabijanych z tyłu, powiem co było powodem téj decyzji. Działa te na-

¹⁾ Jeffery, Britten, Thomas, Lancaster, Haddan, Scot, Armstronga nabijane z tyłu i nabijane z przodu, nareszcie Woolwich.

zywają się działami Woolwich, od miejsca, gdzie doświadczenia były robione; są one pewną zmianą systematu dział morskich francuzkich przez nas opisanych. W ciągu doświadczeń działa te nazywano francuzkami, gdyż pierwszy model zrobiony był na podstawie wiadomości zebranych o doświadczeniach francuzkich w Gâvre; ważniejsze zmiany zrobiono w ciągu samych doświadczeń. Opiszę w krótkości działa Woolwich, wykazując głównie czém się różnią od dział francuzkich.

Doświadczenia robione były nad działami 7-calowemi (17 c.m.78), i takie działa przyjęto jako normalne uzbrojenie. Teraz robią działa tego systematu kalibrów 8 c. (20 c.m.32), i 9 c. (22 c.m.86).

Z początku Anglicy użyli do tych doświadczeń dawne działa gładkie z lanego żelaza 32-funt. kalibru, stosownie rozśrubowane i nagwintowane; doświadczenia jednakże pokazały, że lane żelazo nie wytrzymuje wielkich naboí. Dla tego działó Woolwich, jak i większa część innych dział gwintowanych angielskich, o których później powiem, ma kanał z kutéj stali; na zewnątrz okrażono go i ściśnięto kilkoma warstwami powłók z kutego żelaza zwykłego, albo też sztabami nawijanego (fer forgé à rubans). Na Fig. 28 wskazane przecięcie działá Woolwich płaszczyzną pionową przez ós przechodzącą.

Działó 7 c. waży 7,570 kilogrammów, ma 3 gwinty szerokości 53mm.0 i głębokości 6mm.35; przecięcie gwintów jednakowe z francuzkami. Gwinty są postępujące, tak, że krok odpowiedni wylotowéj części jest 37 kalibrów, czyli 6m.579 co odpowiada kątowi skrętu 4°51'.

Długość pocisków 2 kalibry, przód kształtu półkuli, tył zupełnie płaski (Fig. 29). Pociski robią się z lanego żelaza, odlewając je w zimne żelazne formy, według wynalazku oficera artyllerii angielskiej Palisera; przez to powierzchnia ich od nagłego stygnięcia nabiera nadzwyczajnéj twardości; tak, że w działaniu przeciwko twardym przedmiotom nie ustępują prawie pociskom z lanéj stali. Pocisk ma 6 bronzowych palców: tylne są kierownicze, przednie małe, służą do utrzymania

równoległości osi pocisku do osi działa. Odstęp normalny pocisku od kanału działa 2mm.03, a odstęp normalny palców kierowniczych od dna gwintu 1mm.27. Waga pocisku wraz z wewnętrznym nabojem 45kg 36. Cena pocisków robiąc nie mniej jak 1000, wypada każdy po 13 fr. 47.

Działa te wytrzymały z dobrym skutkiem liczne i różne porównawcze doświadczenia, i ze wszystkich dział próbowanych, one najlepiej odpowiedziały głównym wymaganiom praktyki bojowej. W następującej tablicy zebrane niektóre dane co do strzelania z tych dział. Do granatów podłużnych użyto trzech naboii stosunkowej wagi $\frac{1}{3.5}$, $\frac{1}{5}$ i $\frac{1}{4}$; a do strzelania kulami okrągłemi, ważącemi 19kg.68, użyto naboii stosunkowej wagi $\frac{1}{3.5}$ i $\frac{1}{2}$.

Kąty podniesienia działa			2°			5°			10°		
	Waga naboju	Szybkość początkowa	Doniosłość			Doniosłość			Doniosłość		
			donio- słości	zbo- czenia	Srednia niedokła- dność	donio- słości	zbo- czenia	Srednia niedokła- dność	donio- słości	zbo- czenia	Srednia niedokła- dność
	kg.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
Pocisk podłużny	5.443	403.9	1.045	10.5	0.45	2.089	42.2	1.4	3.574	19.9	6.6
	9.072	473.0	1.265	26.6	0.75	2.321	21.1	2.7	3.978	29.0	5.2
Kula okrągła	11.340	490.4	1.322	18.2	1.8	2.483	32.8	2.4	4.175	23.4	8.3
	5.443	524.6	1.140	49.8	4.8	1.935	82.5	7.1			
	9.072	634.3	1.257	58.2	3.7	2.046	38.4	10.8			

Drugi systemat, który w doświadczeniach angielskich okazał się prawie równie dobrym jak i powyższy, jest systemat dział nabijanych z przodu z podwójnemi gwintami (shunt-gun), wynaleziony przez Armstronga w końcu 1859 r. Działa te robią się z żelaza kutego, nawijanego sztabami, i odróżniają się od innych, użyciem osobnych granatów odcinkowych (segment-shell).

Każdy gwint takiego działa, w pewnej odległości od dna rozszerza i dzieli się na dwie części: nabojową i strzałową, odpowiadające dwóm bokom gwintu. Nabojowa część gwintu *a* (Fig. 30 i 31) od wylotu do końca *l* wszędzie ma jednakową

głębokość, tak, żeby palce pocisku przy znacznym odstępnie z łatwością mogły weń wchodzić. Głębokość strzałowej części gwintu *b*, zaczynając od przecięcia *AK*, do samego wylotu ciągle się zmniejsza, tak, że u wylotu średnica kanału, odpowiadająca strzałowej części gwintu, jest nieco mniejszą od średnicy pocisku wraz z palcami. Boki gwintów są prawie pionowe do powierzchni kanału. Szerokość gwintu w częściach *b* i *l* równa grubości palców pocisku, a w części *a* nieco większa. Przy nabijaniu pocisk wkłada się palcami w nabojuowe gwinty; omyłka przy wkładaniu pocisku nie podobna, bo w strzałowe gwinty palce nie wejdą. Przy wpychaniu pocisku, gdy palce dojdą do miejsca *CD*, napierają na bok *c* i przychodzą do części gwintu *l*, gdzie dotykają jednocześnie obu boków. Przy wystrzale, palce naciskając na strzałowe boki gwintów przechodzą z części *l* przez *c* w *b*, i tam, w skutek zmniejszającej się głębokości gwintów, pocisk sam automatycznie forsuje się; oś jego nabiera stałego kierunku względem osi kanału, co znacznie przyczynia się do regularności i celności strzału. Ten dowcipny sposób urządzania gwintów dał bardzo pomyslnie rezultaty, jak tego dowiodły doświadczenia. Kanał dział tych nie jest regularnie walcowy; kaliber jego u dna jest nieco większy, w celu, ażeby po wystrzale pozostająca nieczystość prochowa nie utrudniała nabijania. Zmniejszenie to kalibru ku wylotowi robi się na 1mm.0 lub też 1mm.3

Pociski używane do tych dział, są trzech rodzaj: granaty i pociski pełne podłużne, zwyczajnego kształtu, a także pociski odcinkowe. Wszystkie te pociski mają na swęj powierzchni po pięć cynkowych palców na kaźden gwint.

Zewnętrzny kształt pocisku odcinkowego, podobny do zwykłego podłużnego pocisku. Sciany jego są cienne; na dno wstawione nakłada się pewna liczba kólek (Fig. 32 i 33). kaźde złożone z kilku odcinków. Dla utrzymania dna i odcinków we właściwej pozycji, zalewają je ołowiem; i aby na osi pocisku zostawić próżnię dla wewnętrzneho naboju, w czasie zalewania ołowiem, umieszcza się stalowy walec. W próżnię pocisku wkręca się żelazna rurka z nabojem, a z przodu za-

palnik odległościowy lub perkusyjny. Cel urządzenia takiego pocisku jest, aby za pomocą jego zamienić wszystkie rodzaje pocisków dotąd używanych: jeśli włożono rurkę z wewnętrznym nabojem i zapalnikiem, to pocisk odcinkowy działa jak zwykły pełny; przy włożeniu rurki z nabojem i zapalnikiem, pocisk ten ma zastąpić granaty, szrapnele i kartacze. Praktyka jednakże pokazała, że działanie tych pocisków nie zawsze jest zadawalniające; dla tego, jak powiedziałem, oprócz nich używają i zwykłych pocisków podłużnych, pełnych i wydrążonych.

Działa Armstronga nazywają się wedle rzeczywistej wagi pocisku odcinkowego którym strzelają. W następującej tablicy zebrane są główne dane, dotyczące budowy dział Armstronga z podwójnemi gwintami.

	Kaliber					W a g a		
	c. m.	kal.	kal.	Liczba gwintów	Długość pocisku	Działa		Naboju
						Granatu zwykłego		
12-funt. armata .	7.62	22.6	35	3		4.22		0.68
70 " " .	16.26	14.8	45	3	2.57	3.048	34.0	4.99
110 " " .	17.78	18	38	6	2	7.113	49.9	5.44
180 " " .	23.42	11.27	55		2.09	6.604	89.6	9.98
300 " " .	26.67	11.9	65		2.28	12.192	136.6	15.95
600 " " .	33.78	10.79	65	10	2.23	23.270	272.2	40.82
7-calowy moździerz	17.78	4.7	32		2.36	767	36.5	4.08

Dla dział 180, 300 i 600-funtowych, oprócz pocisków z lanego żelaza, robią się także i z lanej stali, aby działanie takich pocisków było jak największe na przedmioty stawiające wielki opór.

Główną uwagę zwrócić wypada na działo 600-funtowe, którego pierwszy okaz odlany w Anglii w r. 1863, nazwano Big-Will. Jestto największe działo gwintowane, jakie do 1866 r. było zrobione. Zeby lepiej sądzić o jego wielkości, przypomniemy, że najcięższe z dział gładkich francuzkich — 27 c. m. granatnik morski — waży 5,200 kg., a najcięższe z dział

gładkich moskiewskich — 3-pudowa bombowa armata — waży 6,306 kg.; wtenczas kiedy działo 600-funtowe Armstronga waży 23,270 kg., czyli cztery razy więcej jak wyżej wskazane gładkie działa. Długość całego działa jest 4m.572, a kanału 3m.657; krok gwintu ma 65 kalibrów, czyli 21m.958, co odpowiada skrętowi gwintu na 2°46'; grubość ścian u dna jest 0m.53; średnica zewnętrzna działa u czopów 1m.40. Granat ważący 272kg.2, ma długości 0m.762 i mieści w sobie wewnętrzny nabój 18kg.144; nabój używany pod ten granat waży 40kg.82. Dla podnoszenia tych ogromnych pocisków przy nabijaniu działa, urządzono osobną machinę; do obsługi działa potrzeba 20stu ludzi; przy wprawie w obchodzeniu się z tem działem, przerwa między strzałami nie jest większą nad 3³/₄ minuty. Strzelając kulą podłużną, wydrążoną z tyłu, ważącą 231kg.3, nabojem w ¹/₇ czyli 31kg.751, szybkość początkowa jest 384m.0; doniosłość przy 1° podniesienia 708 m, przy 2°—1,065, przy 5°—2,148 i przy 10°—3,792 m. Przy strzelaniu pod kątem 5° średnia niedokładność w doniosłości była 23m.8, a pod kątem 10°—49m.4; średnia niedokładność w zboczeniu przy kącie 5° była 0m.7 i przy 10°—2m.6. Dając największy kąt podniesienia—23°, otrzymano doniosłość 6,766 m., średnią niedokładność doniosłości 82 m. i średnią niedokładność zboczenia 2m.6. O sile uderzenia pocisków Armstronga powiem w przyszłym odczycie.

Teraz dodam, że Moskale w 1864 r., w skutek pomyślnych doświadczeń nad opisanemi działami Armstronga dokonanych, postanowili wszystkie swe działa gwintować na wzór tego systematu. Budowa dział pozostała poprzednia, z tą różnicą, że krok gwintów nieco zmniejszono. Przytem działa 4-funt. polowe, 12 i 24-funt. ciężkie wałowe odlewają się tylko ze stali; działa te robią się dla Moskali w pruskiej fabryce Krupa w Essen (Westfalji). Z dawnych dział gwintowanych skasowano 8-funt. armatę polową, a przyjęto dla brzegowych baterji nowe działo ze stali 8-calowe. Dla większych dział stalowych, na wypadek działania przeciwko pancernym okrętom, oprócz pocisków z lanego żelaza, przyjęto także pociski

z lanéj stali systematu Anglika Whitwortha. Pociski te (Fig. 34) są płaskie z przodu i bez zapalą; dno odkręca się dla wkładania w próżnię wewnętrznego naboju; zapalnik niepotrzebny, gdyż pocisk uderzając o żelazny pancierz okrętu, rozpala się i komunikuje ogień wewnętrznemu nabojowi; czasami nabój wewnętrzny obwijają we flanelę, aby nie bardzo prędko się zapalał. Oprócz zwykłych palców z miedzi, po dwa na gwint w 12 i 24-funt., i po cztery w 8-cal. działach, pociski te mają jeszcze inne nie wielkie palce *a* z cynku, odpowiadające przedziałom pomiędzy gwintami i mające na celu zupełne odosobnienie pocisku od kanału działa. Dla strzelania z dział stalowych pociskami stalowymi, używają Moskale prochu pryzmatycznego.

Oto są niektóre dane, co do stalowych dział drugiego systematu moskiewskiego.

	Kaliber	Długość kanału	Krok gwintów	Liczba gwintów	Waga dział	Pocisk z lan. żel.		Pocisk z lanéj stali	
						Waga pocisku	Waga naboju	Waga pocisku	Waga naboju
	c. m.	kal.	kal.		kg.	kg.	kg.	kg.	
4-funt. armata . . .	8.76		18.8	6	295	6.1	0.61		
12 „ „ . . .	12.27	22.4	21.6	6	1.851	18.7	2.46	18.4	4.92
24 „ „ czyli 6-cal. . .	15.32	21.3	21.9	6	3.767	35.4	4.92	37.4	9.84
8-cal. armata . . .	20.32	19.75	49.5	12	7.797			77.8	10.2

Moskale według tego systematu mieli jeszcze urządzać działa 9-cal. (22cm.88) i 11-cal. (27cm.94); ale w tym czasie powtórnie zmienili system swych dział gwintowanych, wprowadzając działa nabijane z tyłu.

Odczyt 6.

2. Działa gwintowane nabijane z przodu, strzelające pociskami żebrowatemi.

Ze wszystkich systematów dział gwintowanych tej kategorii, na największą uwagę zasługują działa angielskie Whitwortha, które najpierw opiszę.

Działa Whitwortha, robią się z pewnego rodzaju laney stali miękkiego gatunku, z małą ilością węgliku (fer homogène). Stal ta odlewa się w stosowne bryły, następnie pod młotami nadają im należyty kształt, potem toczą i świdrują. W działach wielkich, robią nadto obręcz z laney stali, któremi ścisną denną część działa. Kanał w przecięciu ma kształt równobocznego sześciokąta (Fig. 35), z wypukłymi bokami i zaokrąglonymi kątami; z powodu tego forma rzeczywista kanału jest 24-kątowa. Kalibrem działa nazywa się średnica kanału w najszerszej części. Zaokrąglone kąty zastępują miejsca gwintów i cały kanał jest jakby sześciokątnym pryzmatem, skręconym, stosownie do kroku jaki odpowiada skrętowi gwintów. Pociski robią się z lanego żelaza, mają także kształt skręconego sześciokątnego pryzmatu (Fig. 36), z owalną przednią częścią i ściętą owalną tylną częścią. Żebra tego pocisku zastępują miejsce palców i tarcie swym o boki kanału zmuszają pocisk do nabrania ruchu wirowego. Normalna

długość pocisku jest 3 kalibry; ale Whitworth, stosownie do potrzeby, używa dłuższych lub krótszych pocisków. Długie pociski, 4 i więcej kalibrów, używa do strzelania na daleką doniosłość nabojami stosunkowo wielkimi; krótkie zaś, nieco więcej niż 1 kaliber, z zaokrąglonemi obudwoma końcami, używa do strzałów podskokowych (à ricochet). Wnętrze pocisków wydrążonych napelnia się prochem, i w zapal, znajdujący się z przodu pocisku, wśrubowyywa się zapalnik odległościowy. Normalna stosunkowa waga naboju jest $\frac{1}{6}$. Oprócz pocisków wydrążonych, używają się czasami pociski pełne; a do działania przeciwko pancernym okrętom, Whitworth zaproponował, jakiem już mówił, pociski z lanéj stali, z płaską przednią częścią i bez zapalu (Fig. 34). Płaski przód, nie dopuszcza ślizgania się pocisku przy uderzeniu w pancerz, i dla tego, łatwiej się weń wbija; nabój wewnętrzny obwinęty flanelą zapala się od metalu pocisku, rozpalonego przez uderzenie w żelazną blachę pancerza okrętowego. Pociski te, w czasie doświadczeń dały najlepsze rezultaty.

Działa i pociski Whitwortha, z powodu swéj skomplikowanéj budowy, potrzebują bardzo dokładnego wykonania. Tarcie się bezpośrednie twardego metalu pocisku o takiż metal działa, wymaga największój akuratności w kształcie pocisku i kanału, jak również ażeby obadwa były jak najgładziej odrobione, czyli wygładzone. Najmniejsza nieregularność, bywa przyczyną klinowania się pocisku, i rozerwania działa. Przy wydoskonaleniu mechanicznych środków w Anglii, Whitworth z łatwością może urządzać dokładnie swe działa i pociski; przez co nie daje im większego odstępu nad 2mm.5; tylko w największych działach odstęp ten jest nieco większym. Przy tak małym odstępie, nieczystość prochowa zostająca po wystrzale mogłaby utrudniać nabijanie działa; dla zaradzenia temu, do tylnej części pocisku przymocowują pewnego rodzaju szpigiel z tłuszczowym flejtuchem (Fig. 37), któren oczyszcza i wysmarowuje kanał działa. Mały odstęp przy dobrem odrobieniu pocisku i kanału działa, zapewnia regularny ruch wirowy pocisku około swéj osi; znaczna dłu-

gość pocisku, a tem samem wielka waga jego, stosunkowo do poprzecznego przecięcia, zmniejsza działanie oporu powietrza na pocisk. Te dwie przyczyny, są powodem, że działa Whitwortha odznaczają się ogromną doniosłością i celnością strzałów, porównawczo z innymi działami gwintowanymi.

Działa Whitwortha nazywają się według rzeczywistej wagi pełnego pocisku jakim one strzelają. W następującej tablicy, zebrane są główne dane, dotyczące budowy tych dział.

	Kaliber	Długość kanału	Krok gwintu	W a g a		
				działa	po- cisku	na- boju
				kg.	kg.	kg.
1 f. armata	3.33	32	15.3	45	0.46	0.077
3 " "	4.77	28	16.0	130	1.37	0.228
6 " "	6.05	26	16.8	246	2.73	0.455
9 " "	6.91	26	18.4	370	4.10	0.683
12 " "	7.62	26	18.3	492	5.46	0.910
32 " czyli 4 cal. arm.	10.52	21	18.1	1.668	14.6	2.43
70 " " 5 $\frac{1}{2}$ " .	13.46	20	18.9	3.810	31.9	5.31
150 " " 7 " .	17.78	18	18.6	7.366	68.4	11.40
300 " " 9 " .	22.88	15	17.8	14.733	148.1	24.68

Chociaż zwykle działa Whitwortha robione są z laney stali, ale mniejsze kalibry, do 12 f. robią się także ze spiżu; lecz te ostatnie nie dobrze wytrzymują silne działanie tarcia pocisków.

Następująca tablica wykazuje porównawczo doniosłości, dział Whitwortha z działami Armstronga, z podwójnymi gwintami-

	Waga		Doniosłość przy kątach podniesienia					
	pocisku pełnego	naboju	3°	6°	9°	15°	25°	33°
			kg.	kg.	m.	m.	m.	m.
12 f. arm. Armstronga .	5.26	0.81	1.452	2.342	3.044	4.303	5.454	6.180
12 " " Whitwortha .	5.44	0.81	1.487	2.438	3.339	5.166	6.855	8.037
70 " " Armstronga .	32.2	4.56	1.478	2.419	3.238	4.787		
70 " " Whitwortha .	31.9	4.56	1.601	2.692	3.700	5.647		

Nietylko doniosłość ale i celność dział Whitwortha jest bardzo znaczna; przy strzelaniu z 70 f. jego armaty pod 2^o podniesienia, średnia niedokładność zboczenia pocisku na doniosłości 1240 m. była zaledwie 1^m.80.

Wielka doniosłość, celność i znaczna siła uderzenia, są głównymi i ważnymi zaletami dział Whitwortha. Dla tego we wszystkich prawie artyllerjach, a zwłaszcza w angielskiej, robiono liczne nad nimi doświadczenia. Dotąd jednak działa te, nigdzie nie zostały wprowadzone jako normalne uzbrojenie; gdyż tarcie się bezpośrednie pocisku o kanał działa, bywa przyczyną klinowania pocisku i nareszcie rozerwania działa. Wyrabianie tych dział i pocisków, z taką dokładnością jak je robi Whitworth, bardzo trudne; przytem, z powodu nadzwyczaj małego odstępku, zabrudzenie kanału nieczystością prochową, bywa czasami przyczyną znacznego utrudnienia w nabijaniu.

Inne systematy dział strzelających pociskami żebrowatemi, jak Cavalli, Lancastra, Lenka, opiszę później. Tutaj skorzystam z wiadomości już udzielonych o urządzeniu głównych systematów dział gwintowanych nabijanych z przodu i obznajomię z działaniem pocisków podłużnych, przeciwko okrętom pancernym. W naszych bowiem czasach toczy się walka dotąd nie rozwiązana między artyllerzystami, i budowniczymi okrętów; pierwsi, starają się urządzić działa, któreby przebijały wszystkie panczerze okrętowe; drudzy dokładają wszelkich starań do zbudowania pancernika, którego by żadne pociski przebić nie mogły.

Mówiłem już dawniej, że do praktycznego zastosowania najlepszych nawet wynalazków, potrzeba zbiegu stosownych okoliczności. Jak działa gwintowane były wprowadzone w użycie o wiele później, niż je wymyślono; tak i projekt obijania okrętów żelaznemi blachami pozostawał długo w zaniedbaniu. Pierwsze doświadczenia z opancerzowanemi okrętami, robione były w Ameryce w r. 1812 przez J. Stevens'a, który zaproponował aby takimi okrętami bronić wejścia do Nowego-Jorku. W r. 1821 artyllerzysta francuzki Paixhans

w pismach swych dowodził o konieczności opancerzenia całej floty, wykazując że takie okręty będą mogły wszystko zniszczyć, nie narażając się prawie na żadne niebezpieczeństwa. Jednakże i potem, mało myślano o uzbrojeniu floty w pancerze żelazne. Dopiero od roku 1850, we wszystkich artyleryjach, a szczególnie angielskiej, francuzkiej i amerykańskiej, zaczęto robić systematyczne doświadczenia nad blachami metalowemi, w celu opancerzenia niemi okrętów i wzmocnienia wałów fortec morskich. Napoleon III wprowadził pierwszy w wykonanie myśl użycia pancernych okrętów; z jego to polecenia, jeszcze przed wojną krymską, zbudowano baterje pływające, obite żelazem, i jednocześnie przystąpiono do budowania takich-że okrętów. Mamy jeden tylko przykład walki baterji morskich pływających z baterjami brzegowemi; działo się to w r. 1855, przy ataku Kinburna przez 3 baterje pływające francuzkie, obite żelaznemi blachami grubości 11cm.43. Forty moskiewskie uzbrojone były w 81 dział gładkich różnego kalibru, największe 30 funtowe. Baterje pływające zbliżyły się do fortów na przestrzeń 550 do 650 metrów i zostały osypane gradem pocisków moskiewskich; w jedną z tych baterji *Le Devastation* trafiło 67 kul, bez najmniejszego uszkodzenia statku; kule odbijały się od pancierza, robiąc tylko wdrażenia, z których największe miały zaledwo 3cm.8 głębokości. Jednakże ogień moskiewski był tak silny, że kule wpadające przez strzelnice baterji zabiły lub raniły 10 ludzi.

Ten wypadek przekonał wszystkich o konieczności opancerzenia statków wojskowych, i zaczęto obijać żelazem nawet wielkie linjowe okręta. W 1861 r. ustanowiona w Anglii osobna Komisja do badań nad blachami pancernemi; komisja ta do r 1864 zrobiła wiele ważnych doświadczeń; niektóre z nich opiszę. Doświadczenia robione we Francji zachowywane są zwykle w wielkim sekrecie i dla tego, nie wiele faktów jest nam wiadomych. Od czasu wprowadzenia pancernych okrętów i dział gwintowanych, były tylko trzy ważniejsze przykłady użycia pancerników w rzeczywistych

bitwach: pierwszym jest walka dwóch amerykańskich statków pancernych, *Monitora* i *Merimaka* w r. 1862 w zatoce *Hampton*; drugim — atak fortecy południowców *Charlestonu*, przez flotę pancerną stanów zjednoczonych Ameryki w r. 1863; trzecim — bitwa morska *Austrjaków* z *Włochami* w r. 1866 pod *Lissą*. O pierwszych dwóch bitwach wspomnę w przyszłym odczycie, opisując artyllerię amerykańców; a o trzeciej nie mamy dotąd żadnych dokładnych wiadomości. Dla tego będę musiał poprzestać na opisanii doświadczeń robionych w różnych artylleriach, strzelając z dział gwintowanych w opancerzone okręty, lub też w tarcze, przedstawiające ściany takich pancerników.

Ściany pancernych okrętów urządzają wewnątrz z kilku warstw mocnego drzewa w różnych kierunkach ułożonego i opartego na mocnych podstawach żelaznych. Na zewnątrz tych ścian, tak zwanego materacu (*matelas*), przybijają żelazne blachy stanowiące pancerz (*cuirasse*) okrętu. Doświadczenie pokazało że blachy z lanego żelaza lub też z lanej stali, chociażby miękkiej, są zanadto kruche, i pękają przy uderzeniu wielkich pocisków. Dla tej przyczyny robią blachy zwykle z kutego żelaza; żelazo walcowane (*fer laminé*), t. j. przeciągane pomiędzy stalowemi walcami, używa się także na robienie pancerzy, chociaż ustępuje nieco w dobroci swój, żelazu kutemu. Grubość blachy w statkach pierwszej konstrukcji, jakieśmy widzieli, była 11cm.5; z udoskonaleniem artyllerii musiano zwiększać i grubość blachy, tak że w nowszych statkach robili ją 15cm.5 grubości; jednakże nie poprzestali na tem, i w ostatnich statkach grubość blach dochodzi do 25c. m. Rozmiary blach zależą od siły mechanicznej hut w których takowe wyrabiają. Wielkie blachy mają tę wygodę, że na powierzchni okrętu mniej jest miejsc, gdzie łączą się blachy, a które są najsłabsze w pancerzu; na przybicie wielkiej blachy mniej robi się dziur na gwoździe, a tem samem blacha jest mocniejszą. Lecz wielkie blachy trudniej wyrabiać w należnym gatunku. Anglicy używają wielkie blachy, długości 6m.10 i wysokości 1m.32; francuzkie są mniejsze i

mają 2m. długości i 70c. m. wysokości. Anglicy przymocowują swe blachy za pomocą 22ch. nitów (boulons), czyli wielkich gwoździ, które stożkową główką utrzymują blachę, a na drugim swym końcu, z wewnętrznej strony materacu, mają nakręconą mutrę. Francuzi dla umocowania blach pancerza używają 14 śrub (vis à bois), które wkręcają w drzewo materacu. Liczne doświadczenia zrobione w Anglii w r. 1865, przekonały anglików że śruby zrobione z dobrego żelaza nie tak łatwo ulegają niszczącemu działaniu pocisków; i rzeczywiście, często śruby od strzałów były zupełnie pocięte, i tarcza ze swym pancerzem podziurawiona, a śruby trzymały mocno w materacu, nie puszczając blachy; gdy tymczasem, nity prędko się łamią, lub wyskakują z blachy i materaca, czem ułatwiają zniszczenie pancerza. Urządzenie właściwe wewnętrznego materaca z drzewa, stanowi jedną z największych trudności budownictwa statków pancernych; wiele używano systematów, i w różnych statkach grubość materacu robią od 15c. m. do 1m. grubości. Francuzi urządzą materace z drzewa dębowego; anglicy zaś z innego drzewa (teck.) Często w skład materacu wchodzi w znacznej ilości sztaby żelazne w różnych kierunkach przeplecione, mające na celu wzmocnienie i zjednoczenie materacu. W ostatnich czasach przekonano się, że materac pancerza powinien posiadać sprężystość do pewnego stopnia; w takim razie uderzenie pocisków nie jest tak niszczącem dla blach pancerza. Anglicy wewnątrz okrętów pancernych wybijają jedną lub dwiema warstwami cienkiej blachy żelaznej, tôle zwanęj, grubości 1cm. 59; wewnętrzne wybicie ma tę dogodność, iż zmniejsza rozlatywanie kawałków żelaza i drzewa wewnątrz okrętu, jeśli ściany jego zostaną przebite pociskiem.

Opisawszy w głównych zarysach urządzenie statków pancernych w ogóle, teraz wyszczególnię kilka głównych typów pancerników marynarki angielskiej i francuzkiej. Jednocześnie opiszę doświadczenia z niemi; w Anglii robią się one po większej części w Shoebury-Ness, a we Francji

w Vincennes i w Gâvre. Zaczęę od marynarki angielskiej, mając o niej więcej wiadomości.

Warrior, urządzony na wzór jednego z pierwszych wielkich pancerników francuzkiej marynarki La-Gloire. Blacha pancierza ma grubości 11cm.43; grubość materacu 45cm.72; wewnątrz toł grubości 1cm.59. Jeden metr kwadratowy blachy pancierza waży 1,636kg. Robiono liczne doświadczenia nad tarczami tego rodzaju, które umocowują się zwykle albo na ziemi, lub też na statku przeznaczonym do zniszczenia (Fig.38). W 1861 r. strzelano z przestrzeni 183m., z działa gładkiego 68 f. nabojem 7kg.257, i z działa Armstronga 110 f. nabojem 6kg.350; pociski były z lanego żelaza. Tarcza została nie uszkodzoną. Strzelano z działa gładkiego amerykanina Horsfall kalibru 33cm.02; okrągła kula ważyła 127kg., nabój 33kg.566. Z przestrzeni 183m. tarcza była zupełnie rozbita; z przestrzeni zaś 732m. działanie pocisku było prawie żadne. W 1862 r. strzelano z odległości 549m. z działa Whitwortha 150 f. stalowym pełnym pociskiem ważącym 58kg.39 i nabojem 12kg.700; również stalowym granatem, mieszczącym w sobie 1kg.810 prochu. Obadwa te pociski przebiły tarczę zupełnie. Taki sam był rezultat kiedy strzelano z tego działa z przestrzeni 732m., chociaż, przy tych doświadczeniach tarcza była nieco mocniejszą, niż ściana statku Warrior. Przy tak silnem działaniu pocisków podłużnych 150 f. na tarczę typu Warrior, nie potrzebowano próbować jej pociskami Armstronga 600 f. z małych odległości; ale chciano wiedzieć jakie będzie działanie tego pocisku na znaczniejszych odległościach. W tym celu w końcu 1863 r. opisaną tarczę umocowano na starym statku w odległości 914m. od baterji. Wystrzał zrobiono pociskiem z lanego żelaza ze stalowym przodem; waga jego była 276kg.7; waga naboju 31kg.751; wewnętrzny nabój granatu był tylko 10kg.866 prochu. Pocisk trafiwszy w środek tarczy zniszczył ją zupełnie: otwór zrobiony na wylot tarczy miał 0m.61 szerokości i 0m.51 długości; blachy żelazne i drzewo były zupełnie popękane i podruzgotane; toł porwany i pomięty; wewnątrz statku znaleziono

wiele kawałów żelaza z pancerza, i jeden z nich ważył 180kg.; wszystkie prawie nity były połamane. Kiedy morze odpływało znaleziono na około statku osiadłego na mieliźnie, w odległości 60 do 90 metrów, masę odłamów żelaza i drzewa; widocznem było że granat pękł w samym środku grubości tarczy. Z doświadczenia tego można sądzić, jak wielkie zniszczenie było wewnątrz samego okrętu. Powszechnie uznano ten wypadek, jako stanowczy dowód niszczącej siły tych ogromnych pocisków i wielkiej przewagi dział nad pancernymi. W połowie 1864 r. chciano jeszcze zbadać działanie pocisku 600 f., na tarczę typu Warrior z odległości podwójnej od poprzedniej, czyli z 1829m. Dla braku stosownego pola doświadczeń użyto w tym celu następującego sposobu. Za pomocą elektro-balistycznego wahadła Navez, zmierzono szybkości pocisku na przestrzeniach 183 i 1372m. od wylotu, przy wystrzale nabojem używanym na odległość 1829m.; z tego łatwo wyrachować jaka jest szybkość pocisku na odległości 1829m., tudzież, jakim nabojem potrzeba wystrzelić aby na przestrzeni zwykłych doświadczeń 200 jardów, czyli 183m., szybkość pocisku była taką, jaką jest na odległości 1829m. przy strzelaniu stosownym nabojem. Te proste wyrachowania pokazały, iż trzeba użyć naboju 23kg. Zrobiono 4 wystrzały. Pierwszy granat uderzył naprzód o ziemię a następnie, po odskoku, w środek tarczy, przebijając ją na wylot; przytem zostały połamane i porozrzucane wszystkie prawie nity; blachy niektóre popękały, inne poodpadały od tarczy. Obecni doświadczeniom uznali, że gdyby pocisk nie uderzył uprzednio o ziemię i nie stracił znacznej części szybkości, mógłby tak samo przebić tarczę, nawet z przestrzeni podwójnej t. j. 2742m. Inne strzały trafiły w krawędzie tarczy, nie robiąc znacznych uszkodzeń; to przekonało, że przy tak małym naboju szybkość ruchu wirowego jest mała, a tem samem celność nie jest wielką. Oprócz kilku statków pancernych z tą samą grubością blachy i materacu jak Warrior, Anglicy mają jeszcze kilkanaście statków pancernych z tą samą grubością blachy 11cm 43, lecz z cieńszym materacem;

tak w pancerniku Enterprise materac ma 15cm.24 grubości.

Royal-Sovereign ma blachy 13cm.97 grubości, materac 43cm.86, a wewnątrz podwójna blacha tolu, każda grubości 1cm.59. Do tarczy tego typu strzelano w r. 1862 z różnych dział ustawionych w odległości 183m. Pociski okrągłe działa gładkiego 68 f. i podłużne działa Armstronga 110 f. nie mogły przebić tarczy. Ten mocniejszy pancierz nie mógł jednakże wytrzymać uderzenia pocisków większego kalibru. Działo Armstronga 300 f. przebiło tę tarczę pociskiem pełnym ważącym 134kg. wystrzelonym nabojem 20kg.412, także pociskiem wydrążonym ważącym 130kg. wraz z wewnętrznym nabojem 4kg.990. Działo Whitwortha 150 f. przebiło także tę tarczę granatem z płaską przednią częścią, ważącym 68kg.492 wraz z 2kg.722 prochu wewnątrz i wystrzelonym nabojem prochu 11kg.340. Oprócz tego pancernika Angliacy mają kilka innych, w których grubość blachy pancierza jest ta sama, ale materac ma 22cm.86 grubości, wewnątrz z jedną tylko blachą tolu.

Bellerophon jeden z najpotężniejszych ostatnich statków. Blacha pancierza ma 15cm.24 grubości; materac 25cm.40; wewnątrz dwie warstwy tolu, grubości razem 3cm.18; tym sposobem cała grubość ściany statku w miejscach najsłabszych jest 40cm.82. Jeden metr kwadratowy blachy pancierza waży 1902kg. Nad tarczą tego typu (Fig 39) zrobione były doświadczenia w 1863 r. Strzelano z odległości 183m. z dział gładkich 68 f., a gwintowanych Armstronga 110 f., Whitwortha 70 f. i Woolwich 7cal.; lecz działanie wszystkich tych pocisków było prawie żadne. Wtedy użyto dział Armstronga 300 f. i Whitwortha 150 f. Z pierwszego wystrzelono okrągłą stalową kulą ważącą 68kg.492, nabojem 15kg.876; szybkość początkowa 487m.7; szybkość w chwili uderzenia była 463m.3; pocisk wbił się w tarczę bez przebiccia jej na wylot, i działanie było prawie żadne. Z działa Whitwortha 150 f. strzelano stalowym granatem z płaskim przodem; pocisk wbił się w tarczę i w niej się rozerwał; chociaż blacha była na wy-

lot przebita, ale tarcza nie została znacznie uszkodzoną. W r. 1864 strzelano w Shoebury-Ness z działa Armstronga 600 f. w tarczę mocniejszą niż typ Bellorophon. Blacha tej tarczy była 16cm.51 grubości, materac 61cm., wewnątrz toł 2cm.54 grubości; razem grubość tarczy była 80cm. Wystrzelono z odległości 183m. pociskiem stalowym ważącym 276kg.6. nabojem 31kg.751; pocisk trafił w środek tarczy, przebił na wylot pancierz, materac i wewnętrzną blachę, a wyrwijając środek tarczy zniszczył ją zupełnie. Dla zbadania jakim będzie działanie pocisku pełnego 600 f. na taką tarczę w znacznej odległości 3658m, urządzono tarczę z blachą 16cm.51, grubości, materacem 45cm.72 i wewnętrzną blachą 3cm.17. Wyrachowano że z przestrzeni 256m. trzeba użyć naboju 18kg.144, aby pocisk w chwili uderzenia miał szybkość jaką posiada na odległości 3658m. przy strzelaniu nabojem zwykłym. Pocisk trafił w najmocniejszą część tarczy, tam gdzie były drewniane podstawy, grube na 90cm., służące do wzmocnienia tarczy. Pocisk przebił zupełnie pancierz i materac, a kawałki blachy i drzewa z siłą zostały rozrzucone na wszystkie strony.

Pancerniki angielskie dawniej obijano tylko w ważniejszych ich częściach blachami żelaznymi; nowsze statki robią się zupełnie opancerzonymi. Działa ustawiają się na wewnętrznych pokładach, albo też w basztach żelaznych, mogących się obracać około swjej pionowej osi.

Z dawniejszych pancerników francuzkich znaczniejszy jest La-Gloire. Blachy jego są grubości 12c. m., a materac 83c.m. Pocisk podłużny 14c.m. działa nie przebija tarczy tego typu. Pocisk stalowy podłużny 16c.m., ważący 45kg., wystrzelony nabojem 7kg.500, przebija tarczę z odległości 200m.; z odległości zaś 300m. przebija blachę zatrzymując się w materacu. Pocisk pełny stalowy, ważący 60kg., wystrzelony z działa stalowego 16c.m., nabojem 12kg., przebija tarczę z odległości 500m., a z 1000m. przebija tylko blachę, zatrzymując się w materacu.

Flandre ma blachy grubości 15cm. i materac 85cm. Pocisk stalowy 45kg. ważący, wystrzelony nabojem 7kg.500 z działa 16cm. z lanego żelaza, nie przebija tarczy tego typu. Strzelano doń także z działa 24c. m. z lanego żelaza. Z przestrzeni 20m. pocisk podłużny pełny, ze stali, ważący 144kg., wystrzelony nabojem 12kg. prochu, przebija blachę i zatrzymuje się w drzewie; ten sam pocisk wystrzelony nabojem 20kg. prochu przebija tarczę z przestrzeni 20m. Tarcza ta została także przebitą granatem stalowym mieszczącym w sobie, 1kg.500 prochu piorunującego, i wystrzelonym nabojem 20kg. z téj samej przestrzeni i z tego samego działa. Próbowano także sposobu wprowadzonego w użycie przez francuzów, sposobu jednoczesnego skoncentrowania pocisków całej baterji na jeden punkt pancernika. Użyto w tym celu dział gładkich 32cm., strzelających kulami stalowymi wagi 123kg., pocisk taki wyrzucony nabojem 20kg. z przestrzeni 20m. nie przebija tarczy, tylko w razie osłabienia jej poprzedniemi strzałami; przynajmniej 20 takich strzałów potrzeba skoncentrować na małą część powierzchni pancernika, aby go zmusić do opuszczenia pola bitwy.

Heroine ma blachy grubości 15c. m. i materace szczególnego urządzenia. Pociski podłużne stalowe 24c. m. przy naboju 20kg. prochu nie przebijają takiego pancerza, jeśli poprzedniemi strzałami nie był znacznie uszkodzony.

W pancernikach budowanych według ostatnich udoskonalień, do których należy La-Magnagnime, sciany są tak silne, że pociski podłużne 24c. m. przebić ich nie mogą. Tylko pociski stalowe podłużne ważące 180kg., wystrzelone z działa 26c. m. nabojem 25kg., przebijają pancerz w odległości 20 metrów.

W takim stanie znajdowała się w r. 1865 kwestja walki artyllerii z pancernikami. Zdawało się że artyllerja stanowczo wzięła górę, zwłaszcza od czasu urządzenia przez anglików dział 600 f. Wojskowe dzienniki utrzymują że francuzi mają równie potężne działa; tak, Spectateur militaire powiada, że w Douai w roku 1866 odleli (jakoby z aljażu miedzi

i stali) działo nazwane *Prince Imperial*, ważące 22,000kg. W Sierpniu 1865 roku floty pancerne francuzka i angielska oddały sobie wizyty w Cherburgu i Portsmucie. Na tej tak nazwanej wystawie produktów pancernych, przypatrywano i badano się wzajemnie. Za powrotem do domu Anglicy postanowili wybudować ośm nowych statków pancernych. Z nich *Hercules* będzie miał blachę grubości 28cm.58 i materac 99cm.1; na doświadczeniach w Schoebury-Ness żaden pocisk nie mógł przebić takiej tarczy. Statek ten ma być uzbrojony w 6 dział 300 f. i 2 działa 600. Francuzi także budują nowe pancerniki, których blachy nie cieńsze nad 25cm.

Nie można z tego sądzić, czy pancerniki wzięły stanowczą przewagę, gdyż ostateczna walka jeszcze niezdecydowana i nie wiadomo kiedy się zakończy. Zdaje się tylko że artylerja, zwłaszcza brzegowa, może prawie bez miary zwiększać potęgę swych dział; tymczasem dalsze zwiększenie grubości blach pancerników, niepomierne zwiększa ich ciężar i o wiele utrudnia ruch ich na morzu. A stałem zadaniem budowniczych morskich jest, aby statki pancerne choćby najpotężniejsze w szybkości swego ruchu nie ustępowały zwykłym statkom wojskowym.

Na zakończenie tego odczytu, powiem słów kilka o blachach żelaznych zamówionych przez Moskali w r. 1863 w najlepszej z fabryk angielskich *J. Brown*. Blachy te, przeznaczone jako pancerze do fortów *Kronsztatu*, były z najlepszego żelaza i miały długość 1m.219, szerokość 1m.067 i grubość 27cm.94. Przy doświadczeniach angielskich umocowano je w sposób przyjęty w *Kronsztacie*, mianowicie, oparto w niektórych miejscach o mocne opory żelazne i drewniane, tak że po większej części pocisk spotyka samą tylko blachę do przebicia. Strzelano z dział 600 funtów *Armstronga*, z odległości 183m, kulą okrągłą stalową ważącą 156kg, i nabojem prochu 40kg.823. Pierwszy wystrzał zakończył doświadczenia: blacha była rozbita na dwie nieforemne części.

Odczyt 7.

Do kategorii dział gwintowanych nabijanych z przodu, strzelających pociskami żebrowatemi, oprócz Whitwortha, należą systematy Cavalli, Lancastra i dwa systematy dział polowych austriackich.

Cavalli, oficer sardyńskiej artylerji, zaproponował swe działa w 1846 r. Z początku urządzano je do nabijania z tyłu; potem Cavalli zastosował swój system i do dział nabijanych z przodu, które teraz opiszę. Działa te są z lanego żelaza i mają po dwa gwinty, których kształt w przecięciu jest prostokątem z zaokrąglonemi nieco kątami. Krok ich około 23 kalibrów. Pocisk (Fig. 40) ma formę zwykłych pocisków podłużnych, t. j. walcowy z zastrzonym czyli spiczastym przodem; długość jego 2 kalibry. Robi się on wydrążony, i odpowiednio dwóm gwintom ma dwa długie żebra czyli skrzydła, zgięte stosownie do skrętu gwintów. Działa te, należąc do jednego z najpierwszych systematów dział gwintowanych, zyskały wielką sławę przewagą w doniosłości swych strzałów nad działami gładkiemi. Jednakże bardzo często się rozrywały; pochodziło to od klinowania pocisków w kanale działa, czego trudno uniknąć przy znacznem tarcu dwóch twardej metalów, żeber pocisku o gwinty działa. Przy oblężeniu Gaety w r. 1860., Sardyńczycy mieli na swych oblężniczych baterjach, działa gwintowane Cavalli, 40-funt. kalibru 16cm.4, strzelające pociskiem 30kg.7, i 80-funt., kalibru 20cm.5, strzelające pociskiem 61kg.4. Z tych dział w jednym dniu 3 zostało rozerwane. Brak zaufania w moc dział Cavalli był

przyczyną że, chociaż próby nad niemi robione były we wszystkich prawie artyllerjach, do żadnej z nich nie zostały wprowadzone, wyłączając włoską.

Lancaster w Anglii około r. 1852. zaproponował robić działa z kanałem, mającym w przecięciu kształt elipsy, której wielka oś jest nieco większą od małej (Fig. 41); ta różnica wielkości dwóch osi elipsy jest przyczyną, że działo ma jakby dwa gwinty; kształt każdego z tych dwóch gwintów jest jak księżyc w nowiu. — Pierwsze swe działa Lancaster przerabiał z dawnych 32 i 68-funt. z lanego żelaza. W 32-funt. działe gwinty miały 7^{mm}.62 głębokości; skręt gwintu nie był stały ale postępujący. Pociski (Fig. 42) robione były z kutego żelaza, lub też z lanego żelaza z wierzchnią powłoką z kutego żelaza; przednia ich część spiczasta (en ogive); przecięcie pocisków, stosownie do kształtu kanału dział, jest eliptyczne. Wydatności dwóch boków, czyli żebra pocisku w działach 32-funt., nie miały zgięcia odpowiadającego skrętowi gwintu, z powodu że ten nie był stałym; dla tego, w skutek klinowania pocisku, nietylko działa pękały przy wystrzałach, ale często przy nabijaniu pociski nie dochodząc do dna dział, zatrzymywały się w kanale. Rozerwanie kilku takich dział, w czasie wschodniej wojny pod Sewastopolem i Bomarsundem, zmieniło przekonanie angielskich artyllerzystów o zaletach tych dział; wtedy dopiero wyprowadzili z użycia nawet te działa, które sposobem próby użyto w czynnej służbie. Później dał Lancaster kanałowi dział swoich stały skręt i stosownie do kroku tego gwintu zgiął formę pocisku. Ta zmiana, wraz z wprowadzeniem dział z kutego żelaza, zmniejszyła znacznie liczbę wypadków rozrywania; tak, że działa te znajdowały się w liczbie dziewięciu systematów, które porównawczo próbowano w Anglii przed ostatecznem przyjęciem systematu Woolwich. Działo Lancastra przedstawione do tego konkursu było 7 cal., mniejsza oś elipsy kanału, czyli kaliber, była 17^{cm}.78, a większa 19^{cm}.30, zatem głębokość każdego gwintu 7^{mm}.6; krok gwintu 51,43 kalibrów czyli 9^m.144. W czasie doświadczeń, doniosłości strzałów dział, tego nie ustępowały

żadnemu innemu, a często nawet doniosłość pocisków jego była większą od innych. Jednakże, nie zważając na zmiany jakie ciągle robił Lancaster w budowie swych pocisków, działa te zostały ostatecznie odrzucone; gdyż pocisk klinuje się w kanale i pomimo że działo nie było rozerwane, lecz miało znaczną niedokładność strzałów. Pochodziło to z silnego ścierania powierzchni pocisku o kanał działa, o czem się przekonano po obejrzeniu tych, które znaleziono po wystrzałach i z których wiele, nietylko były znacznie starte, ale większa część popękana z przodu. Zdarzało się nawet w ciągu doświadczeń, że przy nabijaniu działa pocisk zatrzymywał się w środku kanału i musiano używać żelaznych drągów, dla dopchania go do właściwego miejsca.

Dawniej mówiłem że Austryjacy po włoskiej wojnie zaprowadzili w swęj połowej artyllerji 6-funt. gwintowane działo, przerabiając spiżową 6-funt. armatę według systematu La-Hitta. W 1861 r. austryjacy zmienili ten system i przyjęli dla górnej i połowej artyllerji działa spiżowe, systemu artyllerzysty Lenka. Działa te urządzone są do strzelania bawełną piorunującą. Kanał (Fig. 43) ma w jednym miejscu swego przecięcia znaczne rozszerzenie CD , które idzie naokoło kanału po linii ślimakowej, stale zmniejszając się w głębokości; tak, że po zrobieniu koła rozszerzenie to znika, i powierzchnia kanału dochodzi do punktu D . Rozszerzenie odpowiadające linii CD zrobiono wzdłuż kanału po linii gwintowej; a oprócz tego na powierzchni kanału znajdują się 3 inne gwinty, których dno także określone po linii ślimakowej, przez co głębokość gwintów zmniejsza się ku strzałowym bokom. Pocisk podłużny na walcowej części ma powłokę z cynku i cyny, z wystającemi żebrami odpowiednio czterem gwintom działa. Szerokość żeber mniejsza od szerokości samych gwintów, tak że przy nabijaniu pocisk, w skutek większej głębokości gwintu przy strzałowym boku, z łatwością wchodzi do kanału; przy wystrzale żebra pocisku przechodzą ku strzałowym bokom gwintów i skutkiem mniejszej głębokości ich w tem miejscu, pocisk forsuje się w kanale. Austryjacy urządzili

według tego systematu dla górnej artyllerji działa 3-funt., strzelające pociskiem wazącym 2kg.73 i nabojem 0kg.051. Dla polowej artyllerji służą działa 4-funt. i 8-funt.; pociski wazą 3kg.64 i 6kg.85, a naboje bawełny piorunującej są 0kg.130 i 0kg.186.

Powiadają że doświadczenia z temi działami dawały dobre rezultaty; jednakże w r. 1863, przed duńską wojną, Austriacy nie ufając tym działom i bawełnie piorunującej, zmienili na nowo system dział gwintowanych, przyjmując dla polowej artyllerji inne, strzelające zwykłym prochem. System ten z 1863 r. dział polowych austrijackich terazniejszych opiszę.

Działa spiżowe 4 i 8-funt. są jakby modyfikacją dział Lenka, tylko budowa ich nieco prostsza a zatem praktyczniejsza. Kształt kanału w przecięciu, patrząc z przodu, pokazano na fig. 44; cała powierzchnia kanału zajęta gwintami; tak że jest bez przedziałów; bok nabojowy gwintu *ab* krótki i idzie po linii prostej, a bok strzałowy *ac* długi i określony łukiem odśrodkowym od koła kanału; zmniejszenie się głębokości gwintu w strzałowej części znacznie przyczynia się do ułatwienia forsowania pocisków. Największa głębokość gwintów w miejscu *a* jest 4mm.4. Skręt gwintów, jak zwykle, od lewej strony ku prawej. Pociski są z lanego żelaza i mają kształt walcowo-spiczasty (fig. 45); na walcowej części powłoka z cynku i cyny z długimi żebrami na powierzchni, odpowiadającymi kształtowi gwintów; odstęp tych pocisków 2mm.2. Dla umocowania powłoki na pocisku, i ażeby ruch wirowy nadany powłoce zakomunikował się pociskowi, przy odlewaniu jego wzdłuż i w około powierzchni walcowej porobiono szerokie i głębokie rowki; powłoka odlewa się wprost na gotowy pocisk, dając jej grubość stosowną do mocy jaką mieć powinna dla udzielenia pociskowi ruchu wirowego. Przy nabijaniu, żebra dotykają do nabojowych boków gwintów i z łatwością pocisk można dopchać do swego miejsca u dna kanału; przy strzale zaś, kiedy żebra pocisku dotykają do strzałowych boków, pocisk forsuje się i przez

to zapewnia mu się regularność ruchu wirowego. Żeby obrócić pocisk około swój osi, kiedy jest dosunięty do swego miejsca w kanale, aby żebra opierały się o strzałowe a nie o nabożowe boki gwintów, służą dwa wąsy *a* pocisku, którym odpowiadają stosowne wycięcia zrobione w stęplu wycioru. Chociaż obracanie to pocisku robi się z łatwością, jednakże wymaga przy nabijaniu szczególnej bacności; zdaje się przeto iż sposób francuzki, zwężenia dolnego gwintu u dna działa, jest więcej praktycznym.

Oto są dane dotyczące budowy tych dział.

	Kaliber	Długość kanalu	Krok gwintu	Liczba gwintów	W a g a		
					działa	granatu	naboju
	c. m.	kal.	kal.		kg.	kg.	kg.
4-funt. armata .	8.11	14.92	22.2	6	263	3.62	0.525
8 „ „ .	10.09	14.53	24.2	8	498	6.58	0.928

Oprócz granatów działa austriackie strzelają szrapnelami, pociskami pálnemi i kartaczami. Powłoka tych pocisków i puszką kartaczy oblewa się z wierzchu cienką powłoką łożu z oliwą, w celu łatwiejszego nabijania i aby pocisk wylatując z działa oczyszczał kanał od nieczystości prochowych.

Następująca tablica da pojęcie o doniosłości i celności strzałów z tych dział, granatami.

		Doniosłość strzału w metrach				
		758	1,895	2,653	3,411	3,790
4-funtowa armata	Kąt podniesienia działa .	1°57'	7°16'	12°21'	20°11'	
	Srednia niedokładność doniosłości, w metrach .	14.4	18.2	23.5	32.6	
	Srednia niedokł. zбочzenia, w metr.	1.1	2.0	3.3	8.0	
8-funt. armata	Kąt podniesienia działa .	1°58'	6°32'	10°42'	16°26'	20°19'
	Srednia niedokł. doniosłości, w metr.	13.6	18.2	22.7	29.6	33.4
	Srednia niedokł. zбочzenia, w metr.	0.9	1.9	3.3	6.4	9.2

Przy strzelaniu z odległości 455 m. w wał ziemny na wpeł z gliny i piasku, granat 4-funtowy wbija się na 1 m.264, a 8-funt. na 2 m.056; przy strzelaniu zaś z odległości 758 m. do tarcz z drzewa grubości 74 c. m., granat 4-funt. wbija się na 71 c. m., a 8-funt. przebija tarczę na wylot. Działa tego systematu odbyły wojnę duńską 1864 r. i użycie ich wszędzie przyniosło wielką korzyść dla wojsk niemieckich. W bitwach pod Ober-Selk, Oversée, Veile a także przy ataku Friderycji, baterje austrijackie 4 i 8-funt., zwłaszcza ostatnie, działając nawet z ogromnej przestrzeni 3,411 m., odznaczyły się celnością strzałów przeciwko wojskom po większej części ukrytym za nasypami ziemnymi i przeciwko artyllerii duńskiej działającej z po za wałów baterji stałych. O użyciu tych dział w ostatniej austrijacko-pruskiej wojnie nic dotąd nie wiemy.

3. Działa nabijane z przodu, strzelające pociskami szpiglowemi.

Z pomiędzy wielkiej liczby systematów dział i pocisków należących do tej kategorii, opiszę tylko przyjęte w niektórych państwach jako stałe uzbrojenie. Do takich należą działa gwintowane, użyte w północnej Ameryce przez obie wojujące strony Zjednoczonych Stanów. Najbardziej zwrócić uwagę potrzeba na systemat Parotta, używany przez północnych, czyli federalistów, i na systemat Blakely, użyty przez południowców czyli skonfederowanych. W Europie żaden z pomiędzy wielu wynalezionych i próbowanych tego rodzaju systematów, nie został przyjęty.

Parott robi swe działa z lanego żelaza; a dla nadania im potrzebnej mocy, tylną część, odpowiadającą miejscu gdzie przed wystrzałem znajduje się nabój i pocisk, ściska grubą obręczą czyli walcem z kutego nawijanego żelaza (Fig. 46). Sposób ten wzmocnienia okazał się dostatecznym dla dział mniejszych kalibrów; dla dział większych, zaczynając od 100-funt., oprócz użycia zewnętrznych obręczy przyjęto osobny sposób

odlewania, wynaleziony przez artylleryzystę Rodmana i wprowadzony teraz u Amerykanów w ludwisarni fortu Pitt, koło Pittsburga, dla odlewania wszystkich dział wielkich, gwintowanych i gładkich.

Działa z lanego żelaza i spizowe, odlewano dotąd zwykle całkowitemi w żelazne formy wyłożone wewnątrz osobną, wysuszoną, niepalną gliną. Forma ustawia się pionowo, wylotem działa do góry i wlewają roztopiony metal przez wierzchni otwór formy. Po pewnym czasie, jednym lub dwóch dniach, kiedy metal dostatecznie ostygnie, zdejmują zewnętrzną formę i przystępują do obrobienia powierzchni działa, tudzież świ-drowania jego kanału. Przy takim sposobie odlewania dział, metal zaczyna ostygąć od powierzchni, a najpóźniej zastygają części odpowiadające kanałowi i osi działa. Wiadomo zaś, że metal stygnąc ściąga się; zewnętrzne więc części działa zastygając ścisną wewnętrzną masę metalu jeszcze nie ostygłą. Dla tego zdarza się często, zwłaszcza przy odlewaniu dział wielkich z lanego żelaza, że wewnętrzna nieostygła część metalu, nie mogąc dość się ścisnąć, bywa przyczyną nadpęknięcia zewnętrznych warstw już zastygłych.

Przy sposobie odlewania Rodmana w zewnętrzną formę działa wstawia się forma kanału, tak że działo odlewają z próżnią kanałową. Żelazna forma kanału pusta wewnątrz, a na zewnątrz obwinięta sznurem konopianym i pokryta warstwą gliny na 2 c. m. grubości. Metal roztopiony wlewają do formy nie z góry ale z dołu, za pomocą osobnego kanału, a to dla tego, żeby nie bardzo się burzył padając ze znacznej wysokości. Po nalaniu metalu wpuszczają do wnętrza formy kanału zimną wodę, którą ciągle odmieniają za pomocą osobnych rur; po pewnym czasie (kilkunastu godzinach przy wielkich działach), kiedy metal naokoło formy kanału dostatecznie stwardnieje, przestają odmieniać wodę; od wielkiego gorąca zwęgla się sznur konopiany i to ułatwia wyciągnięcie z działa formy kanałowej. Wtedy wpędzają wewnątrz działa zimne powietrze; następnie wlewają wodę kroplami, a potem strumieniem, aż do dostatecznego

stwardnienia masy metalu. Przez cały ten czas na około zewnętrznej formy działa rozpalają wielki ogień, ażeby zapobiedz prędkiemu ostygnięciu metalu na zewnątrz. Sposób ten odlewania, oprócz znacznego zmniejszenia liczby wypadków pęknięcia działa przy ostygnięciu, ma jeszcze inną korzyść: ostyga najprzód kanał działowy, potem na około niego metal warstwami, które ściągając się ścisną jakby obręczami wewnętrzne warstwy; i to się wznawia przy zastygnięciu dalszych warstw. To stopniowe obręczowanie jednych warstw metalu drugimi, jest przyczyną lepszego wytrzymywania rozrywającego działania prochu, niż w innych działach z lanego żelaza.

Działa Parotta mają gwinty postępujące, tak skierowane że pocisk kręci się od lewej strony ku prawej. W przecięciu gwinty mają kształt prostokąta z zaokrąglonymi nieco kątami; głębokość gwintów 2mm.5; szerokość ich równa szerokości przedziałów między nimi; liczba gwintów nieparzysta i zwiększa się z wielkością kalibru. Czopy dział wielkich Parotta tak są ustawione, że oś ich przechodzi przez środek ciężkości działa; dla tego ani denna ani też wylotowa część nie przeważa; to znacznie ułatwia obchodzenie się z działem przy jego nabijaniu. Dla zapobieżenia chwiejności dział, Parott daje ich czopom znaczną średnicę, aby zwiększyć na nich działanie tarcia.

Pociski Parotta należą do kategorii zwanych szpigłowymi. W pociskach tego rodzaju proch, uderzając w jego dno, rozszerza miękkie części szpigła znajdującego się przy pocisku, i wciska je w gwinty; przez to pocisk w ruchu swym musi się kierować stosownie do skrętu gwintów działowych. Pociski (Fig. 47) są z lanego żelaza; mają formę walcowospiczastą; na około tylnej części pocisku zrobiono niewielki żłobek w którym znajduje się kółko mosiężne. Proch wchodząc pomiędzy pocisk i kółko, rozciąga to ostatnie i wciska go w gwinty działa. Ażeby kółko nie obracało się na około pocisku, na tym ostatnim porobione są wydrążenia, którym odpowiadają wystające części wewnątrz mosiężnego kółka. Pociski te bywają pełne i wydrążone. Odlewają się zwykłym

sposobem, lub w zimnych żelaznych formach, według opisanego poprzednio sposobu Palisera; przez to, żelazo pocisku nabiera twardości i silnie działa na mur i żelazo.

Działa Parotta nazywają się według rzeczywistej wagi pocisku podłużnego pełnego. Oto są główne dane dotyczące ich budowy.

A r m a t a	Kaliber	Długość kanału	Krok gwintu u wylotu	Liczba gwintów	Głębokość obręczy	Waga dział	Pocisk pełny		Granat		Waga naboju
							Długość	Waga	Długość	Waga	
	c. m.	m.	m.	c. m.	c. m.	kg.	c. m.	kg.	c. m.	kg.	kg.
10-funt. polowa . . .	7.6	1.78	3.05	3	6.1	408	17.1	4.63	21.6	4.08	0.455
20 " " . . .	9.3	2.01	3.05	5	8.2	782	21.7	9.07	26.1	7.71	0.907
30 " obłęźnicza . . .	10.7	3.05	3.66	7	10.2	1.904	25.4	13.15	31.7	11.79	1.474
30 " morska . . .	10.7	2.46	3.66	7	10.2	1.610	25.4	13.15	31.7	11.79	1.474
60 " " . . .	13.5	2.67	4.57	7		2.431				24.94	4.535
100 " wałowa i morska	16.3	3.30	5.49	9	16.3	4.421	24.1	45.12	48.8	45.80	
200 " czyli 8-cal. wałowa i morska	20.3	3.45	7.01	11	20.4	7.505	30.5	61.22	53.3	68.93	7.256
300 " czyli 10-cal. wałowa i morska	25.4	3.66	9.14	15	25.4	12.244	34.5	104.30	61.0	114.28	11.337

O doniosłości strzałów tych dział można sądzić z następującej tablicy ułożonej według rezultatów doświadczeń ro-

bionych w r. 1862 z działem 100-funt., z którego strzelano nabojem 4kg.535 i czterema gatunkami pocisków.

Kąt podnie- sienia działa	Pocisk pełny		G r a n a t	
	45kg.35	36kg.28	45kg.35	36kg.28
	D o n i o s ł o ś ć w m e t r a c h			
5°	1.946			
15	4.597	4.744	4.400	4.744
25	6.316	6.563	5.878	
35		7.720		7.645

Przy oblężeniu Charlestona w r. 1863, działa Parotta strzelały z wielkim skutkiem przeciwko fortowi Somter, z odległości większych nawet niż 4 kilometry. Niszczące działanie ich pocisków przeciwko murom było znaczne; nie tak korzystnym okazało się działanie przeciwko wałom z ziemi lub piasku. Dokładność strzałów z tych dział, okazała się dość znaczną; chociaż na jej zmniejszenie wpływa to, że amerykańskie w celownikach swych nie mają przyrządów do poprawiania derywacji pocisków.

Do dział Parotta oprócz pocisków jego własnych, używają także pociski szpiglowe dwóch innych systematów. Pocisk Shenkla (Fig. 48) jest z lanego żelaza, ma przednią część *a* spiczastą (en ogive), a tylną *b* kształtu ściętego stożka, na którym porobiono podłużne rowki; pocisk tylną częścią, dwa razy dłuższą niż przednią, wstawia się w stosowne wydrążenie szpigła *c* zrobionego z masy papierowej. Parcie gazów prochu naciska szpigiel na pocisk, przyczem szpigiel rozszerza się i wciska w gwinty, przez co nadaje pociskowi ruch wirowy. Po wystrzale szpigiel zwykle zsuwa się z pocisku i pada nieopodal od działa. Pocisk Hotchkissa (Fig. 49) składa się z 3 części: korpus *a* pocisku z lanego żelaza; na tylną część jego nakłada się szpigiel *b* także z lanego żelaza; między dnem pocisku a szpigłem pozostaje próżnia *d*. Boki pocisku wraz ze szpigłem oblewają powłoką z ołowiu; ażeby powłoka ta nie mogła się kręcić na około pocisku, są zro-

bione na bokach jego i szpigła wdrażenia, w które wchodzi ołów przy oblewaniu pocisku. Przy wystrzale proch naciska szpigiel na pocisk, tak że znika próżnia *d*; przez to szpigiel rozpiera powłokę i wciska ją w gwinty działa. Ten ostatni pocisk okazał się najlepszym we wszystkich doświadczeniach; w czasie ostatniej wojny najwięcej go używano; tak że ostatecznie on będzie może przyjęty.

W przeciągu ostatniej wojny, federaliści odleli więcej niż 2,000 dział systematu Parotta, które używano w artyllerjach polowej, oblężniczej, wałowej, brzegowej i morskiej. Zdawałoby się na pierwszy rzut oka, że amerykanie przez wprowadzenie tych dział rozwiązali kwestję urządzenia taniej i potężnej artyllerji gwintowanej. Bliższe jednak zbadanie kwestji zmieni tę opinią. Porównywając dane przytoczonych wyżej tablic budowy dział Parotta, wraz z danymi dział innych, naprzykład Armstronga, zobaczymy iż pierwsze strzelają zwykle nabojem stosunkowym $\frac{1}{10}$, tymczasem kiedy w działach Armstronga używa się nabój stosunkowy $\frac{1}{6}$ do $\frac{1}{8}$. Przez to początkowa szybkość i siła uderzenia pocisków Parotta, na pewnej przestrzeni znacznie są mniejsze, niż szybkość i siła stosownych pocisków Armstronga. Wojna praktycznie to samo wykazała. Wprawdzie federaliści wzięli fortecę Charleston, ale trzeba pamiętać, że oblężenie trwało kilkanaście miesięcy. Mury i wały fortów Charlestonu ostatecznie były rozbite; ale do tego użyto znacznie więcej pocisków, niż gdyby strzelano z innych dział z nabojem stosunkowo większym. Pomimo małego naboju dział Parotta zdarzały się częste wypadki ich rozrywania, nawet przed zrobieniem znacznej liczby wystrzałów. Z 703ch dział Parotta użytych w morskiej artyllerji po d. 1. Stycznia 1865 r., 21 dział rozerwało na służbie; co spowodowało znaczne szkody w marynarce. Wypadki te wywołały nieufność do dział Parotta, i to zniewoliło ministerjum wojny do wyznaczenia osobnej komisji w celu zbadania przyczyn tych wypadków, i przedstawienia następnie zaradczych przeciw nim środków. Sprawozdanie komisji wykazało, że najczęściej

rozrywane są działa większych kalibrów, szczególnie odlewane sposobem dawnym, a nie według Rodmana. Czasami przyczyną rozerwania dział Parotta, było użycie złego materiału na pociski, które rozbijając się lub też rozrywając w kanale działa, przyczyniały się do ich rozrywania.

Jednocześnie z badaniem przyczyn rozrywania dział Parotta, komisja zajęła się badaniem systematów dział gwintowanych Rodmana, Atwatera, Treadwella, Ame'a i innych; lecz dotąd nie otrzymano pod tym względem pomyslnych rezultatów. Nie wiemy więc, czy amerykanie zmienią systemat swych dział gwintowanych, czy też tylko porobią zmiany w budowie dział Parotta. Oprócz systematu Parotta, jako głównego, używali federaliści pomocniczo wiele innych dział gwintowanych, i przerobili na gwintowane znaczną liczbę dawnych dział gładkich; te mianowicie, które poprzednio zrobiły mniej niż 500 wystrzałów i nie miały żadnych uszkodzeń; działa te, wzmocniono obręczami z kutego żelaza, na wzór dział Parotta.

Główna część artyllerii skonfederowanych, stanowiły działa gwintowane systematu artylleryzysty angielskiego Blakely. Działa te (Fig. 50) zrobione z dwóch rur lanéj stali: wewnątrzna stanowi kanał działa, druga wcisnięta na pierwszą wzmocnia ją i jakby obręcuje. Obiedwie rury lanéj stali oblane są żelazem, które stanowi trzecią rurę, jednolitą z czopami działa. Pociski Blakely (Fig. 51) są z lanego żelaza; pocisk ma szpigiel *c* kształtu wklęsłego krążka umocowanego śrubą *i*; szpigiel ten, z mosiądzu w mniejszych kalibrach i z czerwonej miedzi w większych, działaniem prochu rozplaszcza się i wciska w gwinty, a zarazem w żłobki promieniste dna pocisku; i to zmusza pocisk do ruchu wirowego. Przestrzeń *n* napelniona tłuszczem dla smarowania ścian kanału. Na walcowej części pocisku z przodu porobione małe czopki *k* z miękkiego metalu, w liczbie większej niż ilość gwintów, a to w celu, aby niektóre z nich znajdując się pomiędzy pociskiem a kanałem działa, odosobniały je, nie dopuszczając klinowania pocisku. Blakely urządza działa nie

tylko polowe, ale i największych kalibrów dla wałowej i morskiej artylleryji, 7, 10 i 12-calowe. Na licznych doświadczeniach robionych w europejskich artylleryjach działa te nie okazały się tak dobre, aby wprowadzono je w użycie.

O wszystkich działach strzelających pociskami szpiglowymi można powiedzieć, że nabijanie ich odbywa się z taką samą łatwością, jak i dział gładkich. Jednakże działanie pocisków tego rodzaju jest bardzo niejednostajne; będąc złożone z różnych części, przy długim leżeniu w składach albo przy wystrzałach, one się psują i nie działają jak powinny. Dla tego w wielu z tych systematów regularność strzałów jest mała.

Opowiem teraz w kilku słowach o amerykańskich pancernych okrętach i o bitwach przez nich stoczonych, czerpiąc wiadomości te z czasów ostatniej domowej wojny. Amerykanie obijali pancerne okręta kilkoma warstwami dość cienkiej żelaznej blachy; liczba blach bywa 2 do 11tu; grubość każdej z nich 1cm.27 do 5cm.08; takim sposobem grubość żelaznego obicia w różnych statkach jest od 6cm.35 do 25cm.40. W nowszych statkach amerykanie użyli pojedynczych grubych blach; tak pancernik *New-Ironsides* ma obicie z blachy grubości 11cm.43, a baszty w których się znajdują działa, obite są blachą grubą na 27cm.94. Materac pancerny amerykanie robią z żółtej sosny, lub też z białego dębu; grubość nadają mu 10 do 90cm., a dla wzmocnienia go używają żelaznych sztab, które mocno wiążą z sobą i z drzewem materacu.

Z bitew, w których uczestniczyły pancerniki amerykańskie, wspomnę o dwóch. Zacznę od sławnej w całym świecie pierwszej morskiej bitwy dwóch pancerników *Merrimack* konfederatów i *Monitora* federalistów, odbytej w d. 9. Marca 1862 r., nieopodal od fortecy *Monroë* w zatoce *Hampton*. Konfederaci skorzystali ze stariej fregaty *Merrimack* zatopionej przez flotę federalną, wydobyli ją z pod wody i po ścięciu prawie całej nadwodnej części, resztę obili żelaznymi blachami. Statek ten uzbrojony 10cią gładkimi działami nie-

wielkiego kalibru wysłano w d. 8ym Marca na spotkanie floty nieprzyjacielskiej, składającej się z 5ciu wielkich okrętów drewnianych, mających razem 204 dział. Skutkiem bitwy w tym dniu stoczonej, Merrimak zupełnie nie był uszkodzony; gdyż kule armatnie odskakiwały od jego pancerza jak piłki elastyczne. Tymczasem flota federalna straciła dwa wielkie statki: Cumberland zatopiony i Congress spalony; przytem było do 300 ludzi zabitych lub utopionych. Noc ochroniła inne okręty od zupełnego zniszczenia. Na pewno można powiedzieć, iż ten sam los spotkałby na drugi dzień resztę floty federalnej, gdyby nie przyszedł na pomoc z New-Jorku nowo-zbudowany przez Ericksona pancerny statek Monitor. Grubość obicia jego była 20cm.³²; uzbrojenie składało się z dwóch wielkich dział gładkich. Z rana d. 9. Marca spotkały się z sobą oba pancerniki. Wszyscy obecni na flocie, w fortecy i w obozie pod nią rozłożonym, z niecierpliwością i obawą przypatrywali się tej walce dwóch dziwo-tworów. Bitwa trwała od 10ej z rana do 1ej po południu; strzelano zwolna, celując jak najdokładniej, jednakże bez żadnego uszkodzenia obu pancerników. Nieprzyjaciele schodzili się na 25 metrów, to odchodzili na odległość 100 metrów; raz nawet Merrimak uderzył swym taranem w bok Monitora, ale także bez skutku. Po trzechgodzinniej walce przekonali się dwaj przeciwnicy, że nie mogą sobie zrobić żadnej szkody; statki były dotąd nieuszkodzone, zabitych nie było. Monitor pierwszy opuścił miejsce walki, gdyż jego kapitan został ranny w oczy; za nim wypłynął na morze Merrimac. Ta bitwa była ogólnem hasłem we wszystkich artyllerjach, do wprowadzenia dział gwintowanych wielkich kalibrów, a marynarze i inżynierowie jednocześnie wzięli się do opancerzenia okrętów i nadmorskich fortów.

Druga bitwa, o której mam powiedzieć, jest to atak fortecy Charleston wykonany przez flotę pancerną federalną w d. 7. Kwietnia 1863 r. Statki pancerne podeszły na przestrzeń 500 do 750 metrów od fortów Sumter, Moultrie i baterji wyspy Morris. Ale wpadłszy pod krzyżowy ogień

potężnych dział gwintowanych, nie mogły walczyć zwycięsko; tem bardziej, że niektóre statki, w skutek bystrego pędu rzecznej wody z zatoki, dotknąwszy się ziemi nie mogły odpowiadać na celne strzały lądowych baterji. Po 40^{tu} minutach tej strasznej walki, flota pancerna znacznie uszkodzona musiała się cofnąć. Jeden z tych statków, Koe kuk, w który trafiło 89 pocisków (z tych 15 w część podwodną), zatonął w 15 godzin po bitwie; pancierz jego był w kilku miejscach zupełnie przeбитy, a żelazne baszty przedziurawione stalowymi pociskami. Z innych kilku pancerników, cztery odebrało po 50 do 80 strzałów; a chociaż nie zatoneły, to jednak tak były uszkodzone, że bez zupełnego przerobienia nie mogły być już użyte. New-Ironsides odebrał 91 strzałów, ale znajdując się w odległości 1200 m. od fortecy, nie został przeбитy, i nieznaczne tylko uszkodzenia na nim były zrobione. Inne pancerne statki, trzymając się także na dalszej przestrzeni, nie były mocno uszkodzonymi. Baterje fortecy bardzo mało ucierpiały w ciągu tej bitwy.

Na zakończenie tego odczytu uważam za stosowne dodać, że kiedy wszyscy starają się urządzać działa gwintowane jak największych kalibrów, amerykanie oprócz dział gwintowanych, wprowadzają w siebie działa gładkie niezwykłych rozmiarów, zwane columbiades. Oto są główne dane budowy dział takich 13, 15 i 20 calowych.

	Kaliber	Długość kanału	Grubość działa u dna	Największa grubość ścian	W a g a				
					Działa	Kuli	Granatu nabitego	Naboju granatu	Naboju działa
13-cal. armata .	33.0	3.94	0.82	36.3	14.843	127	102	3.69	11.80
15 „ „ .	37.9	4.17	1.20	41.7	22.266	196	159	7.71	18.14
20 „ „ .	50.8	5.33	1.26	55.8	52.243	453	352	11.34	40.36

Niedawno jeszcze dzienniki opisywały, jak w forcie Pitt odlewano 20-calową kolumbiadę i z jakimi trudnościami połączone jest odlewanie dział tak wielkich rozmiarów. W Pa-

Odczyt 8.

Z kolei wypada nam się zająć opisem dział gwintowanych, nabijanych z tyłu. Przedewszystkiem winienem zwrócić uwagę, że sposób nabijania z tyłu dział, lub też broni palnej ręcznej, nie jest pomysłem nowym, wynalazkiem naszych czasów. Owszem, w muzeach artylerji znajdziemy wiele okazów dział i broni ręcznej palnej jeszcze z XVgo i XVIgo wieków, nabijanych z tyłu. Naszym czasem, należy się jedynie tylko sława wykonania technicznie tego, co dawniej, z powodu niedoskonałości mechaniki, nie mogło być w praktyce zastosowaniem.

Nabijanie dział z tyłu z wielu powodów jest dobre, i dla tego przyjęte zostało w niektórych artyllerjach. Jednakże, ma ono znaczne wady, i to jest dotąd przeszkodą do ogólnego wprowadzenia dział takich w użycie. Korzyści nabijania z tyłu są następujące. Ułatwia się przez to prędkie strzelanie z dział. Obsługujący żołnierze nie mają konieczności dla nabijania wychodzić przed wylot działu, i tym sposobem, nie będąc przed strzelnicą baterji lub okrętu, nie narażają się na strzały nieprzyjacielskie. Kanał dział nabijanych z tyłu, łatwiej oczyszczać od nieczystości prochowej i od tlejących kawałków worka naboju. Ułatwia się zmiana zapala, jeśli ten przez użycie został wypalony; gdyż w działach takich,

zapal niekiedy robią w ruchomej części mechanizmu zamykającego kanał. Nareszcie, przy użyciu pocisków z powłoką, które opiszę niżej, niema zupełnie odstępu; przez to pociski dobrze się forsują, co ułatwia nadanie im regularnego ruchu wirowego; przytem gazy prochu, nie wychodząc przez odstępy, zużywają całą swą siłę na parcie pocisku. Z liczby wad nabijania z tyłu, nadmienię tylko nadzwyczajną trudność urządzenia mechanizmu zamkowego tak, aby się nie psuł pod ogromnemarciem gazów prochu. Po większej części gazy, przeciskając się szczelinami składowych części mechanizmu zamkowego, psują go, utrudniają odmykanie, a często nawet uniemożliwiają zupełnie dalsze użycie działa. Psucie się zamkowego mechanizmu czasami jest tak znaczne, nawet od jednego wystrzału, że działo tylko w arsenale może być poprawione. Mechanizm służący do zamykania denniej części działa niszczy się zupełnie od uderzenia wewnątrz pocisku nieprzyjacielskiego; w działach zaś nabijanych z przodu nie każdy pocisk, który trafi w denną część działa, może go uszkodzić.

Opiszę tu kolejno dwie ostatnie kategorie dział gwintowanych, obejmujące działa nabijane z tyłu. Zanim jednak przystąpię do opisanja szczegółowego różnych systematów dział tego rodzaju, powiem o działach francuzkich morskich; tak mało bowiem szczegółów o nich wiadomo, że nie wiem, do jakiej kategorii je zaliczyć.

W sprawozdaniu przedstawionem Izbie deputowanych w końcu 1866 r. znajduje się o tych działach nieco więcej danych, które postaram się streścić.

Od r. 1861 francuzi robili doświadczenia porównawcze dział nabijanych z tyłu, z temi, które dawniej wprowadzono w użycie; doświadczenia uwieńczone zostały dobrym skutkiem i działa te przyjęto jako najnowszy wzór dla morskiej artyllerii. Nic nie wiemy o sposobie zamykania tylniej części kanału, ani też o urządzeniu do nich pocisków. Oprócz przerabiania według nowego sposobu dawnych dział z lanego żelaza, wzmacniając tylną część ich obręczami z laniej stali, francuzi urządzają

także — mniej więcej w taki sam sposób — działa ciężkie wielkiej siły (à grande puissance), któreby mogły strzelać wielkimi nabojami. Kalibry dział zachowano te same, co nabijanych z przodu; zaniechano tylko użycia dział 14 i 22c. m., a zamiast 26c. m., które dotąd były dopiero badane, wprowadzono działa 27c. m. Oto niektóre dane, dotyczące dział wielkiej siły.

	Liczba gwintów	W a g a				
		Działa	Pocisku sta- wego		Naboju do pocisku	
			pełnego	wydraż.	pełnego	wydraż.
		kg.	kg.	kg.	kg.	kg.
16 c. m. arm.	3	5.000	45	31	7.5	3.5
19 " "	5	8.000	75	52	12	5.2
24 " "	5	14.000	144	100	20	
27 " "	5	22.000	216	150	30	24

24c. m. armata ma doniosłość strzałów przewyższającą 6000 metrów. Działo 27c. m. długie na 2m.60, ma lawetę wagi 6,500kg; na odległości 1500m. pociski jego przebijają z łatwością blachy pancerne grubości 16c. m. Dla nadania działom gwintowanym morskiej artylerji większej siły, w ostatnich czasach zaczęto je odlewać z lanéj stali; metal ten, może wytrzymać bez uszkodzenia daleko silniejsze działanie prochu, a więc waga naboju a tem samem i waga pocisków znacznie może być zwiększoną. O działach tych, nie mamy prawie żadnych danych. Działa francuzkie morskie z lanego żelaza odlewane są w Ruelle, a z lanéj stali w Nevers.

4. Działa nabijane z tyłu strzelające pociskami palczastemi, żebrowatemi lub też szpigłowemi.

Do liczby systematów dział strzelających pociskami palczastemi, należy system szwedzki Engstroma. Działa jego są z lanego żelaza, wyświdrowane na wylot. W tylną część wstawia się za pomocą rączki C stępel B (Fig. 52.)

czyli dno wstawiane. Otwór tylny części działa nie jest walcowy: w poziomym kierunku dc , równoległe do czopów, ma wymiary kanału działa; w kierunku zaś pionowym ab , prostopadłym do czopów działa, otwór jest dwa razy szerszy; a to w celu aby swobodnie weń weszły skrzydła l i m , dorobione z dwóch stron stępla B i mogły dojść do miejsca gdzie się znajduje nabój z pociskiem. Wtedy za pomocą rączki D okrącają stępel na ćwierć koła, przyczem skrzydła l i m wchodzą w okrągłe wydrążenia eh i fg zrobione w dziale, opierają się bokami e i f o odpowiednie części działa, nie dopuszczając prochowym gazom wyrzucić z działa stępel B . Do przyciskania tylnej części skrzydeł stępla do działa, służą wstawione w drzewiczkach E sprężynki G , opierające się o środkową część rączki D . Aby gazy prochowe nie przechodziły pomiędzy kanałem i bokami stępla, z przodu tego ostatniego znajduje się umocowany sprężysty pierścień, złożony z trzech okrągłych stalowych sprężyn, położone jedna na drugiej; każda sprężyna rozcięta tak, aby przecięcie jednej, nie przypadało na przeciwko przecięcia drugiej. Przy wystrzale gazy prochowe naciskając na sprężyny, zamykają szczeliny między kanałem działa i stępem. Zapał przeprowadzony w dziale naprzeciwko stosownego otworu w stępku; tak że nabój można zapalić tylko przy nadaniu stępku stosownej pozycji; tem, unika się wypadków, jakie mogą się zdarzyć strzelając przed zamknięciem dna kanału.

Działa Engstroma mają 4 gwinty, których kształt w przecięciu tworzy prostokąt. Pociski są walcowo spiczaste, a na ich powierzchni osadzone są palce z palmowego drzewa, po 2 na każdy gwint. Działa te doświadczano w Szwecji, Francji i Rossji. Mechanizm zamkowy okazał się niezły; ale nieregularność strzałów była wielką; przytem, palce nietrzymały się w swych osadach i wylatywały w czasie lotu pocisku.

Z dział nabijanych z tyłu, strzelających pociskami żebro watem i opiszę systematy Cavalli i Whitwortha. Poprzednio wykazałem już szczegółowo zasady, urządzenia dział

gwintowanych tych dwóch systematów; teraz opiszę tylko ich mechanizm zamkowy.

Cavalli w swych działach, za miejscem dla naboju z pociskiem, robi otwór poprzeczny, równoległy do czopów działa (Fig. 53). W otwór ten, zwężony ku jednej stronie, wkłada się zasówka *K* w kształcie klina, która przyciska dno *S* włożone w kanał za nabojem. Zasówka ta, z kutego żelaza, na obu końcach ma rączki służące do ułatwiania jej wkładania i wyjmowania. Dno *S* ustawia się i wyjmuje za pomocą drążka *T*, który wkręcają w wydrążenie *z*. Dno ma kształt ściętego stożka, co ułatwia mocne zamykanie kanału działa; w tym samym celu dano z tyłu dna krążek *r* z czerwonej miedzi, na które bezpośrednio naciska zasówka *K*.

Doświadczenia liczne pokazały, że mechanizm ten nie dobrze zamyka dział; gazy prochowe przechodząc przez szczeliny mechanizmu, brudzą składowe jego części i utrudniają wyjmowanie zasówki po wystrzale. Czasami, jeśli zasówka niedostatecznie była wsunięta, dno skutkiem parcia gazów prochu uderzało w zasówkę, i zginało ją tak, że niemożna było jej wyciągnąć celem nowego nabicia działa.

Whitworth w działach swych nabijanych z tyłu (Fig. 54) robi śrubowe nacięcie na dennej części, na którą nakręca grubą czapkę *C* z kutego żelaza. Czapka ta stanowiąca dno działa, utrzymuje się przy temże za pomocą obręczy *A* przy-mocowanej zawiasą. Do zakręcania i odkręcania dna, służy rączka *D*. Zapał jest przeprowadzony w środku dna, w przedłużeniu osi działa. Aby gazy prochowe nie przechodziły między gwintami zamku, nabój wkłada się w osobną puszkę blaszaną (Fig. 55), mającą kształt kanału działa; w niej zrobiony otwór odpowiedni zapałowi działa. Z przodu puszkki, pomiędzy nabojem a pociskiem, znajduje się plaster z wosku i łożu, który przy wystrzale stopiwszy się tworzy powłokę tłustą na powierzchni kanału i tem ułatwia oczyszczanie jego od nieczystości prochowej. Puszka parciem prochu wciska się przy wystrzale w środek czapki *C*, z odkręceniem której wydobywa się z kanału.

Doświadczenia robione w Anglii pokazały, że mechanizm zamkowy Whitwortha czasami wytrzymał 1500 wystrzałów bez żadnego psucia. Jednakże wiadomo, że Whitworth urządza prawie wszystkie swe działa według systemu nabijania z przodu.

Z dział nabijanych z tyłu, strzelających pociskami szpielowymi, opiszę systemat wynaleziony w 1853 r. przez amerykańczyka Castmana. Nad działami temi robiono doświadczenia najprzód w Bostonie, przez amerykańskich artylerzystów, a następnie w Anglii. W działach tych, (Fig. 56) robionych z lanego żelaza, denna część *A*, zawierająca komorę do umieszczenia naboju, tworzy część zupełnie oddzielną, a z przodu ma śrubę, za pomocą której wkręca się w resztę działa. Paski śruby wycięte są w trzech miejscach *b* płaszczyznami równoległymi do osi; tak że pozostałe części śruby *c* mają szerokość każda na $\frac{1}{6}$ część koła. Toż samo zrobiono w mutrze, którą formuje tylna część *B* reszty działa. Wycięcia w śrubie zrobione są w celu zapobieżenia zakręcania części *A* na kilka obrotów; dostatecznym jest skierować ją nacięciami śruby *c* odpowiednio nacięciom mutry, wsunąć komorę *A* na stosowną długość w działo *B* i zakręcić ją na $\frac{1}{6}$ część koła. Dla ułatwienia przesuwania komory *A*, która z powodu wielkiej objętości, ma wagę równą prawie trzeciej części działa, służą dwa kółka zębate *d* umocowane przy obręczy obejmującej komorową część działa; kółka te, zaczepiają o dwie sztaby zębate umocowane przy dziale, i przesuwają całą komorę naprzód, lub w tył. Dla wkręcania komory na $\frac{1}{6}$ część koła służy otwór *K* w gronie komory; w otwór ten wkłada się drąg dla wkręcania komory w obręczy ją obejmującej, dopóki nie zejda się dwa hamulce *f*.

Działa są z 5ciu gwintami, szerokości równej przedziałom między nimi. Pociski są z lanego żelaza, kształtu walcowo-spiczastego; u dna ich znajdują się szpigle z ołowiu. W użyciu działa te nie są szczególne; przytem mechanizm zamkowy nadto skomplikowany, tak, że pocisk nieprzyjacielski trafwszy w działo robi go zupełnie niezdatnym do dalszego użycia.

O wszystkich prawie działach tej czwartej kategorii, t. j. nabijanych z tyłu, i strzelających pociskami palczastemi, żebrowa temi, lub też szpigłowemi, można to powiedzieć, że one często łączą w sobie wady właściwe działom nabijanym z tyłu i nabijanym z przodu. Pociski ich nie wchodzą szczelnie w kanał działa; część gazów prochowych wychodzi przez pozostający odstęp, a tem samem, działanie prochu na pocisk nie zużywa się z zupełną korzyścią; przytem działanie to nie jest regularne i jednostajne ze wszystkich stron pocisku.

5. Działa nabijane z tyłu, strzelające pociskami z powłoką.

Z tej kategorii najprzód opiszę system dział Armstronga nabijanych z tyłu; o działach jego nabijanych z przodu już dawniej mówiłem. Armstrong najprzód wynalazł system nabijania z tyłu; dopiero później, napotkawszy znaczne trudności w urządzeniu większych kalibrów, zaproponował swój system podwójnych gwintów dla dział nabijanych z przodu.

Pierwsze doświadczenia nad działami swego pomysłu, Armstrong robił w 1854 r.; a w r. 1855 przedstawił rządowi angielskiemu dla próby 3 f. armatę nabijaną z tyłu, strzelającą pociskiem podłużnym z powłoką, ważącym 3 funty. Doświadczenia nad tem działem, tudzież nad innem 5 f. przedstawionem w 1856 r., poleczone były komissji artyleryzkiej, której przychylnie sprawozdanie było przyczyną, iż w początku 1857 r. zamówiono u Armstronga działo, któreby wagą swą odpowiadało 9 f. działu polowemu gładkiemu. Działo to, 18 f. Armstronga, wypróbowane w 1858 r.; wypadki tych doświadczeń, tudzież innych nad działem 12 f., były tak pomyślne, że kommisja, w raporcie swym do ministra wojny, radziła niezwłocznie wprowadzić w całej polowej artylerji ten systemat dział Armstronga, jako najlepszy ze wszystkich, nad któremi dotąd robiono doświadczenia. Ministerjum wojny nietylko że natychmiast zatwierdziło przedstawienie kommisji, ale pod wpływem groźnych politycznych

okoliczności, jakie się gromadziły przed wojną włoską 1859 r., nakazało Armstrongowi przystąpić bezzwłocznie do urządzenia dział wielkich kalibrów, dla uzbrojenia floty. Jednakże Anglicy nie mieli pewności, czy doświadczenia nad wielkimi działami Armstronga doprowadzą do pożądaných rezultatów; a dowiedziawszy się że francuzi robią próby nad gwintowaniem dział gładkich z lanego żelaza, wzmacniając je obręczami żelaznymi lub stalowymi, kazali jak najspieszniej przedsiębrać także doświadczenia. Spodziewano się bowiem, że tym sposobem kwestja uzbrojenia floty w działa gwintowane, rozwiązana zostanie prędko i tanio. Rezultaty tych ostatnich doświadczeń były niepomyślne, i w r. 1860, kiedy Europa uspokoiła się czasowie, Anglicy zaniechali doświadczeń nad przerabianiem dział gładkich na gwintowane, i wprowadzili do artylleryji oblężniczej, wałowej, brzegowej i morskiej, działa Armstronga nabijane z tyłu, uprzednio już przyjęte dla polowej artylleryji. Od r. 1858 do początku r. 1863 zrobiono dział takich 2370, różnych kalibrów, od 6 f. do 110 f.; wydano na to uzbrojenie 63,475,000 franków. Opiszę urządzenie tych dział, a to w celu aby dać poznać ich zalety i wady.

Działa nabijane z tyłu (Fig. 57), jak i nabijane z przodu opisane dawniej, Armstrong urządza z kilku rur jedna na drugą ułożonych. Wewnętrzna rura, stanowiąca kanał działa, robi się z lanego żelaza lub też z kutego żelaza, którego różne sztaby łączą się podłużnie. Na wewnętrzną rurę naciska się druga, zrobiona także z kutego żelaza; sztaby składające tę rurę nie leżą podłużnie, lecz rozpalone obwijają się około żelaznego walca stosownej grubości i pod silnym młotem łączą się w jednolitą masę. Po wyświdrowaniu wewnętrznego walca, rura ta będąc rozpaloną nadziewa się na rurę kanałową, a stygnąc mocniej ją obręcuje. Trzecia, zewnętrzna rura jest takiegoż gatunku jak i druga; zwykle kończy się ona za czopami działa, nie dochodząc do wylotu. W działach wielkich kalibrów robią jeszcze jedną albo dwie rury kolejno na uprzednie nadziewane; rury te są coraz krótsze, tak, iż ostatnia obejmuje tylko miejsce od-

powiadające naboju z pociskiem, stanowiąc jakby obręcz wzmacniającą tę tylko część działa.

Mechanizm zamkowy urządzony jest w sposób następujący. Kanał działa prześwidrowywa się na wylot, tak aby pocisk i nabój mogły być włożone z tyłu, wprost do kanału *A*. Po dosunięciu pocisku i naboju na miejsce *B*, kanał działa zamyka się z tyłu dnem *C* wstawionem w wycięcie *D* zrobione w tylnej części działa. Wycięcie to, ma poprzeczne rozmiary większe niż kaliber działa, a głębokość jego dochodzi tylko do dolnej części kanału. Po wstawieniu dna w tylne wycięcie działa, przyciskają go śrubą pustą *E* będącą w tylnej części, z rączką pojedynczą, w mniejszych kalibrach, a podwójną w większych. Dla zupełnego zamknięcia kanału, aby gazy prochowe nie przechodziły pomiędzy ścianami wycięcia i dnem, zrobione są dwa miedziane pierścienie *r* i *s*; z nich jeden *r* umocowany w kanale działa ma wewnątrz kształtu stożkowego, w który wchodzi zewnętrzną stożkową powierzchnią pierścienia *s* umocowany we wstawionem dnie *C*, i tworzący jakby czop do zamykania kanału. Dno *C* robi się z najlepszego kutego żelaza; w niem znajduje się zapal zrobiony w śrubie z miedzi czerwonej; zapal komunikuje się z komórką *m* mieszczącą mały nabój prochu dla łatwiejszego zakomunikowania ognia od przepalniczki właściwemu naboju. Wnętrze śruby *E*, jako też pomieszczenie *B* dla pocisku i naboju, ma średnicę większą niż kaliber działa; zwykle różnica bywa około 3^m. m. Zwiększenie średnicy tylnej części kanału ma na celu ułatwienie wkładania pocisku przy nabijaniu działa, a najbardziej dla tego aby można było dać powłoce pocisku średnicę, nieco większą niż kaliber działa. Tym sposobem pocisk zamyka sobą zupełnie kanał, nie zostawiając odstępu, parciem prochu wciska się w gwintowany kanał i forsowany nabiera ruchu wirowego. Zupełne zamknięcie kanału pozwala temsamem zużyć wszystkie gazy prochowe, których żadna część napróżno z kanału wyjść nie może. W tym to celu we wszystkich systematach kategoryi dział nabijanych z tyłu, strzelających pociskami z po-

włoką, tylna część kanału służąca dla umieszczenia pocisku i naboju, robi się średnicy nieco większej niż kaliber działa. Dawniej kanał w działach Armstronga nie na całej długości był jednakowej średnicy: zwężano go od dna ku wylotowi, dla większego forsowania pocisku i aby kanał działa był nieco szerszym u dna, gdzie zwykle więcej zostaje prochowych nieczystości; jednakże od r. 1863 to zwężenie kanału zaniechanem zostało.

Kanał od wylotu aż do miejsca gdzie się zaczyna pomieszczenie dla pocisku, pokryty jest drobnymi gwintami, których boki strzałowe są prostopadłe do powierzchni kanału, a naboje nieco zaokrąglone. Głębokość i szerokość gwintów zwiększa się ze zwiększeniem kalibru, a zatem i wagi pocisku; gdyż żebra formujące się na powierzchni powłoki powinny być dość grube, aby się nie zrywały. Zwiększenie to głębokości i szerokości gwintów ze zwiększeniem kalibru dział jest nie wielkie. Przedziały gwintów mają około 2mm.5 szerokości; a więc liczba gwintów zwiększa się z kalibrem działa. Naprzykład: 12 f. dział ma 38 gwintów, których głębokość jest 1mm.27, a szerokość 3mm.81; dział 70 f. ma 70 gwintów, których głębokość jest 2mm.16, a szerokość 4mm.45. Jednakże co do liczby gwintów, ich wymiarów i szerokości przedziałów, zmiana wymienionych powyżej szczegółów w zależności od zmiany kalibru nie ulega żadnemu wyraźnemu prawu; doświadczenie tylko może wykazać jakie dane wypada zastosować w każdym kalibrze dział.

Pociski zwykle robią się z lanego żelaza; dla działania zaś przeciwko pancernikom, działa większych kalibrów mają pociski z lanej stali. Kształt pocisku jest walcowo-spiczasty (Fig 58); długość jego bywa od 1,8 do 3ch kalibrów. Pociski są trzech rodzaj: pełne czyli kule, wydrążone-granaty i bomby, nareszcie pociski odcinkowe (segment-shell). Pociski te różnią się głównie wewnętrznym urządzeniem; zewnątrz mają walcową powierzchnię obłą powłoką z ołowiu, na 2mm.5 grubości. Dla mocniejszego połączenia powłoki z pociskiem, powierzchnię tego ostatniego pokrywają uprzednio

lekką warstwą cynku, co skuteczniejszy oblewają pocisk ołowiem. Formy do oblewania pocisku tak są urządzone, iż na zewnętrznej powierzchni powłoki robią się w około niewielkie wydrążenia, aby przy wciskaniu się pocisku w kanał gwintowany działa, ołów który nie mógłby pomieścić się w gwintach, zbierał się w tych wydrążeniach. Wewnętrzne urządzenie pocisków odcinkowych Armstronga opisałem już przy jego działach nabijanych z przodu (Fig. 32 i 33). Mówiąc o pociskach używanych do dział Armstronga, zauważyć potrzeba iż we wszystkich działach tej kategorii, t. j. strzelających pociskami z powłoką, dla braku odstępu nie można używać zapalników odległościowych, któreby się zapalały od ognia naboju działowego. Przy tych pociskach używają najczęściej zapalników perkusyjnych; co się zaś tyczy zapalników odległościowych, potrzeba je tak urządzać aby się zapalały w skutek poruszenia składowych swych części, przy dokonaniu wystrzału. W tym celu wymyślono różne rodzaje stosownych zapalników.

Załączam tablicę obejmującą główne dane co do dział tego systematu Armstronga. Działa te nazywają się według wagi odcinkowego pocisku około 2,2 kalibrów grubości.

	Kaliber	Długość kanału	Krok gwint.	W a g a		
				dziła	poci-sku od-cinko.	naboju
	c. m.	kal.	kal.	kg.	kg.	kg.
6 f. armata . . .	6.35	21.2	30	168	2.98	0.340
9 " " . . .	7.62	17.5	38	305	4.30	0.567
12 " " . . .	7.62	24.5	38	432	5.44	0.680
20 " " . . .	9.52	14.43	38	635	9.39	1.196
40 " " . . .	12.06	22.3	36.5	1.676	18.50	2.278
70 " " . . .	16.26	14.4	45	3.129	35.44	4.556
110 " " . . .	17.78	14.2	37	4.135	46.01	5.467
150 " " . . .	21.60	11.8	55	8.459	92.77	10.025
7 cal. granatnik .	17.78	10.7	38	2.708	46.01	4.100

Działa Armstronga tego systematu, mają zalety które wyliczyłem mówiąc o wszystkich działach tej kategorii.

Rzeczywiście: dokładność ich strzałów jest znaczna; doniosłość pocisków wielka, nawet przy użyciu stosunkowo niewielkich nabojów. Działa te nadto pokazały ogromną siłę oporu przeciw rozrywającemu działaniu prochu. I tak na przykład, strzelano z działa 110 f. nabojem 6kg 35 i pociskami, których waga przy pierwszych 10ciu. wystrzałach była 45kg.4, a potem co 10 wystrzałów wagę pocisków zwiększano o 45kg.4; zrobiono 100 wystrzałów, tak iż waga pocisków przy ostatnich 10ciu wystrzałach była 454kg.; działo wytrzymało tę próbę bez żadnego uszkodzenia. Niektóre z dział wytrzymały do 3,000 wystrzałów bez uszkodzenia. Tak wielkie zalety były przyczyną iż Anglicy już w 1858 r. stanowczo zaczęli wprowadzać u siebie działa tego systematu. Kilkoletnie jednak doświadczenia w Anglii robione, a głównie praktyka wojny Chińskiej w r. 1860, a najbardziej Japońskiej ekspedycji w 1863 r., pokazały iż działa te mają również znaczne wady. Już po wojnie chińskiej, sprawozdania oficerów świadczyły, że działa Armstronga mimo wszystkie swe zalety, nie zawsze okazały się użyteczne. Działa te są za ciężkie: po raz kilka Anglicy nie mogli wyciągnąć ich z trzęsawisk, które artylllerja francuzka z łatwością przebyła. Największe niezadowolnienie wywołała ta okoliczność, że czasami przy wystrzale wylatywało dno wstawiane, a przez co, działo się psuło i usługa znacznie cierpiała; albo też, dno gięło się od uderzenia gazów prochowych, i w żaden sposób nie można było go wyjąć. Wypadki te zdarzały się w połowej artylllerji, ale najczęściej w artylllerji morskiej z działami 110 f. W działach większego kalibru, dno wyjmowane ma tak wielką wagę, iż dzwiganie go przy nabijaniu działa jest trudne. Oprócz wymienionych trudności są jeszcze inne; na przykład, powłoka pocisków będąc cienką, i niedosć mocno z pociskiem połączoną, zrywa się niekiedy z pocisku i jest przyczyną nieregularności strzałów.

Wiadomość o niezadowolnieniu jakie wywołały wyżej przytoczone wypadki, a jednocześnie przekonanie, iż od czasu wprowadzenia dział Armstronga mogły być wynalezione nowe

lepsze systematy dział gwintowanych, wszystko to razem wzięte, było powodem, iż z rozkazu parlamentu w r. 1862 wyznaczono komisję specjalną, w celu zebrania dokładnych wiadomości o zaletach i wadach dział Armstronga, tudzież o kosztach na nie przez rządłożonych. Dwa rapporta złożone przez tę komisję, jeden w Lipcu 1862 r., drugi w Lipcu 1863 r., stanowią bogaty zbiór wiadomości dotyczących tych dział. W raportach tych znajdujemy, iż Armstrong tłumaczy wylatywanie w czasie wystrzału wstawianych den tą okolicznością że śruba denna nie była dobrze zakręcona; częste wypadki z działami 110 f. Armstrong objaśnia że działa do Chin wysłane były z liczby tych, które w pierwszych latach robiono wtenczas, gdy niemiano jeszcze wprawy w urządzaniu dział wielkiego kalibru; aby zmniejszyć trudność nabijania dział większego kalibru, w ostatnich modelach, dla wkładania dna Armstrong robi otwór z boku dział, a nie z góry, jak to było dawniej. Komisja przez parlament wyznaczona, nie znajdując aby działa Armstronga nabijane z tyłu odpowiadały zupełnie wszystkim warunkom wojny lądowej i morskiej, doradziła wyznaczyć osobną komisję dla zrobienia porównawczych dokładnych doświadczeń, nad trzema systematami dział gwintowanych: t. j. Armstronga nabijanemi z przodu, tegoż nabijanemi z tyłu i Whitwortha nabijanemi z przodu. Komisja ta, po trzyletnich doświadczeniach, zdała w przeszłym roku raport ze swych czynności. Nie wiemy dokładnie jaki ostatecznie system będzie przyjęty za normalny; ale sądząc z rezultatów doświadczeń robionych przez tę komisję, można wnosić, że system dział Armstronga nabijanych z tyłu, nie wyjdzie zwycięzko. Mówiąc uprzednio o działach Whitwortha, przytoczyłem tablicę porównawczą doniosłości strzałów tych dział i dział Armstronga nabijanych z przodu. Tutaj przytoczę, wyjętą z tych samych sprawozdań komisji, podobną porównawczą tablicę doniosłości strzałów dwóch systematów dział Armstronga.

	Waga		Doniosłość przy kątach podniesienia					
	poci- sku	na- boju	3°	6°	9°	15°	25°	33°
			kg.	kg.	m.	m.	m.	m.
12 f. arm. nabij. z przodu	5.26	0.81	1.452	2.342	3.044	4.303	5.454	6.180
12 „ „ „ z tyłu	5.27	0.68	1.359	2.176	2.946	4.325	5.503	6.189
70 „ „ „ z przodu	32.2	4.56	1.478	2.419	3.238	4.787		
70 „ „ „ z tyłu	32.8	4.10	1.255	2.067	2.865	4.309		

Widocznem jest iż doniosłość strzałów dział nabijanych z tyłu jest mniejszą, niż nabijanych z przodu. Toż samo można powiedzieć i o celności strzałów dział dwóch tych rodzajów. Bardzo więc prawdopodobne że anglicy zmieniają swój system dział; do czego wiele przyczynić się mogą odebrane w 1865 r. z Japonji, złożone na rozkaz ministra marynarki, szczegółowe sprawozdania o zachowaniu się dział Armstronga w czasie ekspedycji japońskiej, w bitwach pod Simonosaki i Kagosima. Niektórzy kapitanowie okrętów w raportach swych powiadają, iż gdyby miano dawne działa gładkie 68 f., rezultaty bitwy byłyby daleko większe; wiele bowiem dział gwintowanych, po zrobieniu kilku zaledwie wystrzałów, tak się psuło, iż zupełnie nie można było z nich strzelać. Najwyrozumialsii nawet oficerowie uczestniczący w tej ekspedycji utrzymują, iż dostatecznem jest mieć szóstą część dział gwintowanych. Bezwątpienia, sąd taki jest przesadzony; inaczej by powiedzieli ciż sami oficerowie, gdyby mieli do czynienia nie z Japonją, ale z mocarstwem mającem okręta pancerne, uzbrojone działami gwintowanymi wielkiego kalibru. Jednakże opinja oficerów marynarki, wyrobiona na rzeczywistej wojnie, jest argumentem silnie potępiającym działa gwintowane Armstronga, nabijane z tyłu. Przypomnę tutaj jeszcze na zakończenie że dla marynarki jako normalne dział przyjęto już armatę Woolwich, nabijaną z przodu; przytem sam Armstrong działa największych kalibrów urządza tylko do nabijania z przodu.

Odczyt 9.

Pozostaje mi jeszcze powiedzieć o działach pruskiego systematu należących do kategorii nabijanych z tyłu i strzelających pociskami z powłoką. Zarazem wskażę od jakiego systematu pochodzą te działa i jakie powstały systematy przez zmiany i udoskonalenia w nich porobione.

Działa gwintowane pruskie urządzone są według systematu właściciela szwedzkich słynnych hut żelaznych w Aker, Wahrendorfa, które od r. 1843 zajmował się czynnie urządzeniem dział nabijanych z tyłu. Jego działa gładkie nabijane z tyłu próbowano w wielu artyllerjach; nawet przed wprowadzeniem dział gwintowanych, system Wahrendorfa nabijania z tyłu był przyjęty w Szwecji dla dział gładkich fortecznych 24-funt. i 7-calowych. Potem Wahrendorf zrobił działa swe gwintowanymi i strzelał z nich pociskami okrągłymi oblanymi ołowiem; pociski te, mające średnicę nieco większą niż kaliber działa, wkładały się z tyłu do kanału i przy wystrzale parciem prochu wciskane były w gwintowaną część kanału, gdzie nabrały ruchu wirowego. Dopiero w r. 1851, dowiedziawszy się o użyciu przez Cavalli pocisków podłużnych, Wahrendorf urządził pociski takiegoż kształtu do dział swoich gwintowanych, nabijanych z tyłu.

Działa Wahrendorfa (Fig. 59) są z lanego żelaza i mają kanał przeswidrowany na wylot. Część kanału, gdzie się

mieści pocisk i nabój, jako też część tylna, przez którą wkładają je do kanału, mają średnicę większą około 5 mm. od kalibru działa. Reszta powierzchni kanału jest gwintowana, a boki tych gwintów są prawie prostopadłe do kanału. Szerokość i głębokość gwintów mało się zmienia w działach różnych kalibrów; szerokość jest około 2 cm., i dwa razy większa niż przedział sąsiednich gwintów; głębokość ich zaś jest około 2mm.5. Liczba gwintów i krok ich zmieniają się w różnych kalibrach; w 30-funt. armacie Wabrendorfa, nazwanej według wagi okrągłej kuli tego samego kalibru (16cm.33), jest 16 gwintów i krok ich równa się 54,5 kalibrom.

Mechanizm do zamykania tylnej części kanału, składa się z dna *K*, mającego kształt stępla umocowanego na podwójnej ręczce *L*; ręczka ta przechodzi przez otwór w drzwiczkach *J*, zamykających kanał z tyłu i obracających się na zawiasie *C*. Dno *K* utrzymuje w miejscu zasuwa *a* wkładana przez boczny otwór działa, i przechodząca jednocześnie przez otwór w ręczce *L*; dla mocniejszego połączenia dna z zasuwą, służy mutra *g* wkręcona na gwint, zrobiony na ręczce. Aby gazy prochowe nie przechodziły pomiędzy składowemi częściami zamkowego mechanizmu, do dna *K* przymocowuje się stalowy pierścień, rozcięty w niektórych miejscach; parcie prochu przyciska go szczelnie do dna i do ścian kanału, zamykając wszelkie szczeliny. Dla nabicia działa potrzeba najprzód osłabić mutrę *g*, potem odsunąć zasuwę *a* tak aby można było za pomocą ręczki *L* przyciągnąć dno do drzwiczek *T*, i wtedy otworzyć je na bok, wraz z dnem i ręczką. Po otwarciu kanału wkłada się weń pocisk, potem nabój, a po dopchaniu każdego z nich stępem do właściwego miejsca, zamykają się drzwiczki i wsuwa się dno, dopóki mutra *g* nie dojdzie do drzwiczek; następnie wkłada się zasuwa *a*, a wkręcaniem mutry *g*, przyciąga się ją wraz z dnem ku tylnej części działa.

Pierwsze pociski podłużne, urządzone przez Wabrendorfa, miały powłokę z ołowiu, obejmującą nietylko walcową część pocisku ale i połowę długości części stożkowej. Dla umo-

cowania powłoki na pocisku, Wahrendorf użył sposobu, którego poznamy w pociskach artylerji pruskiej. Wkrótce jednakże zaniechał użycia tych pocisków, zamieniając je pociskami podłużnymi z trzema ołowianemi obrączkami *ab* (Fig. 60) na walcowej powierzchni; średnica zewnętrzna obrączek równa się średnicy kanału w tych miejscach, gdzie są gwinty. Pocisk obrączkami wciska się w gwinty, a forsując się nabiera ruchu wirowego. Pociski te mają 1,8 do 2 kalibrów długości, są pełne lub też wydrążone.

Działa Wahrendorfa użyto w Szwecji dla wałowej artylerji fortecy Waxholm. Robiono też nad nimi liczne doświadczenia w Anglii, jeszcze przed wprowadzeniem dział Armstronga; podobno doświadczenia te doprowadziły do tak dobrych rezultatów, iż uzbrojono niektóre forty Ports muthu w działa 8-cal. (20cm-38) tego systematu. Moskale mają też działa 30-funt. Wahrendorfa w niewielkiej liczbie w fortecy Modlinie. Jednakże uznano teraz, iż działa te nie odznaczają się ani wielką celnością, ani doniosłością strzałów.

Nie zatrzymując się długo nad systematem właściwym Wahrendorfa, przechodzę do opisu dział gwintowanych pruskiego systematu. Prusacy mając prawie od 1840 r. strzelby nabijane z tyłu, z tem większą skwapliwością zajęli się doświadczeniami dział nabijanych według tegoż systemu. To spowodowało że wkrótce po zastosowaniu przez Wahrendorfa do swych dział nabijanych z tyłu pocisków podłużnych, prusacy zamówili w fabryce Aker kilkadziesiąt dział różnych kalibrów, urządzonych dla nabijania w podobny sposób. Działa te były gładkie; prusacy gwintowali je według różnych systematów i robili nad nimi liczne doświadczenia. Rezultatem tych badań było wprowadzenie do pruskiej artylerji dział nabijanych z tyłu według systematu Wahrendorfa. Jedną tylko zmianę wprowadzono w tym systemacie: przekonano się iż stalowe kółko będące u dna niedostatecznie zapobiega przechodzeniu gazów pomiędzy składowemi częściami mechanizmu zamkowego; odrzucono więc to kółko, a natomiast przed zamknięciem kanału wkładają osobne dno tektu-

rowe (Fig. 61) które przy wystrzale zagiętemi bokami zamyka w okolo wszelkie szczeliny. Tekturowe dno oblane jest tłustością; po wystrzale stępem wycioru wypychają go z działa w stronę ku wylotowi i tym sposobem oczyszcza się wnętrze kanału od pozostałych resztek prochowych.

Kilkoletnie doświadczenia przekonały prusaków, że mechanizm użyty przez nich do zamykania tylnej części działa, nie czyni zadość warunkom niezbędnym dobrego zamykania. Przekonano się, iż gazy prochu przeciskają się stopniowo pomiędzy dnem a ścianami kanału, osadzają nieczystość w szczelinach i tym sposobem utrudniają odmykanie i zamykanie mechanizmu, a nawet robią mozolnem jego odczyszczenie. Musiano więc rozpocząć doświadczenia nad nowym mechanizmem, którego wprowadzenie mogłoby rozwiązać najważniejsze i najtrudniejsze zadanie w działach nabijanych z tyłu, t. j. zapobieżenie przechodzeniu gazów prochowych przez zamkowy mechanizm. Jeśli zadanie było trudne do rozwiązania w działach małego kalibru, tem trudniejszym jest ono w działach strzelających wielkimi nabojami i ciężkimi pociskami. Doświadczenia, o których wyżej powiedziałem, doprowadziły do przyjęcia w początku 1863 r. mechanizmu zamkowego Krejnera, wprowadzonego potem w artyllerii moskiewskiej. Zamek ten składa się z dwóch stalowych klinów *A* i *B* (Fig. 62), dotykających jeden do drugiego stronami odwrotnemi swych pochyłości i włożonych razem w poprzeczny otwór tylnej części działa, równoległy do osi czopów działowych. Do przedniego klinu *A* dorobiona jest śruba *c* z rączką *g*; śruba ta swobodnie obraca się w kółku *a*, stanowiącem jedną całość z przednim klinem, bez posuwania się naprzód ani w tył. W klinie *B*, w tem miejscu gdzie takowy dotyka do śruby *c*, zrobione jest nacięcie śrubowe, tworzące część nutry. Przy obrocie rączki *g*, śruba *c* wchodząc lub wychodząc z nutry klina *B*, przesuwa go po klinie *A*; przez to grubość obu klinów, razem wziętych, zwiększa się lub zmniejsza; co daje możność zamknięcia silnie otworu kanału, albo też osłabienia klinów, celem łatwiejszego ich wysunięcia. Wtedy

otwory *E* w obu klinach staną przeciwko kanału i ułatwią wkładanie do działa pocisku i naboju. Po nabiciu działa potrzeba oba kliny dosunąć do drzwiczek *P*, zamykających poprzeczny otwór działa; potem obrócić rączkę *g* na pół koła, żeby kliny przesunęły się jeden po drugim i mocno zamknęły otwór kanału. Dla utrudzenia przejścia gazom prochu przez szczeliny mechanizmu, w przedniej powierzchni klina *A* zrobiono wycięcie, w którym jest osobne dno *M* z miedzianym pierścieniem *N* (Fig. 63). Pierścień ten w skutek szczególnego kształtu, pod parciem gazów prochu przystaje do bocznej powierzchni dna wstawionego i wkoło wystającej części poprzecznego otworu. Z opisu powyższego pokazuje się, że mechanizm przez prusaków wprowadzony jest daleko prostszym, niż mechanizm Wahrendorfa, i że następstwa z jego zastosowania powinny być lepsze. W r. 1864, po wojnie duńskiej, w czasie której przy oblężeniu Düppel mechanizm zamkowy Krejnera po raz pierwszy wytrzymał próbę bojową, w wielu państwach niemieckich zaczęto wprowadzać działa pruskie tego systematu. Ostatnia wojna prusko-austriacka pokazała jednak, że i ten mechanizm nie jest doskonały; chociaż dotąd nie mamy żadnego sprawozdania artylleryzyskiego o wojnie 1866 r., ale pisma perjodyczne wojskowe wspominają, że mechanizm zamkowy po kilkakrotnie psuł się zupełnie; tak iż nadal działa nie mogły być użyte w czasie bitwy. Niewiadomo jaki mechanizm zastosują w skutek nowych doświadczeń, rozpoczętych w tym przedmiocie w pruskiej artylleryji; prawdopodobnie przyjmą system wprowadzony w roku 1866 w szwajcarskiej artylleryji lub też zamkowy mechanizm Kruppa.

Gwinty dział pruskich mają odmienną głębokość w różnych kalibrach; różnica ta nie jest wielką; tak że głębokość gwintów bywa od 1 do 2 m. m. Szerokość gwintów prawie zawsze około 1 c. m. i jest dwa razy większą niż przedziały między sąsiednimi gwintami. Dla lepszego forsowania pocisków prusacy robią gwinty zwężone nieco od dna ku wylotowi; a to w celu aby odciski gwintów, które sformują się

na powłoce pocisku przy początku ruchu jego, ścisnęły się i przez to pocisk mocniej się forsował. Krok gwintów większy jest w działach większego kalibru; w działach 6 i 12-funt. krok ten ma 52 kalibry, a w 24-funt., 63 kalibry.

Działa pruskie nazywają zwyczajnie według wagi okrągłej kuli, tego samego kalibru. Działa ich gwintowane są przerabiane z gładkich spiszowych, lub z lanego żelaza, albo też nowe, robione z lanego żelaza lub z lanéj stali. W ostatnich czasach najwięcej dział prusacy robią z tej ostatniej, korzystając z doskonałości do jakiej doprowadzono sposób odlewania dział nawet największych kalibrów, w fabryce Bergera w Berlinie, a najbardziej w fabryce Kruppa w Essen (Westfalji). Doskonałość wyrobów stalowych Kruppa, tak jest wielką, że najsławniejsze huty angielskie Brown i Attwooda nie mogły im wyrównać; wprawdzie wyroby angielskie z lanéj stali w ostatnich czasach znacznie udoskonalone zostały.

Pociski pruskie, urządzone na wzór pierwszych pocisków podłużnych Wahrendorfa, bywają pełne i wydrążone; robią się zwykle z lanego żelaza; tylko dla dział brzegowych i morskich, mających strzelać przeciwko pancernym okrętom, pociski robione są z lanéj stali. Kształt pocisków (Fig. 64) jest walcowo-spiczasty; długość ich równa się prawie 2 kalibrom. Walcowa powierzchnia pocisku obłana powłoką z ołowiu, której nadają znaczną grubość. Dla umocowania powłoki robią na powierzchni pocisku przy odlewaniu osobne rowki, z których jedne są podłużne, inne zaś idą w kierunku poprzecznym pocisku. Forma dla oblewania pocisku ołowiem tak jest urządzona, że na powłoce w koło pocisku robią się rowki, odpowiadające rowkom powierzchni twardego metalu. Średnica pocisku z powłoką w miejscach gdzie są rowki równa się kalibrowi działa; w innych częściach równa się średnicy kanału, tam mianowicie, gdzie się znajdują gwinty. Pocisk wydatnemi częściami powłoki wciska się w gwinty działa, forsuje się i nabiera ruchu wirowego.

Do pocisków wydrążonych używają zapalnika uderzeniowego. Zapalnik ten A (Fig. 65) odlewa się z mosiądzu;

dolna część kanału przechodzącego wzdłuż zapalnika zamknięta śrubką z takiegoż metalu z małym otworem *a*, który zakleja się płótnem. W środku kanału znajduje się walec pusty *B* ze stalowym trzpieniem *b*. Z wierzchu zapalnika znajduje się śrubka *C* w której spodzie umieszczony jest piston, czyli proch piorunujący. Aby trzpień *b* nie uderzył w piston przed czasem właściwym, wkłada się przez osobny boczny otwór w zapalniku, żelazny sztyft *D*, przechodzący pomiędzy walcem i pistonem. Pocisk z tym sztyftem wkłada się do kanału działa; po wystrzale pocisk nabrawszy ruchu wirowego około osi, wylata z kanału działa, a sztyft *D*, skutkiem siły odśrodkowej wyleci z zapalnika. Przy uderzeniu pocisku o jaki przedmiot, walec *B* swym trzpieniem zapala piston, a ogień przez otwór w podstawie trzpieniowej i przez kanały *B* i *a* komunikuje się naboju wewnętrznemu pocisku. Jeśli potrzeba, aby pocisk rozerwało nie w samej chwili uderzenia, a nieco później, w takim razie kanał *B* napełniają większą lub mniejszą ilością masy zapalnikowej. Pociski wożą z zapalnikami, lecz bez śrubki pistonowej *C* i bez sztyfta *D*; przed samem nabijaniem działa, wstawiają sztyft i wkręcają śrubkę pistonową.

Nie wiemy jakich kalibrów działa były wprowadzone przez Prusaków w ostatnich czasach. W 1865 r. mieli oni następujące działa, o których budowie główne dane tu załączam.

A r m a t a	Z jakiego metalu	Kaliber	Długość kanału	Krok gwintów	W a g a		
					Działa	Pocisku	Naboju
		c. m.	kal.	kal.	kg.	kg.	kg.
4-funt. polowa . . .		7.85			275	4.38	0.500
6 " " . . .	łana stal	9.14	20	52	393	6.72	0.593
12 " " . . .	spiż	12.06	16	52	835	13.84	1.043
6 " obleşn. i walowa	łane żelazo	9.14	20	52	639	6.72	0.593
12 " " "	"	12.06	18	52	1.392	13.84	1.043
24 " " "	"	14.98	21	63	2.604	26.54	2.01
48 " brzegowa . . .	łana stal	19.30				73.7	5.00

Wskazany krok gwintów jest krokiem strzałowego boku; Krok boku naboju jest nieco większy, z powodu większej szerokości gwintów u dna niż u wylotu. Na pewno można powiedzieć, że prusacy poszli za przykładem innych wielkich mocarstw i oprócz wymienionych dział, wprowadzili u siebie inne, znacznie większych kalibrów. Przytem fabryka Kruppa, która głównie dostarcza działa dla pruskiej artylerji, od dawna już odlewa działa znacznie potężniejszych kalibrów. Jako dowód doskonałości, do jakiej w tej fabryce doprowadzono odlewanie ze stali dział największych kalibrów, Krupp przygotowuje na wystawę paryską działo gwintowane z lanéj stali, strzelające pociskiem wagi 500 kg. i nabojem 30 kg.; działo to ma ważyć 50,000 kg. Jeśli to działo, największe jakie dotąd było zbudowane, odpowie wszystkim koniecznym warunkom — a co jest bardzo prawdopodobnem — to można będzie przyznać pierwszeństwo tej fabryce przed zakładami tego rodzaju we wszystkich innych krajach.

O zaletach i wadach dział pruskich można sądzić w części z tego, cośmy już powiedzieli o ich budowie. Nabijanie z tyłu pozwala pocisk dobrze forsować; a ponieważ gruba powłoka mocno się trzyma na pocisku, zatem on nabiera regularnego ruchu wirowego około swéj osi; skutkiem czego ruch pocisku w powietrzu nadzwyczaj jest regularny. Gruba ołowiana powłoka jest przyczyną, że waga pocisku, stosunkowo do kalibru, większa jest niż w działach innych systematów; a przez to opór powietrza nie tak znaczny wywiera wpływ na ruch pocisku. Słowem, doniosłość, a szczególnie regularność strzałów z tych dział, są wielkie. Doświadczenia pokazują, iż działa 6, 12 i 24-funt. strzelają z jednakową prawie celnością. Z przestrzeni 1813 m. wszystkie pociski trafiają w tarczę mającą 5 m. wysokości i 10 m. długości; z przestrzeni 3.734 m. na 100 wystrzałów 15 trafia w dwie tarcze postawione jedna za drugą w odległości 9m.6 i mające 5 m. wysokości i 32 m. długości. W wojnie duńskiej przy oblężeniu Düppel'a, z baterji położonych na półwyspie Broaker, strzelano z dział gwintowanych 24-funt.

do miasteczka Sonderburg na wyspie Alsen, w odległości 3,850 m. Utrzymują, że strzały były bardzo celne; prawda, że cel — miasteczko całe — miał znaczne rozmiary. Wymieniwszy wszystkie korzyści nie należy zapominać i o wadach, właściwych temu systematowi. Widzieliśmy wyżej, że mechanizm zamkowy nie zupełnie odpowiada swemu przeznaczeniu, gdyż nie zupełnie tamuje przejście gazom prochowym przez szczeliny zamkowe; mechanizm psuje się i czyni działo na pewny przeciąg czasu zupełnie nieużytecznem. Z powodu grubości powłoki pocisku, dla nadania należnej mocy ścianom jego, próżnia wewnętrzna musi być dość mała; a przy użyciu niewielkich wewnętrznych nabojów, działanie rozrywające tych pocisków jest słabe. Oprócz tych są inne jeszcze niedogodności; i tak, chociaż zapalniki używane do pocisków wydrążonych są dobre; lecz można się obawiać, aby przez zapomnienie włożenia do zapalnika sztyftu żelaznego, pocisk nie rozerwał przed czasem właściwym.

Mówiłem już poprzednio, że działa pruskie, z pewnemi modyfikacjami, wprowadzone zostały w Belgji, Austrii — do oblężniczej i wałowej artyllerii, w Szwajcarji — do połowej artyllerii, w małych niemieckich państwach, w końcu wprowadzili je u siebie i moskale. Obecnie opiszę systemat dział połowych przyjęty w Szwajcarji w 1866 r., i opowiem o działach moskiewskich nabijanych z tyłu. Szwajcarowie po 1859 r. wprowadzili u siebie działa spiżowe gwintowane, przerobione w części z gładkich, według systematu francuzkiego z niektórymi zmianami. Systemat ten, znany pod imieniem Müllera (Fig. 66), tem się różni od francuzkiego, że dno gwintu ma kształt łuku koła nie spółśrodkowego z powierzchnią kanału; przez to, głębokość gwintu strzałowego boku mniejsza jest niż nabojuowego. Pociski mają po 6 palców z przodu i szpigiel z tyłu. Działa te nie okazały się dobrymi; osobna kommissja w przeciągu trzech lat robiła porównawcze doświadczenia nad działami Müllera, Armstronga z podwójnemi gwintami, pruskimi i amerykańskimi Broadwella. W skutek tych doświadczeń przyjęto w r. 1866 dla połowej

artylerji działo z lanęj stali 8-funt., nabijane z tyłu według systematu Broadwella. Zamek tych dział (Fig. 67) składa się z zasuwki czyli klina pojedynczego i ze stalowego pierścienia. Wzdłuż tylnej części zasuwki idzie mocna śruba, mająca skręty tylko z jednej strony. Dla włożenia zasuwki w poprzeczne wycięcie działa, obracają śrubę tak aby jej skręty schowane były we środku; po włożeniu zasuwki zakręca się śruba na pół obrotu; wtedy skręty wchodzą w stosowne wyżłobienia tylnej ściany poprzecznego wycięcia, i śruba przyciska mocno zasuwkę do tylnej części stalowego pierścienia. Zamkowy pierścień Broadwella (Fig. 68) mieści się w okrągłym wyżłobieniu przedniej ściany poprzecznego wycięcia; średnica tego wyżłobienia zmniejsza się ku wylotowi, a kształt jego odpowiada kształtowi samego pierścienia *B*. Dno *C* będące w zasuwie *D*, przez mocne napieranie pierścienia *B*, wciska sprężyste jego boki w okrągłe wyżłobienie i zamyka wszelkie wyjście gazom. W praktyce mechanizm ten okazał się bardzo dobry i jakoby nie przepuszcza gazów prochowych.

Główne dane, dotyczące budowy tego działa są następujące; Kaliber 10cm.5; długość kanału 1m.830; liczba gwintów 18; ich krok 4m.725; głębokość gwintów 1mm.5; ich szerokość u dna 13 mm., a u wylotu 10 mm.; waga działa 647 kg.; waga pocisku z powłoką, w raz z nabojem wewnętrznym (0kg.625) i z zapalnikiem systematu pruskiego — 7kg.950; waga naboju — 1kg.000. Następująca tablica zawiera dane, dotyczące strzelania granatem, z tego działa.

Kat podnie- nia działa	Doniosłość strzału	Derywacja pocisku	Średnia nie- dokładność	
			w do- niosło- ści	w dery- wacji
	m.	m.	m.	m.
1° 16'	600	1.17		0.36
2 59	1.200	4.26	18	0.72
4 0	1.800	9.90	19	1.20
7 28	2.400	18.90	15	1.29
10 49	3.000	34.80	29	3.18

Chociaż doniosłość tych strzałów, widocznie mniejszą jest niż w działach innych systematów, jednak pod względem celności, działa te można zaliczyć do najlepszych.

Przy doświadczeniach porównawczych robionych w Szwajcarii, nad czterema wspomnianymi systematami dział gwintowanych, badano jednocześnie skuteczność strzałów kartaczowych. Kartacz nowego działu 8-funt. ma pudełko z cynkowej blachy z żelaznymi dnami; w pudełku znajduje się kul żelaznych 49, z których każda waży po 9cgr.4 i 5 wagi po 18cgr.8; całe pudełko kartaczowe ma ciężaru 5kg.546; a nabój prochowy 1kg.000. Tarcza z desek do doświadczeń użyta miała 3 c. m. grubości, 2m.70 wysokości i 54 m. długości. Strzelano z odległości 300, 450 i 600 metrów. Wypadki otrzymane pokazały, iż tak pod względem liczby kul trafiających w tarczę, jako też pod względem liczby kul przebijających takową działu nowe 8-funt. jest doskonalsze, nawet od dział 12-funt. gładkich. Takim sposobem upada powszechnie przyjęte mniemanie, że z dział gwintowanych nie można skutecznie strzelać kartaczami. Owszem: jeśli budowa pudełka kartaczowego dobrze jest zastosowana do działu gwintowanego, z którego się strzela, to celność i siła uderzenia, mogą być nawet znaczniejsze niż z dział gładkich, większego kalibru.

Przed zakończeniem powiem jeszcze słów kilka o nowych działach moskiewskich. Doświadczenie przekonało ich, że działa nabijane z przodu, przerobione ze spiżowych według francuzkiego systematu, prędko się psują: gwinty się scierają, a przez to, po pewnej liczbie wystrzałów (około 300), potrzeba działu na nowo przelewać. Nowy system gwintów podwójnych Armstronga, zastosowany do dział spiżowych ma tę samą wadę. Co się tyczy dział stalowych z podwójnymi gwintami, to w czasie, kiedy zdecydowano było wprowadzić działa takie, prusacy w wojnie duńskiej 1864 r. pierwszy raz użyli swych dział nabijanych z tyłu. Pomyślny skutek dla prusaków kampanji duńskiej, przyczynił się że moskale zdecydowali, powstrzymać przerabianie na gwintowane dawne działa spiżowe lub z lanego żelaza; tudzież zawiesić dalsze

wykonanie dział stalowych z podwójnymi gwintami Armstronga. Postanowiono również zmienić system dział gwintowanych, przyjmując nabijanie z tyłu według systematu pruskiego, t. j. z podwójnym klinem Krejnera i miedzianym pruskim pierścieniem. Działa mają być w znacznej części stalowe, zamówione u Kruppa w Essen, lub u Bergera w Berlinie; robią także moskale u siebie doświadczenia nad działami ze stali odlewanych przez Obuchowa w hutach uralskich; lecz doświadczenia te nie doprowadziły dotąd do pożądanych wypadków. Nowy ten systemat, urządzony według pruskiego, moskale wprowadzają w wykonanie; z tą jednak zmianą, iż w ostatnich czasach do mechanizmu zamkowego Krejnera, dorobiono stalowy pierścień Broadwella; gdyż uznano, że takowy lepiej odpowiada swemu przeznaczeniu. Przytem moskale robią porównawcze doświadczenia nad mechanizmami zamkowymi Krejnera, Broadwella i Kruppa, i prawdopodobnie zmieniają wkrótce przyjęty mechanizm zamkowy.

Następująca tablica mieści w sobie główne dane, dotyczące nowego systematu dział gwintowanych moskiewskich, nabijanych z tyłu.

Działo	Z jakiego metalu	Kaliber	Długość kanału		Liczba gwintów	Krok gwintów	W a g a		
			c. m.	m.			Działa	Pocišku	Naboju
						kg.	kg.	kg.	
4-funt. polowe . . .	stal lana	8.68	1.52	12	41.3	336	5.9	0.614	
9 " " " "	" "	10.67	1.86	18		606	11.47	1.126	
12 " obleż. i wałowe	" "	12.19	2.13	18	50	860	15.1	1.5	
12 " " " "	spiż	12.19		18	50	901	15.1	1.3	
12 " " " "	żelazo lan.	12.19	2.45	18	50	1523	15.1	1.3	
24 " " " "	stal lana	15.24	2.89	24	60	1.884	28.9	3.0	
24 " " " "	spiż	15.24		24	60	2.129	28.9	2.5	
24 " " " "	żelazo lan.	15.24	2.97	24	60	3.518	28.9	2.5	
8-cal. " " " "	stal lana	20.32	3.00	30	60	4.750	80.3	9.0	
6 " brzegowe. . .	" "	15.32		24	60	3.770	41	6.0	
8 " " " " "	" "	20.32		30	60	8.190	80.3	12.0	
9 " " " " "	" "	22.88		30	60	12.800	123	18.0	
11 " " " " "	" "	27.94		32	65	22.900	225	33.0	
6 " " " " " "	spiż	15.32		24		1.353	33.1	2.5	

24-funt. kaliber przyjęto jako główny dla dział wałowych; na 100 dział gwintowanych ma być 60 tego kalibru, z nich 40 z lanego żelaza i 20 stalowych lub spiszowych. Działa 9-funt. w ostatnich dopiero czasach postanowiono wprowadzić do połowej artylllerji; gdyż uznano 12-funt. armatę za zbyt ciężką do połowej artylllerji, a 4-funt. nie ma dostatecznej siły uderzenia; działa więc 9-funt. gwintowane będą stanowić pozycyjną artylllerję. Według postanowienia ministra wojny, powziętego w Grudniu 1866 r., cała artylllerja połowa ma być uzbrojona w działa gwintowane nabijane z tyłu; trzecia część pieszych baterji będzie miała działa 9-funt., a inne piesze baterje, i wszystkie konne — 4-funt.; do wprowadzenia jednak w wykonanie tego postanowienia, w połowej artylllerji używają moskale dział spiszowych 4 i 12-funt. nabijanych z przodu.

Moskale próbowali wzmacniać działa z lanego żelaza stalowemi obręczami, według systematu Gadolina; widząc jednakże że działa takie nie dają dobrych rezultatów i wymagają znacznych kosztów, zaniechali tych doświadczeń. Na przyszłość postanowiono odlewać działa z lanego żelaza, według opisanego powyżej sposobu amerykańnina Rodmana. Na wzór też amerykańnów moskale wprowadzają u siebie działa gładkie znacznych kalibrów; jednakże nie tak wielkich jak amerykańskie, gdyż podobno dotąd mają tylko działa gładkie kalibru $10\frac{3}{4}$ cali (27cm.30). Opisując amerykańskie wielkie działa gładkie, dałem o nich moje zdanie. Co się zaś tyczy nowych dział gwintowanych moskiewskich, odnosi się do nich to wszystko, co powiedziano o działach pruskich.

ZAKOŃCZENIE.

W powyższych odczytach, streściłem główniejsze wiadomości, dotyczące się urządzenia dział gwintowanych, tudzież siły, doniosłości i celności ich strzałów. Brak czasu zmusił mnie poprzestać na tych tylko zadaniach; rozmyślnie wstrzymałem się od rozbioru wielu innych przedmiotów, będących w ścisłym związku z urządzeniem dział, i zajmujących każdego wojskowego. Wątpliwości nie ma, każdy mi to przyzna, że nie dość jest znać urządzenie dział, ich siłę i doniosłość strzałów; lecz potrzeba jeszcze nadto wiedzieć, jak się ma tych dział użyć w różnych okolicznościach wojny; czyli, oznajomić się z organizacją i taktyką artylleryji. Idąc za naturalnym tokiem tych odczytów, nastęczało mi się wiele przedmiotów, które potrzebowałyby dokładnego wyjaśnienia. Lecz, z prawdziwym żalem omijałem takowe, chociaż pomiędzy niemi były zajmujące i pożyteczne; uczyniłem zaś to z obawy, aby rozpoczynając zbyt wiele nie być zmuszonym do pozostawienia bez rozwiązania zadań głównych. Dla téj także przyczyny w samym rozbiorze dział gwintowanych, wspomniałem tylko pobieżnie o niektórych przedmiotach, zwracając się zawsze do głównego zadania i zamykając się ściśle w programacie, którego granice nie przedmiot wykładu, nie moja wola, lecz brak czasu zakreślał. W końcu, powtarzam to raz jeszcze, com już dawniej powiedział, iż brak stosownych danych, zmuszał mnie często do zbytnej lakoniczności wykładu.

Zapatrując się z innego punktu widzenia na treść powyższych odczytów, niektórzy powiedzą iż wdając się w szczegóły urządzenia dział gwintowanych różnych krajów, zaniechałem najbliższego, bezpośredniego celu; to jest, nie zająłem się rozwiązaniem kwestji: jaką powinna być polska powstańcza artylllerja. Lecz dla dobrego uorganizowania wojska, a szczególnie artylllerji, najprzód potrzeba znać ich urządzenie w różnych krajach. Mając to na celu, programem moich odczytów było zbadanie stanu artylllerji różnych państw, a szczególnie naszych nieprzyjaciół. Wiedząc z kim się mamy spotkać, łatwiej obmyśleć w jaką broń uzbroić się nam wypada. W każdym kraju rozpatrzyłem systematy dział gwintowanych, nie tylko ostatecznie przyjęte, lecz i wszystkie te, które stopniowo były wprowadzane; żadne albowiem mocarstwo nie jest w stanie odrazu zmienić całej swój artylllerji, lecz używa dział różnych systematów. Dotąd nawet nie wszędzie zaniechano dział gładkich: i tak np. baterje konne pruskie, mają działa spiszowe gładkie 12 f.

Według mego przekonania, zadanie wojskowych polskich na emigracji, dzieli się na dwie części. Najprzód, obowiązkiem jest naszym obmyśleć środki do wyzwolenia ojczyzny z pod jarzma potrójnego; że wyzwolenie to w bardzo blizkiej leży przyszłości, dla nikogo z nas nie jest rzeczą wątpliwą; obmyślanie więc sposobów blizkiej walki, to pierwsza część zadania wychodzców wojskowych. Druga, dalsza co do czasu, ale nie mniej ważna. Każdy mi przyzna, że po wypędzeniu z kraju ciemiężców, natychmiast, bez obcej pomocy, przystąpić należy do stosownego i najlepszego uorganizowania sił zbrojnych narodowych; poznanie więc dokładne wszystkich nauk wojskowych, rzeczą jest niezbędną; poznanie to stanowi część drugą zadania naszego życia wygnaneckiego. Zapatrując się z tych punktów widzenia na treść moich odczytów, chcę jeszcze w kilku słowach zrobić praktyczne ich zastosowanie, w rozwiązaniu dwóch pytań.

I. Jakie działa są najwłaściwsze do użycia w wojnie powstańczej?

II. Jaki system uzbrojenia artylllerji jest najodpowiedniejszym do wprowadzenia w państwie już niezależnem i ukonstytuowanem?

Co do pierwszego pytania, t. j. jakie są najodpowiedniejsze działa powstańcze? Działa tego rodzaju powinny łączyć w sobie następujące warunki: być lekkie, mieć znaczną doniosłość, dobrą celność, i żeby obchodzenie się z nimi wymagało jak najmniej nauki i wprawy; nareszcie taniść, jest także jednym z głównych warunków powstańczego działa. Stosując się do takiego programu, musimy najprzód odrzucić działa nabijane z tyłu; gdyż nabijanie to, zawsze jest skomplikowaniem. Niedokładne zachowanie przepisów, co do obchodzenia się działem nabijanem z tyłu, może być przyczyną ważnych wypadków, które nietylko robią działo nieużytecznem, ale nawet mogą czasami siać zniszczenie i postrach we własnych szeregach. Z powodu drożyzny musimy odrzucić działa z lanęj stali lub kutego żelaza; z lanego żelaza działa są zanedto ciężkie, przytem niepewnej trwałości. Pozostaje więc tylko spiż, jako metal mniej drogi i odpowiadający głównym warunkom. Wprawdzie działa spiżowe zużywają się prędko przy wielkiej liczbie strzałów; jednakże przy oznaczeniu liczby strzałów jakie z działa zrobić można, naprzykład do 400, działa te okazują się jeszcze dobre do użycia. Aby obchodzenie się z działem było łatwe, można użyć systematu La-Hitta, lub jeszcze lepiej Armstronga z podwójnemi gwintami; w obu tych systematach obsługa działa niczem się prawie nie różni od obsługi dział gładkich, a doniosłość i celność strzałów są znaczne. Nareszcie, aby działo można użyć we wszystkich okolicznościach wojny powstańczej, powinno być lekkie; dla zadośćuczynienia temu wymaganiu, kaliber działa powinien być mały, naprzykład 4 f. Streszczając to wszystko okaże się, iż wojska powstańcze mogą używać dział gwintowanych górnych lub polowych, ze spiżu, nabijanych z przodu, według systematu La-Hitta lub Armstronga z podwójnemi gwintami, kalibru nie większego nad 4 f. Tylko przy bardzo silnem zorganizowaniu

wojsk można użyć znaczniejsze kalibry, na przykład 8 f.; większe bowiem kalibry dział utrudniają nie tylko właściwe ich użycie i obchodzenie się z nimi, ale również i dostarczenie wszelkich potrzebnych zapasów.

Co do drugiego pytania, t. j. jaki systemat można radzić do wprowadzenia w państwie już ukonstytuowanym? Taką w krótkości dam odpowiedź. Najprzód, potrzeba rozważyć jakie działa są lepsze, nabijane z tyłu czy z przodu. Wiadome dogodności i wady dział nabijanych z tyłu. W działach polowych korzyści takiego nabijania są prawie żadne; prędkie albowiem strzelanie jest tak samo możebne z dział nabijanych z przodu; wiemy także, iż pod względem celności a najbardziej doniosłości strzałów, wiele systematów nabijanych z przodu są lepsze od nabijanych z tyłu. Te ostatnie działa mają niedogodność, że mechanizm zamkowy prędko się w nich psuje; zwłaszcza, jeśli w obchodzeniu z niemi nie zachowują stosownych przepisów. Mówilem poprzednio o wypadkach jakie się zdarzyły Anglikom w wojnie chińskiej i japońskiej z działami Armstronga nabijanymi z tyłu. Wiadomo również, że w ostatniej wojnie prusko-austriackiej niektóre działa pruskie zupełnie się popsuły; liczba takich wypadków byłaby nieporównanie większą, gdyby wojna trwała nie jeden lecz kilka miesięcy, a tembardziej, gdyby się przeciągnęła na lata; w takim razie musiano by do obsługi dział używać żołnierzy nowych, nie wprawionych do regularnego i ścisłego wykonywania przepisów. Z tych powodów dla polowej artyllerii lepsze są działa nabijane z przodu. Najlepszy systemat jest zapewne Armstronga z podwójnemi gwintami, lub francuzki. Metal najwłaściwszy dla dział polowych jest stal lana.

Pozostaje teraz powiedzieć o działach oblężniczych, walcowych, brzegowych i morskich. Nabijanie z tyłu tych dział, jest wygodne pod tym względem, iż ludzie obsługujący działa, nie narażają się na strzały nieprzyjacielskie, wychodząc przed wylot do nabijania. W kazamatach fortecznych, a tembardziej na baterjach okrętowych, gdzie zwykle nie wiele miej-

sca wolnego, strzelanie jest daleko prędsze i łatwiejsze z dział nabijanych z tyłu, niż z nabijanych z przodu. Z drugiej strony, psucie się zamkowego mechanizmu zdarza się najczęściej w działach wielkiego kalibru, strzelających ogromnymi pociskami, do których używa się wielkich nabojów. Kwestja ta, trudna teoretycznie, w praktyce też nie jednako rozwiązaną została w różnych państwach. Mocarstwa najpotężniejsze morskie jak Stany Zjednoczone Ameryki, Anglja i Francja, każde inaczej rozwiązało to pytanie. Amerykanie mają działa nabijane z przodu; widzieliśmy jednakże iż działa ich nie odznaczają się doskonałością. Anglicy nie zważając na ogromne wydatki, poniesione dla wprowadzenia na lądzie i morzu dział Armstronga nabijanych z tyłu, dla marynarki stanowczo zmieniają ten systemat na inny dział nabijanych z przodu. Francuzi dopiero po obszernych porównawczych doświadczeniach nad działami obu sposobów nabijania, obecnie przyjęli dla swęj marynarki działa nabijane z tyłu. Co do porównawczej wartości różnych systematów dział nabijanych z przodu, to równe zalety mają systematy francuzki, Woolwich i Armstronga z podwójnemi gwintami. Z dział nabijanych z tyłu najlepszym zdaje się być systemat przyjęty w Szwajcarji; nie wiemy nic o systemacie wprowadzonym we Francji. Pod względem dobroci metalu i ceny jego, prawie na jednéj stopie trzeba postawić działa z lanęj stali, z kutego żelaza i obręczowane działa z lanego żelaza; cena tych ostatnich jest nieco mniejszą od ceny dział z lanęj stali lub z kutego żelaza, ale z drugiej strony i moc ich jest trochę mniejsza.

Uwaga. Praca ta ukończoną została przed samem otwarciem Wystawy Powszechnej Paryzkiej w 1867 roku. Z téj przyczyny nie wzmiankowałem zupełnie o działach gwintowanych, jakie z różnych krajów na tęż wystawę przysłano. Teraz, to tylko nadmienię, że prawie wszystkie działa przy-

ślane do Paryża, są jednakże tutaj opisane. Mianowicie, znajdu-
ją się na wystawie działa francuzkie spiżowe La-Hitta, i morskie
z lanego żelaza i z lanęj stali; działa angielskie Whitwortha,
Woolwich, Armstronga nabijane z przodu i nabijane z tyłu;
działa szwedzkie Wahrendorfa, pruskie Krejnera, amerykań-
skie Broadwella, nareszcie austrjackie z 1863 roku. Z innych
dział największą uwagę zwraca armata Kruppa. Dotąd nie
mogłem zebrać dostatecznej ilości danych o niej i o innych
działach, jakie się na wystawie znajdują. Dla tego, wiadomo-
ści dotyczące dział przedstawiających nowe, a może udo-
skonalone sposoby, postaram się z czasem osobno streścić,
i przedstawić szanownym czytelnikom.

Lp. porządkowa	Nazwa dział	Materiał	Waga
1	La-Hitta	Żelazo	1000000
2	Whitwortha	Żelazo	1000000
3	Woolwich	Żelazo	1000000
4	Armstronga	Żelazo	1000000
5	Wahrendorfa	Żelazo	1000000
6	Krejnera	Żelazo	1000000
7	Broadwella	Żelazo	1000000
8	Austrjackie 1863	Żelazo	1000000
9	Kruppa	Żelazo	1000000

Tablica stosunku miar długości różnych krajów.

	Jedność miary długości	Zawiera części metru	Wchodzi w skład wyższych jednostki	Zawiera niższych jednostki
Anglja	stopa	0.304794 m.	3 na yard	12 cali, po 10 linji każdy.
Austrja	stopa	0.316020	6 „ klafter	12 cali, po 12 linji każdy.
Francja	metr	1.000000	7 na sażeń	10 d. m., po 10 c. m., po 10 m. m. każda.
Moskwa	stopa (angiel.)	0.304794	6 „ sażeń	12 cali, po 10 linji każdy.
Polska	stopa	0.2-8000	6 „ sażeń	12 cali, po 12 linji, po 2 m. m. każda.
Prusy	stopa reńska	0.313850	6 „ faden	12 cali, po 12 linji każdy.

Tablica stosunku wag różnych krajów.

	Jedność wagi	Zawiera części kilo- gramu	Wchodzi w skład wyższych jednostki	Zawiera niższych jednostki
Anglja	funt avoird du poird	0.453588 kg.	2240 na ton	16 uncji, po 16 granów każda.
Austrja	funt	0.560012	100 „ cemar	16 uncji, po 2 łuty, po 4 kwintale każdy.
Francja	kilogram	1.000000	1000 „ tonne	10 dgr., po 10 cgr., po 10 mgr. każdy.
Moskwa	funt	0.409512	40 „ pud	32 łuty, po 3 złotniki każdy.
Polska	funt	0.377866	100 „ cemar	16 uncji, po 2 łuty, po 4 drachmy każdy.
Prusy	funt	0.467702	100 „ cemar	32 łuty, po 4 kwintale każdy.

Działa gładkie używane w głównych europejskich artyllerjach.

A. A r m a t y.

	Kaliber działa	Waga kuli	Działa spiżowe		Działa z lanego żelaza	
			Waga	Gdzie się uży- wają	Waga	Gdzie się uży- wają
Angielskie: ¹⁾	c. m.	kg.	kg.		kg.	
1-funt. . .	5.11	—	127	górna	—	—
3 " . . .	7.40	—	305	polowa	—	—
6 " . . .	9.32	—	416	"	838	oblężn. i wał.
6 " . . .	9.32	—	—	—	1.118	"
9 " . . .	10.67	—	687	"	1.244	"
12 " . . .	11.74	—	914	"	1.727	"
18 " . . .	13.44	—	914	oblężnicza	2.123	polowa i wał.
24 " . . .	14.79	—	2.121	"	2.641	oblężn. i wał.
32 " . . .	16.28	—	—	—	2.844	"
56 " . . .	19.43	—	—	—	4.925	"
68 " . . .	20.60	—	—	—	5.747	"
Austrjackie:						
1-funt. . .	—	0.59	95	górna	—	—
3 " . . .	7.51	1.39	236	polowa	—	—
6 " . . .	9.45	2.79	383	"	717	wałowa
12 " . . .	11.91	5.57	781	"	1.736	"
12 " . . .	11.91	5.57	1.518	oblężnicza	—	—
18 " . . .	13.64	8.31	2.198	"	2.296	"
24 " . . .	15.01	11.07	2.856	"	—	—
Francuzkie:						
4-funt. . .	8.42	2	304	górna	—	—
6 " ²⁾ . . .	9.58	3	387	polowa	—	—
8 " ³⁾ . . .	10.61	4	580	"	—	—
12 " ⁴⁾ . . .	12.10	6	620	"	—	—
12 " . . .	12.10	6	880	"	—	—
12 " . . .	12.10	6	1.550	oblężn. i wał.	1.174	morska
16 " . . .	13.43	8	2.000	"	2.164	wałowa
18 " . . .	13.87	9	—	—	1.716	morska
24 " . . .	15.33	12	—	—	2.504	"

¹⁾ Nie znalazłem dokładnych wag kul angielskich; przybliżona waga w funtach avoir du poid oznaczona w nazwisku kuli.

²⁾ Wprowadzona przez Napoleona I, i skasowana w r. 1820.

³⁾ Rozśrubowana na 12 funt.

⁴⁾ Wprowadzona przez Napoleona III.

	Kaliber działa	Waga kuli		Działa spiżowe		Działa z lanego żelaza	
		c. m.	kg.	Waga	Gdzie się uży- wają	Waga	Gdzie się uży- wają
24-funt.	15.33	12	—	—	—	2.824	wałowa
30 "	16.47	15	—	—	—	2.990	morska
36 "	17.48	18	—	—	—	3.520	"
50 "	19.40	25	—	—	—	4.624	"
Moskiewskie:							
3-funt.	7.59	—	—	—	—	319	wałowa
6 "	9.57	2.84	348	—	połowa	754	"
12 "	12.19	6.07	534	—	"	1.491	"
12 "	12.19	6.07	803	—	"	—	—
18 "	13.72	8.73	2.031	—	obleźnicza	2.572	"
24 "	15.24	12.06	2.785	—	"	3.440	"
30 "	16.31	14.95	—	—	—	4.128	"
36 "	17.27	17.70	—	—	—	4.750	"
60 "	19.59	25.80	—	—	—	6.257	"
Pruskie:							
3-funt.	7.45	1.39	275	—	wałowa	—	—
6 "	9.41	2.81	401	—	połowa	469	wałowa
12 "	11.88	5.71	829	—	"	1.427	"
12 "	11.88	5.71	1.396	—	obleźnicza	—	—
24 "	15.03	11.00	1.286	—	"	1.329	"
24 "	15.03	11.00	2.668	—	"	2.704	"

B. Granatniki i armaty bombowe.

	Kaliber działa	Waga granatu	Działa spiżowe		Działa z lanego żelaza	
			Waga	Gdzie się uży- wają	Waga	Gdzie się uży- wają
Angielskie:						
granat. 4 ² / ₅ cal.	c. m. 11.17	kg. 3.19	kg. 127	polowy	—	—
„ 5 ¹ / ₂ „	13.97	6.36	508	„	758	oblężniczy
„ 24-funt.	14.79	6.36	609	„	—	—
„ 32 „	16.28	—	889	„	—	—
arm. bom. 8 cal.	20.32	18.14	—	—	1.066	polowa
„ 8 „	20.32	18.14	—	—	3.301	oblężn. i wał.
„ 10 „	25.40	42.59	—	—	2.082	„
„ 10 „	25.40	42.59	—	—	4.109	„
Austrjackie:						
gran. 7-f.	15.13	7.26	275	polowy	—	—
„ 10 „	17.08	10.57	418	oblężn. i wał.	—	—
arm. bom. 30 „	24.06	33.96	—	—	3.881	wałowa
Francuzkie:						
granat. 12 c. m.	12.05	3.90	100	górnym	—	—
„ 15 „ ¹⁾	15.13	7.10	400	polowy	—	—
„ 16 „	16.55	10.52	500	„	—	—
„ 22 „	22.35	22	600	oblężniczy	2.765	wałowy
„ 22 „	22.35	25	—	—	3.656	wał. i morski
„ 27 „	27.44	46.24	—	—	5.200	morski
Moskiewskie:						
jednorogi 3-f.	8.23	1.15	106	górnym	—	—
„ ¹ / ₄ pud.	12.19	4.15	106	„	—	—
„ ¹ / ₄ „	12.19	4.15	364	polowy	—	—
„ ¹ / ₂ „	15.24	8.40	807	„	1.474	wałowy
„ 1 „	19.56	17.04	2.277	oblężniczy	2.948	„
arm. bom. 3 „	27.30	48.30	—	—	6.306	wałowa
Pruskie: ²⁾						
granatn. 7-f.	14.73	6.90	410	polowy	—	—
„ 10 „	17.00	12.02	544	oblężn. i wał.	—	—
„ 25 „	22.62	28.57	1.551	„	1.550	oblężn. i wał.
„ 50 „	28.43	56.20	—	—	3.070	„
arm. bom. 25 „	22.62	39.78	—	—	3.068	„
„ 50 „	28.43	79.46	—	—	5.581	„

¹⁾ Skasowany w 1853 r.

²⁾ Działa te nazywają się według wagi kamiennych kul tego kalibru.

C. Moździerze.

	Kaliber działa	Waga bomby	Działa spiżowe		Działa z lanego żelaza	
			Waga	Gdzie się uży- wają	Waga	Gdzie się uży- wają
Angielskie:	c. m.	kg.	kg.		kg.	
4 ² / ₅ -cal.	11.17	3.19	43	oblężn. i wał.	—	—
5 ¹ / ₂ „	13.97	6.36	60	„	—	—
8 „	20.32	18.14	219	„	411	oblężn. i wał.
10 „	25.40	42.59	532	„	816	„
13 „	33.02	88.86	1.274	„	1.859	„
Austrjackie:						
6-funt.	9.47	1.82	21	oblężn. i wał.	31	oblężn. i wał.
10 „	17.08	10.09	166	„	—	—
30 „	23.93	30.97	587	„	—	—
30 „	24.63	30.97	510	„	—	—
60 „	31.03	61.71	1.000	„	952	oblężn. i wał.
Francuzkie:						
15 c. m.	15.13	7.10	70	oblężn. i wał.	—	—
22 „	22.30	22	290	„	—	—
27 „	27.40	49	930	„	—	—
32 „	32.50	72	1.300	„	—	—
32 „	32.50	90	—	„	4,361	morska
Moskiewskie:						
3-funt.	10.36	1.15	12	górnny i wał.	—	—
1/4 pud.	12.19	4.15	41	górnny	—	—
1/2 „	15.24	8.40	94	oblężn. i wał.	—	—
1 „ ¹⁾	19.56	17.04	157	polowy	149	górnny
2 „	24.51	34.59	594	oblężn. i wał.	934	oblężn. i wał.
2 „	24.51	34.59	1.943	brzegowy	—	—
5 „	33.40	90.94	1.081	oblężn. i wał.	1,654	oblężn. i wał.
Pruskie: ²⁾						
7-funt.	14.75	6.90	87	oblężn. i wał.	—	—
10 „	17.00	12.02	180	„	284	oblężn. i wał.
25 „	23.93	28.54	443	„	541	„
50 „	28.38	56.20	875	„	930	„

¹⁾ Górny moździerz 1 pud. jest z lanéj stali.

²⁾ Działa te nazywają się według wagi kamiennych kul tego kalibru.

OMYŁKI DRUKU.

Strona	Wiersz	J e s t	P o t r z e b a
21	7	po „punkcie“ opuszczono	<i>F</i>
30	przedostatni	30 f. gł. arm.	50 f. gł. arm.
„	ostatni	50 f. gw. „	30 f. gw. „
36	29	<i>mo</i>	<i>uw</i>
54	32	<i>BN</i>	<i>BD</i>
59	3	2.5 c. m.	2 ^{c.m.} 5
70	3	<i>AK</i>	<i>AB</i>
71	3	jeśli włożono	jeśli nie włożono
82	30	podwójnej t. j.	mającej
90	19	odśrodkowym od	nie spółrodkowym do
118	15	<i>J</i>	<i>T.</i>

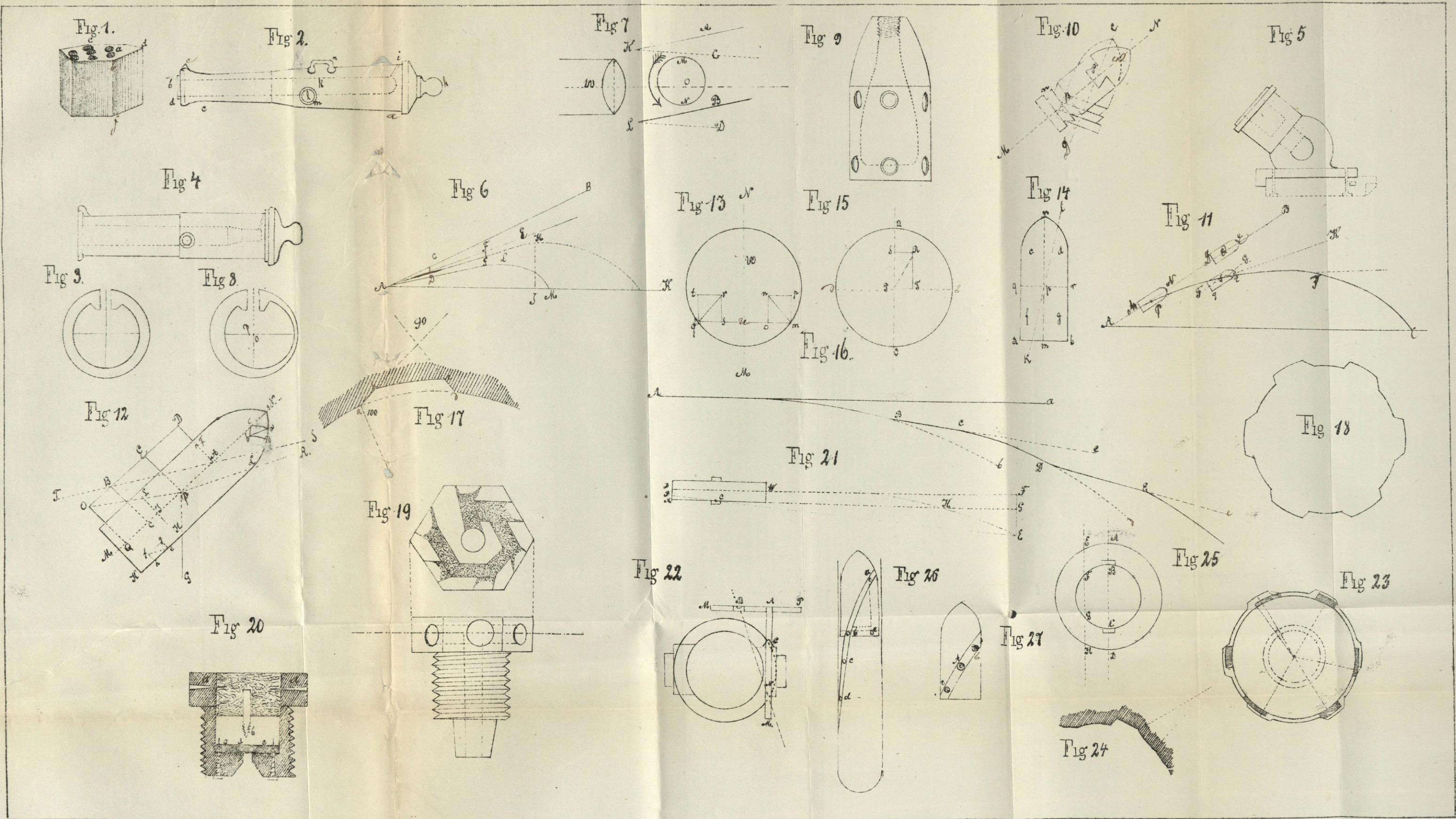


Fig 36

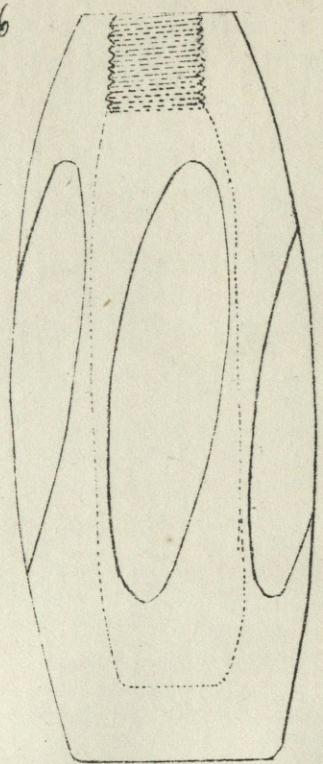


Fig 29

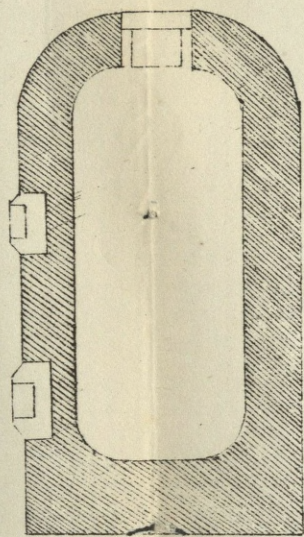


Fig 35

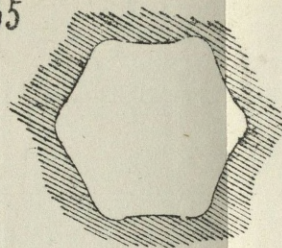


Fig 37

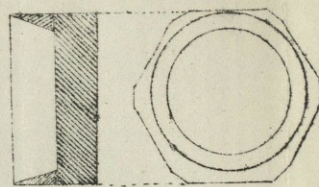


Fig 38

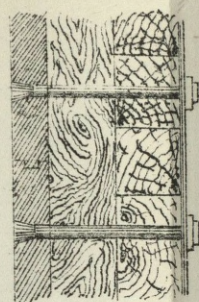


Fig 41

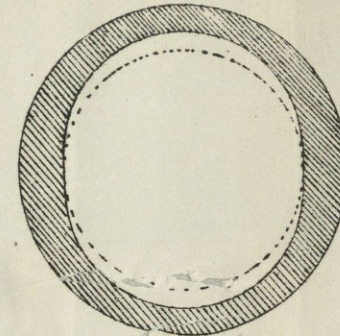


Fig 40

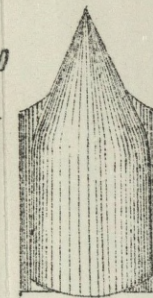


Fig 44

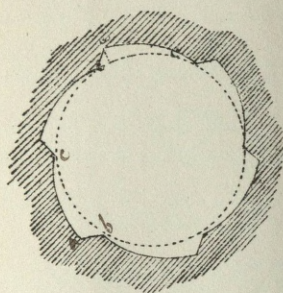


Fig 28.

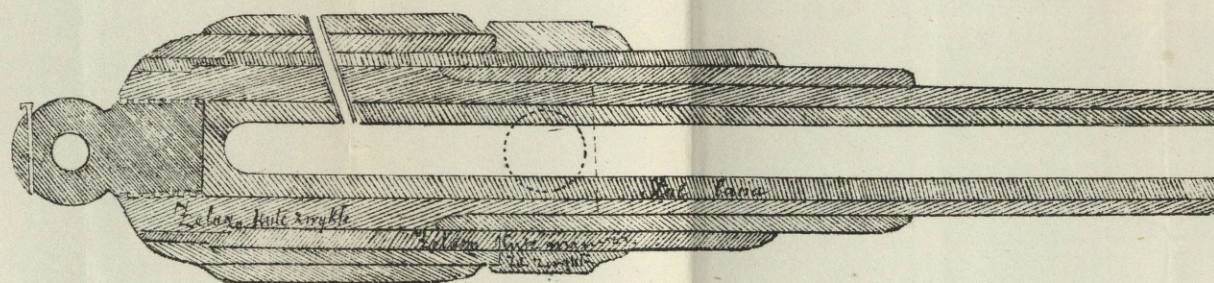


Fig 48.

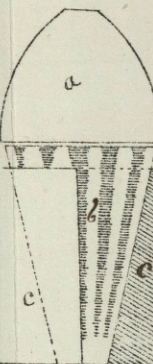
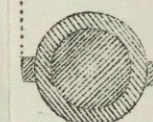


Fig 46

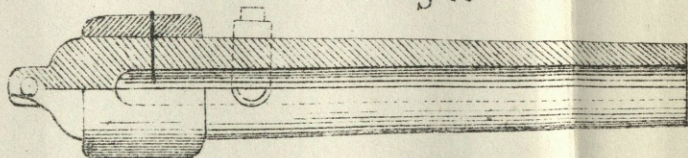


Fig 31

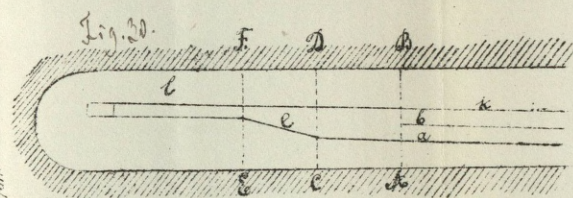
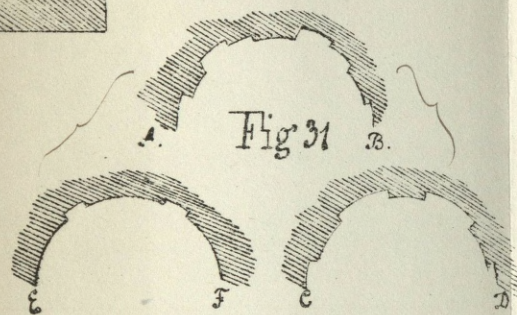


Fig 39

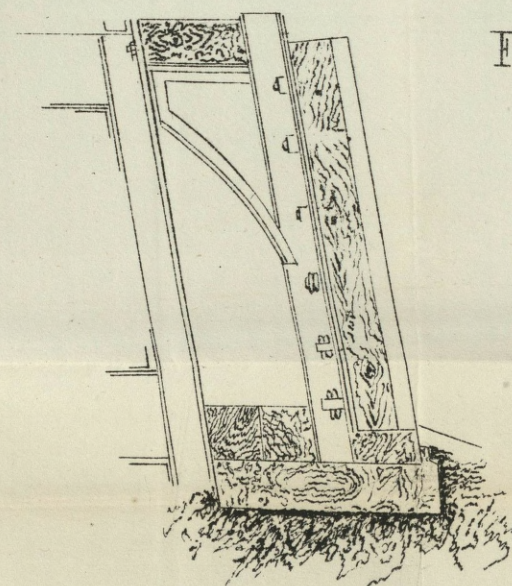


Fig 49



Fig 32

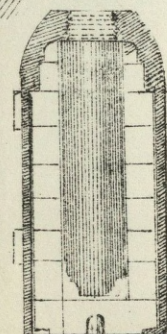


Fig 33

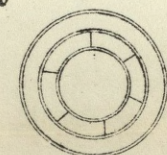


Fig 34.

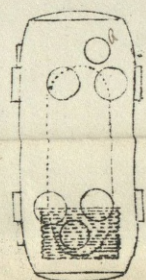


Fig 42

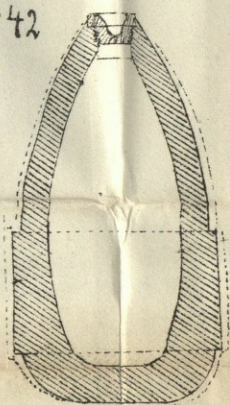


Fig 45

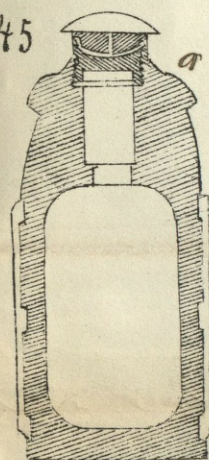


Fig 47

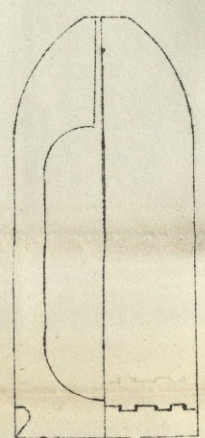
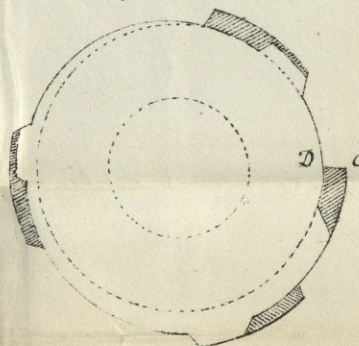
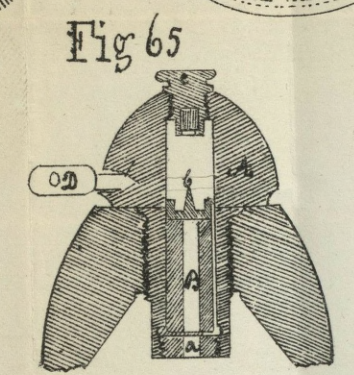
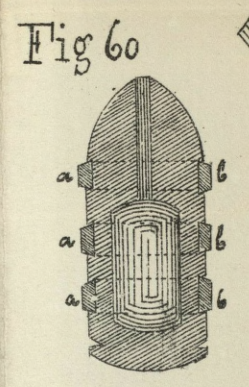
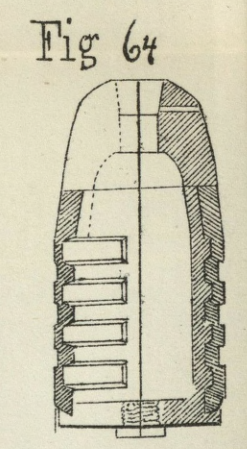
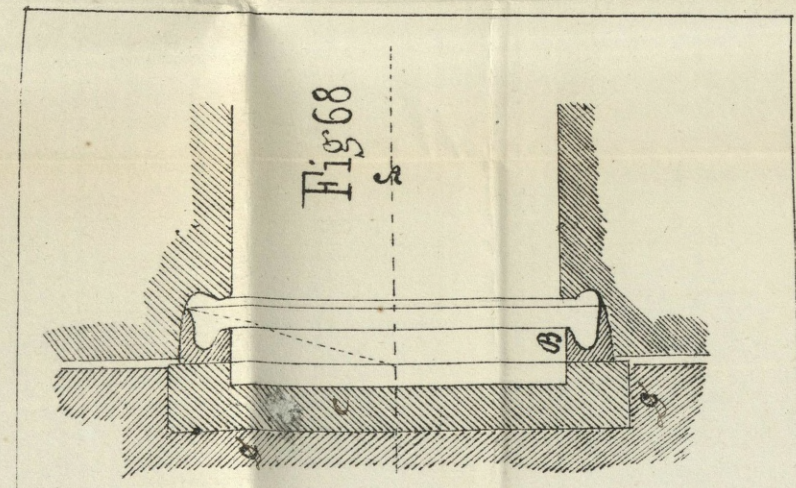
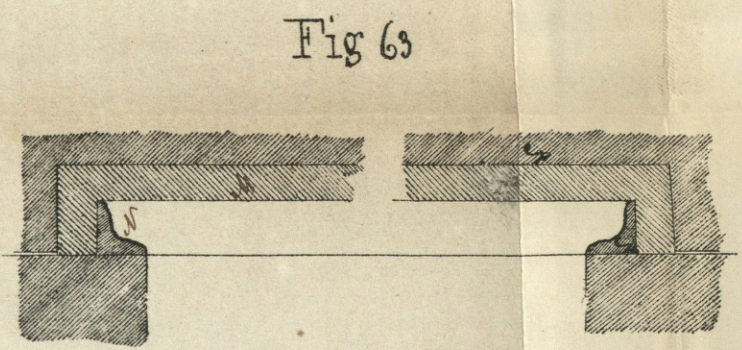
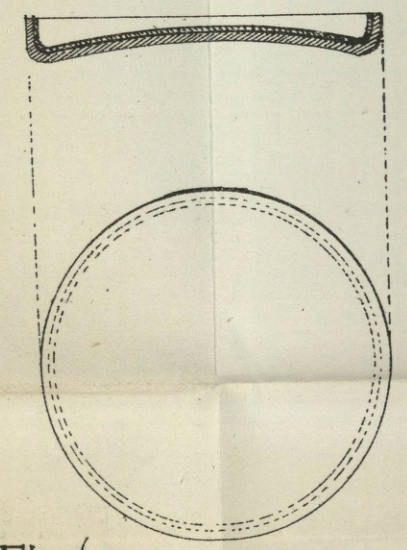
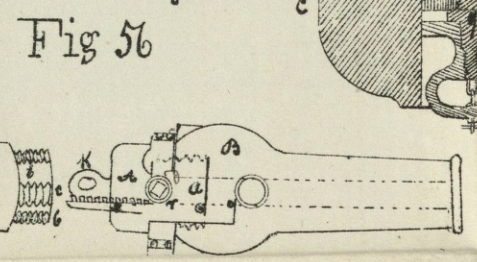
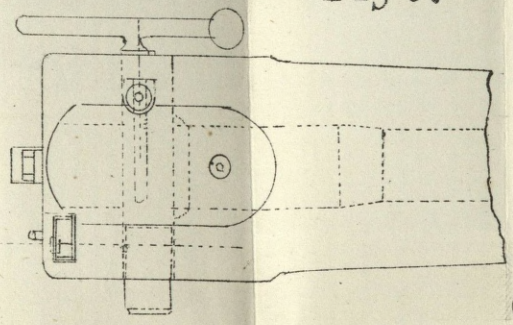
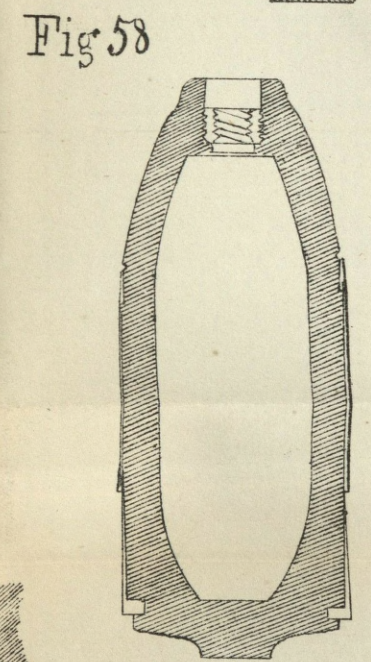
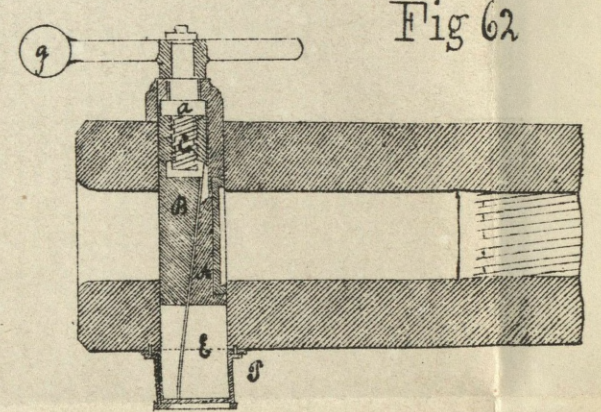
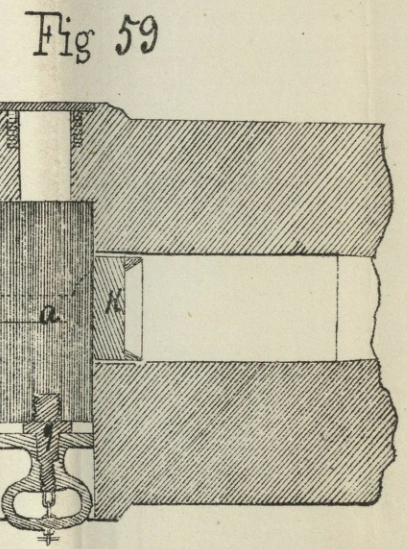
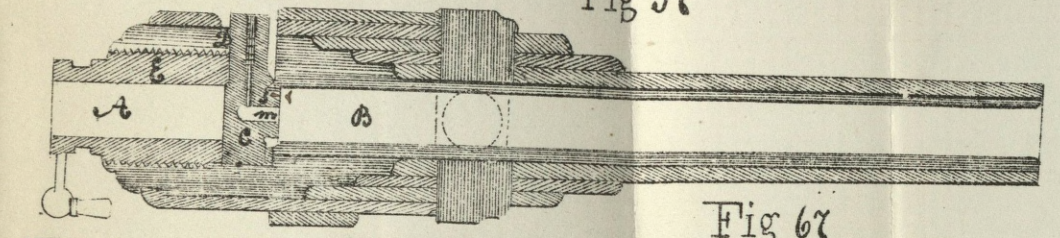
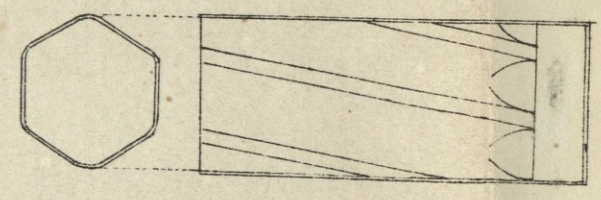
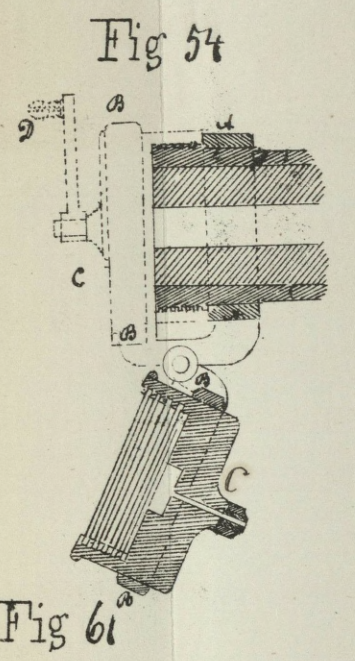
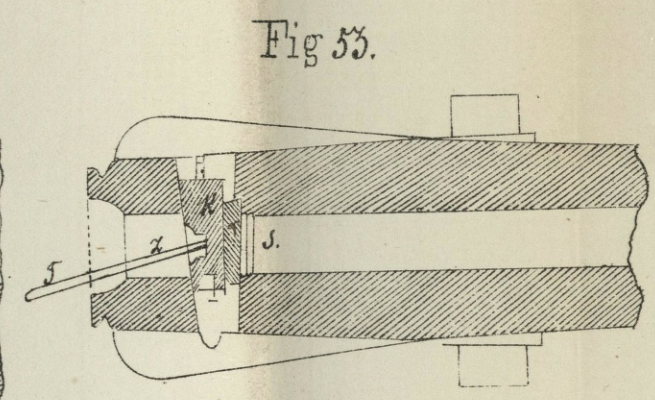
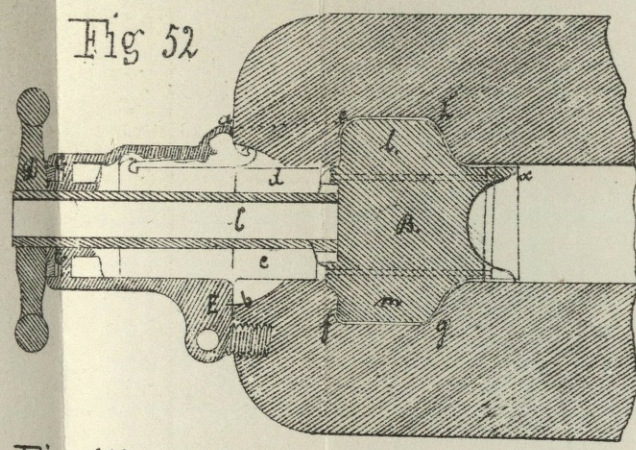
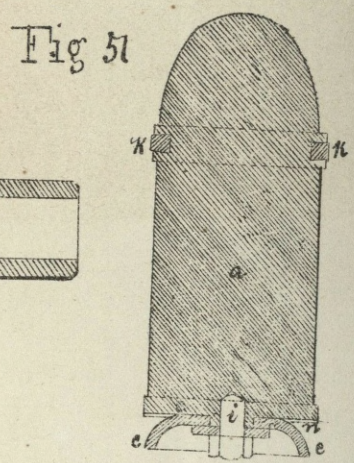
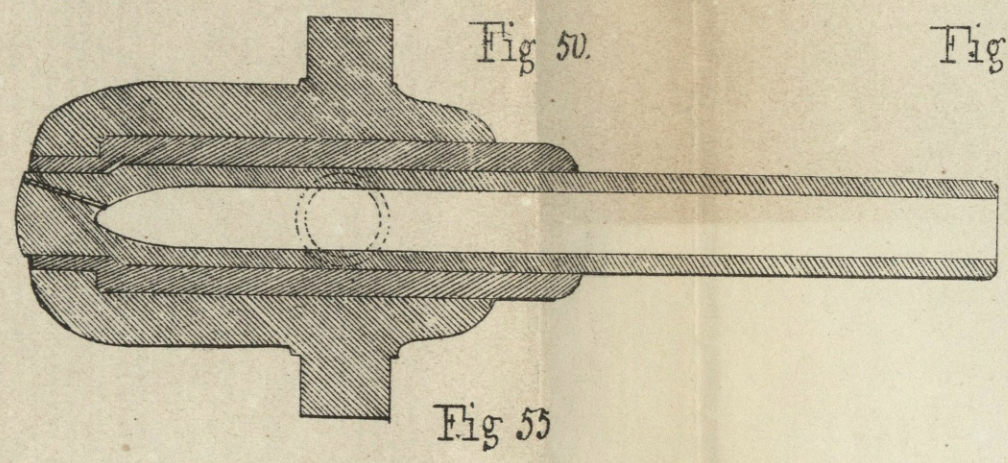


Fig 43







A 18

345471

2.