УЧЕБНИКИ, РУКОВОДСТВА И ПОСОБИЯ ДЛЯ РККА

№223
ОЧЕРСКИЙ МУЗЕЙ

Д. КОЗЛОВСКИЙ

АРТИЛЛЕРИЯ

КНИГА ТРЕТЬЯ
ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ

Оцифровано МАУК МЦБ, г. Очёр, 2017

СССР ПРОЛЕТАРИИ ВСЕХ СТРАН, СОЕДИНЯЙТЕСЬ!

УЧЕБНИКИ, РУКОВОДСТВА И ПОСОБИЯ ДЛЯ РККА

Д. КОЗЛОВСКИЙ

АРТИЛЛЕРИЯ

КНИГА ТРЕТЬЯ

СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ. ВНУТРЕННЯЯ БАЛИСТИКА. УСТРОЙСТВО ОРУДИЙ. СНАРЯДЫ И ТРУБКИ. ЛАФЕТЫ. ХАРАКТЕРИСТИКА ОРУДИЙ И УХОД ЗА МАТЕРИАЛЬНОЮ ЧАСТЬЮ АРТИЛЛЕРИИ И ХРАНЕНИЕ ЕЕ

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ
ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ОТДЕЛ ВОЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1929 ЛЕНИНГРАД



В. 21. Гиз № 29210/м.
Ленинградский Областлит № 24384.
18 л. Тираж 4000 экз.

СОДЕРЖАНИЕ.

Стр.

Предисловие ко второму изданию 9
Предисловие к первому изданию . . . . . —

ОТДЕЛ ПЕРВЫЙ.

Свойства металлов.

Глава I. Механические качества металлов и средства их изменения.

1. Общие понятия. 11
2. Растяжение. Понятие о механических качествах материалов . 13
3. Средства изменения механических качеств металлов. 17
4. Механическая обработка материала. . . . . —
5. Тепловая обработка 20
6. Влияние на качества металла примесей 21
7. Характеристика наиболее употребительных металлов 24

ОТДЕЛ ВТОРОЙ.

Внутренняя балистика.

Глава II. Горение порохов.

1. Общие понятия. 27
2. Зажжение, воспламенение и горение. 28
3. Зажжение . . . . . —
4. Воспламенение 29
5. Горение 31
6. Скорость горения пороха. 33
7. Продолжительность горения пороха 37
8. Прогрессивность горения пороха 38

Глава III. Действие пороха в орудии.

1. Давление на дно снаряда. 43
2. Работа давления пороховых газов на дно снаряда 46
3. Коэффициент полезного действия пороха в орудии 48
4. Кривые давлений на стенки орудия 49
5. „ скоростей снарядов 51
6. „ давлений и скоростей при быстро и медленно горящих порохах. 52
7. Скорость отката 54
8. Понятие о выборе сорта пороха для данного [illegible] 56
9. Давление на боевую грань [illegible] (выступ на поясе) 57

ОРЕНБУРГСКИЙ
НАРОДНЫЙ
КРАЕВЕДЧЕСКИЙ
МУЗЕЙ
ИМ. А. В. НЕЦВЕТАЕВА

Стр.

Глава IV. Влияние различных данных на величину наибольшего давления и начальной скорости.

1. Общие замечания 57
2. Влияние изменения плотности заряжания . . . . . —
3. „ „ веса заряда 58
4 „ „ „ снаряда 59
5. „ „ толщины зерен 60
6. „ „ длины канала орудия 61
7. „ „ процента летучих веществ в порохе и температуры заряда . . . . . —
8. Влияние изменения калибра. Подобие орудий . . . . . —
9 Примеры 64

Глава V. Опытное измерение начальной скорости и давлений.

1. Измерение величины начальной скорости 64
2. „ „ давления пороховых газов 68
3. Определение балистических качеств пороха 70

ОТДЕЛ ТРЕТИЙ.

Устройство орудий.

Глава VI. Устройство тела орудия.

1 Общие понятия 71
2. Прочность стен орудия в отношении сопротивления поперечному разрыву 76
3. Сопротивление стен продольному разрыву 77
4. Скрепление стен орудий 79
5. Виды скрепления „ 81
6. Наружное устройство тела орудия 88
7. Устройство канала орудий 89
8. „ нарезов 90
9. „ „ в продольном направлении 94

Глава VII. Устройство затворов.

1. Общие требования от затворов 97
2. Типы затворов . . . . . —
3. Клиновые затворы 98
4. Поршневые затворы 101
5. Эксцентрические затворы 104
6. Крановые затворы 105
7. Предохранители в затворах 106
8. Описание некоторых систем затворов. Поршневые затворы с продольным движением поршня в раме . . . . . —
9. Поршневые затворы, только вращающиеся в раме 109
10. Клиновые затворы прежних систем 116
11. Клиновой затвор 122-*мм* гаубицы обр. 1909 г. 119
12. Полуавтоматический затвор 76-*мм* зенитной пушки обр. 1914 и 1915 гг. 121

Глава VIII. Разгар и износ орудий.

1. Общие понятия. Причины разгара орудий 125
2. Меры против разгара орудий 128
3. Омеднение поверхности канала орудия 132

Стр.

ОТДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ.

Снаряды и трубки.

Глава IX. Общие требования от снарядов и трубок.

1. Снаряды. Прочность снарядов 134
2. Назначение и роды трубок 139
3. Взводимость и безопасность трубок 142

Глава X. Взрыватели.

1. Общие понятия 145
2. Взрыватели 3 Г.Т. и У.Г.Т. 146
3 Донные взрыватели марки 7 Д.Т., 8 Д.Т. и 9 Д.Т. 148
4. Ударно-детонаторные трубки системы Шнейдера и марки 24/31 М. 1917 г. 148

Глава XI. Дистанционные трубки

1. 22-сек. трубка двойного действия 151
2. 34 „ „ „ „ 155
3. 45 „ „ „ „ 157
4. Автоматические ключи 158
5. Хранение трубок 159

ОТДЕЛ ПЯТЫЙ.

Лафеты.

Глава XII. Действие выстрела на лафет.

1. Введение 161
2. Силы, действующие на лафет при выстреле 163
3. Отдача и действие ее на лафет 165
4. Устойчивость лафета при выстреле 167
5. Предельный угол вращения системы 170
6. Откат 173
7. Действие отдачи на цапфенные гнезда 175
8. „ „ „ подъемный механизм 178
9. „ „ „ ось и колеса 180

Глава XIII. Устройство лафетов.

1. Устройство тормазов 181
2. Накатники 189
3. Лафеты упругой системы 191
4. Меры, предупреждающие удар казны об основание при стрельбе под большими углами возвышения 194
5. Регуляторы наката 199
6. Устройство сальников 200
7. Жидкость для наполнения тормазов и накатников 201
8. Подъемные механизмы 202
9. Уравновешивающие механизмы 207
10. Поворотные механизмы 208
11. Поворот верхнего станка по нижнему 211
12. Поворотные механизмы систем, устанавливаемых на особых основаниях 213

Стр.
13. Понятие о минимальных амбразурах 216
14. Башенная установка орудий 217
15. Устройство осей. 219
16. Устройство колес 222
17. Башмачные пояса. 225

Глава XIV. Лафет как повозка.

1. Общие замечания. 226
2. Тяга при движении повозки 227
3. Механическая тяга 232
4. Сравнение механической тяги с конной 236
5. Способы соединения ходов 237

ОТДЕЛ ШЕСТОЙ.

Артиллерийские орудия. Их виды и характеристика.

Глава XV. Виды и роды артиллерийских орудий.

1. Разделение орудий на виды 241
2. „ „ по образцам. 242
3. „ артиллерии соответственно боевым задачам . . . 243
4. Орудия стрелковой и полковой артиллерии. 245
5. Дивизионная артиллерия 246
6. Корпусная артиллерия. 248
7. Артиллерийский резерв главного командования 249

Глава XVI. Бронесилы.

1. Разделение бронесил на виды 252
2. Бронемашины . . . . . —
3. Танки 254
4. Бронепоезда 258

Глава XVII. Орудия крепостной артиллерии.

1. Орудия для вооружения сухопутных крепостей 260
2. Вооружение береговых батарей 262

Глава XVIII. Краткое описание некоторых систем орудий.

1. Введение 264
2. 76-*мм* полевая легкая скорострельная пушка обр. 1902 г. . 265
3. 76-*мм* горная скорострельная пушка обр. 1909 г. 268
4. 122-*мм* полевая скорострельная гаубица обр. 1909 г. . . . 272
5. 107-*мм*, 152-*мм* пушки и 122-*мм* и 152-*мм* гаубицы системы Шнейдера 273
6. 152-*мм* пушка весом 3,3 *т*, обр. 1904 г. 274
7. 152-*мм* „ Канэ 275
8. 254-*мм* береговая (позиционная) пушка 278
9. 57-*мм* капонирная пушка 279
10. 9-*см* бомбомет и 58-*мм* миномет 281
11. 76-*мм* зенитная пушка . . . . . —

Стр.

ОТДЕЛ СЕДЬМОИ.

Сбережение, хранение и уничтожение материальной части артиллерии.

Глава XIX. Уход за материальной частью артиллерии.

1. Осмотр и чистка материальной части 283
2. Окраска материальной части 285

Глава XX. Хранение и порча материальной части.

1. Хранение материальной части 286
2. Порча и уничтожение материальной части 287

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ.

Со времени выхода в свет первого издания настоящей книги прошло немного времени, и потому не успела назреть необходимость в ее переработке или внесении каких-либо существенных изменений. В настоящем издании я ограничился лишь поправками редакционного характера и некоторыми дополнениями. Вследствие этого, при прохождении курса можно пользоваться книгами как первого, так и настоящего, второго, издания.

Автор.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ.

Книга третья „Артиллерия“ обнимает отделы, которые могут быть охарактеризованы общим заглавием „Устройство материальной части артиллерии“.

Изложению „устройства“ предпосылается краткое рассмотрение „свойств материалов“, что совершенно необходимо при изучении устройства различных частей систем орудий.

В эту же книгу включен отдел „Внутренняя балистика“, который, обычно, в курсах артиллерии соединялся с отделом о взрывчатых веществах и порохах. Но при таком распределении материала „Внутренняя балистика“ отрывалась от „Устройства материальной части“. Между тем рациональное устройство любой машины может быть сделано лишь после изучения сил, на них действующих, что, между прочим, изучается в отделе „Внутренняя балистика“. Кроме того, изучение вопросов внутренней балистики приводит к установлению рациональных требований к порохам и служит, таким образом, основанием „устройства“ порохов.

В книгу включена также небольшая статья „о действии выстрела на снаряды и трубки“. В существовавших до сих пор курсах артиллерии подобной статьи не помещалось.

Включение ее в данную книгу представляется, однако, вполне уместным как с точки зрения полноты, так и потому, что надобность в этом отделе, судя по слышанным мнениям, ощущается.

В конце книги приводятся характеристики различных типов и видов орудий и краткое описание лишь некоторых из них.

Уделять много внимания и места описательной части различных образцов орудий едва ли можно признать целесообразным. Это область справочников, а не курсов, тем более, что многие системы имеют много общего в устройстве и разнятся лишь в деталях. Помещение кратких описаний, притом небольшого числа типовых систем, находится в соответствии и с методом изложения, при котором большее внимание уделено общим основаниям, освещенным, в мере возможности, теоретически и поясненным схемами осуществления того или другого общего положения в различных конструкциях.

При таком методе изложения уяснение некоторых частностей, особенностей, устройства внимательному читателю едва ли может представить большое затруднение при изучении предмета в натуре или по полным руководствам.

В рукописи отделы книги были просмотрены: „Внутренняя балистика“ проф. И. П. Граве, „Устройство орудий“ — проф. Н. Ф. Дроздовым, „Свойства металлов“ — преподавателем П. Н. Мишиным и отдел „Лафеты“ — адъюнктом К. И. Туроверовым.

Всем поименованным лицам приношу глубокую благодарность за их ценные указания, которые и были приняты при окончательной редакции книги.

Д. Козловский.

ОТДЕЛ ПЕРВЫЙ.

СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

МЕХАНИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОВ И СРЕДСТВА ИХ ИЗМЕНЕНИЯ.

1. Общие понятия.

Артиллерийское орудие представляет машину довольно сложного устройства. Части этой машины подвергаются, при стрельбе (работе) орудия, действиям бо́льших или меньших усилий. Необходимо, чтобы орудие и его части не только не разрушались от действия этих усилий, но и не изменяли бы своей формы.

Не говоря уже о разрушении некоторых частей, что поведет иногда к выходу орудия из строя, даже изменение формы их влечет за собою неправильность в работе орудия. Например: 1) если канал орудия увеличится в диаметре, то правильность центрования снаряда и движения его по каналу нарушатся, отчего понизится кучность боя; 2) погиб прицела скажется изменением величины отсчитываемых установок его, да и само действие прицелом может стать не только затруднительным, но и невозможным.

Значительные изменения формы могут сделать орудие непригодным для боевого употребления.

Для того чтобы, по возможности, предупредить не только разрушение в частях орудия, но и изменение их формы, необходимо рассмотреть те силы, которые действуют в орудии, и свойства материалов, идущих (выбираемых) для изготовления различных предметов материальной части.

Начнем со второго, а именно с рассмотрения свойств материалов.

Так как на изготовление предметов материальной части артиллерии (орудий, снарядов, лафетов) идут преимущественно металлы, то при рассмотрении свойств материалов будем иметь в виду главным образом, даже исключительно, металлы.

При службе машины материал ее частей сопротивляется действующим усилиям, почему важно именно изучить, как материалы сопротивляются действующим на них усилиям. Наука, занимающаяся этими вопросами, рассматривающая методы и приемы испытания материалов, называется „сопротивлением материалов".

Из этой обширной и весьма интересной области человеческих знаний мы приведем сжатые данные, лишь в таком объеме, чтобы облегчить понимание устройства орудий и других предметов материальной части артиллерии.

Прежде всего заметим, что при изучении сопротивления материалов действующие усилия на ту или иную часть полезно брать не в абсолютных величинах, а в относительных, например в отношении к единице площади сечения, на которое усилие действует. Если на брусок квадратного сечения со стороною в 2 *см* действует усилие 4 000 *кг*, то говорят, что этот брусок подвержен действию усилия $\frac{4\,000}{4\ кв.\ см} = 1\,000\ кг$ на *кв. см*, или 10 *кг* на *кв. мм*. Часто эту относительную величину усилия называют нагрузкою.

Заметим, что нагрузка 1 *кг* на *кв. см* близка по величине к одной атмосфере, то-есть давлению воздуха на площадку в 1 *кв. см* (одна атмосфера равна 1,033 *кг* на *кв. см*), и иногда нагрузка указывается и в атмосферах.



Черт. 1.

Части могут подвергаться усилиям, различным образом направленным, а именно растягивающим, сжимающим, срезающим, сдвигающим, изгибающим и крутящим. Поэтому нужно рассмотреть сопротивление материалов всем этим видам действия усилий.

При приложении нагрузки материал, вообще говоря, претерпевает некоторое изменение формы — деформируется и, затем, если нагрузка не превосходит некоторого предела, деформирование прекращается, значит внутри материала произошло какое-то перемещение частиц и развившиеся внутренние силы уравновешивают внешнее воздействие.

Наглядно это можно видеть на пружинных весах, где под действием груза пружина сожмется до некоторого предела и затем, не сжимаясь более, уравновешивает груз развившимися в ней силами.

Силы, развившиеся в материале под влиянием внешнего воздействия, называются напряжениями.

По принципу равенства действия и противодействия напряжение равно внешней силе, вызвавшей его.

Для изучения явлений, происходящих при приложении сил к материалу, пользуются особыми небольшими брусочками, столбиками из испытуемого материала, так называемыми образчиками.

На образчике (черт. 1)[1] выделываются головки для более удобного закрепления его в машине, на которой образчик испытывается, и намечаются две черточки. Расстояние между черточками представляет ту длину образчика, к которой относят все расчеты и заключения — расчетная длина образчика. Эта последняя обычно подразделяется на сантиметры.

2. Растяжение. Понятие о механических качествах материалов.

Подвергая образчик действию растягивающей силы, заметим, что под ее действием образчик удлиняется и вместе с тем его поперечные размеры уменьшаются. Под действием растягивающих усилий P и P образчик растягивается и сжимается в направлении, перпендикулярном направлению оси бруска, — поперечное сжатие.

Допустим, что образчик под действием растягивающего усилия P удлинился с l до l_1, то $l_1 - l = \Delta l$ представит удлинение бруска, а $\frac{\Delta l}{l}$ будет относительное удлинение.

Опыты показывают, что если наметить на длине l n равных участков a, то при приложении растягивающего усилия P, не превосходящего некоторого предела, для каждого материала особого, вся длина удлинится на $l_1 - l$, а каждый участок на $\frac{l_1 - l}{n}$.

Значит, растяжение во всем образчике происходит одинаково и каждый участок бруска растягивается относительно одинаково.

Это также значит, что во всем образчике возникают внутренние напряжения одинаковые и, можно сказать, одновременно.

Весь брусок по всей длине отзывается на приложенное усилие одновременно и с одинаковым напряжением. Это весьма важно, так как заключения, сделанные на основании опыта над небольшим образчиком, могут быть отнесены (приложены) к изделию любых размеров.

Это же дает основание, для характеристики материала, указывать не абсолютные величины удлинений, а относительные, что проще.

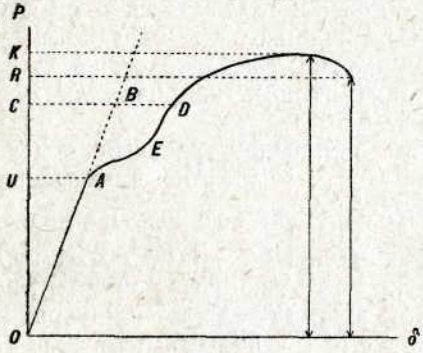
---

[1] На черт. 1 изображен образчик для опытов с его растягиванием. При других усилиях форма образчика иная.

Назовем $\frac{\Delta l}{l}$ через δ, так что относительное удлинение, или просто удлинение $\delta = \frac{\Delta l}{l}$. Оно выражается обычно в процентах.

Опыты показывают, что каждый элементарный брусок, на который мы можем продольно подразделить образчик, получает одинаковое напряжение, то-есть напряжения одинаковы на каждой элементарной площадке поперечного сечения образчика, или, наконец, общее сопротивление образчика при растяжении равно напряжению, помноженному на площадь его поперечного сечения.

Прилагая к образчику растягивающие усилия все возрастающей величины, замечают, что пока усилия не превосходят некоторой величины, для каждого материала особой, удлинения, по прекращении действия усилия, пропадают, исчезают, и брусок принимает первоначальные размеры. Изменения формы, исчезающие после прекращения действия усилия, называются упругими или исчезающими, а свойство материала давать упругие изменения формы называется упругостью.



Черт. 2.

Если усилия превзойдут сказанную предельную величину (U), то деформации приобретают особый характер, а именно часть их, по прекращении действия усилий, исчезает, а часть остается: образчик не возвращается к первоначальным размерам полностью, получаются остающиеся деформации, например при растяжении остающиеся удлинения.

Так что в этом случае получаются деформации, состоящие из упругой и остающейся части.

Замечательно то, что упругие деформации пропорциональны усилиям. Если по одной оси отложить в некотором масштабе относительные нагрузки или напряжения P, а по другой δ, то зависимость между этими двумя данными выразится следующим графиком (черт. 2). Из него видно, что пока нагрузки не превосходят U зависимость между P и δ выражается прямою: P и δ пропорциональны и, по сказанному ранее, δ на этом протяжении упруги. То наибольшее напряжение U, до нагрузки до которого получаются упругие деформации, называется пределом упругости,

или так как деформации в этом случае пропорциональны усилиям, то это предельное напряжение также называют пределом пропорциональности.

Отношение $\frac{U}{\delta}$, где U — напряжение, а δ — упругая деформация, вызываемая этою нагрузкою, как показывает опыт, является для данного материала величиною постоянною, не зависящею от размеров образчика, а зависящею только от свойств материала. Поэтому это отношение, называемое модулем упругости, служит одною из важнейших данных для характеристики материала.

Так как относительная величина деформации есть величина отвлеченная, то модуль упругости выражается в килограммах на квадратный сантиметр (миллиметр). Его обозначают буквою E.

Зная модуль упругости и измеряя помощью приборов величину деформации, легко можно подсчитать те напряжения, которые получились в материале; для этого нужно только помножить относительную величину получившейся деформации δ на E.

Как видно из графика (черт. 2), при нагрузках, превосходящих предел упругости, деформации начинают расти не пропорционально нагрузкам, а гораздо быстрее. Если продолжить участок прямой OA, то она разделит получающиеся деформации на две части, например относительную деформацию CD на BC и BD. Оказывается, что участок BC, пропорциональный нагрузке C, будет упругою (исчезающею) деформациею, а участок BD — остающеюся.

Таким образом и при нагрузках, превосходящих предел упругости, упругие части всей деформации пропорциональны нагрузкам.

Подобный характер имеют деформации, получающиеся и при других видах усилий, действующих на образчик: сжимающих, крутящих. При этом может получиться свой особый предел упругости.

При переходе за предел упругости замечается резкое увеличение деформаций, наступает так называемое явление текучести материала (участок AE на черт. 2); усилие (напряжение), отвечающее текучести, называется пределом текучести.

При дальнейшем увеличении нагрузки, можно дойти до такой ее величины, что образчик разрушается. Так, при растягивающих усилиях он разрывается, при сжимающих, сдавливающих — раздробляется или расплющивается, изгибающих — ломается, сдвигающих — сдвигается или срезается и при скручивающих также получается сдвиг, или скольжение.

Способность материала выдерживать большие усилия, не

разрушаясь, называется крепостью. Наибольшая нагрузка, выдерживаемая материалом, называется временным сопротивлением. Оно может служить мерою крепости материала (K). Как показывает опыт, образчик разрушается обычно при усилии, меньшем временного сопротивления (R).

При изготовлении машин, в том числе и артиллерийских орудий, необходимо, для их прочности, чтобы напряжения нигде не только не доходили до разрушающих усилий, но даже не превосходили бы предела упругости, с тем, чтобы не получалось остающихся деформаций.

Мало того, из опасения получения случайно усилий, значительно больших предела упругости, части рассчитывают на усилия, далеко не доходящие до предела упругости: берут так называемый запас прочности, измеряемый отношением между крепостью и величиною допустимой нагрузки.

Для многих металлов крепость получается раза в два больше предела упругости ($K = 2U$), и в большинстве случаев допускают при работе машины ок. $^1/_6\ K$ ($^1/_3\ U$) шестерной запас прочности.

При проектировании орудий, вследствие того, что для каждого изготовляемого орудия материал испытывается, и что желают получить как можно меньший вес орудия, допускают меньший запас прочности, близкий к тройному (усилие до $^1/_3 K$).

Способность материала менять свои размеры (деформироваться) при приложении усилий называется тягучестью (пластичностью).

То относительное удлинение, которое получается при разрыве бруска, служит мерою тягучести материала.

На службе изделие может подвергаться истиранию, вдавливанию, царапанию. Так, стенки канала орудия истираются ведущим пояском и центрующим утолщением. В случае, если попадет какая-либо песчинка между снарядом и стенками канала, то она может либо вдавиться в стенки орудия или снаряда, или будет царапать их, что может причинить более или менее заметные повреждения.

Способность металла противостоять вдавливанию, царапанию и истиранию называется твердостью.

Твердость измеряется либо царапанием одного металла другим, как это принято в шкале твердости в минералогии, или, как теперь принято, путем измерения впечатления, получаемого на материале от вдавливания стального закаленного шарика (проба Бринеля). Чем впечатление больше, при данной величине давящего груза, тем материал мягче, и обратно.

Если материал обладает тягучестью, то при приложении к изделию из этого материала усилий оно будет деформироваться и, так сказать, будет предупреждать о наступающем разрушении. Но есть материалы, изделия из которых, при приложении усилий, не дают видимых изменений формы, и

как только нагрузка превзойдет некоторую величину, изделие сразу, неожиданно, разрушается. Это свойство материала разрушаться совершенно неожиданно при приложении усилий называется хрупкостью.

Как легко можно понять, хрупкость является качеством весьма нежелательным.

Крепость (K), упругость (U), тягучесть (δ), поперечное сжатие, твердость и хрупкость называются механическими качествами материалов.

Важно для каждой части машины подобрать материал, наиболее подходящий, или необходимо уметь изменять качества материала соответственно требованиям и условиям работы машины.

3. Средства изменения механических качеств металлов.

Между частицами материала существуют силы сцепления. От величины этих сил и зависят те внутренние напряжения, которые развиваются в материале при действии на него внешних сил. Всякое изменение строения материала, изменение взаимного расположения в нем частиц, сказывается так или иначе на механических качествах материала, так как между частицами изменяются величины силы сцепления, возникают внутренние напряжения.

Изменить строение материала, вызвать в нем изменение сил сцепления, а следовательно и изменение механических качеств, можно: 1) путем приложения внешних сил — механическая обработка материала (ковка, протяжка, штампование), 2) путем нагрева и охлаждения — тепловой обработки (закалка, отжиг и отпуск) и 3) путем введения различных примесей (сплавы), что, собственно, можно рассматривать, как выбор другого металла.

4. Механическая обработка материала.

Если прикладывать к материалу внешние силы, то под влиянием их действия образчик (изделие) деформируется, значит в нем происходят изменения во взаимном расположении частиц, а следовательно происходят и изменения в силах их сцепления.

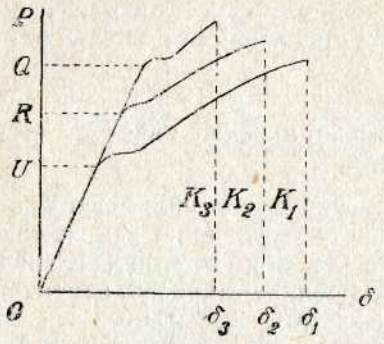
Однако, пока нагрузка не превосходит предела упругости, образчик (изделие) действием возникших в нем, при приложении усилий, внутренних напряжений опять возвратится к первоначальным размерам и состоянию, и частицы его займут первоначальное положение. Изменений в строении и в качестве материала не произойдет. Так что, пока получаются упругие деформации, качества ма-

ОРЕНБУРГСКИЙ НАРОДНЫЙ КРАЕВЕДЧЕСКИЙ МУЗЕЙ ИМ. А. В. ЩЕЦЕТАЕВА

териала от приложения внешних сил не изменяются.[1]

Но если получатся, в результате действия внешних сил, остающиеся изменения формы, то в расположении частиц и, следовательно, в силах сцепления произойдут изменения, которые и скажутся на свойствах материала.

Например, если стальной брусок подвергнуть растяжению усилием R, немного бо́льшим предела упругости, то в бруске получатся остающиеся удлинения (черт. 3).



Черт. 3.

Как показывает опыт, при последующих приложениях усилий, будут в этом образчике получаться упругие деформации при всех нагрузках, не превосходящих R, т. е. R будет новым пределом упругости.

Подвергая образчик вновь растягивающему действию усилия $Q > R$, получим остающиеся деформации, и предел упругости повысится до Q. Как видно из черт. 3, одновременно повышается и крепость материала $K_1 < K_2 < K_3 \ldots$, но повышение крепости идет не столь энергично, как повышение предела упругости. Путем растягивания бруска, повышается и крепость и предел упругости, и последний приближается к крепости материала.

Из черт. 3 видно также, что $\delta_1 > \delta_2 > \delta_3 \ldots$, т. е. относительное удлинение при разрыве, — тягучесть, после обработки материала действием все возрастающих нагрузок, уменьшается, — как говорят, материал становится жестче.

Одновременно твердость материала увеличивается. Модуль упругости остается без изменения.

Для успеха подобной обработки материала необходимо, однако, чтобы после каждой отдельной операции металл отдохнул. Так, по опытам в Америке, железные бруски, получившие остающееся удлинение от груза в 5 000 английских фунтов на 1 кв. дм. (около 3 100 атм.), дали увеличение крепости:

отдыхавшие	1 день	на	9%	первоначальной	ее	величины,[2]
»	3 дня	»	16%	»	»	»
»	3 мес.	»	18%	»	»	»

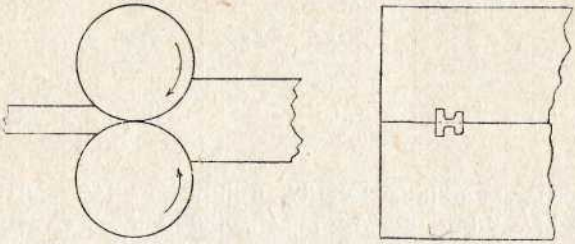
[1] Следует заметить, что восстановление первоначальных размеров происходит в течение более или менее заметного промежутка времени. Это явление известно под названием упругого последействия.

[2] В. Кирпичев, Сопротивление материалов, ч. I, стр. 39. На эти цифры следует смотреть, как на частный случай, но характеризующий общее явление.

Получение остающихся деформаций, а вместе с тем повышение предела упругости, крепости и твердости и понижение тягучести происходит при ковке, протягивании и штамповании, если после операции изделие охлаждается сравнительно быстро.

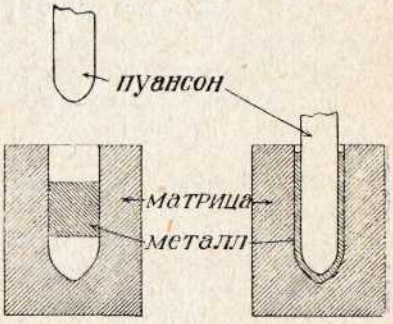
Ковка состоит в обработке материала, в нагретом виде, при посредстве ударов молота.

Проковка в холодном виде дает более поверхностное изменение качеств материала и сопровождается так называемой наклепкой. Временное сопротивление в этом случае не изменяется.



Черт. 4.

Протягивание может получаться: 1) путем протягивания материала через последовательно уменьшающиеся отверстия, как это практикуется при изготовлении проволоки; 2) путем пропускания материала между двумя валами, вращающимися навстречу друг другу. Если поверхности валов придать фигурную форму (черт. 4), то таким образом можно получить изделие любого сечения, например: рельсы, балки; 3) путем продавливания нагретого материала через особые формы — матрицы при помощи пуансона.



Черт. 5.

Эту последнюю операцию называют также штампованием (черт. 5). Этим путем изготовляются корпуса большого числа снарядов, например, стаканы для шрапнели, корпуса фугасных снарядов, лафетные станины (из листов металла), гильзы.

Для иллюстрации высказанных положений можно привести следующую таблицу I, числа которой получены на основании опытов с литой болванкой квадратного сечения 6 дм. × 6 дм. (152,4 *мм* × 152,4 *мм*). Путем ковки ее поперечные размеры постепенно уменьшались, и она вытягивалась в длину.

ТАБЛИЦА I

изменения механических качеств болванки при ковке.

Поперечное сечение в кв. дм. (*мм*)	6×6 (152,4×152,4)	5×5 (127×127)	4×4 (101,6×101,6)	3×3) (76,2×76,2)	2×2 (50,8×50,8)
Предел упругости (U) $\frac{кг}{кв.\ см}$	1 981	2 090	2 261	2 506	2 744
Разрывающее усилие (R) $\frac{кг}{кв.\ см}$	3 866	4 328	5 058	5 151	5 251
Отношение $U:R$	0,51	0,48	0,45	0,49	0,52

Из этой таблички, между прочим, видно, что R очень близко к $2U$ или, обратно, U близко к $^1/_2\ R$, причем это последнее соотношение, по мере протяжки, увеличивается.

5. Тепловая обработка.

Подобно проковке, протяжке, действует на многие металлы (сталь, некоторые сорта чугуна) быстрое охлаждение металла, нагретого предварительно до высокой температуры, так называемая закалка.

ТАБЛИЦА II

результатов опытов с закалкою в воде котельной стали.

Процент углерода	Незакаленный		Закаленный	
	R	δ	R	δ
0,10	3 535	33,5	6 585	17,6
0,17	3 475	32,5	6 345	14,25
0,23	3 780	30,5	6 115	16,45
0,25	4 030	30,9	6 370	14,90
0,30	4 255	30,35	6 445	15,05

На резкость изменения качеств влияет как высота нагрева, так и род и вид охлаждающего вещества и продолжительность операции.

В качестве охладителей применяются: вода, растительное масло.

Закалка в воде сообщает особую твердость, в масле сообщает материалу меньшую твердость, чем в воде.

Отжиг и отпуск. Как было сказано, при повышении механических качеств металлов путем ли механической обработки, путем ли тепловой обработки чаще всего получается повышение крепости, предела упругости и твердости (жесткости), тягучесть же понижается.

А между тем тягучесть необходима, так как при тягучем материале разрушение происходит не сразу, а предварительно в материале получается изменение формы; материал как бы предупреждает о грозящей катастрофе. В жестких материалах разрушение может произойти внезапно.

Поэтому весьма важно уметь увеличивать тягучесть материала, по возможности не понижая других механических качеств.

Такой операцией является отжиг.

Отжиг состоит в нагреве до некоторой температуры и затем постепенном охлаждении вместе с тою печью, в которой производили нагревание, или под прикрытием плохих проводников тепла, например закрыв изделие мусором, золою.

Чем выше температура нагрева при отжиге, тем в большей мере возвращается тягучесть, но и тем больше понижаются при этом крепость и предел упругости. Например, если отжигается изделие, предварительно закаленное, и его нагреть до температуры закалки, то действие закалки совершенно исчезнет, и металл вернется к первоначальным качествам, которые ему были свойственны до закалки.

Отпускание (отпуск) металла состоит в нагреве, но до температуры сравнительно невысокой до 300 — 400°, тогда как при отжиге температура доводится до 700 — 800°.

При отпускании в металле не происходит резких изменений качеств его, а лишь несколько ослабляются внутренние напряжения, возникшие при предыдущих обработках.

6. Влияние на качества металла примесей.

Примесь к одному металлу, хотя бы очень небольшого количества другого металла или металлоида, может изменить радикальным образом свойства первого, причем это изменение качеств зависит не только от количества и природы примеси, но и от того, как она вошла в состав металла, в каком виде.

Примеси могут и повышать и понижать качества металла. При одном количестве примеси качества основного материала, скажем, улучшаются, при другом количестве введенного в состав того же самого вещества качества материала ухудшаются.

Для объяснения этих явлений Робертс-Остен предложил гипотезу. [1]

Атомы примеси (посторонние атомы), располагаясь между атомами самого металла и раздвигая их, действуют прежде всего непосредственно на свойства всей массы и могут изменить эти свойства. Если атомы примеси имеют объем значительно меньший, чем атомы металла, и свободно помещаются в промежутках между атомами металла, не раздвигая их, то примесь не должна особенно ослаблять прочность металла. Если, напротив, атомы примеси имеют значительно больший объем, чем атомы металла, то примесь уменьшит сцепление и ослабит прочность.

Атомы постороннего вещества могут вызвать изменение кристаллической формы или аггрегации частиц и могут ускорить или задержать переход металла из одного строения в другое, если металл может их иметь (аллотропизм).

Аллотропические видоизменения металла отличаются между собой плотностью, тягучестью и крепостью. Поэтому, если металл может давать аллотропическое видоизменение, то примеси могут существенным образом менять его качества.

Если примеси много (в процентном отношении), а не „следы", то ее атомы нельзя рассматривать свободными, и они наверное связываются с частицами металла и образуют с ними химические соединения. В жидком состоянии металла эти соединения довольно равномерно распределены во всей массе, но при остывании, вследствие неравномерности хода остывания, происходит перегруппировка, распадение, и могут местами образоваться значительные скопления примеси.

Это явление известно над названием ликвации.

Например, при остывании сплава меди и олова (бронза), предварительно хорошо размешанного, выделяются белые оловянные пятна. Металл разделяется на две части: одну белого цвета, более богатую оловом, и другую желтого цвета, более бедную оловом.

Явление ликвации наблюдается почти постоянно при отливках, и примеси сосредоточиваются в частях, остывающих позже. Металл получается крайне неоднородным.

Пример: при отливке стального вала жидкий металл имел состав:

углерода	0,240%
фосфора	0,089%
марганца	0,970%
серы	0,074%
кремния	0,336%

[1] В. Кирпичев, Сопротивление материалов, ч. II, стр. 25 и последующие.

а после отливки и остывания в различных частях отливки было определено:

углерода	от	0,215	до	1,274%
фосфора	„	0,318	„	0,753%
марганца	„	0,910	„	1,490%
серы	„	0,320	„	0,418%
кремния	„	0,280	„	0,410%

Особый интерес представляет примесь к железу углерода.

Углерод в железе может выделиться: 1) в форме графита (серый чугун), 2) в виде карбида (Fe_3C) в отожженной стали и 3) в закаленной стали в виде углерода закалки (гарденит).

Карбид железа в стали имеет также два вида: 1) цементит — отдельные пластинки, или зерна карбида, вкрапленные в массу железа, и 2) перлит в роде зерен из перемешанных пластинок карбида и чистого железа, тесно связанных между собой.

При продолжительном накаливании железа, или стали, сначала происходит ликвация карбида; а затем и кристаллизация железа в крупные кристаллы.

Все эти явления весьма важно отметить, так как они дают некоторое основание к объяснению разгара орудий.

Независимо от изменения механических качеств, примеси могут сообщать металлу и другие свойства, например способность принимать отливку, т. е. заполнять форму, в которую металл налит, и давать изделие однородное без внутренних пустот, раковин (беспузырная отливка), или способность коваться, принимать закалку и т. п.

Так, по мере увеличения процента углерода в железе, металл из очень мягкого, тягучего, становится более жестким и твердым; способность коваться, свариваться, уменьшается, способность же закаливаться, напротив, возрастает. [1]

Эти качества настолько резко различаются, что по количеству углерода различают три группы металла: железо с содержанием углерода до 0,2%, сталь — до 1%, чугун — до 5%. Эти числа не очень строги, так как в металле редко имеется только одна примесь, большею частью несколько, и качества его зависят от совокупного влияния всех примесей вместе (одновременно).

Такое же влияние оказывают примеси марганца и кремния.

Фосфор и сера вызывают крайнюю хрупкость стали, так что δ достигает даже долей процента. Кроме того фосфор сообщает стали холодноломкость, то-есть хрупкость резко увеличивается при понижении температуры, а

[1] Под способностью свариваться понимают способность металла при нагреве и проковке соединяться из нескольких частей в одно целое. Например, сломанную ось можно сварить, нагрев и проковав вместе сложенные сломанные части близ места излома.

сера — красноломкость — особая хрупкость при высоких температурах, почему эти примеси признаются весьма вредными.

Хром (до 2%) и вольфрам (до 1%) придают стали вязкость, не понижая твердости или даже (хром) повышая ее. Никкель сообщает вязкость, а алюминий способствует уплотнению отливки и при закаливании сохраняет в известной степени тягучесть стали.

7. Характеристика наиболее употребительных металлов.

Из приведенного краткого очерка свойств материалов видно, что свойства одного и того же металла могут резко изменяться под влиянием обработки и примесей, а потому дать какие-либо точные цифры, характеризующие данный материал, нет возможности.

Ниже приводятся некоторые данные только как ориентировочные.

Важнейшим, наиболее широко применяемым в артиллерии, металлом является сталь. [1] Некоторые данные о ней приведены раньше.

Здесь добавим, что сталь с малым процентом углерода представляет материал, легко поддающийся всякого рода обработке, а потому в практике встречаются чрезвычайно разнообразные сорта стали, с характеристиками, имеющими весьма разные величины. Например U от 3000 до 12000 и даже более *кг* на *кв. см*, δ от 30 до 0%, R от 5000 до 15000 — 20000 *кг* на *кв. см*, E от 2000000 до 2200000 *кг* на *кв. см*.

Изделия из стали могут получаться отливкою, что очень важно, так как значительно удешевляется изделие. Сталь легко поддается и механической обработке.

Железо хорошо куется, сваривается, но плохо принимает отливку.

Чугун хорошо принимает отливку, но во всех отношениях, кроме сопротивления на сжатие, является металлом слабым.

Однако дешевизна чугуна и простота получения из него готовых изделий путем отливки, а следовательно возможность быстрого их изготовления, побуждали обращаться к применению этого материала для изготовления снарядов второстепенного значения и снарядов для практических стрельб.

Мировая война, потребовавшая огромного количества снарядов, заставила произвести изыскания в направлении воз-

[1] Качества стали зависят от состава (примесей) и обработки настолько, что каждый вид представляет особый материал. Благодаря этому представляется возможность для каждого рода предметов подобрать свой наивыгоднейший сорт стали.

можности применения чугуна для изготовления и ответственных снарядов — фугасных. Решение было найдено в применении так называемого сталистого чугуна.

Сталистые чугуны получаются весьма различных составов и строений. Они значительно уступают по механическим свойствам стали, но тем не менее могут применяться для изготовления снарядов.

Все эти металлы легко подвергаются действию влажности—ржавеют, почему требуется тщательный уход за предметами, изготовленными из них.

В следующей таблице приводятся некоторые характеристики различных металлов.

ТАБЛИЦА III

характеристик некоторых металлов.

Материал	Характеризующие величины			Примечание
	U	R	δ	
	кг на *кв. см*		%	
Сварное железо.	1 500	3 500	12	
Литое железо	2 000	4 000	20	
Сталь орудийная	4 000—6 000	6 500—8 000	15—20	Поперечное сжатие при растяжении 40 — 50%
Сталь из бронебойного снаряда:				
Не закаленная.	4 200	8 300	14	$Cr = 1{,}96\%$, $C = 0{,}84\%$, $Si = 0{,}26\%$, $Mn = 0{,}34\%$, $S = 0{,}02\%$, $Ph = 0{,}05\%$, $Cu = 0{,}08\%$
Закаленная.	9 000	10 000	12	
Сталь из бронебойного снаряда:				
Из головной части . . .	9 200	13 500	4,4	$C = 0{,}89\%$, $Mn = 0{,}5\%$, $Si = 0{,}3\%$, $Wo = 0{,}6\%$ После закалки и отжига
„ средней части. . . .	8 000	12 000	4	
„ дна	5 600	8 400	9,6	
Сталистый чугун	500 — 700	1 500—2 500	—	$C = 3\%$, $Cr = 2\%$, $Mn = 0{,}6\%$, $Si = 0{,}5\%$, $Ph =$ следы, $S = 0{,}15\%$

Для суждения о влиянии на качества стали содержания углерода и закалки может служить таблица IV, в которой помещены данные, полученные при опытах.

ТАБЛИЦА IV

влияния содержания углерода и закалки на качества стали.

Содержание углерода в процентах	Не закалена			Закалена			Примечание
	U	*R*	δ	*U*	*R*	δ	
0,49	2 300	4 800	24,8	4 460	7 050	12	
0,709	3 080	6 820	10	6 880	10 710	4	
0,875	3 280	7 320	8,4	9 050	10 600	2	
1,05	3 950	8 600	5,2	лопнул при закалке			

Для изготовления орудий применяют никкелевую сталь с пределом упругости около 4 000 — 6 000 *кг* на *кв. см*, крепостью около 6 500—8 000 *кг* на *кв. см* и тягучестью около 15 — 20%, как это приведено в таблице III.

Из других металлов в артиллерии находят широкое применение следующие:

Медь и ее сплавы. Медь идет в чистом виде на изготовление ведущих поясков (*R* около 2 000 *кг* на *кв. см*, δ около 30%).

Латунь — сплав меди (около 60 — 80%) с цинком (40—20%).

Материал этот превосходно тянется, поддается протяжке. Из него изготовляются гильзы.

Бронза — сплав меди с одним из следующих металлов: олово, цинк, свинец. Так называемый артиллерийский металл представляет сплав меди с 8 — 10% олова.

Металл этот хорошо куется и отливается. Поэтому некоторые изделия могут быть получены непосредственно отливкою без последующей отделки.

Благодаря большой мягкости (уступчивости) бронзы, она находит применение для устройства тех частей, где нужно уменьшить трение (муфты, полозки).

Мельхиор — сплав меди с никкелем. Идет на оболочки для пуль.

Материал этот хорошо тянется, обладает достаточною твердостью. Мало подвержен влиянию влажности и атмосферных влияний, как и большинство сплавов меди.

ОТДЕЛ ВТОРОЙ.

ВНУТРЕННЯЯ БАЛИСТИКА.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

ГОРЕНИЕ ПОРОХОВ.

1. Общие понятия.

Отдел артиллерии как науки, занимающийся рассмотрением всех явлений, происходящих в орудии при выстреле, называется „Внутренней балистикой".

Она изучает: 1) образование, изменение и движение пороховых газов, 2) действие их на снаряд, 3) действие их на дно канала орудия — отдачу, 4) действие их на стенки орудия.

Изучение всех этих вопросов при стрельбе из орудий представляется весьма сложным и трудным, поэтому для облегчения изучения производят опыты над взрывами (образование пороховых газов) в неизменяемом объеме. Опыты производят, взрывая небольшие количества пороха (взрывчатого вещества) в так называемых бомбах, специально для этого предназначенных.

Опыты с взрывами в бомбах позволяют с большим удобством установить зависимость образования газов (пороховых) и других обстоятельств, происходящих при взрыве от различных условий, и применить эти зависимости и для случая действия пороха в орудии.

Изучение внутренней балистики, позволяя установить характер распределения давлений на стенки орудий, дает основание к рациональному „проектированию тела орудий", пользуясь также выводами „теории упругости" „и сопротивления материалов".

Зная закон давлений на дно канала орудия, то-есть изменение их во времени, можно рационально рассчитать лафет— „проектирование лафетов".

Изучение действия пороховых газов в орудии дает также основание к установлению наивыгоднейших сортов порохов для данного орудия, условий заряжания,

данных для рационального проектирования снарядов и трубок.

Таким образом, изучение внутренней балистики имеет огромное практическое значение, давая, широко говоря, основания для проектирования многих предметов материальной части артиллерии.

2. Зажжение, воспламенение и горение.

В принятых повсюду порохах процесс взрыва их принято называть горением.

В развитии процесса горения различают три фазы (периода):

1) зажжение — то-есть возбуждение реакции (процесса горения) в какой-либо части вещества,

2) воспламенение — самостоятельное распространение пламени по поверхности,

3) горение — постепенное проникание пламени (раскаленных газов) внутрь вещества, [1] или распространение процесса газообразования в глубь вещества.

3. Зажжение.

Для зажжения вещества требуется нагреть какую-либо часть его до некоторой определенной температуры — температуры зажжения, для каждого вещества особой. Так, пироксилиновый порох загорается при температуре 170—200° С. Колебание температуры зависит от состава пороха, бóльшей или меньшей его влажности, вида поверхности и формы зерен.

Чем суше порох, чем шероховатее поверхность и угловатее форма зерен, тем он зажигается легче. При гладкой ровной поверхности пламя скользит по ней, не задерживаясь долго на месте, а потому, в особенности при низкой температуре пламени, не сможет нагреть вещество пороха до температуры зажжения.

Как известно, ленты бездымного пороха в этом отношении имеют неблагоприятную форму и поверхность. Кроме того, при расположении заряда в орудии, ленты, обычно, идут вдоль по каналу, что, при принятых способах сообщения огня зарядам, когда луч огня, чаще всего, идет по направлению оси канала, приводит к тому, что зажечь порох в орудии не так легко. С этой точки зрения было бы выгоднее, чтобы луч огня шел поперек пороховых лент заряда.

При мелком порохе (крошеном) отдельные пластинки могут стать поперек или косвенно к направлению луча огня

[1] Эти периоды легко наблюдать при зажигании спички.

от приспособления, сообщающего огонь (капсюльная втулка, вытяжная трубка), и пламя задержится ею и зажжет ее, или, соскользнув с одной, ударится о другую, охватив ее со всех сторон. Все это облегчает сообщение огня при зарядах из пороха, имеющего мелкие зерна, — крошеных сортов порохов.

Для успеха сообщения огня нередко нужно, чтобы вещество было нагрето до температуры зажжения быстро; иначе, при медленном повышении температуры, вещество может претерпеть изменения и даже не загореться вовсе.

Селитро-сероугольный порох, например, загорается при нагреве 270 — 320° С. Но если нагревать медленно, то, при температуре около 120°, сера начнет плавиться и при дальнейшем подъеме температуры испарится, а порох не взорвется вовсе.

Несмотря на принимаемые меры к обеспечению зажжения пороха, иногда случается, что порох все-таки не загорится. Такое явление называется осечкою.

Иной раз случается, что зажжение хотя и произойдет, но настолько неэнергично, что прежде чем произойдет выстрел, пройдет довольно заметный промежуток времени, — получится так называемый затяжной выстрел.

Оба эти явления весьма нежелательны, так как осечки сопряжены с потерей времени на перемену капсюльной втулки, или производство повторно действий по сообщению огня, что нервирует орудийный расчет; затяжные выстрелы требуют особых приспособлений в затворах „на случай затяжных выстрелов", и также отражаются неблагоприятно на настроении орудийного расчета.

Необходимость предохранителя видна из следующего: при скорой стрельбе, в горячности, замковый номер может не заметить, что выстрел не произошел, и открыть затвор. Тогда, в случае затяжного выстрела, взрыв заряда произойдет при открытом затворе, или при открывании его, что может повлечь за собою порчу орудия и несчастье для людей.

Для устранения осечек и затяжных выстрелов принимаются меры, о которых скажем дальше.

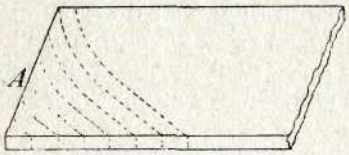
4. Воспламенение.

Воспламенение, — распространение пламени по поверхности, имеет важное значение для правильной работы пороха в орудии, так как только при воспламенившемся порохе можно рассчитывать на горение его со всех сторон, что, как будет сказано далее, позволяет устанавливать правильность образования пороховых газов.

Пироксилиновые пороха при сжигании их на открытом воздухе не воспламеняются, а горят подобно тому, как горит

бумага. Если поджечь, например, пороховую ленту в точке *А* (черт. 6) и держать ее горизонтально, то она будет гореть последовательно слой за слоем, довольно равномерно, как показано пунктирными линиями.

Принято называть скорость, с которою пламя распространяется по поверхности — скоростью воспламенения, а скорость, с которою оно проникает в толщу вещества — скоростью горения. Как видно из черт. 6, схематически изображающего результаты наблюдений, можно сказать, что скорость горения и скорость воспламенения для пироксилинового пороха, на открытом воздухе, одинаковы и, как показывают измерения, она имеет величину около 1 *мм* в секунду.



Черт. 6.

Селитро-серо-угольный (дымный) порох при зажжении, даже на открытом воздухе, воспламеняется сравнительно быстро и скорость воспламенения достигает 1 — 3 *м* в секунду, в зависимости от сорта пороха, и раз в 100 более скорости горения.

Как показывает опыт, даже незначительное повышение давления сказывается резким увеличением скорости воспламенения селитро-серо-угольного пороха. Пиобер, производивший опыты с этим порохом, насыпанным в виде дорожки в жолобе, заметил, что даже перекрытие жолоба листом бумаги увеличивало скорость воспламенения в $1^1/_2$ — 2 раза. В орудии же, когда давление сразу возрастает до заметной величины и принимая во внимание небольшие линейные размеры зарядов, воспламенение дымного пороха происходит сразу по поверхности всех зерен, составляющих заряд. Благодаря этому заряды из селитро-серо-угольного пороха, если только они не отсырели, обычно не давали затяжных выстрелов.

Так как бездымные пороха не способны воспламеняться с достаточною быстротою, то к зарядам из этих порохов прибавляют небольшие зарядики из селитро-серо-угольного пороха, так называемые воспламенители. [1]

Воспламенитель, быстро сгорев, дает количество газов, достаточное для поднятия давления до 10 — 20 атм. При этом давлении раскаленные газы энергично проникают в промежутки между лентами (зернами) заряда, охватывают каждую из них со всех сторон и потому получается зажжение каждой ленты со всех сторон в каждой точке поверхности, то-есть происходит их воспламенение.

Воспламенитель почти полностью устраняет осечки, за-

[1] См. „Артиллерия", кн. I.

тяжные выстрелы и обеспечивает правильность горения пороха от поверхности во внутрь зерна.

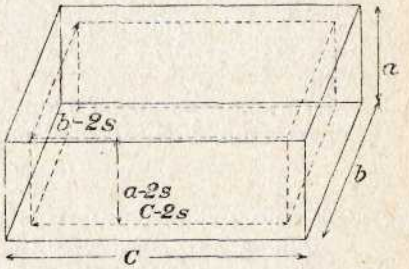
5. Горение.

Горение — проникание раскаленных газов во внутрь порохового вещества или развитие процесса газообразования во внутренних слоях вещества.

Скорость, с которой процесс горения распространяется во внутрь, называется скоростью горения.

Допустим, что зерно (черт. 7) воспламенилось, охвачено пламенем со всех сторон; затем, пламя будет проникать внутрь вещества.

Согласно наблюдениям Вьеля, пороха коллоидального строения горят со всех сторон одинаково, как говорится — они горят концентрическими слоями. Поэтому по прошествии некоторого, небольшого, промежутка времени (например 0,0001 сек.) со всех сторон пламя проникнет в толщу на одну и ту же величину s, если только вещество однородно, без плен, трещин, каналов, по которым пламя могло бы легче проникнуть во внутрь и тем нарушить правильность горения во всех местах. Все линейные размеры зерна уменьшатся при этом, с каждой стороны, на одну и ту же величину и, по прошествии выбранного промежутка времени, зерно получит вид, обозначенный прерывчатыми линиями на черт. 7. Сгорело бы количество вещества, заключающееся между поверхностями первоначальной и окончательной, ей, так сказать, концентричной.



Черт. 7.

Как известно, вес тела пропорционален объему и удельному весу вещества. Объем же зерна измеряется произведением abc до начала горения и произведением $(a-2s)\cdot(b-2s)\cdot(c-2s)$ в конце рассматриваемого промежутка времени, так как каждое ребро укоротилось на s с каждого конца и к концу рассматриваемого промежутка в общем укоротилось на $2s$.

Поэтому объем сгоревшего вещества равен:

$$abc-(a-2s)(b-2s)(c-2c)=abc-abc+$$
$$+(2ab+2bc+2ac)\ s-(4a+4b+4c)\ s^2+8s^3.$$

Так как s, если рассматривать горение на открытом воздухе, очень мало (при взятом промежутке времени 0,0001 сек. и при скорости горения пороха даже 1 *мм* в сек. s будет менее 0,0001 *мм*), то s^2 и s^3 представят столь малые величины,

что при умножении на них конечных величин, имеющих не очень большие значения, получатся весьма малые величины, которые можно не принимать во внимание по сравнению с другими членами написанного выражения. При этом условии объем сгоревшего вещества будет равен $2s\ (ab + bc + ac)$.

Возьмем для примера порох 152-*мм* скорострельной пушки обр. 1909 г. как средний по размерам зерен (лент) между употребляющимися у нас порохами; для него

$$a = 2{,}1 - 2{,}2\ мм,\ b = 25 - 35\ мм \text{ и } c = 235 - 245\ мм.$$

Если остановиться на бо́льших величинах длины ребер, то первоначальный объем будет $2{,}2 \cdot 35 \cdot 235 = 18\,095\ мм^3$, а величины $2s\ (ab + bc + ac)$, $4s^2\ (a + b + c)$ и $8s^3$ при взятом нами промежутке времени 0,0001 сек. будут соответственно 1,7044 $мм^3$, 0,00001089 $мм^3$ и 0,000000000008$мм^3$. Ясно, что, отбросив две последние величины, по сравнению с величиною объема сгоревшей массы $2s\ (ab + bc + ac)$, равным в данном случае 1,7044 $мм^3$, мы не сделаем ощутимой погрешности.

Отбросив члены, содержащие s^2 и s^3, получим для количества сгоревшей массы вещества выражение

$$\psi = (2ab + 2bc + 2ac)\ sd,$$

где d — плотность пороха (удельный вес).

Количество, заключенное в скобки, есть не что иное, как поверхность зерна, s — путь, проходимый пламенем за выбранный промежуток времени, зависящий от скорости горения; поэтому количество сгорающего вещества пропорционально поверхности зерна, скорости горения и плотности вещества пороха.

Этот вывод сделан нами при допущении, что зерно обгорает со всех сторон одинаково, то-есть за каждый промежуток времени зерно со всех сторон обгорает на одну и ту же толщину, или, как говорят, зерно (порох) горит концентрическими слоями, что подтверждается наблюденною Вьелем пропорциональностью между временем полного сгорания зерна и его размерами.

Осмотр обгоревших лент пороха, выбрасываемых иногда при выстреле из орудия, также убеждает в этом.

Поэтому сделанный нами вывод о зависимости количества сгоревшего вещества от величины поверхности и скорости горения верен.

Сделанный вывод о зависимости количества сгорающего вещества от величины поверхности зерен, их плотности и скорости горения весьма важен, так как дает возможность, изменяя эти данные, регулировать количество сгорающего вещества во времени, а, значит, и управлять законом образования газов в канале орудия. Но при этом, конечно, не-

обходимо еще изучить зависимость скорости горения от различных данных. Что же касается поверхности и плотности, то эти вопросы вполне изучены в геометрии и физике.

6. Скорость горения пороха.

Как было изложено в книге первой, пороха можно изготовить *более или менее быстро горящие*, изменив состав их: если взять относительно большой процент нерастворимого пироксилина, то получим порох более быстрогорящий по сравнению с порохом, в составе которого относительно меньше нерастворимого пироксилина.

Там же было сказано, что можно изменить скорость горения, введя различные примеси.

Значит, скорость горения зависит от *состава пороха* и на этом основании пороха могут быть один по сравнению с другим быстро-горящие и медленно-горящие.

Изучение взрывов порохов в бомбах (в постоянном объеме) приводит к выводу, что скорость горения порохов зависит от плотности заряжания (Δ) и от давления (P).

Напомним, что плотностью заряжания называется отношение веса заряда (ω) к весу воды в объеме каморы, $\Delta = \frac{\omega}{w\delta}$, где w—объем каморы, а δ—удельный вес (вес единицы объема) воды.

Плотность заряжания дает указание, в какой мере данный объем заполнен порохом. Например, плотность заряжания 0,2 показывает, принимая удельный вес воды за единицу, что на каждую единицу объема каморы приходится 0,2 весовых единиц заряда. Удельный вес (плотность) бездымного пироксилинового пороха 1,6; поэтому, если обозначить объем вещества пороха (без промежутков между лент, а только самих лент) w_1, и взять, для примера, $\Delta = 0{,}2$, то

$$0{,}2 = \frac{w_1 \cdot 1{,}6}{w \cdot \delta},$$

откуда при $\delta = 1$

$$w_1 = \frac{0{,}2}{1{,}6} w = 0{,}125w,$$

то-есть вещество пороха занимает 0,125 объема каморы. Если взять гравиметрическую плотность или плотность укладки пороха (0,6), то-есть приняв во внимание и промежутки между самими зернами, то заряд, а не само вещество пороха, займет объем w_2, который при $\Delta = 0{,}2$ определится из $0{,}2 = \frac{w_2 \cdot 0{,}6}{w \cdot \delta}$ и $w_2 = \frac{0{,}2}{1{,}6} w = 0{,}33w$; значит, заряд занимает $^1/_3$ объема каморы; при $\Delta = 0{,}6$ найдем, что $w_2 = w$ и, значит, заряд вплотную заполняет камору и бо́льшего заряда, при данной грави-

метрической плотности пороха, поместить в камору нельзя,— наибольшая плотность заряжания для данного сорта пороха равна 0,6, то-есть равна его гравиметрической плотности.

Как показывают опыты, при увеличении плотности заряжания скорость горения быстро возрастает, быстрее чем растут плотности заряжания, и тем быстрее, чем порох более быстро-горящий.

Скорость горения пороха возрастает так быстро в зависимости от плотности заряжания, что при бездымном пироксилиновом порохе, при плотностях заряжания бóльших 0,4, уже опыты не удаются, так как получаются слишком большие и разнообразные давления — бомбы часто рвутся. При плотности заряжания, равной гравиметрической, когда заряд заполняет объем каморы, порох детонирует, то-есть скорость его горения делается чрезвычайно большой, и порох действует как дробящее вещество.

Так обстоит дело при производстве взрыва в неизменном объеме. В орудии же, объем, в котором происходит сгорание пороха, по мере движения снаряда, увеличивается и только до смещения снаряда плотность заряжания будет большой, а затем она постепенно будет уменьшаться; поэтому в орудиях допускают плотности заряжания до 0,5 без опасения за прочность орудия.

Как известно, газы обладают упругостью и производят давление во все стороны. Поэтому, раскаленные газы, образующиеся при горении, будут тем энергичнее давить и проникать в толщу вещества, а, значит, и содействовать скорейшему протеканию процесса горения, чем больше давление. Кроме этого непосредственного влияния давления на скорость горения пороха, есть и другое обстоятельство. Горение происходит вообще тем быстрее, чем выше температура среды, окружающей горящее вещество. При возрастании давления раскаленные газы будут плотнее облегать каждое зерно и энергичнее, поэтому, будут отдавать свою теплоту пороховым лентам; поэтому можно заключить, что скорость горения порохов увеличивается с повышением давления.

На основании опытов и теоретических соображений устанавливается, что скорость горения не прямо пропорциональна давлению, а растет медленнее, чем давление. При увеличении давления например в два раза, скорость горения пироксилиновых бездымных порохов возрастет примерно в $1^1/_2$ раза.

Зависимость скорости горения порохов от давления выражается формулою:

$$v = AP^{\gamma},$$

где A — численный коэффициент, P — давление и γ — показатель, меньший единицы. Для бездымных пироксилиновых порохов принимают $v = 0{,}74\ P^{\frac{2}{3}}$.

На основании произведенных опытов по определению скорости горения пироксилинового пороха при разных давлениях и теоретических подсчетов получены данные, сведенные в следующую таблицу.

ТАБЛИЦА V

скоростей горения пироксилиновых порохов в зависимости от давлений.

Давления в атмосферах	1	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
Скорости в *см*	0,08	5,0	7,5	10,0	12,0	13,5	15,0	17,0	16,0

Если придерживаться высказанной теории горения, что газы под давлением стремятся проникнуть внутрь вещества, то вещество будет тем сильнее сопротивляться этому, чем в нем меньше пор, каналов, то-есть, чем плотнее строение вещества, чем больше плотность вещества. Опыты подтверждают это.

Так что, чем плотнее вещество пороха, тем скорость горения меньше, и обратно, чем менее плотно вещество, тем скорость горения больше.

Скорость горения тем больше, чем выше температура заряда. Эта зависимость объясняется не только тем, что уменьшится расход тепла на нагревание зерен, но главным образом тем, что с повышением температуры увеличивается скорость разложения взрывчатых веществ, понижается их стойкость. При обыкновенных условиях температуры, повышение температуры на 10° С может увеличить вдвое скорость разложения, а при температурах, которые развиваются при взрыве, это влияние скажется еще более резко. Это замечание тем более справедливо, чем однороднее система взрывчатого вещества.

Скорость горения пороха зависит от его влажности. Чем больше влажность, тем порох горит медленнее, и обратно. Эта зависимость ясна сама по себе, так как часть теплоты, получающейся при горении, должна будет расходоваться на превращение воды в пар.

До сих пор мы рассматривали скорость горения вещества пороха, например отдельной ленты, или зарядов, составленных каждый раз из совершенно одинаковых лент, так что пока нами не учтено влияние формы и размеров зерен, составляющих заряд.

Между тем из выражения для ψ видно, что количество сгорающего в данный промежуток вещества зависит от поверхности зерна при сохранении подобия формы зерен. А раз

это так, то и давление будет меняться в зависимости от размеров зерен (лент), а с изменением давления меняется и скорость горения. Окончательно скажем, что скорость горения заряда зависит от величины поверхности зерен, или, что то же, от размеров зерен.

В самом деле: возьмем два заряда одного и того же веса, составленных из одного и того же вещества пороха, но из зерен различных размеров, так что в одном заряде n зерен, а в другом $2n$ зерен и $\omega = np = 2np_1$, где p и p_1 — вес отдельного зерна и $p_1 = \frac{p}{2}$.

Веса пропорциональны объемам, а объемы пропорциональны кубам линейных размеров, поэтому, опуская коэффициенты пропорциональности, если зерна подобны $p = w\delta = a^3\delta$ и $p_1 = w_1\delta = a_1^3\delta$, где w и w_1 — объемы зерен того и другого сорта пороха, а a и a_1 — линейные размеры их. Принимая во внимание, что $p_1 = \frac{p}{2}$, напишем $a_1^3\delta = \frac{a^3\delta}{2}$, откуда

$$a_1 = a\sqrt[3]{\frac{1}{2}}.$$

Поверхности пропорциональны квадратам линейных размеров, поэтому $s = a^2$ и $s_1 = a_1^2 = a^2\sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}\right)^2}$ и сумма поверхностей зерен первого заряда $ns = na^2$, а второго $2ns_1 = 2na_1^2 = 2na^2\sqrt[3]{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = na^2\sqrt[3]{\frac{8}{4}} = na^2\sqrt[3]{2} = ns\sqrt[3]{2}$, то-есть сумма поверхностей зерен второго заряда $2ns_1$ больше суммы поверхностей зерен первого заряда в $\sqrt[3]{2} = 1{,}26$ раза.

Значит, при одинаковых скоростях горения вещества в первый весьма малый промежуток времени сгорит больше вещества заряда с мелкими зернами, а потому давление станет относительно больше, и под влиянием этого бóльшего давления скорость горения мелко-зернистого пороха в дальнейшем будет еще больше.

Но и при одном и том же весе зерен форма может быть весьма разнообразна, а потому и величины поверхности зерен будут разные; поэтому нужно заключить, что скорость горения пороха в зарядах зависит от формы зерен.

Итак, скорость горения пороха зависит: 1) от состава пороха, 2) от его влажности, 3) от его температуры, 4) от давления, и 5) от плотности вещества (удельного веса) пороха.

На величину давления оказывают влияние изменения плотности заряжания и размеров и формы зерен, а потому

изменение их оказывает влияние на скорость горения пороха.

Из этих данных не всеми можно пользоваться для изменения скорости горения порохов.

Влажность подбирают при изготовлении пороха так, чтобы на службе она по возможности не менялась. Плотность заряжания и давление определяются при конструировании орудия. Поэтому из всех перечисленных данных для получения пороха требуемой скорости горения в распоряжении порохового инженера имеются собственно лишь состав пороха, его плотность и размеры и форма зерен. Плотность пороха также определяется другими требованиями (прочность лент, уменьшение гигроскопичности...).

Варьируя эти данные, мы можем получить порох требуемой скорости горения не только в начальные периоды горения, но и в последующие, как об этом изложено далее.

7. Продолжительность горения пороха.

По мере движения снаряда по каналу, заснарядное пространство, то-есть объем канала орудия между передним срезом затвора и дном снаряда, будет увеличиваться.

Если бы порох сгорел быстро до смещения снаряда, то в дальнейшем газы двигали бы снаряд, только производя работу за счет своего расширения, вследствие высокой температуры. В этом случае, все образовавшиеся газы, будучи заключены первоначально в объеме зарядной каморы дали бы очень большое давление, которое потом быстро падало бы, вследствие увеличения объема с движением снаряда.

Пороховые газы работали бы крайне неравномерно.

Напротив, если порох горит сравнительно долго, продолжительность его горения, то-есть время, необходимое для сгорания всего вещества всего заряда, большое, [1] то, по мере движения снаряда, несмотря на движение снаряда и увеличение, значит, объема, вследствие продолжающегося процесса горения пороха, будут притекать все новые и новые количества газов, которые будут поддерживать давление на некоторой, сравнительно небольшой, величине, — действие пороха будет более равномерным, без резких колебаний величины давлений.

Таким образом порох должен сгорать не слишком быстро, а так, чтобы была некоторая определенная продолжительность его горения, которая должна быть в соответствии с длиною орудия, чтобы порох весь сгорел до вылета снаряда из канала орудия.

[1] Заметим, что продолжительность горения заряда равна продолжительности времени горения зерна, так как, когда зерна сгорят, то и заряд сгорит.

Продолжительность горения заряда, как уже замечено, равна времени сгорания зерен, его составляющих.

Время же сгорания зерна, при условии, что зерна при горении не распадаются на части и горят со всех сторон одинаково, зависит от скорости горения пороха и от размеров зерна. Первое, надо думать, не требует пояснений. Второе хотя тоже ясно, но необходимо выяснить, какой же размер имеет важнейшее значение в интересующем нас вопросе.

Возьмем некоторые равные, очень небольшие, промежутки времени.

Пусть в первый промежуток времени пламя пройдет внутрь зерна на величину s_1, во второй s_2 и т. д. Несмотря на то, что промежутки времени равны, величины s_1, s_2... не равны между собою, потому что скорости горения пороха, под влиянием возросшего давления, будут возрастать. Так что $s_1 < s_2 < s_3$... Как видно из черт. 8 (вид сверху), зерно могло бы гореть несколько более трех выбранных промежутков времени, так как, по прошествии трех выбранных промежутков времени, еще остается от ленты часть ее *ABCD*. Но вид сбоку указывает на то, что вещества зерна осталось уже после второго промежутка времени настолько мало, что оставшаяся часть сгорит в промежуток, значительно меньший нами взятого. Отсюда следует заключить, что продолжительность горения определяется наименьшим размером зерна: при ленточных порохах — их толщиною, при трубчатых — толщиною стенок трубки, или толщиною свода.



Черт. 8.

Стало-быть, продолжительность горения заряда зависит от скорости горения пороха и от величины наименьшего размера (толщины) зерна.

8. Прогрессивность горения пороха.

Если порох будет гореть не очень быстро, то до смещения снаряда сгорит небольшое количество вещества, и можно ожидать, что и в начале движения снаряда, несмотря на малый объем, в котором заключены газы, давление не будет слишком велико. Затем, по мере движения снаряда, объем заснарядного пространства будет увеличиваться. Обра-

зование газов должно итти так, чтобы, несмотря на это увеличение объема, давление их поддерживалось на некоторой, по возможности, постоянной величине.

Для выполнения этого условия необходимо, чтобы количество сгорающего вещества пороха увеличивалось по мере движения снаряда по каналу орудия.

Если порох горит в орудии так, что с течением времени дает все больше и больше газов, причем давление в канале орудия получается довольно равномерным, то порох называется прогрессивногорящим порохом, или просто прогрессивным порохом, а горение его — прогрессивным горением.

Из сказанного следует, что прогрессивногорящие пороха должны давать более равномерное давление в канале орудия, что, конечно, является весьма важным для прочности орудия.

Из сказанного также следует, что для достижения прогрессивности горения порохов необходимо, чтобы количество сгорающего в единицу времени пороха возрастало по мере движения снаряда по каналу орудия.

Из выражения для количества сгоревшей массы

$$\psi = (2ab + 2bc + 2ac)\, sd$$

видно, что увеличение этого количества, по мере развития процесса газообразования, может быть получено при постоянной величине поверхности зерен за счет последовательного увеличения толщи сгоревшего слоя, то-есть путем увеличения скорости горения, или, при постоянной скорости горения, за счет последовательного увеличения поверхности по мере сгорания зерен, или, наконец, обеими этими мерами вместе.

Представим, что поверхность $S = 2ab + 2bc + 2ac$ во все время горения пороха не меняется, — есть постоянная величина.

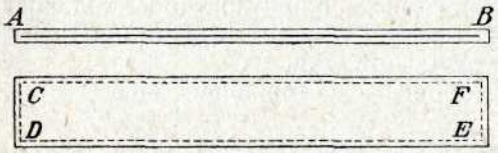
По мере сгорания пороха скорость его горения будет возрастать вследствие увеличения давления от возрастания количества газов. Таким образом, само собой получится прогрессивность горения пороха, если порох горит концентрическими слоями, что в действительности и есть в принятых у нас сортах бездымного пороха.

Принятая же у нас для многих сортов порохов форма в виде линеечек, лент, довольно полно удовлетворяет условию постоянства поверхности, с которой отделяются газы.

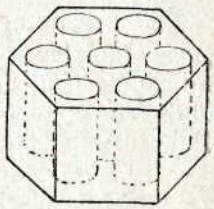
В самом деле: возьмем ленту размерами $a = 1$ *мм*, $b = 20$ *мм* и $c = 300$ *мм*. Такие размеры, в среднем, имеют ленты пороха марки СП, назначенного для 76-*мм* полевой легкой пушки.

Начальная поверхность ленты будет $S = 2 \times 1 \times 20 + 2 \times 1 \times 300 + 2 \times 20 \times 300 = 40 + 600 + 12\,000 = 12\,640$ *кв. мм*. Когда пламя углубится на $^1/_2$ *мм* в ленту, то лента вся сгорит, как это поясняется на черт. 9. Хотя по длине и ширине лента могла бы еще продолжать гореть, но лучи пламени, идущие по направлению толщины с той и другой стороны, уже встретились, то-есть горение закончено.

В самый последний момент перед окончанием горения лента обратится в бесконечно тонкую пластинку *AB* в вертикальной проекции и *CDEF* в горизонтальной, стороны которой меньше сторон первоначальных соответственных размеров ленты на 1 *мм* (по $^1/_2$ *мм* с каждого конца), а толщины собственно нет, так как она имеет ничтожную величину, очень близкую к нулю. При этих условиях пластинка будет иметь только как бы две поверхности: верхнюю *CDEF* и такую же нижнюю, так как боковые поверхности, по малости толщины пластинки,



Черт. 9.



Черт. 10.

близки к нулю. При этих условиях полная поверхность пластинки будет $2CDEF = 2 \cdot 19 \cdot 299 = 11\,462$ *кв. мм*, что составляет около 91% полной первоначальной поверхности зерна.

Это убеждает в том, что ленточная форма зерен довольно полно удовлетворяет требованию сохранения постоянства ее величины, а, стало-быть, и требованию прогрессивности горения пороха.

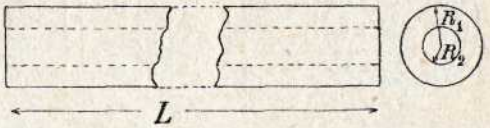
Еще во второй половине прошлого века были предложены (Родманом в 1860 г.) селитро-серо-угольные пороха в виде шестигранных призм с семью каналами (черт. 10, (впоследствии с одним).

Если бы такие призмы горели концентрическими слоями, то наружная их поверхность убывала бы, а сумма поверхностей внутренних каналов возрастала бы и можно было бы так подобрать их размеры, что общая сумма как наружной, так и внутренних поверхностей оставалась бы неизменной, постоянной, или, даже, возрастала бы.

Эти ожидания не вполне оправдались для селитро-серо-угольных порохов, представляющих механические смеси, причем между частицами разнородных материалов, или более плотных комков смеси, остаются более или менее простор-

ные промежутки, и пламя, проникая в них, подразделяет зерно на отдельные части, получается распад зерна, и затем каждая отдельная часть уже горит самостоятельно, подвергаясь, в свою очередь, дальнейшему распаду. В случае же более компактного, плотного строения вещества результаты оправдали расчет. Иногда выбрасывались из канала орудия несгоревшие призмы, имевшие полное подобие начальным.

Эта мысль находит себе осуществление в современных трубчатых порохах, в виде макарон. При горении этих порохов поверхность, с которой отделяются газы во время горения, действительно остается без изменения, если только не получится раздробления зерен. В самом деле (черт. 11): пусть радиус наружного цилиндра — R_1, а внутреннего — R_2; тогда, пренебрегая, по их малости, торцовыми поверхностями, начальная поверхность будет $S = 2\pi R_1 l + 2\pi R_2 l$, где l — длина зерна.



Черт. 11.

Когда зерно обгорит на величину a, то наружная поверхность его станет $2\pi(R_1 - a)(l - 2a)$, внутренняя $2\pi(R_2 + a)(l - 2a)$, а полная поверхность S_t в это время, пренебрегая торцовыми поверхностями, будет:

$$2\pi(R_1 - a)(l - 2a) + 2\pi(R_2 + a)(l - 2a).$$

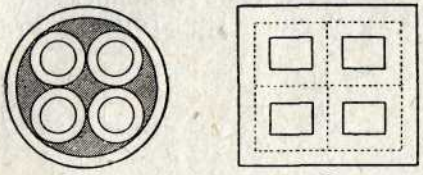
Наибольшее значение a равно $\frac{R_1 - R_2}{2}$. Эта величина, в принятых на службе порохах, обычно имеет небольшое значение, почему величиною $2a$, по сравнению с l, можно пренебречь. Иначе говоря, можно допустить, что величина l во все время горения остается постоянной (принимаем $l - 2a$ равным l). При этом допущении $S_t = 2\pi(R_1 - a)l + 2\pi(R_2 + a)l$. Сравнивая это выражение с выражением для начальной поверхности зерна S, видим, что величина поверхности, с которой отделяются газы в трубчатых порохах, зависит только от изменения радиусов, так как только их величины изменились, прочие же величины остались без изменения.

Вычитая S_t из S, получим $S - S_t = 2\pi R_1 l + 2\pi R_2 l + 2\pi(R_1 - a)l - 2\pi(R_2 + a)l = 2\pi R_1 l + 2\pi R_2 l - 2\pi R_1 l + 2\pi a l + 2\pi R_2 l - 2\pi a l = 0$. Значит, разница между начальной поверхностью зерна и его поверхностью в любой момент горения его равна нулю. Это показывает, что в макаронных порохах, если их длина велика сравнительно с толщиной стенок, поверхность во время горения остается неизменной.

Для достижения более полного постоянства поверхности

во время горения порохов предлагались различные формы порохов с несколькими каналами (черт. 12). Эти формы проверяются как теоретическим, так и опытным путем, но пока окончательно не установлена наивыгоднейшая форма. Затруднение, повидимому, лежит в том, что при повышении давлений наступает распад зерна.

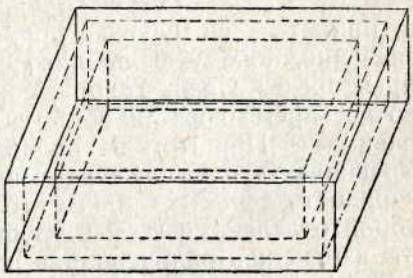
При некоторых формах порохов, например черт. 12, *а*, распад вытекает необходимо из самой формы (конструкция зерна). На фиг. *а* заштрихованы отдельные части, которые образуются при распаде зерна. При форме фиг. *b* распад не предопределяется формою, но тем не менее он возможен от неравенства давлений с той и другой стороны каждого свода. Как показывает опыт, в каналах, вследствие задержки в истечении из них газов, устанавливается несколько большее давление чем снаружи зерна. Повышение давления внутри каналов увеличивает скорость горения изнутри, отчего внутренние поверхности растут быстрее, чем наружные уменьшаются, что еще более увеличивает прогрессивность горения порохов, но одновременно растут давления внутри каналов, что и может явиться причиною разрушения стенок зерна.



Черт. 12.

Для устранения разламывания зерен полезно уменьшать длину зерна, тогда газы из каналов будут вытекать более свободно.

Кроме того распад и при последней форме возможен. В самом деле, пламя на углах каналов будет проходить тот же путь в выбранную единицу времени, между тем толщина свода в углах больше, почему здесь возможно образование, к концу горения, отдельных несгоревших частей.


Черт. 13.

То обстоятельство, что при большей скорости горения изнутри получается большая прогрессивность, наводит на мысль устроить так зерно, чтобы оно могло гореть только изнутри.

Возникает идея бронированного пороха. Попытки осуществления такого пороха уже, и не без успеха, делаются.

Исходя из выражения для сгоревшего количества веще-

ства, видно, что прогрессивности горения пороха можно достичь за счет изменения плотности зерна (d). В начале горения в орудии, когда поверхность зерна велика, чтобы уменьшить скорость горения, а, значит, и количества ψ, следует делать зерно более плотным. По мере же того, как поверхность зерна, обгорая, заметно уменьшается (черт. 13), полезно уменьшать плотность зерна, тогда скорость горения увеличится и количество сгоревшего вещества увеличится, несмотря на уменьшение его удельного веса и уменьшение поверхности.

Это средство применено в нашем винтовочном порохе, зерна которого камфоруются и графитуются (см. книгу I).

Итак, для прогрессивности горения пороха применяются изменения формы, строения и состава вещества пороховых зерен.

Увеличивая прогрессивность горения пороха, можно достичь увеличения начальной скорости снаряда на 10—12%.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

ДЕЙСТВИЕ ПОРОХА В ОРУДИИ.

1. Давление на дно снаряда.

Когда начнется процесс горения заряда, образующиеся газы распространятся в свободном объеме каморы и будут производить давление на все поверхности зарядной каморы: дно снаряда, стенки орудия и дно канала, а также и на поверхность зерен заряда.

Давление на дно снаряда будет стремиться двигать снаряд. Но так как снаряд обладает инерциею и, главное, на нем имеется поясок, который для врезания в нарезы требует довольно большого усилия, то снаряд может прийти в движение лишь после того, как давление на его дно достигнет величины большей, чем указанные сопротивления снаряда движению.

Следовательно, дальнейшее горение пороха будет происходить при все возрастающих величинах давлений, пока снаряд не начнет двигаться.

Скорость горения пороха поэтому будет возрастать. Количество газов будет быстро увеличиваться, и скоро упругость газов и давление их дорастут до величины превосходящей сопротивление снаряда движению, — снаряд начнет двигаться.

Как показывает опыт, для этого давление на дно снаряда ($P_{сн}$), называемое иногда форсированием, должно быть 200—500 атм., в зависимости от устройства ведущего пояска и веса снаряда (поперечной нагрузки снаряда).

Снаряд в начале движения получает небольшое ускорение и движется медленно. В самом деле: сначала давление не велико, поэтому и движущая сила не велика (она равна $P_{сн}\frac{\pi d^2}{4}$), [1] а ускорения пропорциональны силам. Если ускорение невелико, то и скорость сначала, возрастая от нуля, тоже будет не велика. Из этого следует, что после смещения снаряд будет двигаться медленно, а потому заснарядное пространство будет возрастать тоже медленно. Давление в каморе должно будет расти быстро, так как всё образующиеся и образующиеся вновь при горении пороха газы распространяются почти в одном и том же объеме, немного увеличившемся.

Под влиянием возрастающего давления, а следовательно и пропорциональной ему движущей силы, снаряд будет получать все бо̀льшие и бо̀льшие ускорения, а, значит, будет двигаться все быстрее и быстрее, — скорость его будет увеличиваться. Заснарядное пространство также будет быстро расти.

Естественно, может наступить такой момент, когда, несмотря на все возрастающую скорость горения пороха, вследствие возрастания давления, количество вновь получающихся газов не будет в состоянии поддерживать давление на уже достигнутой, большой величине — объем будет расти быстрее, чем будут образовываться газы, и давление начнет падать, и это падение будет продолжаться до вылета снаряда из канала орудия.

Все эти рассуждения подтверждаются кривой давлений на дно снаряда, которая наглядно показывает характер их изменений.

На черт. 14 по оси канала орудия откладываются пути, проходимые снарядом (S), а по линии, к ней перпендикулярной, давление на дно снаряда ($P_{сн}$) в атмосферах, то-есть ординаты кривой выражают в выбранном масштабе давления на дно снаряда в атмосферах.

Пока давление не поднимется до величины, равной сопротивлению снаряда движению, путь снаряда нуль; поэтому кривая давлений, при давлениях от нуля до 200—500 атмосфер, совпадает с осью давлений. Затем снаряд начинает двигаться и вместе с ним, так сказать, перемещаются и давления на его дно и, например, когда снаряд (его дно) будет проходить точку A оси канала, давление на дно

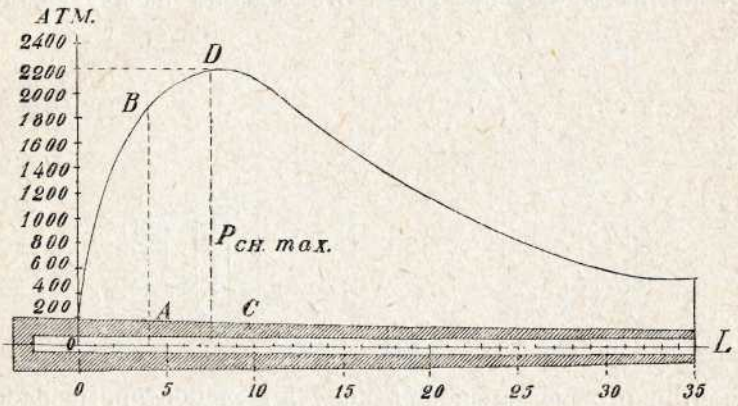
---

[1] $P_{сн}$ выражено в атмосферах, то-есть в давлении на единицу площади; чтобы получить движущую силу, нужно $P_{сн}$ помножить на площадь дна снаряда, равную $\frac{\pi d^2}{4}$, где d — диаметр пояска, или можно принять d за калибр орудия.

снаряда будет выражаться, в выбранном масштабе, ординатою AB.

Наибольшее давление, $P_{сн.\ max.} = CD$, устанавливается, в зависимости от сорта пороха и условий, в которых протекает горение (плотность заряжания), когда снаряд пройдет путь 4—10 калибров. При быстро-горящих сортах порохов и условиях, увеличивающих скорость горения пороха, наибольшее давление на дно снаряда бывает ближе ко дну канала, при медленно-горящих порохах дальше от дна канала.

После прохождения дном снаряда точки, где будет наи-



Черт. 14.

большее давление (точка C), давление падает сначала быстро, а затем все медленнее и медленнее.

В принятых у нас орудиях и при принятых порохах давление у дула далеко не доходит до нуля и получается атмосфер 200—600, в зависимости от длины орудия, сорта пороха и других условий.

Если давление на дно снаряда в атмосферах помножить на площадь, на которую давление распространяется, то получим, как уже замечено раньше, силу, двигающую снаряд (движущую силу).

Так как площадь дна снаряда, на которую действует движущая сила, одна и та же, то, для получения движущей силы, в каждой точке пути снаряда, следует умножать ординаты кривой давлений на одну и ту же величину $\frac{\pi d^2}{4}$. Поэтому можно сказать, что ординаты кривой давлений на дно снаряда выражают также и величины движущей силы, но в другом масштабе.

Имея это в виду, можно легко найти работу, которую производит давление пороховых газов на дно снаряда.

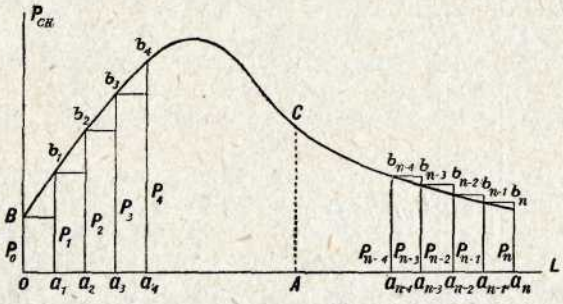
2. Работа давления пороховых газов на дно снаряда.

Из механики известно, что работа силы равняется произведению силы на пройденный телом под ее действием путь, если этот путь совпадает с направлением действия силы.

В рассматриваемом нами случае последнее условие как раз соблюдено.

Разобьем путь, проходимый снарядом по каналу орудия, на большое число равных частей (черт. 15).

Умножив эти части, представляющие элементарные перемещения, на движущие силы, отвечающие началу каждого



Черт. 15.

элементарного перемещения, получим элементарные работы на протяжении этих перемещений.

Рассмотрим одну элементарную работу, например $P_3 \times \times a_3a_4$.

В механическом понимании этого выражения оно представляет элементарную работу; с геометрической же точки зрения оно представляет не что иное, как площадь прямоугольника $a_3b_3 \times a_3a_4$. Площадь этого прямоугольника весьма мало отличается от площади $a_3b_3b_4a_4$, ограниченной ординатами, проведенными из концов данного участка пути, самим участком пути и отрезком кривой давлений b_3b_4 и разница между этими двумя площадками тем меньше, чем меньше взята величина a_3a_4, или, чем больше взято число делений n.

Увеличивая число делений, мы можем площадки прямоугольников, построенных указанным способом, как угодно близко подвести по величине к площадкам, ограниченным отрезком кривой давлений и в пределе, когда n будет бесконечно велико, они фактически совпадут.

Если каждый элементарный прямоугольник совпадет с площадкою, ограниченною участком кривой, то сумма всех прямоугольников, при большом n, совпадет с площадью, ограниченною всею кривою давлений, ординатами в начале и конце и осью перемещений.

Каждый элементарный прямоугольник выражает, в некотором масштабе, работу; сумма их, в том же масштабе, будет выражать работу на всем взятом протяжении.

Поэтому, окончательно все сказанное в настоящем параграфе можно формулировать так: площадь, ограниченная путем снаряда, проходимым им в канале орудия, ординатами в начале этого пути и в конце его и кривой давлений на дно снаряда, служит мерою работы движущей силы или давления пороховых газов на дно снаряда.

Имея в виду такое понимание рассматриваемой площади, легко установить те меры, которые могут служить к увеличению полезного действия пороховых газов в орудии. Все то, что может повести к увеличению этой площади, увеличит и живую силу снаряда. Так как площадь увеличивается с увеличением ее линейных размеров, то, следовательно, нужно увеличивать длину пути, проходимого снарядом по каналу, то-есть увеличивать длину канала; с этой же точки зрения полезно увеличивать ординаты кривой, то-есть давления на дно снаряда, которые, в свою очередь, зависят от величины заряда, качеств пороха, и, наконец, желательно, чтобы эти давления по возможности сохраняли свою величину, что зависит от прогрессивности горения пороха. [1]

Эта площадь меряет полную работу давления пороховых газов на дно снаряда. Работа эта расходуется: 1) на сообщение скорости снаряду, 2) на вращение снаряда, 3) на преодоление вредных сопротивлений (форсирование снаряда, трение выступов ведущего пояска по боевой грани и полю нареза) и 4) сопротивление воздуха (выталкивание воздуха из орудия).

Последнею работою обычно пренебрегают по ее незначительности по сравнению с прочими указанными видами работы.

Как показывают расчеты, работа на вращение снаряда и преодоление трения выступов о боевую грань в начале движения, при смещении представляется довольно заметной, но после врезания пояска в нарезы она едва ли более 2%.

Из этого видно, что работа движущей силы почти исключительно расходуется на сообщение скорости снаряду.

Скорость снаряда будет постепенно в канале возрастать и у дула достигнет величины начальной скорости.

[1] Для поддержания давления на всем пути движения снаряда по каналу еще до введения бездымных порохов, отличающихся от дымных большею прогрессивностью горения, были предложены многозарядные орудия (Лейман Хаскель, 1880 г.), в которых были устроены зарядные каморы в стенках орудия. По мере прохождения снаряда последовательно через устье каждой каморы пороховые газы взрывали заряд и давление повышалось. Осуществлялась та же идея, что вкладывается теперь в прогрессивные пороха: увеличение площади кривой давлений, без увеличения наибольшего давления.

Из механики известно, что работа, затраченная на какомлибо пути, равняется живой силе, приобретенной на этом пути, а так как работа, произведенная давлением пороховых газов на снаряд, измеряется площадью, ограниченною кривою давлений на дно снаряда, то эта же площадь может служить и мерою живой силы снаряда, приобретенной на том же пути.

Всею площадью, отвечающей полному пути, проходимому снарядом в канале орудия, измеряется живая сила у дула $\frac{qV_0^2}{2g} = \frac{mV_0^2}{2}$, то-есть полезное действие пороха в орудии (m масса снаряда равняется $\frac{q}{g}$, если обозначить вес снаряда через q, а g — ускорение силы тяжести).

Зная это соотношение между площадью, ограниченною кривою давлений, двумя ординатами и осью расстояний, можно подсчитать скорость в любой точке движения снаряда, а также изменение скорости на данном перемещении снаряда.

Например скорость снаряда v_A, в точке A (черт. 15), найдется из уравнения $OBCA = \frac{mv_A^2}{2}$, причем площадь $OBCA$ понимается не в геометрическом, а в механическом ее значении: что число единиц работы равно числу единиц площади, умноженному на цену единицы этой площади в единицах работы. Например: 1 *см* по оси l выражает один сантиметр перемещения, а 1 *см* по оси $P_{см}$ выражает 100 атмосфер давления, или 100 $\frac{\pi d^2}{4}$ *кг*. Тогда каждый квадратный сантиметр площади будет выражать 100 *кг/см* или 1 *кг/м* работы.

Подсчитанная по площади кривой давлений начальная скорость снаряда получится несколько больше, чем она будет в действительности, потому что, как сказано, работа, выражаемая этой площадью, расходуется и на сообщение снаряду вращения и на преодоление вредных сопротивлений.

3. Коэффициент полезного действия пороха в орудии.

Работа пороховых газов по сообщению снаряду живой силы есть та его работа, которую мы и стремимся получить в орудии. Поэтому эту работу называют полезною работою, или полезным действием пороховых газов.

Работа пороховых газов расходуется и на другие виды действия: движение орудия — откат, растяжение стенок орудия; часть работы пороховых газов, вырывающихся из дула орудия, тратится без всякого действия в орудии.

В самом деле, газы вылетают из канала орудия еще сильно нагретыми, а потому обладающими большою упругостью,

которая теряется непроизводительно для орудия, производя лишь сотрясение воздуха.

Отношение полезного действия пороховых газов к той полной работе, какую они могли бы дать, без всяких потерь — потенциалу — называется коэффициентом полезного действия.

В книге первой была подсчитана потенциальная энергия заряда 76-*мм* полевой легкой пушки (306 720 *кг/м*) и живая сила снаряда у дула (114 000 *кг/м*). Отношение последней величины к первой $\frac{114\,000}{306\,720}$ равно приблиз. $^1/_3$, так что коэффициент полезного действия пороха в этом орудии немного более $^1/_3$.

Для 122-*мм* полевой гаубицы при $V_0 = 335$ *м/сек.*, заряде ее $\omega = 0{,}920$ *кг* и $q = 23{,}2$ *кг*, коэффициент полезного действия получается тоже более $^1/_3$, но несколько больше, чем для 76-*мм* пушки, на 0,005.

В последнее время поставлен на очередь вопрос об автоматическом действии оружия, причем он и решен полностью в отношении орудий мелкого калибра (до 57 *мм*).

В орудиях более крупных калибров автоматическое действие пока достигается частично, например автоматически получается открывание и закрывание затвора, заряжание производится вручную.

Для достижения автоматического действия пользуются действием давления пороховых газов либо на дно канала, либо на стенки. Это полезное действие газов пока, однако, не учитывается при определении коэффициента полезного действия. Если же его учесть, то коэффициент полезного действия получится значительно больше.

4. Кривые давлений на стенки орудия.

В заснарядном пространстве газы, каждый данный момент, не приходят в равновесное состояние. Напротив, вслед за двигающимся снарядом освобождается объем, отчего давление в этом месте должно быть меньше, чем в остальных частях заснарядного пространства.

Орудие откатывается назад, значит, и у отодвигающегося дна должно наступать разрежение газов. Газы, ударившись о стенки объема, возвращаются назад и встречают газы, вновь образовавшиеся от сгорания заряда, происходят местные уплотнения пороховых газов, которые скажутся повышением давления в данном месте.

Если принять во внимание только движение снаряда и орудия, то можно заключить, что наибольшее давление в каждый выбранный момент находится между дном снаряда и дном канала. Скорость движения орудия мала по сравне-

нию со скоростью движения снаряда, почему наибольшее давление должно быть ближе ко дну канала.

Это подтверждается некоторыми опытами. На черт. 16 приведены линии давлений на стенки орудия, причем кружками отмечены давления, фактически измеренные на опыте.

Рассматривая эти линии, нетрудно убедиться в правильности сказанного характера изменений давлений на стенки орудия.

Наибольшее давление на этих кривых не обнаруживается с очевидностью, но это потому, что место его переменено.



Черт. 16.

Наибольшее давление мало отличается от давления на дно канала ($P_{дн}$), почему это последнее давление ($P_{дн}$) и принимают за наибольшее, которое служит мерою вредного действия пороха в орудии.

Между $P_{дн}$ и $P_{сн}$ существует следующая зависимость: $P_{дн} = P_{сн}(1 + \Theta \frac{\omega}{q})$, где Θ — некоторый коэффициент, определяемый опытным путем для каждого сорта пороха отдельно, ω — вес заряда, q — вес снаряда.

Зная $P_{сн}$ наибольшее, можно найти наибольшее $P_{дн}$, и обратно.

Умножив $P_{дн}$ наибольшее на площадь дна канала орудия, получим наибольшую силу отдачи.

Говорим наибольшую, так как эта сила нарастает хотя и быстро, но не мгновенно, и потому получает значение от 0 до $P_{дн} \frac{\pi d_1^2}{4}$, а затем убывает ($d_1$ — диаметр дна канала).

Θ для бездымных порохов, по предложению Сарро, принимается равным 0,5.

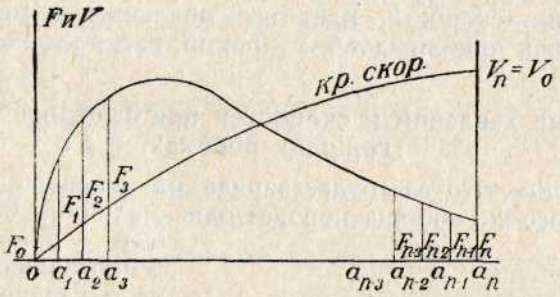
Например, давление на дно канала в 76-*мм* полевой легкой пушке при давлении $P_{сн}=2\,200$ атм. получится $P_{дн}=2\,200\,(1+0{,}5\frac{0{,}8}{6{,}5})=2\,200\times 1{,}06=2\,332$ атмосфер. У 122-*мм* гаубицы при $P_{сн}=1\,700$, $P_{дн}=1\,700\,(1+05\frac{0{,}92}{23{,}2})=1\,700\times 1{,}02=1\,734$ атм.

Умножив эти величины на площадь дна канала и на 1,033, так как 1 атм. равняется 1,033 *кг* на *кв. см*, получим величину силы отдачи, а именно $1{,}033\cdot 2\,332\frac{\pi(7{,}8)^2}{4}=112\,200$ *кг*, или около 112 тонн, — для 76-*мм* пушки и $1{,}033\cdot 1\,734\frac{\pi(12{,}5)^2}{4}=248\,600$ *кг*, или около 249 тонн, — для 122-*мм* гаубицы.

5. Кривые скоростей снарядов.

Уже было показано механическое значение площади, ограниченной кривой давлений, двумя ординатами и осью расстояний (путей). Для краткости будем называть эту площадь площадью кривой давлений.

Вычертив кривую и подсчитав элементарные площадки



Черт. 17.

ее, отвечающие небольшим перемещениям, легко найдем величины скоростей снаряда в конце каждого элементарного перемещения по уравнениям живых сил.

Пусть имеется (черт. 17) кривая давлений, в которой ординаты (давления) уже помножены на площадь дна снаряда, то-есть переведены в движущие силы F.

Можем написать ряд уравнений живых сил, или работ:

$$F_0\cdot oa_1=\frac{mv_1^2}{2}-\frac{mv_0^2}{2}$$

$$F_1\cdot a_1a_2=\frac{mv_2^2}{2}-\frac{mv_1^2}{2}$$

$$F_2\cdot a_2a_3=\frac{mv_3^2}{2}-\frac{mv_2^2}{2}$$

. . . . . .

. . . . . .

$$F_{n-2} \cdot a_{n-2}a_{n-1} = \frac{mv_{n-1}^2}{2} - \frac{mv_{n-2}^2}{2}$$

$$F_{n-1} \cdot a_n a_{n-1} = \frac{mv_n^2}{2} - \frac{mv_{n-1}^2}{2}.$$

Так как $v_0 = 0$, то из первого уравнения, зная F_0, найдем v_1; из второго уравнения, после того, как найдено v_1, легко определим v_2, и так далее, и из последнего найдем $v_n = V_0$.

Отложив полученные величины v по ординатам, взятым в соответствующих точках, и соединив их верхние концы линиею, получим кривую скоростей снаряда в канале орудия.

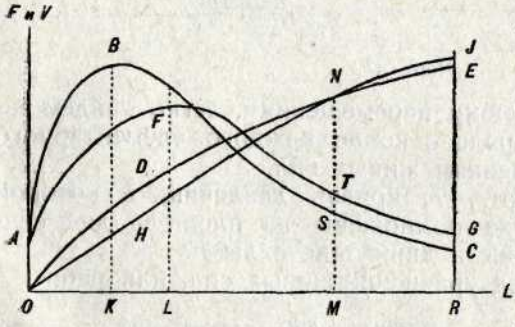
Ординаты этой кривой, взятые в любой точке оси канала, укажут, в выбранном масштабе, величину скорости, которую имеет снаряд, двигаясь по каналу орудия в тот момент, когда его дно будет в выбранной точке.

На черт. 17 показан вид кривой скоростей.

По фигуре этой кривой сразу видно, что в начале движения скорость увеличивается быстро, но, по мере увеличения пройденного пути, увеличение ординат кривой, то есть возрастание скорости, идет все медленнее и медленнее, и сама кривая приближается к прямой, параллельной оси расстояний. [1]

6. Кривые давлений и скоростей при быстро и медленногорящих порохах.

Допустим, что взято два заряда одинакового веса и одного и того же состава пороха: один из пороха быстрогорящего, другой — медленногорящего, но однако такие, что заряды и того и другого сгорают до вылета снаряда из канала орудия.



Черт. 18.

Пусть кривые давлений и скоростей для быстрогорящего пороха будут *OABC* и *ODE* (черт. 18).

Посмотрим, как относительно этих кривых расположатся соответственно кривые давлений и скоростей для пороха медленногорящего.

[1] Если бы иметь кривую давлений на дно снаряда в зависимости от времени, а не путей, то кривую скоростей можно было бы построить в за-

Раз второй порох горит медленнее, то сначала количество сгорающего его вещества за данный промежуток времени будет меньше, чем соответственное количество сгорающего вещества быстрогорящего пороха, а потому мы вправе ожидать, что давления при медленногорящем порохе будут вначале меньше. При меньших давлениях скорость горения второго пороха будет еще относительно меньше; поэтому эта разность давлений будет возрастать по мере движения снаряда.

Когда у быстрогорящего пороха наступит момент наибольшего давления, у медленногорящего пороха давления еще будут продолжать расти, так что наибольшее давление, при втором порохе, получится несколько дальше, чем при первом сорте пороха, а затем давление начнет падать. Но так как второй порох горит медленнее, чем первый, и горение совершалось при сравнительно меньших давлениях, то процесс горения будет продолжаться дольше и давления будут падать не столь резко, как при первом сорте пороха.

Этот характер соотношений приводит к тому, что кривая давлений на дно снаряда при медленногорящем порохе расположится относительно кривой *OABC*, для быстрогорящего пороха, как показано на черт. 18, в виде кривой *OAFG*. Наибольшее давление, выражаемое ординатой *LF*, будет меньше наибольшего давления первого сорта пороха, выражаемого ординатою *KB*.

Приемом, изложенным ранее, можно построить кривые скоростей для обоих порохов, что и показано на том же чертеже 18.

Так как площади кривой давлений служат мерою полезного действия, в свою очередь измеряемого живою силою снаряда $\frac{mv^2}{2}$, приобретенною на перемещении, для которого берется площадь, то для того пути, где эти площади будут равновелики, скорости будут равны.

На чертеже площадь *OABSM* равновелика площади *OAFTM* и поэтому в точке *M* скорость движения снаряда при том и другом сорте пороха одна и та же и выражается ординатою *MN*, в принятом для построения чертежа масштабе.

До ординаты *MN* на протяжении пути *OM* скорости получаемые снарядом при заряде быстрогорящего пороха, больше, чем скорости, сообщаемые зарядом медленногорящего пороха, так как соответственные площади кривой будут больше.

За ординатою *MN*, на протяжении *MK* и далее, наоборот,

висимости от ускорений, так как ускорения пропорциональны силам $j = \frac{F}{m}$ и, при равных промежутках времени, ординаты выражали бы и давления и ускорения, но, конечно, в другом масштабе.

скорости, сообщаемые снаряду медленногорящим порохом, будут больше скоростей снаряда, в тех же точках, при быстрогорящем порохе.

Опыт и теоретические подсчеты показывают, что для получения одной и той же скорости нужно взять заряд из медленногорящего пороха, при условии, что порох успеет сгореть до вылета снаряда из канала такой величины, что наибольшее давление на дно снаряда получится меньше, чем при быстрогорящем порохе *(FL < BK)*.

Из этого можно заключить, что при длине пути сняряда в орудии *OM*, и больше, выгоднее взять сорт пороха медленногорящий, как дающий бóльшую полезную работу при меньшем вредном действии.

Если же орудие таково, что путь снаряда в его канале меньше *OM*, то выгоднее будет сорт пороха быстрогорящий, как дающий бóльшую полезную работу. К тому же медленногорящий порох, при малой длине орудия, может и не успеть весь сгореть до вылета снаряда из канала орудия, что скажется разнообразием его действия.

Итак, можно сделать следующий вывод:

В орудиях длинных выгодно брать сорт пороха медленно (долго) горящий, в коротких, напротив — быстрогорящий.

Так, порох для 76-*мм* горной пушки обр. 1909 г. имеет толщину лент 0,62 — 0,67 *мм* при пути снаряда в орудии 875 *мм*, а у 76-*мм* полевой легкой пушки 0,95 — 1,00 *мм*, при пути снаряда в орудии 1 885 *мм*. Толщина первого пороха в $1^1/_2$ раза меньше, чем второго, а потому если бы зерна были одинаковых длины и ширины, то для составления заряда одного и того же веса их нужно было бы взять в $1^1/_2$ раза больше, а, значит, и сумма поверхностей была бы во столько же раз больше и, в конце концов, даже при одинаковом составе порохового вещества порох с толщиною лент в 0,62 — 0,67 горел бы более быстро в орудии, чем порох с толщиною зерен в 0,95 — 1,00 *мм*.

Для гаубиц готовят порох более быстрогорящий, чем для пушек того же калибра.

7. Скорость отката.

Сила пороховых газов в отношении системы снаряда, орудия и самих частиц газа является внутреннею силою, а потому, если не принимать во внимание внешние силы (трение, реакции опоры), то можно применить к нашей системе уравнение количеств движения:

$$Mw = mV_0 + \lambda\mu V_0,$$

где M — масса откатывающихся частей, w — их скорость,

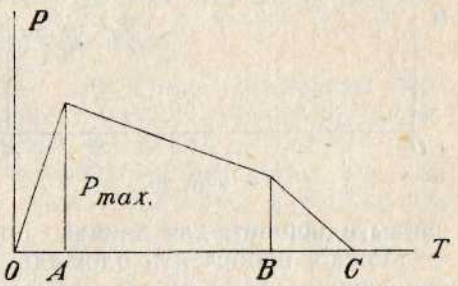
m — масса снаряда, V_0 — начальная скорость, μ — масса заряда, λ — некоторый коэффициент. Часть заряда движется назад с орудием, поэтому нужно бы поставить некоторый член, зависящий от массы заряда и на левой стороне уравнения, но, сделав перенос и выразив скорость заряда в скоростях снаряда, введем коэффициент λ. Последний коэффициент может быть определен на основании опытов.

Из этого уравнения определим скорость откатывающихся частей $w = \frac{(m + \lambda\mu)V_0}{M}$.

Так как массы пропорциональны весам, то из выражения для скорости отката следует, что скорость отката уменьшается с увеличением веса откатывающихся частей и с уменьшением веса снаряда и заряда и с уменьшением начальной скорости.

Заметим, что скорость отката нарастает от нуля до наибольшей величины не только во время движения снаряда по каналу орудия, но и по вылете его из канала, так как газы обладают большою упругостью, и тогда как из дула орудия они вытекают свободно, они встречают сопротивление дна канала в их стремлении вытечь в обратную сторону и давят на дно.

Это давление будет увеличивать скорость отката до тех пор, пока его величина будет больше сил сопротивлений откату: трение, сила сопротивления тормазов.



Черт. 19.

Поэтому действие давления на дно канала можно подразделить на три периода: 1) с момента воспламенения заряда до момента развития наибольшего давления, 2) от момента развития наибольшего давления до вылета снаряда из канала орудия и 3) от последнего момента до прекращения давления на дно канала.

Некоторые исследователи вопроса о давлении пороховых газов на дно канала предлагают выражение зависимости давлений от времени в виде ломаных линий, [1] как представлено на черт. 19, где по горизонтальной оси отложено время, а по вертикальной давления.

Промежуток OA отвечает времени, необходимому для достижения наибольшего давления на дно, AB изображает второй промежуток и BC третий из указанных выше.

---

[1] Р. Дурлахер, Проектирование лафетов, СПБ, 1906 г.

В таком упрощенном виде (ломаная линия вместо кривой) закон изменений давлений на дно канала, в зависимости от времени, применяется при проектировании лафетов.

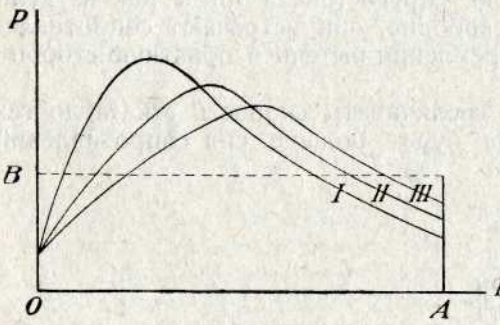
Более подробное изложение применения этих выводов будет сделано в отделе о лафетах.

8. Понятие о выборе сорта пороха для данного орудия.

Раньше было сказано, что площадь кривой давлений меряет полезное действие пороховых газов, а наибольшее давление служит мерою разрушительного или вредного действия этих газов.

Наилучшим сортом пороха будет такой, который при наименьшем вредном действии даст наибольшую полезную работу.

Допустим, что имеется три сорта пороха, заряды из которых дают, в некотором орудии, кривые давления I, II и III (черт. 20), при чем площади, ограниченные этими кривыми, осью расстояний и ординатами в начале и конце (площади кривых, как мы условились для краткости говорить), равновелики.



Черт. 20.

При этом условии ясно, что порох, дающий III кривую давлений, будет, из взятых трех сортов порохов, наивыгоднейшим для данного орудия.

Можно вообразить площадь прямоугольника, имеющего основанием OA и такой высоты OB, что его площадь равновелика площадям начерченных кривых. Высота OB представила бы такое постоянное давление, при котором в орудии, с данной длиной пути снаряда, получалась бы та же скорость, что и при взятых сортах порохов. Такое давление называется средним давлением.

Величину среднего давления легко определить из уравнения $P_{ср} l = \frac{mV_0^2}{2}$, где l — путь, проходимый снарядом в канале орудия:

$$P_{ср} = \frac{q}{2g} \frac{V_0^2}{l}.$$

Среднее давление имеет значение при определении некоторых данных при проектировании лафетов. Оно составляет

от $^1/_2$ до $^2/_3$ наибольшего. Если бы установить точно это соотношение, то по среднему давлению, определяемому очень просто, можно будет легко подсчитать и наибольшее.

9. Давление на боевую грань нареза (выступ на пояске).

Как показывают исследования вопроса, давление нарезов выражается следующими формулами:

а) при нарезке постоянной крутизны: $N_c = \mu P_{сн} \operatorname{tg}\theta$,

б) при прогрессивной: $N_p = \mu P_{сн} \operatorname{tg}\theta + 2k\mu \frac{qv^2}{g}$,

где μ — коэффициент, зависящий от устройства снарядов, k — коэффициент, зависящий от вида нарезки, θ — угол наклона нареза к производящей канала, $P_{сн}$ — давление на дно снаряда и v — скорость снаряда в рассматриваемый момент.

Эти формулы мы исследуем при рассмотрении устройства нарезов в орудии.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДАННЫХ НА ВЕЛИЧИНУ НАИБОЛЬШЕГО ДАВЛЕНИЯ И НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ.

1. Общие замечания.

В зависимости от условий заряжания, изменения веса заряда, снаряда, качеств пороха меняются величина давления в канале орудия и величина начальной скорости.

Знание величины этих изменений необходимо как при проектировании орудий, так и для некоторых расчетов при стрельбе. Кроме того, знание этих зависимостей поможет разобраться в некоторых явлениях, сопровождающих выстрел.

Все приводимые далее зависимости установлены на основании опытов (эмпирически) и могут применяться при небольших изменениях величин, в них входящих. [1]

2. Влияние изменения плотности заряжания.

Чем больше плотность заряжания, тем будет больше давление при прочих одинаковых условиях. Опыт показывает, что с увеличением плотности заряжания начальная скорость также возрастает, хотя относительно меньше, чем давление.

[1] Приводимые формулы выведены военными инженер-технологами Кисиемским и Дымшей на основании опытов испытательной комиссии при Охтенском пороховом заводе.

Так что с увеличением плотности заряжания и вредное и полезное действие пороховых газов возрастают.

Плотность заряжания обратно пропорциональна объему каморы, поэтому при постоянном весе заряда можно сказать, что давление и скорость зависят от объема каморы, но зависимость эта будет обратная; чем больше объем, тем меньше и начальная скорость и давление. Эта зависимость выражается следующими формулами:

$$\Delta V = -\frac{1}{3} V_0 \frac{\Delta W}{W} \quad \text{и} \quad \Delta P = -\frac{4}{3} P \frac{\Delta W}{W},$$

где Δ — знак, обозначающий вообще изменение, приращение, V_0 — начальная скорость, W — объем каморы, P — наибольшее давление.

Из этих формул видно, что давление изменяется, относительно, раза в четыре больше, чем начальная скорость, при заданном относительном изменении объема каморы (плотности заряжания).

[В самом деле, если предположить, что $\frac{1}{3}\frac{\Delta W}{W} = 0{,}01$ (объем изменился на 3% своей величины), тогда $\Delta V = 0{,}01\, V_0$, или 1% от V_0; ΔP в этом случае будет равно $0{,}04P$, или 4%. Это значит, что данное изменение плотности заряжания сказывается раза в четыре большим относительным изменением давления, чем относительное изменение начальной скорости.]

Пример. Как изменится начальная скорость и давление в канале 122-*мм* гаубицы, если снаряд при заряжании продвинут в каморе дальше нормального своего положения на 4 *мм* и $V_0 = 335$ *м/сек.*, $P = 1\,700$ атм., длина каморы $l = 157$ *мм* и считая камору цилиндрической.

Если камора цилиндрическая, то ее объем пропорционален длине каморы (высоте цилиндра), то-есть $\frac{\Delta W}{W} = \frac{4}{157}$ и $\Delta V = -\frac{1}{3} \cdot 335 \cdot \frac{4}{157} = -2{,}85$ *м/сек.*, округляя 3 *м/сек.* Начальная скорость будет $335 - 3 = 332$ *м/сек.*, а $\Delta P = -\frac{4}{3} \cdot 1\,700 \cdot \frac{4}{157} = \frac{27\,200}{471} = -58$ атм. Давление будет $1\,700 - 58 = 1\,642$ атм.

Помимо влияния изменения плотности заряжания на начальную скорость и давление, это изменение оказывает влияние на появление пламени при взрыве. С повышением плотности заряжания явление пламени ослабляется.

3. Влияние изменения веса заряда.

Зависимость величины начальной скорости и наибольшего давления от изменения величины заряда выражается следую-

щими формулами:

$$\Delta V = \frac{3}{4} V \frac{\Delta\omega}{\omega} \text{ и } \Delta P = 2P \frac{\Delta\omega}{\omega}.$$

[Если предположить, что $\frac{3}{4}\frac{\Delta\omega}{\omega} = 0{,}01$, то-есть заряд изменился на $1\frac{1}{3}\%$, то $\Delta V = 0{,}01\, V_0$, или 1% от начальной скорости; изменение давления при этом получится $2{,}7\%$. Значит, при одной и той же величине изменения заряда (на $1\frac{1}{3}\%$) изменение давления получается почти в три раза больше относительного изменения скорости.]

Заметим, что соотношение, выражаемое приведенными формулами, получается при изменении заряда и изменении вследствие этого и, пропорциональной весу заряда, плотности заряжания. Если же менять заряд и одновременно менять объем каморы так, что плотность заряжания останется без изменения, то и в этом случае и скорость и давление тоже изменятся. Но в этом случае зависимость выражается следующими формулами:

$$\Delta V = \frac{1}{2} V \frac{\Delta\omega}{\omega} \quad \text{и} \quad \Delta P = P \frac{\Delta\omega}{\omega}.$$

Эти выражения показывают, что изменение веса заряда, при сохранении плотности заряжания неизменной, оказывается почти в два раза большим относительным изменением давления, чем начальной скорости.

Пример. При стрельбе зарядом, весом 930 *г*, шрапнелью из 76-*мм* полевой легкой пушки получаются $V_0 = 588$ *м/сек.* и $P = 2\,300$. Какие получатся V_0 и P, если заряд будет 936 *г*?

$\Delta\omega = 6$ *г*, поэтому $\Delta V = \frac{3}{4} \times 588 \times \frac{6}{930} =$ ок. 2,9 *м/сек.* и

$\Delta P = 2 \times 2\,300 \times \frac{6}{930} =$ ок. 30 атм. Поэтому при заряде 936 *г* будут: $V = 591$ *м/сек.* и $P = 2\,330$ атм.

4. Влияние изменения веса снаряда.

Влияние изменения веса снаряда выражается следующими уравнениями:

$$\Delta V = -0{,}4 V_0 \frac{\Delta q}{q} \quad \text{и} \quad \Delta P = \frac{3}{4} P \frac{\Delta q}{q},$$

где q — обозначает вес снаряда.

Рассмотренные раньше зависимости давали изменения и начальной скорости и давления в одну и ту же сторону. Изменение же веса снаряда меняет их в разные стороны; так, увеличение веса снаряда уменьшает начальную скорость и повышает давление.

Объясняется повышение давления и уменьшение начальной скорости в этом случае тем, что для смещения более тяжелого снаряда давление должно дорасти до несколько большей величины. Раз это так, то дальнейшее горение пороха будет более быстрым, вследствие большей величины давлений, — порох будет действовать так, как будто он более быстрогорящий. Но, с другой стороны, при условии, что полезная работа газов как в том, так и в другом случае, должна быть одинакова, так как заряд один и тот же и значит $\frac{qV_0^2}{2g} = \frac{q_1V_1^2}{2g}$, где q и q_1 — веса взятых снарядов, а V_0 и V_1 — отвечающие им начальные скорости и g — ускорение силы тяжести.

Из написанного равенства следует $\left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 = \frac{q}{q_1}$, или, извлекая корень квадратный $\frac{V_1}{V^0} = \left(\frac{q}{q_1}\right)^{\frac{1}{2}}$, или $V_1 = V_0 \left(\frac{q}{q_1}\right)^{\frac{1}{2}}$ и $\Delta V = \frac{1}{2} V_0 \frac{\Delta q}{q}$, то-есть при разных весах снарядов начальные скорости их будут обратно пропорциональны корням квадратным из весов снарядов. [1]

Пример. При стрельбе из 152-*мм* гаубицы обр. 1910 г. стальною бомбою весом 41 *кг*, зарядом 1830 *г*, получается: $V_0 = 335$ *м/сек.* и $P = 1\,650$ атм. Какие получатся V_1 и P_1 при стрельбе бомбою весом 32,2 *кг* тем же зарядом?

$$\Delta V = 0{,}4 \cdot 335 \cdot \frac{41 - 32{,}2}{41} = 25 \text{ м/сек.} \text{ и } V_1 = V_0 + \Delta V = 360 \text{ м/сек.}$$

$$\Delta P = -\frac{3}{4} \cdot 1650 \cdot \frac{41 - 33{,}2}{41} = -235 \text{ атм.} \text{ и } P_1 = P - \Delta P = 1\,425 \text{ атм.}$$

5. Влияние изменения толщины зерен.

Влияние толщины (наименьшего размера) пороховых зерен выражается формулами

$$\Delta V = -\frac{1}{3} V_0 \frac{\Delta e}{e} \text{ и } \Delta P = -\frac{4}{3} P \frac{\Delta e}{e},$$

где e — толщина (наименьший размер) зерна.

Опять-таки и эта причина сказывается более резко на давлении, чем на начальной скорости, при чем увеличение наименьшего размера зерна уменьшает и давление и начальную скорость.

---

[1] Неполное согласование полученной зависимости V_1 от V_0 при изменении веса снаряда с ранее написанной эмпирической формулой объясняется тем, что при изменении давления меняется характер действия пороха в канале орудия.

Чем тоньше ленты, тем при данном сорте пороха их больше пойдет на заряд, и сумма их поверхностей будет большая, а потому газов в первый промежуток времени, выбранной величины, будет больше, давление больше... порох будет действовать как более быстрогорящий.

6. Влияние изменения длины канала орудия.

Влияние длины канала орудия сказывается тем, что с его увеличением увеличивается длина пути, проходимого снарядом в орудии, увеличивается площадь кривой давлений и, значит, должна увеличиваться и начальная скорость. Наибольшее давление устанавливается раньше, чем снаряд вылетит из канала орудия, почему оно, можно сказать, не зависит от изменения длины канала орудия.[1]

Увеличение начальной скорости при изменении длины канала зависит, вместе с тем, и от сорта пороха: при сортах быстрогорящих изменение скорости будет не так велико, при данном изменении длины канала, напротив, при сортах медленногорящих оно будет более заметным.

На основании опытов обычно принимают $\Delta V = \frac{1}{4} V \frac{\Delta l}{l}$. При порохах более быстрогорящих коэффициент будет меньше $\frac{1}{4}$, а при медленно горящих нескольно больше.

7. Влияние изменения процента летучих веществ в порохе и температуры заряда.

Влияние изменения процента летучих веществ в порохе, в том числе и влажности (H):

$$\Delta V = -0{,}04 V_0 \Delta H \text{ и } \Delta P = -0{,}15 P \Delta H.$$

Влияние изменения температуры заряда (t):

$$\Delta V = 0{,}0011 V \Delta t \text{ и } \Delta P = 0{,}0036 P \Delta t.$$

Следует иметь в виду, что заряд принимает температуру окружающего воздуха к концу второго часа пребывания в нем, и что нормальная температура принимается в 15° С.

8. Влияние изменения калибра. Подобие орудий.

Если иметь в виду небольшие изменения калибра, которые могут получиться как результат несовершенства изготовления орудий и их износа и разгара, то хотя увеличение калибра и сказывается уменьшением и V_0 и P, но так как эти изменения калибра являются случайными и их трудно установить, то мы на этом останавливаться не будем.

---

[1] В действительности, как показывает опыт, наибольшее давление с увеличением длины канала возрастает, но незначительно.

Можно рассматривать влияние калибра с другой точки зрения, а именно: какие соотношения получатся при переходе от одного калибра к другому.

Рассмотрим этот вопрос на частном примере двух орудий; калибр первого равняется половине калибра второго. Например возьмем орудие $d_1 = 76$ *мм* (3 дм.) и $d_2 = 152$ *мм* (6 дм.); $d_2 = 2d_1$.

Тогда площади поперечного сечения их будут $S_1 = \frac{\pi d_1^2}{2}$ и $S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}$. Подставляя во второе вместо $d_2 = 2d_1$, найдем

$$S_2 = \frac{\pi 4 d_1^2}{4} = 4\,\frac{\pi d_1^2}{4} = 4\,S_1\,.$$

То-есть канал второго орудия можно представить состоящим как бы из четырех каналов орудий малого калибра.

Веса снарядов взятых двух орудий, при подобии снарядов, будут $q_1 = kd_1^3$ и $q_2 = kd_2^3 = k\,8d_1^3 = 8kd_1^3 = 8q_1$, где k — коэффициент пропорциональности.

Рассматривая второе орудие как бы состоящим из четырех каналов первого (черт. 21), можно заключить, что каждый из этих последних будет заряжен снарядом весом в $2q_1$.



Черт. 21.

Вследствие такого увеличения веса снаряда, по сравнению с первым орудием, давление резко возрастет, а скорость уменьшится.

Чтобы понизить давление, придется взять сорт пороха медленногорящий, отчего скорость при той же длине канала еще более упадет.

Для увеличения скорости нужно увеличить заряд и длину канала, а чтобы, при этом, давление не слишком возрастало, надо будет уменьшить плотность заряжания.

С увеличением длины канала, чтобы заряд сгорел к моменту вылета снаряда из канала орудия, придется увеличить продолжительность горения лент, что достигается частью тем, что можно взять порох медленногорящий, частью тем, что ленты делаются толще.

Как показывают подсчеты, после принятия всех перечисленных мер получаются:

$\frac{\omega_1}{q_1} = \frac{\omega_2}{q_2}$ — относительные заряды почти одинаковы;

$\Delta_1 = \Delta_2$ — плотности заряжания почти одинаковы;

$\frac{l_1}{d_1} = \frac{l_2}{d_2}$ — относительная длина каналов орудия (путей, проходимых снарядами) одинакова;

$\frac{e_1}{d_1} = \frac{e_2}{d_2}$ — относительные толщины лент почти одинаковы.

Все эти равенства приблизительны потому, что сорт по-

роха не вполне одинаков по составу. Если бы взять точно одного состава порох, то эти выражения были бы более близки к равенству.

Благодаря перечисленным мерам удается начальные скорости снарядов в обоих орудиях получить равными, но давления окончательно уравнять не удается, и в орудиях большого калибра давления получаются обычно несколько выше, главным образом из-за бóльшей поперечной нагрузки снаряда бóльшего калибра, если сорта порохов не очень резко отличаются по составу; в противном случае давления могут получиться и меньше.

В геометрии тела, у которых сходственные линейные размеры пропорциональны, называются подобными. Это понятие подобия распространяют и на случай других характерных данных.

Так, орудия называются подобными, если у них относительные заряды, относительные длины каналов орудий... одинаковы, то-есть пропорциональны калибру, находятся в одинаковом отношении к калибру.

Принцип подобия имеет весьма важное значение, так как, зная данные для одного орудия, легко можно будет приблизительно определить данные для орудия подобного.

Например: если у 76-*мм* пушки длина орудия 30 калибров и при этом получается $V_0 = 588$ *м/сек.*, то и у 107-*мм* и у 152-*мм* пушек, если их длина тоже 30 калибров, V_0 будет около 588 *м/сек.*

Для пояснения сказанного, в нижеприводимой таблице собраны некоторые данные для орудий, близких к подобным, из числа имеющихся у нас на вооружении, где обозначены: d — калибр, q — вес снаряда, ω — вес заряда, Q — вес орудия, l — длина канала, e — толщина ленты, $l_{сн}$ — длина снаряда.

ТАБЛИЦА VI

данных подобных орудий.

d	$q = kd^3$	$\frac{\omega}{q}$	$\frac{l}{d}$	$\frac{e}{d}$	V_0	P	$\frac{Q}{q}$	$\frac{l_{сн}}{d}$
Пушки:								
76-*мм*	6,41 ($k = 0{,}000015$)	$\frac{1}{7}$ (0,14)	30	$\frac{1}{76}$ (0,013)	588	2 300	60	4,12
107-*мм*	16,6 ($k = 0{,}000014$)	$\frac{1}{8}$ (0,12)	28	$\frac{1}{82}$ (0,012)	579	2 250	52	4
152-*мм*	41 ($k = 0{,}000012$)	$\frac{1}{6}$ (0,17)	28	$\frac{1}{71}$ (0,014)	610	2 100	60	4

Цифры этой таблицы указывают на неполное подобие приведенных орудий; оно особенно резко сказывается в весе снаряда: чем больше калибр, тем снаряд относительно легче (коэффициент k меньше). Этим, а также и неодинаковостью качеств пороха, могут быть объяснены и прочие несогласованности.

9. Примеры.

Считаем полезным привести некоторые данные из практики для пояснения приведенных выше зависимостей V_0 и P от изменения различных данных.

При введении артиллерии образца 1877 г., в видах удобства снабжения, боевые припасы у полевой легкой и конной пушек были приняты одинаковые. Но так как для облегчения конную пушку сделали на 4,5 калибра короче (длина канала 16,9 калибров вместо 21,4 калибра) и на 110 *кг* легче, то она при том же весе снаряда и заряда получала большую скорость отдачи и больше портила лафет. Для устранения этого длину зарядной каморы ее увеличили на 2,54 *см* (с 23,37 *см* до 25,91 *см*), отчего, а также и от уменьшения давления и длины канала, начальная скорость ее была уменьшена на 37 *м/сек.* и действие отдачи выдерживалось лафетом.[1]

При проектировании 305-*мм* (12-дм.) пушки, в 52 калибра длиною, ожидали $V_0 = 900$ *м/сек.* (3 000 фут./сек.) и давление около 2 800 атм.

При первоначально изготовленном порохе желаемую скорость не удалось получить при заданном давлении — давление получилось больше, чем нужно. Тогда изготовили порох медленногорящий, и давление понизилось до 2 750 атм., но и скорость не достигла намеченной величины 900 *м/сек.*, пришлось ограничиться начальною скоростью 853,4 *м/сек.* (2 800 фут./сек.).

ГЛАВА ПЯТАЯ.

ОПЫТНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ И ДАВЛЕНИЙ.

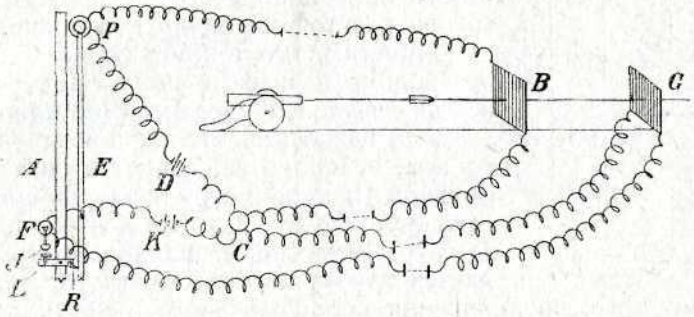
1. Измерение величины начальной скорости.

Приемы определения величины начальной скорости (V_0) основываются на определении величины промежутка времени, необходимого снаряду для прохождения некоторого определенного расстояния.

[1] По приведенным ранее формулам следует ожидать уменьшения начальной скорости легкой пушки (426 *м/сек.*) от уменьшения плотности заряжания.

Принимают, далее, что снаряд двигался на этом расстоянии так, что потеря скорости от действия силы сопротивления воздуха на первой половине этого расстояния равняется потере скорости на второй половине его, иначе говоря, что скорость движения снаряда в середине этого расстояния равна средней скорости его движения $\frac{s}{t}$, где s — сказанное расстояние, а t — измеренное время.

Для определения промежутка времени устраиваются специальные приборы, из которых мы вкратце опишем два.



Черт. 22.

1) Хронограф Ле-Буланже. На вертикальной колонке A (черт. 22) укреплены два электромагнита P и F. Обмотка электромагнита P включена в цепь, в которую включается так называемая рама-мишень B, особый прибор — разобщитель C и электрическая батарея D. К сердечнику электромагнита P, когда цепь замкнута, подвешивается длинный стержень — хронометр E.

В цепь второго электромагнита F включены: вторая рама-мишень G, тот же разобщитель C и своя электрическая батарея K. К электромагниту F, когда цепь замкнута, подвешивается груз, называемый отмечателем F. Под отмечателем на колонке A укреплены нож R и спусковой крючок L.

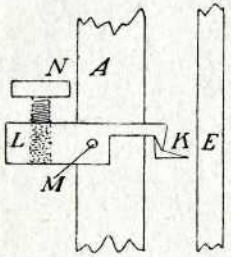
Нож R имеет зацеп, за который и захватывает крючок L. Нож пружиною, не показанною на чертеже, побуждается двигаться в сторону хронометра E, но крючок L этому препятствует.

на $\Delta V = -\frac{1}{3} \cdot V_0 \cdot \frac{\Delta W}{W}$, что в данном случае дает $\Delta V = \frac{1}{3} \cdot 426 \cdot \frac{2{,}54}{23{,}37} =$ $= 15{,}3$ *м/сек.* и от уменьшения длины канала:

на $\Delta V = -\frac{1}{4} \cdot V_0 \cdot \frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{4} \cdot 426 \cdot \frac{4{,}5}{21{,}4} = 22{,}5$. Эти оба изменения, суммируясь, дадут 37,8 *м/сек.*, что очень близко к величине, полученной фактически 37 *м/сек.*

Крючок L (черт. 23) укреплен на оси M, около которой может поворачиваться, требуя, однако, для этого некоторого усилия. В крючок ввинчен своею ножкою столик N.

Рамы-мишени устанавливаются так, что продолженная ось канала орудия проходит через их середины. На рамах-мишенях, представляющих деревянные рамы, натянута проволока. По проволоке проходит ток от электрической батареи. Эта проволока натягивается с таким расчетом, чтобы снаряд, пролетая через раму-мишень, прорвал непременно проволоку хотя бы в одном месте, для чего достаточно, чтобы проволоки отстояли одна от другой на расстоянии около полукалибра.



Черт. 23.

Допустим, что прибор собран, то-есть и хронометр и отмечатель подвешены, и нож взведен и удерживается крючком.

Если нажать на столик крючка книзу, то нож освободится, двинется действием пружины к хронометру и, ударив по нему, сделает отметку. Для того, чтоб отметка была бы отчетливее, на хронометр надевается трубка из более мягкого металла. Кроме того, по получении большого числа отметок, трубка может быть сменена, а хронометр будет продолжать свою службу.

После этого нож снова взводится.

Если произвести выстрел, то снаряд пролетит сначала через раму B (черт. 22), разорвет в ней хотя бы одну проволочку. Ток в первой цепи будет разомкнут, и хронометр начнет падать, так как электромагнит размагнитится.

Снаряд прерывает ток во второй раме G, размагничивается электромагнит F, отмечатель падает, ударяет по столику, отчего крючок поворачивается. Нож R освобождается и, побуждаемый пружиною, ударяет по хронометру, который успеет за это время несколько опуститься, поэтому новая метка от ножа не совпадает с первою, а получится где-нибудь выше.

Расстояние между первою и второю метками представляет путь, пройденный с в о б о д н о - п а д а в ш и м хронометром за время (t_1) прохождения снарядом пути BG, но не точно, а с некоторыми погрешностями.

Эти погрешности могут получиться вследствие следующих причин: электромагниты размагничиваются, по прекращении тока, не моментально, а с некоторым запаздыванием, при чем запаздывание может быть разнообразно. Отмечатель проходит некоторый путь, прежде, чем ударить по столику. На прохождение этого пути потребуется некоторое время. Также необходим промежуток времени на поворачивание крючка и размах ножа.

Хотя все эти промежутки абсолютно очень малы, но, имея в виду, что и определяемый промежуток времени тоже очень мал (0,1 — 0,2 сек.), они имеют относительно большое влияние и могут дать в результате большую ошибку (t_2) в величине определяемого промежутка времени.

Ошибку t_2 можно определять, каждый раз пользуясь особым прибором разобщителем C (черт. 22), который дает возможность разомкнуть обе цепи одновременно, и по отметкам ножа можно будет найти путь, проходимый хронометром за время запаздываний (ошибки). Но, так как это время t_2 может получаться каждый раз разное, почему и расчеты нужно будет производить каждый раз особо, то, для устранения этого регулируют прибор так, чтобы время запаздываний было бы постоянное (например 0,15 сек.).

Для регулировки подвинчивают, более или менее, столик N. После отрегулировки прибора на хронометре будет отмечаться путь, который прошел хронометр за время полета снаряда t_1, плюс время запаздываний t_2, на которое прибор регулирован.

Путь h, пройденный хронометром, по закону свободного падения найдется: $h=\frac{gt^2}{2}$

и

$$t=\sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

В нашем случае путь (h), пройденный хронометром, будет состоять из двух частей: h_2 — части, пройденной за время t_2, определенное регулировкой прибора, и h_1 за t_1 — время, употребленное снарядом для прохождения расстояния между рамами-мишенями, $t=t_1+t_2$;

откуда

$$t_1=t-t_2,$$

но

$$t=\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

и

$$t_2=\sqrt{\frac{2h_2}{g}},$$

поэтому

$$t_1=\sqrt{\frac{2h}{g}}-\sqrt{\frac{2h_2}{g}}.$$

Поделив расстояние между рамами-мишенями s на t_1, получим скорость снаряда

$$v=\frac{1}{\sqrt{\frac{2h}{g}}-\sqrt{\frac{2h_2}{g}}},$$

которую снаряд будет иметь по середине расстояния между рамами.

От полученной скорости по формулам, даваемым в высшем курсе внешней баллистики, переходят к начальной скорости V_0.

2) Другой прибор для определения начальной скорости, который в настоящее время начинает находить широкое применение не только для этого, но при определении положения стреляющих батарей противника по звуку — прибор Ширского. Он носит название миллисекундомер. Как само название показывает, он дает возможность измерять время с точностью до тысячных долей секунды, как и хронограф Ле-Буланже.

Сущность устройства миллисекундомера состоит в следующем: в приборе имеется два маятника, которые удерживаются в поднятом (взведенном) положении электромагнитами, включенными в электрические цепи, каждый в особую. Если разомкнуть первую цепь, то первый маятник освободится и станет качаться. Его качания особою стрелкою отсчитываются на циферблате с точностью до тысячных долей секунды.

При размыкании второй цепи спускается второй маятник, при чем с началом его движения стрелка первого маятника прекращает свое движение.

Таким образом стрелка отсчитывает промежуток времени между размыканиями первой и второй цепи. Самое размыкание цепей может быть произведено различными способами, например при пособии рам-мишеней.

Прибор Ширского, благодаря простоте устройства и пользования им, не требуя никаких специальных предварительных подготовок, является весьма пригодным для определения начальной скорости снаряда даже в боевой обстановке, что так необходимо для производства точных стрельб.

2. Измерение величины давления пороховых газов.

Для определения величины давления пороховых газов применяют прибор, называемый крешером (сдавливатель). Самое определение давления помощью крешера основывается на допущении, что остающиеся деформации, полученные при сжатии медным цилиндром, так называемым столбиком, пропорциональны давлениям (усилиям). Это допущение при небольших изменениях давлений вполне возможно и дает ничтожные погрешности.

Крешер (черт. 24) представляет стальную коробку, с настолько прочными стенками, чтобы они не только могли выдерживать давления не разрушаясь, но даже не деформируясь.

В канал, имеющийся в коробке, вставлен поршенек, на поршенек накладывается столбик красной меди. Затем в коробку ввинчивается пробка. Для правильности работы прибора необходимо, чтобы усилия передавались строго по оси столбика, иначе при косвенном направлении он может быть смят, а не сжат. Необходимо также, чтобы давление передавалось статически (без удара).

Для удовлетворения этих требований особенно тщательно отделывают основания столбика, чтобы они были перпендикулярны его оси; равным образом, чтобы площадки пробки и поршенька были плоские и перпендикулярны оси. Далее, для удержания столбика на оси прибора на него надевается резиновое колечко.

Под головку поршенька подкладывается пружинка, которая постоянно нажимает поршенек на столбик, чем устраняется возможность получения удара по столбику.



Черт. 24.

Принимаются, кроме того, меры для предупреждения прорыва пороховых газов внутрь прибора, иначе прибор не только мог бы дать неточные указания, но и получить повреждения. Меры эти состоят в точной отделке поршенька и канала для него, чтобы поршенек двигался свободно, но и без зазора, точной пригонке пробки, и, наконец, торцы коробки обмазываются снарядною мазью. [1]

Прежде чем вложить столбик в крешер, столбик тарируется, то-есть оценивается: какому изменению давления отвечает данное изменение (деформация) столбика.

Для тарирования столбик подвергается на прессе давлению, атмосфер на 200—300 меньше ожидаемого, и измеряется его высота (например, получилась высота 10,74 *мм* после обжимания давлением в 2000 атм.).

Затем подвергают его давлению на 100 атм. большему (в нашем примере 2100 атм.) и после обжатия вновь измеряют высоту: пусть она оказалась 10,48 *мм*. Значит, при изменении давления на 100 атм. высота столбика изменилась на 0,26 *мм*, откуда уменьшению высоты столбика на 0,01 *мм* отвечает изменение давления на $\frac{100}{26}$ или около 4 атм.

Тарированный столбик вкладывается в крешер, а крешер вкладывается в камору орудия (или гильзу) при заряжании.

[1] Так называется мазь, изготовляемая из нефтяного сала и воска, смешиваемых в требуемой пропорции в нагретом состоянии. Эта мазь хорошо прилипает к металлам и применяется, между прочим, в случаях, когда нужно получить герметичность.

После выстрела разбирают крешер и измеряют высоту столбика. Пусть она оказалась 10,27 *мм*, то-есть меньше, чем была до выстрела, на $10{,}48 - 10{,}27 = 0{,}21$ *мм*. Так как 0,01 *мм* отвечает 4 атм., то 21 сотой отвечает $4 \times 21 = 84$ атм. Стало-быть, давление в орудии было больше последнего давления (2 100 атм.), которым был обжат столбик, на 84 атм., и оно равно $2100 + 84 = 2\,184$ атм.[1]

Кроме вкладных крешеров, вкладываемых в орудие перед выстрелом, применяются крешера, ввинчиваемые в стенки орудия или в затвор. Ввинтные крешера применяются в особых орудиях при особых опытах, вкладные же могут быть применены в любом орудии.

3. Определение балистических качеств пороха.

Как уже было сказано, хороший порох должен действовать однообразно и сохранять свои качества в течение продолжительного времени при разнообразных условиях хранения.

В отношении разнообразия действия, от каждой партии пороха некоторое его количество испытывается стрельбою на *балистические качества*.

Испытание состоит в производстве некоторого числа выстрелов (7 — 10) при одном и том же весе заряда и снаряда и вообще при соблюдении возможно одинаковых условий для всех выстрелов. При каждом выстреле определяются начальная скорость и давление.

На основании полученных результатов измерений определяются: 1) средние величины начальной скорости и наибольшего давления и 2) вероятные отклонения отдельных скоростей от средней. Для давлений указываются наибольшее и наименьшее давление или, также, определяют вероятное отклонение отдельных давлений от среднего.

Величины вероятных отклонений и дают указание о степени однообразия действия пороха. Допустимые величины их, а также величины наибольших давлений указаны в инструкции на прием пороха.

Если эти величины превосходят указанные в инструкции, то порох бракуется.

---

[1] В настоящее время разрабатываются приемы определения давлений электрическим путем, основанным на относительном изменении электросопротивления металлов с изменением давления, притом для некоторых (манганиновая проволока) пропорционально давлению в некоторых пределах изменения его величины.

ОТДЕЛ ТРЕТИЙ.

УСТРОЙСТВО ОРУДИЙ.

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

УСТРОЙСТВО ТЕЛА ОРУДИЯ.

1. Общие понятия.

Тело орудия, как известно, назначается для того: 1) чтобы газы боевого заряда могли должным образом действовать на снаряд для сообщения ему движения и 2) для направления движения снаряда (см. кн. I).

Сообразно с таким назначением и устраивается тело орудия.

Пороховые газы, как это показано в отделе „Внутренняя балистика", развивают большое давление, достигающее в артиллерийских орудиях до 3000 атм. Чтобы выдержать столь большие давления, тело орудия должно быть прочным.

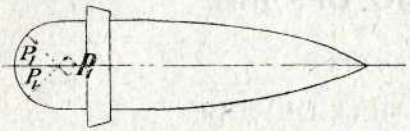
Прочность стен орудия достигается как выбором для них надлежащего материалла, так и рациональным их устройством.

Для выяснения этого последнего вопроса, который имеет огромное значение и при материале любых качеств, войдем в более подробное рассмотрение тех деформаций, которые претерпевают стенки орудия при выстреле.

В грубой схеме тело орудия представляет трубу, закрытую с одного конца, имеющую дно. Это дно может составлять одно целое со стенками в орудиях, заряжаемых с дульной части, или представляет особую подвижную часть, которая для заряжания открывает канал, а по окончании заряжания закрывает его — образует так называемый затвор или замок. Орудия, имеющие замок, называются орудиями, заряжаемыми с казенной части.

Допустим, что орудие заряжено: заряд помещен в зарядной каморе, а снаряд в снарядной, и его ведущий поясок упирается в задний конус, на котором начинаются нарезы.

При взрыве заряда образующиеся пороховые газы будут давить, по свойству газов, на все поверхности объема, в котором газы заключены. Дно снаряда делается плоским, но может быть и другой, например округленной формы, но во всяком случае симметричной относительно оси снаряда, почему все давления на каждый элемент поверхности снаряда, подверженной давлению пороховых газов, приведутся к одной равнодействующей, приложенной в точке оси снаряда и совпадающей с этою осью. Так как при изготовлении снаряда стремятся к тому, чтобы центр его тяжести был бы на оси фигуры, то можно сказать, что равнодействующая давления пороховых газов на дно снаряда приложена в центре его тяжести и направлена по оси снаряда.



Черт. 25.

В справедливости сказанного легко убедиться рассуждением и построением подобно тому, как это было изложено в отделе внешней балистики при рассмотрении силы сопротивления воздуха на снаряд, двигающийся по направлению оси фигуры.

А именно: пусть донная часть снаряда, подвергающаяся давлению пороховых газов, имеет некоторую симметричную форму, как показано на черт. 25.

Возьмем на поверхности донной части два симметричных элемента поверхности. Давление газов на них будет выражаться отрезками p_1, равными по величине, если принимать, что давления пороховых газов распространяются во все стороны одинаково. Эти элементарные силы p_1 вследствие симметричности поверхности дна пересекутся, своими продолжениями, в точке на оси снаряда. Если их перенести в точку их пересечения и сложить, то получим их элементарную равнодействующую P_1, приложенную в точке оси снаряда и с ней совпадающую.

Сказанное относительно этих двух, произвольно выбранных сил, действующих на симметричные элементы поверхности, может быть распространено на любые другие два элемента поверхности, симметрично расположенные, а стало-быть, и на всю поверхность.

Таким образом на оси снаряда в различных точках ее будет приложено множество сил P_1, P_2, P_3..., направленных по оси в одну сторону. Все эти силы могут быть сложены в одну равнодействующую, равную их сумме и приложенную к точке оси и с нею совпадающую. Всякую силу можно переносить в любую точку по направлению ее действия, — значит, можно перенести и в центр тяжести, как лежащий на оси фигуры снаряда.

Если дно снаряда плоское и его поверхность перпендикулярна оси снаряда, то действие газов, в каждом элементе поверхности, выразится силою, перпендикулярною к дну, то-есть параллельною оси снаряда. Все эти силы, при допущении одинаковости давления газов во все стороны, будут равны и могут быть заменены одной равнодействующей, равной их сумме и приложенной в центре фигуры дна, т. е. на оси снаряда, направленной по оси. Ее можно перенести в центр тяжести.

Итак, при допущении, что пороховые газы производят давление, одинаковое во всех точках, давление их на дно снаряда приводится к одной равнодействующей, приложенной в центре тяжести снаряда и направленной по оси фигуры снаряда.

Совершенно так же рассуждая, придем к заключению, что давление на дно канала выразится одною равнодействующею, приложенною к центру дна канала (черт. 26). Эта равнодействующая называется, как известно, отдачею.

Давление на дно снаряда заставит его двигаться.

Снаряд, нажимаясь ведущим пояском на грань нарезов, а также и трением своей поверхности о стенки канала орудия, увлекает тело орудия за собою. Отдача, напротив, двигает орудие в сторону, обратную движению снаряда.

Таким образом стенки орудия подвергаются действию растягивающих усилий, направленных по оси его канала.

Растягивание орудия вдоль происходит также от инерции всей впередилежащей массы орудия и от сопротивления откату лафета, если орудие соединено с ним цапфами (см. черт. 28 на стр. 76).

Таким образом, все эти силы стремятся растянуть орудие вдоль его оси и разорвать поперек.

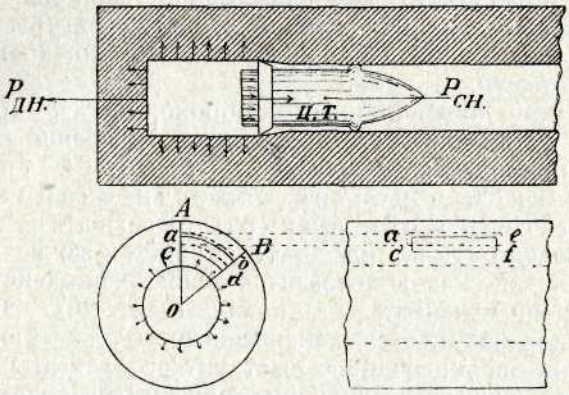
Прежде чем рассмотреть меры противодействия этому растяжению, рассмотрим еще давление газов на стенки орудия (черт. 26).

Газы будут давить и на цилиндрическую поверхность объема заснарядного пространства. Эти давления в каждом элементе поверхности будут направлены по нормалям (в данном случае по радиусам поперечного сечения).

Для того, чтобы понять, в чем будет состоять действие этих радиальных сил, выделим в стенках орудия (черт. 26) элемент, ограниченный двумя концентрическими цилиндрическими поверхностями *ab* и *cd* на поперечном сечении и *ae* и *cf* на продольном, двумя плоскостями, проходящими через ось канала орудия *OA* и *OB*, и двумя плоскостями, перпендикулярными оси канала орудия.

Под давлением пороховых газов внутренние слои стен растянутся и передадут давление следующему слою, который,

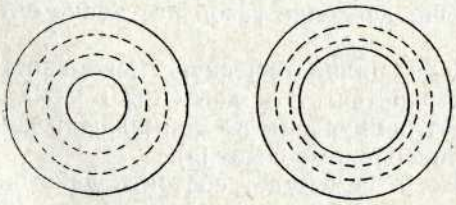
в свою очередь, растянется и передаст растяжение дальше. Очевидно, что всякий последующий, мысленно выделяемый, слой будет испытывать давление меньше, чем предыдущий, так как до него давления будут доходить уже уменьшенными сопротивлением этого предыдущего слоя.



Черт. 26.

Может статься, что вся работа давления будет израсходована на растяжение нескольких внутренних концентрических слоев, и наружные не испытают при этом почти никакого растяжения.

В справедливости высказанного легко убедиться на следующем опыте. Возьмем цилиндрическое кольцо, изготовленное из резины (черт. 27). На торце его расчертим концентрические окружности на равных расстояниях одна от другой. Подвергнем стенки кольца внутреннему давлению, вдвигая, например, в него пологий конус. Тогда легко заметим, что слои изменят свою толщину: внутренние станут гораздо тоньше, чем наружные, как это показано на правой фигуре черт. 27.



Черт. 27.

На основании сказанного мы заключим, что выделенный нами элемент (черт. 26) деформируется следующим образом. Окружность *cd* удлиняется более значительно, чем окружность *ab*, а, значит, радиус ее увеличится на бо́льшую величину, чем радиус окружности *ab*,[1] так как окружности пропорциональны радиусам.

[1] В самом деле, пусть радиус окружности *cd* равняется r_1, а окружности $ab - r_2$ и первая удлинилась на величину $S_1 > S_2$ удлинения второй

Из этого следует, что каждый слой, отделенный двумя цилиндрическими поверхностями, будет растянут по окружности и сжат по направлению радиуса. Эти деформации будут тем более, чем слой ближе к поверхности канала.

При сжатии всегда наблюдается растяжение в направлениях, перпендикулярных направлению сжимающего усилия. Поэтому, выделенный нами элемент стенок орудия вытянется также и по направлению оси орудия и примет вид, показанный на черт. 26 пунктиром.

Таким образом давление на стенки орудия вызывает: 1) растяжение стен по окружности, что может быть причиною продольного разрыва орудия, 2) сжимает стенки, вдавливая внутренние слои в наружные, может вызвать раздробление стен, но этого, вообще говоря, не может случиться, так как материалы, в большинстве, хорошо сопротивляются на сжатие. Сопротивление раздроблению в 3—4 раза больше сопротивления на растяжение, и 3) вытягивание стен вдоль — что, принимая во внимание и действие сил, растягивающих стенки орудия вдоль его оси, о которых было сказано раньше, может повести к поперечному разрыву орудия.

При получении деформаций, в металле возникают напряжения, которые и уравновешивают действие внешних сил. Для прочности изделия необходимо, чтобы напряжения в его частях нигде не были бы больше нагрузок, допускаемых прочностью материала. Мало этого, как уже было сказано, изделие, после прекращения действия нагрузки, должно возвращаться к первоначальным размерам, деформации должны быть только упругими. Для этого нужно так подобрать металл и так сообразить размеры частей, чтобы напряжения в них не превосходили бы предела упругости.

Однако, если вести расчет при допущении напряжений в стенках, равных пределу упругости, то, принимая во внимание возможность случайных отступлений как в давлениях пороховых газов, так и в качествах материала, поставленное требование может быть не выполнено и в орудии получатся напряжения, бо́льшие предела упругости, и орудие может быть деформировано и даже разорвано. Поэтому в орудии допускают давление не более $^2/_3$ упругого его сопротивления. Остающаяся треть составляет запас прочности.

окружности, причем радиусы этих окружностей увеличились соответственно до R_1 и R_2. Тогда можем написать $2\pi r_1 + S_1 = 2\pi R_1$, откуда $R_1 - r_1 = \frac{S_1}{2\pi}$,

а также $2\pi r_2 + S_2 = 2\pi R_2$ и $R_2 - r_2 = \frac{S_2}{2\pi}$,

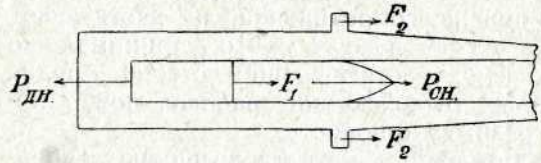
так как $S_1 > S_2$, то и $R_1 - r_1 > R_2 - r_2$. То-есть радиус внутренней окружности увеличится больше, чем радиус наружной.

2. Прочность стен орудия в отношении сопротивления поперечному разрыву.

Поперечный разрыв орудия может произойти от двух причин: 1) действия давления порохового газа на дно канала назад, 2) действия давления на стенки орудия как результат сжатия стенок.

Давление на дно канала не всею своею величиною расходуется на растяжение стен орудия, а только частью, равною сопротивлению стен движению снаряда, инерции массы тела орудия, и, если орудие закреплено цапфами на лафете, то сопротивлению откату на участке между цапфами и дном канала (равно $F_1 + 2F_2$, черт. 28, где F_1 — сопротивление снаряда движению).

Эти, растягивающие, усилия будут вызывать, как было сказано в отделе „Свойства металлов", растяжение во всей толще стен орудия и почти равномерно во всех слоях, иначе говоря все слои поперечного сечения одинаково участвуют в сопротивлении поперечному разрыву, а потому для прочности стен орудия в этом направлении достаточно лишь увеличить площадь поперечного сечения стен орудия.



Черт. 28.

Если назовем радиус канала орудия в данном сечении R_1, а радиус наружной поверхности тела орудия R_2, то условие прочности стен орудия в отношении поперечного разрыва может быть найдено из следующего уравнения:

$$Q\pi R_1^2 = U(\pi R_2^2 - \pi R_1^2),$$

где Q — растягивающее усилие и U — предел упругости материала на растяжение.

Или

$$Q = U\frac{R_2^2 - R_1^2}{R_1^2} = U\left(\frac{R_2^2}{R_1^2} - 1\right),$$

то-есть для прочности орудия нужно увеличивать отношение $\frac{R_2^2}{R_1^2}$ при заданном U.

Отношение $\frac{R_2^2}{R_1^2}$ и обозначает увеличение толщины стен орудия.

Пример. Предел упругости материала 4 000 атм., давление в канале орудия 2 000 атм. Какую толщину стен можно

допустить в орудии 150-*мм* калибра? Подставляя эти числа в уравнение $Q = U\left(\frac{R_2^2}{R_1^2} - 1\right)$, получим:

$$2\,000 = 4\,000\left(\frac{R_2^2}{75^2} - 1\right),$$

откуда

$$1 = 2\frac{R_2^2}{(75)^2} - 2, \qquad R_2^2 = \frac{3\cdot(75)^2}{2} \text{ и } R_2 = \sqrt{\frac{3\cdot(75)^2}{2}} = 75\sqrt{\frac{3}{2}} =$$

$= 75\cdot 1{,}22 = 91{,}5$ *мм* и толщина стен, равная $R_2 - R_1$, будет $91{,}5 - 75 = 16{,}5$ *мм*.

3. Сопротивление стен продольному разрыву.

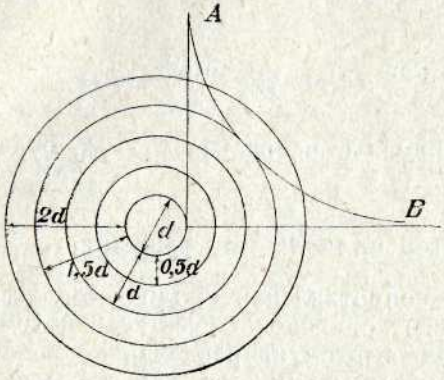
Как было показано, в сопротивлении продольному разрыву не все слои принимают одинаковое участие, а потому вопрос о прочности орудия в этом направлении не может быть решен так просто, утолщением стен, как это может быть сделано в отношении сопротивления поперечному разрыву.

„Теория упругости" указывает, что если толщина стен трубы не более 2 калибров, то все слои стен, отделяемые концентрическими цилиндрическими поверхностями, еще принимают, хотя далеко не одинаковое, участие в сопротивлении продольному разрыву. Если перейти за предел двух калибров толщины стен, то дальнейшие слои принимают ничтожное участие в сопротивлении и, значит, дальнейшее увеличение толщины стен почти не приносит пользы. Это показывает, что все давление пороховых газов будет расходоваться на изменение внутренних слоев. Будет ли толщина стен 2, 5, 8 и более калибров, сопротивляться (работать) будут только слои в пределах толщины стен до 2 калибров и будут сопротивляться почти совершенно так, как если бы толщина стен была только два калибра. Сопротивление труб с различною толщиною стен, большею двух калибров, но при одинаковых качествах металла, будет почти одинаковым, независимо от толщины их стен.

Если подсчитать, на основании теории упругости, напряжения, которые получаются в различных слоях, и по оси x-ов отложить расстояние слоев от оси канала, а по оси y-ов соответствующие напряжения, то эта зависимость выразится следующим графиком (черт. 29).

Ординаты кривой AB выражают величины напряжений в каждом концентрическом слое, когда внутренний слой испытывает напряжение, равное пределу упругости и выражаемое ординатою OA, в принятом масштабе. Если расчертить слои толщиною в R_1 или полкалибра d, то видно, что

слои, расположенные от внутренней поверхности канала далее 1,5 d, когда толщина стен более 1,5 d, уже почти не испытывают никаких напряжений, несмотря на то, что внутренние слои работают на пределе прочности. При толщине стен в два калибра ($2d$) ордината кривой AB практически равна нулю. Этот график подтверждает, что слои принимают далеко неравномерное участие в сопротивлении орудия продольному разрыву.



Черт. 29.

Теория упругости дает следующую формулу для выражения зависимости наибольшего допустимого давления P от предела упругости U и толщины стен, выражаемой отношением наружного радиуса R_2 к внутреннему R_1:

$$P = U\frac{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 - 1}{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 + 1}.$$

Задаваясь различными величинами отношений $\frac{R_2}{R_1}$, найдем безопасное допустимое давление P. Результат подсчетов приведен в таблице VII.

Числа этой таблицы показывают, что, переходя от малой толщины стен к большей, наибольшее допустимое давление сначала увеличивается значительно. При переходе за толщину стен в один калибр, допустимое давление получает уже незначительное увеличение при увеличении толщины стен. При толщине стен около $2d$ увеличение наибольшего допустимого давления с увеличением стен ничтожно, и все-таки это давление менее предела упругости.

ТАБЛИЦА VII

величин допустимых давлений при данной толщине стен.

Величина $\frac{R_2}{R_1}$ . .	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	∞
Толщина стен в калибрах . . .	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2	∞
Наибольшее допустимое P .	0	$0{,}4U$	$0{,}6U$	$0{,}72U$	$0{,}8U$	$0{,}85U$	$0{,}88U$	$0{,}91U$	$0{,}92U$	U

Как график (черт. 29), так и таблица VII показывают, что для получения орудия, прочного в отношении сопротивлению продольному разрыву при больших давлениях пороховых газов, необходимо делать стенки очень толстыми, толщиною не менее двух калибров, отчего орудие должно получиться очень большого веса, при этом, все-таки, наружные слои стен будут принимать сравнительно малое участие в сопротивлении разрыву.

Эта неравномерность работы различных слоев не может быть устранена повышением качеств материала.

Возникает мысль каким-либо путем заставить наружные слои принимать большее участие в сопротивлении продольному разрыву, то-есть прибегнуть к особому искусственному устройству стен.

Эта задача решается принятием скрепления, устройством стен орудий из нескольких слоев.

4. Скрепление стен орудий.

Идея делать орудия скрепленными возникла в середине прошлого столетия и была впервые разработана особенно полно профессором Артиллерийской академии А. В. Гадолиным. Разработанная им теория скрепления орудий несколькими слоями не утратила значения и по настоящее время.

Как сказано, идея скрепления орудий состоит в том, чтобы заставить все слои стен орудий, по возможности, принимать более равномерное участие в сопротивлении продольному разрыву.

Внутренние слои испытывают под действием давления пороховых газов бóльшие растяжения, чем слои, более удаленные, и первые находят во вторых мало поддержки.

Но если устроить стенки орудия из нескольких слоев и так, что наружный слой сжимает внутренний, то, при действии давления пороховых газов, этому давлению надо будет сначала преодолеть сжатие внутреннего слоя, вызванное наружным слоем, потом уже, приведя внутренний слой в естественное, первоначальное, состояние, растягивать его с усилием, какое в нем допустимо. Наружный слой хотя и будет предварительно, до развития давления в канале орудия, растянут, но так как на него (подобно тому, как и на соответствующий ему слой в естественном, нескрепленном орудии) при выстреле действуют усилия, уже уменьшенные сопротивлением внутреннего слоя, то это, предварительное, добавочное усилие не будет опасно при правильной, конечно, нагрузке, что определяется расчетом. Осуществляется эта общая идея скрепления следующим образом:

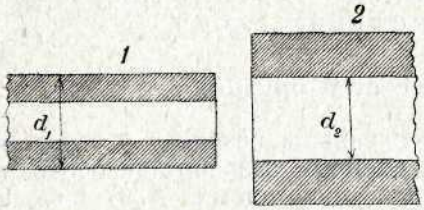
Возьмем две трубы (черт. 30) таких размеров, что внутренний диаметр второй меньше наружного диаметра первой.

При этом условии первая труба не может быть вдвинута во вторую, но если вторую нагреть, то она, расширившись, может быть, при правильно взятых диаметрах d_1 и d_2 и температуре нагрева, надвинута, надета, на первую.

По остывании она сожмет внутреннюю трубу, а сама от сопротивления внутренней трубы несколько растянется; как говорят, наружный слой будет надет на внутренний со стягиванием.

Внутренний слой будет тем сильнее сжат, чем больше разность $d_1 - d_2$. За меру стягивания принимают величину $\frac{d_1 - d_2}{d_1}$.

Стягивание должно быть подобрано таким образом: 1) чтобы внутренний слой не был бы раздроблен сжатием, и наружный не был бы разорван сопротивлением внутреннего слоя сжатию, 2) чтобы вызываемые при выстреле давлением пороховых газов напряжения ни в одном слое не превосходили предела упругости металла.



Черт. 30.

Допустим, что предел упругости металла внутреннего слоя U_1 и внутренний слой сжат усилием Q вторым слоем, предел упругости которого U_2. Это усилие Q, передаваясь от слоя к слою, будет постепенно уменьшаться, и на внутренней поверхности внутреннего слоя будет иметь какую-либо величину T, меньшую Q. При действии давления P изнутри, оно сначала разожмет внутренний слой с усилием T и приведет его в его естественное состояние и сможет продолжать свою работу, пока не вызовет в нем напряжение U_1; то-есть материал внутреннего слоя будет работать так, как будто его предел упругости U_1 увеличен на T, и расчет его прочного сопротивления можно вести не на величину U_1, а на величину $U_1 + T_1$.

Внутренний слой имеет некоторую толщину, поэтому давление пороховых газов, передаваясь в его толще от слоя к слою, будет последующие слои растягивать все меньше и меньше, вызывая в них все уменьшающиеся напряжения согласно кривой черт. 29.

Таким образом до второго слоя дойдут усилия очень небольшие и его остаточное сопротивление растяжению $U_2 - Q$ будет в состоянии их выдержать.

Если бы прочность двухслойных стен вызывала опасение, то может быть надет третий слой, четвертый и так далее, пока не получим орудие с требуемой прочностью стен.

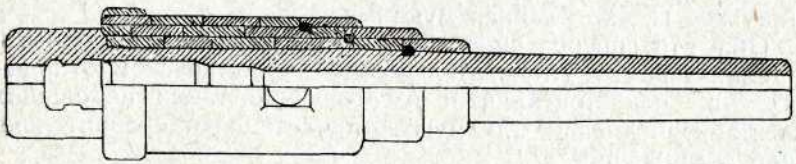
У нас имеются орудия, скрепленные четырьмя слоями (305-*мм* пушки — см. черт. 40 стр. 87).

5. Виды скрепления орудий.

Осуществляется скрепление орудий несколькими способами в соответствии с состоянием техники и развитием артиллерийской науки.

1. Скрепление кольцами (черт. 31). Скрепление кольцами состоит в том, что на ствол орудия надеваются в нагретом состоянии небольшой длины куски трубы — кольца. Этот способ сам по себе в настоящее время не применяется, но при устройстве многослойных стен орудия нередко один из слоев составляется из колец.

Хотя вследствие сжатия кольцами ствола на соприкасающихся поверхностях развивается сильное трение, тем не



Черт. 31.

менее, во избежание смещения колец вдоль по трубе, так как обычно на одном из колец располагались цапфы, устраиваются упорные кольца,[1] входящие на половину своей толщины в нижележащий слой и на половину в вышележащий. Для возможности надевания первого упорного кольца в заточку ствола, оно делается разрезным, состоящим из двух половинок.

Прочие упорные кольца для второго и третьего слоя надеваются на уступы, заточенные в соответствующих скрепляющих кольцах. Упорные кольца прикрываются перекрывающими кольцами.

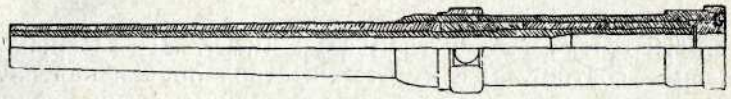
При надевании скрепляющих колец наблюдают, чтобы стыки одного слоя не приходились над стыками другого слоя.

На черт. 31 изображена 280-*мм* (11-дм.) пушка обр. 1877 г., скрепленная тремя рядами колец. Это орудие было сконструировано для селитро-серо-угольного пороха, являющимся по сравнению с пироксилиновыми порохами, быстрогорящим и не обладающим достаточной прогрессивностью горения, почему наибольшее давление устанавливалось близко к затвору и весьма быстро падало. Таким характером дей-

[1] На черт. 31 они покрыты сплошь черным.

ствия этого пороха объясняется как расположение скрепляющих слоев, почти исключительно в казенной части, на небольшом протяжении, так и небольшая длина орудия.

2. Скрепление трубами или муфтами представляет в сущности скрепление кольцами, но значительно бо́льшей длины, что представилось выполнимым с развитием



Черт. 32.

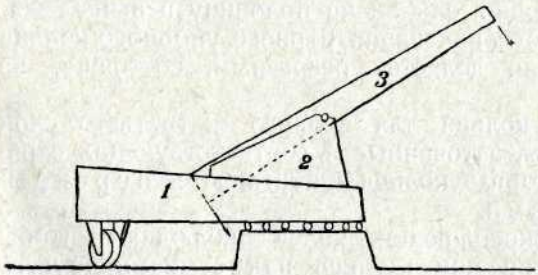
техники, так как точная пригонка больших поверхностей соприкосновения муфт со стволом, при мало развитой технике, представляла большие затруднения.

На черт. 32 изображена 152-*мм* пушка, весом 3,3 *т*, обр. 1904 г., скрепленная муфтами.

Оба эти способа скрепления представляются выгодными в техническом, а следовательно и в экономическом отношении, так как пригонка и изготовление таких небольших изделий, как кольца или муфты, представляют сравнительно мало затруднений.

С точки же зрения достижения большой прочности орудия, эти способы не вполне хороши:

а) Внутренний слой, несущий наибольшую ответственность за сопротивление продольному разрыву, в то же время нагружается и полною ответственностью за поперечный разрыв, так как замок обычно располагается в этом слое (стволе).



Черт. 33.
1. Поворотная рама. 2. Станок. 3. Тело орудия.

б) Кольца не сопротивляются изгибу орудия.

Пока орудия были небольшой абсолютной длины, этот последний недостаток скрепления кольцами не обнаруживался, так как изгибающий момент был невелик. При большой же длине орудия прогибание орудия весьма возможно, в особенности, если оно подвешено на цапфах и имеет направление отката, не совпадающее с направлением оси канала орудия.

Сказанное поясняется черт. 33. При откате станок (2) будет скользить по направлению верхнего края поворотной

рамы (1). Орудие (3) вследствие инерции стремится остаться на месте и изогнется дульною и казенною частями книзу. В принятой у нас на вооружении береговых батарей 254-*мм* (10-дм.) пушке наблюдаются даже остающиеся стрелки изгиба после некоторого числа выстрелов. [1] Если такой изгиб и не вредит прочности орудия, то он вредит боевым качествам орудия, а именно вследствие разной величины изгиба при отдельных выстрелах получается различное направление оси канала в момент вылета снаряда (разнообразие углов вылета), то-есть ухудшается кучность боя орудия.

Вследствие действия продольных усилий внутренний слой получает остающиеся удлинения, вытягивается, отчего стыки колец (муфт) могут расходиться (наблюдаются расхождения до 2—3 *мм*). Это обстоятельство не представляет опасности для прочности орудия.

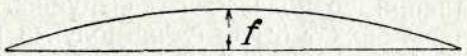
3. Скрепление кожухом. Скрепление кожухом состоит в том, что на ствол орудия надевают длинную трубу, перекрывающую по длине участок наиболее опасных давлений. Обычно на кожухе устраиваются части для соединения орудия с лафетом (борода, захваты, цапфы). До последнего времени, да часто и в настоящее время, в кожухе располагали затворное гнездо. Благодаря этому кожух отвечал всецело за поперечный разрыв орудия и частью отвечал за продольный.

Внутренний же слой совершенно освобождался от ответственности за поперечный разрыв.

Такое распределение нагрузки было вполне рационально, и поэтому орудия, скрепленные кожухом, выходили легче орудий, скрепленных другими способами.

В новейших орудиях небольших калибров в особенности с откатом орудия по оси, когда усилия, растягивающие продольно, невелики, отказались от такого распределения ответственности и нередко располагают затворное гнездо во внутреннем слое (орудия системы Шнейдера, 122-*мм*, 152-*мм* гаубицы и 107-*мм* и 152-*мм* пушки).

При скреплении кожухом возможно продольное смещение слоев одного относительно другого, вследствие того, что внутренний слой увлекается снарядом вперед, а кожух, если в нем помещается затвор, стаскивается с внутреннего слоя назад. Для устранения этого применяются различные способы скрепления кожуха с внутренним слоем, например в нашей 76-*мм* полевой легкой пушке (черт. 35) применены



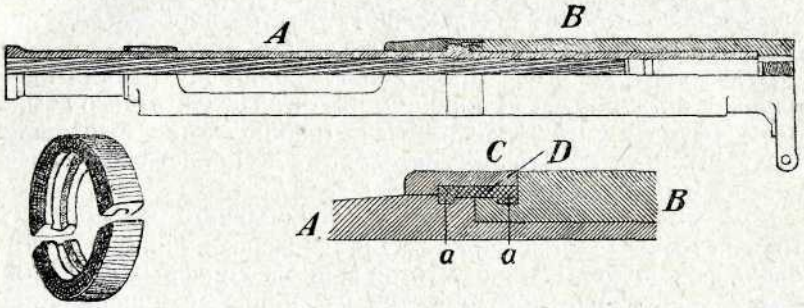
Черт. 34.

[1] Стрелкою изгиба называется наибольшее расстояние точек кривой, по которой изогнется данное тело до хорды, стягивающей эту дугу. На черт. 34 f — стрелка изгиба.

заточки на стволе (*A*) и кожухе (*B*), в которые вкладываются полки (*a*,*a*) разрезного кольца (*D*), имеющего в сечении фигуру буквы *n*. Чтобы полукольца эти не выпали, они перекрываются перекрывающим кольцом *C*.

Во многих орудиях системы Шнейдера кожух в нагретом состоянии навинчивается на ствол небольшим числом витков.

С точки зрения удовлетворения идее скрепления, скре-



Черт. 35.

пление кожухом вполне хорошо. Технически, в особенности, когда на кожухе имеются цапфы, кожух представляет весьма сложную поковку.

4. Скрепление внутреннею трубою. В этом способе скрепления идея скрепления осуществляется несколько иначе, чем в рассмотренных способах, а именно в наружный слой вдвигается в холодном виде труба, причем в дульной части она входит без натяжения. В казенной же части, где развиваются наибольшие давления она входит под сильным давлением, благодаря чему наружный слой растягивается, а внутренний (труба) сжимается. [1]

Технически труба передставляет более простое изделие, чем ствол при скреплении кожухом, и благодаря меньшей толщине в орудиях одного и того же образца и назначения (например полевая легкая пушка обр. 1877 г.) в трубе материал может быть легче получен высоких качеств.

На черт. 36 изображена полевая легкая пушка обр. 1877 г. с поршневым затвором.

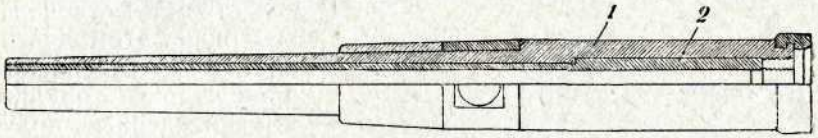
На службе, как известно, орудия разгорают. В орудиях, скрепленных трубою, труба может быть вытолкнута и на место нее вставлена новая и орудие может служить вновь.

[1] Собственно труба есть ствол, а наружный слой есть кожух, но такие названия, как приведено в тексте, утвердились в артиллерийской практике, хотя перемену труб часто называют перестволением. При перестволении нередко меняли и калибр орудия иногда в большую сторону, а иногда в меньшую; так, французы во время войны обращали 24 *см* пушки в 19 *см*, а 155 *мм* в 164 *мм*.

Легко исправляются орудия с неисправным каналом. Правда, и при скреплении кожухом, разработаны способы исправления орудий путем вставки новой трубы, вместо высверленной части ствола, так называемого лейнера. Хотя эта работа представляет некоторые трудности — нужно рассверлить и подогнать вставляемый участок так, чтобы нарезы совпали и лейнер не смещался от стрельбы, но тем не менее вставка лейнера широко применяется для исправления разгоревших орудий.

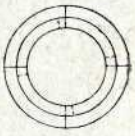
Для устранения продольного смещения трубы на ней делается уступ (см. черт. 36 и далее черт. 40 — 305-*мм* (12-дм.) пушки).

На казенном и дульном срезах орудий обычно проводятся



Черт. 36.
1. Ствол. 2. Труба.

черты, составляющие продолжение двух взаимно перпендикулярных диаметров канала орудия. Эти черты нужны для отмечания оси канала орудия для поверки прицельных приспособлений (черт. 37). Наблюдаются случаи, при скреплении орудий внутреннею трубою, что после некоторого числа выстрелов эти черты на трубе и наружном слое смещаются, как показано пунктиром. Происходит это от того, что труба увлекается снарядом, при его вращательном движении. Это явление не представляет никакой опасности с точки зрения прочности орудия. Опасаться же того, что снаряд не получит должной скорости вращения, тоже нет оснований, так как наблюдения показывают, что поворот трубы происходит даже после большого числа выстрелов на небольшой угол.



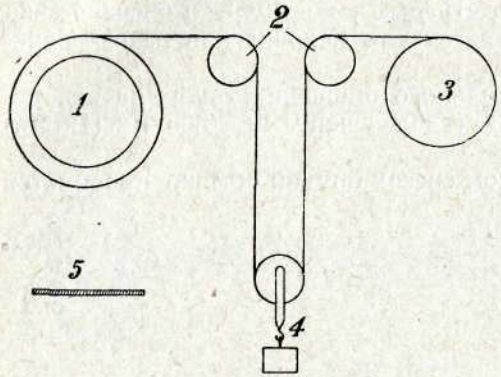
Черт. 37.

5. Скрепление проволокою. Чем тоньше скрепляющие слои, тем высших механических качеств материал можно в них получить и тем правильнее можно рассчитать в них напряжения, вследствие большей равномерности распределения усилий в каждом слое. Этим условиям удовлетворяет скрепление проволокою.

Скрепление проволокою состоит в том, что на ствол орудия наматывается с известным натяжением проволока, подобно тому как наматывается нитка на катушку.

Натяжение проволоки меняется изменением величины груза, подвешенного при помощи блока к наматываемой про-

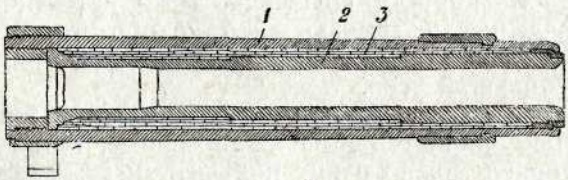
волоке. Вращая ствол (1) (черт. 38) противоположно движению часовой стрелки, будем проволоку на него наматывать, разматывая ее в то же время с барабана (3). Проволока имеет вид ленты. Скрепление проволокою представляет в сущности скрепление кольцами весьма малых размеров, но представляет выгоду, по сравнению со скреплением кольцами, да и другими видами скрепления, в бóльшей равномерности работы слоев, правильности натяжения их, высоким качеством материала. Благодаря этим достоинствам скрепления проволокою орудия, так скрепленные, получаются значительно меньшего веса (процентов на 15—20).



Черт. 38.
1. Ствол. 2. Блоки. 3. Барабан с намотанной на нем проволокой. 4. Груз. 5. Поперечное сечение проволоки.

К недостаткам этого вида скрепления следует отнести то, что слои проволок совершенно не поддерживают орудие в отношении изгиба. Технически этот способ трудно выполним, почему и не получил широкого распространения: применяется исключительно в Англии.

Способ скрепления проволокою обычно соединяется с другими способами — кожухом, так как к проволочному слою нельзя прикрепить части для соединения орудия с лафетом.



Черт. 39.
1. Кожух. 2. Ствол. 3. Проволока.

У нас имеются орудия, полученные из Англии, скрепленные проволокою. На черт. 39 изображена 152-*мм* (6-дм.) полевая гаубица, изготовленная на заводе Виккерса.

6. Смешанный способ скрепления. В орудиях больших калибров применяется смешанный способ скрепления, состоящий из сочетания, в различных частях орудия, различных способов. Внутренний слой представляет трубу,

на которую надевают скрепляющие слои. Верхним скрепляющим слоем обычно является кожух, в котором и устраивается затворное гнездо. При таком устройстве затвор должен бы быть очень больших размеров и веса. Для устранения этого к кожуху приделывается особая часть, казенник, в которой и устраивается затвор.

На черт. 40 представлена 305-*мм* (12-дм.) пушка.

7. Автоскрепление (самоскрепление, автофретаж). Идея скрепления — заставить все слои работать одинаково, — всеми рассмотренными способами осуществляется



Черт. 40.

не достаточно полно, потому что каждый слой, будучи достаточно толстым, внутри себя работает не вполне равномерно.

Еще в середине прошлого века, почти одновременно в России Лавров, в Австрии Ухациус и в Италии Россет начали разрабатывать особый способ изготовления бронзовых орудий с повышенным качеством металла у поверхности канала.

Прием этот состоял в том, что через канал орудия продавливали пуансоны на несколько точек большего диаметра, чем диаметр канала. Диаметр пуансонов постепенно увеличивали. Вследствие такой операции, внутренние слои стенок канала, получая остающиеся деформации-растяжения по окружностям — сильно нажимаются на последующие слои, которые, сопротивляясь этому, сжимают внутренние, а сами несколько растягиваются. Происходит то же, что и при скреплении, но только слои получаются очень малой толщины.

Орудия из так обработанной бронзы до последнего времени находились на службе в австрийской артиллерии, под названием сталь-бронзовых.

Эту же идею — повышенного давления изнутри, — в последнее время применили во Франции Жакоб и Малеваль к стальным орудиям, но только вместо продавливания пуансонов пользуются давлением жидкости.

Под действием все возрастающих давлений, слои металла стенок орудия последовательно получают остающиеся деформации, а более удаленные от оси получают упругие растяжения. Деформированные слои после прекращения давления изнутри останутся в деформированном виде и будут препятствовать наружным слоям возвратиться к первоначальным размерам, отчего в них будут развиты напряжения. Этим напряжением внутренние слои будут сжиматься. Итак,

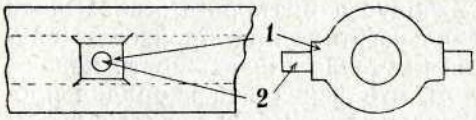
когда, после прекращения давления, стенки орудия придут в спокойное состояние, то в различных слоях их будут напряжения подобно тому, как и в скрепляющих слоях. В результате стенки, деформируясь, приобретают сами по себе близкое к идеальному непрерывное скрепление из бесконечного числа, бесконечно тонких труб, вставленных одна в другую с таким натяжением, что все слои принимают одинаковое участие в сопротивлении.

Самоскрепление рипменялось, и с успехом, во Франции в минувшую войну.

6. Наружное устройство тела орудия.

Канал орудия имеет форму прямого цилиндра; стенки же орудия имеют толщину, сообразующуюся с величиною давлений на стенки, почему внешняя форма орудий чаще всего представляет вид нескольких конусов, соединяющихся между собою закругленными уступами.

Чем порох медленнее и прогрессивнее горящий, тем орудие по наружной форме ближе к цилиндрической.



Черт. 41.
1. Заплечики. 2. Цапфы.

Как уже было замечено ранее, на казенном и дульном срезах орудия намечаются два перпендикулярных диаметра для провешивания оси канала орудия, что необходимо для проверки прицельных приспособлений, а также в некоторых случаях при опытных стрельбах, например для определения начальных скоростей, угла вылета...

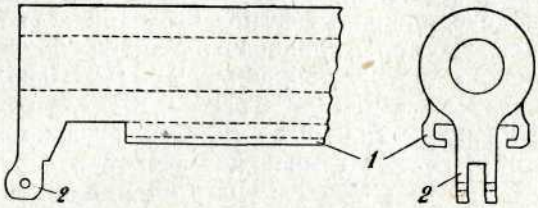
Обычно на казенной части орудия устраивается площадка, точно отделанная и параллельная плоскости, проходящей через ось канала и ось цапф или параллельной боевой оси, если цапф у орудия нет. На этой площадке устанавливается квадрат, при наводке орудия, или контрольный уровень, при поверке прицельных приспособлений.

Если орудие непосредственно накладывается на лафет, то на нем устраиваются цапфы. Для того, чтобы орудие не перемещалось, вдоль цапф устраиваются заплечики (черт. 41), которые и упираются в цапфенные гнезда лафета изнутри и устраняют перемещения орудия. Заплечики кроме того укрепляют корни цапф.

В орудиях более раннего изготовления имеются части для укрепления прицелов, мушек и особые полки для квадрантов. В новых орудиях прицельные приспособления обычно крепятся на люльке или, реже, на лафете.

В случае накладывания орудия на лафет упругой си-

стемы, где имеется промежуточная между орудием и станком часть — люлька — для соединения орудия с люлькой на первом имеются особые части: борода (2), захваты (1), направляющие и т. п. (черт. 42).



Черт. 42. 1. Захваты. 2. Борода.

Эти части не только обеспечивают прочность соединения орудия с люлькой, но и направляют его при откате и накате, устраняют перекосы как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Их работа будет подробно пояснена при рассмотрении отката в отделе о лафетах.

7. Устройство канала орудий.

Не касаясь пока устройства затворного гнезда, что будет сделано при рассмотрении устройства затворов, обратимся к изучению устройства канала орудия от его дна и далее к дулу.

Непосредственно ко дну (передней грани затвора) прилегает та часть канала орудия, в которой, при заряжании, помещается заряд. Это так называемая зарядная камора.

Устройство зарядной каморы сообразуется как с балистическими требованиями (наивыгоднейшая плотность заряжания), так и со способами заряжания (заряд в гильзе, или в картузе).

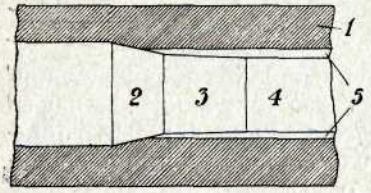
Обычно зарядная камора, в особенности при зарядах в гильзах, имеет форму весьма пологого конуса, обращенного меньшим основанием к дулу; при такой форме облегчается выбрасывание гильзы, так как достаточно немного сместить гильзу при открывании затвора, как ее стенки придутся против сечений каморы большего диаметра, чем диаметр гильзы, и плотное прилегание ее стенок к стенкам орудия, которое было вызвано давлением пороховых газов, будет устранено.

Диаметр каморы, даже в переднем ее конце, делается больше, чем диаметр остальной части канала с тем, чтобы несколько уменьшить длину каморы и оставить большую длину канала для направления движения снаряда и увеличения продолжительности действия давления пороховых газов. В общем длина зарядной каморы составляет около 17% у пушек и около 12% от длины канала у гаубиц.

В орудиях больших калибров увеличение диаметра зарядной каморы хотя и выгодно, в смысле уменьшения ее длины, при заданной плотности заряжания, но невыгодно с точки зрения увеличения величины давления на дно канала, то-есть на затвор, как следствие увеличения площади дна канала.

В самом деле, площадь дна при этом также увеличивается и при диаметре каморы, большем калибра орудия, скажем на 5%, площадь дна увеличивается на $\pi(R+0{,}05R)^2-\pi R^2=$ $=\pi(1{,}05R)^2-\pi R^2=\pi R^2[(1{,}05)^2-1]=0{,}10\pi R^2$, что составит увеличение площади дна более 10%, на столько же процентов возрастет и сила, вырывающая затвор из орудия.

Поэтому в пушках большого калибра камора несколько суживается к дну, как это видно на черт. 40.



Черт. 43.
1. Стенка орудия. 2. Задний конус. 3. Пологий конус. 4. Цилиндрическая часть канала. 5. Нарез.

Зарядная камора соединяется с остальною нарезною частью канала коническим скатом — задним конусом.[1]

Задним конусом (2) (черт. 43) начинается снарядная камора, которая чаще представляет весьма пологий конус (3), незаметно переходящий в цилиндрическую часть канала (4). На заднем конусе начинаются нарезы (5), так что снарядная камора вся приходится в нарезной части канала.

Если орудие заряжается патронами или заряды помещаются в гильзах, то снарядная и зарядная каморы составляют патронник.

Остальная часть канала орудия представляет цилиндр — цилиндрическая часть канала.

8. Устройство нарезов.

Нарезы представляют желобки, выбранные в стенках канала и идущие по винтовой линии, слева, вверх направо.

Рассмотрим устройство нарезов в поперечном и продольном направлениях. Нарез представляет, как сказано, желобок. Дно желобка (черт. 44) называется дном нареза (4), грани его (5) — гранями нареза, а часть поверхности канала, не снятая нарезами, называется полем (1).

[1] В орудиях изготовления до конца прошлого столетия (приблизит. до 1890 г.) применялись снаряды с медными центрующими поясками. При заряжании, центрующий поясок всходил на передний конус, которым снарядная камора соединялась с цилиндрическою частью канала. С принятием снарядов с центрующим утолщением, которое при заряжании входит в цилиндрическую часть, надобность в переднем конусе отпала и его не устраивают теперь; название же задний конус сохранилось.

Диаметр орудия по полям называется калибром. Дно нарезов очерчивается по окружности, концентричной с полями нарезов. Разность радиусов этих окружностей дает глубину нарезов *(f)*. Грани нарезов направляются в поперечном сечении, по линиям, параллельным радиусу, проведенному через середину дна нареза. Расстояние между этими линиями дает ширину нареза—*s*.

Расстояние между гранями, ограничивающими поле нареза, называется шириною поля (2).



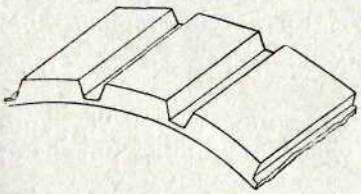
Черт. 44.
1. Поле.
2. Ширина поля.
3. Ширина нареза.
4. Дно нареза.
5. Грани нареза.

Орудия изготовляются исключительно из стали. Сталь по своим свойствам не терпит остро, резко очерченных углов: в углах входящих она способна давать трещины, а на выступающих углах легко получается выкрашивание металла.

Кроме того острое, резкое очертание входящих углов способствует удержанию в них влаги вследствие волосности и такие углы трудно поддаются прочистке и протиранию. Поэтому в них легко задерживалась бы влага и грязь, что содействовало бы развитию здесь ржавчины, в особенности принимая во внимание окислительное действие продуктов разложения пироксилинового пороха.

По всем этим мотивам все углы, образуемые при пересечении поверхностей, ограничивающих нарезы и поля, округляются, как показано на черт. 44.

При выстреле поля вдавятся в ведущий поясок и проделают в нем бороздки, колеи по своей форме, часть же металла пояска войдет в нарезы и образует выступы на ведущем пояске (черт. 45). Эти выступы, при движении снаряда вперед, будут нажиматься на одну грань нареза, называемую боевою гранью. Между гранью нареза и гранью выступа на пояске будет развиваться давление, которое будет распределено по всей грани выступа. Все давления, взятые в каждом элементе поверхности грани, подвергающейся давлению, могут быть сложены в одну равнодействующую, приложенную в центре фигуры этой грани. Величина этой силы приведена в отделе

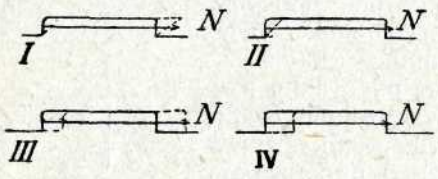


Черт. 45.

„Внутренняя балистика". Такая же сила, по началу противодействия, будет давить на боевую грань, с тою лишь разницею, что сила, приложенная к выступу пояска во все время движения снаряда по каналу, будет приложена в одном и том же месте, тогда как точка приложения давления на боевую грань с движением снаряда перемещается.

Поэтому боевой грани легче выдержать это давление, а выступу на пояске труднее, почему и рассмотрим возможные деформации выступа на пояске под действием нормального давления N, равного $\mu P_{сн}\mathrm{tg}\theta + 2\kappa\mu\frac{qv^2}{g}$, при прогрессивной крутизне нарезки, или $\mu P_{сн}\mathrm{tg}\theta$, при постоянной крутизне, причем это давление распределится между всеми выступами и на каждый придется только $\frac{N}{n}$, где n — число нарезов.

Сила N может произвести следующие действия (черт. 46):



Черт. 46.

1) изогнуть выступ (черт. 46,I), причем изгиб тем возможнее, чем больше сила и чем больше плечо, на котором она действует. Допуская, что величина N задана, скажем, что для предупреждения изгиба выступа нужно делать его ниже, то-есть делать глубину нарезов меньше.

2) Смять (черт. 46,II) выступ, и он подойдет под поле, и это тем вероятнее, чем мягче металл пояска и чем меньше глубина нареза.

3) Срезать или сдвинуть выступ (черт. 46,III). Для предупреждения этого нужно увеличить площадь сцепления выступа с пояском, то-есть увеличить ширину нареза и ширину пояска. Вторая мера действительна. Первая же может повести к отрицательным результатам, так как с увеличением ширины нареза уменьшается число их в орудии данного калибра, а значит на каждый выступ придется большая доля давления, необходимого для вращения снаряда ($\frac{N}{n}$ станет больше).

4) Наконец (черт. 46,IV), давление может стереть нарез. Истирание материала зависит от давления, вида поверхностей и качеств материала.

Давление $\frac{N}{n}$ некоторое заданное. Поэтому, для уменьшения истирания, поверхности должны быть по возможности гладкие, полированные, чистые, что в орудиях всегда и делается, выступ же на пояске само собою получается гладкий.

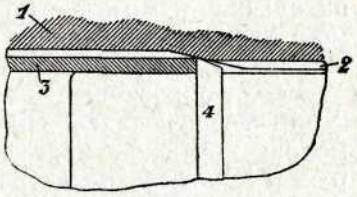
Наконец, материал для пояска для уменьшения истирания

нужно подобрать потверже. К этой мере надо относиться, однако, осмотрительно, так как твердый материал пояска будет представлять большое сопротивление врезанию в нарезы и будет сильно истирать боевую грань нареза.

Истирание выступов имеет то вредное влияние, что между нарезом и выступом на пояске, по мере движения снаряда по каналу, появляется зазор со стороны, противоположной боевой грани, через который и будут прорываться газы. Для устранения этого были предложены клиновые нарезы, ширина которых к дулу постепенно уменьшалась. Теперь клиновые нарезы не применяются.

Подбирать же материал слишком мягкий невыгодно, потому что он, истираясь, оставляет след на стенках орудия (подобно карандашу на бумаге), получается омеднение поверхности канала, происходящее, впрочем, и от других причин, о чем будет сказано дальше.

Обычно глубина нарезов колеблется около одного миллиметра, вообще говоря меньше. В орудиях, стреляющих зарядами, помещенными в гильзах, глубина нареза должна быть близка к толщине дульца гильзы (черт. 47); в противном случае будет слишком большая разница в диаметрах дульца гильзы и каморы, и дульце, растягиваясь при действии давления, не находя опоры в стенках орудия, может дать трещину.



Черт. 47.
1. Стенка орудия. 2. Нарез.
3. Гильза. 4. Ведущий поясок.

Так как металл ведущего пояска значительно слабее металла стен, то ширина нареза, определяющая ширину выступа на пояске, делается значительно больше, чем ширина поля, а именно раза в 3 — 3,5 шире.

Ширина же поля делается ок. 2,5 — 3 *мм*. Поэтому ширина нареза и поля вместе составят $2{,}5+3{,}5\times 2{,}5=2{,}5+8{,}25=10{,}75$ *мм*, что дает возможность легко определить число нарезов в орудии, зная его калибр, а именно: длина окружности равна πd, если эту длину поделить на ширину нареза и поля вместе, то и получим число нарезов $n=\frac{\pi d}{10{,}75}$. Величина $\frac{\pi}{10{,}75}$ — постоянная и равна приблизительно $^1/_3$. Поэтому можно сказать, что число нарезов равно одной трети калибра, если калибр выражен в миллиметрах, понимая, конечно, отвлеченное число, а не число, выраженное в линейных единицах. Обычно, число нарезов бывает кратное 4, что объясняется удобством нарезания орудия.

Например, в 76-*мм* полевой пушке, по этому правилу, должно быть $\frac{76}{3} = 25$ нарезов, а в действительности 24. [1]

9. Устройство нарезов в продольном направлении.

Нарезы идут по винтовой линии. Пусть *ABCD* (черт. 48) представляет поверхность канала, и на ней изобразим для простоты чертежа лишь один нарез, начинающийся в точке *A* и опять возвращающийся на ту же образующую в точке *B*.

Наполним нарез краскою и покатим цилиндр *ABCD* по поверхности *MN*. Раньше других точек нареза этой плоскости коснутся точки *A* и *B*, затем последовательно будут касаться другие точки, и когда цилиндр будет повернут на полный оборот, после прикосновения к поверхности производящей *AB*, все точки нареза дадут оттиски на поверхности в виде сплошной линии A_1B_2. Эта линия представит нарез, развернутый в плоскость.

В зависимости от того, как идет винтовая линия, след ее на плоскости может иметь разнообразное начертание: [2] прямой, дуги кривой или сочетание дуги кривой с прямою, касательною к кривой.

Угол, образуемый полученною при развертке прямою с образующей канала, или, что то же, осью канала, служит мерою крутизны нареза и называется крутизною нареза. В случае, когда развертка — прямая линия, угол этот будет постоянный, почему нарезка, имеющая при развертке вид прямой, называется нарезкою постоянной крутизны.

В случае, если развертка дает кривую линию, за крутизну принимают угол, образуемый касательною к кривой развертки с образующею канала. Угол этот для каждой точки кривой будет иной. Делают так, что этот угол, по мере приближения от казны к дулу, возрастает. Поэтому такая нарезка называется нарезкою возрастающей крутизны, [3] прогрессивной крутизны (черт. 48, развертка A_1E_2).

---

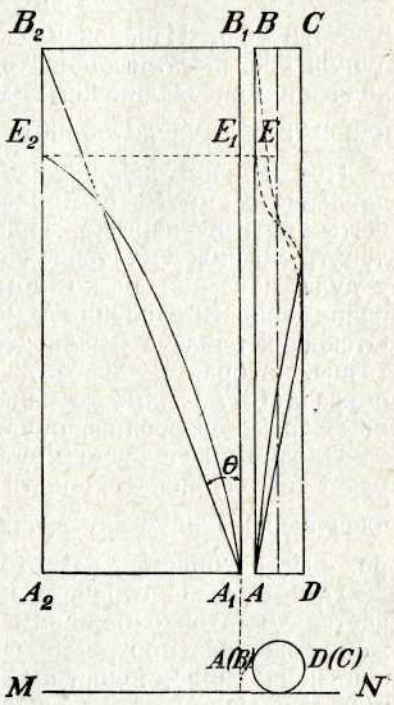
[1] Следует заметить, что число нарезов нередко указывается при перечислении данных, характеризующих орудия. Однако, это число никоим образом не является характерным для суждения как о боевых, так и о технических данных орудий.

[2] При нарезке орудий или получении винтовой линии поступают как раз обратно: строят развертку, а по ней получают винтовую линию.

[3] Для наглядности возьмите полоску бумажки и на ней из левого нижнего угла в правый верхний (по диагонали) прочертите прямую, или кривую, в роде изображенной на черт. 48, и затем сверните бумажку в трубку прочерченной линией наружу — получите фигуру нареза постоянной или прогрессивной крутизны. Если прочертить линии с правого угла по диагонали полоски бумаги, тогда нужно будет ее свернуть чертежом во внутрь.

В последнее время прогрессивной нарезке, развернутой в плоскость, нередко придают вид кривой в сочетании с прямой, напр. у наших полевых гаубиц: прямой участок у дула, кривой в казенной части орудия.

Допустим, что имеем нарез постоянной крутизны и при разворачивании в плоскость цилиндр $ABCD$ (черт. 48) развернулся в прямоугольник $A_1A_2B_2B_1$, а нарез оставил след A_1B_2. Если нарез делает полный оборот, как во взятом на чертеже случае, то развернутая нарезка будет диагональю прямоугольника, а высота прямоугольника A_2B_2 будет тою длиною, на которой нарез делает полный оборот. Эта длина называется длиною хода нарезов — h (у винтов она называется шагом винта).



Черт. 48.

Из треугольника $A_1A_2B_2$ видно, что $A_2B_2 = AB = h = \frac{A_1A_2}{\operatorname{tg}\theta}$, но A_1A_2 есть не что иное, как длина окружности, почему $h = \frac{\pi d}{\operatorname{tg}\theta}$.

Угол крутизны обыкновенно не велик, максимум 12°, почему можно тангенс его заменить углом, тогда $h = \frac{\pi d}{\theta}$, то-есть длина хода нарезов обратно пропорциональна крутизне: чем длина хода больше, тем крутизна меньше, и обратно.

Поэтому за меру крутизны или для суждения о крутизне берут длину хода нарезов.

Длину хода нарезов выражают в калибрах $\frac{h}{d} = \frac{\pi}{\theta}$ и говорят: длина хода нарезов 30 калибров, или 25 калибров и т. п.

Если нарезка прогрессивной крутизны, тогда за меру крутизны берут угол, который образует касательная к кривой развертки у дула с образующей цилиндра канала, или длину хода нарезки постоянной крутизны, имеющей тот же угол, что у возрастающей крутизны у дула. В этом случае говорят: длина хода нарезов у дула 20 калибров, или 15 калибров и т. п.

Зная длину хода нарезов и начальную скорость снаряда,

легко подсчитать число оборотов (скорость вращения), которое делает снаряд в одну секунду. В самом деле: пусть начальная скорость V_0 *м/сек.*, а длина хода нареза $\frac{h}{d}$. Значит, в одну секунду снаряд пролетит путь V_0 *м* и на длине $\frac{h}{d}$ калибров сделает полный оборот, а потому в секунду он сделает $\frac{V_0}{\left(\frac{h}{d}\right) d}$ оборотов.

Пример. Начальная скорость 76-*мм* полевой легкой пушки 588 *м/сек.* и длина хода нарезов 30 калибров. Длина хода нарезов в линейных мерах будет $30 \times 76 = 2\,280$ *мм* или 2,28 *м* и число оборотов в секунду $\frac{588}{2{,}28} = 258$.

При данной величине давления $P_{сн}$, чтобы уменьшить давление $N = \mu P_{сн} \operatorname{tg}\theta$ полезно уменьшать $\operatorname{tg}\theta$, т. е. уменьшать крутизну нарезки. При малой крутизне снаряд не получит, однако, достаточной скорости вращения. Между тем у дула давление резко убывает и убывает также N. Для равномерности давления N можно увеличить крутизну у дула. Отсюда и явилась мысль делать нарезку прогрессивной крутизны, которая у нас была впервые применена в орудиях образца 1877 г., вместо нарезки постоянной крутизны, которой характеризовались орудия образца 1867 г.

Однако увеличение крутизны нарезки к дулу представляет выгоду пока скорости движения снаряда малы (второй член выражения N не велик: $N = \mu P_{сн} \operatorname{tg}\theta + 2k\mu \frac{qv^2}{g}$) и порох быстрогорящий, как это имеет место у гаубиц.

При медленногорящем порохе, когда $P_{сн}$ у дула получается достаточно большим, и при больших скоростях движения снаряда прогрессивная нарезка не представляет выгод в смысле равномерности давлений, второй член в выражении N велик. В этом случае большая равномерность N получается при нарезке постоянной крутизны.

Вот почему в настоящее время у пушек нарезка постоянной крутизны.

Скорость вращения снаряда (число оборотов, для устойчивости его полета) необходимо сообразовать с длиной снаряда, как это было указано во „Внешней балистике“. Скорость вращения зависит от крутизны нарезки; поэтому крутизна нарезов должна быть сообразована и с длиной снаряда (см. кн. II).

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

УСТРОЙСТВО ЗАТВОРОВ.

1. Общие требования от затворов.

Затворы орудий должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Надежно запирать орудие, чтобы не могло случиться выбрасывания затвора или его открывания во время выстрела, действием давления пороховых газов.

2. Устранять прорыв пороховых газов между затвором и гнездом для него в орудии.

3. Не допускать производства выстрела при не вполне запертом растворе, так как надежное запирание обеспечивается только при вполне запертом затворе.

4. Не допускать открывания затвора в случае осечки или затяжного выстрела.

5. Закрывание и открывание затвора должно производиться быстро, в один прием, и с небольшим усилием.

Если заряд помещается в гильзах, то к затворам добавляют еще следующие два требования:

6. Надежное действие стреляющего приспособления и

7. Надежное выбрасывание гильзы или всего патрона в случае осечки.

Шестое требование можно бы предъявить ко всем затворам и для случаев помещения заряда в картузах, но несколько изменив формулировку: обеспечение сообщения огня зарядам. Но все-таки часто это не будет справедливо, ибо средства для сообщения огня нередко представляют приспособления, совершенно независимые от затворов.

Необходимость всех этих требований ясна сама по себе.

2. Типы затворов.

Применяющиеся затворы различных систем достаточно полно удовлетворяют всем поставленным требованиям.

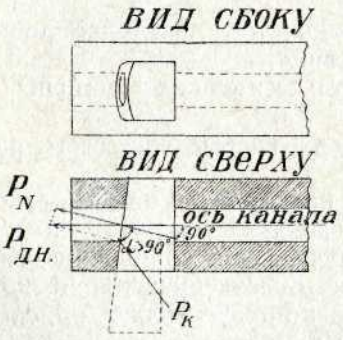
Главным образом применяются затворы следующих систем, или типов:

1. Клиновые.
2. Поршневые.
3. Эксцентрические.
4. Крановые.

3. Клиновые затворы.

Общие основания устройства клиновых затворов состоят в следующем.

В казенной части тела орудия проделывается сквозное отверстие — клиновое отверстие или гнездо, в которое вдвигается массивное тело, имеющее форму клина. Клиновое отверстие (черт. 49) ограничивается спереди плоскостью, перпендикулярною оси канала орудия; задняя его поверхность, имеющая разнообразную форму (плоскую, слегка закругленную вверху и внизу, цилиндрическую) составляет с осью канала угол, отличный от 90°. Клин, имеющий форму клинового отверстия, вдвигается в него, на взятой схеме справа, и при вдвигании он постоянно, благодаря особым направляющим, прилегает к задней грани клинового отверстия. Так как последняя наклонна к оси канала орудия, то клин, скользя по ней при вдвигании, постепенно будет приближаться к передней грани клинового отверстия и нажмется на нее. Чем сильнее будет вдвинут клин, тем плотнее нажмется его передняя грань на переднюю грань клинового отверстия — орудие будет заперто. Для открывания клина его вытягивают из гнезда в орудии, на взятой схеме вправо.



Черт. 49.

Оценивая клиновой затвор, устроенный по приведенной схеме, с точки зрения поставленных выше требований скажем:

Он запирает надежно орудие, так как он опирается большею частью своей поверхности на стенки орудия и сила давления пороховых газов направлена под углом к направлению движения затвора, вследствие чего только небольшая слагаемая этого давления P_K (черт. 49) действует выбрасывающим образом.

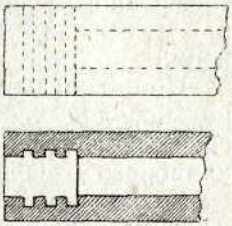
С развитием техники, позволяющей изготовлять все части весьма тщательно, угол наклона задней грани клина все более и более уменьшается, и она приближается к положению, параллельному передней грани, так что выбрасывающее усилие приближается к нулю.

Давление, нормальное к задней грани P_N, распределяясь на большую поверхность, получается небольшим на единицу площади, и это обеспечивает прочность, надежность удержания клина в гнезде при достаточной прочности стенок орудия.

В новейших клиновых затворах (76-*мм* зенитная пушка,

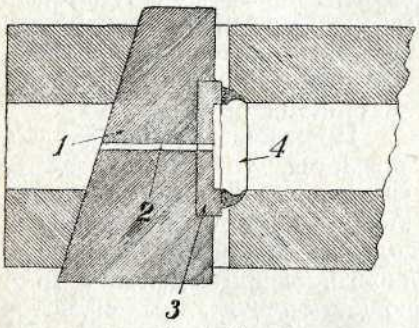
152-*мм* пушка Виккерса) для надежности закрепления клина в орудии на клине и в затворном гнезде устраивается ряд опорных поверхностей (черт. 50). Благодаря этому нет надобности в заклиновой части, и таким образом недостаток большого веса орудия, который приписывается клиновым затворам, отпадает.

К разновидностям клиновых затворов может быть отнесен качающийся затвор 57-*мм* капонирных пушек. Сущность его устройства состоит в следующем. К орудию на шарнире присоединяется казенник, который помощью рукоятки может быть повернут около шарнира в положение для закрывания орудия или для открывания. Для закрепления казенника в первом положении (орудие закрыто) служит клин. Клин приводится в движение тою же рукояткою. Такие качающиеся затворы допускают очень быструю работу ими, но они едва ли могут найти применение в орудиях бо́льших калибров, так как усилие на рукояти будет велико, по большему весу затвора.



Черт. 50.

Для предупреждения выбрасывания клина устраиваются зажимные приспособления. С принятием гильзы устранение прорыва газов между затвором и гнездом в орудии, так называемая обтюрация, в затворах всех систем достигнуто в одинаковой степени вполне хорошо.



Черт. 51.
1. Клин. 2. Запальный канал. 3. Плитка. 4. Каморное кольцо.

Если же заряд помещается в картузе, то для устранения прорыва газов применяются особые приспособления, называемые обтюраторами.

В клиновых затворах обтюратором обычно служат каморное кольцо (4), сидящее в гнезде в орудии, и плитка (3), помещаемая в гнезде в затворе (черт. 51). Это приспособление предложено Бродвелем.

В случае слабого прорыва газов, в месте прорыва замечается потемнение, закопчение поверхностей, при значительном прорыве наблюдается вырывание частиц металла. Таким образом, если бы не принять особых приспособлений, а рассчитывать на плотное нажатие клина на переднюю грань клинового отверстия, то, в случае прорыва газов, были бы

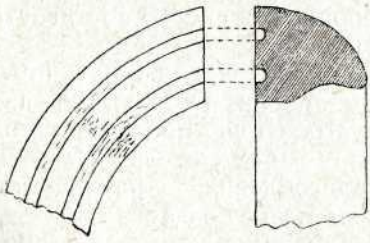
испорчены и орудие и клин. Части эти нередко бывают большого веса, и перемена и исправление их весьма затруднительны. Кроме того пригнать, пришлифовать такие большие поверхности, как грань клина и грань клинового отверстия, представляет огромные технические трудности и даже можно сказать, что это недостижимо.

Бродвель предложил, как сказано, каморное кольцо и плитку. Эти две части, даже в орудиях больших калибров, представляют изделия небольших размеров и веса, а потому тщательно их пригнать и тщательно изготовить из материала высоких качеств не представляет больших затруднений.

При закрытом затворе нажимается только плитка на кольцо, для чего плитка выступает вперед за переднюю грань клина, а кольцо выступает назад за переднюю грань клинового отверстия. [1]

Кольцу придано фигурное сечение, напоминающее птичий клюв, благодаря этому, при давлении пороховых газов, кольцо раздается и назад и в стороны и тем самым будет сильно нажато на плитку и на стенки своего гнезда — газы сами закрывают себе выход.

Так как клин для каждого заряжания открывается, то плитка смещается относительно каморного кольца, и соприкосновение и нажатие этих частей при каждом выстреле меняется. Соприкосновение каморного кольца со стенками его гнезда в орудии при этом не нарушается, почему прорыв газов более вероятен между каморным кольцом и плиткою, чем между каморным кольцом и стенками орудия.



Черт. 52.

Практически прорыв, если случается, то именно между каморным кольцом и плиткою. Между каморным кольцом и стенками орудия прорыв наблюдается крайне редко.

Для того чтобы, по возможности, ослабить действие прорыва на срезе кольца, прилегающем к плитке, вытачиваются желобки. В случае прорыва газов, газы дойдут до первого желобка и, распространившись в нем, настолько потеряют свою упругость, что не будут в состоянии прорываться далее (черт. 52). Если все-таки прорвутся далее, то, распро-

[1] Для правильной работы каморного кольца и плитки их взаимное нажатие должно быть близко к тем напряжениям, которые возникают в стенках орудия при растягивании их вдоль по оси орудия при выстреле действием давления пороховых газов на дно канала.

странившись по второму желобку, окончательно потеряют свою упругость и дальше не прорвутся.

Конечно не исключена возможность прорыва газов и дальше, но все-таки желобки уменьшают эту возможность.

В общем это приспособление действует не вполне надежно и требует тщательного ухода.

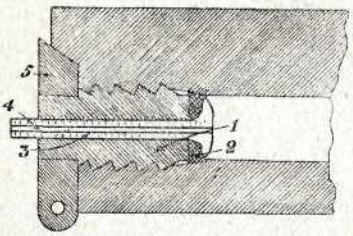
Заметим еще, что клиновой затвор постоянно находится хотя бы небольшою своею частью в гнезде орудия и что при открывании и закрывании затвора клин скользит по направляющим граням с небольшим трением, почему открывание и закрывание затвора требует одинакового усилия при всех углах возвышения орудия.

Для сообщения огня зарядам в орудиях прежних систем применяется вытяжная трубка, которая вставляется в запальный канал в клине, и луч огня по этому каналу проходит в зарядную камору (черт. 51).

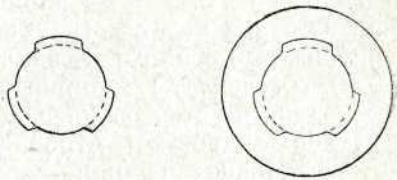
4. Поршневые затворы.

Поршневой затвор представляет собою цилиндрическое тело, снабженное винтовой нарезкой и ввинчиваемое в соответствующее гнездо в орудии.

Витки поршня, сцепляясь с витками в гнезде орудия, обеспечивают надежное удержание поршня в орудии (черт. 53). Однако для надежности закрепления поршня в гнезде орудия требуется довольно большое число витков, с тем, чтобы на каждый из них приходилось меньшее усилие. При большом



Черт. 53.
1. Поршень. 2. Обтюратор.
3. Грибовидный стержень.
4. Запальный канал. 5. Рама.



Черт. 54.

же числе витков пришлось бы для открывания и закрывания затвора делать много оборотов, почему закрывание и открывание затвора требовало бы много времени.

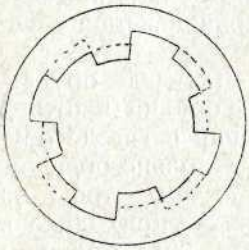
Для достижения быстроты работы затвором витки делают не на всей окружности, а лишь местами, например, как показано на черт. 54, в трех секторах витки имеются, а три сектора поверхности поршня гладкие, без витков. Гнездо для затвора имеет сходное устройство. При закрывании витки поршня войдут в гладкие части гнезда, а

витки гнезда придутся на гладких частях поршня. При таком положении поршень может быть вдвинут на всю длину в гнездо, и достаточно затем повернуть его на $^1/_6$ долю окружности, для затвора, устроенного так, как показано на чертеже, чтобы все витки поршня сцепились со всеми витками гнезда и затвор был бы закрыт.

Имеются поршневые затворы, у которых два сектора нарезных и два гладких (76-*мм* пушки, все скорострельные орудия системы Шнейдера), три и три, как на схеме (6-дм. пушка обр. 1904 г., прежние полевые легкие пушки, орудия системы Банжа), шесть и шесть (10-дм. пушки) и т. п.

Однако такое устройство поршня, удовлетворяя быстроте работы с ним, ослабляет закрепление поршня в гнезде. Поршень держится не целым витком, каждым в отдельности, а только частью его, поэтому для надежного закрепления поршня приходится его делать длиннее, чтобы увеличить число зацепляющихся поверхностей, и поршень получается большего веса.

Для возможного уменьшения веса поршня, не уменьшая, однако, надежного закрепления, делают ступенчатые поршневые затворы (черт. 55).



Черт. 55.

В этих затворах витки сделаны в частях поршня или гнезда разных диаметров. Затворное гнездо имеет соответствующее очертание. После вдвигания поршня в затворное гнездо достаточно его повернуть, для схемы, изображенной на черт. 55, на $^1/_{12}$ долю окружности, чтобы все его витки и малого и большого диаметра сцепились с витками затворного гнезда. Имеются затворы с витками в три яруса (двухъярусные у 203-*мм* гаубиц, трехъярусные у 305-*мм* пушек).

В ступенчатых поршневых затворах при малом повороте достигается сцепление на большой доле окружности витков — вдвое или втрое большей угла поворота.

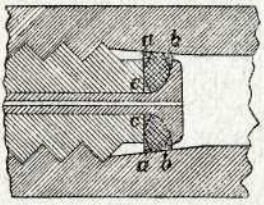
Обтюрация в поршневых затворах, если орудие стреляет зарядами, не помещенными в гильзу, достигается при помощи обтюратора Банжа, или так называемого асбестового обтюратора.

Асбестовый обтюратор представляет кольцевую подушку из асбеста с говяжьим салом. Этой смесью наполняют холщевую трубку и прессуют под большим давлением. Подушка обладает значительною упругостью.

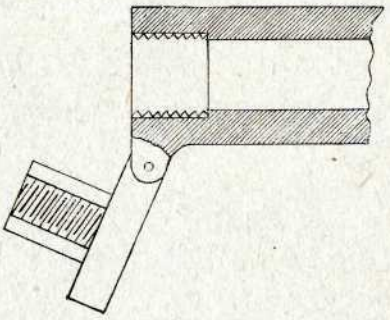
Подушка помещается (черт. 56) между переднею поверхностью поршня и заднею поверхностью грибовидного стержня, который может свободно, в некоторых пределах, перемещаться вдоль поршня. При выстреле пороховые

газы надавят на грибовидный стержень и отодвинут его назад, отчего подушка будет сильно сжата между поршнем и грибовидным стержнем. Сжимаясь по оси, она раздастся по радиусам и плотно прижмется к стенкам орудия, запирая тем самым выход газам. При сильном сжатии подушка могла бы продавиться в промежутки между поршнем и стенками орудия или между грибовидным стержнем и стенками орудия и тем помешать правильной работе затвором (было бы трудно или даже невозможно открыть затвор).

Для предупреждения этого углы ее укрепляются разрезными, чтобы они могли изменяться при деформациях подушки, латунными колечками *a*, *b* и *c* в тех местах, где возможно ее продавливание, а также иногда подушка прикрывается на поверхностях, прилегающих к поршню и грибовидному стержню, оловянными чашками.



Черт. 56.



Черт. 57.

Асбестовый обтюратор превосходно обтюрирует и не требует особенной тщательности при уходе, почему он имеет весьма широкое применение.

При открывании поршневого затвора поршень выдвигается из затворного гнезда и удерживается при орудии особою рамою, которая может вращаться на шарнире, укрепленном на орудии; так что при открывании поршень целиком выходит из орудия (черт. 57). Вследствие этого при больших углах возвышения требуется заметное усилие для приподнимания поршня как при открывании, так и при закрывании. Кроме того в этом случае открытый затвор сам стремится, действием силы тяжести, опуститься, что может помешать заряжанию орудия. Поэтому замковому номеру приходится во время заряжания удерживать затвор в отведенном положении, или устраиваются особые защелки, удерживающие затвор в отведенном положении.

Это составляет существенный недостаток поршневых затворов.

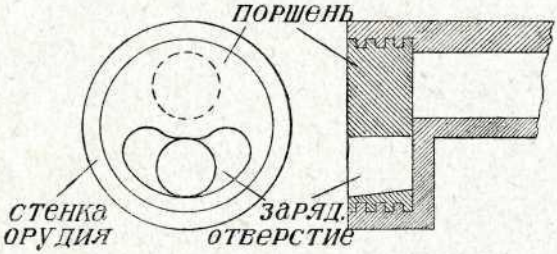
К их недостаткам надо отнести и то, что давление на поршень направлено в ту сторону, куда поршень выдви-

гается при открывании, т. е. давление полностью направлено на выбрасывание затвора.

Таким образом к недостаткам поршневых затворов можно отнести неравномерность работы с ними и необходимость усложнения затвора устройством защелки, препятствующей повороту затвора при больших углах возвышения.

5. Эксцентрические затворы.

Эксцентрический затвор по существу тот же поршневой, но ось его не совпадает с осью канала орудия (черт. 58). В поршне имеется зарядное отверстие, которое при запертом затворе приходится не против канала орудия (на чертеже ниже), а против канала орудия приходится массивная часть поршня, которая и образует дно канала. Если



Черт. 58.

поршень повернуть по направлению часовой стрелки, то массивная его часть опустится вниз, а зарядное отверстие станет против канала орудия. Для удобства заряжания отверстие в затворе делается бóльших размеров и имеет коническую поверхность.

Поршень удерживается в орудии кольцевыми выступами на его поверхности, входящими в соответственные пазы в затворном гнезде. Так как радиус поверхности поршня велик и так как опорные поверхности охватывают всю окружность поршня, то поршень удерживается в орудии вполне надежно. Поршень постоянно находится в гнезде и при открытом и при закрытом затворе, почему усилие для его открывания постоянно одно и то же. Кроме того этот затвор как в открытом, так и в закрытом положении занимает одно и то же место, так что при больших углах возвышения, когда казна орудия опускается между станинами лафета, им можно действовать без всяких затруднений, тогда как выдвиганию горизонтальных клиновых затворов или повороту поршневых будут мешать станины лафета. В некоторых орудиях имеются затворы и клиновые и поршне-

вые, которые при открывании и закрывании двигаются в вертикальной плоскости, тогда этот недостаток устраняется (напр. клиновой затвор 76-*мм* зенитной пушки обр. 1914 г., или поршневой затвор японской горной пушки).

Обтюрация при эксцентрических затворах постоянно при помощи гильзы.

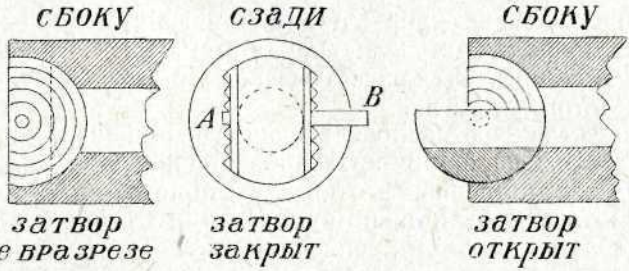
К достоинствам эксцентрических затворов следует отнести то, что благодаря зарядному отверстию поршня, не имеющему никаких неровностей, заряжание производится легко; тогда как при поршневых или клиновых затворах снаряд и заряд, при заряжании, должны пройти через направляющие или витки в гнезде в орудии, что может привести не только к задержке в заряжании, но и окончательно сделать его невозможным, если получатся забоины на ведущем пояске.

6. Крановые затворы. [1]

В орудиях нашей артиллерии крановые затворы не применяются вовсе, а в орудиях иностранной артиллерии они имеют весьма ограниченное применение.

Но так как крановый затвор представляет оригинальное решение вопроса, нашедшее практическое применение, то нам кажется небесполезным привести краткое описание (черт. 59).

В орудии на особой оси *AB* укреплен кран, представляющий полудиск с жолобом. На боковых поверхностях крана



Черт. 59.

сделаны направляющие выступы, которые скользят по соответствующим желобкам в затворном гнезде, при вращении крана. Для открывания и закрывания крана достаточно повернуть его в ту или другую сторону на 90° за рукоять, укрепленную на оси у точки *B*.

Кран постоянно находится в орудии, требует мало места,

[1] Затворы этого вида называют также шаровыми, так как тело затвора представляет половину шарового слоя (диска).

скрепление с орудием надежное. Усилие для открывания и закрывания не зависит от угла возвышения.

Обтюрация при помощи гильзы, с дном, выгнутым по шаровой поверхности, соответственно передней поверхности тела затвора.

Крановый затвор так же, как и эксцентрический, не вызывает никаких затруднений при заряжании, так как и снаряд и заряд двигаются при заряжании по гладкому жолобу затвора.

7. Предохранители в затворах.

Предохранители в затворах, гарантирующие надежное закрепление затвора, предупреждающие смещение затвора давлением пороховых газов, не позволяющие произвести выстрел при невполне запертом затворе, а также не позволяющие открыть затвор, если выстрел не произошел (в случае осечки, а также при затяжных выстрелах), имеют весьма разнообразное устройство и основываются на различных принципах, почему не поддаются обобщению. Их устройство будет пояснено при описании некоторых систем затворов.

8. Описание некоторых систем затворов. Поршневые затворы с продольным движением поршня в раме.

Поршневые затворы могут быть отнесены к двум видам:

1) затворы при открывании, не только вращающиеся, но и двигающиеся по раме, вдоль оси поршня и

2) только вращающиеся в раме.

Первого вида затворы приняты у 120-*мм* и 155-*мм* французских пушек, 152-*мм* пушки обр. 1904 г., 254-*мм* пушки, 305-*мм* гаубицы Обуховского завода и 152-*мм* пушки Канэ и у некоторых других.

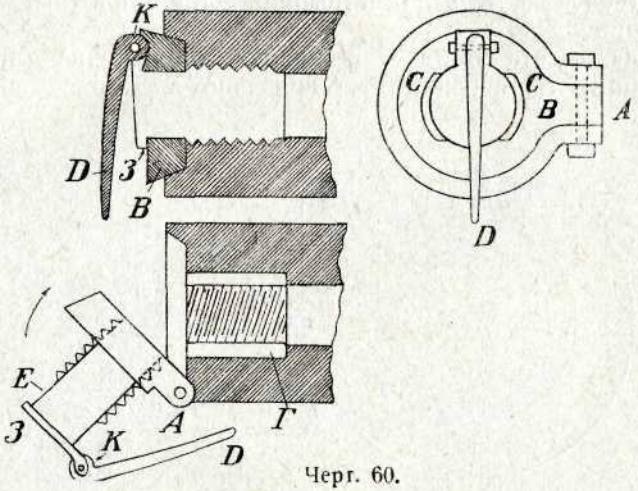
Они устраиваются по следующей схеме (черт. 60).

К орудию на шарнире *A* прикреплена рама *B*, в которой помещается поршень. В открытом положении затвор сцепляется с рамою при помощи особого стопора. Поэтому, если за рукоятку *D*, укрепленную на шарнире на поршне, повернуть его в сторону орудия, как показано стрелкою, поршень побудит раму повернуться.

Поворот рамы будет продолжаться пока рама не упрется в тело орудия. В этот момент, при помощи какого-либо приспособления, например наклонной грани на поршне или на орудии, стопор освобождает поршень от рамы, но одновременно сцепляет последнюю со стенками орудия. Поршень получает свободу движения вперед вдоль своей оси, причем его нарезные части скользят в вырезах *C,C* рамы; если продолжать действовать на рукоять, то поршень будет вдвинут в гнездо орудия.

Когда поршень будет вдвинут вплотную до упора его закраины *З* в раму, то он будет сидеть в раме своею гладкою частью *Е*, а нарезные секторы войдут в гладкие секторы *Г* затворного гнезда. Достаточно повернуть поршень, действуя на рукоять, около его оси (на схеме по часовой стрелке), и его витки сцепятся с витками гнезда орудия.

Если опустить рукоятку, то ее эксцентрический выступ *К* войдет в вырез на раме, а так как рукоятка закреплена



Черт. 60.

на поршне, то этим поворот поршня будет сделан невозможным. Таким образом будет устранена возможность самопроизвольного поворачивания поршня под действием давления пороховых газов, т. е. будет обеспечена надежность запирания затвора.

Для открывания нужно рукоятку *D* поднять кверху, тогда ее эксцентрический прилив *К* выйдет из углубления в раме, поворот поршня станет возможным; затем поворачивают за рукоять поршень (против часовой стрелки на нашей схеме), чем достигается расцепление витков поршня с витками гнезда орудия и поршень вытягивают назад, причем рама не может повернуться, так как ее удерживает в сцеплении с орудием стопор.

Когда поршень будет выдвинут на должную величину, то стопор, под действием пружины, заскочит в гнездо на поршне и сцепит его с рамой, одновременно освободив ее от орудия. Далее поршень с рамою отводится от орудия.

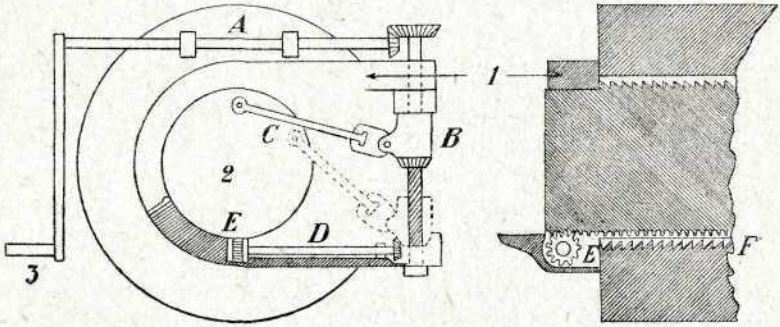
Обычно для удобства действий, кроме шарнирной рукоятки, имеется на поршне еще неподвижная рукоять.

По этой схеме устраивались затворы более старых систем и у орудий небольших калибров. В орудиях больших

калибров для поворачивания поршня нужны особые механические приспособления, увеличивающие усилие человека (передачи, рычаги).

Так, в 254-*мм* пушке и 305-*мм* гаубице имеется следующее устройство (черт. 61). При вращении рукоятки *3* будет вращаться валик *A*. Его коническая шестерня будет передавать вращение вертикальной оси. На оси имеется винтовая нарезка, почему, при вращении ее, муфта *B* будет по винту опускаться вниз. Муфта при помощи шарнирной тяги *C* повернет поршень *2*.

Когда муфта придет в нижнее положение (показано пунктиром), то она своею конической шестернею сцепится



Черт. 61.

с шестернею нижнего валика *D* и станет его вращать, вращаясь сама вместе с осью. Насаженная на левый конец нижнего валика шестерня *E* сцепляется своими зубцами с зубцами рейки, гребенки, *F*, выделанными на нижней части поршня, и будет выдвигать поршень из гнезда в орудии. Когда поршень выйдет на должную величину, то он вместе с рамою повернется около вертикальной оси. Для ограничения выдвигания поршня имеется стопор, который сцепляет поршень с рамой, а при закрытом поршне — раму с орудием.

Шарнирная тяга *C* при выдвигании поршня отцепляется сама собою от муфты, а при выдвигании поршня вновь сцепляется.

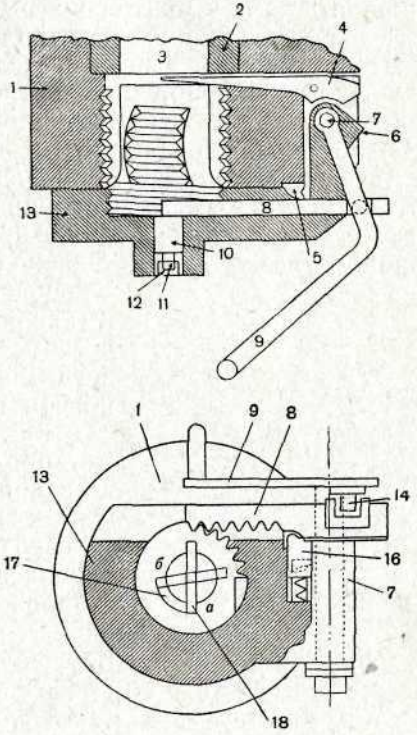
Для закрывания поршня нужно вращать рукоять в обратном направлении. При этом сначала вся система повернется около оси. Когда рама приляжет к срезу орудия, шестеренка нижнего валика, действуя на зубцы рейки, пошлет поршень вперед. Тяга сцепится с муфтою, муфта пойдет по винту кверху и повернет поршень.

9. Поршневые затворы, только вращающиеся в раме.

Как образчик поршневого затвора, только поворачивающегося в раме, кратко опишем затвор 76-*мм* легкой пушки обр. 1902 г. (черт. 62).

Поршень затвора 76-*мм* пушки, в передней части, снабжен двумя секторами витков так, что для их сцепления с витками в гнезде орудия нужно поршень повернуть на 90°. В задней части поршня витки не срезаны и этою частью поршень ввинчен в раму.

В задней части поршня выделаны зубцы, сцепляющиеся с зубцами гребенки (8), могущей двигаться продольно в гнезде рамы (13). Продвигание гребенки в ту или другую сторону производится усилием номера посредством рукоятки (9). Если рукоятку повернуть из положения, изображенного на черт. 62, в сторону стрелки, то выступ рукоятки (14) нажмет на левый гребень паза гребенки, и, описывая дугу около оси (7), рукоятка заставит гребенку продвинуться влево. Гребенка своими зубцами повернет поршень обратно движению часовой стрелки, и его витки зайдут за витки в гнезде орудия, при чем одновременно поршень, вывинчиваясь из рамы, подастся вперед. При поворачивании рукоятки в противоположном направлении (если затвор был закрыт) произойдет расцепление витков поршня от витков в гнезде орудия.

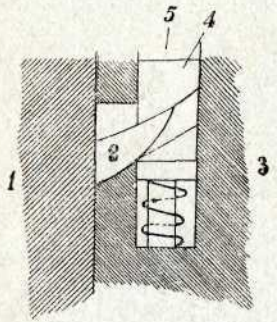


Черт. 62.
1. Кожух. 2. Ствол. 3. Канал. 4. Выбрасыватель. 5. Клин. 6. Выступ на раме. 7. Ось рукояти. 8. Гребенка. 9. Рукоять. 10. Трубка ударника. 11. Ролик. 12. Курок. 13. Рама. 14. Выступ рукояти. 16. Стопор. 17. Паз на поршне. 18. Паз на поршне: сплошными линиями при данном положении поршня и пунктиром — при запертом.

Ограничение поворота как в ту, так и в другую сторону достигается особым выступом трубки ударника (10), скользящим по пазу (*аб*) (выемке) в задней части поршня и

упирающимся в грань *а* паза — при открывании или *б* — при закрывании. Сама же трубка ударника помещается частью в пазу (*аб*) поршня, а частью в гнезде в раме (13) затвора и потому поворачиваться не может. Когда поршень при повороте, для открывания, будет остановлен выступом трубки ударника, а усилие будет приложено к рукоятке, то вся система поршня и рамы начнет поворачиваться около оси рукоятки (7) и поршень выйдет из гнезда в орудии. В конце поворота рама ударит своим выступом (6) по кулаку выбрасывателя (4), имеющего вид вилки, и повернет его около его оси. Захваты выбрасывателя вытолкнут назад гильзу.

Закрывание поршня достигается обратным движением рукоятки, и все действия происходят в обратном порядке. Нужно только добавить, что, прежде чем начнет поворачиваться рама с поршнем, поршень может быть, действием гребенки, повернут и тогда запирание затвора станет невозможным, так как витки поршня не придутся против пазов в затворном гнезде. Для устранения этого имеется стопор (16), становящийся (под действием пружины) своим зубом впереди (на черт. 62, левее) уступа гребенки в то время, когда поршень при открывании будет повернут.



Черт. 63.
1. Орудие. 2. Клин. 3. Рама. 4. Стопор. 5. Гребенка.

Вследствие этого гребенка не может продвигаться влево и поворачивать поршень. Когда же рама прилягет к казенному срезу орудия, то стопорный клин (черт. 63), укрепленный на орудии, войдет в паз стопора и своею наклонною гранью нажмет стопор книзу и, сжимая его пружину, утопит стопор в его гнезде. Гребенка освобождается и, продвигаясь влево, повернет поршень.

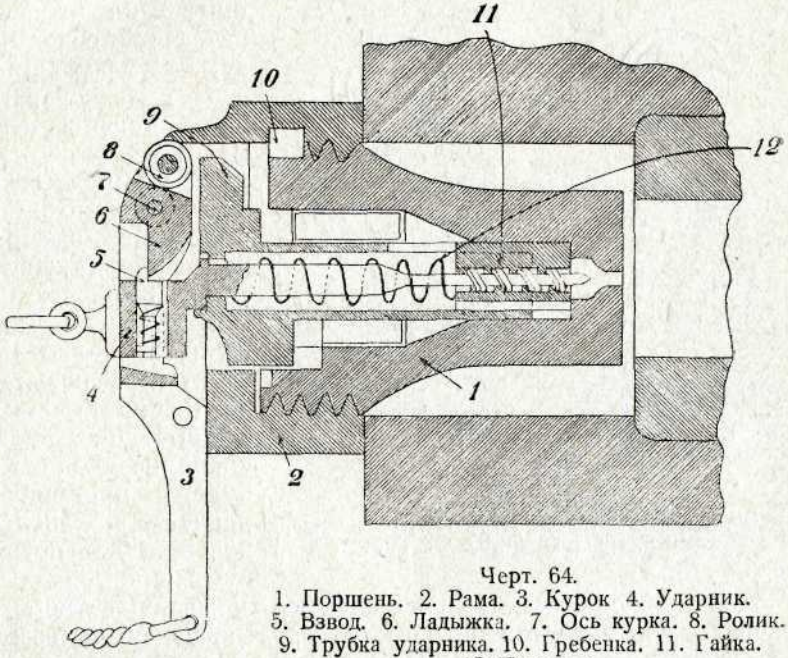
Когда же гребенка при открывании затвора отойдет вправо, а затем и рама, поворачиваясь, отойдет от орудия, клин выйдет из паза стопора, и стопор, усилием пружины, будет вытолкнут кверху и своим зубом станет впереди уступа гребенки.

Таким образом для открывания и закрывания затвора требуется лишь один прием — поворот рукоятки в ту или другую сторону.

Для производства выстрела (черт. 64) оттягивают курок (3) назад за шнур (грушу), курок повернется около своей оси (7) и роликом (8) продвинет вперед трубку ударника (9), а ладыжкой (6), захватывающею своим зубом за взвод (5), помещенный в гнезде головки ударника, потянет назад ударник (4). На передний конец ударника

навинчена гайка (11). Между задним срезом гайки и дном трубки ударника помещена пружина ударника (12), надетая на этот последний. При оттягивании ударника назад пружина будет сжиматься как потому, что трубка ударника двигается вперед, так и потому, что гайка ударника отходит назад.

При достаточном повороте курка зуб взвода соскочит с зуба ладыжки, и ударник, побуждаемый пружиной, действующей на него через посредство гайки ударника, устремится вместе с гайкой вперед. Гайка, дойдя до передней стенки поршня, становится, а ударник будет продолжать, по инерции, движение вперед, чему гайка помешать не может,



Черт. 64.
1. Поршень. 2. Рама. 3. Курок 4. Ударник.
5. Взвод. 6. Ладыжка. 7. Ось курка. 8. Ролик.
9. Трубка ударника. 10. Гребенка. 11. Гайка.
12. Пружина.

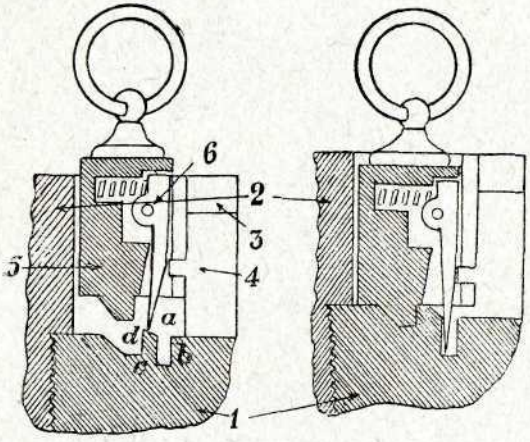
так как витки на ударнике сделаны узкими, а нарезы для них в гайке широкими: конец ударника — боек выйдет за переднюю грань поршня и ударит с силою по капсюльной втулке, отчего должно произойти воспламенение пороха во втулке и далее заряда.

Когда усилие на шнуре будет прекращено, то боевая пружина, упираясь в гайку, оттолкнет назад трубку ударника, которая, в свою очередь, потянет назад ударник и, действуя на ролик курка, повернет последний в обратную сторону, и зуб ладыжки снова заскочит за зуб взвода.

Все приспособление опять готово к производству выстрела, при чем ударник займет заднее положение, и боек его не будет выдаваться за переднюю плоскость поршня, что необходимо для предупреждения возможных случайных ударов по капсюльной втулке.

Продвижением вперед трубки ударника, при повороте курка, достигается не только сжатие пружины ударника, но:

1) устраняется возможность поворачивания поршня под давлением пороховых газов, так как выступы трубки, верхний и нижний, войдут в пазы поршня (18, черт. 62), оставаясь частью в пазах патрубка рамы, чем достигается временное скрепление наглухо поршня с рамой. Когда трубка ударника будет отодвинута назад, тогда это скрепление нарушится, но это случится уже после того, как выстрел произойдет и давление на поршень будет мало;



Черт. 65.
1. Поршень. 2. Рама. 3. Курок. 4. Трубка ударника. 5. Предохранитель. 6. Гнеток.

2) предупреждается возможность произвести выстрел при невполне запертом затворе. В самом деле, если поршень невполне повернут, то пазы на нем не придутся против выступов трубки ударника и ее нельзя будет продвинуть вперед, а, значит, нельзя будет повернуть курок.

Для предупреждения возможности открывания затвора, в случае осечки или затяжного выстрела, устроен особый предохранитель (черт. 65). При взводе курка, труба ударника подается вперед и посредством особого выступа толкает предохранитель, гнеток которого входит передним концом в паз *b* на поршне, а зуб *d* в паз *c*, при чем перемычка поршня между пазами *c* и *b* будет зажата между зубом *d* и гнетком *a*.

Если выстрела после спуска ударника не последовало, то предохранитель остается в переднем положении и поршень нельзя повернуть, потому что весь предохранитель помещается в раме, а его зуб *d* вошел в паз поршня *c*, рама же не вращается. Если же выстрел произошел, то при откате орудия предохранитель по инерции еще сильнее нажмется

на поршень. При накате же он, вследствие приобретенной скорости назад, не последует за орудием, а отстанет, чему выступ трубки ударника мешать не будет, так как сама трубка действием пружины ударника будет уже отодвинута назад. Раз предохранитель отойдет назад, то его зуб и гнеток выйдут из пазов в поршне, и поршень может быть повернут. Так что поворот поршня возможен лишь после того, как выстрел произошел.

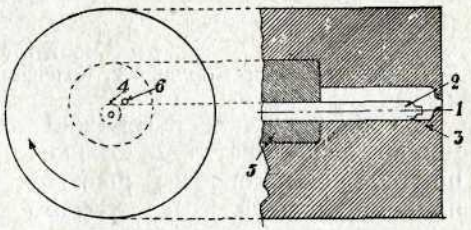
Зуб предохранителя, входящий в паз поршня, имеет вид клина, поэтому если бы поршень был чуть-чуть не довернут, то при вжимании предохранителя трубкою ударника в поршень, зуб, нажимая на наклонную грань паза, повернет поршень.

При большом же угле недовернутости поршня, зуб предохранителя не сможет углубляться, чем также (см. выше о выступах трубки ударника) устраняется возможность производства выстрела при невполне запертом затворе.

Чтобы предохранитель при остановке орудия после наката, вследствие инерции, не углубился бы снова в паз на поршне, служит гнеток, который, по отходе предохранителя назад, упирается в перемычку на поршне, удерживая предохранитель в заднем положении, как показано на левой части черт. 65.

В случае осечки, для открывания затвора нужно предохранитель вытянуть из гнезда за имеющееся на нем кольцо.

Ручка, за которую поворачивают рукоять затвора, имеет особую пружинную защелку, которая при закрытом затворе становится своим зубом впереди выступа рамы и удерживает рукоять в ее положении. Это приспособление удерживает рукоять на месте при езде и устраняет самопроизвольный поворот поршня. Для расцепления защелки с выступом рамы нужно ручку нажать книзу.



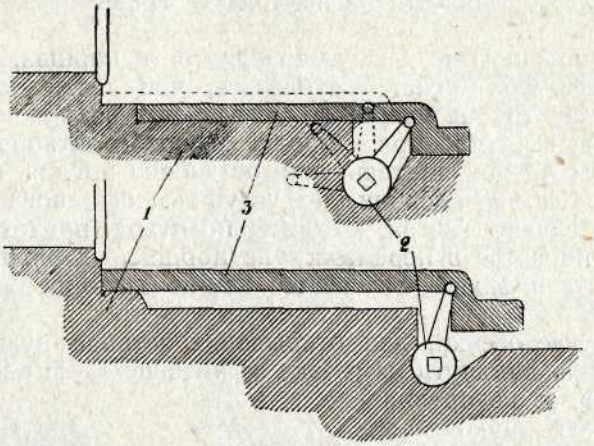
Черт. 66.
1. Ось канала и ударника. 2. Ударник. 3. Поршень. 4. Ось поршня. 5. Патрубок. 6. Отверстие для бойка ударника.

Очень сходны с затвором 76-*мм* полевой пушки затворы 107-*мм* пушки, 122-*мм* и 152-*мм* гаубицы и пушки системы Шнейдера.

Наиболее существенное отличие состоит в том, что поршень этих затворов поворачивается около оси, не совпадающей с осью канала орудия, а расположенной несколько выше (черт. 66). Такое устройство сделано в видах большей безопасности действия затвором, например, в случае поломки

бойка ударника и выступания его из отверстия передней грани поршня, боек не будет приходиться, при закрывании затвора, против капсюльной втулки, так как только при повороте поршня отверстие в его передней грани станет против ударника и капсюльной втулки.

Предохранитель на случай затяжных выстрелов помещается не в раме, а в гнезде орудия, и после закрывания затвора своим зубом входит в выемку на гребенке, чем и устраняется возможность ее продвижения, а, стало-быть, и открывания затвора. После выстрела предохранитель вследствие инерции остается на месте и освобождает гребенку.



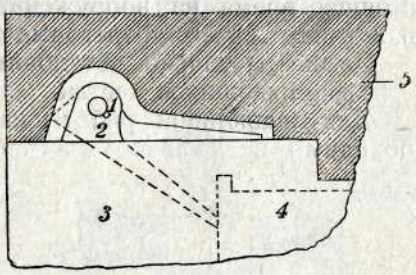
Черт. 67.
1. Стенка орудия. 2. Коленчатый рычаг. 3. Планка.

Курок расположен горизонтально и для его оттягивания можно действовать не только при посредстве вытяжного шнура, но и особым рычагом, укрепленным на люльке, причем рукоятка этого рычага расположена вблизи маховика подъемного механизма, почему ею действовать может наводчик.

В виду того, что снаряды имеют большой вес (около 42 *кг* для 152-*мм* орудий) и что заряжание производится раздельно,[1] снаряд мог бы при заряжании ударяться об витки в гнезде орудия для затвора и заряжание было бы затруднительно, в орудии устроены особый подъемный лоток (черт. 69) и направляющая планка (черт. 67). При повороте затвора для открывания, особая муфта, укрепленная на нижнем конце оси рукоятки (черт. 67), поворачивает коленчатый рычаг (2), который поднимает планку (3) вверх. При закрывании затвора происходит опускание планки.

[1] У 107-*мм* пушки унитарный патрон.

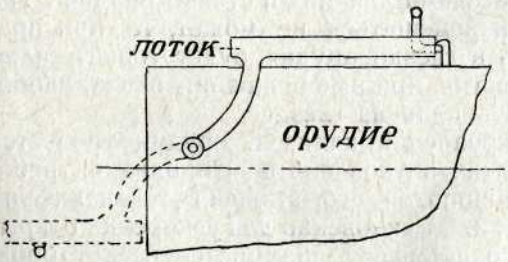
Орудия эти (в особенности гаубицы) стреляют и под большими углами возвышения, при которых можно опасаться выпадения гильзы и даже снаряда (вообще снаряд удерживается расклинением пояска в каморе) раньше, чем успеют закрыть затвор. Для устранения этого сделан рычаг-задержник (черт. 68), укрепленный помощью оси в выемке верхней стенки затворного гнезда. Ось задержника вращаться не может, но может рукоятью затвора, при его открывании и закрывании, перемещаться продольно, при чем внаружу ось выдвигается в конце открывания затвора.



Черт. 68.

1. Задержник. 2. Его ось. 3. Затворное гнездо. 4. Гильза. 5. Стенка орудия.

Ось снабжена на некотором протяжении продольным выступом-шпонкою, причем когда затвор открыт и ось выдвинута вправо, шпонка (выступ) ее выйдет из задержника, и последний опустится передним концом вниз. В таком положении он, свободно вращаясь на оси, не препятствуя заряжанию, будет препятствовать гильзе выпасть из орудия. При закрывании затвора поршень поднимает задержник и затем ось вдвигается обратно, причем шпонка войдет в паз задержника и при последующем открывании затвора задержник, не имея возможности повернуться, будет удержан в верхнем положении и не будет мешать выбрасыванию гильзы. После выбрасывания гильзы затвор поворачивается еще далее и, выдвигая ось задержника, освобождает его.



Черт. 69.

Для удержания затвора в открытом положении, при стрельбе под большими углами возвышения, на орудии имеется крючок, за который захватывает стопор рукоятки. Расцепление достигается нажатием ручки рукоятки вниз.

Кроме того у гаубиц имеется еще откидной лоток (черт. 69), связанный шарнирно с орудием. Для заряжания после открывания затвора лоток откидывается назад вниз (пунктир) и его жолоб становится на продолжении канала

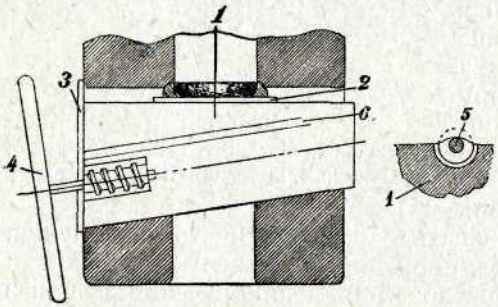
орудия. После заряжания лоток закидывают на орудие, где он удерживается имеющеюся на нем защелкою, которая заскакивает за крючок на орудии.

10. Клиновые затворы прежних систем.

Общая схема устройства клиновых затворов изложена была выше. По этой схеме устроены затворы многих орудий прежних образцов (орудия обр. 1877 г.), находящихся и в настоящее время на вооружении, напр. 152-*мм* пушки весом в 2 тонны, 280-*мм* береговые пушки обр. 1877 г. и т. п.

Здесь мы только остановимся на подробностях устройства запирающихся частей.

Для правильной работы каморного кольца и плитки необходимо их сильное взаимное нажатие. Нажатие это не может быть достигнуто непосредственным усилием номера, действующего замком, — требуются особые зажимные приспособления, которые служат одновременно и для надежного закрепления клина в его гнезде.



Черт. 70.
1. Клин. 2. Плитка. 3. Лицевая доска.
4. Рукоять. 5. Зажимной винт.
6. Направляющий паз.

У нас чаще всего пользуются для этого винтом, укрепленным в клине так, что он может только вращаться (черт. 70). Витки винта выступают из-за поверхности клина и при вращении винта входят в сцепление с гнездами для них в стенке орудия. Так как винт вдоль оси перемещаться не может, то при вращении он, ввинчиваясь в гнездо орудия, будет толкать клин внутрь клинового отверстия, при вывинчивании винта, наоборот, он будет выдвигать клин из гнезда.

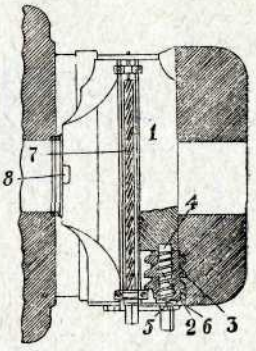
Для надежного закрепления клина в орудии требуется сцепление большого числа витков винта, что, однако, требовало бы нескольких поворотов его, а, значит, и значительного промежутка времени. Обыкновенно для ускорения открывания затвора витки охватывают винт не со всех сторон, а только на некотором протяжении, и когда винт повернут так, что обращен частью без витков к стенке орудия, то клин не связан с орудием помощью витков. Достаточно повернуть винт на 180°, как его витки войдут в гнезда в орудии и клин будет закреплен в гнезде помощью винта.

Для ограничения выдвигания клина устраиваются либо

особые задержки в виде винта, ввинченного в стенку орудия и своим хвостом входящего в паз в клине, либо задержкою служит цепь, прикрепляемая одним концом к орудию, а другим к клину.

Для открывания затвора поворачивают рукоять зажимного винта в направлении, обратном вращению часовой стрелки на 180°, при этом витки зажимного винта выйдут из гнезда матки в стенке орудия и винт повернется к стенкам орудия гладкою своею поверхностью.

Винт, вывинчиваясь из матки, несколько смещает клин влево, благодаря чему ослабляется нажатие каморного кольца и плитки, и дальнейшее выдвигание клина не может представить затруднений. Затем вытягивают клин до упора грани паза в задержку.



Черт. 71.
1. Клин. 2. Зажимной винт. 3. Матка. 4. Пятка винта. 5. Заплечик. 6. Лицевая доска. 7. Ходовой винт. 8. Плитка.

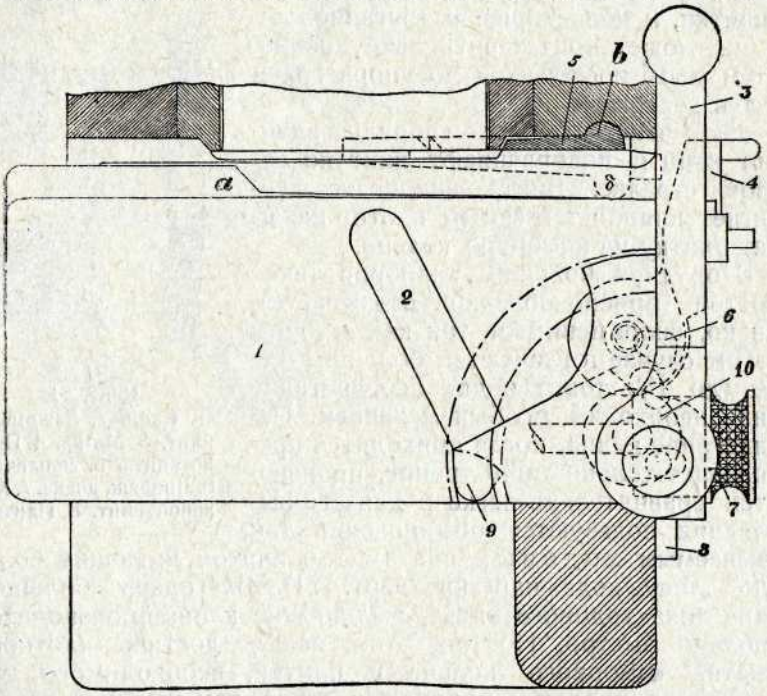
Закрывание в обратном порядке: вдвигают клин и поворачивают винт по часовой стрелке. Винт, ввинчиваясь, додвигает клин и тем самым плотно нажимает плитку на каморное кольцо.

В орудиях больших калибров такое простое приспособление оказывается, однако, неприменимым, так как затворы в этом случае отличаются большим весом (до $1^1/_2$ тонн) и для передвигания клина необходим особый механизм. Передвигание клина, когда приходится преодолевать только лишь трение, производится сравнительно легко и для его выполнения пользуются обыкновенно так называемым ходовым винтом, т.-е. винтом, имеющим большую длину хода нарезки (черт. 71). Благодаря большой длине хода ходового винта, выдвигание клина производится довольно быстро. Но при этом нельзя достичь плотного нажатия каморного кольца и плитки, необходимого для устранения прорыва пороховых газов, так как для достижения плотного нажатия потребовалось бы слишком большое усилие на рукояти ходового винта.

Для плотного зажатия клина и его первоначального смещения, когда приходится преодолевать большое трение плитки о каморное кольцо и когда поэтому требуется большое усилие, служит зажимной винт, помещенный вместе со своей маткой в гнезде клина. Зажимной винт может вращаться, но не может перемещаться вдоль оси, так как своей пяткою упирается в гнездо в клине, а заплечиком в лицевую доску клина, скрепленную с клином наглухо. Матка может перемещаться по винту при его вращении, а также может поворачиваться вместе с ним на некоторый угол. На матке имеются

пояски (выступы), входящие в выемки на орудии. Пояски не охватывают матку кругом, а только лишь на некоторый угол, наружный же поясок охватывает матку вокруг. Если матка обращена к орудию поясками, то они входят в выемки в стенке орудия и при ввинчивании винта он пяткою будет толкать клин, нажимая плитку на каморное кольцо.

При вывинчивании зажимного винта, матка вместе с винтом повернется на некоторый угол, ограничиваемый особым упором на матке (если бы матка не повернулась, то ее можно повернуть вручную), и обратится поверхностью без поясков к стенке орудия, причем сцепление ее с орудием прекратится.



Черт. 72.
1. Клин. 2. Паз на клине. 3. Рукоять. 4. Курок. 5. Выбрасыватель. 6. Выступ на курке. 7. Ось взвода. 8. Предохранитель. 9. Кулак на рукояти. 10. Передаточная часть.

При дальнейшем вращении винта матка упрется в стенку орудия своим наружным пояском и остановится, а винт, вывинчиваясь из матки, своим заплечиком будет вытягивать клин из орудия. Когда клин несколько сместится, начинают вывинчивать ходовой винт.

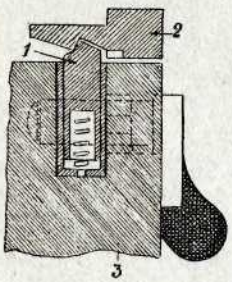
Открывание и закрывание клина требует от 30 до 45 сек.

11. Клиновой затвор 122-*мм* гаубицы обр. 1909 г.

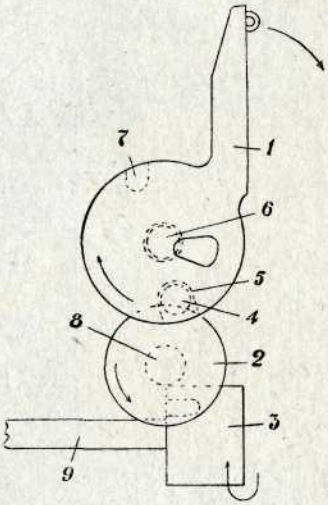
Рукоять затвора (3) (черт. 72) представляет коленчатый рычаг, вращающийся около оси, укрепленной в верхней стенке затворного гнезда в орудии. Короткий конец рукоятки снабжен выступами (9) (кулаками), входящими — верхний в дуговой паз в стенке орудия (показан на чертеже прерывчатой линией), а нижний в коленчатый паз (2) на клине. При повороте рукоятки слева направо рычаг своим нижним кулаком, нажимая на грань паза, выталкивает клин вправо настолько, что заряжание орудия станет возможным.

В конце выдвигания клина грани *а*, на передней стенке клина, ударяют по кулачкам *б* выбрасывателя, отчего он повернется около оси *b*, а его вилка, нажимая спереди на закраину гильзы, выбросит ее из орудия. Выбрасыватель (5) вместе с тем ограничивает выдвигание клина вправо.

Для удержания рукоятки при запертом затворе на месте (подобно зубу ручки в затворе 76-*мм* пушки) служит стопор, заскакивающий в выемку на нижней поверхности рукоятки (черт. 73), причем при вполне запертом клине стопор несколько вжимается рукоятью в свое гнездо в клине, что необходимо для освобождения курка.



Черт. 73.
1. Стопор. 2. Рукоять. 3. Клин.

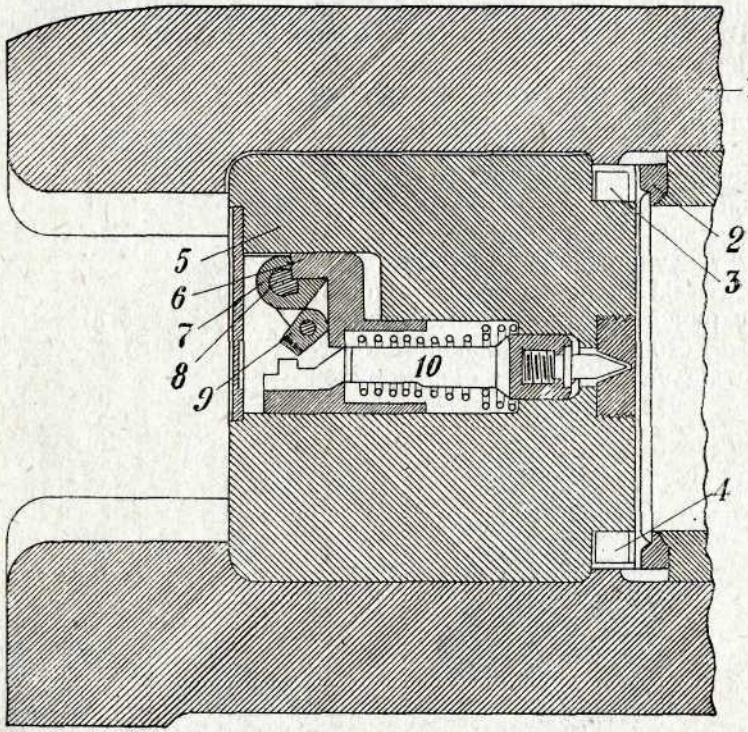


Черт. 74.
1. Курок. 2. Передаточная часть. 3. Головка оси взвода. 4. Выступ передаточной части. 5. Паз в курке для выступа. 6. Ось курка. 7. Выемка в курке для стопора. 8. Ось передаточной части. 9. Ось взвода.

Таким образом стопор предупреждает самопроизвольное открывание затвора (удерживает рукоять) и устраняет возможность произвести выстрел при невполне запертом затворе, так как не позволяет курку повернуться.

Стреляющее, ударное, приспособление действует сходственно с приспособлением в затворе 76-*мм* пушки. Разница в том, что курок оттягивает ударник и продвигает его трубку

не непосредственно, а посредством особой части, а именно (черт. 74): при оттягивании курка в ту же сторону, как и рукояти для открывания затвора, по часовой стрелке, он повернет гранью паза передаточную часть в обратном направлении. Эта последняя повернет ось стреляющего приспособления по часовой стрелке (если смотреть справа). На левом конце оси насажена ладыжка (7) (черт. 75), которая при вращении оси пошлет трубку ударника (6) вперед, а соединенная с нею собачка (9) оттянет ударник (10) назад.



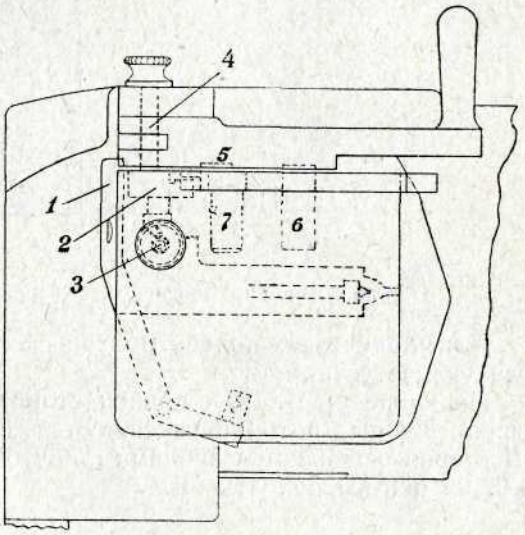
Черт. 75.

1. Стенки орудия. 2. Выбрасыватель. 3 и 4. Пазы на клине. 5. Клин. 6. Трубка ударника. 7. Ладыжка. 8. Ось взвода. 9. Собачка. 10. Ударник.

При достаточном повороте ударник соскочит с зуба собачки и устремится, под действием сжатой пружины, с силой вперед. Боек выйдет за переднюю грань клина и ударит по капсюльной втулке. Действием витков пружины большого диаметра стреляющее приспособление будет возвращено в первоначальное положение, причем боек не выступает за переднюю плоскость клина (условие безопасности). Механизм для воспрепятствования производству выстрела при невполне запертом затворе состоит в следующем (черт. 73 и 74).

На нижней поверхности курка имеется выемка (черт. 74, *7*), в которую входит цилиндрическая часть стопора рукояти, и пока рукоять недовернута, клин не вполне закрыт — повернуть курок нельзя. При запертом затворе рукоять утапливает стопор, и курок освобождается. Кроме того на верхней поверхности курка имеется кулачок (выступ) (черт. 72, *6*), который входит в выемку, сделанную на нижней поверхности рукояти, и если рукоять немного недовернута, то при повороте курка она кулачком будет довернута.

Предохранитель, препятствующий открыванию затвора в случае осечки, или затяжного выстрела, представляет коленчатый рычаг (черт. 72, *8*, и 76), вращающийся на оси на правой стороне клина. Особая пружина (черт. 76) побуждает его нажиматься верхним концом вперед на рукоять затвора и при запертом затворе предохранитель своим верхним концом входит в выемку на заднем конце рукояти, почему рукоять повернуть нельзя. После выстрела, при откате орудия, нижний конец предохранителя особою накладкою в люльке поднимается, верхний конец его отходит назад и предохранитель в таком положении удерживается защелкою, помещенною в гнезде в орудии, и тогда открывание затвора возможно. Как только клин будет выдвинут, действие защелки прекращается, так как она находится в орудии, и предохранитель, выдвигаясь вместе с клином вправо, снимается с защелки, причем пружина предохранителя возвращает его в первоначальное положение.



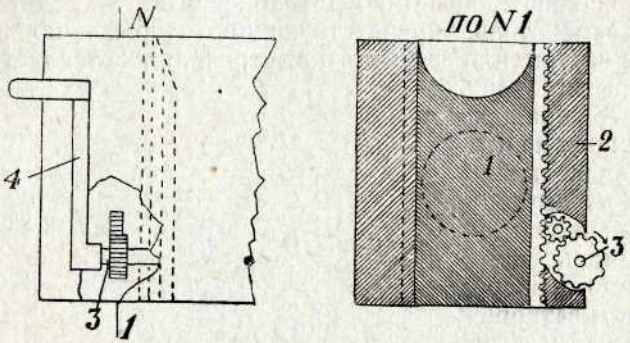
Черт. 76.
1. Предохранитель. 2. Передаточная часть. 3. Ось взвода. 4. Рукоять. 5. Выступ на курке. 6. Стопор. 7. Ось курка.

12. Полуавтоматический затвор 76-*мм* зенитной пушки обр. 1914 и 1915 гг.

Все возрастающие требования скорострельности приводят к осуществлению принципа автоматизма, который частично или полностью и применяется.

В зенитной пушке обр. 1914 и 15 гг. принят полуавтоматический затвор, относящийся к типу клиновых затворов. Он двигается в затворном гнезде не горизонтально, а вертикально.

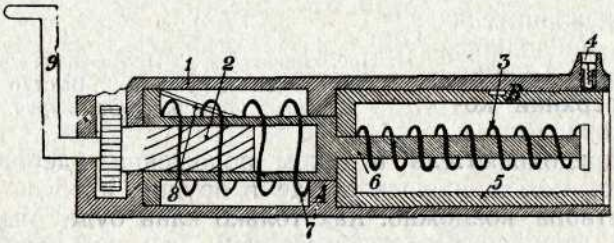
Кроме того его особенностью является отсутствие заклиновой части; для опоры же на стенки орудий на его боковых поверхностях сделаны ребра, скользящие по пазам в стенках орудия.



Черт. 77.
1. Клин. 2. Стенка орудия. 3. Ось рукояти. 4. Рукоять.

Для получения полуавтоматического действия принято следующее устройство.

На клине (черт. 77) с правой стороны выделана зубчатая рейка, зубцы которой сцепляются с зубцами шестерни. Шестерня зацепляется зубцами с другой шестерней, насаженной на ось (3) рукояти (4).



Черт. 78.
1. Труба. 2. Ось рукоятки. 3. Аккумуляторная пружина. 4. Стопор. 5. Тяжелое тело. 6. Стержень. 7. Запирающая пружина. 8. Паз. 9. Рукоятка.

Если повернуть рукоять по часовой стрелке, то вращение оси сообщится шестерне первой в том же направлении, куда вращаем рукоять, а второй — в обратном, как показано стрелками (черт. 77). Последняя шестерня заставит клин опуститься и открыть канал орудия для заряжания.

Ось рукояти проходит через подшипники в перегородках трубы, прикрепленной с правой стороны орудия (черт. 78). Передний конец оси снабжен винтовою нарезкою. Навинтованная часть оси входит, как в матку, в навинтованную часть стержня (6). При вращении рукояти, а следовательно и оси, ее винт будет вывинчиваться из стержня. Закраина стержня имеет шпонку, входящую в паз (8), выделанный в стенке трубы и идущий не по производящей, а несколько наклонно к ней. Поэтому при вывинчивании оси, стержень будет продвигаться вперед, поворачиваясь на небольшой угол, определяемый наклоном паза. При своем движении вперед стержень сжимает запирающую пружину (7) между своею закраиною и перегородкою *А* в трубе, а также двигает вперед и тяжелое тело (5) вместе с аккумуляторной пружиною (3). Одновременно клин опустится вниз — канал будет открыт.

Когда клин опустится вниз (черт. 79), то он ударит по нижним выступам лапок выбрасывателя, которые вследствие этого повернутся на оси, выбросят гильзу и имеющимися на их верхних концах выступами заскочат в выемки затвора, чем и удержат затвор в нижнем положении. Вследствие этого запирающая пружина, хотя и будет стремиться разжаться, но этому будет препятствовать клин, удерживаемый экстрактором в нижнем положении. В самом деле: разжимаясь, пружина будет двигать стержень назад, что возможно при вращении оси рукоятки, а, значит, и шестеренок в обратную сторону. Зубцы же второй шестерни сцепляются с неподвижным, в данном положении, затвором.



Черт. 79.

При досылке патрона закраина гильзы нажмет на концы ветвей выбрасывателя и повернет их вперед (пунктир), клин освободится, и запирающая пружина поднимет его, то-есть автоматически произойдет запирание затвора.

Открывание затвора помощью рукояти усилием номера производится только при первом заряжании.

Для последующих заряжаний открывание будет происходить само собою автоматически, а закрывание тоже автоматически, но лишь после вкладывания патрона.

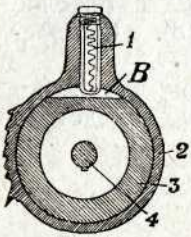
Для получения автоматизма этих действий служат тяжелое тело и пружины, аккумуляторная и закрывающая.

При выстреле орудие откатывается. Тяжелое же тело по инерции останется на месте и сожмет аккумуляторную пружину (3) (черт. 78) между своим дном и шайбою стержня,

который двигаться не может, так как клин в закрытом положении удерживается особым экстракторным рычагом, насаженным на ось экстрактора.

В переднем положении тяжелое тело помощью стопора (4), западающего в гнездо *B* на теле, соединяет его с трубою (1), благодаря чему получается упор для аккумуляторной пружины.

При накате благодаря особому также инерционному приспособлению, расположенному с левой стороны орудия, а частью на люльке, экстракторный рычаг освобождает клин, тогда аккумуляторная пружина, разжимаясь, потянет стержень вперед. От его движения ось рукоятки станет вращаться, и клин будет открыт. Одновременно запирающая пружина будет сжата. Чтобы это могло осуществиться, аккумуляторная пружина предварительно поджимается сильнее, чем запирающая.



Черт. 80.
1. Стопор с пружиной. 2. Труба. 3. Тяжелое тело. 4. Стержень.

Опущенный клин будет удержан лапками выбрасывателя в открытом положении до заряжания. При заряжании закраина гильзы отведет лапки выбрасывателя, клин освободится и запирающая пружина, разжимаясь, запрет клин. Экстракторный рычаг упрется в тело клина снизу и будет удерживать его в запертом положении. Это совершенно необходимо, так как пружина не в состоянии надежно удерживать клин на месте.

При движении стержня, вследствие того, что паз в трубе для шпонки закраины стержня идет не по производящей, а несколько наклонно, происходит поворот стержня на небольшой угол. Этот поворот стержня передается и тяжелому телу благодаря тому, что на стержне (4) (черт. 80) имеется шпонка, входящая в паз в тяжелом теле. Величина поворота соображена так, что оказывается достаточной для выталкивания стопора из гнезда *B* тяжелого тела, и стопор, после поворота тяжелого тела, будет опираться на гладкую цилиндрическую его поверхность, а потому не помешает отодвиганию тяжелого тела, вместе с аккумуляторной пружиной, в начальное положение силою запирающей пружины. Таким образом после наката все части займут исходное положение.

То обстоятельство, что открывание клина происходит лишь при накате, и в самом конце его, имеет существенное значение в смысле безопасности и надежности действия всего приспособления.

Давление пороховых газов в канале орудия прекращается, как известно, не тотчас же вслед за вылетом снаряда, а продолжается еще некоторые время и после этого, почему открывание затвора во время отката могло бы иметь вредные последствия.

Кроме того, самое открывание, при наличии давления пороховых газов, совершалось бы с большим трудом и требовало бы большого усилия.

Открывание же затвора, когда орудие уже почти накатилось, но не вполне, устраняя все эти недостатки, в то же время не вызывает задержки в заряжании орудия.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

РАЗГАР И ИЗНОС ОРУДИЙ.

1. Общие понятия. Причины разгара орудий.

При выстреле в канале орудия происходят чрезвычайно сложные и разнообразные процессы.

Все эти процессы сказываются тем, что на поверхности канала, даже после небольшого числа выстрелов, в том месте, где приходится поясок снаряда, появляется потемнение первоначально блестящей поверхности канала орудия. Затем, по мере увеличения числа выстрелов, это темное кольцо постепенно распространяется по длине орудия; далее получается вырывание металла, срывание и откол полей, на гладкой поверхности зарядной каморы (скате) получаются продольные бороздки, тянущиеся также и по днам нарезов.

Эти явления и составляют разгар орудия.

Сначала разгар развивается медленно, но затем, по мере увеличения числа выстрелов, все быстрее и быстрее.

При значительном разгаре орудия, балистические качества его понижаются: начальная скорость уменьшается, снаряд движется по каналу орудия неправильно, потому что плохо центруется и получает недостаточно правильное вращение. Это, в свою очередь, приводит к тому, что дальность полета снаряда, при данном угле возвышения и при данном заряде и снаряде, уменьшается; также уменьшается и кучность боя.

Не вдаваясь в подробное рассмотрение вопроса о разгаре орудий, к тому же еще не вполне изученного, приведем лишь те причины, которые вызывают явление разгара орудий, и те меры, которые можно предпринять к его уменьшению.

1. Высокая температура, развивающаяся при взрыве пороха в канале орудия за время выстрела, успевает сообщиться слою стен орудия, весьма малой толщины; по вылете же снаряда нагревание прекратится. Наружные холодные слои стен быстро, вследствие большой их теплопроводности, охладят этот тонкий, нагретый слой. Произойдет явление как бы закалки его. Это действие увеличивается еще охлаждением стен струями воздуха, врывающимися в канал при открывании затвора для последующего заряжания.

Кроме того, этот нагретый слой вследствие расширения будет стремиться удлиниться, чему холодные наружные слои сопротивляются. Вследствие этого, этот слой будет подвергнут сильному сжатию и если качества его материала невысоки, то он может дать трещину (наступит его раздробление). Этим можно объяснить появление на поверхности канала мелкой сетки трещин, которая наблюдается при большом увеличении. В этом состоит тепловое действие пороховых газов.

2. Газы, получающиеся в канале орудия при выстреле, представляют смесь многих газов, обладающих различными свойствами. От взаимодействия их с металлом стен орудия, представляющимся также не однородным как по строению, так и по составу, происходит изменение как в составе, так и в строении тонкого слоя стен, прилегающего к поверхности канала.

Этот процесс происходит тем энергичнее, чем выше температура, развивающаяся при газообразовании, чем больше количество газов (чем больше их плотность) получается в орудии. Большое значение, конечно, имеет и состав газов. Например свободные азот и водород способны растворяться в металле стен, увеличивая жесткость металла, углерод в металле способен выгорать при действии окислителей, причем микроструктура стали нарушается, цементит может образовать феррит и углерод отжига.

Окись углерода образует с железом и другими металлами нестойкие соединения — карбонилы, которые и уносятся газами из орудия.

В этом состоит химическое действие пороховых газов.

3. Газы, будучи нагреты до высокой температуры и имея большую плотность, обладают, вследствие этого, сильным стремлением расширяться, занять большой объем. Их частицы обладают большою скоростью. Они, подобно вихрю, с силою ударяют по препятствиям и, если окажется возможным, уничтожают их. Поэтому всякие неровности на поверхности канала орудия будут либо задерживать движение частиц газов, обращая их кинетическую энергию на разрушение стен, или, уступая их давлению, будут оторваны от стен.

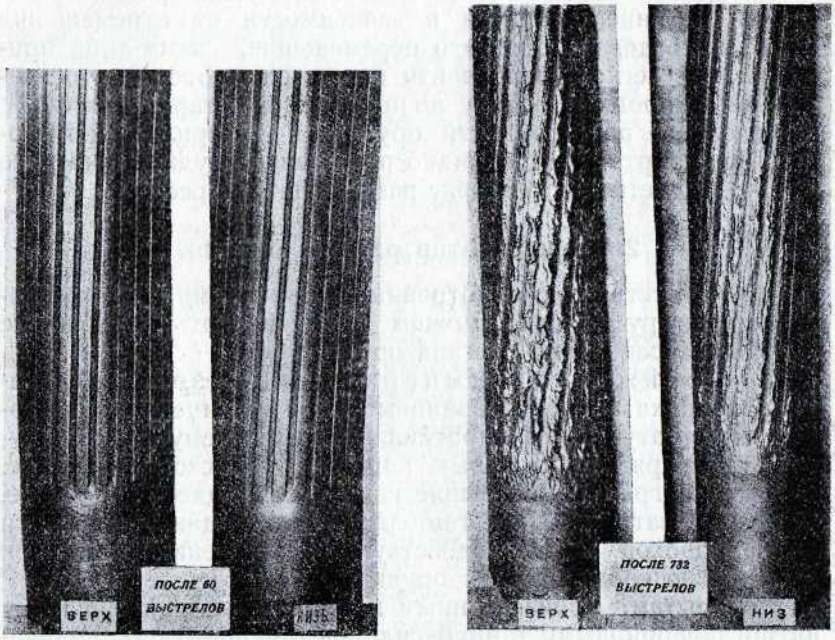
В случае нахождения в канале орудия посторонних тел (песчинок, соринок) они, с большою скоростью проносясь с газами по поверхности канала, будут ее царапать, или вдавливаться в стенки орудия, производить в них изъязвления, которые послужат началом дальнейшего разгара в этом месте.

Давление газов на стенки, будучи не везде одинаковым, производит неравномерное расширение их, что может быть источником поверхностных надрывов, трещинок.

Металл пояска снаряда, вдавливаясь полями, оказывает этому вдавливанию полей нарезов большое сопротивление и, затем, вследствие упругости, он нажимает на поля, стремясь их раздробить. Если металл стен орудия не достаточно тягуч, то под влиянием этого давления он будет дробиться, выкрашиваться.

Это — механическое действие.

К механическому действию следует отнести также прорыв газов между пояском и стенками канала орудия и между выступами на пояске и холостою гранью нареза. Последний зазор, по мере движения снаряда по каналу, вследствие истирания выступа на пояске будет постепенно увеличиваться.



Черт. 81.

Прорываясь сквозь узкие зазоры, газы вырывают металл стен орудия и пояска.

При заряжании орудий унитарными патронами явление разгара происходит более скоро, что можно объяснить тем, что, вследствие допусков в длине гильзы, снаряд не всегда упирается пояском в задний конус каморы и получается зазор между ведущим пояском и поверхностью канала.

Кроме того, газы, вырываясь из дульца гильзы, производят сильный удар по стенкам орудия.

4. Наконец можно сказать, что, при прочих одинаковых условиях, разгар будет итти тем энергичнее, чем больше количество газов дает порох. Например сорт пороха, дающий на килограмм 900 литров газов, будет не так разрушать стенки орудия, как порох, дающий 1000 литров газов на килограмм пороха.

Значение большого количества газов ясно само по себе, так как с этим связано повышение давления и плотности газов.

В результате разгара орудий получается как бы продвижение заднего конуса вперед, увеличение длины зарядной каморы и уменьшение плотности заряжания, что в свою очередь, вызывает уменьшение начальной скорости.

По данным опытов и по подсчетам легко можно установить падение скорости в зависимости от перемещения ската, и тогда, измеряя это перемещение, каким-либо прибором уже легко можно найти изменение скорости, что значительно упрощает работу по подготовке батареи к стрельбе (определение разнобойности орудий).[1] На прилагаемой фотографии (черт. 81) ясно видно разгорание орудия, причем не трудно подметить, что вверху разгар идет скорее.

2. Меры против разгара орудий.

В соответствии с рассмотренными причинами, содействующими разгару орудий, можно рекомендовать следующие меры для ослабления разгара орудий.

1. Понижение температуры газообразования. Пороха нитроглицериновые дают вообще более высокую температуру, чем пироксилиновые, почему разгар орудий, при зарядах из первых порохов, происходит быстрее. Пороха прогрессивно горящие, как разлагающиеся медленнее, должны давать низшую температуру в орудии, почему эти сорта порохов также содействуют уменьшению разгара и сохранению срока службы орудия.

По опытам, произведенным в Америке с винтовочными нитроглицериновыми и пироксилиновыми порохами, получились следующие результаты (см. табл. VIII, стр. 129).

2. В отношении химического действия пороховых газов можно высказать пожелания, чтобы порох был такого состава, чтобы при его взрывчатом разложении получались газы, не действующие на стенки орудия. Равным образом можно предъявить некоторые требования к металлу

[1] Подобные приборы в настоящее время уже выработаны и приняты на службе для некоторых орудий (прибор инж. Высоцкого). Следует заметить, что при этом не учитывается нарушение правильности полета снаряда, сильно влияющей на величину дальности.

стен орудия. Исследования этого вопроса приводят к заключению, что следует подбирать материал, возможно однородный по строению, т. е. металл должен быть подвергнут надлежащей обработке.

ТАБЛИЦА VIII

средних отклонений на 1 000 ярдов после различного числа выстрелов и разными сортами порохов

Сорт пороха	Число выстрелов, при котором еще сохраняется кучность боя	Средние отклонения на 1000 ярдов в дюймах			
		После 2000 выстр.	После 3000 выстр.	После 4000 выстр.	После 5000 выстр.
Нитроглицерин. с 30% нитроглицерина	2 000 — 3 000	26,6	37,4	—	—
То же с 20%	3 000 — 4 000	16,6	18,6	26,5	—
Пироксилиновый	12 000 — 15 000	15,2	15,8	16,3	16,9

Замечено, что металл жесткий более подвержен выгоранию, чем мягкий, поэтому для изготовления орудий лучше брать сталь с малым содержанием углерода и вводить в ее состав различные примеси, повышающие качества без увеличения жесткости (хром, вольфрам).

Конечно, на быстроту разгара орудия сильно влияют качества металла стен его. В приводимой ниже таблице сведены результаты опытов, произведенных в Америке. Обставлены опыты были следующим образом: в прочной бомбе взрывали одно и то же весовое количество взрывчатого вещества. В очко бомбы ввинчивались трубочки из различных металлов с каналом в 4 *мм* диаметром, площадью сечения канала 12,38 *кв. мм*. Газы, прорываясь через эти трубочки, производили в них выгорание металла, что приводило к увеличению площади сечения каналов трубочек. Степень увеличения этой площади дает указание на большую или меньшую устойчивость металла, при условиях опыта (см. табл. IX, стр. 130).

Опыт показывает, что орудия из никкелевой стали быстрее разгорают, чем из стали, не содержащей никкеля, что согласуется с приведенными в таблице результатами американских опытов. Объясняется более быстрое разгорание никкелевой стали тем, что никкель, вступая в соединение с окисью углерода, легко дает летучие соединения — карбонилы.

3. Поверхность канала должна быть очень хорошо полирована, тогда газам, так сказать, не за что будет зацепиться и они будут без задержки скользить по поверхности канала.

ТАБЛИЦА IX

разгаров трубочек из различных металлов первоначальною площадью сечения 12,38 *кв. мм* при наибольшем давлении около 2 300 атм.

Материал	Площадь поперечного сечения канала после опыта в *кв. мм*	Отношение этой площади к первоначальной
Мартеновская сталь.	55,44	4.5
Мартеновская сталь с 3% вольфрама.	58,63	4,7
Сталь с 3% никкеля	62,07	5,0
» » 20% »	72,69	5,9

Канал необходимо содержать в чистоте, чтобы в нем не было каких-либо посторонних тел. Необходимо очищать канал после стрельбы и смазывать его для предупреждения ржавления. Как известно, ржавчина производит изъязвления и портит полировку.

Металл для ведущих частей снаряда должен быть по возможности пластичен, дабы в нем не развивалось сил упругости, производящих нажатие на поля нарезов.

Это особенно важно потому, что грани нарезов и поля, то-есть выступы в орудии, охватываются газами с трех сторон и потому более прогреваются и энергичнее напитываются азотом, водородом и другими газами. Как известно, азот и водород увеличивают жесткость стали, а потому нажатие упругого пояска легче может привести к раздроблению жестких полей.

4. Принять все возможные меры к достижению обтюрации между ведущим пояском и поверхностью канала орудия.

Даже такое простое приспособление как папковая крышка, вкладываемая в гильзу, уже значительно предохраняет орудие от разгара.

Опыт стрельбы из двух 76-*мм* легких пушек, причем из одной стрельба производилась без папковых крышек, а из другой с такими крышками, после 2 500 выстрелов показал, что вероятные отклонения первой получились раза в полтора больше, чем у второй.

Для устранения прорыва газов между поверхностью канала и ведущим пояском снаряда вырабатываются различные меры. В ряду этих мер особого внимания заслуживает обмазка ведущих поясков специальною мазью, которая в момент выстрела заполняет все промежутки (зазоры) и,

смазывая канал, предохраняет его от непосредственного действия газов.

Для получения надлежащих результатов смазка должна надежно прилипать к снаряду, чтобы при заряжании она не отваливалась бы. Так как при хранении снарядов с обмазкою может получиться загрязнение обмазки, то желательно обмазывать снаряды непосредственно перед стрельбой, — значит, смазка должна удовлетворять требованию быстрого и незатруднительного обмазывания ею снарядов.

Затем она не должна вызывать порчи в поясках и в стенках снарядов и орудия. Всем этим условиям довольно полно удовлетворяет состав из церезина (горный воск), олифы типографской, минерального масла с примесью извести и самого тонкого графита (молекулярного).[1]

Опыт, произведенный с 254-*мм* пушками, показал, что при стрельбе снарядами без обмазки одна пушка выдержала, до потери кучности боя, 325 выстрелов, другая же, из которой стреляли обмазанными снарядами, выдержала 715 выстрелов.

После 139 выстрелов из первой пушки получили вертикальное вероятное отклонение 0,75 саж. и боковое 0,64 саж., тогда как из другой пушки, из которой стреляли снарядами с обмазкою, вероятные отклонения, соответственно, получились 0,155 саж. и 0,108 саж.

Нанесение обмазки может с удобством применяться в орудиях мало-скорострельных и заряжающихся раздельно. В орудиях, стреляющих унитарными патронами, этот прием встречает много неудобств, почему эту же мысль здесь стараются осуществить путем принятия особых обтюраторов, представляющих папковые крышки, наполненные специальною мазью. Опыты с такими обтюраторами дают хорошие результаты.

На основании опытов можно прийти к заключению, что достижение надлежащей обтюрации между ведущими частями и поверхностью канала имеет первостепенное значение для сохранения долгосрочности службы орудия.

Итак, для уменьшения разгара орудия следует:

1) выбирать сорт пороха, дающий возможно низкую температуру газообразования, прогрессивногорящий;

2) выбирать сталь однородной структуры и надлежащего состава (хромистая);

3) канал должен быть тщательно отполирован и содержаться в чистоте и исправности;

4) применение обтюраторов.

К сказанному следует добавить, что разгар орудий зави-

[1] Прием обмазки снарядов предложен С. А. Погребняковым, которым выработаны также и различные виды мази.

сит от режима стрельбы. При скорой стрельбе разгорание идет быстрее, чем при медленной.

Поэтому при стрельбе необходимо воздерживаться от производства скорой стрельбы, а в случаях необходимости ее производства, от времени до времени, делать перерывы стрельбы, давая орудию отдохнуть. [1]

Разгар раньше обнаруживается в верхней части орудий и затем в этой части он развивается энергичнее. Поэтому полезно после некоторого числа выстрелов повернуть орудие на станке на 180°. Такая мера применяется в некоторых орудиях больших калибров.

3. Омеднение поверхности канала орудия.

При стрельбе из орудий на поверхностях их каналов замечается тонкий красный налет — омеднение канала.

Омеднение может быть объяснено натиранием медным пояском поверхности канала.

По мере износа канала орудия, когда его поверхность становится все более и более шероховатой, получается не только натирание поверхности канала медью пояска, но и также сострагивание меди. Получающиеся мельчайшие стружки силою порохового газа вдавливаются в стенки орудия, образуя как бы чешуйки на поверхности канала, достигающие толщины до $^1/_4$ *мм*; частью же расплавляются и оседают на поверхности канала и снаряда, в особенности в запоясковой части, а по мере увеличения разгара и на корпусе снаряда.

Таким образом омеднение делает поверхность канала менее гладкой (портит полировку ее), а потому содействует скорейшему разгоранию стен орудия.

Для удаления медного слоя с поверхности канала можно применить следующие способы:

1) механический, при помощи напильников, наждака, все эти средства требуют, однако, тщательности в работе и искусства, и потому работы подобного рода производятся на заводах или в мастерских;

2) химический — растворение меди помощью различных жидкостей, например раствором двухромовокалиевой соли и хромового ангидрида, или насыщенным раствором углекислого аммония.

Замечено, что после производства холостых выстрелов омеднение уменьшается, что можно объяснить тем, что газы уносят часть меди (выжигают ее). Также уменьшению омед-

[1] Насколько тяжело интенсивный огонь отзывается на материальной части можно судить по следующему примеру: в VI французской армии с 1 июля по 24 октября 1917 г. вследствие разрывов и износа выбыло из строя 746 орудий.

нения содействует вкладывание в заряд олова, но это еще не достаточно изучено.

Для уменьшения и замедления образования омеднения, в войсковых частях можно рекомендовать принимать следующие меры:

1) протирание канала орудия перед стрельбою,

2) смазывание канала сейчас же по окончании стрельбы до остывания ствола,

и 3) тщательная чистка и мытье канала орудия керосином после стрельбы.

ОТДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ.

СНАРЯДЫ И ТРУБКИ.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ОТ СНАРЯДОВ И ТРУБОК.

1. Снаряды. Прочность снарядов.

При устройстве снаряда, кроме обеспечения правильности полета и желаемого действия по цели, что уже было рассмотрено в книге 1-й, необходимо прочное устройство, обеспечивающее снаряд от разрушения действием пороховых газов в канале орудия, а также и при ударе в преграду раньше, чем подействует трубка и произойдет взрыв разрывного заряда.

Необходимость первого из этих двух требований ясна *сама по себе: если снаряд не будет достаточно прочен, то* он может в канале орудия не только деформироваться, но и разрушаться, и от такого, непрочного, снаряда не только не получим ожидаемого действия, но даже может произойти разрыв орудия.

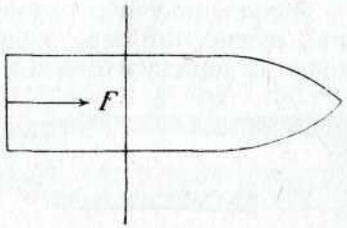
Снаряд не должен в канале орудия не только разрушаться, но и деформироваться, так как при получении деформаций он может, в свою очередь, произвести в стенках орудия деформации, заклиниться и вызвать разрыв орудия.

Второе же требование, хотя тоже ясно, но все-таки скажем, что при ударе в преграду непрочный снаряд может разрушиться раньше, чем подействует трубка, и, значит, эффект действия снаряда будет не тот, которого мы ожидали; разрушение снаряда происходит за счет его живой силы и, стало быть, меньшая ее часть будет обращена на разрушение преграды; при разрушении снаряда, даже частичном, он потеряет ту форму, которая признается наивыгоднейшей в смысле проникания снаряда в преграду, а потому углубление в преграду получится меньше, чем оно могло бы быть при сохранении правильности формы.

Итак, снаряд должен быть настолько прочным, чтобы не разрушаться и даже не деформироваться в канале орудия и не разрушаться при ударе в преграду.

Для выяснения вопроса о прочности снаряда, рассмотрим силы, действующие на снаряд. На снаряд действует давление пороховых газов или, что то же, на все дно действует движущая сила $F = P_{сн}\frac{\pi d^2}{4}$, где $\frac{\pi d^2}{4}$ — не только площадь дна снаряда, но и площадь сечений нарезов, т. е. вся площадь, на которую распределяется движущая сила F. Эта сила сообщает снаряду ускорение $a = \frac{F}{q} \cdot g$, где q—вес снаряда, а g—ускорение силы тяжести. Это равенство ($a = \frac{F}{q} \cdot g$) написано на основании того, что ускорения пропорциональны силам.

Разделим (черт. 82) мысленно снаряд плоскостью, перпендикулярною его оси, на две части. Взаимодействие между этими двумя частями будет происходить по плоскости раздела и может быть выражено некоторыми силами. Пусть вес передней части снаряда будет q_n; так как эта часть имеет ускорение a, то ее движение можно рассматривать происшедшими от действия силы $F_n = m_n a$, где m_n — масса передней, отделенной нами, части снаряда и равна $\frac{q_n}{g}$.



Черт. 82.

Поэтому $F_n = \frac{q_n}{g} \cdot a$. Подставляя вместо a равную ему величину $\frac{F}{q} \cdot g$, получим $F_n = \frac{q_n}{g} \cdot \frac{F}{q} \cdot g = \frac{q_n}{q} \cdot F$. Подставив вместо F величину $P_{сн} \cdot \frac{\pi d^2}{4}$, найдем $F_n = \frac{q_n}{q} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot P_{сн}$. Сила F_n направлена в сторону, обратную движению снаряда, если ее рассматривать как силу, с которою передняя часть снаряда давит на заднюю.

Так как напряжения выражаются усилиями, отнесенными к единице площади, то поделив равенство $F_n = \frac{q_n}{q} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot P_{сн}$ на площадь $\frac{\pi d^2}{4} - \frac{\pi d_1^2}{4}$ сечения стен снаряда, где d_1 — диаметр внутренней пустоты, получим величину напряжения в данном сечении в атмосферах. Обозначив ее через $P_{вн}$, напишем $P_{вн} = \frac{q_n}{q} \cdot \frac{d^2}{d^2 - d_1^2} \cdot P_{сн}$.

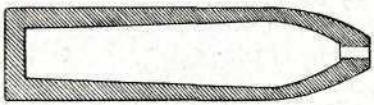
Из этого выражения видно, что напряжения, возникающие в различных поперечных сечениях стенок снаряда, зависят, при заданных калибре (d), весе снаряда (q) и давлении

пороховых газов на дно снаряда ($P_{сн}$) от веса впереди лежащей части снаряда q_n, т. е. от места сечения и от величины диаметра внутренней полости снаряда (d_1), т. е. от толщины стен.

Если задаться d_1 постоянным, то напряжение $P_{вн}$ будет наибольшим тогда, когда q_n получит наибольшее значение. А это значение есть q—полный вес снаряда. Так что стенки снаряда испытывают наибольшее напряжение у дна снаряда и это напряжение постепенно к вершине снаряда падает.

Так как усилия $P_{сн}$ и $P_{вн}$ действуют по направлению оси снаряда и направлены в противоположные стороны, то они вызывают сжатие стен снаряда вдоль по оси снаряда. Результатом этого сжатия может получиться раздутие стенок внаружу, что иногда и наблюдается.

Желая получить равное напряжение во всех местах стенок, нужно, по мере падения напряжения, увеличивать d_1, иначе говоря уменьшать толщину стен по направлению от дна к головной части снаряда (черт. 83). Этим постоянно и пользуются, чтобы за счет утонения стен, где только возможно, не нарушая прочности их, получить увеличение внутренней полости снаряда, для увеличения веса снаряжения снаряда.



Черт. 83.

Так как давления у гаубиц, вообще говоря, меньше, чем давления пороховых газов на дно снаряда у пушек, то отсюда следует, что стенки снарядов для гаубиц могут быть тоньше и сами снаряды, без нарушения прочности стенок, могут быть длиннее, чем у пушек. От этого их емкость увеличивается и вес разрывного заряда достигает 20 — 28% от веса снаряда (у малых калибров относительно меньше), тогда как у пушек вес разрывного заряда не превосходит 16%.[1] По этой же причине разрывные заряды в минах минометов достигают 50%. Кроме того мины вследствие малых ускорений, получаемых ими при выстреле, могут снаряжаться веществами более чувствительными и менее прочными по своим механическим качествам.

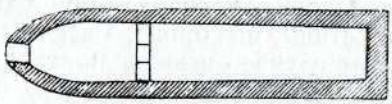
Для прочности снаряда необходимо, чтобы возникающие напряжения нигде, ни в одном сечении, не превосходили предела упругости; тогда не только снаряд будет прочен, не будет разрушаться в канале орудия, но в его стенках не

[1] Впрочем для некоторых пушек, у которых давления не слишком велики, допускается стрельба теми же снарядами, которые приняты для гаубиц.

будет получаться остающихся деформаций (вспомните о запасе прочности).

Совершенно так же, как были определены напряжения, возникающие при выстреле в стенках снаряда, можно определить напряжения и в снаряжении, например в тротиловом или мелинитовом сердечнике. Напряжения эти не должны превосходить прочности этих веществ, иначе передняя часть сердечника может раздробить позади лежащие слои, обратить их в порошок, а в таком состоянии эти вещества становятся более чувствительными и могут, при ударе в прочные цели (броневые закрытия), дать преждевременный взрыв.

При снаряжении веществами в виде зерен (селитро-сероугольный порох), зерна, осаживаясь назад с силою $F_з = \frac{\omega_p}{q} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot P_{сн}$, [1] могут спрессоваться в сплошную лепешку, которая может не дать взрыва от действия ударной трубки. Такие случаи и наблюдались при снаряжении фугасных снарядов крупнозернистым порохом. Для устранения этого явления в этих снарядах, начиная с 150-*мм* калибра и больше введена была перегородка (черт. 84), разделявшая столб пороха на две части, из которых каждая имела небольшой вес, а потому и пропорциональная ей сила $F_з$ получала в каждой части сравнительно небольшую величину.



Черт. 84.

Снаряжение (начинка) снаряда, осаживаясь, раздается в стороны и производит дополнительное давление на стенки снаряда в радиальном направлении. Поэтому, весьма важно, чтобы начинка представляла монолит, как это имеет место при снаряжении тротилом или мелинитом.

Перемещение начинки, кроме того, меняет положение центра тяжести, что отражается неблагоприятно на правильности полета снаряда.

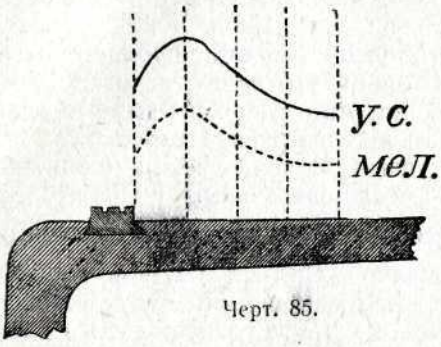
Для устранения этого пули шрапнели заливаются серой или канифолью.

В центральных трубках шрапнелей зерненый порох осаживался и, хотя, по малому весу столба пороха, спрессовывания его не наблюдалось, но тем не менее получалось при выстреле, между дистанционною трубкою и порохом, некоторое расстояние, разное при каждом выстреле, что вызывало разницу во времени передачи огня от дистанционной трубки разрывному заряду, а, значит, являлась еще одна из причин рассеивания разрывов.

[1] $a = \frac{F}{q} \cdot g$ и $F_з = \frac{\omega_p}{g} \cdot a = \frac{\omega_p}{g} \cdot \frac{F}{q} \cdot g = \frac{\omega_p}{q} \cdot F$. Подставляя вместо F его величину $P_{сн} \frac{\pi d^2}{4}$, найдем $F_з = \frac{\omega_p}{q} \cdot \frac{\pi d^2}{4} P_{сн}$.

Для устранения этого зерненный порох в центральных трубках заменили пороховыми цилиндриками.

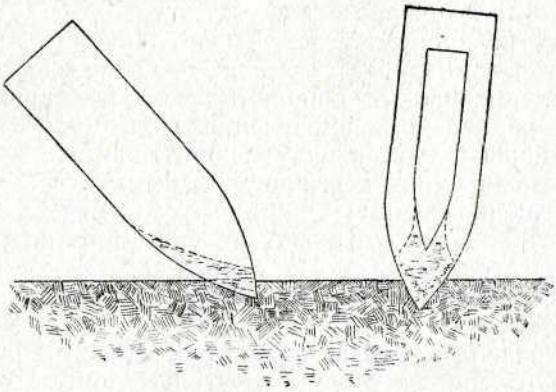
При снаряжении снарядов жидкостями (химические снаряды), жидкость производит давление не только на дно снаряда, но и на стенки, как и зернистые вещества, и эти давления будут возрастать по направлению от головной части к дну снаряда.



Черт. 85.

Все сказанное о давлении снаряжения на стенки и о напряжении внутри стенок подтверждается черт. 85, на котором построены кривые раздутий 152-*мм* снарядов после выстрела, снаряженных мелинитом и жидкостью (*У. С.*) с удельным весом 1,59, при чем деформации показаны увеличенными приблизительно в тысячу раз.

Прочность снаряда при ударе имеет особое значение при действии по броне. Рассчитывается прочность снарядов в этом случае, исходя почти из таких же соображений как и


Черт. 86.

в отношении давления пороховых газов, но нужно принимать во внимание обратное направление развивающихся напряжений, — от дна к головной части, так как передняя часть будет задержана сопротивлением брони, а задние части будут надвигаться на нее, сохраняя свою скорость.

Поэтому, в этом случае нужно, обратно, стенки снаряда в головной части делать толще, утоняя к дну (черт. 86).

Явление в этом случае протекает, однако, значительно

ложнее, так как усилия действуют, вообще говоря, не по направлению оси снаряда, а в косвенных направлениях, отчего в стенках снаряда могут развиваться сдвиги и отколы, как показано пунктиром на черт. 86 [1] или, вследствие сдвигающих усилий, действие головной части может быть сравнено с действием клина даже при падении по направлению оси фигуры снаряда и т. п.

В шрапнелях и снарядах, сходственного с ними устройства (зажигательных, светящих), снаряжение производит наибольшее давление на перегородку; поэтому перегородка должна быть рассчитана на это наибольшее давление, которое можно подсчитать по формуле:

$$F_{пер} = \frac{q_{пул}}{q} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot P_{сн.}$$

2. Назначение и роды трубок.

Трубки назначаются для того, чтобы произвести своевременный разрыв снаряда. В одних случаях, для более успешного поражения требуется, чтобы снаряд разрывался непосредственно вслед за падением его, в других — на воздухе, ранее падения, на некотором расстоянии до цели. Трубки, приводимые в действие от удара снаряда при падении, называются ударными. Трубки, производящие разрыв на требуемой дистанции во время полета снаряда, называются дистанционными. Трубки, могущие по желанию действовать и как ударные, и как дистанционные, называются трубками двойного действия. Трубки только дистанционные теперь выводятся из употребления и заменяются трубками двойного действия. Трубки двойного действия обладая свойствами и ударных и дистанционных трубок, имеют преимущества тех и других. При отказе, почему-либо, дистанционного приспособления снаряд разрывается при падении, благодаря ударному приспособлению, и наносит поражение картечным действием. Они применяются к шрапнелям, светящим, зажигательным, агитационным снарядам, а также к бризантным гранатам и снарядам для действия по воздушным целям.

Дистанционные трубки в зависимости от того, каким образом определяется в них промежуток времени, от момента смещения снаряда в орудии при выстреле до момента разрыва, разделяются на трубки химические и механические.

В первых этот промежуток определяется длиною сгорающего состава, а во вторых — помощью особых механизмов

[1] На чертеже заштрихованы части, подвергшиеся сдвигу относительно прочей части снаряда.

(в роде часовых). Последние трубки должны иметь большое преимущество перед химическими в точности действия и в меньшей зависимости их действия от атмосферных условий, в особенности от давления воздуха, а также их действие менее зависит от влажности. Между тем эти две причины очень сказываются на правильности работы химических трубок.

Однако механические трубки пока не получили широкого распространения и повсюду, почти исключительно, применяются химические дистанционные трубки.

Ударные трубки применяются ко всем гранатам и бомбам и химическим снарядам.

К разряду ударных трубок относятся взрыватели, представляющие ударную трубку, соединенную в одно целое с детонатором.

Ударные трубки разделяются на головные, помещаемые в головном очке снаряда, и донные, помещаемые в дне снаряда, чтобы не ослаблять очком головной части. Дистанционные же трубки и трубки двойного действия помещаются всегда в головном очке.

Во всех трубках должны быть: 1) предохранители, делающие трубку безопасною при обращении. Сущность их состоит в том, что до смещения снаряда при выстреле трубка безопасна: при смещении же снаряда, а следовательно и трубки, некоторые части трубки, вследствие инерции, не двигаются вместе с прочими, а остаются на месте и их относительное перемещение совершается с большими усилиями, благодаря которым эти части могут преодолевать сопротивление предохранителей, надежно удерживающих их на месте при тех незначительных толчках и сотрясениях, которым снаряд может подвергаться при обращении и перевозке.

2) Предохранители, обеспечивающие от разрыва снаряда при случайных небольших изменениях их скорости. Например, снаряд подвергается действию сопротивления воздуха, и его скорость от этой причины постепенно убывает. Внутренние же части трубки не подвергаются действию сопротивления воздуха, почему и не теряют скорости, которая у них при вылете из канала была та же, что и у снаряда, следовательно эти части, если бы были свободны, могли бы переместиться внутри трубки, что нежелательно, так как это может вызвать взрыв.

3) Желательно принять меры к тому, чтобы взрыв капсюля, могущий произойти преждевременно как вследствие его неисправности, так и вследствие какой-либо неправильности в движении снаряда, происходил бы не в канале орудия, а по вылете из него. Разрыв снаряда в канале орудия большею частью сопровождается порчею или разрушением орудия, а также возможны несчастья с людьми. Разрыв сна-

ряда, хотя и по вылете из канала орудия вблизи его, так называемый преждевременный разрыв, может сопровождаться поранением орудийного расчета, так как осколки летят и назад, вследствие большой силы разрывного заряда, а также стрельба через головы своих войск становится опасною.

Для устранения разрыва снаряда при взрыве капсюля самого по себе, помещают капсюль в отдельных замкнутых каморах такого объема, что получившиеся при взрыве газы, распространяясь в нем, утратят свою упругость и не будут в состоянии разрушить оболочку. Взрыв капсюля возможен потому, что гремучая ртуть обладает весьма большою чувствительностью. Как известно, для понижения чувствительности гремучую ртуть прессуют в лепешки при большом давлении (ок. 700 атм.). С течением времени от ряда толчков, сотрясений, высыхания лепешка может дать трещины, расколоться, что и служит причиною увеличения чувствительности капсюля, а, значит, вероятность получения взрыва увеличивается. Поэтому преждевременный взрыв более вероятен при трубках, подвергавшихся перевозке и выдержавших продолжительное хранение при разнообразных условиях.

Эта мера — помещение капсюля в особой каморе принята в наших взрывателях предохранительного типа (безопасных), обозначаемых марками *3Г.Т.*, *4Г.Т.*, *6Г.Т.*, *У.Г.Т.*, что означает: цифра — нумер взрывателя, *Г* — головной, *Т* — тетриловый, *У* — универсальный.

Для предупреждения преждевременных взрывов от неправильности полета снаряда, что особенно возможно в орудиях с разгоревшим каналом, когда ось фигуры снаряда может получать значительные колебания, полезно капсюль помещать возможно ближе к центру тяжести снаряда, тогда он будет менее подвергаться действию всяких колебаний в движении оси фигуры снаряда около касательной к траектории. Во-вторых, можно увеличивать расстояния капсюля от жала, тогда для прохождения этого увеличенного расстояния капсюлю потребуется больший промежуток времени, в течение которого снаряд успеет не только вылететь из канала орудия, но и отлететь от него на достаточное расстояние. С этою целью устраиваются также предохранители центробежного типа, которые освобождают, взводят, ударник лишь спустя некоторое время по вылете снаряда из канала орудия.

4) В химических дистанционных трубках, сверх того, необходимы приспособления для вывода наружу, образующихся при сгорании дистанционного состава, газов, так как в противном случае газы эти, накопляясь внутри трубки, будут увеличивать давление, а под влиянием возросшего давления, скорость горения состава возрастает, и правильность горе-

ния его нарушится. Кроме того давлением газов трубка может быть разрушена.

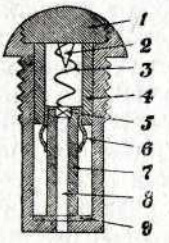
5) Простота приемов подготовки трубки к выстрелу и быстрота выполнения этой подготовки.

6) Способность выдерживать продолжительное хранение при разнообразных условиях без понижения качеств действия трубки.

3. Взводимость и безопасность трубок.

При рассмотрении устройства трубок особо важными являются вопросы о взводимости трубок и своевременности действия.

Как известно, действие трубок основывается на том, что при резком изменении скорости снаряда ударник или другие части — разгибатели получают (вследствие инерции) движение относительно коробки трубки — трубка взводится. Для того, чтобы трубка была безопасна в обращении, устраиваются предохранители, которые и удерживают ударник в таком положении, что он не может ударить по капсюлю.



Черт. 87.
1. Крышка.
2. Жало.
3. Пружинка.
4. Разгибатель.
5. Капсюль.
6. Лапчатый (пружинный) предохранитель.
7. Ударник.
8. Канал.
9. Свинцовый кружок.

В момент смещения снаряда предохранители должны освободить ударник, иначе трубка может не подействовать при падении (откажет). Большею частью предохранитель делается пружинным, и нужно рассчитать силу его пружины так, чтобы при выстреле было преодолено ее сопротивление (K) действием разгибателя (черт. 87).

Пусть вес разгибателя, действующего на пружинный предохранитель, будет q_p. Тогда, подобно тому, как это уже было неоднократно выведено раньше, можно написать выражение для величины силы F_p, с которою разгибатель осядет на предохранитель:

$$F_p = \frac{q_p}{q} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot P_{сн}.$$

Для взводимости необходимо, чтобы F_p было бы больше сопротивления предохранителя (K) и, в крайнем случае, равнялось бы ему $F_p \geqq K$, или $K \leqq \frac{q_p}{q} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot P_{сн}$.

Если взять крайний случай $K = \frac{q_p}{q} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot P_{сн}$, то видно, что сопротивление предохранителя прямо пропорционально весу разгибателя. Значит, увеличивая вес разгибателя, мы можем

взять и более сильную пружину предохранителя и сделать трубку более безопасной в обращении.

Из этого же выражения для K — сопротивления предохранителя видно, что при прочих одинаковых условиях это сопротивление зависит от веса снаряда и именно, чем больше вес снаряда, тем оно может быть меньше. Брать, однако, предохранители малого сопротивления опасно, поэтому с увеличением веса снаряда, беря некоторое сопротивление K, увеличивают вес разгибателя. Этим обстоятельством и объясняется, между прочим, такое обилие марок взрывателей. [1]

При ударе в преграду снаряд потеряет большую или меньшую часть своей скорости. Ударник же ударной трубки будет сохранять скорость, которую он имел в момент удара. Поэтому между скоростью снаряда и скоростью ударника получится некоторая разница, что и обусловит возможность продвигания ударника в коробке трубки. Для этого необходимо, чтобы запас энергии ударника был бы достаточен для преодоления всех сопротивлений его продвижению.

Таким образом, для действия ударной трубки при падении снаряда на преграду необходимо, чтобы приобретенная, в отношении движения снаряда, ударником живая сила была бы более той работы, которую нужно произвести ударнику для удара по капсюлю. Эта последняя работа будет равна сопротивлению движению ударника (трение на поверхности, преодоление сопротивления пружины, предупреждающей продвигание ударника на полете), умноженному на путь, который должен пройти ударник внутри трубки для удара по капсюлю l.

С другой стороны, ударник имеет скорость вместе со снарядом в момент удара v_c. Но при ударе, как сказано, снаряд быстро потеряет часть этой скорости, и его скорость станет v_y. Ударник же потери скорости не получит, и относительно снаряда его скорость будет больше на $v_c - v_y$, и ударник в своем относительном движении будет обладать

---

[1] Так, во взрывателях . . . . . 3 Г.Т. 4 Г.Т. 6 Г.Т.

Вес ударника с частями, прочно с ним соединенными в граммах	46	43	43
Вес оседающего цилиндра в граммах.	15	35	35
Сопротивление предохранителя в килограммах	73 — 82	67 — 80	67 — 80

Взрыватель 3 Г.Т. назначается для 76-*мм* и 107-*мм* пушек, 4 Г.Т. — для 122-*мм* гаубицы, 6 Г.Т. — для орудий 152-*мм* калибра.

В 22-сек. трубке двойного действия для 76-*мм* полевой пушки

вес дистанц. ударника	7,36 *г*
„ ударного „	11,7 „
„ разгибателя ударной части	15,7 „
Сопротивление разрезного кольца дистанц. части	32,8 — 45,0 *кг*
„ лапчатого предохранителя.	26,6 — 39,0 „
„ спиральной пружины ударн. части	9,4 — 12,9 „

живой силой, если назвать вес ударника q_y, равною

$$\frac{q_y(v_c^2 - v_y^2)}{2g}.$$

Для возможности продвижения ударника необходимо, чтобы эта живая сила была бы больше, в крайнем случае, равна работе сопротивления

$$\frac{q_y(v_c^2 - v_y^2)}{2g} \geqslant Sl,$$

где S — равнодействующая сопротивлений продвижению ударника.

Беря крайний случай, получим: $Sl = \frac{q_y(v_c^2 - v_y^2)}{2g}$.

Это уравнение позволяет установить зависимость чувствительности трубки от различных конструктивных данных. Под чувствительностью трубки будем понимать ее способность действовать (производить действие) при минимальном изменении скорости. Поэтому за меру чувствительности можно взять разность $v_c - v_y$, или $v_c^2 - v_y^2$.

Из последнего уравнения

$$v_c^2 - v_y^2 = \frac{2gSl}{q_y},$$

откуда видно, что для увеличения чувствительности трубки следует уменьшать всякие сопротивления движению ударника (S), уменьшать путь, проходимый ударником (l), и увеличивать вес ударника (q_y).

Уменьшать сопротивление S слишком много нельзя, ибо тогда можно ожидать, что трубка подействует вследствие уменьшения скорости снаряда на полете от действия силы сопротивления воздуха. Для предупреждения этого, напротив, вводят добавочное сопротивление в виде особых пружинок (пружинка (3) на черт. 87).

Путь l, проходимый ударником внутри трубки, делается, вообще говоря, небольшим.

Тем не менее, для повышения чувствительности трубок, стремятся уменьшить это расстояние сколь возможно. Однако эта мера не может считаться гарантирующей безопасность трубки, поэтому иногда для примирения этих противоречивых требований делают головку трубки деформирующейся при ударе, причем жало, укрепленное в этой деформирующейся, сминающейся части, уходит при ударе вовнутрь трубки, чем и уменьшается расстояние l.

Увеличение веса ударника (q_y) всегда имеется в виду. Однако его увеличение требовало бы более сильного предохранителя, чтобы сделать трубку безопасной. Поэтому, чаще всего, вес ударника делают небольшим, но, при взводе трубки

во время выстрела, вес ударника увеличивается благодаря соединению ударника с предохранителем и разгибателем в одно целое.

Наконец, для достижения моментальности действия делают трубки, значительно выступающие вперед из корпуса снаряда, соблюдая при этом и все другие меры, увеличивающие чувствительность трубки (см. далее взрыватель 24/31 М. 1917 г.).

Таким образом достигается бо̀льшая безопасность трубки и бо̀льшая ее чувствительность, и можно получить трубку мгновенного действия.

Если большой чувствительности трубки не нужно, то можно, исходя из выражения для $v_c^2 - v_y^2$, применять меры, обратные только-что рассмотренным.

Иногда требуется, чтобы взрыв снаряда происходил только после того, как снаряд проделает некоторую работу: достаточно углубится в преграду или пронижет ее насквозь (при действии по броне). Для достижения этого рассмотренных мер, для понижения чувствительности трубки, может оказаться недостаточно, трубка получится все-таки быстро действующей. В таком случае вводят особые замедлители, представляющие столбик прессованного пороха, на пути луча огня от капсюля внутрь снаряда.

Продолжительность горения столбика определяют, сообразуясь с желаемой продолжительностью замедления.

При действии по земляным преградам продолжительность действия замедлителя ок. $^1/_{20}$ сек., по броневым — от $^1/_4$ до $^1/_2$ сек.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

ВЗРЫВАТЕЛИ.

1. Общие понятия.

Взрыватели назначаются для детонации разрывного заряда фугасных снарядов или разрушения оболочки и разбрызгивания веществ химических снарядов после падения. Они, по существу, представляют ударную трубку, соединенную с детонатором. У нас имеются взрыватели различных марок, обозначаемых нумером и двумя буквами, обозначающими: первая — куда ввинчивается взрыватель, в головное очко (Г) или донное (Д) и вторая — род вещества, которыми детонатор снаряжен: Т — тетрил и М — мелинит. Например марка 3 Г.Т. обозначает № 3, головной, тетриловый.

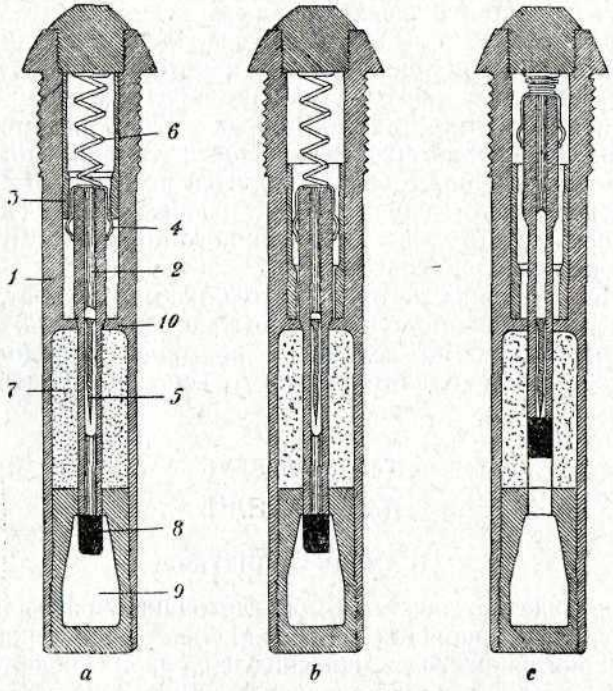
Имеются взрыватели нескольких чертежей.

Различные марки взрывателей каждого чертежа отличаются, главным образом, размерами и некоторыми несущественными подробностями устройства.

2. Взрыватели З Г.Т. и У.Г.Т.

До выстрела оседающая часть (3) (черт. 88), опираясь на лапки (4) предохранителя, удерживает ударник (шток) (2), с прикрепленным к нему капсюлем (8), на месте, чем и достигается безопасность трубки при обращении. Жало (5) неподвижно укреплено в перегородке (10) коробки (1).

При выстреле снаряд вместе с взрывателем быстро двинется, а оседающая часть, стремясь по инерции остаться на месте, преодолеет сопротивление лапок предохранителя, осядет на ударник и упрется в перегородку коробки. В таком взведенном положении ударник удержи-



Черт. 88.

1. Коробка. 2. Ударник. 3. Оседающий цилиндр (разгибатель). 4. Лапчатый (пружинный) предохранитель. 5. Жало. 6. Пружинка. 7. Детонатор. 8. Капсюль. 9. Холостая камора. 10. Перегородка. *a* — до выстрела, *b* — при выстреле, *c* — при падении.

вается на месте во время полета спиральной предохранительной пружинкой (6). Во время смещения снаряда ударник, вследствие инерции, сильно нажмется на перегородку и развившимися при этом силами упругости мог бы быть откинут вперед. Чтобы этого не произошло, между ударником

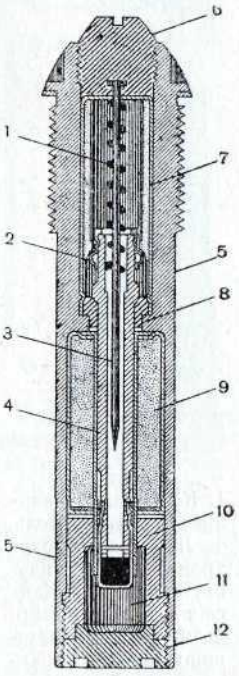
и перегородкой проложено свинцовое кольцо. Благодаря всем этим мерам прикрепленный к ударнику капсюль находится все это время в холостой каморе.

При падении снаряда скорость его резко уменьшается, ударник же, вместе с прикрепленным к нему капсюлем, по инерции продвигается вперед, сжимая спиральную пружинку (6); при этом капсюль, выйдя из холостой каморы, накалывается, при дальнейшем движении, на жало, которое остается на месте, как укрепленное в перегородке. От накола о жало капсюль взрывается и взрывает детонатор, так как капсюль в это время будет внутри детонатора (черт. 88, *с*). Последний сообщает взрыв разрывному заряду в снаряде.

Взрыватель 3 Г.Т. назначается для снарядов 76-*мм* и 107-*мм* калибра. Совершенно сходно с ним, отличаясь лишь размерами, устроены взрыватели 4 Г.Т. для 122-*мм* снарядов и 6 Г.Т. для 152-*мм*.

При взрывателях этой системы, в случае взрыва капсюля от сотрясения при выстреле, этот взрыв локализуется в холостой каморе и не передается детонатору, а потому разрыв снаряда в канале орудия и разрыв орудия по этой причине невозможен. Взрыватели, у которых случайный взрыв капсюля не сообщается детонатору, называются взрывателями предохранительного типа. Преждевременный разрыв снаряда с взрывателем этой системы перед дулом орудия, вследствие накола капсюля о жало, весьма маловероятен по причине большого удаления капсюля от жала.

На основании боевого опыта можно заключить, что разрыв в канале орудия настолько маловероятен, что практически его можно считать невозможным. Случаи же преждевременных разрывов, хотя и возможны, но весьма маловероятны (вероятность менее $\frac{1}{250\,000}$).

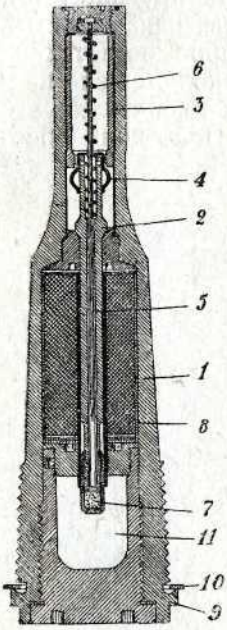


Черт. 89.
1. Пружина. 2. Лапчатый предохранитель. 3. Жало. 4. Ударник (шток). 5. Коробка. 6. Крышка. 7. Оседающий цилиндр. 8. Перегородка. 9. Детонатор. 10. Втулка детонатора. 11. Холостая камора. 12. Втулка донье-вая.

В настоящее время выработан и принят на службу ко всем орудиям новый взрыватель марки У.Г.Т. (универсальный, головной, тетриловый), отличающийся деталями от описанного взрывателя 3 Г.Т., как это видно из черт. 89.

Главнейшими отличиями являются: закрепление жала в крышке или головной втулке, устройство холостой каморы

и введение под детонатором асбестового колечка, назначение которого — смягчать нажатие детонатора на дно взрывателя. Этот взрыватель прочнее других и несмотря на это легче их вследствие меньшей длины. Благодаря иному устройству жала (большая прочность) в нем предупреждена возможность преждевременного разрыва снаряда от поломки жала.



Черт. 90.
1. Коробка. 2. Ударник. 3. Разгибатель. 4. Лапчатый предохранитель. 5. Жало. 6. Пружинка. 7. Капсюль. 8. Детонатор. 9. Флянец. 10. Свинцовое кольцо. 11. Холостая камора.

3. Донные взрыватели марки 7 Д.Т., 8 Д.Т. и 9 Д.Т.

Донные взрыватели для некоторых снарядов имеют устройство, сходное с только-что описанным взрывателем 3 Г.Т. или У.Г.Т; поэтому, не приводя их описания, мы приведем лишь схему устройства (черт. 90). Читателям, надо полагать, не представит труда разобраться в действии этих взрывателей по схеме. Заметим только, что донные взрыватели, как самое название их показывает, ввинчиваются в дно снаряда. Взрыватель 7 Д.Т. назначается для 120-*мм* снарядов, 8 Д.Т. для 305-*мм* и 280-*мм* и 9 Д.Т. для 152-*мм* береговых пушек.

4. Ударно-детонаторные трубки системы Шнейдера и марки 24/31 М. 1917 г.

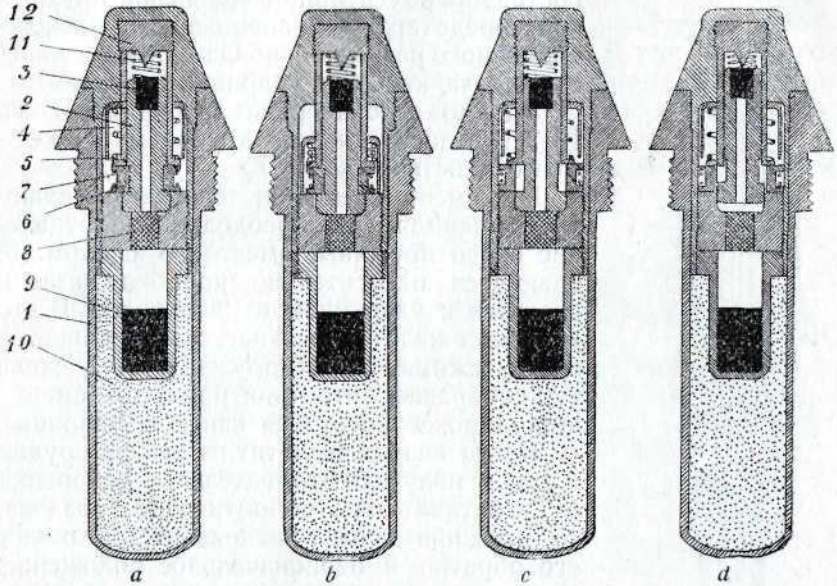
Ударно-детонаторными трубками называются трубки, в которых детонатор помещается в особом от трубки запальном стакане, ввинчиваемом в снаряд [1], и сама трубка снабжена детонаторным капсюлем (2 *г*). В этой системе (черт. 91) ударник (2) с ударным капсюлем (3) до выстрела удерживается от смещения посредством 4 секторов (6), образующих вместе кольцо и входящих внутренними краями в кольцевой желобок ударника. Сектора соединяются вместе кольцевой пружинкой (7), охватывающей их снаружи.

При выстреле оседающий колпачок (4), стремясь по инерции остаться на месте, сжимает предохранительную пружинку (5) и оседает в положение, показанное на черт. 91, *б*. В этом положении колпачок препятствует секторам разойтись в стороны, несмотря на полученное снарядом вращение и на стремление секторов раздвинуться под влиянием центробежной силы.

После вылета снаряда он не будет получать ускорений

[1] На черт. запальный стакан показан вместе с трубкою.

вперед, напротив, он будет получать отрицательное ускорение от действия силы сопротивления воздуха, почему колпачок перестанет сжимать предохранительную пружинку, она разожмется и поставит колпачок в первоначальное (верхнее) положение (черт. 91 *c*); тогда сектора, под влиянием центро-



Черт. 91.

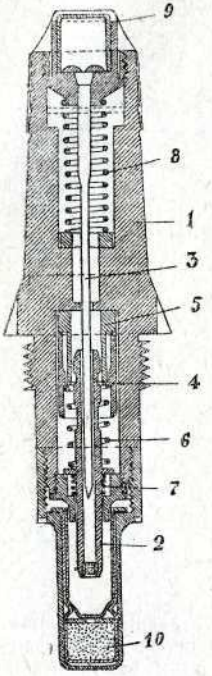
1. Коробка. 2. Ударник. 3. Капсюль ударн. сост. 4. Оседающий колпак. 5. Пружина предохранителя. 6. Сектора. 7. Пружинка кольцевая. 8. Замедлитель. 9. Капсюль гр. ртути. 10. Детонатор. 11. Спиральная пружина. 12. Жало. *a* — до выстрела, *b* — при выстреле, *c* — на полете, *d* — при падении.

бежной силы, преодолев сопротивление кольцевой пружинки, раздвинутся в стороны и выйдут из кольцевой канавки ударника, ударник освобождается и удерживается от продвигания вперед только спиральной пружиной (11).

При падении снаряда скорость его резко уменьшится, и ударник по инерции двинется вперед, сожмет спиральную пружинку (11) и наколется ударным капсюлем на жало (12) (черт. 91, *d*). Ударный капсюль взорвется и зажжет замедлитель (8) из прессованного пороха, который, прогорев около 0,05 сек., передает огонь капсюлю гремучей ртути. В трубках без замедления в прессованном порохе имеется сквозной канал. Капсюль взрывается и взрывает детонатор (10), который взрывает разрывной заряд в снаряде.

При взрывателях этой системы, в случае самовоспламенения ударного капсюля от сотрясения при выстреле, происходит преждевременный разрыв снаряда: 1) перед дулом, если взрыватель с замедлителем, или 2) в канале орудия,

если взрыватель без замедлителя, при чем в этом последнем случае неизбежно происходит разрыв самого орудия. В случае самовоспламенения при выстреле капсюля с гремучей ртутью происходит преждевременный разрыв снаряда в канале орудия, вызывающий разрыв орудия. Центробежный предохранитель, состоящий из секторов с кольцевой пружинкой, предотвращает возможность преждевременного разрыва снаряда в орудии лишь от накола капсюля ударника на жало.



Черт. 92.
1. Коробка. 2. Ударник с капсюлем уд. состава. 3. Жало. 4. Оседающий цилиндр. 5. Сцеп. 6. Пружина осед. цилиндра. 7. Пружина ударника. 8. Пружина жала. 9. Оловянный колпак. 10. Капсюль гр. ртути.

Ударно-детонаторная трубка 24/31 М. 1917 г. относится к типу трубок мгновенного действия (черт. 92).

В момент смещения снаряда оседающий цилиндр (4), преодолев сопротивление своей пружины, вместе со сцепом (5) сдвинутся относительно коробки назад и сцепятся с ударником в одно целое. В это же время жало (3) тоже несколько сдвинется назад, сжимая свою пружину. Ход жала так соображен, что оно, при этом смещении, не может коснуться капсюля ударника.

Когда снаряд вылетит из канала орудия и станет получать отрицательные ускорения от действия силы сопротивления воздуха, то пружина жала, расправляясь, пошлет его обратно в первоначальное положение. Ударник же со всеми сцепившимися с ним частями тоже будет двинут вперед пружиной ударника (7), находившейся до этого в поджатом состоянии. Благодаря этому капсюль ударника приблизится к жалу, однако не дойдет до него, но расстояние между ними будет очень небольшое.

При падении снаряда прикрывающий верхнюю часть трубки оловянный колпачок от удара сомнется, и жало будет вдвинуто внутрь коробки. Расстояние между жалом и капсюлем уменьшится. Ударник, стремящийся продвинуться вперед, быстро пройдет это расстояние, и капсюль наколется на жало.

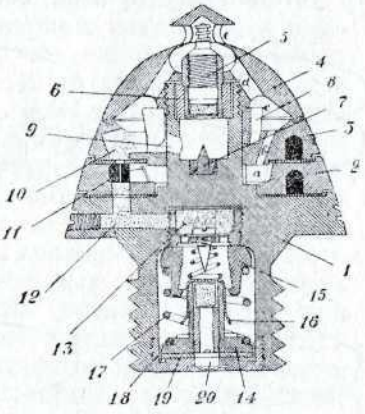
Трубка значительно выступает вперед из корпуса снаряда, что, в связи с малостью расстояния между капсюлем и жалом перед падением снаряда на преграду, дает возможность получать разрыв раньше углубления снаряда в преграду, то-есть трубка действует мгновенно.[1]

[1] Промежуток времени, необходимый на перемещение частей трубки при падении, вообще измеряется несколькими тысячными долей секунды (0,003 — 0,005).

ДИСТАНЦИОННЫЕ ТРУБКИ.

1. 22-сек. трубка двойного действия.

Все части трубки собираются на стебле (1) и внутри его. На головке (черт. 93) стебля собирается дистанционная часть трубки, а в хвосте — ударная. В дне канала головки укреплено жало (7), а вверху предохранителем (6) удерживается дистанционный ударник (5). В нижней части ударника закреплен капсюль ударного состава. Ударник в нижней части несколько тоньше, чем в верхней, и охвачен здесь упругим латунным кольцом (6), разрезанным по производящей и представляющим предохранитель.



Черт. 93.

1. Стебель. 2. Нижнее дистанционное кольцо. 3. Верхнее дистанц. кольцо. 4. Гайка. 5. Дистанц. ударник. 6. Предохранитель. 7. Жало дистанц. части. 8. Зажимное кольцо. 9. Окно. 10. Начало горения дистанц. состава. 11. Передаточный канал нижнего кольца. 12. Передаточный канал в петарду. 13. Петарда. 14. Ударник ударной части. 15. Разгибатель. 16. Лапчатый предохранитель. 17. Пружина. 18. Лапки. 19. Свинцовый кружок. 20. Окно.

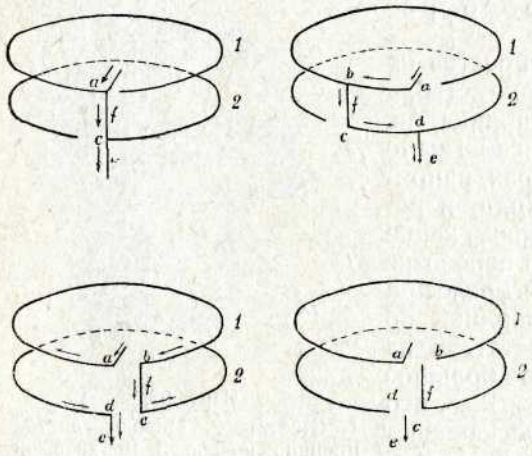
Предохранитель опирается на уступ канала в головке стебля и, упираясь в скос ударника, не позволяет ему опуститься на жало даже при сильных ударах, например, если уронить снаряд, и вообще при таких ударах, какие могут встретиться при перевозке или обращении. При выстреле при смещении снаряда ударник, по инерции, стремится остаться на месте и развивает такое большое давление на предохранитель, что раздвигает его и проскакивает вниз, падает на жало и воспламеняет капсюль. Для устранения болтания ударника при обращении со снарядом сверху на сосок ударника надета спиральная пружинка.

На тарелку (широкая часть стебля) накладываются два дистанционных кольца (2 и 3) и прижимаются к тарелке гайкою.

Нижнее дистанционное кольцо — подвижное, оно может вращаться вокруг головки. Верхнее же кольцо неподвижное, вращение его устраняется тремя выступами, выдающимися внутрь и входящими в продольные пазы, вырезанные в стенках головки. Дистанционный состав помещается в кольцевых выемках на нижних срезах обеих дистанционных частей. Концы обоих кольцевых составов разделены перемычками. Один конец нижнего кольце-

вого состава вертикальным каналом (11) сообщается с кольцевым составом верхнего дистанционного кольца. В верхнем кольце один конец дистанционного состава, при помощи канала (10), сообщается через окно (9) с внутреннею частью головки стебля. В стебле имеется камора (13) с порохом, которая с помощью коленчатого канала (12) сообщается с дистанционным составом нижнего кольца. Все канальцы заготовлены порохом, т. е. стенки их покрыты приклеенными на лаке зернами пороха или в них запрессованы цилиндрики порохового состава с канальцами по оси для быстрой передачи огня.

Если поставить нижнее кольцо как показано на черт. 93, то установится прямое сообщение петарды с пустотой головки, и пламя капсюля ударника, накалывающегося при выстреле на жало, передастся тотчас же пороху, наполняющему камору. Пороховые газы через отверстия в дне каморы проникают в хвостовую часть и оттуда к разрывному заряду шрапнели.



Черт. 94.
1. Дистанционный состав верхнего кольца. 2. То же — нижнего кольца.

Если же повернуть нижнее дистанционное кольцо по направлению часовой стрелки, то его передаточный канал расположится против некоторого промежуточного места кольцевого состава верхнего дистанционного кольца, канал же петарды придется против промежуточного места кольцевого состава нижнего дистанционного кольца, и на передачу огня внутрь снаряда потребуется время, необходимое для сгорания частей дистанционного состава обоих колец от начала их горения до соответствующих передаточных каналов. Схемы (черт. 94) поясняют ход горения состава колец при различных установках нижнего кольца.

При установке по первой схеме, отвечающей расположению частей трубки на черт. 93, разрыв произойдет вблизи дула орудия (5—20 *м*), так называемая установка на картечь. По второй схеме, до разрыва пройдет время, необходимое для выгорания длины состава верхнего кольца

ab, только тогда луч огня проникнет в нижнее кольцо, в котором выгорит длина *cd* состава, и только после этого луч огня передастся в петарду и далее в снаряд. Разрыв произойдет на дистанции, отвечающей продолжительности промежутка времени, необходимого для сгорания состава на длине $ab + cd$.

Третья схема не требует, надо полагать, объяснения, — она отвечает наибольшему возможному в данной трубке времени горения состава. При установке по четвертой схеме луч огня из верхнего кольца не может передаться в нижнее и из нижнего в петарду и далее во внутрь снаряда — дистанционная часть трубки исключена из действия, трубка установлена на удар, так как действует ударная часть.

Деления шкалы нанесены на боковой поверхности нижнего кольца и рассчитаны так, что каждое из них отвечает изменению дальности разрыва на 42 *м* (20 саж.). Надписи сделаны через каждые 10 делений, от 10 до 130 (от 200 саж. до 2 600). Деления шкалы устанавливаются против черты указателя на боковой поверхности тарелки. На дистанционной части имеются еще черты с буквою К (картечное действие) и черта У (ударное действие на удар).

Горение дистанционных составов должно итти поперечными слоями. В селитро-серо-угольных порохах скорость воспламенения много более скорости горения; поэтому при горении кольцевого состава, сходного с этим порохом, огонь гораздо скорее может распространиться по нижней обнаженной его поверхности, чем в самом составе, и трубка будет давать тогда весьма разнообразные времена горения состава,— рассеивание разрывов будет велико.

Для устранения этого необходимо, чтобы поверхность состава прилегала совершенно плотно к своей опорной поверхности и не давала здесь никаких просветов, по которым могли бы проникнуть газы. Так как в отношении металлических поверхностей это трудно достижимо, то на поверхность тарелки и на верхнюю плоскость нижнего дистанционного кольца наклеены суконные кружки с вырезами против передаточных каналов. Кроме того поверхности обоих кольцевых составов оклеены пергаментною бумагою, что отчасти предохраняет состав от отсыревания. Против окна и канала пергамент пробит, чтобы не задерживал прохода огня. Меры эти достигнут своей цели лишь при сильном нажатии соприкасающихся поверхностей. Если, однако, сильно зажать гайку, то установка трубки прямо рукою, что желательно для достижения скорострельности, станет невозможной, придется прибегать к ключу, бородки которого вставляются в особые углубления на боковой поверхности дистанционного кольца, что, конечно, связано с потерей времени. Поэтому зажимная гайка еще на заводе, при помощи особого авто-

матически регулирующего зажимного ключа, подтягивается в такой мере, чтобы можно было просто рукою поворачивать нижнее дистанционное кольцо за укрепленные на нем кнопки и чтобы, в то же время, приданная на заводе установка не сбивалась во время перевозки трубок и снарядов и при обращении с ними. В этом положении гайка закрепляется.

Для того же, чтобы удержать кольца на установленном делении при полете снаряда, устроено особое зажимное кольцо (8) (черт. 93), которое при выстреле, в силу инерции, оседает, вгоняется как клин в выемку верхнего дистанционного кольца, плотно охватывает головку стебля и заклинивает на ней верхнее кольцо, которое, в свою очередь, заклинивает нижнее кольцо на тарелке, для чего имеются особые кольцевые выступы в кольцах и тарелке. Для того, чтобы зажимное кольцо, осев, не закрыло собой окно и не помешало передаче огня от капсюля, в нем сделан сквозной разрез.

Вторым существенным условием для правильного действия трубки является свободный выход газов, от горения состава, наружу, иначе давление газов будет все увеличиваться, скорость горения состава вследствие этого будет возрастать и, наконец, сама трубка может быть разрушена. С этой целью в верхнем дистанционном кольце и гайке имеются каналы, выводящие газы к отверстиям под парашютом (грибком) (*a*, *b*, *c*, *d* и *e* черт. 93).

Ударная часть собирается в коробке в хвосте и состоит: 1) из латунного ударника (14) с каналом и капсюлем внутри и приливом внизу, на который опирается сильная спиральная пружина (17), 2) разгибателя (15), своим кольцевым выступом лежащего на пружине (17), и 3) из предохранительной звездки (16) (черт. 93) с лапками — лапчатого предохранителя. Звездка эта закреплена на ударнике сверху; две лапки ее прямые и две выгнутые наружу.

Верхняя часть ударника со звездкою входит в канал разгибателя, который удерживается таким образом на месте не только спиральною пружиной, но и выгнутыми лапками звездки. Вверху коробки укреплено жало. Под ударником положен свинцовый кружок (19), чтобы смягчить удар ударника о дно и тем предупредить возможность его отражения от дна. Снизу в хвост ввинчена втулка с отверстием — окном (20) для пропуска газов.

При выстреле разгибатель оседает, сжимая пружину и разгибая изогнутые лапки. Когда нижний кольцевой выступ разгибателя опустится ниже прямых лапок, последние отойдут в стороны, заскочат за кольцевой выступ его и не пустят разгибателя назад, соединив его с ударником в одно целое. Благодаря этому вес ударника увеличивается на вес разги-

бателя и пружины, что повышает чувствительность трубки при падении. В таком виде ударник, во время полета снаряда, мог бы продвинуться вперед и наткнуться на жало. Чтобы удержать его на месте, у дна коробки служит пружинка и кроме того донная втулка снабжена лапками, захватывающими за борты уширенной части ударника.

При ударе снаряда о препятствие, ударник, по инерции, продолжает свое движение вперед; капсюль накалывается на жало, и пламя, через канал ударника, передается разрывному заряду снаряда.

Трубка эта всегда готова к выстрелу, требуя лишь поворота дистанционного кольца для установки, что делается просто и скоро. Снимание колпака, предохраняющего трубку от сырости, производится быстро при подаче снаряда. При стрельбе с установкою на картечь колпаки можно не снимать, так как трубки эти всегда установлены на картечь, а колпак действию внутренних частей трубки не мешает.

22-сек. трубка двойного действия назначается для снарядов 76-*мм* полевой легкой пушки. Наибольшая дальность разрыва 2 600 саж.

Для увеличения дальности разрыва можно взять состав, более медленно горящий, что и сделано в 28-сек. трубке. Деления оставлены те же.

2. 34-сек. трубка двойного действия.

Действие дистанционной части (черт. 95). Нижнее дистанционное кольцо вращается, и его поворотом достигается та или иная установка трубки.

Надлежащее нажатие колец — несбиваемость установки — достигается пружинкою Бельвиля (9), которая и при оседании колец при выстреле все-таки продолжает нажимать их с достаточным усилием на тарелку стебля.

При выстреле дистанционный ударник (5) вследствие инерции сожмет пружину (7) и, прокалывая дистанционный капсюль, воспламенит его.

Дальше ход луча огня совершенно сходен с ходом его в 22-сек. трубке.

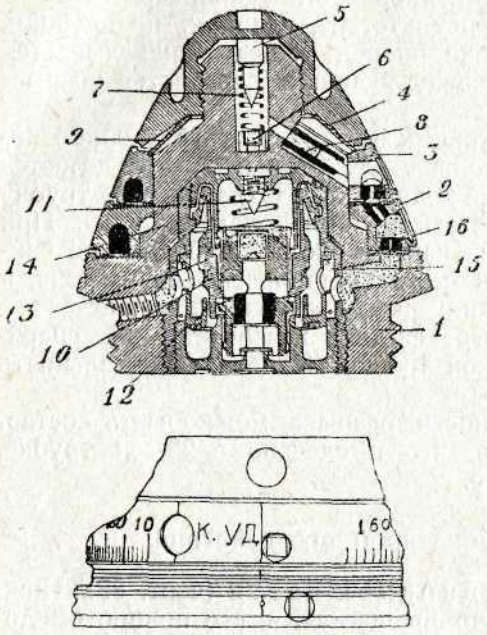
Пламя от дистанционного капсюля, посредством передаточного канала в головке стебля, воспламенит дистанционный состав верхней дистанционной части у выходного отверстия для газа.

Верхний дистанционный состав (черт. 96), догорев до передаточного отверстия в нижнем кольце, передает огонь в его дистанционный состав, откуда огонь, дойдя до окошка в тарелке, передается через канал кольцевой петарде и, через окошки в ударной части, далее внутрь снаряда.

При установке на „картечь“, как на черт. 95, все пе-

редаточные отверстия находятся одно над другим, а потому передача огня происходит непосредственно через передаточные отверстия, и разрыв снаряда происходит метрах в 10—20 перед дулом орудия.

При установке на „удар" над передаточными отверстиями в нижней дистанционной части и тарелке корпуса придутся перемычки в дистанционном составе вышележащих частей, а потому огонь от дистанционного капсюля не может передаться внутрь снаряда, — дистанционная часть исключается из действия.



Черт. 95.

1. Стебель. 2. Нижнее дистанц. кольцо. 3. Верхнее дистанц. кольцо. 4. Гайка. 5. Ударник. 6. Капсюль. 7. Пружина. 8. Передаточный канал. 9. Бельвилевская пружина. 10. Ударник ударной части. 11. Жало. 12. Кольцо. 13. Разрезной предохранитель. 14. Опорное кольцо. 15. Пружина. 16. Канал для выхода газов.

Все передаточные каналы заготовлены пороховыми цилиндриками, а не зерненым порохом, что делает передачу огня более однообразной.

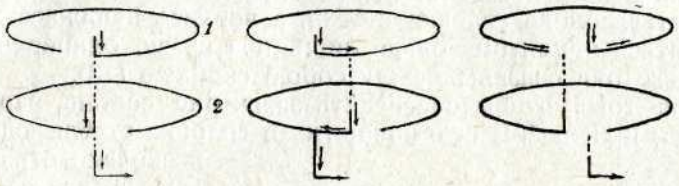
Действие ударной части. От толчка при выстреле кольцо (12), удерживающее лапки разрезного предохранителя (13), вследствие инерции, сожмет пружинку (15), осядет вниз и освободит нижние концы лапок предохранителя (13), которые вследствие центробежной силы от вращения снаряда развернутся и освободят ударный ударник.

Когда снаряд перестанет получать ускорение от действия пороховых газов, пружина (15) кольца (12) разожмется и поставит кольцо на свое место, при чем лапки разрезного предохранителя, находившиеся в это время в развернутом положении, попадут в кольцеобразный желобок кольца и вследствие этого не будут иметь возможности опуститься в первоначальное положение, и, значит, ударник останется свободным и впредь.

При ударе о какую-либо преграду, т. е. когда произойдет резкое уменьшение скорости снаряда, ударник, вслед-

ствие инерции, продвинется вперед и, сжав пружину, наколется своим капсюлем на жало.

Огонь от ударного капсюля через отверстие в донъевой втулке передастся внутрь снаряда.



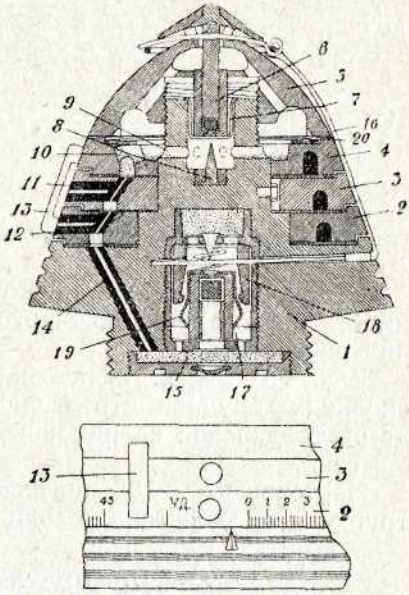
Черт. 96.
1. Верхнее кольцо. 2. Нижнее кольцо.

Для установки трубки пользуются ключами или простым или автоматическим.

Трубка эта назначается для 76-*мм* горной пушки обр. 1909 г., стреляющей постоянным зарядом, почему на трубке представилось возможным нанести дистанционные деления, а именно одно деление трубки изменяет дальность на 42 *м* (20 саж.).

3. 45-сек. трубка двойного действия.

Назначается эта трубка для 152-*мм* и 107-*мм* пушек и 152-*мм* и 122-*мм* гаубиц. Вследствие малых ускорений снаряда в канале гаубиц, в особенности при уменьшенных зарядах, приходится подбирать предохранители (разгибатели) слабого сопротивления, что делает трубку не безопасной при обращении. Для устранения этого пришлось прибегнуть к чекам (16) (черт. 97), на которых подвешиваются ударник дистанционной части (6) и разгибатель ударной (18), делающим трубку безопасной, хотя и

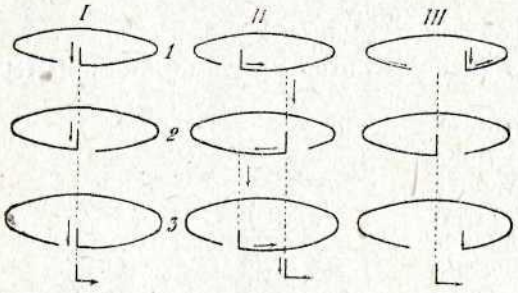


Черт. 97.
1. Стебель. 2, 3, 4. Дистанционные кольца. 5. Гайка. 6. Дистанционный ударник. 7. Пружинный предохранитель. 8. Жало. 9. Окна в головке стебля. 10. Начало горения верхнего кольца. 11, 12. Начало горения и выходные каналы в среднем и нижнем кольцах. 13. Скоба, соединяющая нижнее и верхнее кольца. 14. Канал в петарду. 15. Петарда. 16. Чеки с соединительной петлей. 17. Ударник ударной части. 18. Разгибатель. 19. Лапчатый предохранитель. 20. Бельвилевская пружина.

у с л о ж н я ю щ и м обращение с трубками,—необходим прием выдергивания чек перед заряжанием, после установки трубки.

Для достижения большей продолжительности горения дистанционный состав запрессован в трех кольцах (2, 3 и 4), расположенных одно над другим, при чем среднее не может вращаться около головки стебля, а верхнее и нижнее могут вращаться и притом только лишь оба сразу, одновременно, для чего они связаны между собою скобкою (13).

Для того, чтобы обеспечить зажжение состава верхнего кольца, при любом его повороте, в головке стебля сделано несколько отверстий (9), а на верхнем колце сделан желобок, опудренный порохом.



Черт. 98.
1. Верхнее. 2. Среднее. 3. Нижнее дистанц. кольцо.

Устранение, или, лучше сказать предупреждение, сбивания приданной установки достигается тарелочной пружиной (20), располагаемой под гайкой и нажимающей верхнее дистанционное кольцо.

Сходное с 22-сек., а также с 45-сек., трубками устройство имеет 30-сек. трубка двойного действия. Она отличается от них размерами.

Так как 45-сек. и 30-сек. трубки назначаются для нескольких орудий, стреляющих притом различными зарядами, то деления на них нанесены в секундах (цена деления 0,2 сек.).

Чертежи 97 и 98 поясняют детали устройства 45-сек. трубки и ее действия, сходные в общем с 22-сек. трубкою.

4. Автоматические ключи.

Установка дистанционных трубок на желаемое деление производится обычно вручную. Но такой способ имеет некоторые неудобства: 1) при тугом поворачивании колец, поворачивание их затруднительно, иногда приходится прибегать к особым ключам, что вызывает задержки, 2) каждый раз трубка устанавливается несколько иначе, что вызывает разнообразие действия трубок, увеличивается рассеивание точек разрывов, 3) поверка установки затруднительна, приходится проверять каждую трубку особо.

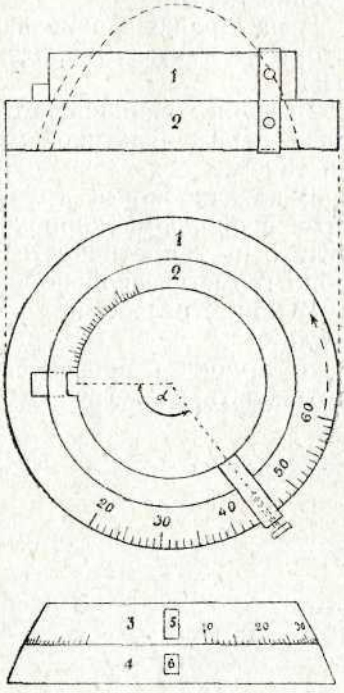
Для устранения этих недостатков предлагалось много автоматических ключей.

Сущность устройства этих ключей состоит в следующем: два кольца (1 и 2) (черт. 99) соединены между собою так, что могут только поворачиваться одно относительно другого. На нижнем кольце нанесена шкала делений такого же значения, как и на трубке. На верхнем кольце имеется подвижной указатель-упор, который при помощи винта закрепляется на скомандованной установке (*43* на черт. 99).

На верхнем же кольце имеется выемка с внутренней стороны, которая, при пользовании ключом, надвигается на особый выступ (5) на поворачивающемся дистанционном кольце трубки (3).

На тарелке трубки (4) имеется также выступ (6), приходящийся в одной плоскости с выступом на дистанционной части. Этот выступ охватывает выемка нижнего кольца ключа, когда наденем ключ на трубку.

Если после этого будем поворачивать верхнее кольцо ключа по направлению часовой стрелки до тех пор, пока подвижной указатель-упор не упрется в выступ на нижнем кольце, то, очевидно, дистанционная часть повернется относительно своего нулевого положения на угол α, соответствующий установке подвижного указателя-упора, или при надлежащем расположении шкалы — на требуемую установку трубки.



Черт. 99.
1. Подвижное кольцо ключа. 2. Неподвижное. 3. Подвижное кольцо дистанционной трубки. 4. Тарелка трубки. 5 и 6. Выступы.

Если обнаружится несоответствие трубки и прицела, то для возможности командовать одинаковые прицелы и установки трубки имеется на ключе добавочная дистанционная шкала-указатель, который устанавливают на величину несоответствия, тем самым изменяют величину угла, а, стало быть, и установку трубки на величину наблюденного несоответствия.

5. Хранение трубок.

Трубки могут подвергаться порче при хранении вследствие отсыревания. Если дистанционный состав подвергнется

действию влажности, то он будет гореть медленнее, разнообразнее и может даже тухнуть,—заглохать. Порох петарды трубки также может отсыреть, отчего не только слишком замедлится передача огня разрывному заряду, но при сильном отсыревании может случиться, что разрывной заряд снаряда не воспламенится.

Для предохранения трубок от сырости принимают следующие меры:

1) на трубки навинчивают или надевают колпаки, нарезы которых а также и нарезку тарелки, смазывают снарядной мазью,

2) трубки ввинчиваются в очки снарядов только незадолго перед практикой или при подготовлении к военным действиям,

3) до надобности трубки хранятся в герметической укупорке в цинковых коробках, крышки которых припаиваются наглухо и герметичность которых пробуется насосом, подобно герметической пороховой укупорке,

4) при стрельбе не оставлять снарядов с трубками под дождем,

5) трубки с поврежденными или снятыми колпаками не употреблять для стрельбы, а отправлять в склад.

ОТДЕЛ ПЯТЫЙ.

ЛАФЕТЫ.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ.

ДЕЙСТВИЕ ВЫСТРЕЛА НА ЛАФЕТ.

1. Введение.

Для удобства действия орудиями они накладываются на особые станки, или лафеты.

Исходя из назначения лафетов, к ним предъявляются общие требования:

1) быть прочным и живучим,

2) иметь механизмы для выполнения наводки орудия в горизонтальном и вертикальном направлениях,

3) в видах достижения скорострельности, работа по выполнению наводки должна производиться быстро, легко и наводка после выстрела не должна расстраиваться (сбиваться),

4) иметь средства для ограничения отката и для самонакатывания,

5) лафет должен способствовать быстрой доставке орудия к месту боевого употребления и быстрой установке его для боя,

6) допускать стрельбу с любого грунта при разнообразных местных условиях и

7) доставлять укрытие для действующих при орудии людей.

В особых боевых условиях некоторые из этих требований могут не иметь значения, например требования 5, 6 и 7 при установке орудий стационарно: в казематах или башнях.

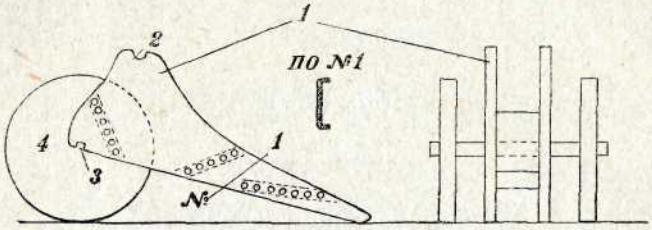
Имеющиеся в настоящее время на службе лафеты могут быть отнесены к двум видам:

1) с откатом системы орудия и лафета вместе, так называемые жесткие системы лафетов, и

2) с откатом орудия по оси, так называемые упругие.[1]

Так как в обеих этих системах имеется станок, представляющий как бы основание, то рассмотрим сначала силы, действующие на жесткую часть — станок.

Жесткий станок (лафет) составляется из двух станин, изготовляемых из стальных листов. Листы эти имеют загнутые края, чтобы сообщить им жесткость, и связываются в одно целое связями, при помощи заклепок (черт. 100).



Черт. 100.

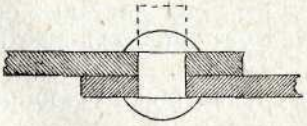
1. Станины. 2. Цапфенные гнезда. 3. Гнездо для боевой оси. 4. Колесо.

Заклепки представляют стержни с полушарной головкой на одном конце. Раскаленную заклепку вставляют в отверстия, проделанные в скрепляемых (сшиваемых) частях, и выступающий ее конец расплющивается в другую полушарную головку (черт. 101).

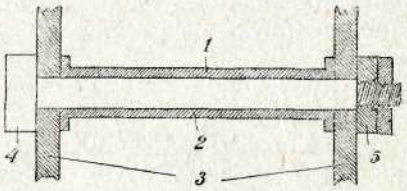
По остывании заклепка крепко стянет скрепляемые ею части, чем и будет достигнута надлежащая прочность заклепочного шва.

Связи располагаются с таким расчетом, чтобы получить надежное соединение двух станин в одно целое и, в то же время, чтобы не стеснять движения орудия.

В лафетах прежних систем применялись для связи станин между собою болты



Черт. 101.



Черт. 102.

1. Связной болт. 2. Распорная муфта. 3. Станины. 4. Головка болта. 5. Гайка.

[1] В настоящее время этот термин хотя и признается несоответствующим существу дела и может к тому же вызвать недоразумение по связи с понятием вообще упругих тел и упругих деформаций, но так как он уже довольно прочно укрепился среди артиллеристов и так как другого подходящего, короткого определения не предложено, мы будем его придерживаться. Предлагается некоторыми лицами называть вторую категорию лафетов — лафетами с откатом орудия по оси.

с распорными муфтами (черт. 102). Гайка и головка болта не позволяют станинам разойтись в стороны, а распорная муфта, напротив, мешает им сойтись.

Станины отстоят одна от другой на таком расстоянии, что между ними свободно помещается орудие, — в жестких системах, или особая промежуточная часть люлька, — в системах с откатом по оси.

Для соединения орудия (люльки) с лафетом на орудии (люльке) имеются цапфы, а на лафете — цапфенные гнезда.

Передняя часть станины, в которой устраиваются цапфенные гнезда, называется лобовою частью или лобом, а задняя, более суженная, называется хоботовою частью или хоботом.

Лобовая часть нередко поддерживается осью с колесами, тогда в ней для скрепления с осью устраиваются гнезда для оси, или ось присоединяется при помощи подвязей. Эта ось называется боевою осью.

Хоботом лафет опирается на землю (основание). Обычно хобот укрепляется особою доскою — хоботовою клепанью.

2. Силы, действующие на лафет при выстреле.

Для устройства прочного лафета, а также удовлетворения и некоторых других из поставленных условий, необходимо рассмотреть те силы, которые действуют на лафет, и изучить характер их действия.

Когда это будет изучено, тогда нужно будет только рассчитать так все части лафета, чтобы ни в одной из них не получалось остающихся деформаций.

Несмотря на кажущуюся простоту задачи, решение ее представляет огромные затруднения и по настоящее время, несмотря на работы многих ученых и практиков, еще не имеется „теории лафетов", вполне решающей задачу. [1]

Как изложено в отделе „Внутренняя балистика" давление на дно канала, которое передается системе орудия, а от него и лафету, действует не мгновенно, а в течение некоторого промежутка времени, и характер изменений его может быть подразделен на три периода (черт. 103):

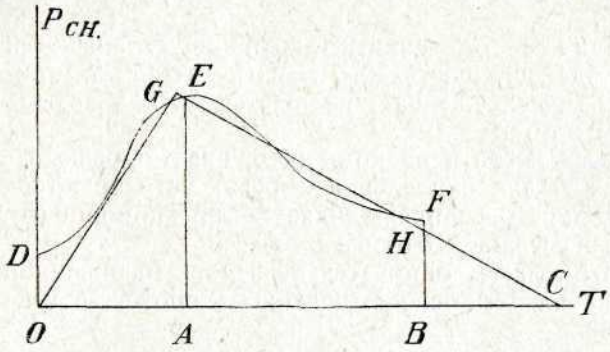
1) от начала движения (смещения) снаряда до достижения давлением наибольшей величины, промежуток $OA = t_1$;

[1] Первым научным исследованием по разработке „теории лафетов" является мемуар Пуассона (1825 г.) под заглавием: „Формулы, относящиеся к действию стрельбы из орудия на различные части его лафета". Важными исследованиями в этой области являются далее работы проф. Кайзера (1877 г.), Раузенбергера (1907 г.), Шаллеа (1909 г.) и наших соотечественников, Дурлахера (1896 г.), Шиффа (1899 г.), Гродского (1906 г.), Лендера (1923 г.). В скобках указаны годы выпущенных впервые трудов в рассматриваемой области.

2) от этого последнего момента (A) до вылета снаряда из канала орудия, момент B; промежуток $AB = t_2$;

3) от вылета снаряда из канала орудия до полного прекращения давления, так называемое последействие газов; промежуток $BC = t_3$.

На чертеже кривая DEF изображает действительную зависимость между давлением и временем, а ломаная линия $OGHC$, тесно переплетающаяся с кривою DEF, — приблизженно принимаемую, по предложению Дурлахера, за истинную.



Черт. 103.

Эта ломаная линия, кроме того, дает (приближенно) закон изменения давления в третьем периоде, периоде последействия, когда уже снаряд вылетел из канала орудия, так как давление на дно канала ($P_{дн}$), как сказано в отделе „Внутренняя балистика", связано, в каждый данный момент, с давлением на дно снаряда ($P_{сн}$) уравнением

$$P_{дн} = \left(1 + \theta\frac{\mu}{m}\right) \cdot P_{сн},$$

где θ — коэффициент, зависящий от характера действия пороха в орудии и состояния пороховых газов во время выстрела, μ — масса заряда, m — масса снаряда.

θ изменяется в пределах $\frac{1}{2} - \frac{2}{3}$, в среднем его можно принимать равным $\frac{1}{2}$.

Таким образом давление на дно канала, $P_{дн}$, является величиною переменною и для изучения движения лафета необходимо знать закон изменения этого давления во времени, что и дает возможность изучить график черт. 103.

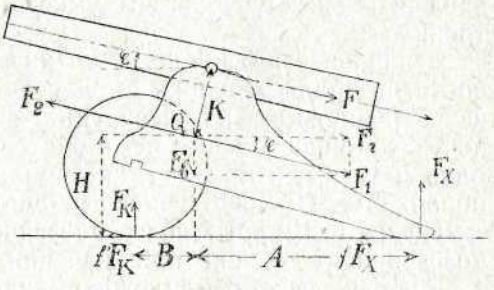
Если же рассматривать силы, действующие на лафет, в видах изучения его прочности, то здесь наибольший интерес представляет наибольшее значение $P_{дн}$.

3. Отдача и действие ее на лафет.

При выстреле пороховые газы давят на дно канала. Полное давление или отдача (F) равна $P_{on} \cdot \frac{\pi d^2}{4}$, где d — диаметр дна канала — больше, чем калибр орудия. Отдача, определенная при наибольшем значении P_{on}, направлена по оси канала орудия в сторону, прямо противоположную движению снаряда.

Всякую силу можно переносить по направлению ее действия в любую точку, если рассматривать, что сила приложена к неизменяемой, неупругой системе.

Обычно у орудий, накладываемых на жесткий лафет, ось цапф пересекает ось канала орудия. Перенесем силу F в эту точку (черт. 104).



Черт. 104.

Для изучения действия этой силы приложим к центру тяжести системы (орудия и лафета вместе) две силы, равные и параллельные силе F и взаимно противоположные, силы F_1 и F_2. От их приложения механические условия системы не изменятся, но рассмотрение вопроса станет удобнее.

Кроме этих сил на систему действует сила веса (Q), приложенная к центру ее тяжести и направленная вертикально вниз.

Сила веса, вообще говоря, во много раз меньше отдачи.

Например, сила отдачи в 76-*мм* легкой пушке при давлении $P_{on} = 2\,200$ атм. и диаметре дна канала 8,4 *см* будет $F = \frac{2\,200 \cdot \pi (8{,}4)^2}{4} = 111\,400$ *кг* (более 6 600 пуд.), а вес системы в боевом положении 1 106 *кг*, то-есть, кругло, в 100 раз меньше.

Обозначим угол возвышения через φ.

Разложим силу F_1 на две слагающие, одну горизонтальную ($F_г$) и другую вертикальную ($F_в$), тогда

$$F_г = F \cos\varphi \text{ и } F_в = F \sin\varphi.$$

Сила $F_в$ сложится с силою Q в одну равнодействующую, равную их сумме $F_в + Q$, которая будет приложена к центру тяжести системы и направлена вертикально вниз.

Действие этой силы будет состоять в том, что лафет будет нажимать хоботом и колесами на основание с силами F_x и

$F_к$ и реакцией основания их действие будет уравновешено.

Так как мы рассматриваем силы, действующие на лафет, то и направим их вертикально вверх, как давление основания на лафет.

Сила F_1 приложена к центру тяжести системы. Всякая же сила, приложенная к центру тяжести, сообщает телу ускорение по направлению своего действия, иначе говоря — движет центр тяжести тела по направлению своего действия. Такому движению могут сопротивляться силы трения, которые развиваются при движении тела по основанию. Сила трения направлена по поверхности трущихся тел (по касательной к их поверхности в точке соприкасания) в сторону, обратную направлению движения, а по величине равна давлению между телами, умноженному на коэффициент трения.

Величина коэффициента трения зависит от вида поверхности, природы трущихся тел и характера трения, скользящее трение или катучее. При скольжении часть поверхности соприкосновения на одном из трущихся тел остается одна и та же, а при качении соприкасающиеся части обеих поверхностей меняются как на одном, так и на другом теле.

На черт. 104 эти силы обозначены fF_x и $f'F_к$, где f' — коэффициент трения при качении, а f — при скольжении.

Если к лафету приложить силы F_x и $F_к$, направив их вертикально вверх, то тем самым мы и выразим давление (реакцию) основания, на котором стоит лафет, так как действие равно противодействию (начало реакции). Если еще приложить силы fF_x и $f'F_к$, то можно будет рассматривать лафет как свободное тело, не имеющее основания, опоры, а только подверженное действию всех перечисленных сил, и сил, заменяющих основание.

Так как лафет представляется обычно симметричным относительно вертикальной плоскости, проходящей через ось канала, то и все рассматриваемые силы расположатся в этой же плоскости, кроме сил $F_к$ и $f'F_к$, которые приложены в симметричных точках к колесам, а потому могут быть заменены одной равнодействующей в плоскости симметрии.

Итак, к лафету с орудием, к системе, приложены следующие силы:

а) в центре тяжести горизонтальная сила $F_1 = F\cos\varphi$, направленная горизонтально в сторону, противоположную полету снаряда, вертикальная сила $F_в + Q$, направленная вниз, и сила F_2, направленная под углом к горизонту, параллельно оси канала орудия, параллельная силе F,

б) к центру цапф (на нашей проекции) сила F, направленная по оси канала орудия в сторону, противоположную движению снаряда,

в) к хоботу: сила F_x, направленная по вертикали вверх

и сила fF_x, горизонтальная, направленная в ту сторону, куда движется снаряд (вперед),

г) к нижней точке колес силы $F_к$, вертикально вверх, и $fF_к$, горизонтально вперед.

Напомним, что две силы равные, параллельные, приложенные в разных точках тела и направленные в стороны прямопротивоположные, составляют пару сил; произведение из силы, составляющей пару, на расстояние (плечо) между силами называется моментом пары. Действие пары сил состоит в сообщении телу вращения, которое совершается тем энергичнее, тем легче, чем больше момент пары.

В нашем случае составится несколько пар сил: 1) из сил F и F_2 с плечом K, 2) из F_1 и fF_x с плечом H, 3) из $F_к$ и $F_в + Q$ с плечом B и 4) из F_x и $F_в + Q$ с плечом A. Пара сил из сил $fF_к$ и F_1 вызовет вращение колеса, почему на вращении рассматриваемой нами системы ее действие непосредственно не отразится. [1]

4. Устойчивость лафета при выстреле.

Первые три из перечисленных пар стремятся повернуть лафет в одном и том же направлении — лобовою частью кверху. Последняя же пара стремится вращать его в обратном направлении.

Если момент последней пары будет больше суммы моментов первых трех пар, то лобовая часть не подымется, не прыгнет. При равенстве этих двух величин лафет готов будет подпрыгнуть. При этом условии колеса не будут нажимать на основание, сила $F_к$ будет $= 0$.

Если же момент пары, составленной из сил F_x и $F_в + Q$, будет меньше суммы прочих пар, то лафет будет при выстреле подпрыгивать.

Аналитически все эти условия выразятся так:

$$F_x A \gtreqless FK + F_к B + fF_x H.$$

Подпрыгивание лафета лобовой частью — явление крайне нежелательное, так как при этом: 1) происходит сбивание наводки (линия прицеливания смещается), и приходится тратить время на восстановление наводки после каждого выстрела, 2) после того как действие пар сил прекратится, лафет под действием силы тяжести упадет, и произойдет сильный удар оси об колеса и колес об основание, что может повести к поломке оси или колес, разбалтыванию скре-

[1] Силы F_2 и fF_x, F_x и $F_в + Q$, $F_к$ и $F_в + Q$, вообще говоря, не равны попарно, между собою. Для составления момента нужно взять меньшую из сил и умножить на плечо пары.

пления оси с лафетом и других креплений в лафете, и 3) прыжок лафета беспокоит прислугу, заставляет ее отходить на время выстрела от орудия.

Поэтому нужно всемерно стараться так устроить лафет, чтобы он не прыгал. Если лафет при стрельбе не прыгает, то говорят, что он *устойчив при стрельбе, спокоен*, в нем достигнута *несбиваемость прицельной линии*.

Для достижения устойчивости лафета при стрельбе необходимо, чтобы $F_x A$ было бы больше, или в крайнем случае равно $FK + F_к B + fF_x H$.

Вообще говоря, $F_x A \geqq FK + F_к B + fF_x H$.

Удовлетворить этому неравенству можно, меняя величины сил или величины их плеч. Но если вникнуть в суть дела, то окажется, что изменять сил мы не можем. В самом деле: все эти силы зависят от величины сил F и Q, но последняя величина, по сравнению с F, имеет, как уже пояснено раньше, очень малое значение, так что, практически говоря, все рассматриваемые силы исключительно зависят от F, то-есть от величины давления пороховых газов на дно канала. А эту величину мы должны считать заданной, так как она определяется боевыми требованиями от орудия, а лафет устраивается для орудия, а не наоборот.

Поэтому для удовлетворения написанному выше неравенству следует изменять величину плеч, которые, как видно из черт. 104, представляют некоторые размеры лафета: A есть расстояние центра тяжести от хобота, считаемое по горизонту, это *длина* лафета. Ее полезно увеличивать для удовлетворения неравенству. Значит, с точки зрения устойчивости лафета полезно *увеличивать длину лафета* (A).

С другой стороны, в видах достижения устойчивости лафета при стрельбе, нужно уменьшать плечи пар сил, опрокидывающих: уменьшать K — то-есть сближать ось цапф с центром тяжести; уменьшать B — то-есть подводить боевую ось под центр тяжести, чтобы они приходились по возможности на одной вертикали. При этом условии $B = 0$. Если перенести боевую ось назад относительно центра тяжести, то B станет отрицательным, и пара будет вращать лафет в обратном направлении, — из опрокидывающего ее момент обратится в нажимающий. Однако, следует иметь в виду, что по мере уменьшения B увеличивается сила $F_к$, так как вертикальная сила $F_в + Q$ распределяется между колесами и хоботом обратно пропорционально величинам плеч этих сил, а именно:

$$F_к = \frac{(F_в + Q)A}{A + B} \quad \text{и} \quad F_x = \frac{(F_в + Q)B}{A + B}.$$

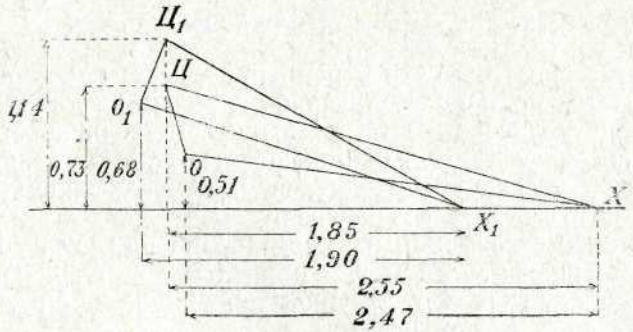
При $B = 0$, например вся вертикальная сила целиком будет

передаваться на ось с колесами, а хобот совсем не будет нажат. Это может повлечь быстрое разрушение оси и колес, а с другой стороны хобот, не будучи нажат, будет легко сбиваться при малейшем усилии.

При отрицательном B этот последний недостаток скажется еще резче: хобот будет находиться на весу. Поэтому в осуществленных конструкциях боевая ось постоянно располагается впереди центра тяжести системы, и хобот постоянно нажимается на основание.

Уменьшать H — то-есть уменьшать высоту центра тяжести над основанием, или, общнее, понижать весь лафет.

Итак, для уменьшения подпрыгивания лафета при стрельбе (для достижения спокойствия, несбиваемости прицельной линии) следует: сближать ось цапф с центром тяжести, системы, подводить боевую ось под центр тяжести понижать центр тяжести и увеличивать длину лафета.



Черт. 105.

Эти меры, по возможности, и применяются в конструкциях лафетов. Например, для сближения оси цапф с центром тяжести и понижения последнего в японских системах полевой и горной артиллерии цапфы служат в то же время и боевою осью.

Для понижения центра тяжести, помимо вообще более низкой конструкции, применяют коленчатые оси.

Но однако сближение оси цапф с центром тяжести и его понижение иногда являются неосуществимыми, так как при больших углах возвышения казна орудия может упираться в землю и придавание больших углов возвышения станет невозможным, или придется применять особые меры для возможности придавания углов возвышения.

Увеличение длины лафета (хобота), вообще говоря, полезно, но и оно сопряжено с увеличением веса системы, что иногда совершенно недопустимо и, с увеличением длины

хобота, увеличивается давление на колеса. А колеса являются вообще слабою частью. Поэтому при увеличении длины хобота (A) для уменьшения давления на колеса полезно увеличивать B — горизонтальное расстояние боевой оси от центра тяжести. Но и к этой последней мере надо относиться осмотрительно, так как при этом увеличивается вес системы.

Изменение этих конструктивных данных легко проследить, сопоставив лафеты 76-*мм* пушки обр. 1902 г., состоящей ныне на вооружении полевой артиллерии и ее предшественницы, полевой легкой пушки обр. 1877 г.

Это сопоставление видно на черт. 105, где сходственные точки обозначены для обеих систем одинаковыми буквами, без значков внизу для 76-*мм* пушки и со значками внизу для полевой легкой пушки обр. 1877 г. (буквами $Ц$ обозначены цапфы, O — боевая ось, X — хобот). Размеры показаны в метрах.

5. Предельный угол вращения системы.

Следует заметить, что стремление системы подпрыгивать уменьшается по мере увеличения угла возвышения. В самом деле, при увеличении угла возвышения увеличивается вертикальная сила $F_в + Q$, нажимающая лафет, а $F_т$ уменьшается, так как $F_в = F \sin \varphi$, а $F_т = F \cos \varphi$. С увеличением же угла sin его возрастает, а cos убывает.

Плечо K (черт. 106), по мере увеличения угла возвышения φ, уменьшается и может обратиться в нуль, когда ось канала орудия, в вертикальной проекции, пройдет через центр тяжести системы.

Отсюда следует, что в неравенстве

$$F_x A > FK + F_k B + fF_x H$$

выражение левой части, по мере увеличения угла возвышения, возрастает. Первое слагаемое правой части убывает вследствие уменьшения K, второе возрастает и третье убывает.

Так как $F_т = F \cos \varphi$ убывает по мере увеличения угла φ, а F_x возрастает, то, естественно, может наступить момент, когда $F \cos \varphi$ может сделаться меньше fF_x и, тогда для составления момента пары этих сил нужно брать, по сделанному замечанию на стр. 167, меньшую силу и момент $fF_x H$ может замениться $F \cos \varphi H$. А этот момент с увеличением φ, будет убывать.

Возрастание сил, входящих в моменты $F_x A$ и $F_к B$, идет одновременно и пропорционально, так как F_x и $F_к$ являются слагаемыми одной и той же возрастающей силы.

По всем этим основаниям, по мере увеличения угла φ,

написанное неравенство будет соблюдаться все с большим и большим перевесом левой его части над правой.

Если по конструктивным данным при малых углах возвышения лафет прыгал, то, по мере увеличения угла возвышения, лафет будет прыгать все меньше и меньше и при угле, определяемом из условия

$$F_x A = FK + F_к B + fF_x H,$$

прыгать не будет.

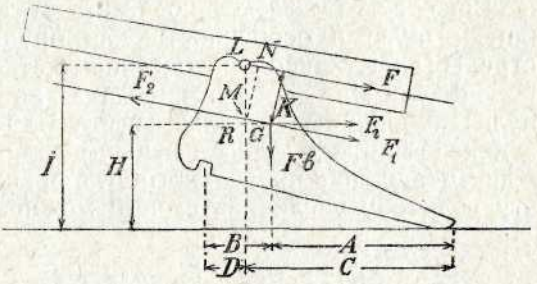
Вместе с тем, при этом условии нажатия колес на основание не будет, а значит

$$F = 0.$$

Последнее уравнение примет поэтому вид

$$F_x A = FK + fF_x H.$$

Выразим переменную величину K в зависимости от конструктивных данных лафета (черт. 106).



Черт. 106.

Из треугольника LMN видно, что $MN = LM \cos \varphi$.

Но так как $MN = K$ и $LM = LR - MR$ и из треугольника MRG: $MR = RG \operatorname{tg} \varphi$, то, сделав замену, напишем:

$$K = (LR - MR) \cos \varphi = (LR - RG \operatorname{tg} \varphi) \cos \varphi.$$

Из чертежа имеем $LR = J - H$ и $RG = C - A$, поэтому

$$K = [J - H - (C - A) \operatorname{tg} \varphi] \cos \varphi.$$

Имея в виду, что $F_x + F_k = F \sin \varphi$ (не принимая во внимание веса системы) и что мы рассматриваем случай, когда $F_к = 0$, найдем $F_x = F \sin \varphi$, почему наше уравнение

$$F_x A = FK + fF_x H$$

примет вид:

$$F \sin \varphi A = FK + fF \sin \varphi H.$$

Сделав сокращение на F и перенос членов, получим:

$$(A - fH) \sin \varphi = K = [J - H - (C - A) \operatorname{tg} \varphi] \cos \varphi.$$

Поделив на $\cos \varphi$:

$$(A - fH) \operatorname{tg} \varphi = J - H - (C - A) \operatorname{tg} \varphi \text{ или}$$

$$(A - fH + C - A) \operatorname{tg} \varphi = J - H.$$

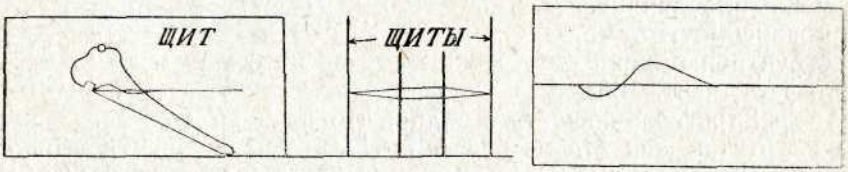
Окончательно найдем $\operatorname{tg}\varphi = \frac{J-H}{C-fH}$.

Определенный из этого уравнения угол возвышения $\varphi_{пр}$ является таким углом, при котором колеса не нажимаются на основание—лафет не имеет стремления прыгать. Этот угол называется предельным углом вращения системы ($\varphi_{пр}$); при углах, меньших его,—лафет прыгает, при бо́льших—не прыгает. При углах, близких к нему, лафет готов прыгнуть.

Из выражения для тангенса предельного угла вращения можно установить меры, которыми можно достичь той или другой величины этого угла.

Чаще всего желательно иметь этот угол нуль или близкий к нулю в особенности для орудий, назначаемых для стрельбы настильной на близкие дистанции.

Знаменатель этого выражения, вообще говоря, больше нуля, так как обычно длина лафета (C) больше его высоты (H), а f, коэффициент трения, меньше единицы. Итак $C-fH>0$. Для уменьшения предельного угла вращения системы полезно эту величину увеличивать, чего можно достичь:



Черт. 107а. Черт. 107 b.

1) увеличивая длину лафета (C);

2) уменьшая f; но при малом трении на хоботе лафет будет далеко откатываться, что сопряжено с большими неудобствами (нужно накатывать на место);

3) уменьшая высоту центра тяжести (H).

Первым и третьим средствами пользуются при конструировании лафетов (см. черт. 105).

Полезно для уменьшения $\varphi_{пр}$ уменьшать J (высоту цапф), по возможности, приближая его величину к H при $J=H$, $\operatorname{tg}\varphi_{пр}=0$, а, стало быть, и $\varphi_{пр}$ равно нулю. При $J<H$ $\varphi_{пр}<0$, но такие случаи, насколько известно, на практике, в лафетах жестких не встречаются.

Для изучения явления подпрыгивания лафета к концам оси прикрепляют карандаши, помощью пружин нажимающиеся на щиты, поставленные по сторонам лафета. Эти карандаши на щитах прочерчивают кривые движения оси, а значит, и лобовой части лафета, если ось скреплена с ней наглухо, неподвижно (черт. 107).

При углах $\varphi > \varphi_{пр}$ система не только не имеет стремления подпрыгивать, но, напротив, нажимается на основание,

так как момент F_xA приобретает большую величину. Наблюдаемое и в этих случаях подпрыгивание может быть объяснено упругими силами реакции основания. В этом случае кривая, зачерчиваемая карандашом конца оси на щите, сначала опускается ниже горизонтальной линии, а потом поднимается, как это видно на черт. 107 b.

6. Откат.

Давление пороховых газов на дно канала, $P_{дн}$, хотя и быстро прекращает свое действие, но все-таки в некоторый определенный промежуток времени и за время его действия система орудия с лафетом успевает прийти в движение, приобретая во время действия силы некоторое ускорение.

По прекращении давления на дно канала, что будет уже после того как снаряд вылетит из канала (период последействия), система будет двигаться в силу инерции. Движение системы под действием отдачи называется откатом.

При откате развиваются сопротивления ему. Эти силы сопротивления постепенно приводят к уменьшению скорости откатывающейся системы и при полной остановке системы, скорость отката станет равной нулю, так что во время отката можно различить два периода: ускоренный откат под действием силы давления и замедленный, когда движение совершается по инерции.

Зависимость между скоростью снаряда, проходимым им путем и давлением на дно снаряда и скоростью, путем откатывающихся частей и давлением на дно канала могут быть выражены следующими формулами, называемыми формулами *Сарро*:

$$v = \frac{m + \beta\mu}{M} V,$$

$$X = \frac{m + \theta\mu}{M} x,$$

$$P_{дн} = \left(1 + \theta\frac{\mu}{m}\right) P_{сн},$$

где обозначено: v — скорость откатывающейся системы, V — скорость снаряда, X — перемещение откатывающейся системы, x — перемещение снаряда, m — масса снаряда, μ — масса заряда и M — масса откатывающейся системы, θ — коэффициент, принимаемый равным половине, и β — коэффициент, учитывающий не только массу газов, двигающихся с орудием, но также и нарастание скорости отката за период последствия. На основании опытов его принимают от 1,6 до 3, в разные периоды отката, в среднем 2,5.

Из первого из этих уравнений можно найти наибольшую

скорость отката v_m и живую силу откатывающихся частей $\frac{Mv_m^2}{2}$.

После отката система останавливается под действием сопротивлений, которые в рассматриваемом случае выражаются силами $f_1F_к$ и fF_x Если назовем длину отката S, то работа этих сил будет $S(f_1F_к+fF_x)$. На основании закона живых сил, напишем:

$$\frac{Mv_m^2}{2} = S(f_1F_k+fF_x),$$

откуда найдем длину отката:

$$S = \frac{Mv_m^2}{(2f_1F_к+fF_x)}.$$

Это не совсем точно, так как не учтена работа сопротивлений на том протяжении, на которое переместится откатывающаяся система при нарастании скорости от 0 до v_m. Но это перемещение очень мало, почему непринятие его в расчет не имеет существенного значения.

Как показывают подсчеты, v_m и пути, пройденные откатывающимися частями x к моменту достижения ими этой скорости, для некоторых систем орудий, имеют величины, помещенные в таблице X.

ТАБЛИЦА X

величин v_m, $\varphi_{пр}$, x и s.[1]

Название орудий	v_m	$\varphi_{пр}$	x	s
76-*мм* пол. легк. пушка обр. 1902 г.	10,95 *m/s*	6°,3	9,7 *см*	1 000 *см*
107 „ пушка обр. 1910 г.	10,95 „	4°,9	14,9 „	1 250 „
122 „ гаубица обр. 1910 г.	14,65 „	14°,9	11,8 „	1 045 „
152 „ „ „ 1909 „	12,30 „	10°,6	12,0 „	1 220 „

То-есть перемещение x, вообще говоря, менее $^1/_{100}$ полной длины отката в современных системах, а в жестких системах, у которых откат достигал большой величины (2—6 *м* и более), это отношение еще меньше.

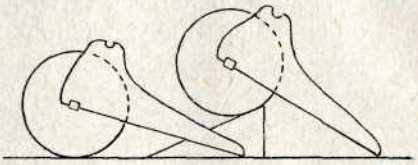
Так как вес системы определяется из других соображений — балистических, боевых, то согласно формуле

$$S = \frac{Mv_m^2}{2(f_1F_к+fF_x)}$$

[1] Данные этой таблицы относятся к орудиям, имеющим лафеты упругой системы, но тем не менее они имеют значение, с рассматриваемой точки зрения, и для систем жестких.

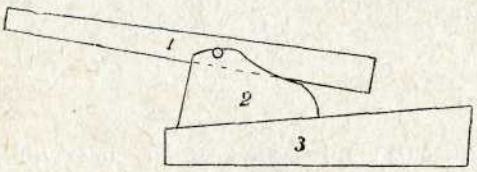
вытекает, что для уменьшения отката следует увеличивать при данных $F_к$ и F_x коэффициенты трения f_1 и f.

Увеличение f_1 достигается тормажением колес, что иногда и практикуется. Для увеличения f применяется иногда подсыпание под хобот песка. В легких системах для увеличения сопротивления откату применяли сошники, которые при откате бороздили землю, и на проделывание этой борозды расходовалась большая доля энергии отката, и длина отката получалась, в зависимости от качеств грунта, 3 — 5 *м*.



Черт. 108.

В тяжелых системах, устанавливаемых на платформах, накатывание которых требовало больших усилий, применялись откатные клинья, которые служили и для ограничения отката и для накатывания системы на место.



Черт. 109.
1. Тело орудия. 2. Станок. 3. Поворотная рама.

Как это легко понять из черт. 108, при откате происходил подъем центра тяжести, на что и расходовалась живая сила откатывающейся системы. Когда откат прекращался действием веса, система накатывалась на прежнее место, если клинья были установлены надлежащим образом. При близком расположении клиньев система могла выкатиться вперед; при далеком, наоборот, не докатиться до места.

Такое же значение как и откатные клинья имеет наклон поворотных рам, в некоторых неподвижных установках, напр. 254-*мм* береговая пушка (черт. 109).

Наконец для ограничения отката применяют различного рода т о р м а з а, называвшиеся раньше к о м п р е с с о р а м и.

7. Действие отдачи на цапфенные гнезда.

Орудие под действием отдачи получает тем бо́льшее ускорение назад, чем меньше его вес. В системах с откатом по оси, люлька тоже получает ускорение назад, пропорциональное сопротивлению тормаза и накатника. Своими цапфами орудие (люлька) стремится двигать станок, который сопротивляется этому движению. В результате цапфы орудия (люльки) оказывают давление на цапфенные гнезда, испытывая сами давления от цапфенных гнезд в обратную сторону.

Это давление будет тем больше, чем больше ускорение, получаемое орудием (или чем больше сопротивление тормаза). Так как сопротивление тормаза мало по сравнению с силою отдачи, то бо́льший интерес представляет рассмотрение случая стрельбы с жесткого лафета.

Сила равна произведению из массы тела на ускорение; поэтому

$$F = \frac{Q_{op}}{g} \cdot j \,,$$ [1]

где Q_{op} — вес орудия, j — его ускорение, так что

$$j = \frac{gF}{Q_{op}} \,.$$

Если лафет легкий, то орудие, двигаясь, легко его приведет в движение; напротив, если он тяжелый или его движение встречает большое сопротивление, то, при прочих одинаковых условиях, он окажет бо́льшее сопротивление движению. Система лафета с орудием получит некоторое ускорение j_1, определяемое из уравнения

$$F = \frac{Q_{op} + Q_л}{g} \cdot j_1 \text{ и } j_1 = \frac{gF}{Q_{op} + Q_л} \,,$$

где $Q_л$ — вес лафета.

Таким образом, орудие само по себе имело движущую силу $\frac{Q_{op}}{g} \cdot j$, а вместе с лафетом движущая сила орудия лишь $\frac{Q_{op}}{g} \cdot j_1$, разница этих величин и выразит действие орудия на цапфенные гнезда (T):

$$T = \frac{Q_{op}}{g} \cdot j - \frac{Q_{op}}{g} \cdot j_1 \,;$$

заменяя $\frac{Q_{op}}{g} \cdot j$ через F и j_1 через $\frac{F}{Q_{op} + Q_л} \cdot g$, получим:

$$T = F - \frac{F}{Q_{op} + Q_л} \cdot g \cdot \frac{Q_{op}}{g} = F \left(1 - \frac{Q_{op}}{Q_{op} + Q_л}\right) =$$

$$= F \left(\frac{Q_{op} + Q_л - Q_{op}}{Q_{op} + Q_л}\right) = F \frac{Q_л}{Q_{op} + Q_л} = F \frac{1}{\frac{Q_{op}}{Q_л} + 1} \,.$$

Из этого видно, что давление на цапфенные гнезда (и на цапфы) тем меньше, чем больше вес орудия в отношении веса лафета.

В пределе, когда Q_{op} во много раз больше $Q_л$ и последним можно по сравнению с первым пренебречь $T \cong 0$.

---

[1] Здесь имеется в виду сила, откатывающая систему орудия, а не давление на дно канала орудия.

В самом деле,

$$T = F\frac{Q_л}{Q_{ор} + Q_л};$$

пренебрегая $Q_л$ по сравнению с $Q_{ор}$, получим:

$$T = \frac{Q_л}{Q_{ор}},$$

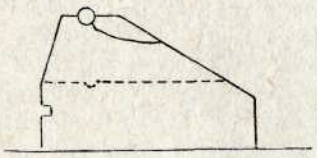
что близко к нулю, если $Q_{ор}$ во много раз больше $Q_л$.

Напротив, чем меньше вес орудия в отношении веса всей системы, тем это давление увеличивается и можно ожидать при относительно легком орудии, что либо цапфы, либо цапфенные гнезда будут повреждены.

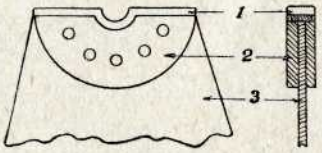
Артиллерийская практика дает не мало примеров справедливости этого вывода.

Например, у нас состояла на вооружении 8-дм. крепостная мортира весом 200 пуд., а станок для нее весил 130 пуд. и станок под этой мортирой служил вполне исправно, без повреждений.

При проектировании 8-дм. легкой мортиры, в 65 пуд. весом, ее наложили для опытов на станок 8-дм. крепостной мортиры, — цапфенные гнезда были разрушены. Станок обрезали как показано пунктиром (черт. 110), вес его уменьшился до 100 пуд. и тогда он выдержал большое число выстрелов из 8-дм. легкой мортиры без повреждения.



Черт. 110.



Черт. 111.
1. Ладыга. 2. Накладки.
3. Станина.

При 8-дм. крепостной мортире давление на цапфенные гнезда:

$$T = F\left(\frac{130}{200 + 130}\right) \text{около} = \frac{1}{3}F;$$

при 8-дм. легкой:

$$T = F\frac{130}{65 + 130} \text{ около} = \frac{2}{3}F;$$

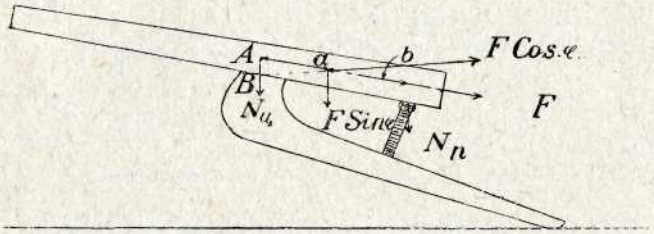
и при весе станка 100 пуд. = около $\frac{1}{2}F$.

Для укрепления цапфенных гнезд, их усиливают по бокам накладками и сверху ладыгами (черт. 111). Благодаря большой ширине ладыги, давление распространяется на большую поверхность, а потому действие отдачи значительно ослабляется.

Чем больше сила, действующая на цапфенные гнезда, тем лафет будет больше подпрыгивать, наводка будет больше сбиваться и углы вылета будут получаться больше и разнообразнее. Следовательно кучность стрельбы будет уменьшаться. Как видно из выражения для T, для его уменьшения выгодно увеличивать $\frac{Q_{op}}{Q_{л}}$. При большой величине этого отношения получается бо́льшая кучность, почему иногда это отношение называют характеристикою кучности.

8. Действие отдачи на подъемный механизм.

Движущая сила $F = \frac{Q_{op}}{g} \cdot j$. Приложим эту силу (черт. 112) к центру тяжести орудия, который обычно располагается либо в точке пересечения оси канала с осью цапф—о р у д и я б е з п е р е в е с а, либо между этою точкою и казенным срезом—у о р у д и й с п е р е в е с о м к а з е н н о й ч а с т и.



Черт. 112.

Разложим эту силу на две слагающие: по горизонту и вертикали. Горизонтальная сила ($F \cos \varphi$) произведет откат, а вертикальная ($F \sin \varphi$) произведет нажатие тела орудия на цапфы и подъемный механизм. Назовем расстояние центра тяжести орудия от оси цапф a, и от точки соприкосновения орудия с подъемным механизмом b, считая оба эти отрезка по оси канала орудия. При этих обозначениях сила $F \sin \varphi$ разложится между точками опоры — цапфенные гнезда и подъемный механизм, по началу равновесия рычагов, обратно пропорционально длине плеч, а именно вертикальное давление на цапфенные гнезда

$$N_{ц} = F \sin \varphi \cdot \frac{b}{a+b}$$

и давление по вертикали на подъемный механизм

$$N_{п} = F \sin \varphi \cdot \frac{a}{a+b} \cdot$$

Подставляя вместо F его величину $\frac{Q_{op}}{g} \cdot j$, получим:

$$N_n = \frac{a}{a+b} \cdot \frac{Q_{op}}{g} \cdot j \cdot \sin\varphi \cdot$$

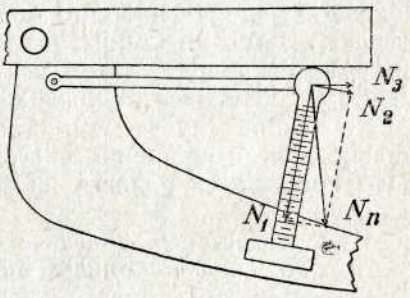
Чтобы уменьшить N_n, давление на подъемный механизм, полезно: 1) уменьшать a, т. е. расстояние от центра тяжести орудия до оси цапф.

При $a=0$ и это давление равно нулю. Значит в орудиях без перевеса казенной части подъемный механизм не испытывает давлений при выстреле. Но в этом случае при опускании подъемного механизма, если орудие с ним не связано, оно не будет следить за подъемным механизмом.

2) Увеличивать $a+b$, т. е. отставлять подальше подъемный механизм от оси цапф. При этом не только уменьшается давление на подъемный механизм при выстреле, но также облегчается работа подъемного механизма, если только не увеличится перевес казенной части, так как подъемный механизм будет действовать на большем плече.

3) Действие на подъемный механизм увеличивается с увеличением угла возвышения.

Следует, однако, иметь в виду, что при достаточном сопротивлении лафета откату, горизонтальная слагающая отдачи может поднять казенную часть, повернув орудие около цапф и затем оно, по окончании действия силы $F\cos\varphi$, упадет, и произойдет сильный удар по подъемному механизму. Во избежание этого желательно связывать орудие с подъемным механизмом, независимо от того, имеется или нет перевес казенной части.



Черт. 113.

Связывание подъемного механизма с орудием выгодно еще в том отношении, что уменьшается разрушительное действие на механизм давлений, развивающихся при стрельбе. Это замечание касается, главным образом, подъемных механизмов в виде винтов. В самом деле, силу N_n можно разложить на две составляющие (черт. 113): одну по оси винта (N_1), а другую к ней перпендикулярную (N_2).

Первая будет вжимать винт в матку и может срезать нарезку на винте, или в матке (поломать зубцы в подъемной дуге), или может заставить винт войти в матку, — произведет так называемую с д а ч у подъемного механизма. Сдачу же может вызывать и удар казенной части по винту. Для преду-

преждения сдачи необходимо устраивать особые приспособления (зажимы).

Вторая, N_2, будет гнуть, ломать винт, и так как на изгиб материалы сопротивляются довольно слабо, то эта сила может быстро повредить подъемный винт.

Если подъемный винт связан с орудием, или, как это было в прежних лафетах, с самим лафетом, при помощи шарнирных тяг, то в этом случае сила N_n разложится на осевую N_1 и по тяге N_3. Эта последняя будет растягивать тяги, а не ломать винт.

Поэтому подъемные механизмы постоянно связываются с орудием (или люлькою).

9. Действие отдачи на ось и колеса.

Как было уже указано, действие отдачи на колеса выражается силою, направленною вертикально; при чем эта сила при углах возвышения, меньших предельного угла вращения системы, будет направлена вверх, так как лафет подпрыгивает, а при углах возвышения, больших этого угла, — будет направлена вниз, и произойдет нажатие колес на основание.

В первом случае стрельба при углах возвышения, меньших предельного угла вращения системы, вследствие зазора между втулкою колеса и концом оси, ось со станком будет некоторое время свободно подниматься вверх при вращении лафета. Затем ее концы ударят по колесам и колеса также поднимутся кверху. Затем вся система упадет и концы осей ударятся об колеса, а последние об основание.

Во втором случае, при углах возвышения, больших предельного угла вращения системы, напротив, действием отдачи концы осей надавят на колеса, а последние надавят на основание.

При откате, ось, двигаясь с лафетом назад, тоже произведет удар своими концами по колесам.

Все эти удары, будут, конечно, взаимны: с какой силой ось ударяет по колесу, с такою же силою колесо ударяет по концу оси.

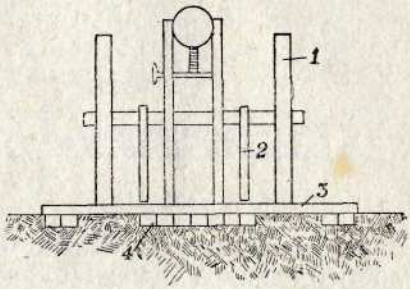
Из этого видно, что конец оси подвергается поочередно ударам различной силы и в разных направлениях. Так как удары действуют особо разрушительно, то ось должна иметь особенно прочное устройство. Поэтому оси выходят всегда довольно большого веса, в отношении веса всей системы.

Колеса претерпевают такие же удары, как и ось и так как колеса являются сравнительно слабою частью всей конструкции, то для сбережения колес, а также осей, предлагались различные средства, как сектора (у 152-*мм* пушки обр. 1904 г., буфера у 152-*мм* полевой мортиры), принимавшие на себя часть усилий, в особенности при больших углах

возвышения, когда вертикальная слагающая отдачи особенно велика.

Сущность устройства секторов в следующем.

На оси (черт. 114) ближе к гнездам боевой оси, укрепляются два сектора (2) так, что они могут свободно на ней качаться. В нормальном положении сектора не нажимаются на основание — дощатую платформу. При настилке платформы ее части располагают так, чтобы колеса (1) опирались на доски (3) платформы между продольными лежнями (4).



Черт. 114.
1. Колесо. 2. Сектор. 3. Доска платформы. 4. Лежни.

Сектора же, напротив, приходились бы над лежнями, или специальными брусками. При таком расположении частей платформы доски ее, при выстреле, от нажатия колес, прогнутся, весь лафет опустится вниз, сектора нажмутся на платформу, примут на себя все усилие, и колеса освободятся от действия на них вертикальной слагающей отдачи. Прогиб досок служит также для смягчения действия отдачи на колеса и ось.

Для сбережения платформы на ней укрепляются опорные железные доски, на которые и нажимают сектора при опускании лафета.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ.

УСТРОЙСТВО ЛАФЕТОВ.

1. Устройство тормазов.

Тормаза, применяемые в артиллерии для ограничения отката, принадлежат, почти исключительно, к типу гидравлических, основанных на применении в них жидкости.

При откате жидкость в тормазе пробрызгивается из одной части цилиндра тормаза в другую и на это пробрызгивание расходуется большая работа. Величина этой работы зависит от размеров отверстий для пробрызгивания, скорости, сообщаемой частицам жидкости, и от свойств самой жидкости, ее удельного веса и вязкости.

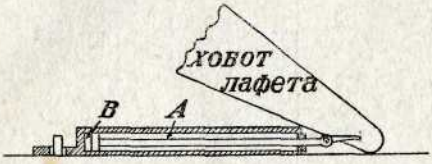
Общая схема устройства гидравлического тормаза следующая.

К основанию, на котором расположена система орудий с лафетом, или к неподвижной части системы прикрепляется цилиндр тормаза.

Скрепление цилиндра с основанием делается шарнирным при помощи шворня, укрепленного в основании, с тем, чтобы можно было поворачивать хобот в стороны для выполнения боковой наводки.

В цилиндре помещается поршень со штоком (стержнем). Последний шарнирно скрепляется с хоботом лафета (черт. 115).[1]

Пространство между внутреннею поверхностью цилиндра и штоком заполняется жидкостью, обычно веретенным (получаемым из нефти) маслом, водою с глицерином, иногда вазелином.



Черт. 115.

Для пробрызгивания жидкости либо поршень имеет отверстия, либо его диаметр делается несколько меньше диаметра внутренней полости цилиндра и между каналом цилиндра и поверхностью поршня получается кольцевой зазор, либо, наконец, в стенках цилиндра выбираются дорожки.

При выстреле, лафет, откатываясь, будет двигать с собою и поршень. Цилиндр же тормаза остается на месте. Поэтому жидкость будет переливаться через отверстия поршня (или зазор), по другую сторону поршня: из объема A в объем B, освобождающийся по мере продвигания поршня.

Для того чтобы жидкость заставить переливаться, пробрызгиваться, нужно приложить силу, значит, обратно жидкость представляет сопротивление такому пробрызгиванию, выражаемое некоторой силой. Эта сила составляет сопротивление тормаза.

Найдем величину сопротивления тормаза.

Для этого применим уравнение работ.

Когда действует лишь одна сила, то живая сила, приобретенная (затраченная) на каком-либо пути, равняется работе силы на том же пути.

В данном случае одна сила сопротивления тормаза R на длине отката S. Если допустить, что эта сила постоянная, то ее работа выразится произведением RS.

Приобретенная пробрызнутою жидкостью живая сила будет $\frac{mw^2}{2} - \frac{mw_0^2}{2}$, m — масса пробрызнутой жидкости, w — скорость, с которою она протекает через отверстия, и w_0 — начальная скорость жидкости, которая, конечно, равна нулю.

---

[1] Можно представить и другую схему: цилиндр тормаза скреплен с откатывающейся частью, а шток с неподвижною.

Поэтому можем написать равенство

$$RS = \frac{mw^2}{2}.$$

Массу m найдем следующим образом.

Пусть площадь поршня, толкающая жидкость, — A. Эта площадь не равна площади поршня, а меньше ее на площадь сечения штока при устройстве тормаза по схеме черт. 115. Так как при откате поршень переместится на всю длину отката, то он вытеснит объем жидкости, равный произведению из площади на высоту, в данном случае на длину отката (AS). Умножив на удельный все жидкости δ, получим вес вытесненной жидкости $AS\delta$. Поэтому $m = \frac{AS\delta}{g}$ и написанное раньше уравнение примет вид

$$RS = \frac{AS\delta}{2g} w^2 \text{ или } R = \frac{A\delta}{2g} w^2.$$

Скорость пробрызгиваемой жидкости найдется таким путем. Объем вытесненной жидкости должен равняться объему пробрызнутой жидкости, так как жидкости считаются несжимаемыми. Объем вытесненной жидкости, в любой промежуток времени t, равен площади A, умноженной на путь, пройденный поршнем за этот промежуток времени vt, где v — скорость отката, то-есть этот объем равен Avt. Объем же жидкости, протекшей через отверстия, равен awt, где a—площадь отверстий, через которые пробрызгивается жидкость.

Приравнивая эти два выражения и сокращая на t, получим

$$aw = Av,$$

$$\text{откуда } w = \frac{A}{a} v.$$

Вставляя это выражение вместо w в уравнение для R найдем:

$$R = \frac{A\delta}{2g} \cdot \frac{A^2}{a^2} \cdot v^2 = \frac{A^3\delta}{2g} \cdot \frac{v^2}{a^2}.$$

Однако подсчитанная по этой формуле величина R не будет точно выражать сопротивление тормаза потому, что часть живой силы отката расходуется не только на пробрызгивание жидкости, но и на преодоление внутреннего трения между ее частицами и на изменение вида струй пробрызгиваемой жидкости. Сопротивление тормаза зависит, словом, от текучести (вязкости) жидкости.

Поэтому в написанное выражение нужно ввести некоторый поправочный коэффициент, зависящий от вязкости жид-

кости и последнее равенство перепишется:

$$R = k\frac{A^2\delta}{2g}\cdot\left(\frac{v}{a}\right)^2.$$

Следует иметь в виду, что сила R, как противодействующая откату, является силою отрицательною и это при решении вопросов нужно иметь в виду.

Итак сопротивление гидравлического тормаза зависит от его конструкции (A и a), от свойств жидкости (k и δ) и скорости движения откатывающейся системы (v).

Для работы большинства, если не всех, механизмов выгодно, чтобы работа их совершалась равномерно.

При этом условии проще расчет и надежнее служба всех частей механизма. Поэтому желательно придать такую конструкцию тормазу, чтобы R было бы величиною постоянною во все время отката.

Из выражения для R видно, что в него входит переменная скорость отката v. Прочие величины для каждого случая являются либо постоянными (k и δ), или могут быть изменяемы по нашему желанию (A и a). Если задаться постоянством одной из них, напр. A, тогда, меняя величину a, то есть величину площади отверстия, через которое пробрызгивается жидкость, в соответствии с изменением скорости отката, можем получить постоянство величины R.

Как видно из выражения для R, для этого достаточно, чтобы $\frac{v^2}{a^2}$ было бы постоянным, то есть, чтобы квадрат площади отверстий был бы пропорционален квадрату скорости отката.

Тормаза такого устройства, что это отношение соблюдено, имеют сопротивление постоянное и их называют тормазами с постоянным сопротивлением. В некоторых тормазах, прежних, устаревших систем площадь отверстий делалась постоянной, тогда отношение $\frac{v^2}{a^2}$, вследствие переменности скорости отката, было переменным, а также переменным на протяжении отката было и сопротивление тормаза.

Такие тормаза назывались тормазами с постоянными отверстиями.

Осуществляется переменность площадей сечений, через которые пробрызгивается жидкость, многими способами; укажем на некоторые из них.

Одним из первых решений этого вопроса было предложение тормаза системы конического канала.

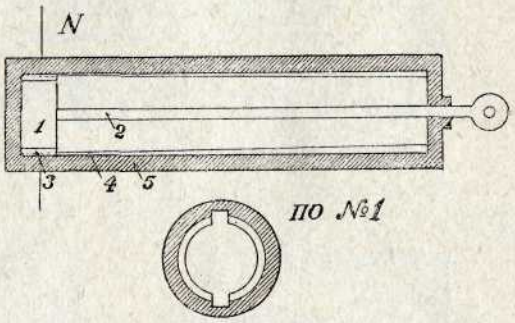
Как видно на черт. 116, зазор между поршнем и коническим каналом, по мере продвигания поршня к заднему концу цилиндра тормаза, будет становиться все меньше и

меньше и в самом конце отката зазор этот обратится в нуль, но это случится уже после того, как откат окончится.

Для центрования поршня на нем делаются выступы — шпонки, скользящие в пазах цилиндра тормаза.

При таком устройстве тормаза его сопротивление (R) не вполне постоянно, так как площадь отверстия не вполне соответствует изменению скорости отката (v).

В самом деле, вначале скорость отката нуль. Затем она, в очень короткий промежуток времени дорастает до наибольшей величины (v_m) и затем постепенно падает, на большей или меньшей длине отката, в зависимости от устройства тормаза, до нуля (см. таблицу X).



Черт. 116.
1. Поршень. 2. Шток. 3. Шпонки поршня. 4. Паз. 5. Цилиндр тормаза.

Следовательно площадь сечений должна быть сначала нуль, затем быстро, при небольшом перемещении откатывающихся частей, возрасти до наибольшей величины и затем постепенно убывать до нуля.

Для достижения переменности сечений в соответствии с изменением скорости отката во многих системах тормазов (76-*мм* пушек и орудий системы Шнейдера) принято следующее приспособление (черт. 117).

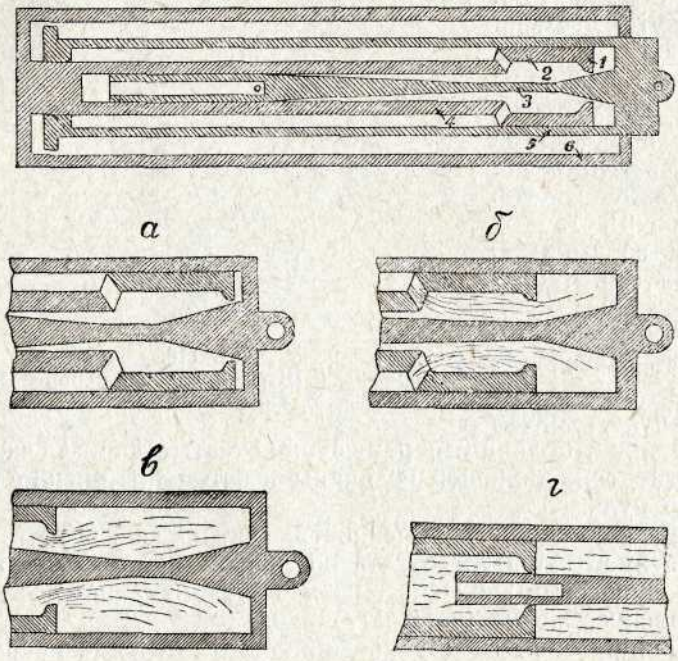
Цилиндр тормаза (5) соединяется с откатывающимися частями и двигается вместе с ними при откате. С ним, как бы одно целое, составляет веретено (3), представляющее стержень переменного кругового сечения: сначала, в направлении от казны к дулу, его сечение большого диаметра, потом быстро уменьшающегося и затем медленно возрастающего. При откате веретено двигается вместе со всеми частями, принимающими участие в откатке — откатные части.

Особая часть — люлька (6), охватывающая тормаз, удерживается во время отката на месте. С нею остается на месте (в откате не участвует) шток (4) с поршнем (2).

На заднем конце поршня укреплено регулирующее кольцо (1), охватывающее веретено. Внутренняя полость поршня соединяется с наружной несколькими отверстиями, имеющими, в сумме, площадь, значительно большую, чем площадь зазора между регулирующим кольцом и веретеном, даже когда эта последняя имеет наибольшую величину.

Если части расположены так, как изображено на чертеже 117, *а*, что отвечает положению их перед выстрелом, то регулирующее кольцо плотно облегчает веретено и между ними зазора нет. Но лишь только начнется откат, цилиндр тормаза двинется назад, под остающееся на месте регулирующее кольцо подойдет другое сечение веретена и зазор увеличится (черт. 117, *б*).

При своем движении назад цилиндр тормаза будет гнать



Черт. 117.
1. Регулирующее кольцо. 2. Поршень. 3. Веретено. 4. Шток. 5. Цилиндр тормаза. 6. *Люлька.*

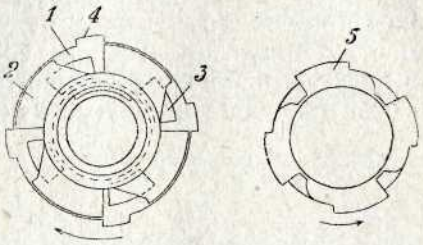
жидкость своим передним дном назад и она устремится через отверстия поршня и в зазор между регулирующим кольцом и веретеном.

Как видно из черт. 117, этот зазор будет сначала быстро возрастать, а затем медленно убывать, в соответствии с изменением скорости отката, и в конце отката веретено совершенно закроет отверстие в регулирующем кольце (черт. 117, *г*).

В 112-*мм* гаубице обр. 1909 г. переменность сечения достигается тем, что в стенках цилиндр тормаза, подобно нарезам орудия, сделаны желобки, переменной глубины; поршень

же вплотную прилегает к стенкам канала. Поэтому жидкость пробрызгивается через каналы переменного сечения, образуемые желобками и поршнем.

В системах английских (152-*мм* гаубицы, 203-*мм* гаубицы) (черт. 118) принята для этой же цели система поршня с регулятором отката. Сущность состоит в том, что отверстия в поршне в большей или меньшей мере перекрываются регулятором. Для достижения этого либо поршень, либо регулятор может относительно штока поворачиваться. Самый поворот достигается тем, что усы (шпонки) на вращающейся части скользят по винтовым нарезам цилиндра тормаза.



Черт. 118.
1. Поршень. 2. Регулятор отката. 3. Отверстия в поршне. 4. Шпонки на поршне. 5. Регулятор наката (помещается внутри поршня).

Поворот вращающейся части уменьшает или увеличивает отверстия в поршне, совершенно их закрывая к концу отката.

Выражение для силы сопротивления тормаза

$$R = k \cdot \frac{A^3 \delta}{2g} \cdot \left(\frac{v}{a}\right)^2,$$

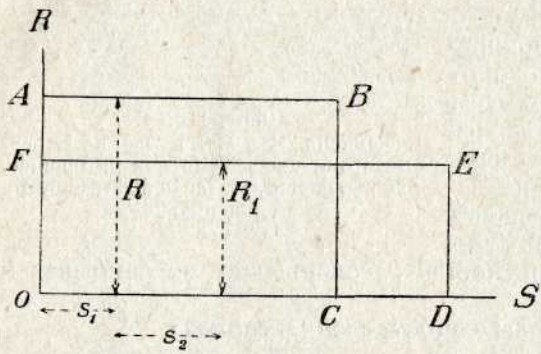
указывая зависимость ее от различных данных, дает, в то же время, возможность, комбинируя различные величины k, δ, v, a и A, получать различное R. Так что в данной системе орудия, при конструировании, можно сделать сопротивление тормаза и большим и малым. Сохраняя при этом постоянство отношения $\left(\frac{v}{a}\right)$, мы можем получить при этом как R большое, так и малое, соблюдая, однако, постоянство его величины.

Например, если взять площадь, толкающую жидкость, называемую живым сечением (A) большой, то, при прочих одинаковых условиях, через отверстия a будет пробрызгиваться больший объем жидкости, а значит, сопротивление тормаза возрастет. То же произойдет, если мы, сохраняя постоянство отношения $\left(\frac{v}{a}\right)^2$, уменьшим a. Например, это отношение было, скажем, 4, а вследствие того, что выбрали другое a, оно, будучи постоянным, станет 6, то ясно, что R во втором случае станет в полтора раза больше, чем в первом $\left(\frac{6}{4} = 1\frac{1}{2}\right)$.

Таким образом, мы в данном орудии можем подобрать тормаз какого угодно сопротивления.

Чтобы выяснить, какие это будет иметь последствия, построим график зависимостей сопротивления тормаза и величин отката.

Если R постоянно, то пройдет ли откатывающаяся часть путь S_1 или S_2 величина R будет та же (черт. 119). Откладывая величины R по ординатам в некотором масштабе, получим прямую AB, которая будет выражать искомую зависимость. Допустим, что при сопротивлении R откат системы выразится, в принятом масштабе, отрезком OC (черт. 119). Тогда площадь прямоугольника $OABC$ выразит работу сопротивления тормаза на всей длине отката.[1] Если взять $R_1 < R$, то оно для остановки откатывающихся частей, для поглощения живой силы отдачи, должно будет произвести такую же работу, измеряемую в принятом масштабе единицами площади. Площадь, в этом случае, должна быть равновелика $OABC$, а это возможно, при уменьшении сопротивления, то-есть высоты прямоугольника, лишь при увеличении его длины $OD > OC$ и площадь $ODEF$ равновелика площади $OABC$. То-есть с уменьшением сопротивления тормаза увеличивается длина отката.



Черт. 119.

Обратно с увеличением сопротивления тормаза длина отката уменьшается.

Так как в системах упругих сопротивление тормаза R является силою, действующею на нижний станок, подобно силе отдачи F в системах жестких, то легко усмотреть, что для спокойствия при стрельбе упругих лафетов, кроме всех мер, указанных ранее, можно применить еще изменение силы сопротивления тормаза.

Устраивая тормаз так, чтобы R было поменьше, а следовательно откат подлиннее, получим систему более спокойную. Увеличивая R, или уменьшая длину отката, получим систему более беспокойную. В пределе, когда длина отката, определяемая работою тормаза, нуль, система обращается в жесткую. В упругих системах, близких по своим свойствам,

[1] Объясняется это путем совершенно совпадающим с тем, какой был применен в отделе „Внутренней балистики" для получения работы давления пороховых газов на дно снаряда (стр. 46 и след.).

длина отката является, таким образом, как бы характеристикой их спокойствия при стрельбе.[1]

2. Накатники.

Итак, после выстрела вся ли система, или только части ее (откатные части) откатываются. Для следующего выстрела необходимо восстановить первоначальное положение частей, то есть накатить систему на место. Для этого устраиваются различного рода накатники.

Простейшим накатником являются упомянутые раньше откатные клинья и поворотные рамы. Но они очень несовершенны: накатывают резко, возможны выкаты вперед, или требуются особые ограничители таких выкатов (ноккеры, упоры, брусья), но возможны также недокаты и, при применении откатных клиньев, сбивание системы в сторону. В современных системах применяются особые накатники.

Современные накатники по их устройству можно отнести к двум видам: пружинные и воздушные (пневматические).

В первых пользуются для наката упругостью пружин, сжимаемых при откате, во вторых—упругостью воздуха, также сжимаемого при откате.

Конечно на сжатие накатника расходуется часть энергии отката. Поэтому накатники в некоторой степени служат ограничителями отката, но их назначение — накатывание, возвращение орудия, как иногда говорят, на батарею.

И те и другие накатники хорошо выполняют свое назначение. К выгодам воздушных накатников относятся: меньший вес, большая плавность (спокойствие) работы. Но им свойственна утечка воздуха, отчего работа накатника теряет свою правильность. Впрочем и пружины могут садиться и терять свою упругость.

Затем уход за воздушным накатником и содержание его в исправности считаются более сложными и трудными.

В общем трудно отдать предпочтение тому или другому виду накатника, этим, по всей вероятности, и объясняется широкое распространение и тех и других.

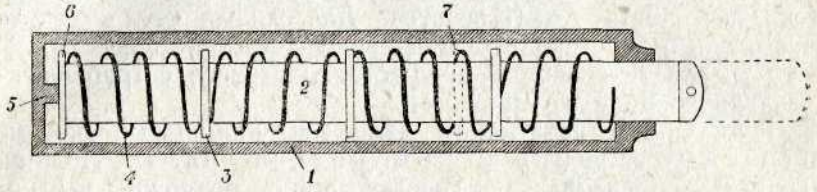
Сущность устройства пружинного накатника состоит в следующем (черт. 120).

---

[1] В настоящее время для ограничения отката испытывают надульники. Так как они окончательно не выработаны, то укажем лишь на идею их устройства: близ дула на орудии укрепляется один или несколько дисков, позади которых в стенках орудия делаются сквозные отверстия. Газы, вырывающиеся сквозь эти отверстия, толкают диск, а следовательно и орудие, вперед и тем уменьшают действие отдачи.

На цилиндр тормаза (2) надета колонна пружин (7), упирающаяся одним концом в головку или закраину (6) цилиндра тормаза, а другим (задним) в дно люльки (1).

При откате, цилиндр тормаза, двигаясь назад, сжимает пружины между своею закраиною и дном люльки, остающейся неподвижно. К концу отката закраина займет положение 7.

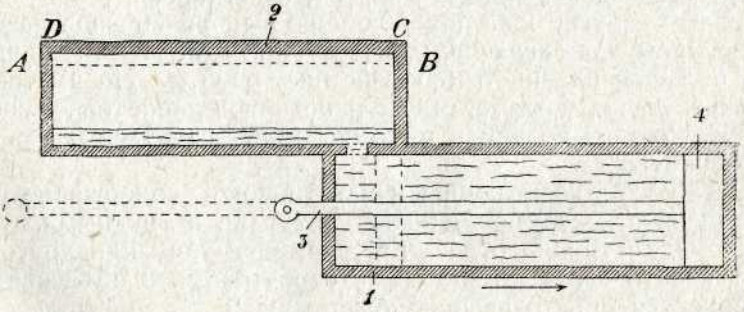


Черт. 120.

1. Люлька. 2. Цилиндр тормаза. 3. Шайба. 4. Пружины накатника. 5. Шток. 6. Закраина цилиндра. 7. Положение закраины при откате.

Когда откат окончится (скорость его станет равной нулю), пружины, своею упругостью, накатят откатные части на место.

Колонка делается из нескольких отдельных пружин, разделенных между собою подвижными перегородками-шайбами (3). Это делается в видах удобства возки запасных частей: меньше вес каждой части и удобнее укладывать короткие пружины. Кроме того пружина при сжатии развертывается, раскручивается, а при разжатии завертывается, закручивается. Закручиваясь и раскручиваясь она может вызывать поворот головки цилиндра тормаза, которая, обычно,



Черт. 121.

1. Цилиндр накатника. 2. Воздушный резервуар. 3. Шток. 4. Поршень.

ввинчивается в цилиндр, или крышки люльки, и такое действие пружины будет тем значительнее, чем длиннее пружина. При составлении колонны пружин берут пружины поочередно завитые налево и направо, тогда закручивание одной будет уничтожаться закручиванием, в другую сторону, другой, а потому головка цилиндра тормаза и крышка люльки

не будут испытывать никаких напряжений от этой причины.

Устройство воздушного накатника в схеме следующее (черт. 121): воздушный накатник обычно составляет одно целое с цилиндром тормаза, образуя так называемые салазки.

В салазках имеется несколько цилиндрических каналов для тормаза, для накатника и воздушных резервуаров. Салазки соединяются с орудием и потому участвуют в откате.

Собственно, в схеме, воздушный накатник состоит из резервуара для воздуха (2) и цилиндра (1) с поршнем (4), сообщающихся между собою при помощи отверстий или соединительных каналов.

Поршень при помощи штока (3) соединен с люлькой и в откате, поэтому, не участвует. Весь цилиндр накатника. и часть воздушного резервуара наполнены жидкостью. Количество жидкости соображается таким образом, чтобы воздух был достаточно сжат и чтобы, вместе с тем, при наибольшем угле возвышения соединительное отверстие было бы закрыто жидкостью, с тем, чтобы воздух не мог попасть в цилиндр накатника.

При выстреле салазки вместе с орудием двигаются назад. Жидкость неподвижным поршнем будет перегоняться через отверстие или соединительные каналы, в воздушный резервуар и, к концу отката, дойдет до уровня *AB*, сжав воздух в объеме *ABCD*.

Когда откат прекратится, то воздух своею упругостью будет выталкивать жидкость из резервуара в цилиндр накатника. Здесь жидкость будет давить на стенки объема, в том числе на переднюю крышку цилиндра и на поршень. Но так как поршень неподвижен, то давление жидкости на него ничем не скажется. Давление же на крышку цилиндра накатника побудит его, а, стало быть, и салазки и связанное с ними орудие двигаться вперед.

Для того, чтобы орудие удерживалось, надежно в переднем своем положении, на прикате, и чтобы предупредить возможность недокатов, пружинный, или воздушный, накатники должны быть предварительно поджаты на достаточную величину, например у 76-*мм* полевой пушки (пружины) на 250 *кг*, у 107-*мм* пушки (воздух) на 1 240 *кг*, у 122-*мм* гаубицы обр. 1909 г. (пружины) 558 *кг*, у 122-*мм* гаубицы обр. 1910 г. (воздух) 658 *кг*, у 152-*мм* полевой гаубицы (воздух) 1 135 *кг* и т. п. Это показывает с каким усилием орудие (откатывающиеся части) удерживается на прикате.

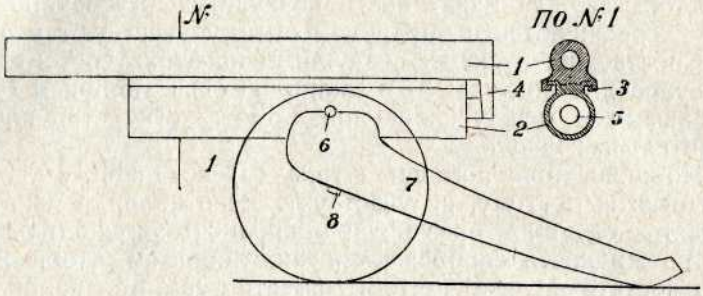
3. Лафеты упругой системы.

Современные лафеты представляют систему, состоящую из нижней части — основания или станка и верхней части, откатывающейся — откатных частей.

На станке закрепляются неподвижные части тормаза и накатника, а в откатных частях закрепляются подвижные части тормаза и накатника.

Схема устройства современных колесных лафетов представится в следующем виде (черт. 122).

Станок (7), представляющий по существу жесткий лафет.

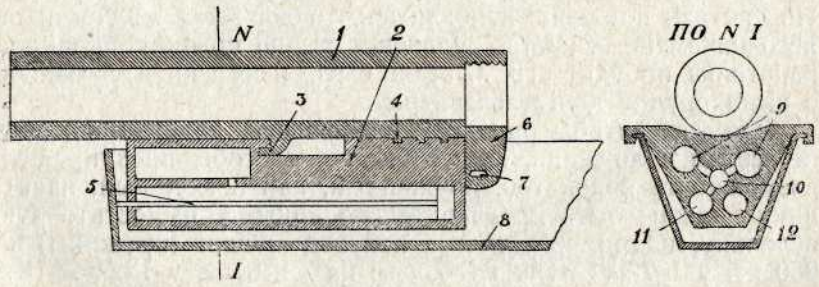


Черт. 122.
1. Тело орудия. 2. Люлька. 3. Захваты. 4. Борода. 5. Цилиндр тормаза. 6. Цапфы. 7. Станок. 8. Боевая ось.

В нем, при помощи цапф, закрепляется люлька, в которой закрепляются наглухо части, не участвующие в откате, и помещаются части откатывающиеся.

Эти последние соединяются с орудием.

Тело орудия соединяется с люлькою не только через посредство названных частей, но и особыми захватами. Иногда между люлькою и орудием имеется особая часть —



Черт. 123.
1. Тело орудия. 2. Салазки. 3. Захват. 4. Выступы. 5. Шток. 6. Борода. 7. Засов. 8. Люлька. 9. Воздушные резервуары. 10. Соединительный резервуар. 11. Цилиндр накатника. 12. Цилиндр тормаза.

салазки, в которых устраиваются цилиндры накатников и тормазов (орудие системы Шнейдера).

Если нет салазок, то орудие соединяется с цилиндром тормаза при помощи так называемой бороды.

Если же имеются салазки, то, большей частью, орудие соединяется с ними, помимо бороды, еще помощью захватов и винтовых выступов (черт. 123).

В лафетах этой системы орудие откатывается по направлению своей оси, почему и предлагается называть их, вместо признаваемого неудачным названия „упругие лафеты", лафетами с откатом орудия по оси.

В лафетах с откатом орудия по оси на станок действует не вся сила отдачи, как это имело место в системах жестких лафетов, а лишь сила сопротивления тормаза. В самом деле, тормаз в каждый данный момент оказывает сопротивление откату R. Задачу нижнего станка составляет удержать люльку на месте. Это будет достигнуто, если он будет выдерживать эту силу R, то-есть взаимодействие между люлькою и станком будет выражаться силою R. Так как R во мною раз меньше F (раз в 30), то условия устойчивости системы в этих лафетах легче достижимы.

ТАБЛИЦА XI

значений сопротивления тормаза и силы отдачи для некоторых орудий

	76-*мм* легк. пушка	107-*мм* пушка	122-*мм* гаубица обр. 1909 г.	152-*мм* гаубица обр. 1910 г.
R	3 180 *кг*	6 214 *кг*	7 370 *кг*	11 100 *кг*
F	110 000 „	220 000 „	210 000 „	328 000 „
$\frac{R}{F}$	0,029 „	0,028 „	0,035 „	0,034 „

Для правильной работы лафета необходимо, однако, чтобы станок не смещался, не откатывался, поэтому необходимо надежно закрепить его на основании.

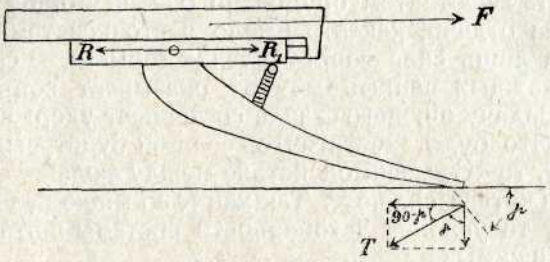
Для этого в лафетах, с откатом по оси, устраивают сошники не с целью ограничения их отката, а с целью сделать их совершенно неподвижными.

Нередко для той же цели применяют тормажение колес. В нашей артиллерии применяется почти исключительно первое средство.

Сошник (черт. 124) должен быть так рассчитан, чтобы горизонтальная слагающая его сопротивления сдвиганию была бы равна сопротивлению тормаза (и накатника) при наибольшей их величине, то-есть при угле возвышения 0°, так как при больших углах сдвигающее усилие, равное $R\cos\varphi$, уменьшается. $T\cos(90° - \gamma) = R$ или $T\sin\gamma = R$, где через γ обозначен угол, составляемый сошником и опорною площадкою хобота.

Из этого выражения видно, что для правильной работы сошника необходимо, чтобы он имел некоторую достаточную поверхность, так как T тем больше, чем больше поверхность опоры сошника в грунт и, с другой стороны, чем больше угол γ.

Делать, однако, сошник очень большим невыгодно, будет



Черт. 124.

слишком опускаться вниз во время походного движения и тем может затруднить движение.

С другой стороны, делать угол γ большим (близким к 90°) тоже невыгодно, так как сошник будет плохо углубляться в грунт — будет плохо забирать.

Наивыгоднейшая величина сошника и угла γ подыскивается для каждой системы опытом.[1]

4. Меры, предупреждающие удар казны об основание при стрельбе под большими углами возвышения.

В системах с откатом по оси, как уже было замечено раньше, возникают серьезные опасения, что при стрельбе под большими углами возвышения орудие может ударить казенной частью, при откате, по основанию, или, даже, упереться в основание и дальнейшее придавание углов возвышения будет невозможно (черт. 125).

Для устранения этого применяются различные меры: 1) переменный откат, 2) перенесение цапф под казну орудия, 3) разложение отката на несколько направлений, 4) устройство орудий с выкатом вперед перед выстрелом и 5) подъем лобовой части лафета.

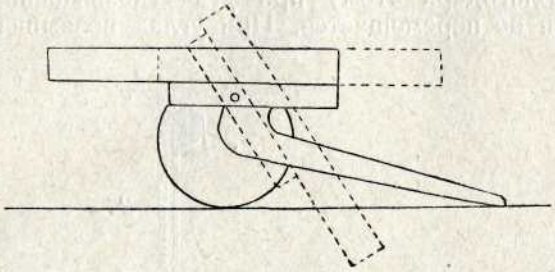
[1] Величины углов γ и площадей сошников (B) у некоторых систем:

	76-*мм* легк. пушка обр. 1902 г.	107-*мм* пушка	122-*мм* гаубица обр. 1909 г.	152-*мм* гаубица обр. 1910 г.
γ	85°	70°	50°	20°
B	350 *кв. см*	1 900 *кв. см*	1 350 *кв. см*	2 450 *кв. см*

У гаубиц угол γ мал, потому что они стреляют при больших углах возвышения.

Первые два средства применяются широко в принятых у нас системах; третье же и четвертое у нас не применяются, но находят применение в иностранных артиллериях. Последнее применено в нашей горной пушке обр. 1909 г.

Переменный откат применен во всех орудиях английских, состоящих у нас на службе (114-*мм*, 152-*мм* и 203-*мм* гау-



Черт. 125.

бицы). Частично, но не полностью, переменный откат применен у 152-*мм* пушки Шнейдера обр. 1909 г.

Идея переменного отката состоит в том, что по мере увеличения угла возвышения система имеет меньше стремления прыгать; поэтому можно, без ущерба для спокойствия системы, увеличить сопротивление тормаза и тем укоротить откат.

Напротив, при малых углах возвышения, когда системы больше прыгают, нужно уменьшить сопротивление тормоза и при малых углах дать большую величину отката.

Осуществляется эта идея тем, что отверстия в тормозе для пробрызгивания жидкости, сами собою, по мере увеличения угла возвышения, уменьшаются.

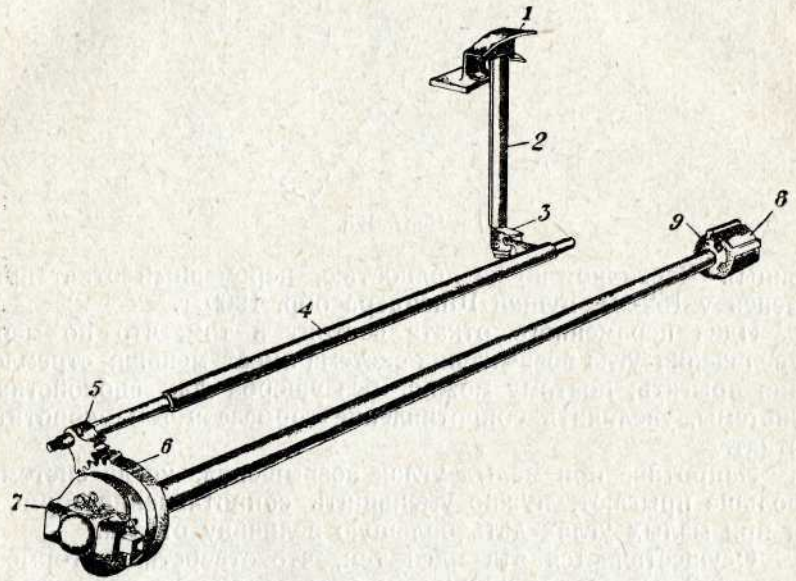
Для этого устраивается приспособление приблизительно по следующей схеме. На неподвижной части (относительно люльки) станка устраивается желобчатая направляющая (1) (кулисса) планка, в жолоб которой входит ролик ползуна (2), могущего скользить вдоль своей оси в трубке, укрепленной на люльке (черт. 126).

Так как жолоб планки не концентричен с цапфами, то при опускании люльки ползун должен будет перемещаться вдоль своей оси.

Своим пазом (3) ползун охватывает кулак, укрепленный на продольном валике (4), поэтому перемещения ползуна будут приводить во вращение вал. На переднем конце вала насажен зубчатый сектор (5), сцепляющийся с зубчатым сектором (6) на штоке тормоза. Благодаря этому всякий поворот валика вызовет соответствующий поворот штока. Поршень тормаза состоит, в этих случаях, из двух частей: одной, поворачивающейся вместе со штоком, а другой, удер-

живаемой от вращения шпонками, скользящими по пазам (нарезам) в цилиндре тормаза. При повороте штока отверстия поршня для пропуска жидкости будут меняться.[1]

В нашей 152-*мм* пушке обр. 1909 г. (черт. 127) жолоб устроен в виде двух участков дуг, описанных разными радиусами из центра цапф, соединенных наклонной частью жолоба. Благодаря этому при углах возвышения от 0° до 12° ползун не перемещается. При углах возвышения от 12°



Черт. 126.

1. Кулисса. 2. Ползун. 3. Паз. 4. Валик. 5. Зубчатый сектор. 6. Зубчатый сектор штока. 7. Крышка люльки. 8. Поршень. 9. Регулятор отката.

до 16° ролик ползуна скользит по наклонному пазу кулиссы и поднимает ползун кверху. При углах возвышения, больших 16°, ролик ползуна катится по концентрическому пазу, почему ползун не перемещается.

При перемещении ползуна, вследствие соответствующей передачи, сходной по устройству с изображенной на черт. 126, происходит поворот штока. Вместе со штоком поворачивается особое кольцо, которое постепенно перекрывает отверстия в поршне. Поршень же со штоком не поворачивается.

При стрельбе при углах возвышения от 0° до 12° отверстия в поршне открыты, жидкость через них сравнительно свободно проходит и откат получается постоянный и большой (2 000 *мм*).

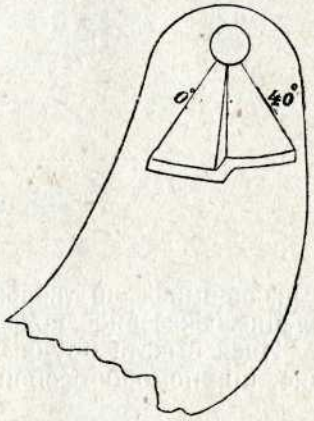
[1] См. также черт. 118.

При углах возвышения от 12° до 16° отверстия в поршне постепенно, по мере увеличения углов, уменьшаются и откат получается переменным.

При углах, бóльших 16°, отверстия поршня закрыты, — откат постоянный и малый (1 000 *мм*).

Переменный откат устраняет неудобства длинного отката при больших углах возвышения, но все-таки приэтом казна опускается довольно низко между станинами и заряжание орудия становится неудобно.

Это последнее неудобство устраняется принятием особых механизмов для быстрого приведения орудия в положение для заряжания.



Черт. 127.

Сущность этих механизмов состоит чаще всего в том, что к люльке приспособлена рукоятка, позволяющая сцепить люльку с подъемным механизмом, или расцепить. В последнем случае, действуя на ту же рукоятку, поднимают казенную часть в положение для заряжания. После заряжания опускают казну, причем само собою произойдет сцепление люльки с подъемным механизмом.

Так как подъемный механизм расцепляется с люлькою, то приданное ему положение не изменяется и, следовательно, при опускании орудия, после заряжания, когда люлька вновь сцепится с подъемным механизмом, орудию будет придан тот угол, который был до заряжания — наводка не нарушается. Сцепление и расцепление орудия с подъемными механизмами производится быстро, так что скорострельность от этого не уменьшается.

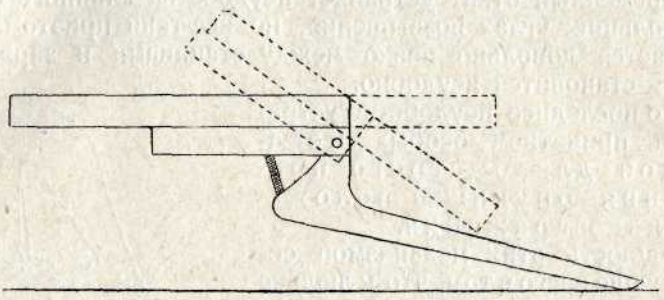
Другой мерой, устраняющей как возможный удар казны об землю при больших углах возвышения, так и позволяющей производить заряжание при этих углах, является расположение цапф под казною.

Черт. 128 поясняет сказанное.

Эта мера является выгодной и с точки зрения возможности заряжания при больших углах возвышения, не приводя орудие в горизонтальное положение; нет необходимости в механизмах, предназначаемых для приведения орудия в положение для заряжания и затем последующего его опускания. Но за то дульная часть орудия получает значительный перевес, что сильно затрудняет работу подъемного механизма. Для устранения этого, в таких случаях применяют особые уравновешивающие механизмы.

Прием разложения отката в плоскости стрельбы на не-

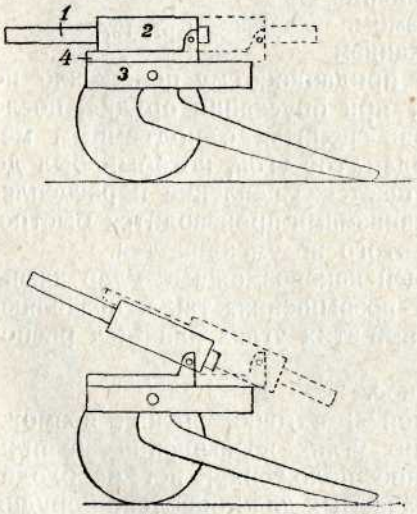
сколько направлений осуществлен в 75-*мм* пушке системы Депора. Откат раскладывается на два направления: горизонтальное и по оси канала. Для этого тело орудия помещается в особой муфте, в которой и откатывается по своей оси. Муфта своими цапфами соединяется с салазками, отка-



Черт. 128.

тывающимися по люльке, имеющей горизонтальное направление. Сказанное поясняется черт. 129.

Идея выката орудия вперед состоит в следующем: орудие, при помощи особой защелки задерживается в положении отката. После заряжания, для производства выстрела отпускают защелку — происходит накат, и, когда орудие будет близко к переднему положению, курок сам собою отводится и происходит выстрел. Пусть в этот момент откатные части приобретут скорость вперед 6 *м/сек*. Тогда сила отдачи должна будет произвести работу по уничтожению живой силы откатных частей и только после этого будет двигать их назад, — скорость отката будет на 6 *м/сек*. меньше, а потому и откат получится меньше.



Черт. 129.

Наконец, последний прием устранения удара казны об основание при больших углах возвышения, — прием увеличения высоты лафета при больших углах возвышения осуществлен в нашей 76-*мм* горной пушке обр. 1909 г.

В этой системе боевая ось сделана составною из трех

частей: лопасти и двух концов. Лопасть неподвижна, концы же могут быть повернуты на 180° около оси лопасти. При одном положении концов их оси будут выше оси лопасти, — лафет будет в нижнем положении; при другом, напротив, они будут ниже оси лопасти, — лафет в верхнем положении. При верхнем положении лафета можно стрелять при углах возвышения не менее 18°.

В последнее время вводится прием подъема лобовой части лафета по особым дугам, укрепленным на оси или неподвижной части станка. Это значительно упрощает устройство оси по сравнению с только что описанной, но усложняет подъемный механизм, который в этом случае как бы слагается из двух, работающих одновременно от одного привода: один из них опускает казенную часть орудия, а другой подымает лобовую часть лафета, а вместе с тем и дульную часть орудия.

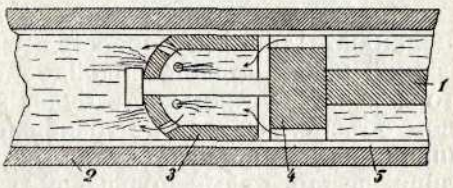
5. Регуляторы наката.

Накатники способны возвращать почти полностью работу, затраченную на сжатие пружин или воздуха, и так как они во время наката действуют постоянно, то откатные части получают значительные ускорения и могут быть наброшены с большею скоростью вперед, что̀ может привести к выкату всей системы вперед и во всяком случае повлечет сбивание наводки.

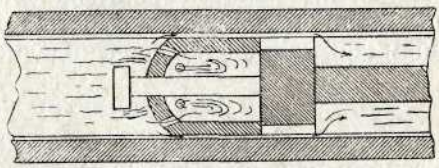
Для устранения этого вводятся в систему тормозов приспособления, называемые регуляторами наката.

Сущность их состоит в том, что либо во все время наката вводится добавочное сопротивление протеканию жидкости путем уменьшения отверстий, либо добавочные сопротивления вводятся только к концу наката.

При откате



При накате



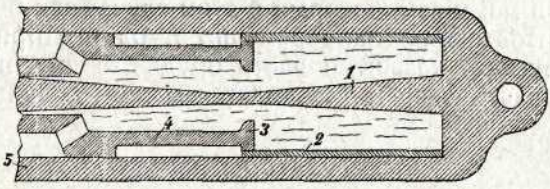
Черт. 130.
1. Веретено. 2. Шток. 3. Клапан. 4. Поршень на веретене. 5. Канавка.

Чаще всего применяется первый прием, а именно для уменьшения отверстий применяются клапаны (3) (черт. 130), которые при откате отодвигаются пробрызгивающейся жидкостью. При накате же, напротив, давлением жидкости, а в некоторых системах и пружины, клапан будет нажат на поршень и закроет отверстия в поршне, или внутри штока, причем для прохода

жидкости останутся лишь небольшие отверстия, образуемые канавками (5) в цилиндре штока и поверхностью поршня веретена. Сечение канавок переменное, уменьшающееся в соответствии с изменением скорости наката. Поэтому накат встречает постоянное сопротивление и совершается плавно.

Подобные приспособления (черт. 130) приняты во всех орудиях системы Шнейдера.

Последний прием, введение добавочного сопротивления лишь к концу наката, применен в нашей 76-*мм* легкой пушке. Приспособление состоит в следующем (черт. 131). Задняя



Черт. 131.
1. Веретено. 2. Регулятор наката. 3. Регулирующее кольцо. 4. Поршень. 5. Цилиндр тормоза.

часть поршня удлинена и с очень малым зазором пригнана к цилиндрическому регулятору, представляющему кусок бронзовой трубы (черт. 131).

При откате между этою удлиненною частью поршня и цилиндром тормаза соберется жидкость. Когда при накате задний конец поршня подойдет под передний конец регулятора наката, то жидкость будет закупорена в этом кольцевом объеме. Вследствие точной пригонки поверхностей поршня и регулятора наката для выхода жидкости может остаться лишь весьма малый кольцевой зазор (около 0,25 *мм*), почему выдавливание через него жидкости представит большое сопротивление накату. Накатывающиеся части, приобретая сравнительно большую скорость, будут резко задержаны в своем движении вперед и плавно, затем, дойдут до места.

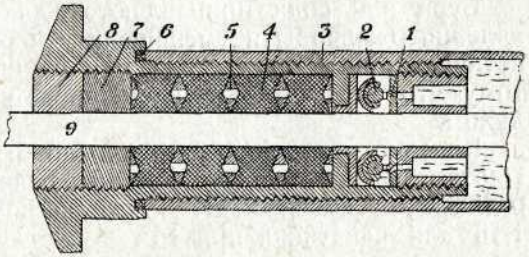
6. Устройство сальников.

Для устранения вытекания жидкости из цилиндра тормоза или накатника (между штоком и цилиндром), устраиваются приспособления, называемые сальниками.

Сальники имеют весьма разнообразное устройство. Для примера опишем сальник 76-*мм* полевой легкой пушки обр. 1902 г. (черт. 132).

Этот сальник состоит из четырех колец набивки (4), чередующихся с медными кольцевыми прокладками (5) ромбического сечения, концевые прокладки — треугольного сечения (полуромбического). Набивка изготовляется из шнура вулка-

низированной резины с асбестом.[1] Для прочности шнура в него вделана медная сетка. После того как набивка, вместе с кольцевыми прокладками, будет вложена в помещение для нее в крышке цилиндра тормоза (3), она сильно зажимается гайкой (7) и контр-гайкой (8). Кольцевые прокладки при этом нажатии распирают набивку и плотно прижимают как к штоку (9), так и к стенкам крышки. Набивка, препятствуя вытеканию жидкости, однако, не стирает ее со штока и после каждого отката на штоке могло бы выноситься некоторое количество жидкости, а после ряда выстрелов это составило бы довольно большое количество ее, отчего правильность работы тормоза могла бы нарушиться. Кроме того масло пропитывало бы резину набивки и портило бы ее.



Черт. 132.
1. Подворотниковое кольцо. 2. Воротник.
3. Крышка цилиндра тормоза. 4. Набивка.
5. Кольцевые прокладки. 6. Бабитовое кольцо.
7. Гайка. 8. Контр-гайка. 9. Шток.

Для устранения этого устраиваются так называемые воротники, представляющие собою кожаные кольца (2), которые давлением жидкости раздаются в стороны и плотно прилегают к штоку и обтирают его.

Для прохода жидкости в подворотниковом медном кольце (1) и в нажимающей его гайке делаются отверстия.

При большом давлении, которое развивается в тормозе при откате, жидкость может просочиться между крышкою и цилиндром тормоза. Для устранения этого между крышкою и срезом цилиндра тормоза прокладывается бабитовое кольцо, в которое, при завинчивании крышки, врезаются ее острые края и получается герметическое закупоривание. Бабит: сплав около 90% свинца, около 8% сюрьмы и около 2% меди; чем меньше сюрьмы, тем он мягче.

В сальниках других систем для предупреждения возможности слишком тугого поджатия сальника, или, напротив, слишком слабого, вкладываются пружины, которые и производят должное поджатие набивки.

7. Жидкость для наполнения тормозов и накатников.

Жидкость для наполнения цилиндров тормазов должна быть достаточно вязкой (малотекуча), чтобы представлять

[1] В сальниках других орудий набивка изготовляется из просаленной пеньки, кожи и т. п.

большее сопротивление переливанию; должна, по возможности, не изменять свои свойства при изменении температуры и не должна вредно действовать на металлы.

У нас, главным образом, для этой цели применяют веретенное масло или смесь глицерина с прокипяченною водою, поровну того и другого. В последнюю смесь, назначенную для тормазов, прибавляется на литр смеси по 10 *г* буры, а в жидкость для накатника, также состоящей из равных количеств глицерина и воды, 40 *г* соды или едкого натра, на литр смеси.

Бура или сода прибавляются для предупреждения появления ржавчины и уменьшения ее распространения. В накатниках применяются сода или едкий натр, а не бура, потому что здесь жидкость смешивается, при работе, с воздухом.

Конечно в жидкостях не должно быть твердых примесей. Плотность веретенного масла выражается формулою 0,908—0,0006 $t°$, а смеси воды с глицерином для тормаза 1,14 и 1,16 для накатника при 15°.

8. Подъемные механизмы.

Для придавания орудиям углов возвышения, в лафетах устраиваются подъемные механизмы, которые могут быть отнесены к двум типам: а) подъемные винты и б) зубчатые дуги.

Подъемный механизм должен удовлетворять следующим требованиям:

1) действовать быстро, легко, плавно,

2) не давать сдачи и не иметь мертвого хода,

3) желательно, чтобы поворот рукоятки привода отвечал определенному изменению угла возвышения.

Первое требование вытекает из требования скорострельности и общих требований работы всякого механизма.

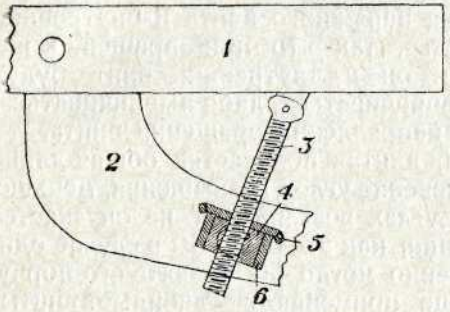
Второе необходимо для несбиваемости прицельной линии, а также в видах скорострельности.

Третье тоже в видах скорострельности, так как приводит к упрощению некоторых приемов при стрельбе. Напр., если один поворот рукоятки привода дает изменение угла возвышения на $^1/_{1000}$, то при необходимости изменить угол возвышения на 0—05, можно будет сделать лишь пять оборотов рукоятки подъемного механизма без выполнения наводки и переустановки прицела.

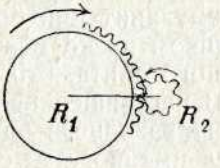
В наших полевых пушках обр. 1877 г., бывших на вооружении полевой легкой артиллерии до перевооружения ее скорострельной артиллерией, был принят круг с делениями, вращавшийся вместе с наружным винтом, а на станке лафета имелся указатель. Поворот круга на одно деление соответ-

ствовал, на средних дистанциях, такому изменению угла прицеливания, а вместе с тем и угла возвышения, как и изменение высоты прицела на 1 лин. Благодаря этому значительно ускорялась пристрелка и вообще изменение углов возвышения, в небольших пределах, тогда как переустановка прицела и выполнение наводки были в этих системах мешкотными; при пользовании кругом достаточно было, при наведенном орудии, повернуть круг на требуемое число делений в ту или другую сторону и наводка исправлена.

Подъемные винты (черт. 133). Между станин (2) лафета шарнирно (так что может вращаться в плоскости симметрии лафета) укрепляется коробка (6) с маткой (4), в которую ввинчивается винт (3). На головку винта ложится казенная часть орудия или люлька. Матка, помимо



Черт. 133.
1. Тело орудия. 2. Станина. 3. Подъемный винт. 4. Матка. 5. Зубчатое колесо. 6. Коробка.



Черт. 134.

того, что может вместе с коробкой вращаться около цапф, может вращаться и около своей оси при помощи привода. При вращении матки винт будет в нее ввинчиваться или из нее вывинчиваться. А следовательно казенная часть будет опускаться или подниматься.

Для быстроты работы механизма устраивают соответствующий привод, например: передача производится помощью зубчатого или винтового зацепления. Если у большого колеса (черт. 134) радиус R_1, у малого (шестерни) R_2, то когда первое сделает один оборот ($2\pi R_1$), второе сделает столько оборотов, во сколько раз его окружность $2\pi R_2$ меньше окружнотти первого, то-есть число его оборотов равно $\frac{R_1}{R_2}$. Если ввести несколько передач, то можно получить очень большую скорость вращения; но нужно иметь в виду, что чем бóльшую скорость желаем сообщить, тем бóльшее усилие должен приложить действующий номер.

Можно достигнуть быстроты перемещения винта, устраивая более отлогую нарезку, но приэтом увеличится возможность сдачи механизма. В самом деле (черт. 135), осевое давление N_n на винт можно разложить на два слагающих:

по нормали к витку и по касательной к нему. Первое вызывает только нажатие витков винта на витки матки, и если эти витки достаточно прочны, то это давление никакого вредного действия не произведет. Касательное же давление заставит винт войти в матку — произведет сдачу и, как видно из чертежа, чем круче (нижняя часть чертежа) виток, тем эта слагающая меньше, и обратно.



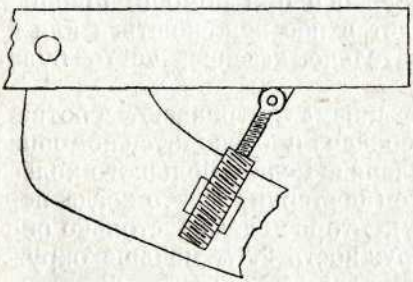
Черт. 135.

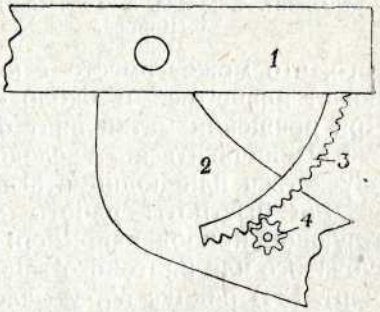
Раньше, да иногда и в настоящее время, напр. в 122-*мм* гаубице обр. 1909 г., с целью ускорить изменение углов возвышения устраивают двойные винты с обратною нарезкою, причем наружный винт одновременно служит маткою для внутреннего (черт. 136). Матка наружного винта и внутренний винт не вращаются, так что при вращении наружного винта и он и внутренний винт будут сразу оба либо ввинчиваться, либо вывинчиваться, в зависимости от направления вращения винта.

Кроме того, при двойных винтах получается общая длина их, при том же размахе изменения углов возвышения, меньше, почему винт при больших углах возвышения не опускается слишком низко между станин, как это было бы в случае одиночного винта, что несомненно могло бы вызвать его порчу.

В настоящее время чаще применяются двойные винты, ввинчивающиеся один в другой, но нарезанные в одну сторону именно с этою последнею целью.

Быстрота же работы ими


Черт. 136.



Черт. 137.
1. Тело орудия или люлька. 2. Станина. 3. Зубчатая дуга. 4. Шестерня привода.

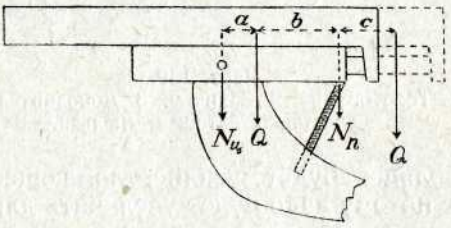
достигается правильно соображенным приводом, то-есть системою зубчатых и винтовых зацеплений.

Зубчатые дуги. Подъемный механизм в виде зубчатых дуг преимущественно применяется в орудиях, не имеющих перевеса казенной или дульной части. Он представляет одну или две дуги (3), с центром на оси цапф, снабженные зубцами и связанные либо с орудием либо с люлькою (1) (черт. 137).

Зубцы дуг находятся в сцеплении с зубцами шестеренок (4), насаженных на вал, укрепленный горизонтально между станинами (2). Вращение валу сообщается помощью привода. При его вращении будут вращаться шестеренки, а стало-быть, и подъемные дуги, которые уже сообщают вращение орудию (или люльке).

Как сказано, зубчатые дуги применяются к орудиям без перевеса казенной части, где усилие, необходимое на изменение положения орудия, очень невелико, а потому дуги могли быть небольшого радиуса (действие на малом плече). Поэтому при подъемных дугах не возникало того неудобства, которое наблюдалось при винтах, что они опускаются очень низко между станин, при больших углах возвышения.

Зубчатые дуги, собственно их зубцы, представляют более слабые части, чем подъемные винты, и при пользовании ими более вероятны сдача и получение мертвого хода. Явление сдачи в известной степени устраняется тем, что орудие без перевеса казенной части, и давление на подъемный механизм в этом случае равно нулю. Что касается мертвого хода, то он зависит от степени технического совершенства конструкции и в новейших системах он очень мал. Для окончательного устранения вредного влияния мертвого хода рекомендуется (см. кн. II „Прицельные приспособления“) всегда подводить механизм к требуемой установке с одной и той же стороны.



Черт. 138.

Быстрота и легкость работы в этом случае достигается рационально соображенным приводом подъемного механизма.

В системах упругих (с откатом орудия по оси) подъемные механизмы при выстреле испытывают еще особое действие, зависящее от перемещения центра тяжести откатных частей. В самом деле, при положении орудия на прикате давление на подъемный механизм зависит от положения центра тяжести откатных частей между осью цапф и точкою опоры орудия на подъемный механизм (черт. 138):

$$N_ц = Q\frac{b}{a+b} \text{ и } N_п = Q\frac{a}{a+b},$$

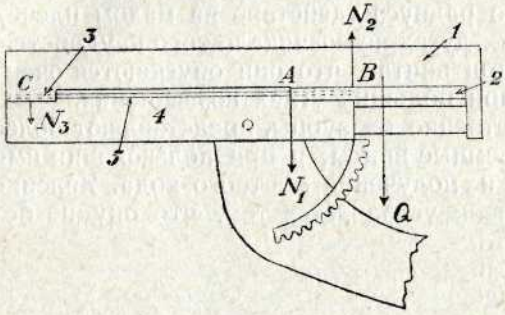
где $N_ц$ — давление веса на цапфы, $N_п$ — давление на подъемный механизм и Q — вес откатных частей.

При откате центр тяжести откатных частей может переместиться и станет не только над подъемным механизмом,

но может и перейти за него, в зависимости от расположения подъемного механизма. При этом условии давление на цапфенные гнезда станет отрицательным и

$$N_ц = \frac{c}{a+b} Q \text{ и } N_n = \frac{a+b+c}{a+b} Q = \left(1 + \frac{c}{a+b}\right) Q.$$

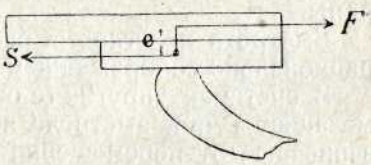
Как видно, давление на подъемный механизм в зависимости от длины отката $(b+c)$ может получиться очень большим. Чтобы уменьшить это давление, полезно увеличивать $a+b$, то-есть относить точку опоры подъемного механизма подальше от оси цапф назад.



Черт. 139.
1. Тело орудия. 2. Захваты. 3. Дополнительный участок захватов. 4. Люлька.

Не вдаваясь в подробности, заметим лишь, что сходным образом выражается давление между захватами и направляющими орудия и полозками на люльке, и чем длиннее откат, тем больше будет усилие, ломающее направляющие полозки, а потому надо будет увеличить длину, на которой получается их сцепление с захватами орудия. Для этого в некоторых системах устраиваются участки захватов близ дульной части (напр. 152-*мм* пушка Шнейдера обр. 1909 г.).

Как можно видеть на черт. 139, если бы не было дополнительного участка захватов на дульной части, то весь момент веса откатных частей уравновешивался бы сопротивлением направляющих и захватов на плече AB, очень небольшой величины, почему уравновешивающие усилия N_1 и N_2 были бы очень велики и либо захват, либо направляющие могли бы деформироваться (изогнуться).



Черт. 140.

Если же имеется дополнительный участок у дула, то моменту веса откатных частей сопротивляются усилия N_2 и N_3 на плече BC, — большой величины, почему самые усилия N_2 и N_3 будут значительно меньше, чем в первом случае, и прогиб сказанных частей менее вероятен.

Кроме того в системах с откатом по оси появляется момент, который может увеличивать действие отдачи на подъ-

емный механизм. В самом деле (черт. 140), сила отдачи F направлена по оси канала орудия, а сила сопротивления откату S — по линии, параллельной оси канала и проходящей где-либо близ оси люльки, вообще говоря, с нею не совпадающей, что зависит от устройства и расположения тормаза, накатника, а также и величины трения на полозках. Момент этой пары производит нажатие на подъемный механизм, если ось канала выше люльки, и производит давление в обратную сторону (тянет подъемный механизм вверх), если ось канала ниже оси тормаза.

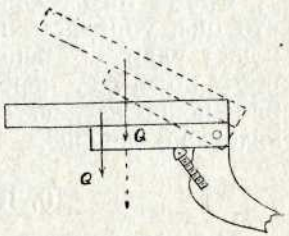
Отсюда видно, что при данной величине сопротивления тормаза полезно по возможности сближать ось канала орудия с осью люльки.

Уменьшение плеча e выгодно также с точки зрения спокойствия системы, так как этот момент содействует подпрыгиванию лафета лобовой частью в большинстве, если не во всех наших системах.

Вообще это плечо имеет очень небольшую величину, напр., у 76-*мм* полевой пушки 183 *мм*, у 107-*мм* 211 *мм*, 122-*мм* гаубицы обр. 1909 г. 206 *мм* и 152-*мм* гаубицы обр. 1910 г. 265 *мм*.

9. Уравновешивающие механизмы.

В случаях, когда ось цапф располагается близ казны орудия, дульная часть его получает значительный перевес, почему работа подъемного механизма становится весьма трудной и неравномерной. Трудной потому, что приходится преодолевать сопротивление веса дульной части, действующее на большом плече (черт. 141). Неравномерной потому, что при поднимании дульной части придется преодолевать сопротивление веса, а при ее опускании, напротив, вес будет этому содействовать и будет вырывать рукоятку механизма из рук; кроме того с увеличением угла возвышения плечо веса будет уменьшаться, что также поведет к тому, что работа будет неравномерной.

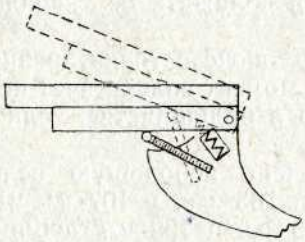


Черт. 141

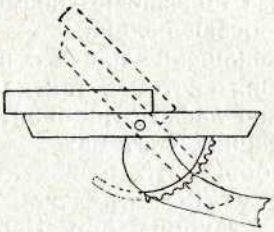
Для устранения этих неудобств либо вводятся особые уравновешивающие механизмы в виде пружин, либо бóльшая равномерность и легкость работы достигается уравновешиванием орудия и увеличением плеча, на котором действует подъемный механизм.

Первый вид уравновешивающего приспособления применен у 122-*мм* гаубицы обр. 1909 г. (черт. 142). Он состоит из двух колонок спиральных пружин, сжатых, при горизонтальном положении люльки, между люлькою и станком.

Благодаря поджатию пружин они оказывают сильное давление на люльку снизу вверх. При придавании углов возвышения пружины будут последовательно разжиматься (растягиваться) и, следовательно, их давление на люльку снизу вверх будет уменьшаться, сообразно уменьшению момента веса. При опускании дульной части, напротив, пружины будут сжиматься и будут оказывать все большее и большее давление, соответственно возрастающему моменту веса дульной части. Работа подъемного механизма становится равномерной и не требует большого усилия от действующего номера.



Черт. 142.



Черт. 143.

Второй вид приспособления принят у большинства орудий системы Шнейдера (122-*мм* и 152-*мм* гаубицы и 107-*мм* пушка).

Это приспособление состоит в том, что люлька удлинена назад и подъемный механизм расположен далеко от оси цапф, т. е. работает на большом плече (черт. 143).

Кроме того, удлинение люльки имеет еще и то значение, что она, упираясь при больших углах в землю, предупреждает удар об основание казенной части и, с другой стороны, облегчает перевозку орудий, допуская удобное их перемещение на лафете в походное положение, как это будет изложено дальше.

10. Поворотные механизмы.

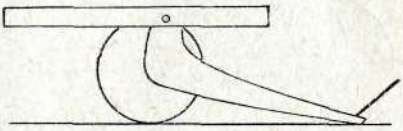
Для выполнения горизонтальной или боковой наводки служат поворотные механизмы.

Простейшим поворотным механизмом, имеющим весьма широкое применение (у большинства колесных систем), является правило (черт. 144). Правило представляет собою рычаг, укрепленный в хоботовой части. Благодаря правилу плечо, на котором прикладывается усилие действующего номера, становится большим, а потому это усилие может быть невелико.

Правила либо прикрепляются шарнирно к лафету и при походном положении ложатся на хоботовую часть лафета

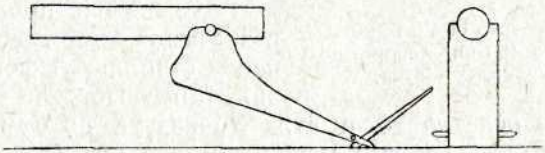
(закидываются), либо делаются съемными, тогда они для походных движений снимаются и перевозятся при орудии.

В системах тяжелых, преимущественно прежних, образцов, для поворотов в сторону применяются ганшпуги (черт. 145) — деревянные рычаги, которые при работе подкладываются под костыли хоботовой части. Действуя на длинный конец ганшпуга, приподнимают и передают последовательно хобот в ту или другую сторону. Таким образом, ганшпуг является правилом, не соединенным, однако, с лафетом. Иногда для этой же цели пользуются ломами с пятками, но это вообще рекомендовать нельзя, так как ломы портят деревянное основание (платформу).



Черт. 144.

Подобные простые приспособления дают возможность



Черт. 145.

быстро перебросить хобот и изменить направление орудия на большой угол; точная же наводка при работе ими достигается с большим трудом, после ряда попыток, почему сопряжена с большою потерею времени.

Поэтому в современных системах всегда кроме правил применяются особые поворотные механизмы.

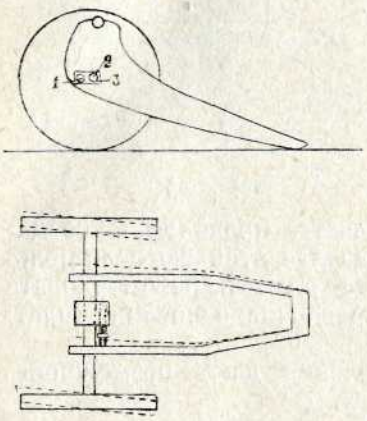
В принятых у нас колесных лафетах поворотные механизмы могут быть отнесены к двум видам: а) с передвижением станка по боевой оси и б) с поворотом верхнего станка по нижнему, для чего станок делается составным из двух частей: верхнего и нижнего станка.

Первый вид поворотного механизма принят у большинства систем орудий нашей полевой легкой и полевой тяжелой артиллерии (76-*мм* пушки, все орудия системы Шнейдера).

Сущность его сводится к следующему. На боевой оси (1) (черт. 146) укрепляется матка (3), в которую может ввинчиваться или из нее вывинчиваться винт (2), закрепленный в станинах так, что он может вращаться, но не может передвигаться вдоль своей оси. При вращении винта, помощью особого привода, винт будет ввинчиваться в матку, или будет

выходить из матки. Так как боевая ось с колесами перемещаться вдоль себя не может, то винт будет передвигать по оси станок в ту или другую сторону.

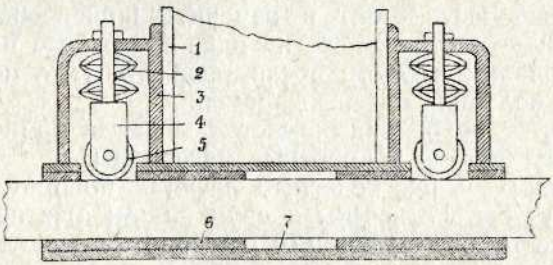
При передвижении станка по оси, вследствие того, что хобот остается на месте, получается поворот станка около хобота.



Черт. 146.
1. Боевая ось. 2. Винт поворотного механизма. 3. Матка.

Так как ось вставляется в гнезда станка по возможности с малыми зазорами, для устранения ударов между этими частями, то, при повороте станка, ось будет с ним тоже несколько поворачиваться, а колеса перекатываться, что, конечно, возможно, если колеса не очень загрузли, или хотя и загрузли, но грунт не препятствует повороту их. [1]

Если бы ось проходила через гнезда, проделанные для нее в станинах лафета, то усилия при выстреле передавались бы на ось только в этих точках, а потому давления были бы весьма велики, между тем, как уже было подчеркнуто ранее, ось и колеса представляют довольно слабые



Черт. 147.
1. Станина. 2. Тарелочные пружины. 3. Коробка. 4. Букса. 5. Ролик. 6. Вкладыш. 7. Осевая коробка.

части. Для уменьшения давления на ось обычно давления распределяют на большую поверхность, для чего в гнезде оси вкладываются вкладыши (6) (черт. 147), которые, будучи, изготовлены из бронзы, вместе с тем уменьшают трение между соприкасающимися частями, чем облегчается работа поворотного механизма.

[1] Подробно поворотный механизм, устроенный по этой идее, изображен на черт. 185.

В системах, имеющих большой вес, несмотря на вкладыши, трение между ними и поверхностью оси имеет большую величину, и работа поворотного механизма сильно затрудняется.

Поэтому в этом случае скользящее трение заменяют катучим, а именно: станок опирается на ось не вкладышами, а при помощи роликов (5) с пружинами, поднимающими станок, почему получается между осью и вкладышами ничтожный зазор (черт. 147). При выстреле станок будет нажат книзу и верхняя крышка осевой коробки сожмет тарелочные пружины, осевая коробка опустится, и давление на ось передастся вкладышами на большой поверхности. По прекращении действия вертикальной слагающей, пружины расправятся, поднимут станок и он снова будет опираться на ось только через посредство роликов.

Угол поворота при поворотных механизмах этой системы не может быть велик, так как при больших углах поворота пришлось бы поворачивать колеса на большой угол, что встречает, в особенности при мягком грунте, большие затруднения. Обычно угол поворота не превосходит 3° в каждую сторону от серединного положения или всего не более 6°. Например у 76-*мм* пол. легкой пушки 2°45 или 0—45 дел. на сторону. У 152-*мм* гаубицы обр. 1909 г. 2°50 или 0—47 дел.

11. Поворот верхнего станка по нижнему.

Сущность устройства поворотных механизмов в системах, состоящих из двух станков, верхнего и нижнего, состоит в следующем (черт. 148).

На нижнем станке (2) делается отверстие—подшипник, в которое своим штырем (3) входит верхний станок (1) и может около штыря вращаться в горизонтальной плоскости.

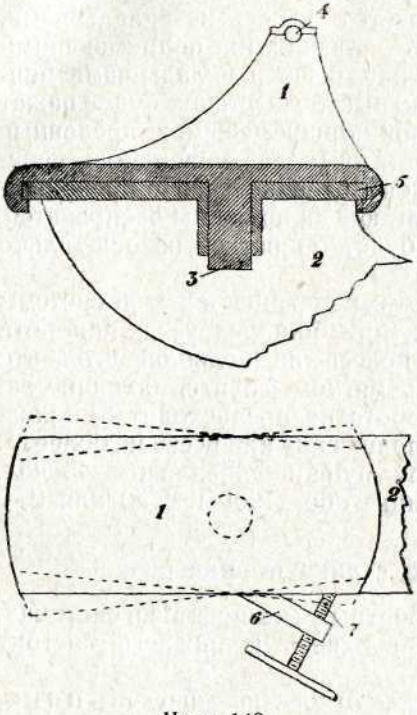
Для более надежного соединения обоих станков на нижнем делаются направляющие (5), идущие по дуге круга, описанной из центра подшипника, а на верхнем станке имеются захваты, охватывающие направляющие.

Для поворачивания верхнего станка по нижнему служит собственно поворотный механизм, который может быть устроен весьма разнообразно, например по следующей схеме.

В верхнем станке с левой стороны шарнирно укреплен винт (7). Этот винт проходит через матку в кронштейне (6) нижнего станка.

Винт в матке может вращаться и несколько вместе с нею поворачиваться в горизонтальной плоскости. При вращении винта при помощи привода он будет либо притягивать верхний станок к кронштейну, либо отталкивать от него, чем и будет достигаться поворачивание верхнего станка около штыря, как показано пунктиром на черт. 148.

Такие лафеты, состоящие из двух станков, верхнего и нижнего, приобретают все большее и большее распространение. [1] Этому способствуют некоторые существенные выгоды, присущие этой системе по сравнению с поворотом всего станка по оси. В самом деле, здесь верхний станок вращается на нижнем, значит, трение и условия работы не зависят от местности (постоянны), тогда как, в случае поворота всего станка по оси, приходится перекатывать колеса и выворачивать несколько сошник, что при загрузании колес и сошника может представить большое сопротивление работающему номеру.



Черт. 118.
1. Верхний станок. 2. Нижний станок. 3. Штырь. 4. Цапфенные гнезда. 5. Направляющая. 6. Кронштейн. 7. Винт.

Но, с другой стороны, при перемещении станка по оси сила отдачи действует всегда в плоскости симметрии станка, почему не появляется никаких боковых усилий.

В системах же с поворотом верхнего станка получается боковая слагающая отдачи F_2 (сопротивления тормаза в упругих системах), которая стремится опрокинуть лафет, и это опрокидывающее усилие будет тем больше, чем больше угол, на который повернут верхний станок относительно нижнего (черт. 149).

Угол поворота и в этих системах получается в пределах 2 — 3° на сторону. У нашей 122-*мм* гаубицы обр. 1909 г. 2° или 0 — 33 дел.

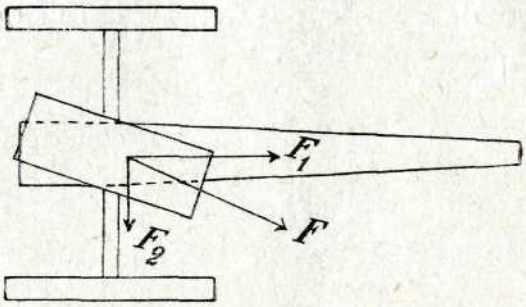
Как видно из изложенного, углы поворота получаются,

---

[1] Интересно отметить, что впервые лафет подобного типа с поворотом станин был предложен проф. Артилл. академии А. А. Фишером для 4-фунт. пушек в семидесятых годах прошлого столетия, но этот лафет, с введением на службу для полевой артиллерии обр. 1877 г., был выведен из потребления. Лафеты с перемещением станин по оси у нас были впервые приняты к лафетам обр. 1895 г., построенным по проекту известного нашего артиллериста А. П. Энгельгардта, под полевые легкие пушки.

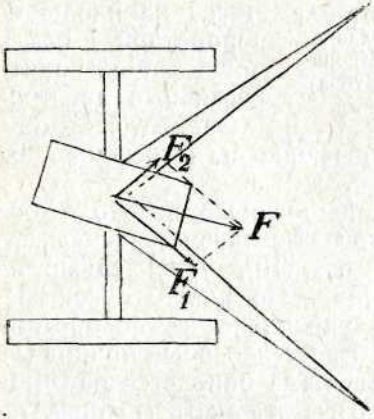
вообще говоря, небольшими. Между тем в видах достижения гибкости огня необходим возможно широкий угол обстрела как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости.

Возможность увеличения угла поворота дают лафеты с верхним станком (с вертлюгом), так как в них, как уже замечено, усилие для работы механизма не зависит от местности. Нужно только какими-либо средствами устранить вредное влияние боковой слагающей силы отдачи (сопротивления тормаза).



Черт. 149.

Это достаточно полно достигается устройством лафетов с двумя хоботами — раздвижными станинами, которые могут расходиться на больший или меньший угол (черт. 150). Пока в горизонтальной проекции, сила отдачи (F) не выходит из угла, образуемого обеими частями хобота, опрокидывания не будет, только одна часть будет при выстреле сильнее нажиматься своим сошником на основание.



Черт. 150.

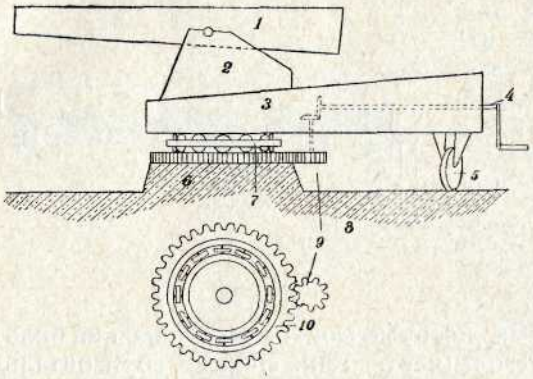
Такие системы лафетов после войны получили широкое распространение. Приэтом получаются углы обстрела до 60°, но чаще не превосходят 30° (5 — 00). При этом последнем угле можно обстреливать фронт неприятельского расположения, равный половине дальности, пользуясь только поворотным механизмом.

12. Поворотные механизмы систем, устанавливаемых на особых основаниях.

При установках орудий на специальных основаниях и платформах применяются подъемные механизмы, мало чем отличающиеся от описанных ранее. Поворотные же меха-

низмы бывают весьма разнообразны, в зависимости от задач орудий, степени громоздкости установок и, конечно, самого вида установки.

А. Поворотные рамы. В береговой артиллерии применяется и в настоящее время, почти исключительно в установках орудий устаревших типов, поворотная рама (3), на которой располагается лафет — станок (2) с орудием (1) (черт. 151). На поворотной же раме устраиваются площадки для орудийного расчета, так что при выполнении боковой наводки поворачивается поворотная рама со всем на ней находящимся. Такое устройство принято в видах достижения возможности, при стрельбе по движущимся целям, не прекращать слежения за целью, и в то же время люди, находящиеся на площадке поворотной рамы, могут производить различные действия по подготовке орудия к стрельбе: заряжание, открывание и закрывание затвора и т. п.



Черт. 151.
1. Тело орудия. 2. Станок. 3. Поворотная рама. 4. Привод поворотного механизма. 5. Задние катки. 6. Тумба с зубчатым погоном. 7. Крона катков. 8. Основание. 9. Шестерня. 10. Зубчатый погон.

Сама же поворотная рама поворачивается около оси вращения при помощи поворотного механизма, чаще всего представляющего зубчатый погон (10), укрепленный на тумбе (6) неподвижного основания. По зубцам погона бегает шестерня (9), ось которой укреплена на поворотной раме. Для вращения шестеренки имеется особый привод (4). Для облегчения работы механизма рама опирается на тумбу основания через посредство кроны катков (7) представляющей собою обычно два концентричных кольца, в которых укреплены оси катков, пересекающиеся своими продолжениями в центре колец. На эти оси надеваются катки, диаметр которых больше высоты колец, а потому все давление поворотной рамы на крону катков принимается и передается только катками.

При поворотах рамы катки перекатываются, получается катучее трение, благодаря чему самый поворот совершается сравнительно легко.

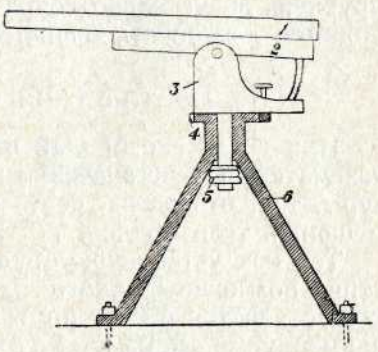
Катков в кроне устанавливается большое количество,

почему, несмотря на большой вес системы, давление на каждый из них получается сравнительно не велико.

Хоботовая часть рамы также поддерживается катками (5), следящими по круговому рельсу, укрепленному на основании. Обыкновенно подобные системы имеют круговой обстрел, т. е. поворачиваются на 360°.

Б. Вертлюги. Поворотные рамы применялись в системах прежних, устаревших, в которых лафет откатывался вместе с орудием по поворотной раме, почему последняя имела, по необходимости, большую длину и вся система не могла быть достаточно компактной.

С принятием лафетов с откатом орудия на оси, а также в случае, если можно достичь безоткатности орудия, нет надобности в поворотной раме такой большой длины, и она заменяется либо очень короткой рамой, либо особою частью, называемою вертлюгом.



Черт. 152.
1. Тело орудия. 2. Люлька. 3. Вертлюг. 4. Зубчатый погон. 5. Бельвилевские пружины. 6. Тумба.

Сущность устройства вертлюга в следующем (черт. 152).

На основании укрепляется тумба (6), в верхней части которой имеется канал. В этот канал вставляется ось вертлюга (3), в цапфенные гнезда которого вкладываются цапфы люльки (2) или орудия.

Для поворотов, в орудиях малых калибров, на орудии (57-*мм* капонирная пушка, пулемет) или вертлюге устраиваются рукояти, скобы, за которые орудие и поворачивается около оси вертлюга.

При таком приеме наводки, она не может быть точной и после выстрелов будут получаться значительные сбивания прицельной линии; поэтому такое простое приспособление может быть применено лишь в исключительных случаях. Вообще же устраиваются поворотные механизмы, представляющие зубчатый венец (погон) на закраине тумбы, с которым сцепляется либо шестеренка, закрепленная на оси в вертлюге, либо червяк.

В. Башни. В орудиях, устанавливаемых в башнях, обычно сама башня является как бы поворотной рамой. Вследствие того, что орудие вращается вместе с башней, отверстие в башне для пропуска тела орудия приэтом получается очень небольшое.

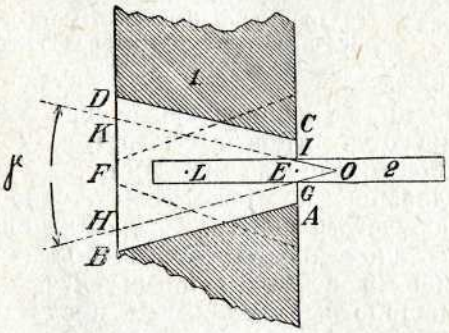
При установках орудий в башнях, в некоторых случаях и при открытых установках, особенно тяжелых систем орудий, для работы различными механизмами применяются дви-

гатели, чаще всего электрические. Так как скорость слежения орудия за целью переменна во все время выполнения наводки, а двигатели дают лишь постоянные скорости, отличающиеся одна от другой на некоторую постоянную величину, то пользование двигателями вместо ручной работы номеров представляло существенное неудобство. В последнее время (лет двадцать тому назад) изобретен универсальный регулятор скорости, позволяющий менять скорости в какой угодно постепенности и переходить с одного направления на обратное. С принятием этого приспособления выполнение наводки, пользуясь различными двигателями, стало столь же удобным в сказанном смысле, как и наводка вручную, значительно сократя при этом число людей, необходимое для обслуживания орудия.

13. Понятие о минимальных амбразурах.

При установке орудий в закрытых помещениях: башнях, казематах, важное значение имеет вопрос о величине амбразуры, т. е. отверстия, через которое проходит наружу, из помещения, тело орудия.

Так как установкою орудий в помещениях стремятся достичь возможно полного их укрытия, то ясно, что всякого рода отверстия в этих помещениях (амбразуры) должны быть наименьшими, минимальными. Это требование удовлетворяется таким устройством лафета, чтобы оси вращения орудия при его наводке как в вертикальной плоскости, так и в горизонтальной, были бы по возможности ближе к стенке укрытия, или приходились бы внутри толщи стен укрытия, и даже впереди наружной их поверхности.



Черт. 153.

В самом деле, пусть требуется угол обстрела (все равно в какой плоскости) γ (черт. 153). Если ось вращения находится в точке, показанной на чертеже буквою O, то амбразура получится размеров, ограничиваемых линиями AB и CD. Если перенести ось вращения в точку E, на внутренней поверхности стены, то, при том же угле обстрела γ, амбразура станет меньше (ограничивается линиями GH и IK). Перенеся ось вращения на середину толщи стенки — точка L, получим амбразуру, узкую посередине, расширяющуюся как вовнутрь, так и внаружу. Наконец перенеся ось вращения

на наружную поверхность в точку F, получим амбразуру, обратную первой.

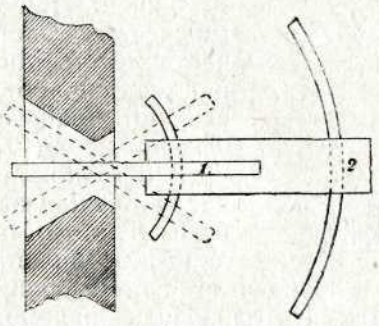
Если на эту последнюю амбразуру посмотреть в фасаде с поля, то она представится в виде очень узкой щели и будет для наблюдателя противника наименьшей, что и имеет весьма важное значение как в смысле затруднения наблюдения, так и в смысле затруднения попаданий в амбразуру.

Итак, для получения минимальной амбразуры необходимо переносить оси вращения как в вертикальной, так и горизонтальной плоскостях к середине толщи стенки прикрытия или к переднему ее краю.

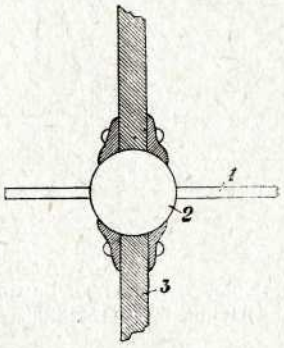
Для осуществления этого условия, в зависимости от вида сооружения, применяются различные способы.

А. Фиктивные оси вращения. Сущность этого способа состоит в том, что орудийная установка перекатывается по дуговым рельсам, центр дуг которых расположен в желаемой точке (черт. 154).

Б. Шаровой шарнир, представляющий собою шар (2), вделанный в стенку башни или каземата (черт. 155). Сквозь шар пропускается и в нем закрепляется орудие (1). Центр шара и служит осью вращения как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости, причем шар вращается в гнезде для него, устроенном в стенках башни. При таком устройстве собственно амбразуры нет: она постоянно закрыта телом шара. Такой прием применим только лишь в случаях, когда орудие небольшого калибра и сила отдачи невелика. Подобная установка применяется для пулеметов, состоящих на вооружении танков.



Черт. 154.



Черт. 155.
1. Орудие. 2. Шаровой шарнир. 3. Стенка.

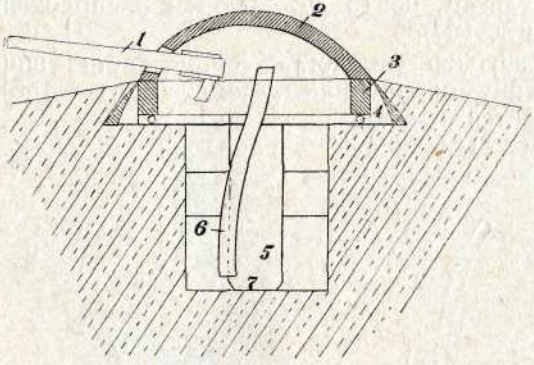
14. Башенная установка орудий.

Рассмотренные лафеты обычно дают возможность устанавливать орудия и работать с ними открыто, что не пред-

ставляет гарантии ни в сохранности материальной части, ни в безопасности людей.

В видах устранения этих последних недостатков, орудия устанавливаются иногда в башнях.

Главнейшими достоинствами башенных установок орудий являются: а) надежное укрытие материальной части и людей от огня противника, б) при башенной установке находят широкое применение двигатели для выполнения заряжания, прицеливания... почему, обычно, одинаковые орудия при установке в башнях дают большую скорострельность, в) башни занимают меньше места, чем при открытой установке орудий, г) благодаря надежности укрытия башни могут устанавливаться на открытых позициях, а потому им свойственны все выгоды этих позиций: широкий обзор и обстрел.



Черт. 156.
1. Орудие. 2. Купол. 3. Барабан. 4. Катки. 5. Ось башни. 6. Подъемник. 7. Подпятник.

К недостаткам башенных установок относят: а) прикрепленность к месту и б) необходимость в специалистах по обслуживанию механизмов башни.

Башен имеется множество типов и чертежей, мы ограничимся лишь общею схемою башенной установки (черт. 156).

В бетонном массиве устанавливается барабан (3) (бездонный цилиндр), опирающийся на бетон через посредство системы конических катков (4) или шаров, так что барабан на них может легко поворачиваться около своей оси.

На барабане устанавливается и скрепляется с ним купол (2). Внутри барабана устанавливается орудие, причем лафет его крепится к барабану.

Для уменьшения давления на шары и для центрования всей системы барабан помощью оси (5) упирается в подпятник (7) на дне колодца. Благодаря такому устройству башня легко может поворачиваться и хорошо центрована. Последнее обстоятельство важно в том отношении, что барабан башни может служить как достаточно точный угломер, стоит лишь на нем нанести деления, а на основании поставить указатель.

В колодце помещаются подачные трубы, по которым к орудию подаются снаряды и полузаряды, уклады-

ваемые в погребах, устраиваемых в бетонном массиве около колодца.

Для подъема снарядов и зарядов служит подъемник, представляющий изогнутый рельс (6), по которому двигается при помощи ворота тележка.

Для большей надежности башен и предохранения внутренних частей вокруг барабана располагается аван-кирасса.

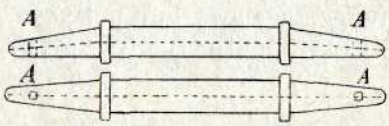
15. Устройство осей.

Оси лафетов, называемые боевыми осями, подвергаются, как изложено раньше, при выстреле сильным ударам. В лафетах с откатом орудия по оси усилия, передающиеся на ось и колеса при выстреле, получаются сравнительно небольшими и меньше тех усилий, которые действуют на эти части при движении орудия, в особенности при большой скорости движения. Поэтому в этих системах лафетов необходимо рассчитывать ось и колеса, сообразуясь с этими последними усилиями, а не с теми, которые действуют на них при выстреле. Надлежащая прочность осей может быть достигнута увеличением размеров оси.

Однако это невыгодно, так как оси при этом получаются тяжелыми.

В видах уменьшения веса осей, при достаточной их прочности, подбирают для их изготовления материал высоких механических качеств — сталь и, кроме того, делают их трубчатыми.

По длине ось может быть подразделена на три части (черт. 157): среднюю, на которую и опирается лафет или повозка, называемую лопастью, и два конца, примыкающие к лопасти с обеих сторон. На концы имеющие коническую форму, надеваются колеса. Для того, чтобы колеса не сближались вдоль по оси, концы оси отделяются от лопасти корневыми утолщениями оси, цилиндрической формы (черт. 157).



Черт. 157.

Лопасти делаются либо прямоугольного, либо круглого сечения.

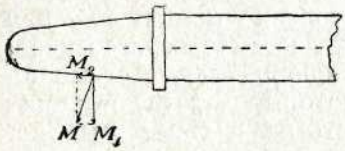
Оси конических концов осей обычно не идут по продолжению оси лопасти, а опускаются несколько книзу с таким расчетом, чтобы нижние производящие концов составили бы прямую, параллельную оси лопасти.

Такое устройство концов принято для устранения сбегания колеса внаружу. В самом деле (черт. 158), если бы ось концов оси шла по продолжению оси лопасти и, значит, ниж-

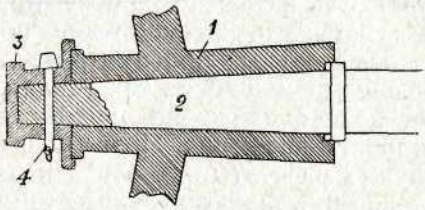
няя образующая конца составляла с осью лопасти угол, то всегда, вследствие давления оси на колесо M, которое будет направлено по нормали к соприкасающимся поверхностям, получалась бы слагающая его M_2, стремящаяся сдвинуть колесо с оси.

Подобное, сдвигающее усилие может получаться от толчков, вследствие неровности дороги, поэтому и при наклонных концах осей необходимо принимать меры, предупреждающие сдвигание колес внаружу.

Чтобы удержать колесо на оси в концах оси, выходящих из ступицы колеса, проделываются сквозные отверстия A (черт. 157), в которые вкладываются чеки. При движении торец ступицы



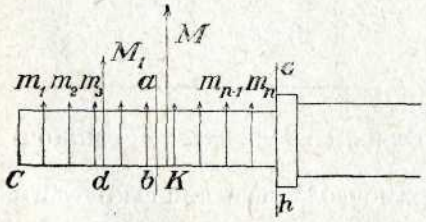
Черт. 158.



Черт. 159.
1. Ступица. 2. Конец оси. 3. Колпак. 4. Чека.

колеса стирался бы чекою, что привело бы к порче колеса и чеки. Для предупреждения этого между чекою и ступицею на ось надевают выходную шайбу, или на конец оси надевают колпак (черт. 159) с отверстиями, совпадающими с отверстиями оси и колпак зачековывается. В верхнем конце чеки делается головка, ограничивающая продвигание чеки в отверстия; на нижнем ее конце делается отверстие, через которое пропускается раздвижное кольцо, предупреждающее потерю чеки.

Есть также много других приемов для удержания колеса на оси.



Черт. 160.

Коническая форма концов, а не цилиндрическая, делается для того, чтобы уменьшить средний радиус втулки колеса, которою оно надевается на ось, и тем самым уменьшить момент трения на втулке, причем прочность конца не уменьшается. Кроме того этим уменьшается вес оси.

Взаимодействие между осью и втулкою будет происходить по нижней производящей конца оси, которые условно изобразим стрелками m_1, m_2, m_3,.... m_n (черт. 160). Относительно какого-либо сечения ab, все силы m могут быть сложены в одну равнодействующую, равную их сумме M_1 и

приложенную по середине взятого отрезка конца *bc*. Сила *M*, действуя на плече *db*, будет изгибать участок оси *bc*, и, для прочности конца, нужно будет сечению *ab* дать некоторую определенную площадь.

В отношении сечения *gh* будут действовать не только силы участка *bc*, но все силы m_1, $m_2 \ldots m_{n-1}$, m_n, действующие на всей длине *hc*. Так как на этой длине действует элементарных сил гораздо больше, чем на участке *bc*, то их равнодействующая *M* будет гораздо больше M_1, и плечо ее *hk* будет больше плеча *db* а потому ее момент $M \cdot h\overline{k}$ будет гораздо больше момента $M_1\overline{db}$. Для противодействия изгибающему моменту *Mhk* площадь сечения *gh* должна быть больше площади сечения *ab*.

Коническая форма довольно полно удовлетворяет условию, что сопротивление конца оси во всех сечениях получается почти одинаковым. [1]

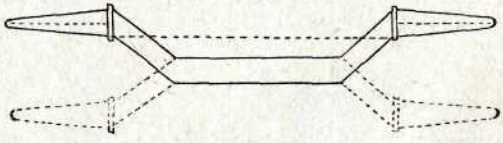
При движении повозки между осью и втулкою колеса развивается трение, которое сопротивляется движению, и работа трения будет тем больше, чем больше плечо, на котором оно действует, т. е., чем больше радиус (*r*) конца оси. При конической форме конца оси, средний радиус его будет меньше, чем в случае цилиндрической формы конца оси, а потому и момент трения на коническом конце будет меньше чем на цилиндрическом.

Так что коничность конца оси полезна и с точки зрения достижения большей легкости на ходу.

Наконец, при коническом конце оси облегчается надевание колес на ось.

Кроме всех перечисленных частей на осях устраиваются иногда части для крепления щитового прикрытия, поворотного механизма и тормазных приспособлений для тормажения колес.

Как известно, для увеличения легкости на ходу полезно увеличивать радиус колес. Но с увеличением радиуса колес повышается расположение центра тяжести повозки и уменьшается ее устойчивость при движении. В лафете же увеличивается его способность подпрыгивать при стрельбе. Для ослабления этих неудобств, связанных с большой величиной радиуса колес, оси нередко делают коленчатыми (черт. 161).



Черт. 161.

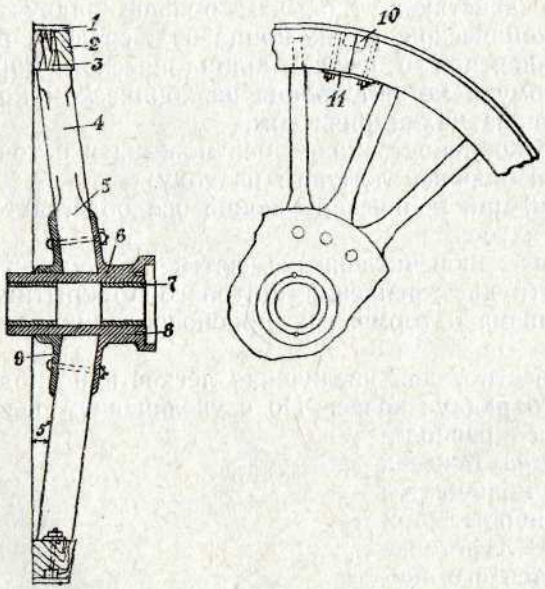
[1] Тела, имеющие формы, при которых во всех сечениях при приложении нагрузок получаются одинаковые напряжения, называются телами равного сопротивления.

Как известно, при малых углах возвышения, лафет при стрельбе имеет стремление больше прыгать. Напротив, при больших углах возвышения это стремление ослабляется, причем в этом случае казна опускается низко между станин и при откате может удариться об землю. Поэтому, при больших углах возвышения, без вреда для спокойствия лафета можно увеличить его высоту, благодаря чему освободится место для отката орудия.

Все эти требования удовлетворяются устройством коленчатой оси так, что она может поворачиваться и ее концы могут занимать либо положение нормальное, показанное сплошными линиями, либо (при стрельбе при больших углах) положение, обозначенное пунктирными линиями. Эта мера осуществлена в 76-*мм* горной пушке обр. 1909 г.

16. Устройство колес.

Колесо (черт. 162) состоит из деревянного обода (2), стянутого железною или стальною шиною (1), деревянных



Черт. 162.
1. Шина. 2. Обод. 3. Застрига. 4. Спица. 5. Всад. 6. Ступица. 7. Втулка. 8. Винт. 9. Шайба. 10. Шпонка. 11. Бляшка.

спиц (4), и стальной или железной, или деревянной ступицы (6).

Обод составляется из косяков гнутых, либо выпиливаемых из куска дерева, так, чтобы, по возможности, меньше

перерезались волокна дерева. На изготовление обода и спиц употребляют дубовое дерево, хорошо высушенное.

Чтобы косяки не могли сместиться в выемки, выделанные на наружной их стороне, вставляются дубовые шпонки (10) и косяки стягиваются шиною. Обод с шиною скрепляется при помощи болтов. Спицы либо вставляются в гнезда, выдолбленные в косяках своею застригою (3), либо входят в гнездо особого железного башмака, который своими краями охватывает косяки с боков, чем и достигается связь их между собою, почему в этом случае шпонка не делается.

Концы спиц, противоположные застригам, называемые всадами (5), образуют круговой свод, в который вставляется ступица (6). На ступицу надевается шайба (9), которая и притягивается болтами к закраине ступицы.

Эти болты проходят через всады спиц и, таким образом, скрепляют их со ступицей.

В ступицу вставляется бронзовая втулка (7) или вкладыши, удерживаемые в ступице винтом (8). Во втулке делаются канавки, в которых удерживается коломазь или минеральная мазь, а также в них собираются посторонние тела (песок, пыль), могущие случайно попасть внутрь втулки. [1] Все это: разнородность металлов втулки и конца оси, смазка, устранение посторонних тел, способствует уменьшению трения на концах осей и вместе с тем достижению большей легкости на ходу.

Спицы располагаются не в плоскости обода, а составляют с нею небольшой угол (5°) — образуют так называемый набров. Благодаря наброву колесо получается более упругим и усилие, выламывающее спицу при наклонах местности и толчках, будет меньше, чем в случае расположения спиц в плоскости обода колеса — без наброва, и часто это усилие будет направлено в одну и ту же сторону, а не в разные, почему его действие легче учесть.

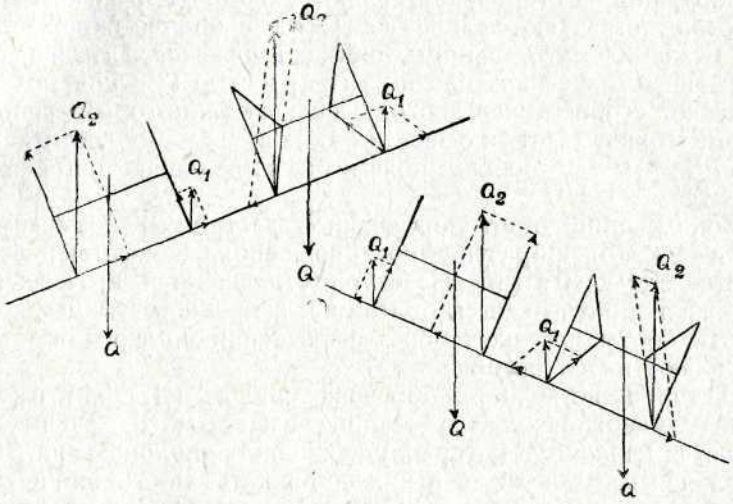
В самом деле (черт. 163), при наклонной местности особенно опасным является усилие на нижестоящее колесо, так как сила веса Q будет проходить ближе к точке опоры нижнего колеса.

Поэтому рассмотрим усилие лишь на нижнее колесо. Если наклон ската меньше наброва колеса, то, как видно из черт. 163, выламывающее усилие, направленное по касательной к скату, независимо от направления ската, направлено

[1] Коломазь представляет смесь 4 частей несоленого говяжьего сала, 4 частей несоленого свиного сала и 1 части графита, которые тщательно смешиваются в нагретом состоянии. Для предохранения от порчи в коломазь прибавляют небольшое количество дегтя (1 200 *г* на 16 *кг*). Колесная минеральная мазь: 75 — 80% нефтяных остатков, 12% едкой извести и 10—12% гарпиуса (канифоли).

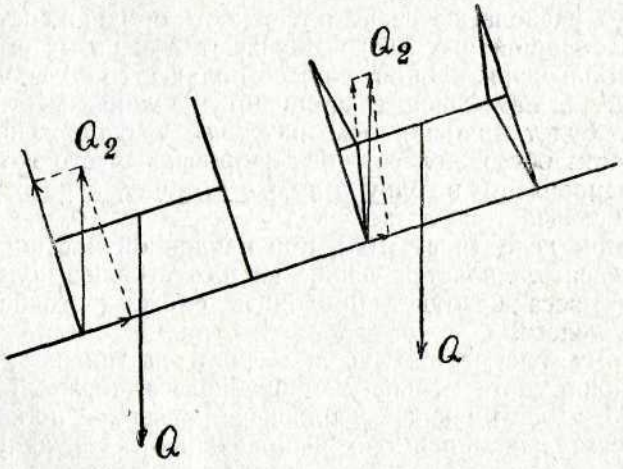
в одну и ту же сторону, а именно, внаружу, тогда как у колес без наброва оно меняет свое направление.

Если же угол наклона ската больше наброва, то усилие



Черт. 163.

хотя и меняет свое направление, но будет меньше, чем у колеса без наброва, что видно из черт. 164.



Черт. 164.

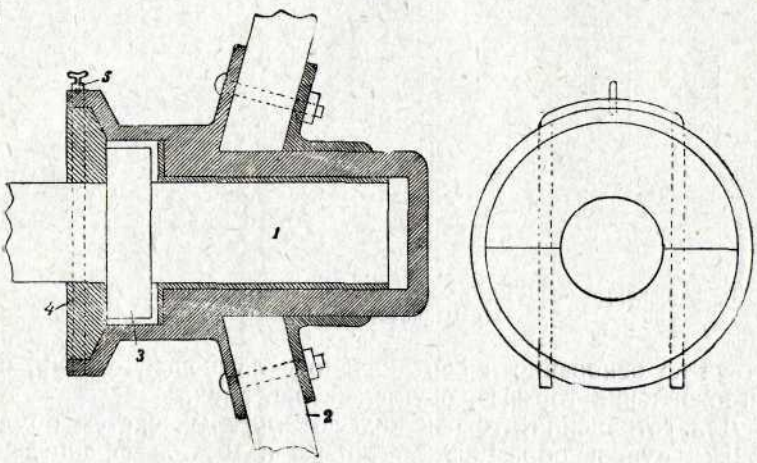
Чтобы колесо не соскочило с конца оси, оно закрепляется одним из следующих двух способов:

а) помощью колпака и чеки (черт. 159)

и б) помощью разъемного (разрезного) кольца.

Первый прием закрепления колеса на оси уже описан ранее. При втором — в ступицу вставляется позади корневого утолщения (черт. 165) разрезное кольцо (4), которое удерживается в ступице вилообразною чекою (5).

При втором способе закрепления втулка более надежно закрыта: смазка лучше удерживается, втулка менее запыляется и в нее труднее попадают посторонние тела. Но этот способ более сложен.



Черт. 165.
1. Конец оси. 2. Колесо. 3. Корневое утолщение.
4. Разрезное кольцо. 5. Чека.

Колесо при всяком способе закрепления его на оси имеет возможность перемещаться вдоль по оси на небольшую величину (2 — 3 миллиметра) — ему, как говорят, дается р а з б е г. Благодаря разбегу колесо может обходить некоторые небольшие препятствия (камни булыжной мостовой), а не перекатываться через них, что облегчает работу движителя — достигается увеличение легкости на ходу.

17. Башмачные пояса.

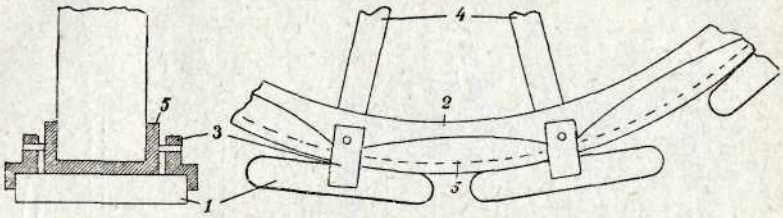
Как было объяснено в кн. I, для достижения легкости на ходу, полезно увеличивать ширину шины. Однако с увеличением ширины шины быстро растет вес колес, который и без того получается большим. Например, вес пары колес 76-*мм* полевой легкой пушки, при диаметре 132 *см* и ширине шины 5,7 *см*, около 147 *кг* (ок. 9 пуд.), а у 152-*мм* осадной пушки обр. 1909 г. — 435 *кг* (диам. 150 *см* и ширина шины 15 *см*).

Кроме того увеличение ширины шины за некоторый пре-

дел, определяемый условием незагрузания в данный грунт, не приносит пользы.

Ширину шины подбирают так, чтобы давление на единицу поверхности шины при грунте средних качеств было бы не настолько велико, чтобы шина загрузала (проделывала колею). При этом, однако, в случаях движения по более мягкому грунту колесо будет загрузать.

В особенности такое загрузание возможно при стрельбе, когда помимо давления веса системы колеса будет надавли-



Черт. 166.
1. Деревянные колодки. 2. Обод колеса. 3. Шарниры. 4. Спицы. 5. Шинные башмаки.

ваться на основание и вертикальной слагающей отдачи, или сопротивления тормаза, в упругих системах.

Для устранения этого к колесам тяжелых систем орудий (152-*мм* пушка обр. 1909 г., 120-*мм* и 155-*мм* французские пушки), приняты особые башмачные пояса (черт. 166).

Бамшачный обод состоит из шинных башмаков (5), связываемых последовательно друг с другом помощью шарниров (3). К этим же шарнирам пристегиваются деревянные колодки (1), ширина которых раза в два больше ширины шины. При надетом башмачном ободе колесо опирается на основание через их посредство, причем площадь опоры увеличивается еще и по той причине, что колодки имеют плоские поверхности.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ.

ЛАФЕТ КАК ПОВОЗКА.

1. Общие замечания.

Многие лафеты служат не только боевыми станками для орудий, облегчающими выполнение различных действий при стрельбе из орудия, но также, нередко, служат и для перевозки орудия.

В этом случае походную систему орудия составляют из лафета с орудием и передка, при чем получается четырехколесная повозка.

Как было изложено в кн. I, к военным повозкам предъявляются следующие требования: 1) легкость на ходу, измеряемая отношением тяги к перемещаемому грузу $\left(\frac{F}{Q}\right)$, 2) поворотливость, измеряемая наименьшею площадью, на которой повозка может повернуться в обратный путь, 3) гибкость, измеряемая наибольшим углом, образуемым задним и передним ходами в плоскости симметрии повозки, 4) независимость ходов, измеряемая углом, на который перекашиваются оси в проекции на плоскость, перпендикулярную направлению движения повозки, и 5) устойчивость, измеряемая углом наклона ската, по которому повозка может итти не опрокидываясь.

Ограничиваясь этим кратким напоминанием требований от повозок, более подробно мы рассмотрим лишь легкость на ходу, поскольку она зависит от местности, так как этот вопрос совершенно не был затронут в кн. I.

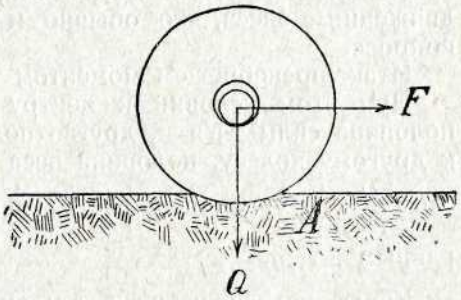
2. Тяга при движении повозки.

Рассмотрим сначала движение двухколесной повозки.

Вес повозки, через посредство оси, передается колесам, которые, в свою очередь, надавливают на основание.

В зависимости от веса, приходящегося на каждое колесо и качеств грунта, или полотна дороги, колесо более или менее вдавится в грунт.

Как уже было изложено выше, втулка колеса надевается свободно на конец оси, так что между этими частями имеется больший или меньший зазор. Давление конца оси на втулку будет передаваться по нижней производящей этого конца.



Черт. 167.

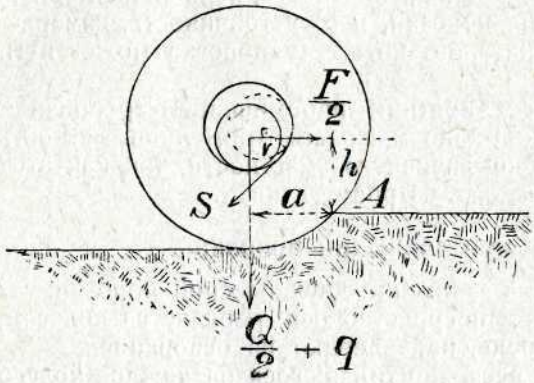
Тяга движителя хотя и не будет приложена непосредственно к оси, но, в конце концов, при приложении усилия—тяги, ось будет двигаться вперед, поэтому движущую силу мы можем вообразить приложенною к оси. Колесо же, будучи посажено свободно на оси, останется некоторое время на месте, как вследствие своей инерции, так и вследствие того, что местность сопротивляется его перекатыванию; нужно достаточное усилие, независимо от прочих обстоятельств, для выкатывания колеса на возвышение A (черт. 167).

В результате, пока колесо не начнет двигаться, ось будет скользить по втулке, отчего между осью и втулкою ра-

зовьется трение, направленное по касательной к поверхности втулки в точке соприкосновения с нею конца оси в сторону, противоположную движению повозки.

Эта сила трения, в связи с тем, что ось, скользя во втулке, будет подниматься в ней, как по наклонной плоскости, делает особенно трудным смещение повозки. Когда повозка будет двигаться, то колесо будет вращаться.

Трение на конце оси и втулки будет сопротивляться перекатыванию колеса. Момент трения, M, равен произведению из силы трения S на плечо, которое в данном случае будет равно радиусу втулки $M=rS$ (черт. 168).



Черт. 168.

Из выражения для M видно, что для его уменьшения полезно уменьшать r и S, на что уже было обращено внимание раньше и в кн. I.

При хорошей смазке и малом радиусе r величина момента M получается небольшой и им представляется возможным пренебречь, по сравнению с другими моментами, которые получаются при движении колеса, что обычно и делают при исследовании вопроса.

Итак, пренебрежем моментом трения во втулке.

При этом условии к центру колеса будет приложена половина силы тяги F, другая половина ее будет приложена к другому колесу, половина веса повозки Q и вес колеса q. Сила $\frac{Q}{2}+q$ уравновешивается давлением грунта на колесо, равным $\frac{Q}{2}+q$.

Когда колесо катится, то оно соприкасается с грунтом только одной производящей, или, в рассматриваемой проекции, только в одной точке и в этой точке А и будет сосредоточена вся сила реакции.

Итак при качении, при переходе колеса через точку A, на колесо действует две пары сил с моментами $\frac{F}{2}h$ и $\left(\frac{Q}{2}+q\right)a$. Для того, чтобы колесо катилось, необходимо, чтобы $\frac{F}{2}h>\left(\frac{Q}{2}+q\right)a$, или, в крайности, $\frac{F}{2}h=\left(\frac{Q}{2}+q\right)a$.

Из этого уравнения видно, что для качения необходимо, чтобы $F=2\left(\frac{Q}{2}+q\right)\frac{a}{h}$.

Плечо a тем больше, чем больше колесо загрузает в грунт. Как видно из черт. 168, вместе с загрузанием колеса уменьшается h, а, значит, F при этих условиях резко возрастает.

Отсюда видно, как важно устраивать повозку так, чтобы ее колеса по возможности меньше вязли в грунте, т. е. какое важное значение имеет увеличение ширины шины.

В большинстве случаев, при движении, на достаточно твердом грунте, колесо мало углубляется в грунт, почему a получается небольшим и h мало отличается от радиуса колеса R. Например на шоссе, мостовых, сухой твердой местности можно принять $h=R$. В этом случае выражение для тяги F примет вид:

$$F=2\left(\frac{Q}{2}+q\right)\frac{a}{R}.$$

При четырехколесной повозке тяга заднего хода определится подобным же образом:

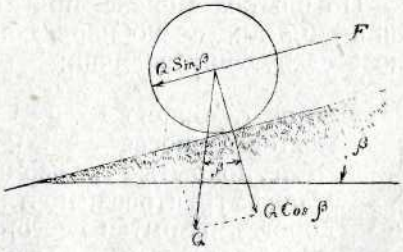
$$F_з=2\left(\frac{Q_з}{2}+q_1\right)\frac{a_1}{R_1}.$$

В наших артиллерийских повозках чаще всего делают колеса заднего хода такие же, как и у переднего: поэтому, в этом случае, выражение для $F_з$ напишется $F_з=2\left(\frac{Q_з}{2}+q\right)\frac{a}{R}$ и переднего хода $F_п=2\left(\frac{Q_п}{2}+q\right)\frac{a}{R}$.

Полная тяга F будет равна сумме $F_п$ и $F_з$

$$F=2\left(\frac{Q_п}{2}+q\right)\frac{a}{R}+2\left(\frac{Q_з}{2}+q\right)\frac{a}{R}=(Q_п+Q_з+4q)\frac{a}{R}.$$

Из этого выражения видно, что для уменьшения тяги, как это уже отмечалось несколько раз, полезно увеличивать радиус колеса.



Черт. 169.

В случае движения по наклонной местности сила тяги должна заметно увеличиваться вместе с увеличением наклона местности.

В самом деле, вес повозки вместе с колесами можно разложить (черт. 169) на две слагаемые: $Q\sin\beta$ параллельно скату и $Q\cos\beta$ перпендикулярно ему. Как видно при наклонной местности нажатие колеса на основание уменьшается ($Q\cos\beta<Q$), так как ко-

синусы, вообще говоря, меньше единицы. Однако углы наклона, по которым может подниматься повозка, не велики, едва ли более 15°. При этом угле еще повозка может двигаться без помощи людей, или дополнительной припряжки лошадей.

Cos 15° = 0,97, поэтому $Q \cos 15°$ почти равно Q и хотя нажатие на грунт действительно меньше, чем в случае движения по горизонтальной местности, но разница настолько мала, что это ничуть не облегчит работу движителя.

С другой стороны, движителю при подъемах придется расходовать свою силу на преодоление силы $Q \sin \beta$, направленной прямо противоположно направлению силы тяги. При спусках, наоборот, — сила $Q \sin \beta$ будет содействовать движению.

Выражение силы тяги в этом случае ($F_н$) для двухколесной повозки примет вид:

$$F_н = (Q + 2q) \frac{a}{R} \cos \beta + (Q + 2q) \sin \beta.$$

Если принять $\cos \beta = 1$, то

$$F_н = (Q + 2q) \frac{a}{R} + (Q + 2q) \sin \beta, \text{ но } (Q + 2q) \frac{a}{R} = F, \text{ поэтому}$$

$$F_н = F + (Q + 2q) \sin \beta.$$

Из этого следует, что $F_н > F$ и разница между ними тем больше, чем больше угол наклона местности β.

Так как артиллерии приходится двигаться по различным дорогам и без дорог, где уклоны, а также плечо a сопротивления местности, могут иметь значительную величину, то следует тягу F на горизонтальной местности для каждой лошади брать не слишком большую, с тем, что при всяких случайностях движитель был в состоянии справиться с временным увеличением его нагрузки.

По опытам Морена, при движении шагом и при ширине шины 5,7 *см*, плечо пары сопротивления местности получилось следующих величин:

песок глубиною 13 — 15 *см*	8,9 *см*
мостовая, шоссе	1,0 „
то же, покрытые грязью ок 7,5 *см* толщины	5,1 „
дорога, грунтовая, почти сухая	3,5 „
дорога, покрытая снегом, ненаезженная .	4,0 „
луг, весьма сырой, после таяния снега .	8,9 „

Пример. Рассчитаем силу тяги для 76-*мм* полевой легкой пушки, при весе системы с колесами $Q = 2\,000$ *кг*, $R = 66$ *см*.

Ширина шины колес такая же, как была при опытах Морена — 5,7 *см*. На грунтовой дороге $F = Q\frac{a}{R} = 2000\frac{3{,}5}{66} =$ $=$ ок. 116 *кг*, т. е. на каждую лошадь, в среднем, приходится ок. 14,5 *кг*.

При движении по песку $F = 235$ *кг*, или на лошадь свыше 29 *кг*.

При наклоне в 5° $F = Q\frac{a}{R} + Q \sin 5°$, что даст в первом случае $F = 116 + 174 = 290$ *кг* и во втором $235 + 290 = 525$ *кг* или соответственно на лошадь 36 *кг* и 66 *кг*.

В действительности эти величины получаются несколько больше, вследствие того, что при приведенных подсчетах не учтено трение на втулках, которое увеличивает тягу на 3 — 5%.

Из приведенных подсчетов видно, что тяга в отношении перемещаемого груза, иначе говоря легкость на ходу, колеблется от $\frac{1}{20}$ до $\frac{1}{4}$ в зависимости от качеств дороги. В исключительных случаях (липкая грязь) это соотношение может значительно возрасти, и для движения повозки придется пользоваться еще усилием людей, или припрягать лошадей.

При движении по снегу плечо пары сопротивления местности имеет довольно большую величину ($a = 1{,}6 — 4$ *см*). Между тем, коэффициент трения о снег небольшой, почему может оказаться выгоднее передвигать груз не на колесах, а на полозьях (санях).

В этом последнем случае при движении будет почти исключительно преодолеваться трение, и величина необходимой тяги найдется из уравнения $F_c = fQ$, тогда как на колесах $F_k = Q\frac{a}{R}$, где Q — полный вес перемещаемого груза.

Из сопоставления этих двух уравнений следует: пока $\frac{a}{R} > f$, выгоднее применять сани, при $\frac{a}{R} = f$ безразлично, каким образом перевозить груз, и $\frac{a}{R} < f$ выгоднее пользоваться колесами.

Коэффициент трения по снегу колеблется от $\frac{1}{25}$ до $\frac{1}{50}$, а отношение $\frac{a}{R}$ при снеге равно ок. $\frac{1}{15}$, значит на снегу выгоднее применять сани; это тем более, что сани могут быть значительно легче, чем колесная повозка.

По опытам, живой движитель может развить тягу, равную по величине весу движителя, причем наибольшая тяга зависит также от угла, который составляют с горизонтом постромки. Наивыгоднейший угол, на основании опытов, может быть принят, при отсутствии ездового, 10 — 12°, а

с ездовым 7—8°. Передний конец постромок должен быть выше корневого.

Сказанное усилие, равное весу движителя, — наибольшее и его лошадь может развивать короткое время, и рассчитывать на получение такой тяги изо-дня в день, конечно, нельзя. Чтобы сохранить силы движителя для продолжительной работы, например для ежедневного перехода ок. 28—30 *км* и получать такую работу непрерывно в течение нескольких дней, конечно, тяга должна быть значительно меньше, — в зависимости от веса лошади от 30—50 *кг*.

Однако эту тягу можно требовать от лошади, если она работает свободно. Если же в запряжке имеется несколько лошадей, то они стесняют одна работу другой, почему при расчетах тягу каждой лошади в запряжке следует считать меньше.

В этом отношении опыты дают результаты, сведенные в следующую таблицу:

ТАБЛИЦА XII

зависимости тяги от числа лошадей в запряжке

Число лошадей	1 или 2	3	4	6	8
Тяга, даваемая каждой лошадью	1	0,95	0,9	0,8	0,7

Принимая во внимание эти данные и тягу, необходимую для передвижения системы 76-*мм* легкой пушки, подсчитанную в примере, придем к заключению, что при принятой у нас шестерочной запряжке тяга лошадей будет вместо 290 *кг* — 348 *кг* и вместо 525 *кг* — 630 *кг*, что составит на каждую лошадь соответственно 43 *кг* и 79 *кг*, что превосходит среднюю тягу при продолжительной работе.

3. Механическая тяга.

В настоящее время во всех государствах поставлен вопрос о замене живых движителей механической тягой, где только представляется возможным. [1]

Механическая тяга в артиллерии, как и в других случаях ее применения, может быть сведена к следующим видам:

1. Грузовики, представляющие самодвижущиеся повозки, приспособленные для перевозки грузов на платформах самих повозок.

[1] О выгодах и недостатках механической тяги по сравнению с живыми движителями вкратце было сказано в кн. I.

2. Тракторы, самодвижущиеся повозки, предназначенные для буксирования прицепок.

3. Тракторы-грузовики имеют платформу на себе для перевозки грузов и приспособлены для тяги прицепок. Если трактор-грузовик обладает достаточной силой, чтобы тянуть несколько прицепок, то получаются автопоезда.

4. Самоходная артиллерия — самодвижущиеся повозки, с которых орудия могут применяться в бою.

К последнему виду механической тяги могут быть отнесены: бронеавтомобили, вооруженные пулеметами, танки, вооруженные мелкокалиберной артиллерией и пулеметами и собственно самоходная артиллерия. Типы и виды броневиков и танков представляются в настоящее время достаточно разработанными, что же касается самоходной артиллерии, то она находится в периоде разработки.

Здесь мы остановимся на рассмотрении самодвижущихся повозок лишь с точки зрения тяги. Оценка же их боевых свойств будет приведена в отделе „Артиллерийские орудия".

Подобно тому как тяга живого движителя зависит от веса его, так и тяга механического двигателя зависит от его веса и мощности. Однако в условиях развития усилий того и другого вида движителей имеется серьезная разница. Тогда как лошадь не может увеличить, по крайней мере, в очень большой степени сцепление свое (упор) с основанием, для механических двигателей эта возможность может изменяться в довольно широких пределах. Кроме того поверхность опоры живого движителя весьма не велика — площадь нижних поверхностей копыт. У механических движителей опять-таки поверхность опоры может быть резко увеличена как по длине, так и по ширине, почему давление на единицу площади опоры, несмотря на большой вес машины, может быть очень мало (до 0,25 *кг* на *кв. см*), меньше, например, чем давление ноги человека (около 0,5 *кг* на *кв. см*).

Благодаря этому достигается большая всюдуходность или проходимость машин: там, где пройдет человек не загрузая, может пройти и машина, при достаточности, конечно, площади сцепления машин и при достаточной прочности основания, чтобы выдержать общий большой вес машин.

Таким образом тяга может быть увеличена за счет увеличения веса машины, мощности двигателя и за счет увеличения сцепления, что, в свою очередь, достигается увеличением поверхности соприкасания и надлежащим устройством соприкасающихся частей, устраивая на них ребра, выступы и т. п.

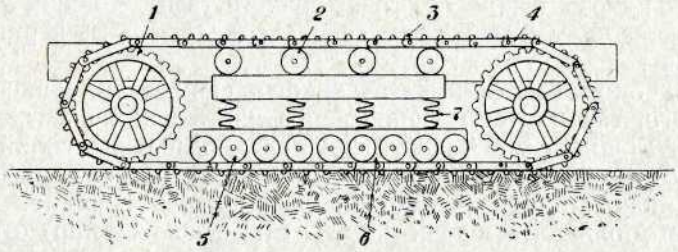
Грузовики чаще имеют ведущими, т. е. движущими, задние колеса. В этом случае сцепление с основанием полу-

чается только между поверхностью соприкосновения задних колес и зависит от давления на эти последние. Если ведущими колесами являются все четыре колеса повозки, то сцепление будет пропорционально весу всей повозки.

Для увеличения поверхности сцепления, а, значит, и самого сцепления полезно увеличивать ширину шины. Для этого делают ведущие колеса двойными.

В тракторах с гусеницами, т. е. шарнирными лентами, охватывающими колеса машины, постепенно расстилающимися перед ними, так что движение происходит по поверхности лент, которые сцепляются с основанием, сцепление также пропорционально полному весу машины. [1]

Сущность устройства гусеницы в следующем (черт. 170). Зубчатые ведущие колеса (1), приводимые в движение мотором, охватываются бесконечною цепью (4). При вращении



Черт. 170.

1. Зубчатые ведущие колеса. 2. Ролики. 3. Шпоры. 4. Гусеница. 5. Катки. 6. Рама. 7. Пружины.

колес цепь будет постепенно расстилаться по дороге. На внутреннюю поверхность цепи опирается система несущих катков (5), поддерживающих раму трактора (6) и распределяющая давление груза на большую поверхность (на большое число звеньев цепи). Для устранения провисания цепи ее верхняя ветвь поддерживается роликами (2), побуждаемыми пружинами (7) кверху. Для увеличения сцепления звенья цепи снабжаются шпорами (3).

Коэффициент сцепления, показывающий насколько тяга меньше веса механического двигателя для грузовиков, получается, в зависимости от характера дороги и тяжести самой повозки, от 0,20 до 0,40 и даже 0,6, в среднем 0,30; для гусеничных систем 0,6 — до 1, в среднем 0,8.

Однако, каков бы ни был коэффициент сцепления, для перемещения груза необходимо еще, чтобы сама поверхность

[1] Бывают тракторы с передним направляющим (рулевым) колесом, — в них сцепление пропорционально грузу, приходящемуся на колеса, охваченные гусеницей.

грунта или полотно дороги были бы настолько прочны, чтобы их поверхностный слой не отделялся от слоев нижележащих. Иначе колеса, или гусеница, будут лишь сдирать этот слой, не будучи в состоянии двигаться. Произойдет так называемое буксование. Буксование может произойти и на прочном грунте вследствие недостаточного сцепления, произойдет скольжение обода или гусеницы по поверхности дороги.

Конечно при гусеницах, вследствие малого их давления на единицу поверхности и большой поверхности соприкосновения, даже при слабых грунтах, пришлось бы нарушить связь частиц грунта на большой площади, что, конечно, требует большого усилия. Поэтому буксование гусеничных повозок маловероятно, но не невозможно.

Наиболее подходящим для артиллерийских перевозок (подвоз боевых припасов) считаются грузовики, рассчитанные на перевозку груза — полезный груз около 3-х тонн, при чем вес самого грузовика достигает несколько большего веса — около $3^1/_4 — 3^1/_2$ тонн, со скоростью движения при хороших условиях до 20 *км* в час, способностью преодолевать уклоны до 15°, давлением на основание около 7,5 *кг* на *кв. см*. Запас горючего на 250 *км*.

Тракторы снабжаются крюками и спереди и сзади для возможности соединения с прицепками.

При четырех ведущих колесах трактор может тянуть груз до величины веса самого трактора (напр. при весе трактора 12 *т* — до 12 *т*), при средних условиях меньше (8—9 *т*) и при плохой дороге около половины веса (6 — 7 *т*).

Тракторы могут иметь различные двигатели: паровые, внутреннего сгорания и электрические. Не вдаваясь в характеристику и сравнительную оценку тракторов в зависимости от вида применяемого в них двигателя, остановимся на их возможно общей характеристике как движителей для артиллерийских грузов.

Скорость движения тракторов обычно не велика, до 8 — 10 *км* в час.

Тракторы могут преодолевать значительные препятствия, например, переходить через бревна, преодолевать уклоны до 17 — 20%, двигаться даже без дорог по грунту кочковатому, болотистому, сыпучим пескам, переходить через ямы до $1^1/_2$ *м* в диаметре и водные пространства глубиною до $^1/_2$ *м*.

Некоторые данные о тракторах собраны в таблице XIII (стр. 235 — 236).

Прицепные повозки к тракторам или просто прицепки, чтобы иметь ту же проходимость, что и тракторы, должны быть на том же ходу, что и трактор.

Особый вид механической тяги представляет артиллерия на рельсах, когда пользуются железнодорожными путями не

только для перевозки артиллерии, но и для стрельбы с них. В этом случае орудие устанавливается на специальной платформе, приспособленной и к передвижению орудия по рельсам и к действию из орудия при стрельбе. Благодаря этому удалось применять на полях сражений орудия самых больших калибров и большой мощности (калибром 305, 380, 400 и даже 500 *мм*). Такая артиллерия на рельсах с успехом применялась различными армиями в войну 1914 — 18 гг., как сильный артиллерийский резерв.

ТАБЛИЦА XIII

некоторых данных тракторов.

Название тракторов	Сила машины, лош. сил	Вес трактора, *т*	Число скоростей	Наименьшая и наибольшая скорости, *км* в час	Грузоподъемность платформы трактора в тоннах	Тяга, при наименьшей скорости, на крюке в тоннах
Хольт и Рустон.	75	13	2	3 — 9	нет	—
Алис-Чальмерс.	75	8	4	$2^1/_2$ — 12	5	4,1
Ломбард.	100	$7^1/_4$	—	10	5	3,3
Клейтон	100	13	3	3 — 8	нет	5

В сентябре 1918 г. в Шампани было сосредоточено частью в ночь предшествующую, а частью в ночь самой атаки ок. 100 орудий рельсовой артиллерии.

В 1917 г. три дивизиона (дивизион 2 — 3 батареи по 2 орудия в каждой) рельсовой артиллерии, в течение трех дней, были переброшены из Шампани в Триент и на четвертый день уже открыли огонь.

4. Сравнение механической тяги с конной.

Как было выяснено в кн. I, к артиллерийским орудиям предъявляются требования подвижности и могущества, при чем эти требования до известной степени противоречивы: чем орудие мощнее, тем оно, обычно, менее подвижно и наоборот, менее мощное орудие — более подвижно.

Принятие механической тяги в значительной мере ослабляет это противоречие двух основных требований от артиллерийских орудий и дает возможность получить орудие, достаточно подвижное и при большой его мощности.

По сравнению с конной тягой, механическая имеет следующие преимущества:

а) Бóльшая величина дневных переходов. Как следствие этого допустимо бóльшее удаление боевых линий от питаю-

щих учреждений и бóльшая свобода в выборе места расположения последних.

Этому же содействует и бóльшая грузоподъемность повозок механического транспорта.

б) Бóльшая скорость передвижения и притом на бóльшие расстояния, что в значительной мере способствует быстрому маневрированию артиллерии: сосредоточению ее в нужных местах и, затем, быстрой переброске на другое место. [1]

Как говорят, артиллерия приобрела, благодаря применению механической тяги, стратегическую подвижность.

в) При применении машин на гусеничных ходах бóльшая проходимость без дорог и по всякому грунту.

г) Уменьшается глубина походных колонн, число людей для обслуживания обоза, а также уменьшается объем и вес грузов, необходимых для нужд самих машин, по сравнению с количеством необходимого фуража на то количество лошадей, которое в состоянии перевозить тот же груз, что перевозится на механическом транспорте; притом горючее и смазка расходуется только при движении, тогда как лошадей надо кормить все время.

д) Менее страдает от химического действия противника, не подвержен панике, которая при конной тяге нередко имеет роковые последствия.

Наконец механическая тяга одинаково пригодна для перевозки различных грузов, тогда как при конной тяге применяются многочисленные специальные повозки.

К недостаткам механической тяги можно отнести:

а) Прекращение или приостановка движения в случае повреждения машины. При конной тяге возможно движение и при неполном числе лошадей. Однако с усовершенствованием машин и принятием частичной их бронировки этот недостаток может быть значительно уменьшен.

б) Необходимость специально подготовленного личного состава для обслуживания машин и мастерских для ремонта и складов для пополнения, требующих сложного оборудования.

5. Способы соединения ходов.

Многие требования от повозок (поворотливость, гибкость, независимость ходов) удовлетворяются, главным образом, путем надлежащего способа соединения ходов переднего и заднего.

В наших орудийных системах применяется почти исключительно следующий способ:

---

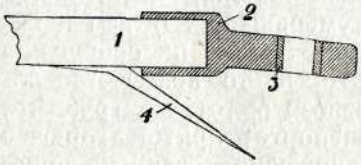
[1] Один из полков тракторной артиллерии в 1916 г. на французском фронте прошел в 7 дней около 300 *км* по дорогам, сперва покрытым снегом, а затем испорченным распутицей.

В хоботе лафета, представляющего задний ход повозки, устраивается шворневое отверстие или шворневая воронка. На передке, переднем ходе повозки имеется шворень. Для соединения обоих ходов шворневая воронка надевается на шворень передка.

Устройство это в зависимости от веса системы и условий ее маневрирования может быть подведено под два типа.

В легких системах, предназначающихся для быстрых передвижений по всякой местности применяется соединение ходов, допускающее большие углы гибкости и независимости ходов.

В системах полевой тяжелой артиллерии, совершающей движение преимущественно по дорогам и сравнительно медленно, эти последние углы могут быть значительно меньше. Кроме того в этих системах давление хобота на передок, вследствие большого веса системы слишком велико, почему, как об этом будет сказано далее, особо необходимо принять меры для получения так называемого уравновешенного дышла.

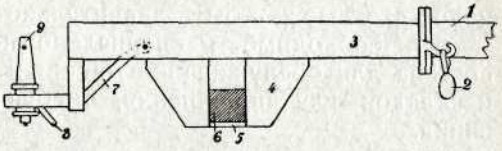


Черт. 171.
1. Хобот. 2. Шворневая лапа. 3. Шворневая втулка. 4. Сошник.

Соединение ходов в легкой артиллерии устраивается следующим образом.

К хоботу лафета (черт. 171) приклепывается шворневая лапа (2) с шворневым кольцом. В шворневое кольцо вставляется шворневая втулка (3).

Передний ход — передок (черт. 172) состоит из рамы (3), поставленной на ход, то-есть ось (6) с колесами. К раме прикрепляются дышло (1) и вальки (2) для запряжки лошадей и шворневая лапа (7). На последней укрепляется шворень (9), на который и надевается, при соединении ходов, шворневое кольцо лафета или зарядного ящика.

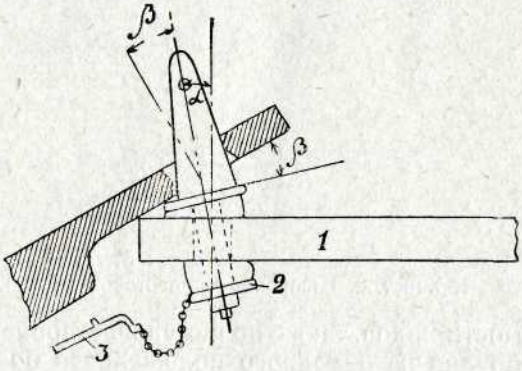


Черт. 172.
1. Дышло. 2. Валек для постромок. 3. Рама. 4. Кронштейн. 5. Подвязь. 6. Ось. 7. Шворневая лапа. 8. Каучуковые прокладки. 9. Шворень.

Шворень укрепляется в лапе не неподвижно, а так, что он имеет возможность наклоняться в разные стороны, при чем, чтобы его повороты по возможности менее резко сообщались переднему ходу, между шворнем и лапою имеются каучуковые прокладки (8). Благодаря этому все неровности движения ходов менее беспокоят лошадей. Например, при переходе через

какое-либо препятствие передний ход задержался. Тогда задний ход, сохраняя прежнюю скорость, ударит шворневым кольцом по шворню, нажмет его вперед и это нажатие, не будь упругих частей, целиком передастся дышлу, которое и дернет лошадей. При упругом же закреплении шворня, он, под давлением хобота, наклонится в ту или другую сторону, сожмет буфер, и давление на передний ход будет уменьшено на величину усилия, потраченного на изменение буферов.

Кроме того это изменение буферов произойдет не мгновенно, а в течение некоторого времени, а, значит, и дышло качнется не сразу, а постепенно.



Черт. 173.
1. Шворневая лапа. 2. Шайба. 3. Ключ.

Шворневое кольцо делается большего диаметра (черт. 173), чем шворень; благодаря этому получается возможность ему перекрашиваться относительно шворня. Сумма углов, на который может кольцо повернуться относительно шворня (β) и на который шворень может повернуться относительно лапы (α) и даст угол гибкости повозки или угол независимости их ходов.

Для того, чтобы при езде шворневое кольцо не могло соскочить со шворня, в верху шворня делается сквозное отверстие, в которое вставляется ключ, подвешенный на цепочке к ушку шайбы.

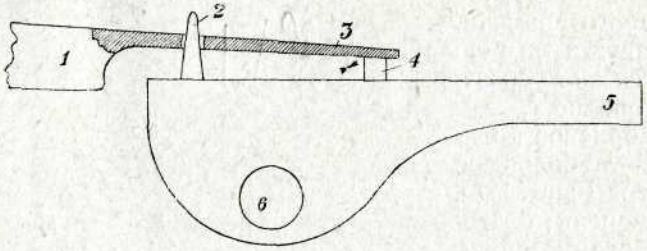
В полевой тяжелой артиллерии, двигающейся, как сказано, по дорогам или по малопересеченной местности, не требуется больших углов гибкости и независимости. С другой стороны, давления хобота настолько велики, что при малейшей неровности в движении ходов это сказывается резким качанием дышла, что очень беспокоит лошадей.

По этим причинам в передках этих систем давление хобота передается не только на шворень, но и на особые упоры (4), располагаемые впереди оси (6) (черт. 174); благодаря этому давление хобота передается на передок и через шворень и через упоры, а так как эти части расположены по обеим сторонам оси, то равнодействующая их придется на оси. При этом условии, так как и шворень и упор расположены выше оси, дышло все-таки может получать, но

лишь незначительные, вертикальные качания; боковые же колебания дышла от неравномерности движения ходов невозможны.

В хоботовой части укрепляется хоботовой лист с дуговым бруском (3), который при поворотах скользит по упору (4) на передке. Иногда упор на передке имеет дуговую форму. Благодаря этим приспособлениям давление хобота на передок и при поворотах передается на ось, почему дышло и в этом случае будет уравновешено.

Шворневой способ соединения ходов, удовлетворяя в полной мере требованиям поворотливости, гибкости и независи-



Черт. 174.
1. Хобот. 2. Шворень. 3. Хоботовой лист. 4. Упор. 5. Рама. 6. Ось.

мости ходов, также полно удовлетворяет требованию перехода орудия из походного положения в боевое, и обратно.

В самом деле, для этого необходимо лишь вынуть ключ из отверстия в шворне, поднять хобот лафета настолько, чтобы шворневое кольцо стало выше шворня, и опустить хобот, когда передок отъедет. При работе орудийного расчета орудия полевой легкой артиллерии требуют для этого очень малого промежутка времени и можно сказать, что переход их из походного положения в боевое или обратно совершается немедленно. В системах полевой тяжелой артиллерии это время несколько больше, вследствие большего веса системы, около 10 минут.

В системах более тяжелых, разбирающихся для перевозки на несколько отдельных частей, или требующих для действия в бою особых приспособлений, как например настилки платформ, отрывки канавок, надевания башмачных ободов и т. п. это время может стать очень большим, от 20 мин. до 7 — 8 дней.

Рациональным устройством повозок и приспособлений для нагрузки и разгрузки их это время может быть, однако, значительно сокращено.

В системах небольших калибров на раме передка укрепляется короб для помещения некоторого количества боевых припасов, представляющих как бы неприкосновенный запас их, расходуемый в случаях крайней необходимости. Более подробно об этом сказано в главе восемнадцатой.

ОТДЕЛ ШЕСТОЙ.

АРТИЛЛЕРИЙСКИЕ ОРУДИЯ. ИХ ВИДЫ И ХАРАКТЕРИСТИКА.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ.

ВИДЫ И РОДЫ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ ОРУДИЙ.

1. Разделение орудий на виды.

В кн. I нашего труда „Артиллерия" были приведены основания для разделения огнестрельного оружия соответственно его боевому назначению. В настоящей книге рассмотрим лишь виды и роды артиллерийских орудий. Стрелковое вооружение составит предмет одной из следующих книг настоящего труда.

Также в кн. I было сказано, что артиллерийские орудия разделяются, на приведенных там основаниях, на пушки, гаубицы и мортиры, при чем там же замечено, что мортиры в настоящее время не изготовляются и название это иногда придают гаубицам. Но, тем не менее, те задачи, которые выполнялись мортирами, — ближний, навесный огонь по закрытым целям, разрушение сооружений на малых дистанциях, обстреливание ближайших глубоких складок местности (оврагов), не поддающихся обстрелу издали — остались, и осталась поэтому необходимость в орудиях сильного действия на малых дистанциях.

Необходимость в этих орудиях особенно настойчиво сказалась в империалистическую войну, когда противники, сойдясь близко, зарывались в землю, покрывались сплошными покрытиями, не исключая даже бетонных.

Артиллерия, когда подобные сооружения обнаруживались лишь при сближении противников, была бессильна их разрушить, из опасения поражения собственных войск.

Нужны были орудия, которые без труда могли бы быть доставлены в передовые позиции и с самых малых расстояний громили бы неприятельские позиции.

Такими орудиями явились бомбометы и минометы.

Первые стреляют снарядами того же калибра, что и канал орудия и назначаются главнейшим образом для поражения укрывшихся в окопах стрелков противника.

Вторые стреляют снарядами — минами, калибром значительно больше, чем канал орудия, большого веса, несущими большой разрывной заряд, обладающими поэтому сильным фугасным действием, не уступающим действию снарядов крупнокалиберной артиллерии.

Для стрельбы к мине приделывается хвост, стержень, который при заряжании миномета входит в канал орудия, и на его нижний конец и давят газы для сообщения движения мине. Сама же мина, при заряжании, остается впереди дульного среза.

Для сообщения правильного полета минам, они снабжаются особыми приспособлениями (стабилизаторами) — см. кн. II.

Таким образом современные артиллерийские орудия могут быть разделены на следующие виды: пушки, гаубицы, минометы, бомбометы.

2. Разделение орудий по образцам.

Кроме разделения орудий на роды, они разделяются еще по образцам.

Первоначально понятие „образец" включало представление об особенностях устройства ряда орудий разных калибров и разных родов, т. е. систему устройства орудий. Так, у нас имеются на вооружении орудия разных калибров и родов образца 1877 года и можно еще встретить орудия образца 1867 года.

Орудия образца 1867 года имеют нарезку постоянной крутизны, с большой длиной хода нарезов, от 30 — 60 калибров: меньше у мортир, больше у пушек, одну общую (одиночную) камору для заряда и снаряда. Вследствие большой длины хода нарезов (отлогой нарезки) снаряды к этим орудиям отличаются небольшою длиною: первоначально $2^1/_4 — 2^1/_2$ калибра.

Орудия образца 1877 года имеют нарезку прогрессивной крутизны, более крутую (15 — 30 калибров у дула), двойную камору, особо для заряда, особо для снаряда; снаряды более длинные около 3 калибров, но длина фугасных снарядов, некоторых орудий, до $4^1/_2$ калибров, почему нарезка орудий и имеет бо́льшую крутизну.

В дальнейшем каждое вновь вводимое орудие представляло столь много особенностей, что каждый отдельный вид орудия представляет особый образец. На вооружении одного и того же рода артиллерийских войск может состоять несколько образцов орудий данного калибра и рода. Поэтому

слово „образец" потеряло свое первоначальное значение, как системы устройства орудий вообще, и им стали обозначать именно данный вид орудия и для отличия от других подобных орудий прибавляют год введения образца на службу. Так, имеются на службе 76-*мм* (3-дм.) полевая легкая пушка образца 1900 г. и 1902 г., 122-*мм* (48-лин.) гаубица — 1909 и 1910 гг. и т. п.

3. Разделение артиллерии соответственно боевым задачам.

Орудия того или другого типа различаются по калибрам, которые выбираются соответственно тем задачам, для выполнения которых в бою орудие назначается.

Задачи же, выпадающие на артиллерию в боях, могут быть сведены вкратце к следующему.

Артиллерия должна сковать противника, лишить его свободы действий, заставить развернуться на далеком расстоянии. Чем раньше противник развернется, тем более затруднений ему придется преодолеть, так как управление боевыми порядками гораздо труднее, чем на походе.

Когда развертывание противника будет достигнуто, артиллерия должна покровительствовать продвижению собственной пехоты, поэтому она должна уничтожать, или, по крайней мере, подавлять все то, что препятствует этому движению. Эта задача сводится к подавлению артиллерии противника, уничтожению его оборонительных сооружений и препятствий, и уничтожению его живой силы и огневых точек, бронесил и воздухофлота.

Поддерживая и содействуя успеху своей пехоты артиллерия одновременно должна поражать и деморализовать тылы противника, действуя по его штабам, обозам, уничтожая склады и т. п.

Из этого краткого и неполного перечня задач, которые приходится решать артиллерии в боях, видно, что необходимо выбирать виды и роды орудий, наиболее отвечающие выполнению каждой из этих задач. [1]

Само собою понятно, чем больше по численности войсковое соединение, тем более различных средств имеется в его распоряжении, тем глубже его тылы, тем шире его задачи. Поэтому хотя задачи в бою артиллерии каждого войскового соединения могут быть сведены к приведенным выше, но средства для их выполнения различны: в малых соединениях они будут более ограничены как в количественном от-

[1] Следует заметить, что неоднократные попытки ввести на вооружение универсальные орудия, даже только по типу орудий, а не по калибрам, не приводили к ожидаемым результатам. Напротив, каждая большая война выдвигала необходимость все в новых и новых видах артиллерийских орудий.

ношении, так и в отношении разнообразия калибров и мощности орудий, чем в больших соединениях.

Это разнообразие и количество артиллерийских средств меняется не только с величиною войскового соединения, но, конечно, и прежде всего, в соответствии с общими задачами, которые ему поставлены и тою обстановкою, в которой приходится решать эти задачи.

При расчете на некоторые определенные, средние условия, каждое войсковое соединение должно иметь артиллерийские средства, организационно входящие в состав соединения. Средства эти могут быть, в случае надобности, усилены за счет артиллерии высшего соединения.

Отсюда возникают требования такой организации артиллерии, чтобы ее легко можно было дробить на части и легко вводить в состав групп на боевом участке. С другой стороны, возникают также требования выбора рода и вида орудий так, чтобы их боевые свойства отвечали боевым задачам, возлагаемым на войсковые соединения.

В настоящее время имеются следующие подразделения артиллерии:

I. Войсковая артиллерия, организационно входящая в состав войсковых соединений.

Она подразделяется соответственно этим последним на:

А) Стрелковую (батальонную) артиллерию, составляющую неотъемлемую часть стрелкового батальона, действующую постоянно вместе, нераздельно, со своим батальоном и имеющую назначением усиление его огневых средств, в особенности в видах отражения танков, уничтожения пулеметных гнезд и огневых точек.

Б) Полковую, составляющую часть стрелкового полка и назначаемую, в сущности, для выполнения тех же задач, что и стрелковая, но в более широких рамках.

В) Дивизионную артиллерию, действующую в составе дивизии. Она назначается не только для содействия пехоте в выполнении ближайших задач пехоты, но и других задач, как действие по артиллерии противника, так и по его фортификационным сооружениям. Конечно, эти задачи не самодовлеющие, а выполняются лишь постольку, поскольку это нужно в общих интересах и, главным образом, в интересах пехоты. Раньше эту артиллерию называли полевой легкой.

Г) Корпусную артиллерию, назначаемую для разрушения более мощных сооружений противника и для действия по более далеким целям — тылам. Раньше эту артиллерию называли полевой тяжелой артиллерией.

Д) Зенитную артиллерию для борьбы с воздушными силами противника.

II. Артиллерийский резерв главного командования назначается для решения специальных, особых задач

на наиболее важных участках фронта, почему придается войскам в мере надобности.

Так как может потребоваться усиление орудиями и не специальными, а такими же, которые состоят в соединениях войсковой артиллерии, то в составе артиллерийского резерва, кроме орудий специальных, должны быть орудия и войсковой артиллерии.

Поэтому в артиллерийский резерв входят:

а) легкая артиллерия особого назначения,

б) тяжелая артиллерия особого назначения,

в) позиционная артиллерия, требующая устройства особых специальных оснований,

г) траншейная артиллерия,

д) бронесилы с их артиллерией.

III. Для обороны крепостей требуются особые артиллерийские войска и особые виды вооружения:

А) крепостная артиллерия сухопутных крепостей,

Б) береговая артиллерия, для вооружения береговых батарей, действующих по судам морского флота.

IV. Судовая артиллерия для вооружения судов водного флота и

V. Артиллерия судов воздушного флота.

4. Орудия стрелковой и полковой артиллерии.

Как сказано ранее, стрелковая и полковая артиллерия назначаются для усиления огневых средств пехотных частей и помощи им в борьбе с танками, бронемашинами, а также уничтожения огневых точек противника, разрушения пулеметных гнезд и искусственных препятствий, и, наконец, обстреливания тех пространств ближайших подступов, где противник может накопиться. Орудия этих видов артиллерии должны поэтому действовать в самой тесной связи со своею пехотою, чтобы всякую минуту оказать ей помощь.

Из этих основных положений о назначении батальонной и полковой артиллерии вытекают требования, которым должны удовлетворять орудия, назначаемые на вооружение этих видов артиллерии.

Прежде всего орудия этого вида артиллерии должны быть настолько небольшого веса и настолько малых размеров, чтобы они могли всюду следовать вместе с пехотою и могли бы легко устанавливаться и передвигаться по ходам сообщения и окопам.

Отсюда вес системы орудия с лафетом (станком) не должен превосходить приблизительно 100—200 *кг*.

Из перечня задач, возлагаемых на этого вида артиллерию, легко усмотреть, что для их выполнения потребуется иметь несколько орудий различных видов, так как весьма

трудно сконструировать орудие, хорошо действующее по танкам и бронемашинам и в то же время пригодное для обстреливания глубоких пространств, не поддающихся обстрелу другими артиллерийскими средствами.

Для разрушения пулеметных гнезд, проволочных и других заграждений, а также обстреливания укрывшегося противника, необходимо орудие, обладающее крутою траекториею, сильным снарядом хотя бы при небольшой досягаемости выстрелов.

Этим требованиям удовлетворяют легкие минометы.

Для подбивания пулеметов, для действия по танкам и бронемашинам необходимо, напротив, орудие, обладающее настильной траекториею; так как приходится действовать на малые дистанции, то орудие это может иметь снаряд небольшого веса, но быть скорострельным.

Из этого видно, что таким орудием может быть только пушка небольшого калибра.

У нас в качестве орудий стрелковой (батальонной) артиллерии применяются 58-*мм* миномет марки Ф.Р. и 37-*мм* пушка Розенберга или Маклена (см. таблицу XIV).

Для поддержки пехоты в ее действиях приходилось выделять часть артиллерии из состава артиллерийских средств высших войсковых соединений. Полки до империалистической войны своей артиллерии не имели. Такая, выделяемая в помощь пехоте, артиллерия называется артиллерией сопровождения.

Однако, предвидя то обстоятельство, что иногда такая артиллерия полку придана не будет, а между тем надобность в ней весьма велика, полезно иметь в составе полка свою собственную артиллерийскую часть, тем более, что перечисленные выше орудия батальонной артиллерии далеко не всегда будут в состоянии решить многие из задач, выпадающих на их долю. Полкам полезно придавать, или, лучше сказать, вводить в их состав артиллерию.

У нас в составе пехотных полков имеется дивизион 76-*мм* полевых легких пушек обр. 1902 г. Данные этих орудий приводятся далее в таблице XIV.

5. Дивизионная артиллерия.

Стрелковая артиллерия, имеющая задачею ближайшее сотрудничество со своею пехотою, не в состоянии вести стрельбу на разрушение различных сооружений и вести борьбу с артиллерией противника, у нее слишком много задач, непосредственно стоящих перед нею и ее пехотою.

Поэтому задачи по разрушению сооружений противника и подавлению его артиллерии возлагаются на дивизионную артиллерию.

Дивизионная артиллерия, несмотря на необходимость в ней орудий мощных, в то же время должна быть способна работать в тесной связи со своей пехотой, должна поддерживать ее не только своим огнем, но и маневрируя с нею.

Целями дивизионной артиллерии будут служить, с одной стороны, пехота противника, нередко открытая, двигающаяся, с другой стороны — часто будет представляться случай действовать по пехоте укрывшейся, закопавшейся в землю, явится необходимость в разрушении различных фортификационных сооружений (блиндажей, окопов) и заграждений (проволочных, засек).

Войскам приходится действовать на всякой местности, равнинной, горной, пересеченной — необходимо, чтобы артиллерия этого рода удовлетворяла и требованию подвижности при всяких условиях местности.

Наконец артиллерия необходима для действия вместе с кавалерией.

Из всего этого видно, что и в дивизионной артиллерии необходимы несколько различных типов и видов орудий.

Для действия по открытым и подвижным целям нужна пушка как обладающая настильной траекториею, а потому наиболее отвечающею требованиям стрельбы по вертикальным целям, каковыми являются открытые войска. Настильная же траектория выгоднее при обстреливании подвижных целей, так как при этом получается большое поражаемое пространство, а следовательно ошибки в определении расстояний будут иметь меньшее значение.

Для разрушения блиндажей, окопов, обстреливания укрывшегося противника, напротив, нужна навесная, крутая траектория.

Таким образом в составе дивизионной артиллерии необходимы орудия обоих типов: и пушка и гаубица.

Если принять во внимание необходимость движений и в горной местности и действия совместно с кавалерией, то станет ясно, что необходимы разные виды этих двух типов орудий.

На основании вековых опытов установилась, как удовлетворяющая требованиям легкого управления и достаточно свободной работы лошадей, шестерочная запряжка для движения орудий. Исходя из этого, оказывается, что наибольший, допустимый вес походной системы (орудие на лафете с передком) полевого легкого орудия колеблется в пределах 1 800 — 2 000 *кг*. Для артиллерии, действующей вместе с конницей — к о н н о й а р т и л л е р и и нежелательно переходить за меньший из указанных пределов (1 800 *кг* и даже 1 600 *кг*).

При движении в горах нужно иметь в виду необходи-

мость перевозки на вьюках. Опять-таки, на основании опытов, установлено, что наибольший груз, который может еще переносить на спине лошадь, не теряя способности работать продолжительное время, не должен превосходить 130 — 135 *кг*. Принимая во внимание, что перевозка мертвого груза на вьюке требует особых специальных приспособлений, амуниция и седло получаются большого веса (30 — 34 *кг*), поэтому полезный груз не может быть более 100 *кг*.

При столь незначительном весе, орудие может получиться лишь небольшого калибра, обладающее низкими боевыми качествами, не отвечающими требованиям от орудий полевой артиллерии. При желании конструировать орудие, отвечающее этим требованиям и, в то же время, приспособленное для перевозки на вьюках, приходится делать орудие разборным, при условии, что каждая часть его, составляющая вьюк, не должна весить более 100 *кг*.

Горные орудия обычно удовлетворяют этому требованию.

В соответствии с изложенным на вооружении нашей дивизионной артиллерии имеются следующие орудия:

1) 76-*мм* полевая легкая скорострельная пушка обр. 1902 и 1900 гг.;

2) 76-*мм* горная скорострельная пушка обр. 1909 г.;

3) 122-*мм* полевая скорострельная гаубица обр. 1909 и 1910 гг.

Конная пушка отличается от полевой некоторыми деталями устройства и по количеству возимых боевых припасов — благодаря чему достигается некоторое уменьшение веса системы в походном порядке.

Данные орудий дивизионной артиллерии приведены в таблице XIV.

6. Корпусная артиллерия.

Еще опыт русско-турецкой войны 1877 — 78 гг. показал слабость пушек полевой артиллерии против укрытий, которые возводились турками. Русско-японская война 1904 — 05 гг. также с очевидностью подтвердила необходимость в полевой артиллерии орудий, более мощных, чем имевшаяся тогда на вооружении полевой артиллерии полевая пушка. Поэтому с конца прошлого и начала настоящего века всюду обсуждался вопрос о выделении из состава имевшихся во всех государствах частей осадной артиллерии орудий, которые быстро могли бы быть поданы к месту боевого употребления и могли бы двигаться с войсками („запряженные отделения“ в Германии, „передовые отделения“ в России).

В настоящее время артиллерийские части, вооруженные

орудиями, более могучими, чем орудия дивизионной артиллерии, имеются во всех армиях под названием корпусной артиллерии или полевой тяжелой артиллерии.

По своему назначению разрушать, уничтожать то, что непосильно орудиям полевой легкой артиллерии, и обстреливать то, что находится вне досягаемости легкой артиллерии, обстреливать тылы противника видно, что в составе полевой тяжелой артиллерии необходимо два типа орудий: пушки и гаубицы. Орудия эти должны удовлетворять требованиям достаточной подвижности — всюду следовать с войсками по дорогам, а также частью и без дорог, причем движения не требуют, вообще, большой скорости. При расчете на конную тягу и восьмерочную запряжку, признаваемую еще удобной в управлении и не очень стесняющей работу лошадей, вес системы в походном порядке может быть допущен в 2 600 — 3 000 *кг*.

В пределах этого веса пушки получаются калибром 105 — 107 *мм* и гаубица 150 — 155 *мм*.

В нашей корпусной артиллерии принята 107-*мм* скорострельная пушка обр. 1910 г. и 152-*мм* скорострельная полевая гаубица обр. 1909 и 1910 гг.

Данные орудий полевой тяжелой артиллерии см. в таблице XIV.

7. Артиллерийский резерв главного командования.

По идее, резерв главного командования назначается для усиления артиллерийских средств на важнейших участках фронта как в видах увеличения числа орудий, так в особенности для придания орудий для разрушения весьма прочных сооружений противника и обстрела самых глубоких тылов фронта противника.

При выборе орудий в состав резерва можно в весе систем не особенно стесняться, так как орудия резерва перевозятся помощью механических двигателей (тракторная тяга) и по железным дорогам.

В состав артиллерийского резерва главного командования, кроме орудий дивизионной и корпусной артиллерии, входят следующие орудия так называемой артиллерии, большой мощности:

152-*мм* пушка весом 3,3 тонн. Обр. 1904 г.
152-*мм* скоростр. пушка обр. 1909 г.
120-*мм* пушка обр. 1878 г. (французская)
155-*мм* пушка обр. 1877 г. (французская)
203-*мм* гаубица Виккерса
280-*мм* гаубица Шнейдера
305-*мм* гаубица Обух. завода обр. 1915 г.
152-*мм* пушка Канэ
254-*мм* береговая пушка
} позиционная артиллерия.

№№ по порядку	Название орудий	Калибр в *мм*	Длина в калибрах	Начальная скорость *м/сек.*	Вес снаряда в *кг*	Вес разрывного заряда в *кг*	Число пуль в шрапнели
1	37-*мм* пушка Розенберга [1]	37	19	442	0,51	0,017	75 к.[2]
2	37-*мм* пушка Маклена [1]	37	70	661	0,48	0,015	—
3	76-*мм* полев. легк. обр. 1902 г. [3] . .	76	30	588	6,5	0,8	260
4	76-*мм* горн. обр. 1909 г. [3]	76	16,5	380	6,5	0,8	260
5	76-*мм* пушка обр. 1913 г. [3]	76	16,5	275	6,5	0,8	260
6	122-*мм* пол. легк. гауб. 1909 и 10 г. [4]	122	14	335	23,2	4,8	480
7	152-*мм* пол. гауб. обр. 1910 г. [5] . .	152	12	335	41	8,8	690
8	107-*мм* пушка обр. 10 г. [6]	107	28	579	16,6	2,0	600
9	120-*мм* пушка обр. 78 г. [7]	120	27	510	20,5	4,2	400
10	155-*мм* пушка обр. 77 г. [7]	155	27	533	43	10,3	416
11	152-*мм* пушка обр. 09 г. [7]	152	28	640	41	5,7	690
12	152-*мм* пушка обр. 04 г. [7]	152	30	600	41	6,8	680
13	203-*мм* гаубица [8]	203	19	305	98,3	25,4	2 070
14	280-*мм* гаубица [8]	280	11,5	330	287	70	—
15	305-*мм* гаубица обр. 15 г. [8]	305	20	450	377	82	—
16	120-*мм* пушка Виккерса [9]	120	50	930	20,5	3,7	650
17	152-*мм* пушка Канэ [9]	152	45	792	41,5	2,7	—
18	254-*мм* берегов. пушка [9]	254	45	777	225	18,8	—
19	305-*мм* берегов. пушка [9]	305	52	800	470	61,4	—
20	57-*мм* капонирн. пушка [10]	57	23	384	2,7	0,07	65
21	9-*см* бомбомет [11]	9	6,8	100	3,3	0,7	—
22	58-*мм* миномет [12]	58	—	40 — 92	28,6	8,2	—
23	76-*мм* зенитн пушка обр. 14 и 15 г. [13]	76	30	588	6,5	0,8	260

дий нашей артиллерии.

Дальность при ударн. стрельбе *км*	Дальн. при дистанц. стрельбе *км*	Число выстр. в минуту	Вес в боевом положении *кг*	Вес заряда в *кг*	Примечания
3,0	—	8	180	0,038	[1] Уничтожение пулеметов. Стрельба по огневым точкам. По танкам.
3,5	—	100	360	0,073	[2] Картечи.
8	8	10	1 060	0,9	[3] По войскам, заграждениям, артиллерии, танкам, пулеметам.
6,5	6,5	10	625	0,32	
2,5	2,5	15	540	0,17	
7,5	7,5	2	1 300	0,92	[4] По укрытым целям и более слабым закрытиям.
7,5	7,5	2	1 700	1,8	[5] Более прочные полевые сооружения.
12	10	5	2 800	2,0	[6] Обстрел тылов и дальних целей. Артиллерия. Аэростаты.
9,5	—	1/2	3 850	1,6	[7] Обстреливание тылов, станций, мостов. Дальний огонь шрапнелью.
10	10	1/2	5 700	4,4	
11,5	10,5	3	5 730	7,6	
11,5	10,5	1/2	5 400	6,5	
7,5	7,5	2	6 175	2,4	[8] Разрушение наиболее прочных бетонных сооружений и бетонных закрытий.
9,6	—	2	15 200	12	
13	—	1/3	64 800	28	
16	11,5	6	—	7,3	[9] Для действия по судам морского флота.
13	—	5	—	11	
20	—	1/2	—	62	
29	—	1/3	—	141	
—	—	25	760	0,17	[10] Фланговая оборона рвов.
600 шаг.	—	—	70,4	0,06	[11] По укрытым живым целям.
1 000 шаг.	—	—	200	0,11	[12] Для разрушения укрытий и заграждений.
8	8	20	—	0,9	[13] Стрельба по судам воздушного флота.

76-*мм* зенитная пушка обр. 1914 г.

Траншейные орудия — несколько образцов и систем.

Данные об этих орудиях приведены в таблице XIV.

О бронесилах, входящих в резерв, будет сказано более подробно дальше.

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ.

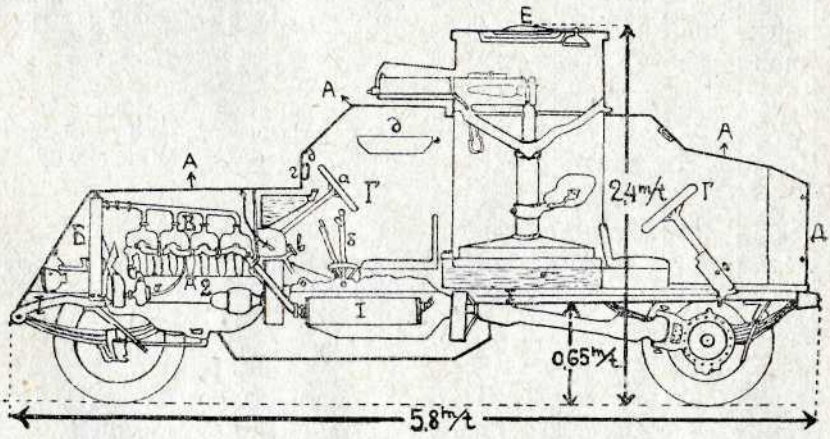
БРОНЕСИЛЫ.

1. Разделение бронесил на виды.

Бронесилы, в зависимости от способа передвижения, разделяются на автомобильные броневые части, танковые броневые части и железнодорожные броневые части. Машины, которые обслуживаются этими частями, называются соответственно бронемашины, танки, бронепоезда.

2. Бронемашины.

Бронемашины представляют собою шасси, то-есть основную раму с колесами от обычного автомобиля, усиленную в некоторых частях. На шасси укрепляется броневой корпус, прикрывающий мотор, вооружение и людей, составляющих команду бронемашины.



Черт. 175.

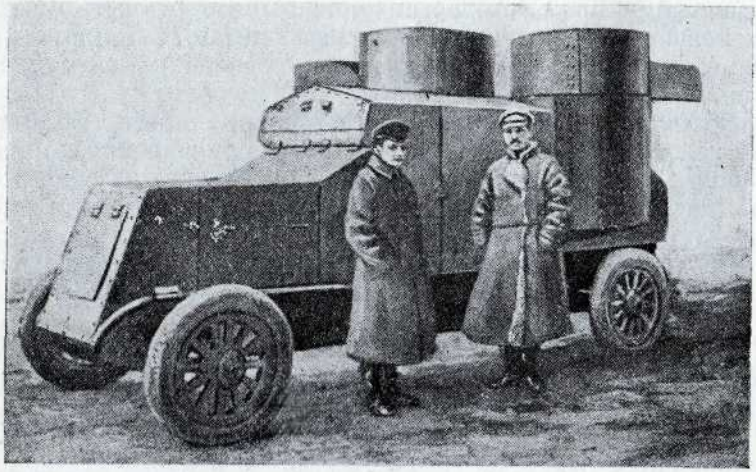
Бронемашины вооружаются пулеметами, устанавливаемыми во вращающихся, относительно автомобиля, башнях. Обычно устанавливаются две башни, вооруженные одним пулеметом каждая и имеющие круговой обстрел (черт. 175 и 176).

Бронемашины в боевом отношении характеризуются следующими данными.

Вес — 5 тонн.

Бронирование должно гарантировать против пробития обыкновенной ружейной (пулеметной) пулею и мелкими осколками. Толщина брони колеблется 6—8 *мм* в зависимости от качеств стали, а также сообразуясь с общим весом, отводимым на бронирование.

Внутри броня оклеивается войлоком, для уменьшения поранения людей осколками брони, для уменьшения теплового действия брони (зимою охлаждения, летом нагрева), и отчасти для уменьшения шума.



Черт. 176.

Колеса с шинами гусматик, то-есть с шинами обычного автомобильного типа, дутыми, внутренняя полость которых наполнена особою пластичною массою. При попадании пули шина сохраняется в такой мере, что движение с пробитыми шинами возможно.

Скорость нормальная (средняя) 15—18 *км* в час и наибольшая до 40 *км*. Движение при малых скоростях является невыгодным, поэтому бронемашины следует вести не в общей походной колонне, а отдельно.

Запас горючего и смазочного материала обеспечивает ход машины на 6 час.

Бронемашина может переходить водные пространства глубиною до 0,5 *м* и брать склоны до 15°.

Запас патронов для пулеметов около 6 500 (по 3 000 на пулемет).

Стрельба из пулемета ведется исключительно прямою наводкою и только стоя на месте. Стрельба в движении вследствие тряски мало действительна. Вследствие высокого расположения пулеметов над полотном дороги, около бронемашины получается необстреливаемое пространство до 6 шагов.

Отличительною особенностью бронемашин, по сравнению с обычными автомобилями, является устройство управления машиной впереди и сзади и пуск в ход производится изнутри броневика.

Для предохранения личного состава от поражения все щели, отверстия в броне делаются возможно малых размеров и с бронированными шторами, с тем чтобы ненужные в данный момент отверстия можно было закрыть. С этою же целью амбразура для пулемета делается минимальных размеров и закрывается щитиком, укрепленным на пулемете и вращающимся вместе с ним.

Бронемашины обычно двигаются по шоссе, но могут двигаться и по грунтовым дорогам, при наличии, однако, прочных мостов. При особых приспособлениях из ряда роликов, катящихся по саморасстилающейся ленте (приспособление Кегресс) бронеавтомобиль может двигаться по целине и преодолевать незначительные местные препятствия: канавы с отлогими крутостями или узкие канавы шириною около 1 *м* даже с отвесными стенками.

Совершенно сходное устройство имеют бронедрезины, отличающиеся лишь тем, что их колеса снабжаются ребордами, как у вагонов.

Бронедрезины могут двигаться, однако, только по железнодорожным путям со скоростью до 60 *км*.

3. Танки.

Бронемашины обладают малою проходимостью, то-есть способностью двигаться без дорог, по всякой местности, что очень суживает возможность их применения в бою. По своим свойствам они более пригодны для самостоятельных действий в виде коротких налетов. Между тем, опыт войны настоятельно указал на необходимость содействия пехоте в преодолении препятствий проделыванием в них проходов и огнем в самом близком расстоянии от противника. Несмотря на дружную работу всех огневых средств все-таки на укрепленной позиции противника оставались, как показал боевой опыт, неуничтоженными многие блиндажи, в которых противник, укрывшись, выжидал атаки.

Когда атакующая пехота подходила на близкие расстояния и не могла получить поддержку своей артиллерии из опасения поражения ее собственным огнем, укрывшаяся пе-

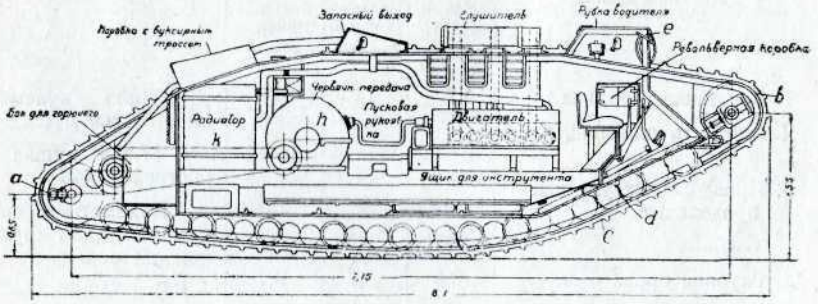
хота противника встречала ее огнем, ручными гранатами и другими средствами.

Подобная контр-атака имела часто решающее значение.

К этому следует добавить, что местность перед оборонительной полосой противника, и сама полоса, ко времени атаки бывает изрыта множеством воронок от снарядов, и полоса эта может быть защищена различного рода заграждениями и препятствиями, которые, конечно, не будут уничтожены сплошь в период подготовки атаки.

Все это определяет те требования, которые могут быть предъявлены машине, предназначенной для содействия пехоте в последние минуты перед атакою и во время самой атаки: она должна обладать большою проходимостью; быть защищена от пуль и даже снарядов мелкокалиберной артиллерии и от действия химических снарядов; иметь достаточное вооружение с круговым обстрелом. Этим требованиям удовлетворяют достаточно полно танки.

Как известно, колесные механические повозки (автомобили) могут двигаться по дорогам или твердому грунту, где обеспечивается надежное сцепление колес с поверхностью дороги.



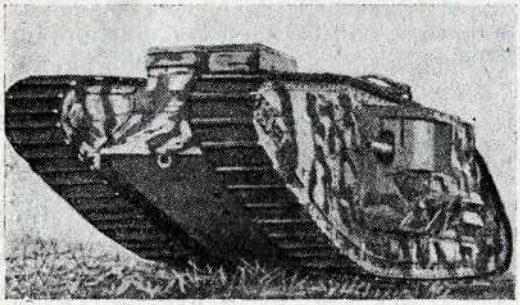
Черт. 177.
Размеры в метрах.

Если дорога покрыта грязью или грунт мягкий, то колеса, сцепляясь слабо с поверхностью, не будут двигать повозку, а, напротив, будут срывать поверхностный слой дороги (грунта) и будут вращаться на месте — будут буксовать. Кроме того колесные повозки обладают малою проходимостью, западая в выбоины, канавы, ямы.

Для устранения этого был сконструирован гусеничный ход.

Танки, по существу, являются бронемашинами на гусеничном ходу. Однако в видах возможности преодоления различного рода препятствий гусеничная лента не просто охватывает колеса, как это имеет место в тракторах, а охватывает

и вспомогательные колеса, так что, чаще всего, ее обвод, глядя сбоку, имеет вид параллелограмма (ромба). Благодаря тому, что передняя часть гусеницы приподнята, танк может преодолевать отвесные препятствия (стенки), так сказать, подбирая их под себя. В небольших танках гусеница имеет вид, близкий к тому, что и в тракторах, но за то проходимость их меньше (черт. 177 и 178).



Черт. 178.

Обычно различают танки трех видов: малые, средние и большие; данные о них приведены в таблице XV.

ТАБЛИЦА XV

важнейших данных различных видов танков.

Название данной	Вид танка			Примечания
	Малый (Рено)	Средний (Тейлор)	Большой (Рикардо)	
1. Вес танка в тоннах. . . .	7	14	60	[1] Либо пулемет, либо 37-*мм* пушка.
2. Скорость движения в *км* в час	3 — 8	4 — 14	3 — 8	[2] 57-*мм* пушка с обстрелом 140°.
3. Преодолевает уклоны: продольные	30°	38°	45°	[3] Пулеметы в совокупности дают круговой обстрел.
боковые	28°	25°	35°	
4. Глубина брода в *м*. . . .	0,5	0,7	0,7	[4] Без башни.
5. Толщина брони в *мм* . .	8 — 16	8 — 16	8 — 14	[5] Число патронов на пулемет в малом танке — 3 000, среднем — 8 000 и большом — 2 — 2,5 тыс.
6. Вооружение: число пулеметов [5]	1 [1]	4 [3]	4 — 5 [3]	
„ орудий [6]	1 [1]	—	2 [2]	
7. Необстреливаемое пространство в шагах . . .	5	5	4	[6] Число патронов на орудие: в малом танке 250, в большом — 90 на орудие.
8. Число людей.	2	3	9	
9. Запас горючего на часов.	6 — 8	6 — 8	6 — 8	
10. Длина в *м*	4,1	6,1	8,1	
11. Ширина в *м*	1,75	2,6	4,1	
12. Высота „ „	2,25	1,4 [4]	2,2 [4]	
13. Буксирная мощность на 1-й скорости в тоннах. .	—	12	27	

В отношении проходимости и преодолевания препятствий добавим: большой танк может переходить через канавы шириной около 2 *м* хотя бы с вертикальными стенками, валить отдельные деревья до 30 *см*, может двигаться по редкому лесу, если деревья не толще 12 *см*, разрушать кирпичную стенку в 3 кирпича, переползать через стенку вышиною до 2 *м*, разрушать (вытаптывать) проволочные заграждения и разрушать (раздавливать) блиндажи.

Броня предохраняет не только от ружейных пуль, но и от целых снарядов, падающих под острыми углами, до 25°.

Малый танк переходит через канавы до 1,5 *м* шириною, движется по кустарнику до 5 *см* толщиною, разрушает стенку в 2 кирпича.

Сказанное может быть сведено к следующей краткой характеристике танков как боевого средства.

А. Положительные.

1. Большая огневая сила, сосредоточенная притом на малой площади.

2. Большая проходимость. Препятствия, в виде канав, не шире 3 *м* воронок и т. п., ограничивают, но не исключают, возможность применения танков.

3. Способность разрушать укрепления и заграждения.

4. Надежность защиты от обыкновенных пуль и осколков снарядов легких орудий, а также иногда и от бронебойных пуль.

Б. Отрицательные.

1. Недостаточная защита от газов и высокая температура внутри танка (доходит до 60°).

2. Большие размеры танков, вследствие чего вероятность попадания в них довольно велика.

3. Огонь с танков сильный на дистанции 200 — 600 *м* с места. При движении стрельба не отличается меткостью. В большинстве танков пулеметы расположены низко, что делает стрельбу через головы своих войск затруднительной.

4. Трудность наблюдения из танков, что лишает их возможности гибко маневрировать.

5. Ограниченность времени движения и боя.

Это новое оружие быстро совершенствуется и присущие танкам недостатки, если не устраняются окончательно, то ослабляются в значительной степени.

Для понижения температуры применяют охлаждение моторов и пулеметов. Для улучшения условий наблюдения устраиваются стробоскопические приспособления, состоящие в том, что вместо щелей, в которые легко проникают пули и осколки, устриваются барабаны, или диски с отверстиями. Эти барабаны вкладываются один в другой: один из них неподвижный, другой же вращается около оси. При вращении подвижного барабана отверстия в обоих барабанах бу-

дут то совпадать, то закрываться. При соразмерной скорости вращения и числа отверстий наблюдатель будет иметь непрерывное наблюдение. Так как впечатление удерживается в глазу около $^1/_7$ сек., то для непрерывности впечатлений необходимо, чтобы совпадение отверстий происходило не реже, как через этот промежуток.

Вероятность попасть в отверстие в момент их совпадения будет ничтожна.

Для достижения бóльшей свободы действий танков и большей продолжительности их боевой работы строят особые танки, которые доставляют запасы горючего и боевых припасов к месту боя.

По принципу танков устраиваются самоходные системы орудий. Обычно орудия эти не бронируются.

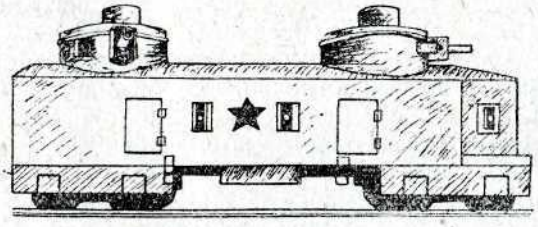
4. Бронепоезда.

Бронепоезда составляются из бронелокомотива, нескольких бронеплощадок и контрольных платформ.

Бронеплощадка представляет железнодорожную платформу на четырех осях с укрепленным на ней броневым корпусом и башнями для орудий.

В зависимости от вида орудий, устанавливаемых на бронеплощадках, различают следующие виды последних, а соответственно этому и виды бронепоездов:

а) легкие: каждая бронеплощадка вооружена двумя 76-*мм* пушками обр. 1902 г., установленными в башнях, и шестью пулеметами (черт. 179);



Черт. 179.

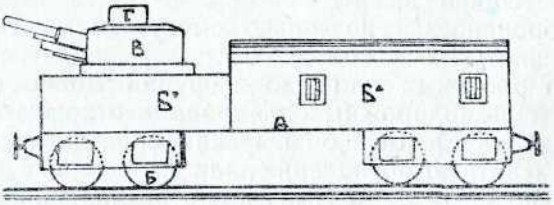
б) тяжелые: каждая бронеплощадка вооружена одною или двумя 107-*мм* скоростр. пушками обр. 1910 г., установленными в башнях, и двумя пулеметами (черт. 180);

в) особого назначения: бронеплощадки вооружаются либо 152-*мм*, либо 2 3-*мм*, либо 254-*мм* орудием и двумя пулеметами (черт. 181).

Бронеплощадки первых двух видов бронируются со всех сторон наглухо. Бронеплощадки особого назначения бронируются не наглухо, а только с боков и спереди.

Броня предохраняет от пуль, осколков снарядов и отчасти от снарядов мелкокалиберной артиллерии (76 *мм*).

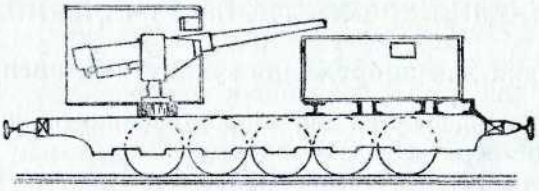
На бронеплощадке же устанавливаются пулеметы и устраиваются погреба. Запас боеприпасов для пулеметов по 5 000 патронов, на 76-*мм* орудие 200, 107-*мм* 100—150 и для более крупных калибров 50—30 снарядов (обычно на особых платформах).



Черт. 180.

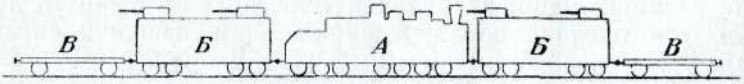
Необстреливаемое пространство для пулеметов до 40 шагов.

Орудия на бронеплощадках снабжаются угломером и могут стрелять по невидимой цели, при чем основной диаметр, 0—30, направлен по линии дороги. Значит, отметкою может служить само направление дороги. Стрельба ведется с места. На ходу хотя и можно вести огонь, но, вследствие тряски поезда, он будет мало действителен.



Черт. 181.

В состав бронепоезда входит бронелокомотив, одна или две бронеплощадки, платформы с вспомогательными приборами, например прожекторами (боевыми фонарями), и контрольные платформы, на которых перевозят железнодорожное имущество для ремонта пути (черт. 182).



Черт. 182.

Бронелокомотив располагается посредине, к нему спереди и сзади прицепляются бронеплощадки. Контрольные платформы замыкают поезд с обоих концов. В случае закладки противником фугаса или повреждения пути контрольная

платформа пострадает и тем предохранит поезд; поэтому их и называют контрольными.

Бронепоезд может развивать скорость 25 — 30 *км* в час. Запас воды и горючего на 4 часа.

Бронепоезд, благодаря своей неуязвимости, может проскочить даже в тыл противника и обстрелять его с тыла и фланга; сделать налет на станцию в тылу и т. п. Бронепоезда могут захватить с собою десант.

Тогда бронепоезда не только смогут достигать успехов, но и закреплять их за собою.

Помимо броневых площадок, орудия могут устанавливаться на железнодорожных платформах открыто и действовать с таких платформ в бою. Таким образом удобно устанавливать зенитную артиллерию, или артиллерию дальнобойную, которая не будет ввязываться в артиллерийское состязание с неприятельской артиллерией.

Благодаря применению артиллерии на рельсах, артиллерия приобрела огромную подвижность.

Слабой стороной бронепоездов и вообще артиллерии на рельсах является ее привязанность к железнодорожным путям.

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ.

ОРУДИЯ КРЕПОСТНОЙ АРТИЛЛЕРИИ.

1. Орудия для вооружения сухопутных крепостей.

Крепости назначаются для обороны данного пункта, имеющего важное стратегическое значение.

Крепости должны рассчитываться на то, что они могут подвергнуться атаке со всех сторон и защищаться изолированно.

Крепости, поэтому, представляют обычно круговую позицию, весьма сильно развитую в фортификационном отношении и богато снабженную всякого рода средствами.

Для выполнения упорной и продолжительной обороны крепость должна иметь средства затруднить противнику занятие позиций, удобных для действия по внутренности крепости, где располагаются различные сооружения крепости, склады, мосты, железнодорожные узлы и проч.

Для выполнения этой задачи обычно впереди линии долговременных укреплений выдвигаются передовые позиции. Упорная оборона этих позиций возможна лишь при поддержке их с крепостных позиций. Если же передовых позиций нет, то задача по удержанию противника на далеком расстоянии от крепости и воспрепятствованию ему занять выгодные позиции ложится целиком на артиллерию. Нужно

все пространство перед крепостною позициею, на возможно большем расстоянии, держать под огнем крепостных орудий. И в случае устройства передовых позиций, и без них, задача эта будет выполнена тем полнее и легче, чем дальнобойнее орудия будут в крепости.

Ведя с своей стороны огонь по крепости, бомбардируя ее, атакующий, пользуясь покровительством ночи, маскировки, постепенно сосредоточивает под крепостью большие артиллерийские средства и всею силою их внезапно обрушивается на крепость с целью подавить огонь ее орудий и разрушить крепостные сооружения. Обороняющийся ответит сильным огнем по батареям атаки. Возгорится так называемая артиллерийская борьба (артиллерийское состязание или дуэль).

В крепости должны быть орудия для ведения этой борьбы.

Когда сопротивление артиллерии крепости будет сломлено, тогда осаждающий произведет штурм или атаку крепостной позиции. В крепости нужны орудия для отражения штурма.

Остовом крепостной позиции, являются форты и узлы, сила которых, между прочим, зиждется на широком применении фронтального и особенно флангового огня и различных искусственных препятствий, в том числе и рвов. Рвы устраиваются глубокие (5—6 метров). Противник, войдя в ров, попадает в необстреливаемое фронтальным огнем пространство, а потому такой ров хотя и служит значительным препятствием для движения противника, но вследствие отсутствия огня, противник, войдя в ров, будет себя чувствовать в безопасности, накопится, устроится и, отдохнув, бросится на штурм.

Необходимо лишить противника всех этих выгод, для чего достаточно дать рву фланговую оборону.

Само собою понятно, что крепость должна быть защищена от налетов воздушного флота, главным образом, бомбардировочных аэропланов и дирижаблей.

Соответственно перечисленным задачам на вооружении крепости необходимо иметь:

а) Орудия дальнего боя, обладающие большою досягаемостью. Для этого могут служить 152-*мм* пушки Канэ, 120-*мм* и 254-*мм* пушки.

б) Орудия для ведения артиллерийской борьбы и разрушения сооружений атакующего; для этого годятся 152-*мм* пушки и главным образом гаубицы, 107-*мм*, 76-*мм* пушки и 122-*мм* гаубицы.

в) Орудия для отражения штурма; здесь целями являются пехота, танки — цели открытые, подвижные; поэтому нужны орудия скорострельные — пушки 76-*мм* полевой легкой артил-

лерии и специальные, устанавливаемые в башнях (калибром 57—76 *мм*) или в особых убежищах и быстро выкатываемые в минуту необходимости — 76-*мм* пушка обр. 1913 г., пулеметы, а также минометы.

г) Для фланговой обороны рвов нужно орудие весьма скорострельное, так как рвы небольшой ширины 15—30 *м*, и противник их может перебежать очень быстро.

Орудия этого назначения устанавливаются в особых сооружениях, безопасных от действия самых мощных снарядов. Эти сооружения называются капонирами и потому самые орудия называются капонирными.

У нас имеются для этой цели 57-*мм* капонирные пушки.

д) Зенитная артиллерия.

Данные обо всех этих орудиях помещены в таблице XIV.

Число орудий в каждой крепости сообразуется с назначением крепости и местными ее особенностями.

2. Вооружение береговых батарей.

Если оборона укрепленной позиции уже в значительной мере уменьшает инициативу ее защитников, то оборона берегов является еще более пассивной и, по существу, сводится к парированию тех предприятий, которые вздумает вести противник.

Поэтому при установлении вооружения береговых крепостей необходимо исходить из возможных действий флота.

Флот может против крепости предпринять:

1) блокаду,
2) бомбардирование,
3) артиллерийскую атаку,
4) порыв и
5) десант.

Так как видимость на море, при средних условиях, вообще говоря, хороша и горизонт открытый, то блокирование (понимая его в более тесном смысле, как наблюдение) может быть производимо небольшим числом судов, которые, крейсируя, двигаясь в достаточном удалении от крепостных батарей, чтобы не подвергаться их обстрелу, будут с успехом наблюдать за движением близ крепости.[1]

Поэтому линия блокирующих судов, даже при малом числе их, может быть достаточно удалена от батарей, и следует притти к заключению, что береговые батареи не могут препятствовать флоту противника блокировать крепость.

---

[1] Можно считать, что видимый горизонт имеет радиус $R = 5\sqrt{H}$; если H — высота глаза наблюдателя — выражена в саженях, то R получается в верстах. Значит, при высоте наблюдателя над уровнем моря всего 4 саж. видимый горизонт будет 10 верст и между судами такой высоты, отстоящими друг от друга на 20 *км*, при хорошей видимости, никто не пройдет незамеченным.

Для противодействия блокаде нужны либо суда морского флота, либо воздушного.

Бомбардирование имеет задачей не попадание именно в данную цель, с намерением разрушить ее, а лишь обстрел какой-либо площади. Бомбардирование редко наносит большой материальный урон, но может причинить нравственное потрясение, понизить дух защитников...

Бомбардирование ведется с предельных дистанций, или близких к ним.

Для противодействия бомбардированию следует иметь на берегу орудия столь же дальнобойные, как на судах флота, тогда позиции бомбардирующего флота будут находиться под огнем береговых батарей, или, если орудия берегового вооружения обладают малою дальнобойностью, вынести батареи вперед, на достаточную величину.

Артиллерийская атака представляет решительное действие флота против крепости и имеет целью сбить вооружение, проникнуть, затем, безнаказанно на внутренний рейд, высадить десант и овладеть данным пунктом.

Для выполнения этой операции каждая бригада кораблей будет действовать против одной батареи, с тем, чтобы, справившись с одной, перенести огонь на другую и т. д. Огонь суда будут вести на ходу, маневрируя так, чтобы поставить свои орудия в возможно выгодные условия для действия и, в то же время, затруднить действия артиллерии береговых батарей.

Для этого флот будет каждый раз, для действия по данной цели, выбирать особый курс кораблей, двигаясь по особой кривой — боевой локсодромии, и выберет для боя дистанцию и курсовой угол так, что пробитие брони будет невозможно. [1]

Дистанция завязки боя около 16 — 18 *км.*

На вооружении батарей, отражающих атаку, следует устанавливать поэтому наиболее сильные пушки, так как корабли представляются вертикальными целями и быстро двигающимися.

В помощь этим основным орудиям назначают обыкновенно батареи орудий, обладающих крутою траекториею, — гаубиц, для действия по палубам, наиболее слабо бронированным частям корабля.

Прорыв представляет очень решительное действие флота против крепости: флот устремляется в промежутки между батареями, заходит в тыл береговых батарей, уничтожает их с тыла и овладевает крепостью, спустив десант.

Для противодействия нужны мощные скорострельные пушки.

[1] Курсовой угол составляется направлением движения корабля и направлением от него на цель.

Для отражения десанта, который в районе крепости будет совершаться на мелких судах (шлюпках, баркасах, катерах), вполне достаточно иметь орудия мелкого калибра: 76-*мм* или 120-*мм*, обладающие хорошими картечным и химическим действиями.

Часть этих орудий следует иметь подвижными.

Для обороны крепости, кроме артиллерийских средств, применяются и другие. В ряду их особенно широко применяют минные заграждения.

Минные заграждения непременно должны находиться под охраною артиллерийского огня, иначе их легко могут вытралить.[1] Так как тралящий караван составляется из судов часто даже не боевого назначения, а из коммерческих пароходов, т. е. судов легко уязвимых, то для защиты минных заграждений можно назначать орудия, хотя и небольшого калибра, но обладающие большою дальнобойностью и скорострельностью 120-*мм* и 150-*мм* пушки.

Наконец, для обороны береговой крепости нужна зенитная артиллерия — для отражения судов воздушного флота.

Для обороны берегов весьма ценной будет артиллерия на железнодорожных установках.

У нас для вооружения береговых батарей имеются 305-*мм* (12-дм.) пушки в 52 калибра длиною.

В качестве гаубиц назначаются прежние 280-*мм* (11-дм.) пушки обр. 1877 и 1867 гг.

Для охраны минных заграждений: 152-*мм* (6-дм.) пушки в 45 калибров длиною и 120-*мм* пушки в 52 калибра длиною.

Для отражения десанта — 76-*мм* (3-дм.) пушки и пулеметы.

Кроме того, на вооружении некоторых батарей имеются 203-*мм* (8-дм.) пушки, снятые с разоруженных кораблей.

Данные об этих орудиях помещены в таблице XIV.

ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ НЕКОТОРЫХ СИСТЕМ ОРУДИЙ.

1. Введение.

Полагая, что читатель, изучив все предшествующее, может самостоятельно разобраться в общем устройстве, а не в деталях, далее приводятся чертежи и изображения некоторых орудий нашей артиллерии и других предметов материальной части. Мы же ограничимся лишь указанием на главнейшее.

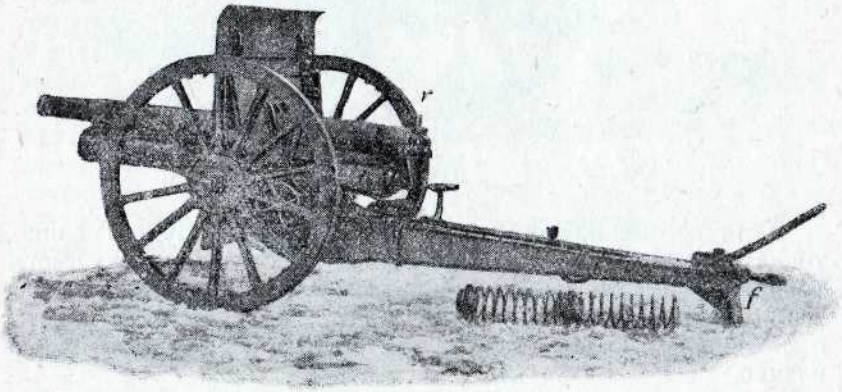
[1] Траление производится обычно двумя судами, тянущими трос — трал. Последний захватывает за трос (минреп), на котором удерживается мина на якоре, и мина уничтожается.

2. 76-*мм* полевая легкая скорострельная пушка обр. 1902 г.

На черт. 183 изображено орудие перед выстрелом. На этом чертеже видны — тело орудия (*b*), люлька (*t*), в которой помещается тормаз отката и накатник. Тело орудия бородой соединяется с цилиндром тормаза и закрепляется болтом. Люлька лежит цапфами на станке. В станке имеются подъемный механизм и поворотный механизм (виден штурвал).

По сторонам станка имеются сидения для двух нумеров: наводчика и замкового, которые работают при стрельбе сидя. На станке укрепляются сошник *f* и правило *P*.

Щитовое прикрытие состоит из двух щитов — неподвижного, укрепленного на оси, и подвижного со станком, при работе поворотным механизмом.



Черт. 183.

На люльке укреплено прицельное приспособление: дуговой прицел с панорамой.

На черт. 183 рядом с орудием лежат две пружины накатника с промежуточными шайбами.

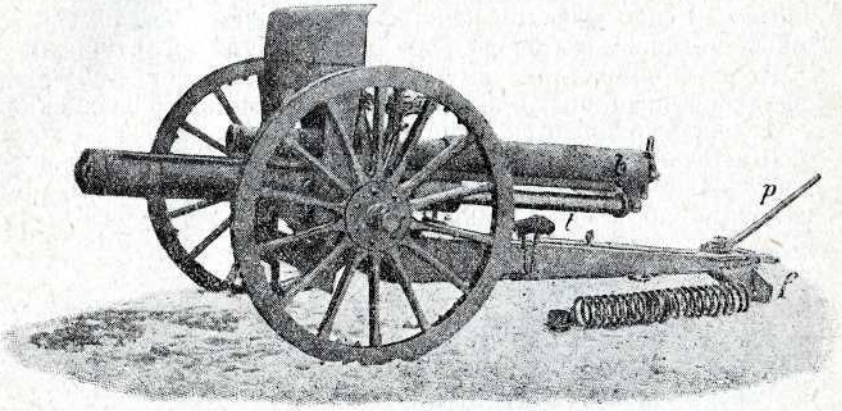
На черт. 184 изображено то же орудие в момент наибольшего отката. Виден цилиндр тормаза (*t*), вытянутый из люльки орудием.

Тормаз гидравлический с регулированием отверстия для пробрызгивания жидкости между регулирующим кольцом и веретеном. Накатник пружинный (см. черт. 185, а также 118).

Подъемный механизм (черт. 186).

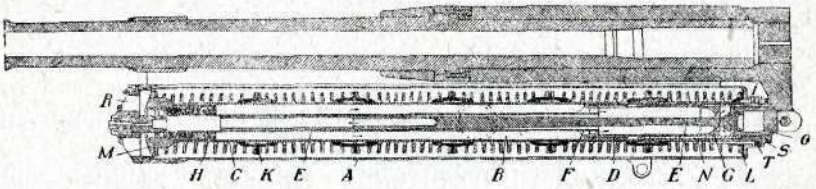
При вращении рукоятки вращается валик *K* и насаженные на его нижнем конце коническая шестерня *e* будет вращать шестерню *d* и сидящую на одной с нею оси шестерню *b*. Последняя вращает колесо *a*, выделанное на венце бронзовой матки *A*. Матка *A* может вращаться, опираясь на шарики *b*, но перемещаться продольно не может.

Поэтому ввинченный в матку наружный винт *B* будет либо в нее ввинчиваться, либо вывинчиваться в зависимости от направления вращения матки. Винт *B* сам служит как бы маткою для внутреннего винта *C*, соединенного своею головкою с ушком люльки.



Черт. 184.

Если трение на наружном винте и матке будет велико, то наружный винт будет вращаться вместе с маткою, а внутренний будет тогда вывинчиваться или ввинчиваться в него. Таким образом какой-нибудь винт да будет действовать, и люлька, а, стало-быть, и орудие, будет менять направление.



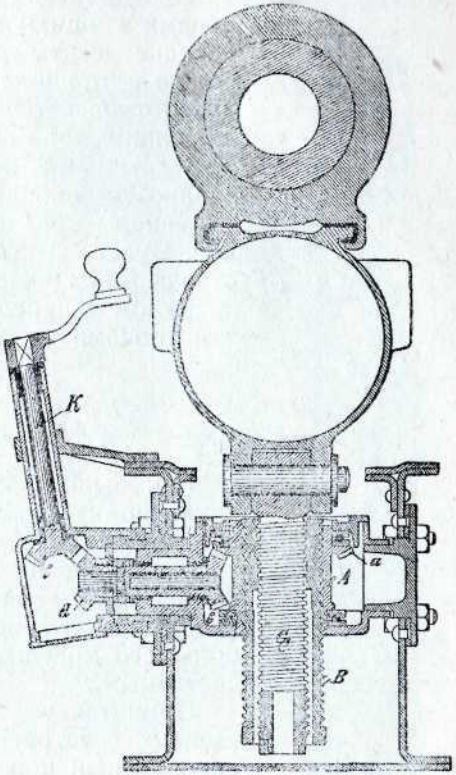
Черт. 185.

A. Люлька. *B*. Шток. *C*. Цилиндр тормаза. *D*. Поршень. *E*. Веретено. *F*. Отверстия в поршне *G*. Регулирующее кольцо. *H*. Пружины накатника. *K*. Шайба накатника. *L*. Концевая шайба. *M*. Сальниковая крышка. *N*. Регулятор наката. *O*. Дно цилиндра тормаза. *R*. Крышка люльки. *S*. Упорное кольцо цилиндра тормаза. *T*. Каучуковые кольца для смягчения удара кольца *S* по люльке при накате.

Коробка подвешена между станинами станка на цапфах и может поворачиваться, следя за изменяющимся направлением оси винтов, которое получается при изменении углов возвышения. Коробка закрыта со всех сторон, что предохраняет механизм от засорения и порчи.

Поворотный механизм (черт. 187).

При вращении маховика *D* вращается шестеренка *E* и колесо *B*. Последнее вращает винт *A*, ввинченный в матку *C*, укрепленную в кронштейне на оси. Сам же винт *A* укреплен в станине станка так, что он может только вращаться, но не может перемещаться продольно. Так как ось с колесами стоит на основании и перемещаться вдоль самой себя не может, то, значит, и матка *C* стоит на месте. Поэтому винт, ввинчиваясь или вывинчиваясь из матки, будет перемещать станок по оси, вращая его около неподвижного сошника.

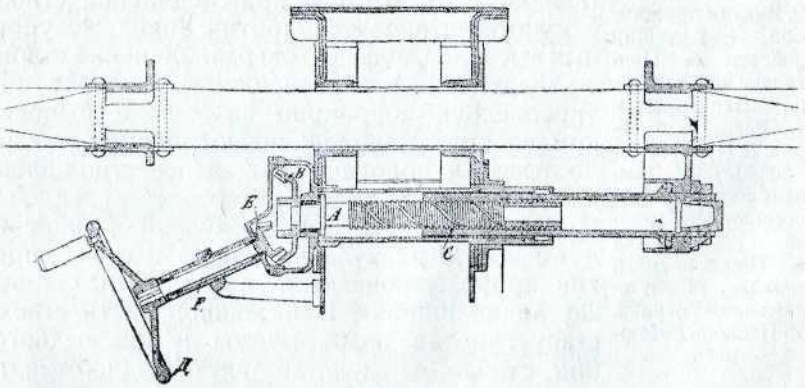


Черт. 186. Боевая ось.

Ось же будет лишь слегка поворачиваться, сохраняя перпендикулярное направление к оси симметрии станка.

На черт. 188 изображен патрон 76-*мм* пушки в продольном разрезе.

Передок, одинаковый для орудий и зарядных ящиков, состоит (черт. 189) из рамы, на которой укрепляется



Черт. 187.

короб. В коробе сделана клетка, подразделяющая короб на гнезда.



Черт. 188.
1. Стакан шрапнели. 2. Головка. 3. Винтик прижимной. 4. Ведущий поясок. 5. Центральная трубка. 6. Перегородка. 7. Разрывной заряд. 8. Пули. 9. Канифоль. 10. Дымный состав. 11. Дистанционная трубка. 12. Гильза. 13. Порох боевого заряда. 14. Капсюльная втулка. 15. Папковый обтюратор.

В эти гнезда вкладываются лотки с патронами и ящики с принадлежностью. В пешем передке десять гнезд для лотков и одно для ящика с принадлежностью, в конном — семь для лотков и одно для ящика.

Задние хода зарядных ящиков одинаковы для легких и конных орудий и устроены сходно с передками, но в них все гнезда одинаковых размеров — для вкладывания лотков. Вместо дышла у заднего хода имеется стрела и нет шворня.

Рядом с передком на чертеже виден лоток с патронами.

3. 76-*мм* горная скорострельная пушка обр. 1909 г.

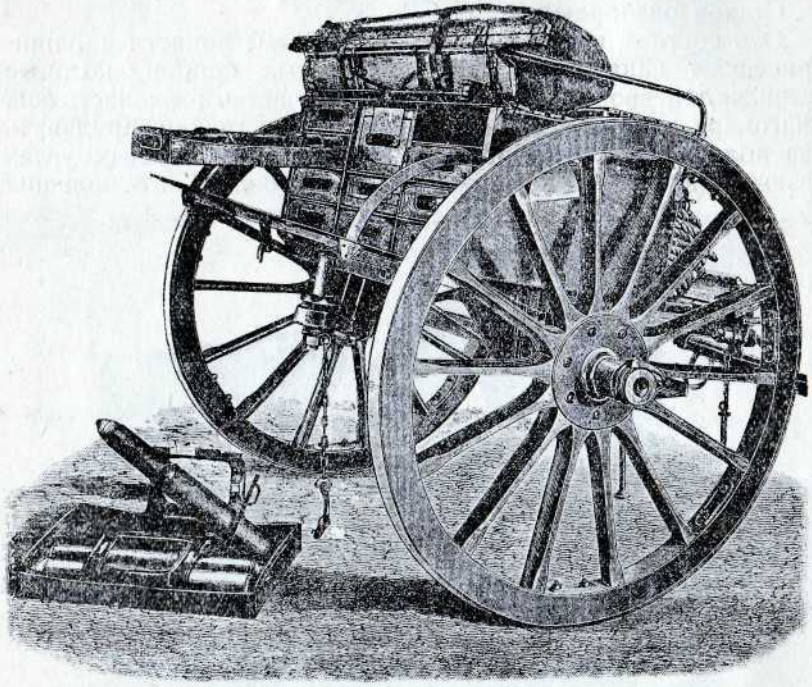
Как было сказано ранее, орудия горной артиллерии должны разбираться на части весом не более 100 *кг* каждая. Если рассчитать тело орудия на этот вес, то орудие получается малого калибра и обладающее малой начальной скоростью. В видах достижения большего могущества орудия делают тело его составным.

Принятая у нас 76-*мм* горная пушка так именно и устроена: на ствол (1) (черт. 190), скрепленный кожухом (2), надвигается с казны муфта (3), в которой устроено гнездо для затвора. Соединяется муфта со стволом помощью так называемых упорных выступов (кулаков) (4), которые при соединении ствола с муфтою становятся против таких же упорных выступов муфты. Для разъединения ствола и муфты сначала расцепляют рукоятку (5), укрепленную шарнирно на стволе с крючком на стволе, поворачивают рукоятку вверх до отказа и поворачивают за нее ствол влево на $^1/_8$ круга.

При повороте упорные кулаки ствола сойдут с зажимных кулаков муфты и станут против промежутков между последними. В это же время шпонки в казенной части ствола станут против пазов муфты и при выдвигании ствола из муфты будут поддерживать казенную часть ствола в муфте, чтобы она не опустилась.

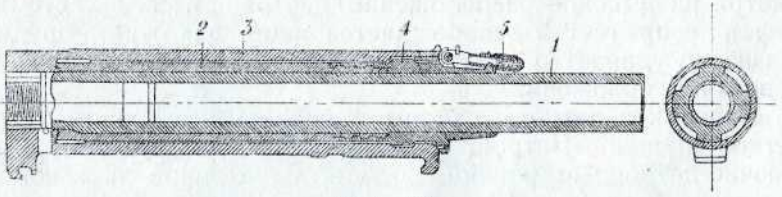
Иначе произошло бы перекашивание ствола в муфте и выдвигание его было бы затруднительно.

Все части для соединения орудия с лафетом устроены на муфте.



Черт. 189.

На общем виде орудия (черт. 191) видны: тело орудия с открытыми затворами, салазки, с которыми соединяется тело орудия. В салазках имеются цилиндры тормаза, воздушного накатника и воздушные резервуары. Штоки тор-



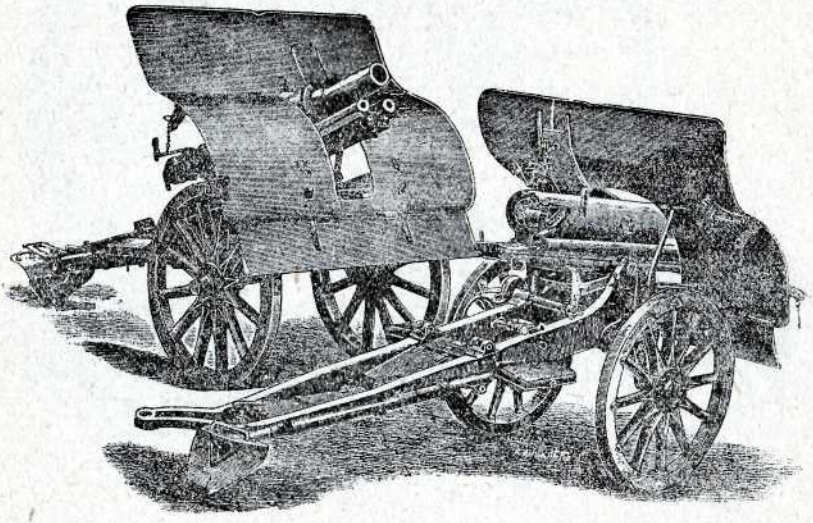
Черт. 190.
1. Ствол. 2. Кожух. 3. Муфта. 4. Упорный выступ. 5. Рукоятка.

маза и накатника одним концом укреплены в передней стенке корытообразной люльки.

Подъемный механизм состоит из двух зубчатых секторов. Поворотный механизм представляет зубчатые рейки, выделанные на боевой оси, по которым бегают шестеренки, укрепленные в станке, а потому передвигающие лобовую часть станка вдоль оси, при неподвижном хоботе.

Станок разборный.

Ось состоит из трех отдельных частей: лопасти с цилиндрическим каналом и двух коленчатых концов, которые вставляются своими цилиндрическими частями в лопасть оси. Благодаря такому устройству оси, лафету можно придавать два положения: а) низкое при стрельбе при малых углах возвышения до 18° и б) высокое при стрельбе при больших

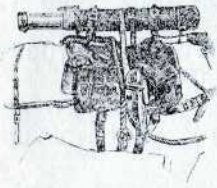


Черт. 191.

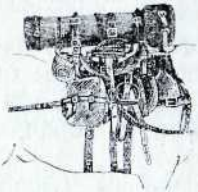
углах возвышения более 18°, при чем в этом случае, несмотря на высокое расположение центра тяжести системы, лафет не прыгает и освобождается место для отката орудия (казна не ударяет о землю). На черт. 191 лафет изображен в верхнем положении.

Передок и патроны сходны с передком и патроном 76-*мм* легкой пушки. Патроны укладываются не в лотки, а во вьючно-патронные ящики, по пять патронов в каждом. В случае необходимости перейти к движению на вьюках ящики вынимаются из передков и задних ходов зарядных ящиков и по два вьючатся на лошадь.

Вся система орудия с передком разделяется на следующие восемь вьюков, не считая вьюков с патронами (черт. 192).



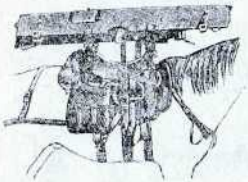
Ствол орудия.



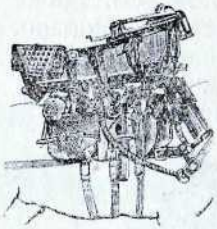
Муфта.



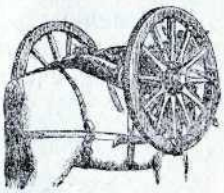
Люлька с салазками.



Хоботовая часть со щитом.



Лобовая часть.

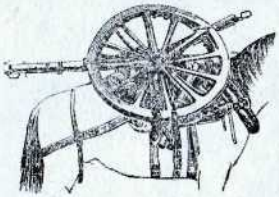


Боевая ось с колесами.

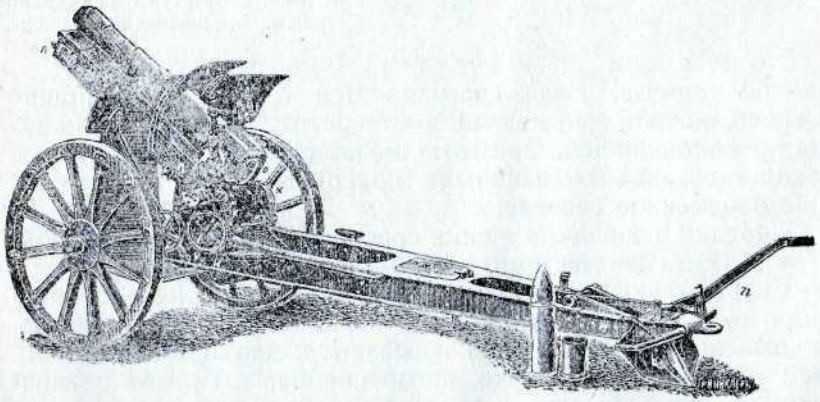
Черт. 192.



Короб передка.



Колеса и дышло передка.



Черт. 193.

4. 122-*мм* полевая скорострельная гаубица обр. 1909 г.

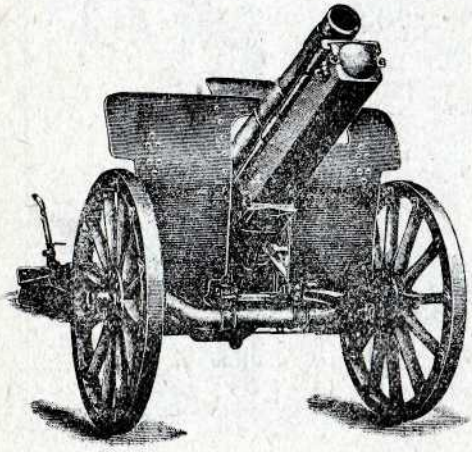
Чертежи 193 и 194 дают представление об общем устройстве 122-*мм* скорострельной гаубицы обр. 1909 г.

Станок составной: из верхнего станка K и нижнего H. Верхний станок может поворачиваться относительно нижнего.

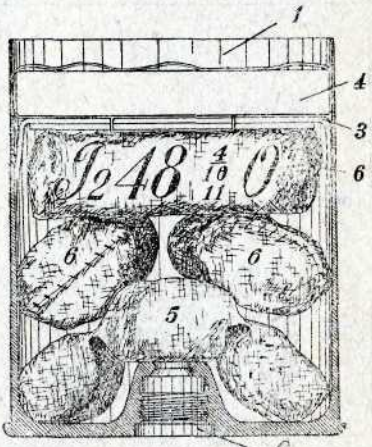
Вследствие того, что цапфы расположены под казною, устроен уравновешивающий механизм в виде двух колонок пружин, видны на черт. 194 по сторонам подъемного механизма, винтового, W (см. также черт. 142).

Тормаз гидравлический, накатник пружинный.

Переменность сечения для прохода жидкости достигается изменением сечения канавок в ци-



Черт. 194.



Черт. 195.
1. Гильза. 2. Капсюльная втулка. 3. Папковая крышка. 4. Пробковый пыж. 5. Картуз с наименьшим зарядом. 6. Добавочные заряды.

линдре тормаза. Накат регулируется тем, что в поршне устроен клапан, закрывающий отверстия для прохода жидкости, заполнившей, при откате, полость штока, и для ее выхода остаются канавки на поверхности веретена, имеющие переменное сечение.

Передки и зарядные ящики совершенно сходны по устройству с этими же частями для 76-*мм* легкой пушки.

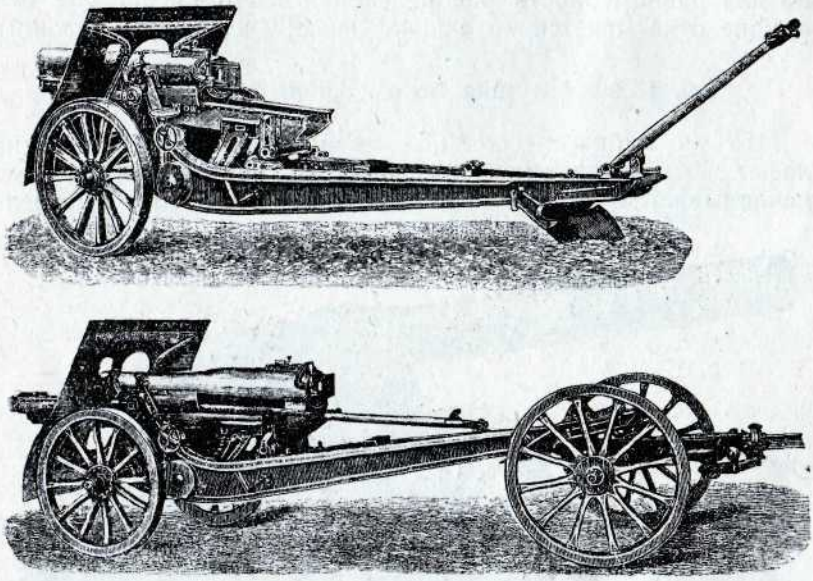
Снаряды укладываются по два в лотке, гильзы с зарядами по пяти. При укладке в передки и задние хода зарядных ящиков снаряды укладываются, для придания большей устойчивости повозке, внизу короба, а гильзы с зарядами вверху.

На черт. 195 изображена гильза с зарядом.

5. 107-*мм* скорострельная пушка обр. 1910 г., 122-*мм* гаубица обр. 1910 г., 152-*мм* гаубица обр. 1910 г. и 1909 г. и 152-*мм* пушка обр. 1909 г.

Все эти орудия устроены сходственным образом, различаясь в деталях и масштабе частей (черт. 196 изображает 152-*мм* гаубицу 1909 г.).

Поворотный механизм как у 76-*мм* легкой пушки, но для уменьшения трения на оси станок опирается на нее помощью катков (черт. 147).



Черт. 196.

Подъемный механизм в виде одной или двух зубчатых дуг.

Тормаз отката сходен с тормазом 76-*мм* легкой пушки, но регулятором наката служит особый клапан на конце веретена или в штоке, который закрывает выход жидкости из штока, оставляя для ее прохода лишь небольшие канавки в штоке (черт. 130).

В 152-*мм* пушке длина отката при углах возвышения малых (до 12° постоянная большая, ок. 2 *м*), от 12 — 16° — переменная и при бо́льших 16° — малая ок. 1 *м* (черт. 127).

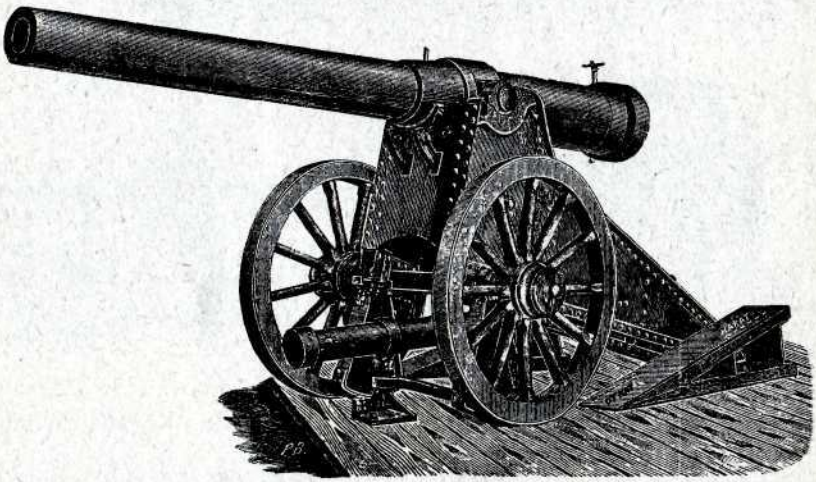
В этой же системе имеется особый подъемный механизм для быстрого приведения орудия в положение для заряжания и, затем, после заряжания, опускания на угол, приданный подъемным механизмом.

Система 152-*мм* пушки для перевозки разбирается вследствие ее большого веса: тело орудия перевозится на особой повозке, а лафет с люлькой и салазками с передком составляют вторую четырехколесную повозку. В дульной части орудия имеются участки захватов, для захвата за ребра люльки при полном откате, чтобы увеличить плечо сопротивления направляющих люльки при откате, когда получается большой перевес казенной части (ср. стр. 205).

В остальных орудиях системы Шнейдера для похода лафет сцепляется с передком подобно 76-*мм* легкой пушке, но для равномерности распределения нагрузки на обе оси орудие откатывается по люльке назад (черт. 196, нижний).

6. 152-*мм* пушка весом 3,3 *т* обр. 1904 г.

152-*мм* пушка весом 3,3 *т* обр. 1904 г. наложена на лафет жесткой системы (черт. 197): орудие своими цапфами накладывается в цапфенные гнезда лафета и при выстреле



Черт. 197.

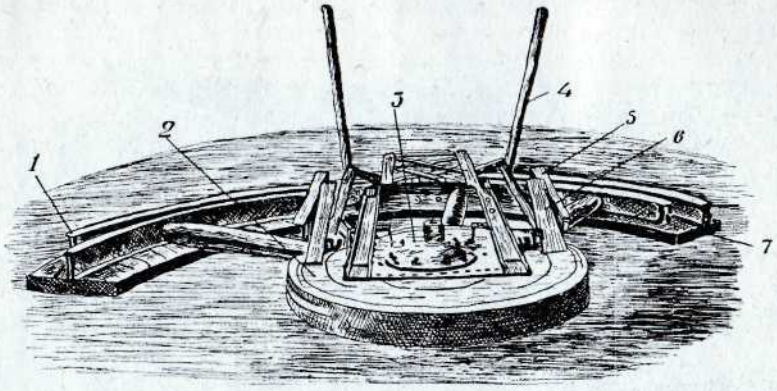
свое движение сообщает непосредственно всему лафету. Для ограничения отката имеется гидравлический тормаз. В последнее время к этим орудиям был разработан пружинный накатник, помещенный в цилиндре, расположенном под цилиндром тормаза.

В случае, когда такого накатника нет, для накатывания после выстрела служат клинья, располагаемые сзади колес.

Для сбережения боевой оси и колес на оси имеются сектора.

Для стрельбы орудие устанавливается на дощатой платформе.

Для настилки платформы предварительно выравнивается площадка-п о с т е л ь, затем на нее укладывают по направлениям, параллельным директриссе стрельбы, деревянные бруски-л е ж н и квадратного сечения.



Черт. 198.
1. Круговой рельс. 2. Опорный круг. 3. Тумба. 4. Рычаг. 5. Жолоб. 6. Клин. 7. Шпала.

Обычно располагаются посредине платформы три лежня вплотную один к другому, затем на некотором расстоянии от них укладываются еще лежни на таком расстоянии один от другого, чтобы колеса лафета пришлись бы не над лежнями, а в промежутке между ними, и крайние лежни подпирали бы настил по краям.

На лежни поперек настилаются доски, прибиваемые к лежням гвоздями.

В 152-*мм* пушке обр. 1904 г. помимо настильной платформы принята более современная платформа инженера Шухова (черт. 198), состоящая из опорного круга (2) с тумбою (3), к которой будет при установке орудия прикреплен цилиндр тормаза. Концентрично опорному кругу располагается на шпалах (7) круговой рельс (1).

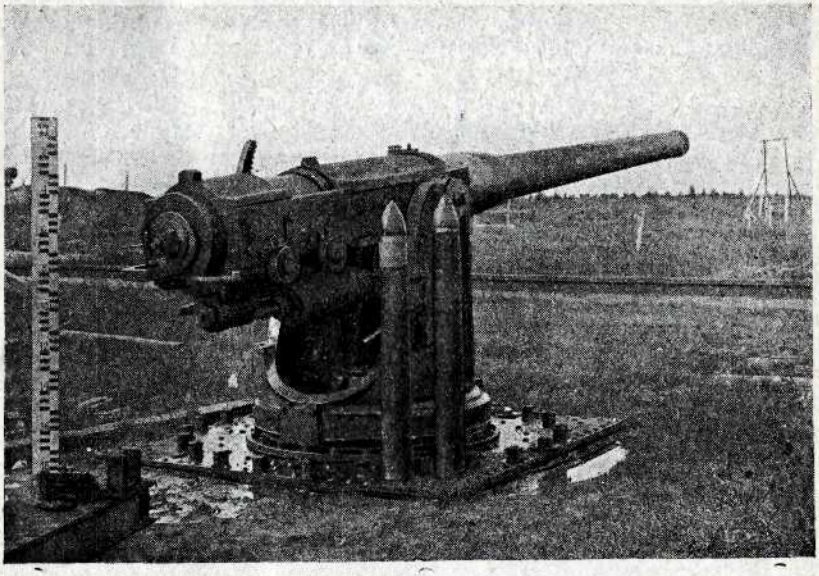
На круг и круговой рельс накладывается поворотная рама с жолобами (5) для колес при откате.

В этих же жолобах устанавливаются клинья (6) для наката системы. Рычаги (4) служат для поворачивания поворотной рамы при выполнении боковой наводки.

7. 152-*мм* пушка Канэ.

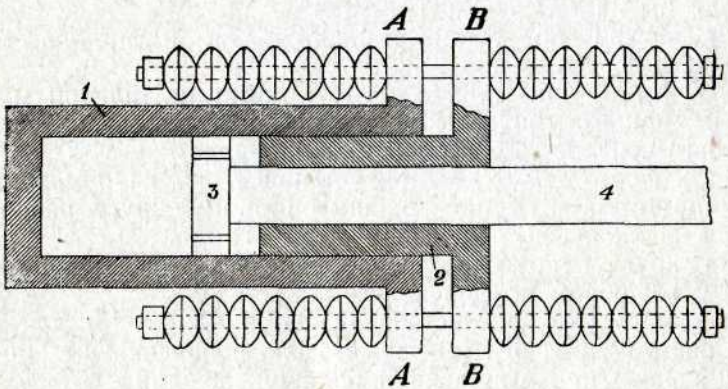
Это орудие состояло до войны 1914—18 гг. на вооружении береговых крепостей. Во время войны пушку эту

устанавливали также на вооружении укрепленных позиций, бронепоездов и сухопутных крепостей, почему ее считают входящей на вооружение позиционной артиллерии.



Черт. 199.

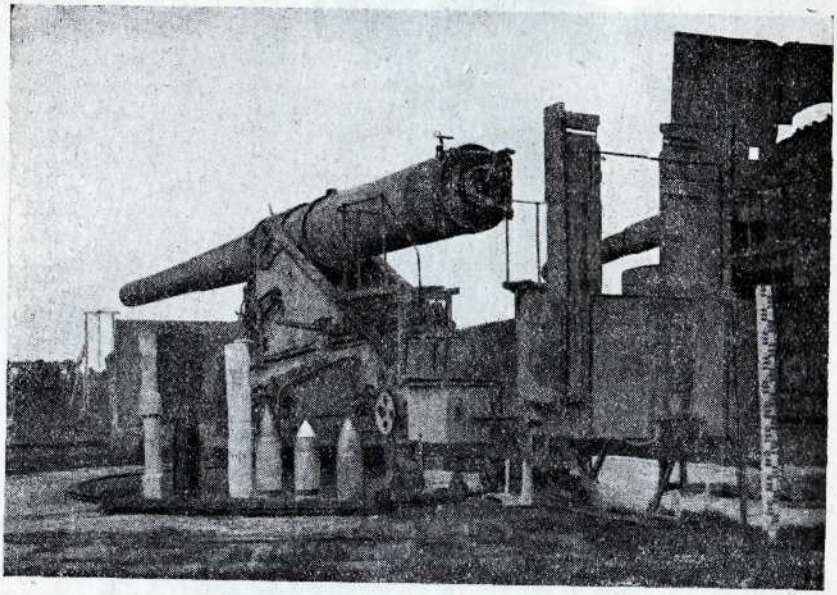
Так как орудия береговой артиллерии устанавливаются на определенных местах на продолжительное время, то их



Черт. 200.
1. Цилиндр тормаза. 2. Подвижное дно. 3. Поршень. 4. Шток.

установка не соображается с требованиями, вытекающими из необходимости передвигать орудия.

Тело орудия помещается (черт. 199) внутри двух муфт, скрепленных станинами, вместе составляющих люльку. Люлька при помощи цапф соединяется со станком. С телом орудия откатывается при выстреле особая обойма (салазки), в которой помещен цилиндр гидравлического тормаза. При откате цилиндр тормаза надвигается на шток, укрепленный в люльке, а, стало-быть, не участвующий в откате.



Черт. 201.

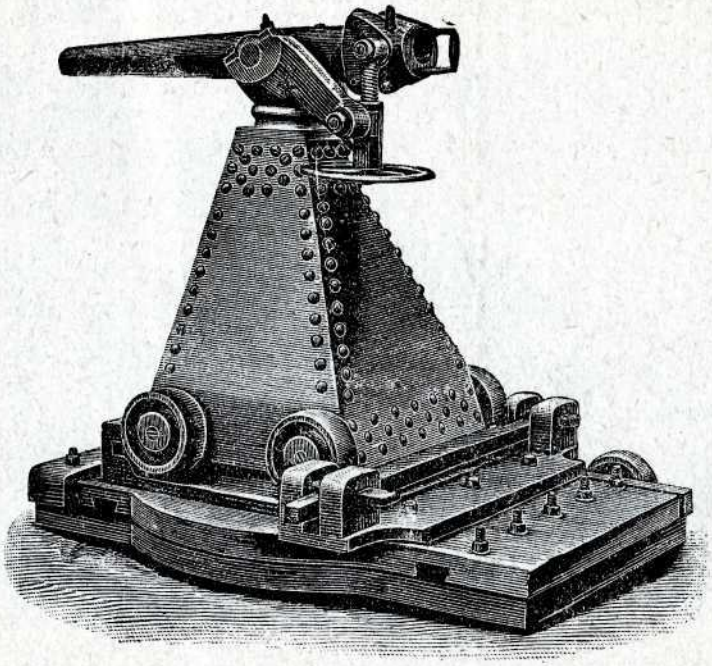
Жидкость пробрызгивается через систему зазоров, как это имеет место в других тормазах.

Оригинальностью является то (черт. 200), что шток (4) при откате, входя внутрь цилиндра тормаза (1), вытесняет из него объем жидкости, которая, в свою очередь, выталкивает из цилиндра подвижное дно (2). Вследствие этого расстояния между ушками *A*,*A* цилиндра и ушками *B*,*B* подвижного дна увеличиваются, и колонны тарелочных (Бельвилевских) пружин будут сжиматься между ушками цилиндра тормаза и подвижного дна, с одной стороны, и гайками на концах стержней — с другой. Когда действие отдачи прекратится, то пружины, восстанавливая свою форму, вдвинут подвижное дно обратно в цилиндр, а жидкость, давя на переднюю поверхность поршня и дно цилиндра, накатит орудие на место.

На платформе (черт. 199) рядом с орудием стоят два патрона.

8. 254-*мм* береговая (позиционная) пушка.

Орудие устанавливается (черт. 201 и 151) на основании деревянном или бетонном. На тумбу основания укладывается так называемая крона катков, то-есть система катков, оси которых укреплены в двух концентрических кольцах так, что продолжения этих осей пересекаются в центре колец.



Черт. 202.

На крону катков опирается поворотная рама. Хоботовая ее часть поддерживается катками, перекатывающимися по дуговому рельсу, центр дуги которого также приходится в центре кроны катков.

В днище поворотной рамы, которым она опирается на крону катков, имеется отверстие. Этим отверстием она надевается на шворень, заделанный в основании в центре кроны катков.

Благодаря такому устройству рама может легко перекатываться в стороны, вращаясь около центра кроны катков, не сдвигаясь в стороны.

На поворотной раме устанавливается станок, на который своими цапфами ложится тело орудия.

При выстреле станок откатывается по поворотной раме, причем откат ограничивается гидравлическим тормазом. Ци-

линдр тормаза укрепляется на поворотной раме, а шток его с поршнем скреплен с станком. Накат получается вследствие наклона верхнего края поворотной рамы.

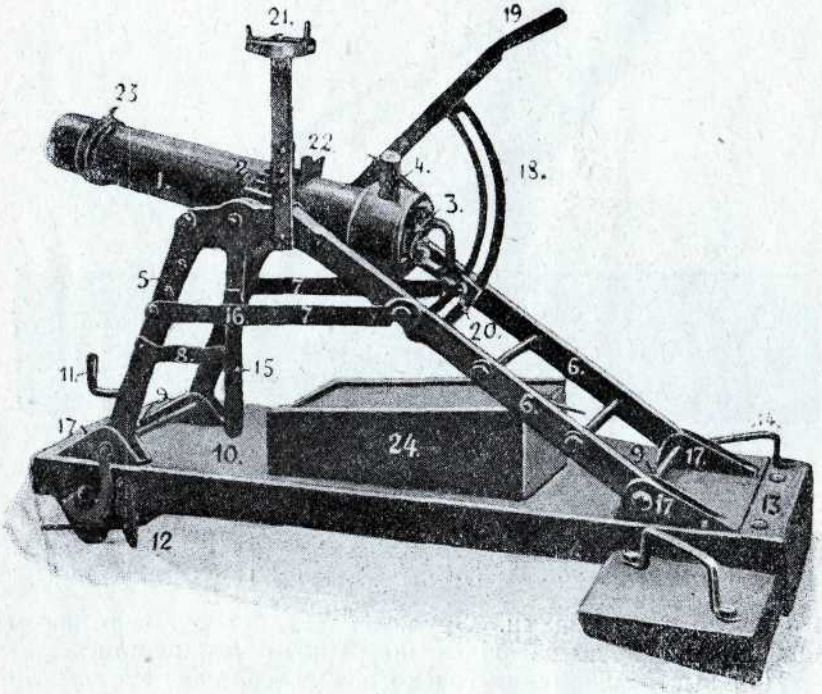
На фиг. 201 рядом с орудием изображены снаряды и заряды в картузах.

Для подъема снарядов и зарядов имеется кран, который поднимает к о к о р.

В кокоре поднимается снаряд и заряд (в двух полузарядах).

9. 57-*мм* капонирная пушка.

57-*мм* капонирная пушка назначается для продольной (фланговой) обороны рвов в крепостях.



Черт. 203.

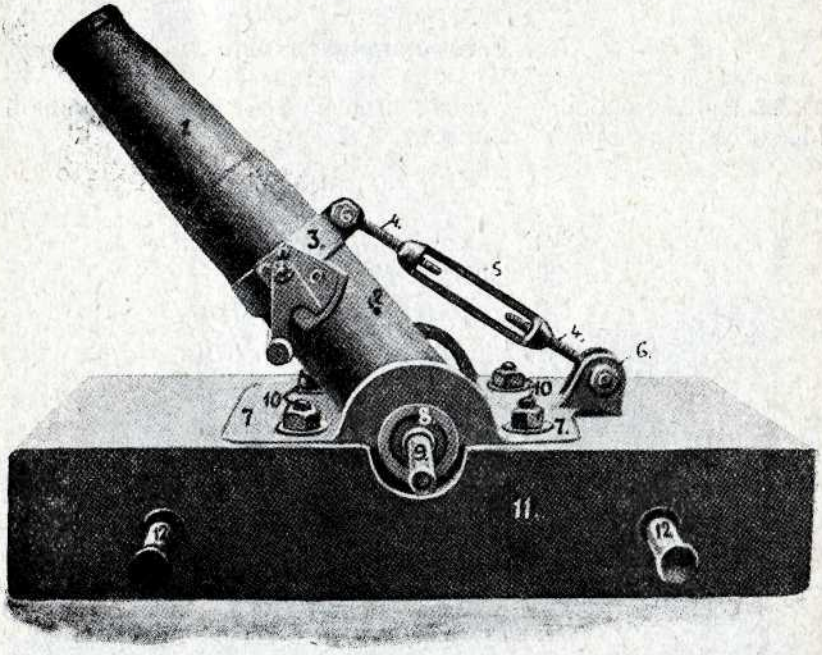
1. Ствол. 3. Затвор. 4. Чека, закрепляющая затвор. 10. Платформа. 11. Установочный винт. 13. Сошник. 14. Ручки. 15. Отвес. 18. Градусная дуга для вертикальной наводки. 19. Рукоять для придавания углов возвышения. 20. Зажим. 21. Угломер. 22. Целик. 23. Мушка. 24. Ящик для принадлежности.

Крепость прежде, чем атакующий пойдет на штурм ее укреплений, будет подвергнута действию сокрушающего огня, поэтому, чтобы сохранить вооружение крепости для отраже-

ния штурма часть орудий устанавливается в башнях, или бетонных казематах.

57-*мм* капонирная пушка принадлежит к числу орудий, устанавливаемых в казематах.

Орудие (черт. 202) устанавливается на тяжелой тумбе, закрепленной на основании. Основание вделывается в пол каземата, так что тумба совершенно неподвижна. В отверстие на верхнем конце тумбы своим штырем вставляется вертлюг



Черт. 204.

1. Тело орудия. 2. Запал для сообщения огня заряду. 3. Кольцо с отвесом для вертикальной наводки. 4. Винты подъемного механизма. 5. Стяжка. 11. Основание деревянное. 12. Болты с рукоятями для переноски миномета.

с цапфенными гнездами. Орудие соединяется с вертлюгом цапфами и особою цапфою с подъемным механизмом.

При выстреле орудие только вздрагивает.

Для вертикальной наводки служит подъемный механизм, а для горизонтальной в задней части орудия имеется скоба, за которую орудие непосредственно поворачивается. Для закрепления орудия, чтобы оно не сбивалось в стороны, служит зажим (невидимый на изображении).

Катки на тумбе служат для перекатывания орудия по потернам или в каземате при установке орудия на место.

Замок клиновый, качающийся, устроен так, что спуск ударника происходит одновременно с закрыванием затвора, чем

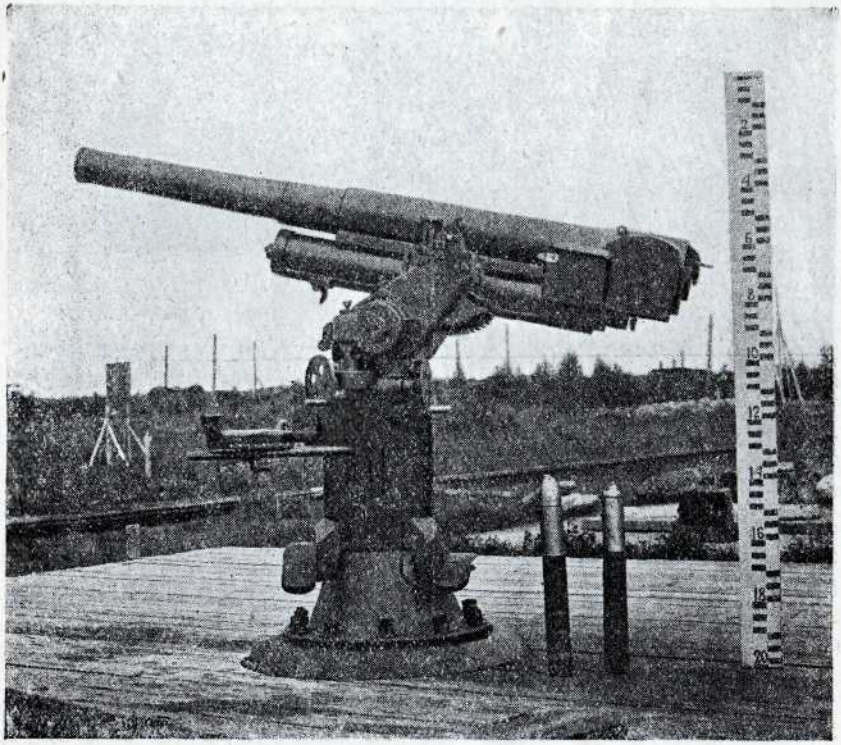
увеличивается скорострельность орудия, доходящая до 30 выстрелов в минуту.

10. 9-*см* бомбомет и 58-*мм* миномет.

Устройство этих орудий настолько просто, что считаем возможным ограничиться лишь приведением рисунков их с перечневым указанием частей (черт. 203 бомбомет и 204 миномет).

11. 76-*мм* зенитная пушка.

Для борьбы с воздушными целями у нас принята 76-*мм* зенитная пушка обр. 1914 и 1915 гг. (черт. 205 и 206). Наиболее существенной разницей этих двух образцов служит величина вертикального обстрела: в обр. 1914 г. от — 5° до + 65°, а в обр. 1915 г. от — 5° до + 75°.



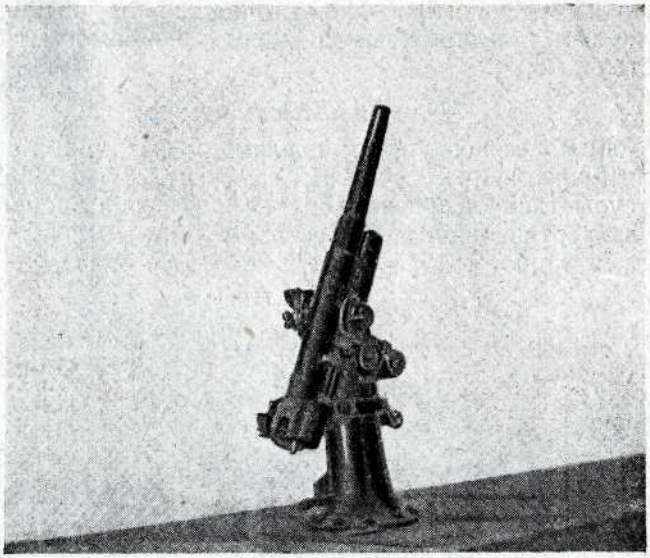
Черт. 205.

Орудие спроектировано на тумбовой установке, которая может быть помощью болтов укреплена на автомобиле, или на железнодорожной платформе, или на специальной повозке, или на неподвижном основании.

Тормаз гидравлический, накатник пружинный.

Горизонтальный обстрел — 360°.

Подъемный механизм осуществляет независимость прицельной линии. Его описание приведено в кн. II.



Черт. 206.

Тело орудия снабжено клиновым полуавтоматическим затвором, описанным раньше (стр. 121). По устройству канала и балистическим данным орудие тождественно с 76-*мм* полевой легкой пушкой, отличаясь лишь большею скорострельностью — ок. 20 выстрелов в минуту.

Перевозятся эти орудия либо конной тягой на специальных четырехколесных повозках, либо на 5-тонных грузовиках. Имеются также железнодорожные установки зенитных пушек.

ОТДЕЛ СЕДЬМОЙ.

СБЕРЕЖЕНИЕ, ХРАНЕНИЕ И УНИЧТОЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ЧАСТИ АРТИЛЛЕРИИ.

ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ.

УХОД ЗА МАТЕРИАЛЬНОЙ ЧАСТЬЮ АРТИЛЛЕРИИ.

1. Осмотр и чистка материальной части.

В кн. I было сказано, насколько важен уход за материальной частью для исправного и продолжительного действия орудия в бою, для сохранения его живучести.

Здесь остановимся более подробно на указаниях, в чем состоит уход и какие меры должны быть приняты для сохранения материальной части при хранении ее.

Для обнаружения и исправления неисправностей материальной части артиллерии необходимо производить осмотры ее непременно до и после стрельбы, или до и после учений. Если материальная часть стоит открыто, то и после резких изменений температуры, после дождя и т. п. При хранении в закрытых помещениях осмотры должны производиться периодически (не менее двух раз в год).

Все обнаруженные неисправности в действии механизмов или появление ржавчины должны быть устранены, причем всякого рода работы по исправлению должны производиться опытным слесарем под наблюдением техника, чистка же (устранение ржавчины) может быть произведена и красноармейцами, но под наблюдением ответственного лица.

Для удаления ржавчины, заржавленное место, если оно не окрашено, протирается скипидаром, а если окрашено—керосином, а затем смазывается керосином. Спустя несколько часов это место очищается обугленной палочкой и смазывается пушечным салом или маслом.

Если ржавчина не поддается действию обугленной палочки, то допускается зачистка угольным порошком или наждачною пылью с маслом (но не в нарезной части канала орудия).

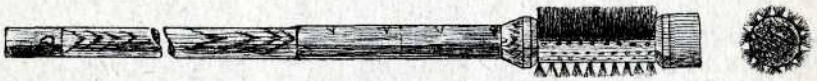
Ржавчину нужно выводить постепенно, а не сразу.

После стрельбы или учений орудие должно быть протерто от пыли и налипшая грязь смыта, наблюдая, чтобы вода не попадала во внутрь механизмов. Вымытые части вытираются насухо тряпкою.

Для чистки, мытья и протирания употребляются тряпки, суконки, банники, особые шесты (протиральники), пушечное сало, веретенное масло и керосин.

Пушечное сало, веретенное масло и керосин получаются из нефти путем дробной перегонки.

Продукты перегонки подвергаются обработке серной кислотой. После этой обработки продукт получается чистого цвета (обесцвечивается) и мало изменяющийся на воздухе. Затем продукт подвергается обработке щелочью (едким натром) для нейтрализации кислоты и промывке водою, для удаления как остатков кислоты и щелочи, так и продуктов нейтрализации. Окончательно очищенный продукт не должен содержать кислот, что можно определить реактивной бумажкой.



Черт. 207.

Керосин растворяет ржавчину, почему его и применяют для ее смывания. Веретенное масло служит, главным образом, для наполнения тормазов, а также для смазки некоторых механизмов. Нефтяное сало служит для смазывания материальной части.

Для предохранения от ржавчины, поверхности, которые при работе не подвергаются трению (можно сказать не работают), окрашиваются масляною краскою, остальные остаются открытыми. Эти открытие части протираются досуха и затем покрываются слоем нефтяного сала.

Особое внимание нужно обращать на чистоту поверхности канала орудия. Для чистки канала в него вставляют пыж из туго свернутых тряпок, смоченных керосином. Для достижения большей чистоты канала можно его промыть керосином.

Пыж проталкивается с большим усилием несколько раз через весь канал (от казны к дулу). Затем канал насухо протирают суконками и тряпками, навернутыми на протиральник (шест).

Для надежного протирания (насухо) нужно двигать шест взад и вперед.

После этого осмотром убеждаются, что канал чист и сух.

и только затем его смазывают нефтяным салом. Для смазывания служит банник (черт. 207), представляющий цилиндрическую щетинную щетку (иногда из корней растений), укрепленную на шесте. Для смазывания сухую щетку банника обертывают тряпкою, пропитанною салом, и проталкивают банник несколько раз через канал.

Когда орудие вычищено и смазано, на него надеваются чехлы, которые должны быть чистыми и сухими.

Панорамы и другие оптические приборы следует хранить в сухих помещениях и по возможности избегать резких изменений температуры, чтобы предупредить запотевание стекол и стенок.

2. Окраска материальной части.

Все нерабочие части орудий, лафетов, снарядов и других предметов материальной части окрашиваются масляной краскою. Перед окраской, окрашиваемые поверхности промывают скипидаром и обтирают досуха. Краску нужно наносить ровным слоем и лучше за два раза вдоль и поперек, давая первому слою высохнуть.

Краски составляются из каких-либо красящих веществ, измельченных в порошок, и олифы. Последняя приготовляется из растительных масел (конопляного, льняного), из которых удаляются вода, белок и слизи путем варки масла с примесями (сушками: глет, сурик). Эти масла обладают способностью при высыхании давать роговидную пленку, которая и предохраняет покрытый ими предмет от действия воздуха и влаги, т. е. от ржавления, гниения... Красящие вещества делают эту пленку более плотной, прочной и в то же время придают краске желаемый цвет.

Помимо предохранения поверхностей от ржавления окрашиванием пользуются и для других целей.

Окрашивая предмет разными красками в виде пятен, неправильных очертаний (камуфляж), можно достичь изменения его видимости, то-есть маскировки (см. черт. 178).

Придавая краскам условные значения, можно, тем самым, давать наглядные сведения (характеристики) данного предмета.

Например снаряды окрашивают по корпусу в цвета, указывающие металл, из которого изготовлен снаряд, головка и дно своим цветом указывают на снаряжение. Для более полной характеристики снарядов, кроме разноцветной окраски на них делают также надписи.

Вследствие большого разнообразия чертежей снарядов, их снаряжения и трубок, окраска их и надписи на них весьма разнообразны. Поэтому при стрельбе необходимо справляться с соответствующими альбомами.

ГЛАВА ДВАДЦАТАЯ.

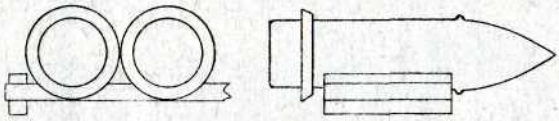
ХРАНЕНИЕ И ПОРЧА МАТЕРИАЛЬНОЙ ЧАСТИ.

1. Хранение материальной части.

Материальная часть нормально должна храниться в особых сараях, магазинах, погребах. Но в случае недостатка в таких хранилищах приходится хранить на открытом воздухе.

Помещения для хранения материальной части должны прежде всего предохранять ее от действия сырости, поэтому помещения эти должны быть устроены на сухом месте и предохранять имущество от дождя и снега.

Для удобства наблюдения за имуществом, хранилища должны быть рассчитаны не только на нагрузку их, но между хранимыми предметами должны быть проходы для людей, осматривающих, вносящих и выносящих различные предметы.



Черт. 208.

Для хранения на открытом воздухе выбирается площадка по возможности ровная и сухая. Если есть возможность, следует на ней устроить дощатый настил; в особенности это необходимо при хранении огнеприпасов.

Снаряды без укупорки укладываются на особых р а м а х в ш т а б е л и (кучи). Рама (черт. 208) представляет одну либо две доски, скрепленные вместе так, чтобы общая ширина их была бы не более расстояния между верхним краем ведущего пояска и нижним краем центрующего утолщения; по концам доски или рамы набиваются г р я д к и, предупреждающие скатывание снарядов. На рамы снаряды укладываются корпусом так, чтобы снаряд не упирался в раму ни ведущим пояском ни центрующим утолщением.

На ряд уложенных снарядов кладется вторая рама и на нее таким же манером укладываются снаряды и т. д.

При укладке снарядов необходимо их выравнивать, так как при этом получается бóльшая устойчивость штабеля.

Так же на рамах укладываются и патроны.

Устойчивостью штабеля и определяется его высота, во всяком случае не более 2,75 *м* (9 фут.).

Высоту штабеля необходимо соображать также и с прочностью основания.

При хранении снарядов в укупорке штабели устраиваются без рам, устанавливая ящики со снарядами один на другой.

Огнеприпасы укладываются в укупорке на стелажах (полках) в 3 — 5 ярусов, при чем огнеприпасы обязательно должны быть рассортированы по родам.

При хранении на открытом воздухе огнеприпасы складываются в штабели и обязательно покрываются брезентом.

Склады имущества должны охраняться, и на них должны быть приняты противопожарные меры.

2. Порча и уничтожение материальной части.

В случае захвата неприятельской батареи и невозможности увезти орудия, необходимо их, если не уничтожить, то хотя бы привести в негодность.

Для этого можно рекомендовать следующее:

1) Сбить или погнуть ударами шашки, прикладом винтовки, камнем, топором прицел.

2) Открыть затвор орудия и на его краях сделать шашкою или топором зазубрины.

3) Сделать зазубрины на подъемных и поворотных механизмах.

4) Сбить маховики или рукоятки этих механизмов.

5) Отнять затвор и закопать или бросить в воду.

6) Испортить тормаз отката и накатник, вынув чеки, свинтив гайки и т. п.

Кроме этих повреждений, которые легко могут быть произведены подручными средствами, имеются особые приспособления, которые дают возможность произвести быстро весьма серьезные повреждения орудия, например, взрыв пироксилиновых патронов.

Однако применение подрывных патронов небезопасно. Поэтому имеются безопасные зажигатели из термита, которые, будучи вложены в орудие и зажжены, развивают столь высокую температуру, что металл орудия частью расплавляется и затем застывает в виде наростов, бородавок, корольков. Нередко стенки орудия при этом вспучиваются в том месте, где лежит зажигатель.

Такими же зажигателями можно уничтожить склады фуража, леса, провианта и т. п.

Для уничтожения боевых припасов, например сложенных в штабель снарядов, следует взорвать их, причем в случае если снаряды снаряжены сильными взрывчатыми веществами, взрыв одного из них передается другим. Если снаряды в укупорке, то следует поджечь укупорку.

