

№ 222

ОЧЕРСКИЙ МУЗЕЙ

Д. КОЗЛОВСКИЙ

# АРТИЛЛЕРИЯ

КНИГА ПЕРВАЯ  
ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ



СССР

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

УЧЕБНИКИ, РУКОВОДСТВА и ПОСОБИЯ ДЛЯ РККА

Д. КОЗЛОВСКИЙ

# АРТИЛЛЕРИЯ

КНИГА ПЕРВАЯ

Введение. Взрывчатые вещества. Химические средства борьбы.  
Боевые свойства артиллерии

ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ  
переработанное и дополненное



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ОТДЕЛ ВОЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
МОСКВА 1929 ЛЕНИНГРАД

В. 21. Гиз № 33483, м.

Ленинградский Областной № 365.5

Тираж 5.000—11<sup>1</sup>/<sub>4</sub> л. Заказ № 2064

Государственная типография им. Евг. Соколовой. Ленинград, пр. Красных Командиров, 29



## СОДЕРЖАНИЕ.

	СТР.
Предисловие .....	7

### ОТДЕЛ ПЕРВЫЙ.

#### Введение.

#### Глава I. Общее понятие об орудии.

1. Артиллерия как наука .....	9
2. Части огнестрельного оружия .....	10
3. Общие основания устройства снарядов .....	12
4. Заряд .....	17
5. Понятие об устройстве тела орудий .....	18
6. Понятие о лафете .....	21
7. Требования от лафета как повозки .....	23

#### Глава II. Полет снарядов и прицеливание орудий.

1. Полет снарядов .....	25
2. Прицеливание орудий .....	26
3. Прицельные приспособления .....	27

#### Глава III. Трубки и средства для сообщения огня зарядам.

1. Трубки .....	31
2. Трубки ударного действия и взрыватели .....	32
3. Дистанционные трубки .....	33
4. Средства сообщения огня зарядам .....	36

### ОТДЕЛ ВТОРОЙ.

#### Взрывчатые вещества.

#### Глава IV. Общие свойства взрывчатых веществ.

1. Понятие о взрывчатых веществах .....	37
2. Характер действия взрывчатых веществ .....	42
3. Качества взрывчатых веществ .....	44
4. Хранение и обращение со взрывчатыми веществами .....	47

#### Глава V. Описание взрывчатых веществ.

1. Пироксилин .....	48
2. Бездымный пироксилиновый порох .....	51
3. Порох для холостой стрельбы .....	56
4. Изготовление зарядов .....	—
5. Селитро-серо-угольный порох .....	58

ОЧЕРСКИЙ  
НАРОДНЫЙ  
КРАЕВЕДЧЕСКИЙ  
МУЗЕЙ

И. А. В. ВЕЦЕГАНОВА

	стр.
6. Мелинит и тротил .....	59
7. Гремучая ртуть и ударные составы .....	61
8. Терочные составы .....	62
9. Нитроглицерин и нитроглицериновые пороха .....	—
10. Аммоналы и другие взрывчатые вещества .....	63
11. Производство подрывных работ .....	64

## ОТДЕЛ ТРЕТИЙ.

### Химические средства борьбы.

#### Глава VI. Отравляющие вещества.

1. Общие понятия .....	66
2. Зависимость действия отравляющих веществ от метеорологических и топографических условий .....	68
3. Разделение отравляющих веществ на виды .....	70
4. Продолжительность действия отравляющих веществ .....	72
5. Действие отравляющих веществ на оружие и прочие предметы .....	73
6. Характеристика некоторых отравляющих веществ .....	74
7. Приемы применения отравляющих веществ в бою .....	75
8. Индивидуальная защита от отравляющих веществ .....	78
9. Меры коллективной защиты от отравляющих веществ .....	79

#### Глава VII. Дымовые вещества.

1. Значение дымовых завес .....	79
2. Дымовые вещества .....	—
3. Средства для образования дымовых завес .....	81

#### Глава VIII. Зажигательные и светящие средства.

1. Огнеметание .....	81
2. Зажигательные снаряды .....	—
3. Светящие составы .....	82

## ОТДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ.

### Боевые свойства артиллерии.

#### Глава IX. Общие понятия. Подвижность.

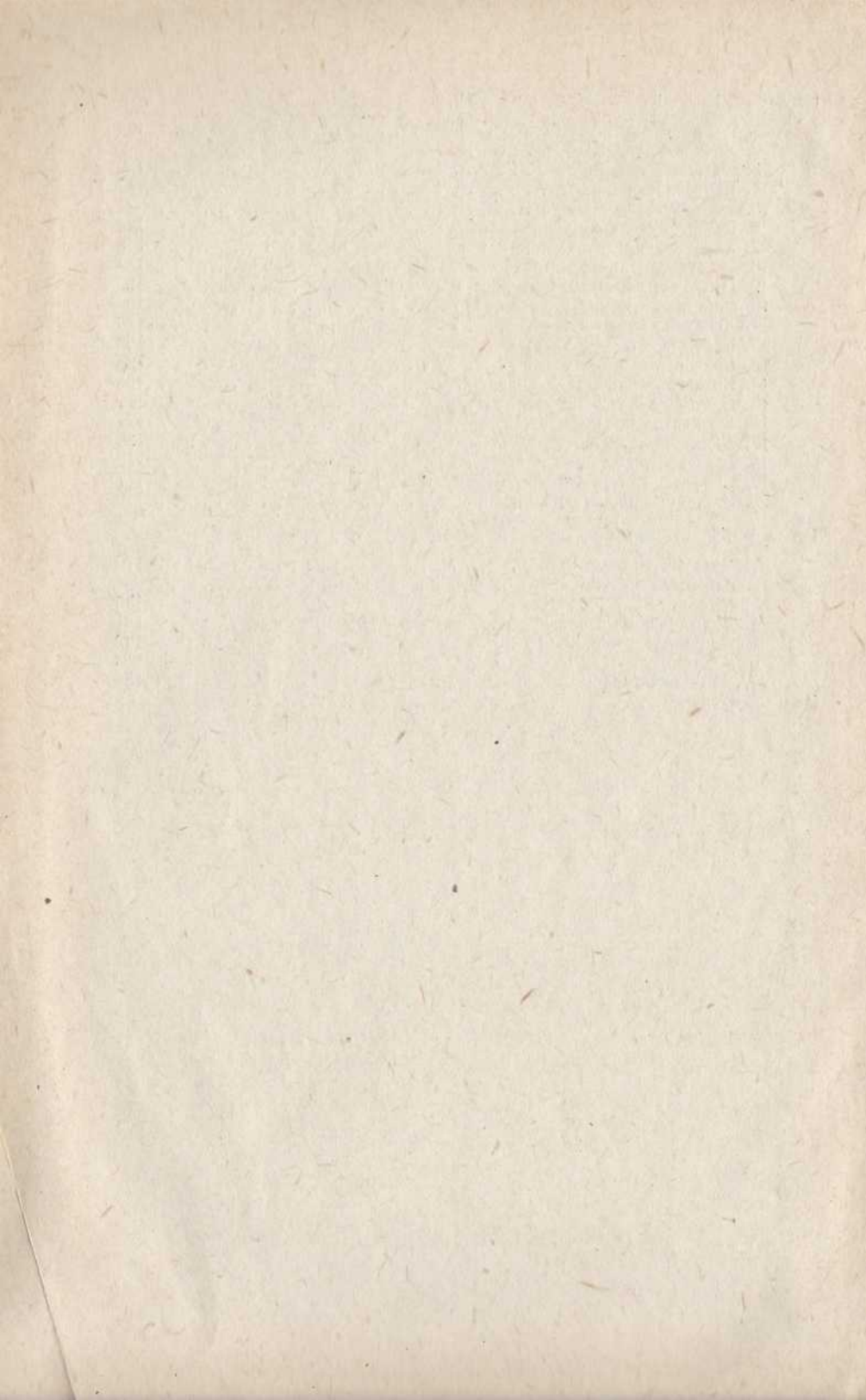
1. Понятие о действительности оружия .....	83
2. Положение артиллерии среди других войск .....	84
3. Подвижность .....	85
4. Подвижность маневренная .....	86
5. Легкость и быстрота перехода из походного положения в боевое и обратно .....	90
6. Подвижность боевая (гибкость огня, огневой маневр) .....	—

#### Глава X. Могущество артиллерии.

1. Общее понятие .....	94
2. Дальность .....	—
3. Высокобойность .....	98
4. Крутизна траектории .....	—
5. Кучность. Закон рассеивания .....	107
6. Шкала рассеивания .....	117
7. Рассеивание разрывов при дистанционной стрельбе .....	120
8. Разделение разрывов на категории .....	122
9. Меткость .....	123



Глава XI. Действие снарядов.	стр.
1. Различные виды действия снарядов . . . . .	124
2. Ударное действие . . . . .	—
3. Фугасное действие . . . . .	129
4. Картечное действие . . . . .	142
5. Устройство шрапнели . . . . .	—
6. Разлет пуль шрапнели . . . . .	144
7. Условия наивыгоднейшего поражения шрапнелью . . . . .	146
8. Наивыгоднейший интервал . . . . .	153
9. Опытные данные о действии 76-мм шрапнели . . . . .	155
10. Действие группы шрапнелей . . . . .	158
11. Действие картечи . . . . .	163
12. Картечное (осколочное) действие фугасных снарядов . . . . .	164
13. Бризантные снаряды . . . . .	167
14. Химическое действие снарядов . . . . .	168
15. Светящее действие снарядов . . . . .	172
16. Зажигательное действие . . . . .	174
17. Агитационное действие . . . . .	175
18. Дымовое действие . . . . .	176
19. Снаряды для действия по воздушным целям . . . . .	177
20. Универсальный (единый) снаряд . . . . .	179
Глава XII. Живучесть.	
1. Понятие живучести . . . . .	179
2. Зависимость живучести от различных условий . . . . .	—
3. Питание . . . . .	180
4. Долгосрочность службы орудий . . . . .	181
5. Прочность орудий . . . . .	182
6. Уязвимость . . . . .	183
7. Уход за орудием . . . . .	184
Заключение . . . . .	—





## ПРЕДИСЛОВИЕ.

В 1925 г. Военным издательством Ленинградского военного округа была издана книга 1-я намеченного мною обширного труда под названием „Артиллерия“. В настоящее время эта книга мною настолько переработана и дополнена, что предлагаемое издание по существу является первым изданием новой книги, чем вторым изданием выпущенной в 1925 г.

Предлагаемая книга построена по тому же плану, как и книга издания 1925 г., но подразделена на четыре отдела.

Первый отдел „Введение“ имеет задачей дать читателю общие понятия из обширной артиллерийской науки и ознакомить его с терминологией. Это, так сказать, пропедевтика артиллерии. Отделы второй и третий знакомят читателя со взрывчатыми и отравляющими веществами и прочими химическими средствами, применяемыми в артиллерии. Последний отдел рассматривает боевые свойства артиллерии.

Все отделы, как уже замечено, переработаны и дополнены.

Наибольшему изменению подвергся отдел об отравляющих веществах и статья о картечном действии. „Введение“ пополнено статьей о прицеливании и прицельных приспособлениях и понятиями об изменении положения точки падения и разрыва с изменением установок.

---





## ОТДЕЛ ПЕРВЫЙ.

# ВВЕДЕНИЕ.

## ГЛАВА ПЕРВАЯ.

### ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ ОБ ОРУДИИ.

#### 1. Артиллерия как наука.

Слово „артиллерия“ выражает несколько различных понятий. Наиболее распространенное понятие, — как *род войск*. Менее распространенное, — как обозначение предметов вооружения и, наконец, наименее известное *артиллерия*, — как *наука*.

Всякая наука представляет систематический свод сведений о каком-либо предмете. В этом смысле артиллерия как наука *рассматривает основания устройства, свойства и способы употребления военного (боевого) оружия*.

Военное оружие назначается для уничтожения всех сил и средств противника: его войск, то есть людей, лошадей, вообще живых целей, его артиллерии, складов, материалов и запасов всякого рода (боевых, жизненных, дорожных, строительных...) и его сооружений — фортификационных, железнодорожных, мостов...

Бой может вестись, либо сойдясь с противником вплотную, грудь с грудью, нанося удары непосредственно самим оружием: коля штыком, рубя шашкою..., или бой может вестись при большем или меньшем удалении противников друг от друга. В таком случае для поражения противника в него бросают (мечут) поражающие предметы.

Соответственно этому оружие подразделяется на *рукопашное и метательное*.

В зависимости от того, что является движущей силой бросаемого предмета, метательные орудия подразделяются на *метательные машины и огнестрельные орудия*.

Первоначально, на протяжении нескольких тысячелетий, для метания пользовались либо упругостью каких-либо тел (сухожилий, волоса) так называемые *невробастические*

машины<sup>1</sup> (эпоха древнейших народов и классических), либо тяжестью, баробалистические машины или машины с противовесом (средние века).<sup>2</sup>

С середины XIV в. повсюду в Европе начинают распространяться орудия, в которых для метания применяется упругость газов, развивающихся при разложении особого вещества, называемого *порохом*.

Орудия, которые бросают предметы помощью упругости газов, получающихся при взрыве пороха, стали называться *огнестрельными орудиями* (пиробалистическими машинами).

Огнестрельное оружие, в зависимости от его боевого назначения, разделяется на несколько родов: стрелковое для вооружения пехотных, кавалерийских... частей и артиллерийское для вооружения частей артиллерии. Каждый из этих родов оружия в свою очередь подразделяется на типы и виды орудий.

Так, стрелковое оружие подразделяется на ручное, которым может действовать каждый отдельный боец (оно же является индивидуальным оружием) и пулеметы, требующие для правильной боевой работы обслуживания нескольких человек (коллективное вооружение).

В артиллерийских частях индивидуальное оружие имеет вспомогательное назначение, а не основное. Основу же составляют артиллерийские орудия. Кроме артиллерийских орудий на вооружении артиллерии имеются минометы и бомбометы, отличающиеся большою простотою устройства и, обычно, неспособные к действию с больших дистанций (расстояний).

С появлением огнестрельного оружия, рукопашное стало называться *холодным* (реже белым) оружием.

Артиллерия как наука и рассматривает основания, устройства, свойства и способы употребления всех перечисленных видов оружия.

## 2. Части огнестрельного оружия.

Всякое метательное оружие, в том числе и огнестрельное, поражает противника, бросая в него особый предмет, называемый *снарядом*.

Для бросания снарядов в огнестрельном оружии применяют упругость (силу) газов, получающихся при быстром разложении некоторых веществ, называемых *порохами*.

<sup>1</sup> В роде лука, арбалета, рогатки, но очень больших размеров и сложного устройства.

<sup>2</sup> Эти машины имели сходство с журавлями, служащими для облегчения подъема воды из глубоких колодцев. Если груз на рычаге журавля увеличить и действием на длинное плечо рычага его поднять, а затем сразу отпустить, то длинный конец быстро повернется и может сообщить скорость камню или другому предмету, уложенному на его конце.



Определенное по весу количество пороха, назначенное для бросания снаряда, называется *боевым зарядом*.

Для того, чтобы газы, получающиеся при взрыве боевого заряда, могли должным образом подействовать на снаряд и бросить его, сообщить ему скорость, снаряд и заряд помещаются в особую часть, имеющую, в общем, вид трубы, называемую *телом орудия* или *стволом*. Тело орудия имеет *канал*, который и направляет движение снаряда. Канал орудия имеет, в общем, вид цилиндра. Ось его называется *осью канала орудия*.

В стенках тела орудия, с внутренней стороны, почти по всей длине канала делаются желобки — *нарезы, идущие по винтовой линии*, необходимые для правильного полета снаряда.

Таким образом, в огнестрельном оружии необходимы три составные части: 1) та, которая назначается для поражения противника, а именно снаряд; 2) та, которая назначается для бросания снаряда, сообщения ему скорости, — заряд и 3) часть, которая дает заряду возможность направлять свою силу на движение снаряда и которая направляет движение снаряда, — ствол или тело орудия.

Кроме этих частей, в орудии имеются еще и другие части, облегчающие обращение с ним при действии им (ложе, рукоятки, лафет) для направления орудия, так, чтобы снаряд попал в цель — прицельные приспособления, подъемные и поворотные механизмы...

Явление взрыва пороха в орудии и выбрасывание из ствола снаряда называется *боевым выстрелом* или, для краткости, *выстрелом*.<sup>1</sup> Если выстрел из орудия производится без снаряда, то такой выстрел называется *холостым*.

Явление выстрела сопровождается звуковым и световым эффектами, которые являются нежелательными, так как облегчают противнику определение места нахождения орудия и его свойств — демаскируют орудие. Поэтому необходимо принять меры к уничтожению звука и пламени при стрельбе, — сделать выстрел беспламенным и беззвучным.

Для производства выстрела необходимы особые части и приспособления. Нужно вложить снаряд и заряд в канал орудия, то-есть *зарядить орудие*, что, при большом весе их, может потребовать также особых приспособлений. Необходимо также особые части и приборы для содержания орудия в исправности. Все эти части и приспособления называются *принадлежностью*.

Очень часто слову „орудие“ дают более широкое понятие,

<sup>1</sup> Нередко под словом „выстрел“ понимается снаряд и заряд. Например говорят, что на орудие имеется по 20 выстрелов, давая этим понять, что из каждого орудия можно дать по 20 выстрелов, для которых имеются и снаряды и заряды. С принятием унитарных патронов слово „выстрел“ в рассматриваемом смысле заменяют словом „патрон“.



включая также и людей, его обслуживающих и лошадей, его перевозящих; иногда к этому добавляется еще понятие и о необходимом количестве снарядов и зарядов, то-есть боевых припасов. Например говорят „назначить в боевое охранение одно орудие“, именно в этом широком понимании слова „орудие“.

Напротив, часто объем понятия „орудие“ суживается до понимания только тела орудия с лафетом и даже до одного только тела орудия.

### 3. Общие основания устройства снарядов.

Уже замечено выше, что оружие назначается для уничтожения сил и средств противника. Эти силы и средства могут быть весьма разнообразными по роду, положению и обстановке. Совершенно ясно поэтому, что необходимы и различные приемы их уничтожения.

Против очень сильных препятствий и преград (броневые, бетонные, земляные закрытия) нужен мощный, сокрушающий удар, потрясающий, разрушающий, разметывающий преграду.

По живым целям, слабым, хрупким, — напротив, нужен удар, сравнительно слабый; против этих целей можно также с успехом применять удушающие и отравляющие вещества.

По складам запасов, быть может, окажется более выгодно зажигательное действие; ночью — нужно светящее... Словом, снаряды должны быть различных видов действия.

Для какого бы вида действия снаряд ни назначался, однако, он должен иметь прежде всего *правильный полет*. Если снаряд летит неправильно, то мы не будем в состоянии бросить его туда, куда нужно. Для успеха дела мало даже бросить снаряд куда нужно, — нужно, чтобы он попал в цель желательным образом, так как только при этом условии можно рассчитывать на правильное действие всех механизмов и частей, обуславливающих наилучшее действие снаряда.

Поэтому прежде всего нужно рассмотреть условия, обеспечивающие правильность полета снарядов.

Снаряд совершает два пути: 1) в канале орудия и 2) в воздухе. Условия движения на протяжении этих путей весьма различны, почему рассмотрим их отдельно и начнем со второго.

По вылете снаряда из канала орудия снаряд подвергается действию, в ряду других причин, *силы тяжести и силы сопротивления воздуха*.

Сила тяжести приложена к центру тяжести снаряда и действие ее выражается опусканием, так называемым *понижением* снаряда в вертикальной плоскости, проходящей



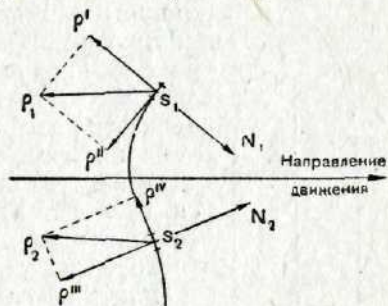
через ось канала орудия — *плоскости стрельбы*. Повернуть, уклонить снаряд в сторону от плоскости стрельбы сила тяжести не может.

Сила сопротивления воздуха происходит от взаимодействия элементов поверхности снаряда и встречных частиц воздуха. Даже, в случае, если эти элементы поверхности имеют равную величину и равную скорость движения, то взаимодействие их со встречными частицами воздуха, тем не менее, не будет одинаково. Оно будет зависеть от угла, составляемого нормалью к элементу поверхности и направлением движения.<sup>1</sup> Чтобы сделать этот угол одинаковым для каких-либо элементов поверхности, нужно сделать элементы эти совершенно симметричными относительно направления движения снаряда, а значит, и *всю поверхность снаряда необходимо делать симметричною*.

Так как воздух охватывает снаряд со всех сторон, то нужно сделать поверхность снаряда симметричною относительно любой плоскости симметрии, проходящей через направление движения снаряда, т. е. придать ему поверхность тела вращения.

При этом условии, силы сопротивления воздуха со всех сторон будут действовать одинаковым образом, но лишь при условии движения снаряда по направлению оси симметрии, — оси его фигуры, что мы пока и допустим.

Снаряд, двигаясь в воздухе, толкает частицы воздуха впереди себя. На сообщение частицам воздуха движения, на преодоление их инерции расходуется большая доля энергии движения снаряда, а между тем, несомненно, для лучшего поражения цели, нужно эту энергию иметь возможно большей; поэтому нужно так устроить поверхность снаряда, чтобы он, по возможности, не толкал бы частиц воздуха, а раздвигал бы их в стороны, устранял бы с пути своего движения. Для этого делают *снаряды заостренной, стрелчатой формы*.



Черт. 1.

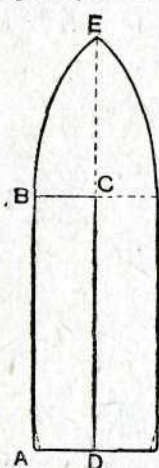
<sup>1</sup> Пусть (черт. 1) движется пластинка, тогда  $p_1$  и  $p_2$  силы сопротивления воздуха на элементы поверхности  $s_1 = s_2$  будут равны. Действие же их, как видно из разложения этих сил, различно:  $p^I < p^{III}$  и  $p^{II} > p^{IV}$ .  $p^I$  и  $p^{II}$  замедляют движение, а  $p^I$  и  $p^{IV}$  заставляют струи воздуха скользить по поверхности.

Если величины сил, замедляющих движение, — разные, то и действие их будет неодинаково. Силами же касательными к поверхности обычно пренебрегают.



По приведенным основаниям, наружной поверхности снарядов придают форму поверхности тела вращения. Поверхность эта устраивается следующим образом (черт. 2): около одной из длинных сторон вращают прямоугольник  $ABCD$  в сочетании с дугою круга  $BE$  (или другой какой-либо кривой, параболы, наивыгоднейшей кривой...), касательной к стороне  $AB$  в точке  $B$ .

Полученное таким образом тело снаряда разбивают на следующие части: часть снаряда, полученная от вращения прямоугольника, называется *цилиндрической частью снаряда*



Черт. 2.

или *корпусом снаряда*; от вращения дуги круга (кривой) — *оживальная часть* или *головка снаряда*, от прямой  $AD$  — *дно снаряда*. Некоторый участок корпуса, прилегающий к дну, составляет *донную часть снаряда*, а острие оживальной части называется *вершиною снаряда*. Линия, около которой вращали, составит *ось снаряда*. Расстояние от дна до вершины, считаемое по оси, называется *длиною снаряда*. Расстояние по оси от вершины до начала цилиндрической части называется *высотой головной части*.

При движении снаряда за дном его образуется свободное пространство, в которое воздух будет врываться с большою скоростью, с разных сторон. Эти струи воздуха, сталкиваясь, образуют так называемые вихреватости, оказывающие вредное влияние на движение снаряда. Для устранения этого влияния, или по крайней мере, его ослабления делается закругление поверхности у дна, или сужение донной части, как показано пунктирными линиями.

Для лучшего проникания снаряда в воздушную среду, уменьшения силы сопротивления воздуха и лучшего, более спокойного, обтекания, струями воздуха снаряда, в последнее время поверхности снаряда придают все более и более заостренную поверхность передней части, а донную все более и более суживают, придавая либо коническую, либо округленную форму, так что поверхность снаряда принимает форму сигары или веретена. Кроме того, в целях уменьшения силы сопротивления воздуха полезно поверхность снаряда делать, по возможности, гладкой, полированной.

Если снаряд устроить как описано, то будет, в известной степени, достигнута равномерность действия воздуха со всех сторон, при условии, однако, движения снаряда по направлению оси фигуры, так как только в отношении этой линии поверхность снаряда симметрична. Стало быть для правильности движения снаряда в воздухе необходимо: а) *придать ему симметричную форму поверхности* и б) *принять меры*



к тому, чтобы снаряд летел бы по направлению оси своей фигуры.

Первое условие удовлетворяется рациональным устройством поверхности снаряда, как изложено выше.

Прежде, чем рассмотреть способы удовлетворения второму требованию, заметим, что движение тел, вообще говоря, происходит по кривым линиям — *траекториям*. Движение по прямой есть частный случай. В каком же направлении движется тело в каждый данный момент, в случае криволинейного его движения? По касательной к кривой движения (траектории) в той точке, в которой находится тело в рассматриваемый момент.

Касательной к траектории в точке вылета является продолженная ось канала орудия, а потому нужно так направить снаряд, чтобы его ось совпадала с осью канала орудия. Правда, что с течением времени касательные к траектории будут принимать иные направления, но в первый момент, в момент вылета снаряда, продолженная *ось канала орудия будет касательной к траектории в точке вылета*.

Следовательно для правильного движения снаряда нужно устроить так, чтобы его ось совпадала с осью канала орудия. Совпадение оси снаряда с осью канала орудия называется *центрованием*, — нужно, чтобы снаряд был бы в *орудии центрован*.

Центрование достигается устройством на снаряде *центрующего утолщения*, т. е. едва заметного увеличения диаметра, близ соединения головки с корпусом. Центрующее утолщение делается насколько возможно ближе по диаметру к калибру орудия. Вообще этот диаметр должен быть меньше калибра: при равенстве их снаряд будет двигаться с большим трением, а при возможной, при изготовлении снаряда ошибке в большую сторону, снаряд вовсе не войдет в канал орудия.

При современном состоянии техники, разница в диаметре центрующего утолщения и калибра орудия ничтожная, и при заряженном орудии, когда центрующее утолщение войдет в нарезную часть канала, оно поднимает головку снаряда на столько, что практически можно считать центр центрующего утолщения снаряда лежащим на оси канала.

Однако, та часть канала орудия, где ляжет при заряжании, его снаряд — *снарядная камера* делается большего диаметра, чем калибр орудия; с другой стороны диаметр цилиндрической части снаряда меньше калибра орудия. Вследствие этих причин, при заряжании, донная часть снаряда будет опущена относительно головной части и ось снаряда далеко не совпадет с осью канала орудия.

Донная часть приподнимается ведущим пояском, укрепляемым на снаряде в донной части и имеющим собственно

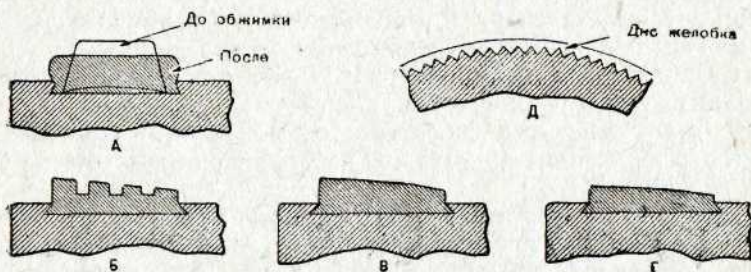


другое значение — *вести снаряд по нарезам*. При зарядании орудия ведущий поясok всходит на конический скат, имеющийся в орудии, и выцентровывает и донную часть снаряда.

Благодаря достигаемому этими приспособлениями, в связи с коническими скатами в камере орудия, полному центрованию, снаряд движется по каналу без колебаний, что весьма важно не только для правильности полета снаряда, но и для прочности снаряда и стенок орудия, так как не происходит никаких ударов.

Таким образом, будет достигнуто совпадение оси фигуры снаряда с касательной к траектории в точке вылета.

Как уже замечено было выше, направление касательной все время меняется. Нужно заставить ось фигуры следить за касательной, не отрываться от нее. Для этого нужно, как показывают опыт и теоретические исследования вопроса, сообщить снаряду быстрое вращение около оси фигуры.



Черт. 3.

Не входя здесь в объяснение этого, укажем лишь на следующее: поставить волчок на острие нельзя — он опрокидывается, его ось фигуры отрывается от вертикальной оси. Но если сообщить волчку быстрое вращение около оси его фигуры, то он будет, вращаясь, сохранять положение оси фигуры, близкое к вертикальному, и тем ближе, чем он был поставлен первоначально ближе к этому направлению, можно сказать, чем лучше был центрован, и чем больше его скорость вращения.

Совершенно аналогичное явление получается и со снарядом, если ему сообщить быстрое вращение около оси фигуры. Вращение *это достигается устройством на снаряде ведущего пояска и в орудии — нарезов*.

Ведущий поясok представляет полосу красной меди, впрессованную в желобок, выточенный в стенках снаряда, близ его дна (черт. 3, А). После впрессования поясok обтачивается и ему придается коническая форма В, или сочетание двух конусов В, в малых калибрах — цилиндра и конуса Г. Нередко на пояске протачиваются желобки Б для



обеспечения врезания пояска в нарезы, для помещения смазки, устраняющей, в известной мере, *прорыв газов* и уменьшающей *омеднение* канала орудия.

Для того, чтобы поясок сообщил вращение снаряду, необходимо, чтобы он держался надежно на снаряде и не мог бы повернуться вокруг снаряда. Для этого желобку, в который впрессовывается поясок, придают в разрезе форму ласточьего хвоста (черт. 3, А), благодаря чему увеличивается поверхность сцепления пояска со снарядом. Для той же цели — устранения поворачивания пояска, на дне желобка делают иногда насечку, бороздки, в которые вдавливаются металл пояска при его запрессовании (см. черт. 3, Д), или просто поверхность желобка обтачивается грубо, тогда получающиеся на поверхности заусенки, царапины... обеспечивают поясок от поворачивания.

Обычно вес снаряда принимают за единицу веса и указывают вес орудия или заряда в весах снаряда, так называемый *относительный* вес.

#### 4. Заряд.

Заряд есть определенное весовое количество пороха, назначаемое для сообщения снаряду движения. Образующиеся при взрыве заряда газы давят на все стенки того объема, в котором заряд положен.

Давление их на дно снаряда сообщает последнему движение, дает скорость, и снаряд, приобретя запас энергии, вылетает из канала орудия с некоторой скоростью, называемую *начальной скоростью* ( $V_0$ ), измеряемой метрами в секунду (футами в секунду); например, снаряд 76-мм (3-дм.) полевой легкой пушки получает скорость 588 м/сек. (1 930 фут./сек.). Это действие пороховых газов составляет *полезное действие*, так как оно направлено именно на то, чего мы добиваемся.

Пороховые газы давят и на дно канала орудия. Это давление составляет *отдачу*. Под действием отдачи, орудие двигается в сторону, противоположную движению снаряда, — происходит *откат орудия*.

Давя на стенки орудия, пороховые газы стремятся их разорвать. Это составляет *вредное действие* пороховых газов в орудии.

В некоторых орудиях давление пороховых газов на дно канала или на стенки орудия используют для приведения в действие механизмов по подготовке орудия к выстрелу (открывание затвора, выбрасывание гильзы, зарядание...) и по производству выстрела (спуск ударника). Оружие с таким использованием работы пороховых газов называют *автоматическим*, когда при этом выполняются все перечисленные действия, и *полуавтоматическим*, — если часть из них.





Более подробно устройство зарядов будет описано в отделе о взрывчатых веществах, а здесь ограничимся только этими немногими указаниями.

## 5. Понятие об устройстве тела орудий.

Тело артиллерийских орудий, в общих чертах, представляет трубу, изготовляемую обычно из стали, стенки которой имеют разную толщину, сообразаемую с силою давления пороховых газов. Канал трубы, *канал орудия*, в общем, имеет вид цилиндра, ось которого называется *осью канала орудия*. Та часть канала орудия, где помещается при зарядании до выстрела заряд, называется *зарядною каморою*; где помещается снаряд — *снарядною каморою*. Эти каморы соединяются между собой *коническими скатами*. Скат, соединяющий каморы зарядную со снарядною, называется *задним скатом*, на нем начинаются нарезы, значит снарядная камора, представляющая в современных орудиях весьма пологий конус, имеющий меньшую длину, чем расстояние от ведущего пояса до центрующего утолщения на снаряде, приходится в нарезной части канала. Остальная нарезная часть имеет вид цилиндра. При зарядании снаряд упирается ведущим пояском в задний скат и лежит целиком в нарезной части канала, причем центрующее утолщение приходится в цилиндрической части канала.

В орудиях более раннего изготовления, снарядная камора представляла пологий конус, а еще более старых снарядная камора была большего диаметра, чем канал орудия и соединялась с ним передним скатом.

Иногда снаряд и заряд соединяются помощью *гильзы*, представляющей тонкостенный латунный сосуд (черт. 19), напоминающий по форме бутылку с широким горлышком для орудий малого калибра или имеющий слабо коническую форму для орудий больших калибров в одно целое, называемое *патроном*; в этом случае зарядная и снарядная каморы соединяются в одну камору по форме патрона и образуют *патронник*.

Для правильного полета снаряда необходимо, чтобы снаряд двигался по каналу орудия не перекашиваясь, т. е., чтобы его ось совпадала с осью канала орудия или, как говорят, чтобы снаряд был *центрирован* в канале орудия. При этом условии снаряд будет двигаться по каналу спокойно, без толчков. Достигается совпадение оси снаряда с осью канала, как уже сказано раньше, тем, что центрующее утолщение делается диаметром очень немного меньшим калибра орудия, а донная часть снаряда выцентровывается тем, что ведущий поясок всходит на задний конус.

Кроме того, для правильности полета снарядов, как было



сказано выше, необходимо им сообщать быстрое вращательное движение около их оси фигуры. Для этого канал орудия делается *нарезным*, причем нарезы идут по винтовой линии. В нарезы врезается ведущий пояска снаряда, от чего на пояске образуются выступы, скользящие по нарезам, и заставляют снаряд, при его движении по каналу, поворачиваться, приобретать *вращательное движение*.

Вообще канал орудия назначается для направления движения снаряда и сообщения этому движению правильности и, так как канал имеет достаточную длину, то увеличивается время действия на снаряд пороховых газов, отчего увеличивается скорость, с которой снаряд вылетает из канала—т. е., *начальная скорость*.

Канал имеет вид цилиндра (см. черт. 4). Нарезы представляют собою желобки, а оставшиеся между желобками части



Черт. 4.

поверхности стенок орудия называются *полями*. Поверхности нареза, соединяющие дно желобка—*дно нареза* с полями, называются *гранями нарезов*. Нарезы начинаются на заднем скате и вьются по направлению часовой стрелки, т. е. слева, вверх направо.

Та грань, на которую нажимается выступ ведущего пояска при движении снаряда по каналу, называется *боевой гранью нареза*; другая же грань нареза называется *холостой гранью нареза*. Та длина, на которой нарез делает полный оборот, называется *длиною хода нарезов*.

Диаметр канала орудия до его нарезания, или, что то же, диаметр канала орудия по полям называется *калибром орудия*. Калибр является одною из важнейших данных для названия орудия и его характеристики. Так, при обозначении огнестрельного оружия всегда указывается калибр его. Калибр служит мерою длины некоторых размеров орудий и снарядов. Например длину тела орудия, длину хода нарезов, длину зарядной камеры, длину снаряда и проч. выражают в калибрах. Длина, выраженная в калибрах, называется *относительною длиною*.



Почти все современные орудия устраиваются так, что в них имеется подвижное дно—надежно закрывающее канал орудия, так называемый *замок* или *затвор*. Перед заряджанием затвор открывается, а после заряджания закрывается.

Помещение в теле орудия для затвора называется *затворным гнездом*.

Для заряджания орудий, имеющих затвор, нужно открыть затвор и послать в канал снаряд, затем заряд. Такие орудия называются *заряжаемыми с казенной части* в отличие от орудий, употреблявшихся прежде, которые заряжались введением с дула сначала заряда, потом снаряда, так называемых орудий, *заряжаемых с дула*. В настоящее время вновь введены некоторые типы орудий (минометы), заряжаемые с дула, даже несмотря на то, что у них имеются затворы.

Так как затвор при каждом заряджании орудия то открывается, то закрывается, причем эти действия должны совершаться легко и быстро, то, естественно, затвор входит в затворное гнездо в орудии сравнительно свободно, — с зазором.

Газы, образующиеся в камере орудия при выстреле, обладая большою упругостью, будут устремляться в этот зазор, будут прорываться в него. Прорываясь, газы в месте прорыва, обычно, вырывают металл и приводят в негодность орудие и затвор. Для устранения прорыва газов принимаются различные приспособления, называемые *обтюраторами*. В настоящее время, в качестве обтюраторов находят широкое применение латунные гильзы, в которых помещают заряды (черт. 19). При выстреле газы, давя на стенки гильзы изнутри плотно прижимают их к стенкам орудия и затвору и тем самым закрывают себе выход назад. Если заряд помещается не в гильзе, а в так называемых *картузах* (мешках), то в затворах устраивают особые обтюраторы.

Часть тела орудия, в которой помещаются затворное гнездо, зарядная и снарядная камеры, называется *казенною частью орудия*. Далее, по длине орудия, различают *среднюю и дульную части* (черт. 4).

Казенную часть называют также *казною* и *заднюю* частью, а дульную часть — *дулом* и *переднюю* частью. Если стать у казны и глядеть по направлению к дулу, то определяется *правая и левая* стороны орудия.

Тело орудия ограничивается сзади *казенным срезом*, а спереди *дульным срезом*. Расстояние от казенного до дульного среза, считаемое по оси канала орудия, составляет длину тела орудия, она выражается обычно в калибрах—*относительная длина* тела орудия.

Например относительная длина тела 76-мм (3-дм.) полевой пушки 30 калибров, длина ее гранаты 4 калибра и т. п.

Снаружи на теле орудия имеются части для соединения его с лафетом. В орудиях более раннего изготовления такими



частями были цилиндрические выступы, оси которых перпендикулярны оси канала орудия, так называемые *цапфы* орудия. В орудиях более новых для соединения тела орудия с лафетом служат направляющие, захваты и другие части.

## 6. Понятие о лафете.

Для удобства действия из орудий они накладываются на *лафеты* или *боевые станки*.

При стрельбе требуется выполнять *наводку, прицеливание орудия*, для чего в лафете необходим *поворотный механизм* для изменения направления оси орудия в горизонтальном направлении, *для боковой наводки и подъемный механизм* — для изменения направления оси канала орудия в вертикальной плоскости, — т. е. для *вертикальной наводки*.

В целях скорострельности эти механизмы должны *действовать быстро*, а в видах точности, в них *не должно быть сдачи*, т. е. изменения установки при выстреле.

Как было упомянуто, пороховые газы производят отдачу, отчего орудие откатывается назад. *Откат* нежелателен, так как замедляет стрельбу, требуя накатывания орудия после выстрела на прежнее место, и утомляет орудийный расчет, то-есть людей, действующих из орудия, который должен *накатывать орудие*. Лафет должен быть так устроен, чтобы ограничивать откат и автоматически накатывать орудие на прежнее место. Для первого назначаются *тормоза* (компрессоры) и *сошники*, а для второго *накатники*.

При выстреле лафеты подпрыгивают, смещаются, что требует исправления наводки и, значит, замедляет стрельбу. Поэтому к лафетам предъявляются требования *устойчивости, спокойствия* при стрельбе, *несбиваемости наводки или прицельной линии*.

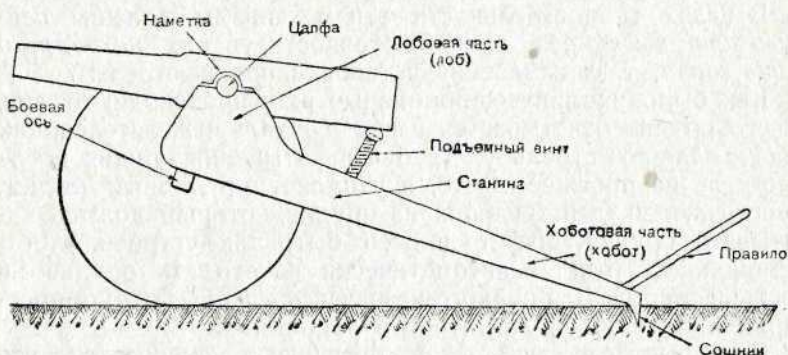
Эти последние требования удовлетворяются понижением лафета, для чего нередко колесную ось делают изогнутой, коленчатой, и с другой стороны, удлинением лафета. Кроме того, спокойствие лафета достигается соответственным устройством тормоза и накатника.

Следует заметить, что *устойчивость лафета* при стрельбе меняется с изменением придаваемого орудию угла в вертикальной плоскости, *угла возвышения*. При малых углах, лафеты вообще более подпрыгивают, чем при больших, так как в последнем случае отдача направляется частью вниз и прижимает лафет к основанию. При некотором определенном, для каждого лафета, угле, и всех углах, больших его, лафет не обнаруживает никакого стремления подпрыгивать, т. е. лафет ведет себя спокойно, устойчиво, — этому углу присвоено название *предельного угла вращения лафета*, или системы (орудия с лафетом).



Имеющиеся у нас на службе лафеты могут быть подразделены на два вида: *жесткие и упругие* или с откатом орудия по оси.

В лафетах жесткой системы (см. черт. 5) многие из перечисленных требований либо совершенно не удовлетворены, либо удовлетворены весьма неполно. Эти лафеты служат для орудий старых образцов, введенных на службу до начала нынешнего столетия. Лафеты эти состоят из двух стальных или железных листов — *станин*, связанных между собой *связями* или болтами. В передней, *лобовой*, части устраиваются *цапфенные гнезда*, в которые вкладываются цапфы орудия и на них, как на оси, оно может вращаться в вертикальной плоскости, при помощи подъемного механизма, устраиваемого нередко в виде винта. Чтобы цапфы не



Черт. 5.

соскочили с цапфенных гнезд, они перекрываются *наметками*, прикрепленными к станинам. В лобовой же части устраиваются *гнезда для боевой оси*, на которую надеваются *колеса*. Ось с колесами называется *ходом*.

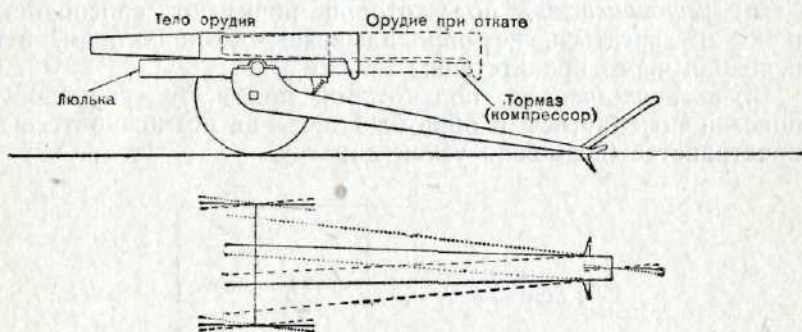
В *хоботовой* (задней) части лафета устанавливается *правило* для поворачивания орудия в стороны при наводке, т. е. — для боковой наводки, представляющее особый рычаг, и *сошник* для ограничения отката. Сошник при откате бороздит землю и тем уменьшает откат. Тем не менее откат в полевых орудиях получался от 2 до 5 саж., в зависимости от грунта.

В лафетах *упругой системы* (черт. 6) тело орудия накладывается на *люльку*, которая своими цапфами соединяется с лафетом. Внутри люльки собирается *тормаз* (компрессор) для ограничения отката тела орудия вдоль люльки (пунктиром показано положение тела орудия при откате). Откатывается только тело орудия, лафет же стоит на месте. Одновременно сила отдачи расходуется на сжатие *пружины*

накатника или воздуха в нем. И когда вся отдача израсходуется на преодоление сопротивления тормаза и на сжатие накатника, то последний надвинет, накатит орудие на место. Для удержания лафета на месте при выстреле в хоботовой части устраивается сошник, значительно большего размера, чем в лафетах жесткой системы.

Подъемный механизм либо в виде винта, либо в виде зубчатой дуги поворачивает люльку, а стало быть и орудие.

Поворотный механизм дает возможность изменять направление орудия лишь на небольшие углы ( $2-3^{\circ}$  в каждую



Черт. 6.

сторону). При действии поворотным механизмом очень часто лафет перемещается лобовой частью по оси, а хобот остается на месте — лафет передвигается лобовой частью по оси, заставляя одновременно поворачиваться ось, а колеса перекачиваются. Система принимает положение, показанное на черт. 6 прерывчатой линией (поворот влево) и линией из точек (поворот вправо). Поворот орудия на большие углы производится помощью правила.

## 7. Требования от лафета как повозки.

Одним из важнейших требований от полевой артиллерии является ее *подвижность*, т. е. способность к быстрому передвижению по всякой местности, без дорог. Конечно, это требование, для некоторых родов артиллерийских войск, может быть более или менее понижено, а для некоторых (береговая артиллерия) совершенно отпадает, так как орудия устанавливаются на местах их боевого употребления заблаговременно и не меняют своего расположения. Подвижность зависит от рода и вида движителей и от устройства повозок.

В дальнейшем, мы выясним лишь требования от военных повозок, требования, вытекающие из условия подвижности.



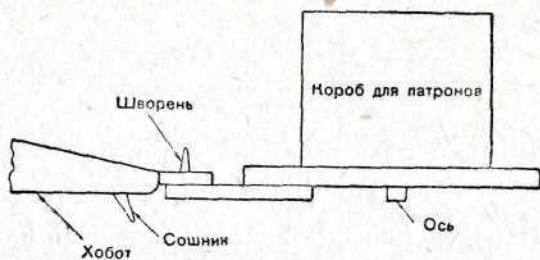
Так как, в большинстве случаев, лафет назначается и для перевозки на нем орудия, то эти требования целиком предъявляются и к лафетам как повозкам.

Подвижность определяется и достигается при выполнении следующих требований:

а) *легкость на ходу*, под которою понимают способность повозки двигаться, требуя возможно меньшего усилия от движителя. Чем меньше усилие движителя, — или меньше *тяга*, потребные для перемещения повозки, тем она легче на ходу, и обратно;

б) *устойчивость*, под которой понимают способность повозки двигаться, не опрокидываясь, по косограм, или переходя через препятствия;

в) *поворотливость*, под которой понимают способность повозки повернуться в обратный путь на возможно тесном пространстве (возможно узкой дороге);



Черт. 7.

г) *гибкость*, т. е. способность повозки, не ломаясь, проходить поперечные препятствия — канавы, насыпи, бугры и проч.;

д) *независимость ходов* — способность повозки, не ломаясь, проходить различные мелкие препятствия; выбоины, камни и проч. например, левое переднее колесо попало в выбоину, а левое заднее, напротив, поднялось на кочку.

К артиллерийским повозкам, именно к лафетам, часто предъявляется требование *легкости разъединения ходов*. Этому условию, а также поворотливости, гибкости и независимости ходов удовлетворяют различные способы соединения ходов.

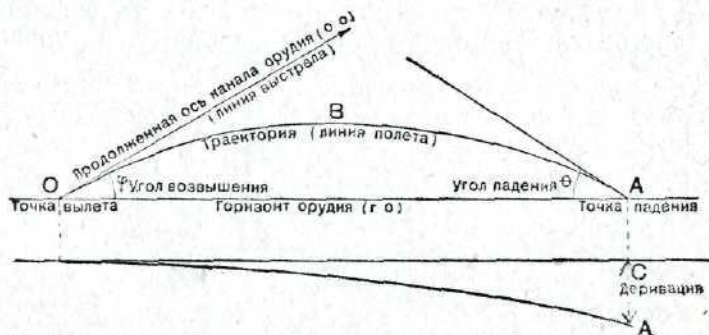
У нас широко распространен *шворневой* способ (см. черт. 7); на переднем ходу — *передке* укрепляется вертикальный шворень, на который надевается шворневое кольцо заднего хода. Для разъединения достаточно снять кольцо со шворня и опустить хобот на землю. Орудие станет в положение для боя. Таким образом достигается быстрота перехода из походного положения в боевое.

## ПОЛЕТ СНАРЯДОВ И ПРИЦЕЛИВАНИЕ ОРУДИЙ.

### 1. Полет снарядов.

Снаряд, если он хорошо центрован в канале, вылетает из орудия по направлению оси канала орудия, — иногда это направление называют *линией выстрела*. Центр дульного среза, то-есть та точка, в которой снаряд оставляет канал орудия, называется *точкою вылета*.

Приданное снаряду направление движения изменяется при полете, вследствие опускания снаряда от тяжести и действия силы сопротивления воздуха снаряд летит в воздухе по особой линии полета — *траектории*, имеющей вид, показанный



Черт. 8.

на черт. 8. Горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета, называется *горизонтом орудия*. Вертикальная плоскость, проходящая через ось канала орудия, называется *плоскостью стрельбы*. До точки *B* снаряд подымается, восходит кверху, почему часть траектории *OB* называют *восходящею ветвью* траектории, часть ее *BA*, при прохождении которой снаряд опускается, называют *нисходящею ветвью* траектории; сама же точка *B* называется *вершиною* траектории. Расстояние точки *B* от горизонта называется *высотой* траектории. Угол, образуемый осью орудия с горизонтом, называют *углом возвышения*, обозначенный буквою  $\varphi$ , и угол, образуемый касательной к траектории с горизонтом у точки *A*, в которой траектория в нисходящей ветви пересекает горизонт — *точки падения* — *углом падения* ( $\theta$ ). Угол падения всегда получается больше угла возвышения. Расстояние от *точки вылета* до *точки падения* называют *горизонтальною дальностью*.<sup>1</sup> Время, которое проходит от момента вы-

<sup>1</sup> Расстояние от орудия до цели называется дистанциею.

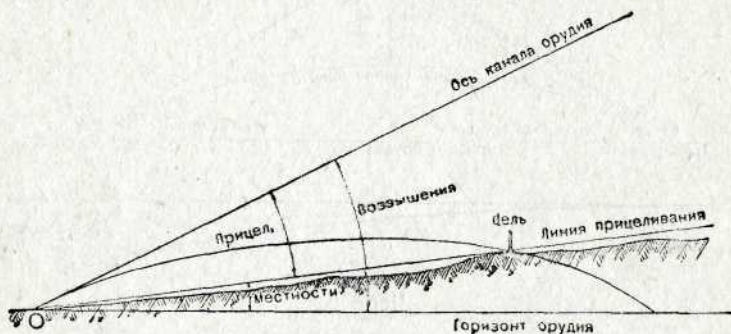


лета снаряда до его падения, называют *временем полета* на данную дальность. Скорость, которую снаряд имеет в точке падения, называется *окончательной скоростью*.

Если посмотреть на траекторию сверху или сзади, то увидим, что она не совмещается с *плоскостью стрельбы*, а уходит от нее вправо. Это отклонение траектории вправо называется *деривацией*.

## 2. Прицеливание орудий.

Для того, чтобы снаряд попал в цель или лег близко от нее, нужно придать оси орудия некоторое определенное положение, — *прицелить орудие*. Прицеливание бывает двоякое; когда наводят, прицеливаясь прямо в цель, — *прямая наводка*, и когда наводят в какой-либо предмет, знак — вспомогательную *точку наводки* — *непрямая наводка*. Но суть дела и в том и в другом случаях одна и та же. Наводят, т. е. проводят,



Черт. 9.

провешивают, пользуясь прицельными приспособлениями линию от глаза наводчика (орудия) на точку наводки — *линию наводки*, а ось орудия поворачивают относительно этой линии в сторону: выполняется *горизонтальная наводка* и от горизонта вверх или вниз — *вертикальная наводка*.

Для отсчета величины углов в горизонтальной плоскости между осью канала орудия и линией наводки — углов поворота на прицельных приспособлениях имеется *угломер*.

Величины (установки) углов оси канала орудия в вертикальной плоскости отсчитываются также на прицельных приспособлениях, причем эти углы имеют одной стороной ось канала орудия, а другой либо горизонт — углы *возвышения*, либо линию визирования прицельного приспособления — *углы прицеливания*. Линия от орудия на цель называется *линией цели*. При прямой наводке линия цели и линия прицеливания совпадают. При не прямой они могут не совпадать в зависи-

мости от точности определения угла местности. Угол между горизонтом и линией цели называется *углом местности*, а между горизонтом и продолженной осью канала орудия *углом возвышения* (см. черт. 9). На прицельных приспособлениях имеются *шкалы* для отсчетов углов прицеливания и углов местности, а также и углов поворота. Углы местности отсчитываются в тысячных долях радиуса, а углы прицеливания либо в тысячных, либо в специальных делениях, рассчитанных так, что каждое деление отвечает изменению дальности падения снаряда на некоторую определенную величину, например 20 саж., или ок. 43 м.

Для производства отсчета нужно либо указатель совместить с требуемым делением шкалы, либо, наоборот, шкалу перемещают до совпадения требуемого деления с указателем.

Эти действия и самые величины отсчетов называются *установками*.

В основном положении приспособлений для наводки угол прицеливания равен 0, т. е. линия прицеливания параллельна оси орудия. В этом случае она называется *нулевой линией прицеливания*.

### 3. Прицельные приспособления.

Выполнение наводки или прицеливания складывается из определения углов поворота и возвышения, установки этих углов на прицельных приспособлениях и придавания этих углов орудью помощью поворотного и подъемного механизмов.

Прицельные приспособления, часто, имеют следующее устройство (черт. 10).

На орудии или люльке укрепляется прицел, представляющий дуговой брусок — *стебель прицела*.

Стебель прицела может перемещаться (устанавливаться) в своем гнезде. На вершуге стебля укрепляются визирные приспособления — зрительная



Черт. 10.

труба, *панорама*, позволяющие провешивать линию визирования, или так называемую *линию прицеливания*.

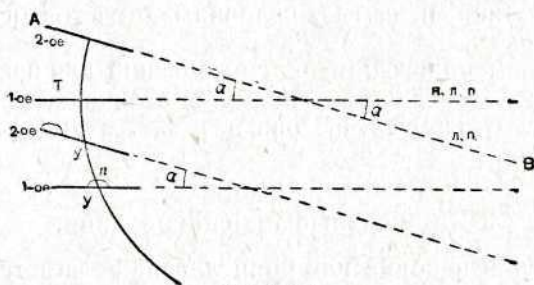
Основное положение линии прицеливания определяется условием, что она должна быть параллельна оси канала орудия в вертикальной и горизонтальной проекциях. В этом



основном положении линия прицеливания, как уже сказано выше, называется нулевой линией прицеливания.

По небольшому расстоянию между нулевой линией прицела и осью канала можно считать, что раз направлена в цель нулевая линия прицеливания, то туда же направлена и ось канала орудия.

Стало бы при помощи прицела выполнить горизонтальную наводку весьма просто. Стоит лишь направить в цель нулевую линию прицеливания и ось канала придется в направлении в цель. При выдвигании прицела, что нужно для вертикальной наводки, линия прицеливания остается параллельной оси канала орудия в горизонтальной плоскости, а потому горизонтальная наводка просто выполняется и при выдвинутом прицеле, — при любой высоте прицела.



Черт. 11.

Для придания же орудью угла, отвечающего требуемой дальности полета, выдвигают, устанавливают прицел, при этом ось зрительной трубы, укрепленной на верхнем конце стебля прицела, изменит свое направление (черт. 11) и составит с нулевой линией прицеливания — Н. Л. П. (или, что то же, с осью канала) угол  $\alpha$ , называемый *углом прицеливания*. Если первоначально, глядя в трубу, наводчик видел цель, то теперь он ее не увидит. Чтобы увидеть цель, надо будет опускать казну (или дуло подымать) помощью подъемного механизма, и наводчик увидит цель тогда, когда линия АВ совместится с первоначальным положением нулевой линии прицеливания (Н. Л. П.). Но в это время ось канала орудия, опускаясь, займет второе положение, составляющее с первым ее положением угол — угол прицеливания. В это же время, как сказано, линия АВ, называемая *линией прицеливания* Л. П. (не нулевой, а вообще), будет направлена в цель. Таким образом, выдвигая прицел и наводя в цель линию прицеливания, тем самым можно менять величину угла в вертикальной плоскости между осью канала орудия и линией прицеливания — величину угла прицеливания, а вместе с тем менять и дальность полета. Случай, когда можно наводить, направлять линию прицеливания прямо, непосредственно в цель

в настоящее время, при расположении укрытом, маскированном, едва ли возможен, или, во всяком случае, может представиться весьма редко. Для выполнения вертикальной наводки в том случае, когда прямая наводка невозможна, на прицеле имеется *уровень (у)* — прибор, отмечающий горизонт орудия. Уровень укрепляется на прицеле так, что может поворачиваться около горизонтальной оси, отсчитывать углы в вертикальной плоскости, добавочные к тем, которые придаются при выдвигании прицела.

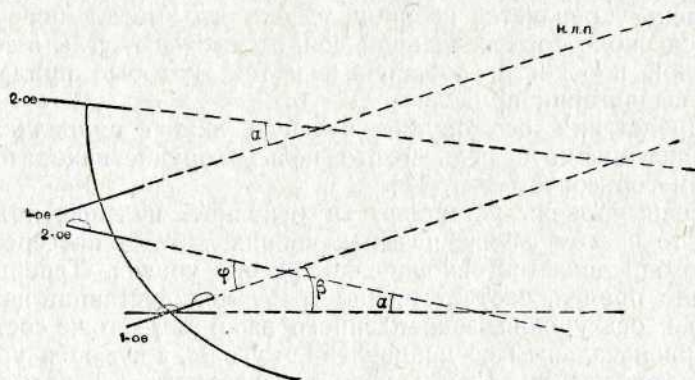
Представим ось орудия, нулевую линию прицеливания, направленными в цель и что цель и орудие находятся на одном горизонте (черт. 11).

Если уровень установлен в основное, нулевое, положение, то в этом случае пузырек уровня *и* будет на середине. Этим определяется основное положение уровня. Теперь выдвинем прицел, соответственно требуемой дистанции на угол  $\alpha$ , то и ось уровня, закрепленного на прицеле, тоже составит с первоначальным ее направлением угол  $\alpha$ , а пузырек уровня соберется вверх. Чтобы увидеть через трубу *Т* цель, надо опустить казну на угол  $\alpha$ , но и уровень, опускаясь вместе с казней орудия, при повороте орудия на угол  $\alpha$ , придет в положение 1-е, и пузырек вновь станет на середину, так как он был на середине в этом положении и раньше. Значит, даже не глядя в трубу прицела, мы узнаем, что орудию придан угол прицеливания  $\alpha$ , если, при выдвинутом прицеле, опуская казну, приведем пузырек уровня на середину. Но это только в том случае, когда цель и орудие находятся на одном горизонте. Если же цель выше или ниже орудия, то дело совершенно меняется.

Допустим, что цель расположена выше орудия, нулевая линия прицеливания направлена в цель и уровень установлен в основное нулевое положение (черт. 12). В этом случае пузырек уровня уже не будет на середине, а соберется вверх. Таким образом, первоначальное, исходное положение уровня, в этом случае, неопределенное: пузырек его не на середине, как в первом случае, а где-то сбоку. Поэтому при придавании орудью угла прицеливания мы не сможем уже пользоваться уровнем. В самом деле, выдвинем прицел соответственно дистанции (положение 2-е), то и уровень перейдет в положение 2-е. Если цели не видно через зрительную трубу, то мы никак не сумеем опустить казну на требуемый угол, так как первоначальное положение уровня было неопределенное. Для возможности придавания угла и в этом случае необходимо предварительно уровню придать определенное, известное положение, повернув его на столько, чтобы пузырек его еще в 1-м положении стал на середину. Угол, который составит при этом ось уровня с ее первоначальным направлением, меряет угол между направлением от орудия на цель — *линию*



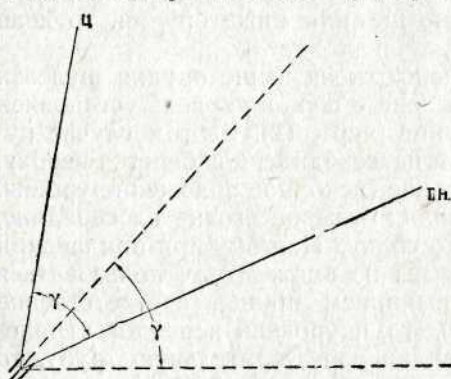
цели — и горизонтом, угол называется *углом местности* —  $\beta$ . Когда поправка на угол местности введена, то, выдвинув прицел, мы, подведя, затем, опусканием казенной части орудия, пузырек уровня на середину — отсчитаем угол не только



Черт. 12.

по прицелу, но и по уровню вместе, причем оба эти отсчета дадут угол между осью канала орудия и горизонтом — *угол возвышения* —  $\varphi$ .

Для выполнения боковой горизонтальной наводки измеряют угол между направлением от орудия на цель и от орудия на точку наводки —  $\gamma$  (черт. 13). На особом приборе —



Черт. 13.

*угломере*, имеющемся на прицельных приспособлениях, отсчитывают равный ему угол  $\gamma$ , так, что одну сторону этого угла составляет ось канала орудия, а другую линия луча зрения наводчика. Ясно, что наводчик, при положении, изображенном на черт. 13, на этой своей линии визирования точки наводки не увидит до тех пор, пока, поворачивая орудие, а стало быть и ось канала орудия,

влево, луч зрения наводчика не придется на точку наводки; но в это же время, по равенству углов  $\gamma$  цель, орудие — точка наводки и ось орудия — луч зрения наводчика, — ось канала орудия будет направлена как раз на цель. В этом и заключается сущность горизонтальной наводки

Меняя установки прицела, будем тем самым менять при стрельбе дальность падения снаряда, а меняя установку угломера, будем менять отклонение их в сторону.

Изменение дальности падения, получающееся при изменении установки прицела на одно деление, называется дельта икс ( $\Delta X$ ) и если на прицеле нанесена дистанционная шкала делений, оно обычно равно 20 саж. или 43 м. При изменении установки угломера на одно деление точка падения перемещается в сторону на величину, называемую дельта зет ( $\Delta Z$ ). В современных орудиях деления на угломере нанесены в тысячных радиуса, почему  $\Delta Z = \frac{1}{1000} D$ , где  $D$  — дистанция, то есть расстояние от орудия до цели.

С изменением высоты прицела меняется высота точки попадания в вертикальную цель. Это изменение высоты точки попадания (разрыва) называется дельта игрек ( $\Delta Y$ ). Если прицел имеет шкалу дистанционную, то  $\Delta Y$  не имеет определенного значения и возрастает с дистанцией, но неопределенно. Если же на прицеле нанесена шкала в тысячных радиуса дуги прицела, то  $\Delta Y = \frac{1}{1000} D$ .

#### ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

### ТРУБКИ И СРЕДСТВА ДЛЯ СООБЩЕНИЯ ОГНЯ ЗАРЯДАМ.

#### 1. Трубки.

Для своевременного разрыва снаряда назначаются особые приспособления — *трубки*. Они бывают двух родов, двух действий: *ударные* и *дистанционные*. Первые назначаются для взрыва снаряда при ударе в преграду после падения, причем они иногда снабжаются *замедлителем*, благодаря которому снаряд разрывается не тотчас после падения, а после того, как он достаточно углубится в землю или вообще препятствие.

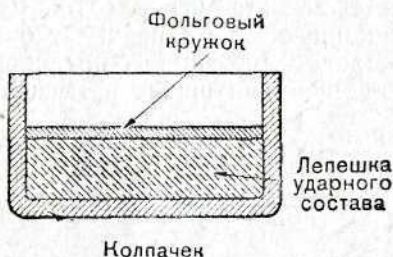
Трубки второго рода дают возможность разорвать снаряд в любой точке, на полете, на любом расстоянии от орудия, на любой дистанции, конечно в пределах продолжительности действия трубки.

Иногда оба эти действия соединяются в одной трубке, тогда она называется трубкою *двойного действия*. Ударные трубки, соединенные с *детонатором*, то-есть с небольшим количеством вещества, способного вызвать взрыв вещества, наполняющего снаряд, называются *взрывателями*, но основания их устройства те же, что и ударных трубок.

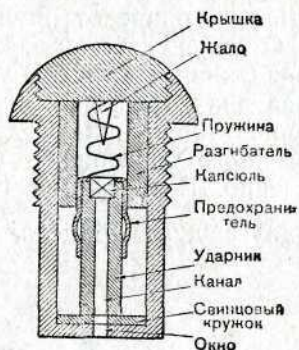


## 2. Трубки ударного действия и взрыватели.

Общая мысль, идея, устройства ударных трубок такова. В тяжелом *ударнике* закрепляется *капсюль*. Капсюль представляет латунный или медный колпачок (черт. 14), вылакированный внутри. В него помещается прессованная лепешка особого вещества, способного быстро взрываться от удара, от укола, например, из *гремучей ртути* и закрывается оловянным (фольговым) кружком. Если не требуется большой силы и скорости взрыва, то в капсюль кладут лепешку *ударного состава*, а не гремучей ртути. Ударные составы разнообразны в зависимости от назначения. Обычно, в них входит гремучая ртуть с разными примесями: уголь, кокс, бертолетова соль и проч., которые за-



Черт. 14.



Черт. 15.

медляют взрыв и уменьшают силу взрыва гремучей ртути, но повышают температуру взрыва, чем облегчается зажигание капсюлем других веществ.

Ударник различными *предохранителями* удерживается в коробке трубки при перевозке, переноске, словом, при всех действиях со снарядом. При выстреле предохранитель освобождает ударник, — трубка *взводится* и ударник получает внутри коробки известную свободу движения. При ударе, падении снаряда, снаряд задерживается, скорость его уменьшается, а освобожденный, при взводе трубки, ударник продолжает двигаться по инерции и накалывается капсюлем на *жало*, укрепленное в трубке. Капсюль взрывается, и луч огня, через особое *окно* в трубке, передается разрывному заряду снаряда.

Эта общая мысль устройства ударных трубок поясняется черт. 15.

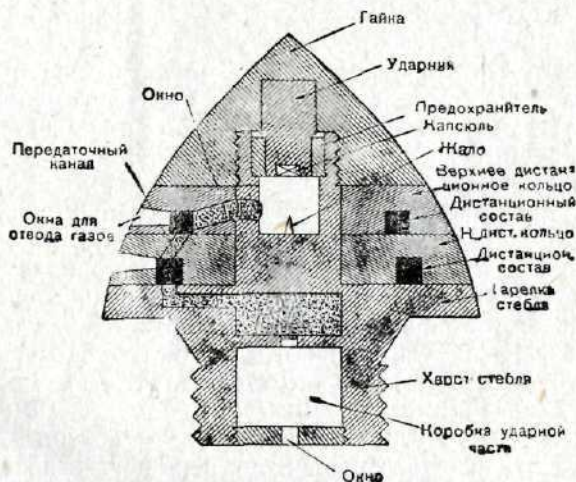
*Разгибатель*, или оседающий цилиндр, опираясь на пружинные лапки предохранителя, закрепленного на ударнике, удерживает последний на месте, чем достигается безопасность трубки в обращении. При выстреле трубка вместе со снарядом движется вперед, а разгибатель, стремясь остаться на

месте, смещается относительно трубки назад, выправляет лапки предохранителя и надвигается на ударник, с которым и соединяется вследствие пружинности лапок предохранителя. В дальнейшем движении снаряд будет постепенно замедлять движение вследствие действия силы сопротивления воздуха. Ударник же, не подвергаясь этому действию, может продвинуться внутри коробки и удариться о жало. Чтобы этого не случилось, между крышкой коробки и ударником располагается пружинка, удерживающая ударник на месте. Когда же снаряд упадет, произойдет резкая задержка его движения, и ударник быстро продвинется, сожмет пружинку, и капсюль наколется на жало. Ударный состав капсюля взорвется, и луч огня, через канал ударника и окно (очко) трубки, передается *разрывному* заряду, то - есть взрывчатому веществу, наполняющему снаряд.

В взрывателях — взрыв капсюля, изготовляемого в этом случае только из гремучей ртути, без примесей, вызывает *детонацию* (очень резкий, быстрый взрыв) детонатора, который разрушает коробку взрывателя и детонирует разрывной заряд, помещаемый внутри снаряда.

### 3. Дистанционные трубки.

Дистанционные трубки (черт. 16) устраиваются так: ударник при смещении снаряда не только взводится, но и мгновенно



Черт. 16.

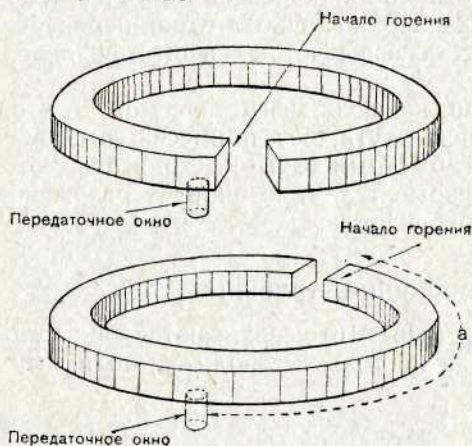
венно накаливается на жало. Луч огня от капсюля зажигает особый состав — *дистанционный*, запрессованный в желобке дистанционного кольца. Дистанционный состав должен гореть



медленно, равномерно и последовательно, слой за слоем, но не взрывать. Благодаря такому свойству горения дистанционного состава в каждую единицу времени сгорает одинаковая длина состава.

Помимо способа приготовления дистанционного состава, для равномерности его горения, устраиваются каналы, отводящие продукты горения, с тем, чтобы давление газов внутри трубки не повышалось, так как известно, что при повышении давления скорость горения составов возрастает.

Огонь от дистанционного состава может, через передаточное окошко, передаваться во внутрь снаряда, или такому же составу в другом кольце, от которого уже передается во



Черт. 17.

внутрь снаряда. Бывают трубки и с тремя дистанционными кольцами.

Дистанционный состав от капсюля ударника загорается чаще всего постоянно в одном месте — *начало горения*. Но иногда трубки устраиваются так, что дистанционный состав может загораться в любом месте по желанию, тогда остается некоторая его длина, которая должна выгореть до передачи огня во внутрь снаряда или другому кольцу.

Если дистанционное кольцо подвижно, поворачивается, то, при его повороте, расстояние между началом горения и передаточным окошком может изменяться.

На черт. 17 (верхняя часть) это расстояние равно нулю, а на том же чертеже ниже оно равно  $a$ . Можно повернуть дистанционное кольцо так, что его конец совпадет с передаточным окошком. Тогда, до передачи огня в снаряд, выгорит весь дистанционный состав, и время от начала его горения до разрыва снаряда, для этой трубки, будет наибольшее. Если в трубке два кольца, то передача огня может быть пояснена следующими схемами (черт. 18).

Так как состав горит равномерно, то всякой длине его, сгоревшей от начала горения до передачи огня во внутрь снаряда, соответствует определенный промежуток времени от момента смещения снаряда в канале орудия при выстреле до его разрыва, т. е. соответствует определенное время полета снаряда. Каждому же времени полета, при прочих одинаковых условиях, отвечает определенная дистанция. Таким обра-

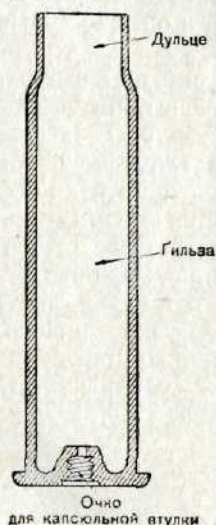
зом, можно получить разрывы на желаемом расстоянии от орудия, на желаемой *дистанции*. Этим и объясняется название трубки.



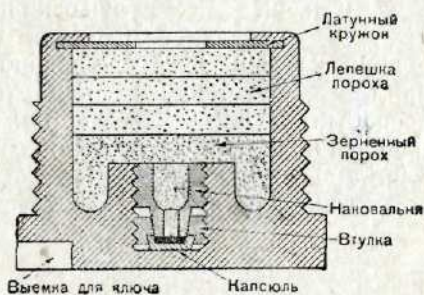
Черт. 18.

Если трубка имеет несколько дистанционных колец, несколько ярусов, то в каждом кольце дело происходит совершенно таким же образом, как описано выше. Разница лишь в том, что состав второго, третьего кольца начинает гореть в момент передачи огня предыдущим кольцом через передаточное окошко.

Для установки трубки соответственно требуемому положению разрыва, соответственно дальности разрыва, на вра-



Черт. 19.



Черт. 20.

шающемся кольце наносятся деления либо через 0,2 сек., либо в дистанциях, каждое деление меняет дальность разрыва на 43 м (20 саж.). Это изменение дальности разрыва называют дельта икс те ( $\Delta X_t$ ). С изменением установки трубки



на одно деление меняется одновременно и высота разрыва. Это изменение называется дельта игрек те ( $\Delta Y_t$ ). Счет делений производится от указателя, намеченного на неподвижной части трубки, обычно на тарелке стебля.

#### 4. Средства сообщения огня зарядам.

Для сообщения огня зарядам применяются *капсюльные втулки* (см. черт. 19 и 20) в том случае, если заряд помещается в гильзах, и *вытяжные трубки* (см. черт. 21), если в особых мешках — *картузах*. В капсюльной втулке имеется



Черт. 21.

капсюль, который разбивается *ударником* стреляющего приспособления, имеющегося в затворе орудия, и взрывает порох капсюльной втулки, составляющий так называемый *воспламенитель*, а он уже взрывает боевой заряд.

Для получения огня в вытяжных трубках выдергивают, помощью вытяжного шнура, терку. Терка своим трением взрывает *терочный состав* (бертолетовая соль с антимонием), и луч огня передается боевому заряду.

Так как получается луч огня сравнительно слабый, не обеспечивающий правильности и надежности взрыва боевого заряда, то и в этом случае необходим особый *воспламенитель*. Он представляет мешечек с небольшим количеством селитро-серо-угольного пороха, который пришивается к картузу заряда с той стороны, которая при зарядании должна быть обращена к затвору.

## ОТДЕЛ ВТОРОЙ.

# ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА.

## ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

### ОБЩИЕ СВОЙСТВА ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ.

#### 1. Понятие о взрывчатых веществах.

Взрывчатыми веществами называются вещества, способные при благоприятных условиях разлагаться, в весьма малый промежуток времени, образуя большое количество газов, нагретых до высокой температуры.

Явление такого быстрого разложения взрывчатых веществ называется *взрывом*. Взрыв обыкновенно сопровождается отделением света, теплоты и звуковым эффектом.

В приведенном определении взрывчатых веществ каждая отдельная часть имеет значение, которое и следует охарактеризовать.

а. Взрывчатые вещества разлагаются или должны разлагаться лишь при *благоприятных условиях*.

Всякому известно, что внезапный, неожиданный взрыв может причинить весьма сильные повреждения и разрушения. Поэтому изучить и знать те условия, которые могут содействовать взрыву, или, напротив, ему противодействовать и даже помешать ему, — совершенно необходимо. Только зная эти условия, мы будем управлять взрывом по нашему желанию. Если нужно взорвать, — создадим условия, обеспечивающие взрыв; не нужно — поступим сообразно этому и создадим условия, при которых взрыв невозможен.<sup>1</sup>

б. Они разлагаются в *весьма малый промежуток времени*. Этот промежуток времени получается для различных взрывчатых веществ и различных условий взрыва тоже раз-

<sup>1</sup> Указание на необходимость создания благоприятных условий для получения взрыва собственно не должно входить в определение взрывчатых веществ. Тем не менее это указание важно в том отношении, что подчеркивает необходимость изучения природы взрывчатых веществ с точки зрения способов и приемов вызова в них реакций взрыва ударом, трением, нагреванием, взрывом других веществ и т. п., что имеет большое практическое значение.



личный: от сотых и тысячных долей секунды до неизмеримо малых промежутков, мгновенные взрывы. Например, бездымный порох в орудиях взрывает в течение не более 0,03 сек. в 305-мм (12-дм.) пушке и не более 0,008 в канале 122-мм (48-лн.) гаубицы.

Но есть вещества, у которых реакция взрывчатого разложения протекает в гораздо меньший промежуток времени, порядка десятитысячных и даже нескольких сотысячных долей секунды в зависимости от природы и количества вещества. Например 1 кг динамита взрывает в течение всего лишь 0,00002 сек.

Впрочем одно и то же вещество в зависимости от условий, в которых протекает взрыв, может давать большую или меньшую скорость разложения, а значит и самый взрыв будет протекать в различные промежутки времени. Об этом будет сказано дальше.

*в. Образование большого количества газов.* Вообще количество газов измеряется объемом, который займут газы при 0° и давлении 760 мм ртутного столба. Это количество газов, при взрыве 1 кг взрывчатого вещества выражается следующими числами:

селитро-сери-угольный порох . . . . .	280 л
сухой пироксилин . . . . .	860 „
влажный (с 15% влаж.) пироксилин . . . . .	910 „
пироксилиновый ружейный порох . . . . .	910 „
мелинит . . . . .	875 „
тротил . . . . .	850 „
гремучая ртуть . . . . .	315 „

Принимая во внимание, что 1 кг взрывчатого вещества, большею частью, занимает объем менее одного литра, так как удельный вес многих взрывчатых веществ больше единицы, увидим, что объем газов, даже при температуре 0°, во много (в тысячу) раз превосходит объем самого взрывчатого вещества. С повышением температуры, что и бывает при взрыве, это отношение увеличится еще в несколько раз (до десяти раз; для разных веществ различно).

*г. Высокая температура,* получающаяся при взрыве характеризуется следующими числами:

селитро-сери-угольный порох . . . . .	2 800° — 3 400°
влажный пироксилин (17% влаж.) . . . . .	1 900
пироксилинов. порох (бездым.) . . . . .	2 200 — 2 400
гремучая ртуть . . . . .	3 500
мелинит и тротил . . . . .	2 700
нитроглицерин . . . . .	3 470

Так как соотношение между объемом газов и давлением (упругостью) выражается уравнением Мариотта и Гей-Люсака

$$pv = p_0 v_0 \left( 1 + \frac{1}{273} t \right),$$



то легко дать себе отчет, как велико давление при заданном объеме. В приведенном уравнении  $p$  — давление при взрыве,  $v$  — объем газов при взрыве,  $p_0$  — нормальное давление, равное одной атмосфере,  $v_0$  — объем газов при нормальных условиях (см. выше) и  $t$  — температура, получающаяся при взрыве. Правда, это уравнение справедливо для совершенных газов, но его можно применить, с некоторою погрешностью, и к несовершенным газам.

Рассчитаем, какое давление можно ожидать от газов, которые получаются при взрыве 1 кг пироксилинового пороха, в объеме, равном 1 л. В данном случае будет  $v=1$ ,  $p_0=1$ ,  $v_0=900$  и  $t^\circ=2200$ . Уравнение примет вид

$$p = 900 \left( 1 + \frac{2200}{273} \right) = 8100 \text{ атм.}$$

При взрыве во взрывчатом веществе происходят сложные химические процессы. Химическая энергия переходит в тепловую, а затем последняя — в механическую. Все эти переходы и преобразования протекают чрезвычайно быстро, мгновенно, почему вся огромная механическая энергия сразу, быстро проявляется в виде разрушений, причиняемых взрывом. Зная количество теплоты, которое отделяется при взрыве 1 кг вещества, и зная механический эквивалент теплоты, можно подсчитать ту полную работу, которую могли бы произвести газы данного весового количества и данного взрывчатого вещества.

Количество теплоты, даваемое 1 кг взрывчатого вещества:

дымный порох . . . . .	685 калорий
пироксилин . . . . .	1100 "
пироксилиновый бездымный порох . . . . .	900 "
гремучая ртуть . . . . .	410 "
тритил . . . . .	730 "

Механический эквивалент теплоты равен 426 кг/м, поэтому 1 кг бездымного пороха может произвести работу  $426 \cdot 900 = 383\,400$  кг/м. Это та максимальная работа, которую может дать взрывчатое вещество, так называемый его *потенциал*. В действительности, такую полную работу получить не удастся, так как всегда бывает большая потеря и газов и теплоты. Например, заряд пороха в 76-мм (3-дм.) пушке, равный 0,8 кг, должен бы дать  $0,8 \cdot 900 \cdot 426 = 306\,720$  кг/м работы; фактически же получается живая сила снаряда у дула, равная  $\frac{mV_0^2}{2}$ , где  $m$  — масса снаряда, а  $V_0$  — начальная скорость;  $m = \frac{q}{g}$ , где  $q$  — вес снаряда, равный 6,5 кг, а  $g = 9,8$  м в секундо-секунду, ускорение силы тяжести,  $V_0 = 588$  м в секунду. Поэтому  $\frac{mV_0^2}{2} = \frac{6,5(588)^2}{2 \cdot 9,8} = \text{ок. } 114\,000$ , или немного более  $\frac{1}{3}$  полной возможной работы.



Обладая столь большою потенциальною энергиею, взрывчатые вещества способны дать в малый промежуток времени огромную работу. Например 1 кг селитро-сери-угольного пороха, взрываясь в течение 0,01 сек., дает столько же единиц работы, сколько 10 чел. в течение 10 час. непрерывной работы на воротах. А 1 кг динамита, взрываясь в течение, как приведено выше, 0,00002 сек., дает работу в 300 000 000 лошадиных сил. Для производства этой работы в течение того же срока потребовалось бы усилие 2 000 000 000 чел.

Эта способность взрывчатых веществ давать огромную работу в малый промежуток времени является весьма ценным свойством, позволяя экономить силы людей. Для заряжания и выполнения всех действий по производству выстрела из 107-мм пушки орудийный расчет затрачивает около 100 кг/м работы, а получается эффект в 281 000 кг/м, почти в 3 000 раз больше, чем затрачено. Для получения этой же полезной работы в метательных машинах древних народов потребовалась бы работа того же орудийного расчета в течение, по крайней мере, одного часа.

Реакция разложения взрывчатых веществ часто рассматривается как *очень быстрое горение*.<sup>1</sup> Известно, что горение происходит тем быстрее, чем больше приток кислорода. Необходимый для горения кислород находится в составе самих веществ, а не притекает извне, почему горение (взрыв), взрывчатых веществ происходит и без доступа воздуха, и может протекать в закрытых объемах и под водой.

Для того, чтобы горение протекало быстро, недостаточно, чтобы в составе вещества было много кислорода. Необходимо еще, чтобы этот кислород, при некоторых условиях, мог легко отщепляться, выделяться в свободном виде и служить для сжигания других составных частей вещества. Такою способностью удерживать большое количество кислорода и легко отдавать его обладает азот, поэтому в составе большого числа взрывчатых веществ имеются *тела горючие и кислород, введенный в них при помощи азота*.

В качестве горючих веществ применяются всякого рода органические вещества. Для введения же в их состав кислорода их подвергают обработке азотной кислотой — получают взрывчатые вещества, представляющие *химические соединения*. Можно же ввести кислород, также через посредство азота, путем смешения горючих веществ с азотно-кислыми соединениями (селитрами) — *механические смеси*.

Взрывчатые вещества, представляющие химические соединения, разумеется, более однородны по составу, чем механические смеси, а потому их действие более *однообразно*.

<sup>1</sup> Вообще говоря, если понимать под горением соединение тела с кислородом, это неверно, так как имеется много взрывчатых веществ, в состав которых кислород не входит, например азиды (соли азотисто-водородной кислоты).



Если при взрыве взрывчатого вещества получаются лишь газообразные продукты и притом полного окисления, которые более гореть не могут, то говорят, что при взрыве получается *полное горение*. Если же продукты разложения таковы, что они еще способны гореть, или получаются и твердые остатки, которые, распыляясь в облаке газов, дают дым, то говорят, что получается *неполное горение*.

В продуктах разложения пироксилина, равным образом и бездымного пороха, получается значительное количество окиси углерода (CO), водорода (H), которые могут еще сгореть в углекислоту (CO<sub>2</sub>) и воду (H<sub>2</sub>O), значит эти вещества дают неполное горение.

При взрыве мелинита и тротила получаются, между прочим, в продуктах разложения окись углерода (CO), болотный газ (CH<sub>4</sub>), водород (H) и свободный углерод (C), все эти продукты горючи, углерод кроме того представляет твердое тело, которое, распыляясь в газовом облаке, окрашивает его в черный цвет.

Вещества, дающие неполное горение, слабее веществ, дающих полное горение, так как, при том же весе заряда они дадут меньшее количество газов и меньшую температуру, а при получении твердых остатков часть заряда является бесполезной.

Продукты неполного горения могут быть твердыми веществами, которые, распыляясь в облаке газов, образуют дым, например при стрельбе селитро-серо-угольным порохом, почему он часто называется дымным порохом. Если же продукты неполного горения газообразны, то при соприкосновении с воздухом они сгорают, давая вспышку-взблеск. Обычно продукты неполного горения обладают в известной степени ядовитыми свойствами.

Первые явления, дыма и взблеска, представляются неудобными в тактическом отношении, так как демаскируют расположение стреляющего орудия. Последнее же свойство, кроме того, делает затруднительной стрельбу из закрытых помещений (башен, казематов), требуя их хорошей вентиляции.

Иногда при взрыве разложение не распространяется на всю массу взятого заряда, а часть его остается не разложенной, такое явление называется *неполным взрывом*, и действие такого взрыва будет значительно слабее, по сравнению с действием при полном взрыве, когда взрывается все вещество. Не взорвавшаяся, при неполном взрыве, часть вещества, распыляясь, окрашивает продукты разложения в свойственный данному веществу цвет. Тротил при полном взрыве дает черное облако дыма, так как выделяется углерод, при неполном же взрыве облако дыма будет иметь смешанную окраску черного и желтого цветов.



## 2. Характер действия взрывчатых веществ.

Образующиеся при взрыве газы, вследствие большого их количества и высокой температуры, способны занять гораздо больший объем, чем они занимают в момент их образования, вследствие чего они обладают большою упругостью и производят на все, с чем приходят в соприкосновение, сильное давление. Величина этого давления будет тем больше, чем больше количество получившихся газов, чем выше температура при взрыве и чем меньше объем *камеры*, в которой газы образуются.

Для суждения о характере действия взрывчатого вещества имеет значение не абсолютная величина объема камеры, а относительный объем, указывающий, в какой мере данное вещество наполняет камеру. Для суждения об этом, в свою очередь берут отношение веса заряда к весу воды в объеме камеры. Это отношение называется *плотностью заряжания* и выражается формулою

$$\Delta = \frac{\omega}{w\delta},$$

где  $\Delta$  — плотность заряжания,  $\omega$  — вес взрывчатого вещества, то есть вес заряда,  $w$  — объем камеры и  $\delta$  — вес воды в единице объема.

В зависимости от условий, в которых протекает взрыв, резко меняется характер взрыва, возрастает скорость разложения, изменяясь от нескольких миллиметров до нескольких тысяч метров в секунду. Когда взрыв протекает медленно, скорость горения не превосходит нескольких сантиметров в секунду, его называют — *обыкновенным*, при большой же скорости, достигающей нескольких тысяч метров в секунду, — *детонацией*.

Вещества, дающие обыкновенный взрыв, называются *метательными* веществами или *порохами*, а вторые — *дробящими* (бризантными) веществами.

Условиями, увеличивающими скорость разложения, являются уменьшение объема, в котором помещен заряд, — увеличение плотности заряжания, повышение давления, температуры. При достаточно резком изменении этих данных можно получить детонацию и таких веществ, которые, собственно говоря, не являются детонирующими, дробящими. Например, бездымный порох, при плотностях заряжания больших 0,6, детонирует.

Так как при детонации газы образуются столь быстро, что за время разложения получившиеся газы не успевают сколько-нибудь заметно распространиться в пространстве и будут заключены как бы в объеме самого вещества, и в этом случае плотность заряжания как бы равна *действитель-*



ной плотности (удельному весу), то ясно, что чем плотнее вещество, чем больше его удельный вес, при прочих одинаковых условиях, тем будет больше давление газов.

Для того, чтобы получить этот наибольший эффект, необходимо в взрывчатом веществе вызвать, возбудить детонацию. Оказывается, что некоторые вещества, сами по себе, каким бы путем в них ни возбудить реакцию разложения, постоянно дают детонацию, напр., чистая гремучая ртуть. Другие, при одном приеме возбуждения, совсем не дают взрыва, напр., плавленые мелинит или тротил не взрывают, если их поджигать, тогда как селитро-сери-угольный порох при этих условиях взрывает.

Также оба названные вещества, мелинит и тротил, не взрывают от удара, даже пули, выстреленной из ружья, но взрывают, если вблизи, в соприкосновении с ними, взорвать небольшое количество другого вещества, напр., того же тротила или мелинита, но в порошке. Вещества, способные своим взрывом вызвать взрыв в другом веществе, называются *детонаторами*. Таким образом, чтобы вызвать детонацию в каком-либо веществе, берут детонатор, который взрывает уже небольшим количеством гремучей ртути.

Все это имеет очень большое практическое значение. Можно брать большие массы сравнительно спокойного, малочувствительного вещества, с которым обращение довольно просто, опасные же вещества можно иметь в небольших количествах, с которыми не представит затруднения обращаться весьма тщательно и осторожно, да к тому же и в случае их нечаянного взрыва не может случиться, вследствие малого количества, большого повреждения или разрушения. Для большей безопасности в обращении детонаторы заключаются в прочную металлическую оболочку.

Для каждого вещества и для каждого его количества может быть подобран свой, наилучшим образом, безотказно действующий детонатор.

Так, для порошкообразного мелинита или тротила детонатором может служить гремучая ртуть, легко детонирующая от быстрого, резкого повышения температуры, удара, трения. В свою очередь, порошкообразные мелинит и тротил вызывают детонацию в плавленном мелините и тротиле. Аммоналы могут быть детонированы, между прочим, и дымным (селитро-сери-угольным) порохом.

Скорость, с которой передается реакция разложения в веществе при детонации, достигает нескольких тысяч метров в секунду (до 6 000 — 8 000) и для различных веществ различна, даже для одного и того же вещества, в зависимости от условий, в которых произошел взрыв.

Взрыв одного заряда другим может передаваться не только при соприкосновении зарядов, но также и на некотором рас-



стоянии. Тот заряд, который взрывает и от взрыва которого взрывается второй, называется активным, а взрываемый (или взрывающиеся) — пассивным.

В артиллерийской практике пользуются взрывами при непосредственном соприкосновении зарядов. Однако взрывы на расстоянии могут иметь место при случайных взрывах. На основании опытов, произведенных в Северо-американских соединенных штатах, детонация одной кучи снарядов как активного заряда легче вызывает взрыв в куче, расположенной перпендикулярно оси снарядов первой кучи, и гораздо труднее в куче, расположенной на продолжении оси снарядов активной кучи.

В первом случае расстояние между кучами может быть для получения отказа в 10 — 20 раз больше, чем это нужно при втором расположении.

### 3. Качества взрывчатых веществ.

Вызвать реакцию разложения взрывчатых веществ можно различными способами: нагреванием, ударом, трением, взрывом других веществ, — в общем, — затратой энергии.

Чем легче вызвать реакцию взрывчатого разложения вещества, чем меньше нужно затратить для этого энергии, тем вещество чувствительнее, и обратно. Чувствительность, в этом понимании, называют *механической стойкостью* взрывчатых веществ.

Большая чувствительность нежелательна, так как вещество будет опасно при обращении с ним, при перевозке, переноске и проч.

Для понижения чувствительности увеличивают плотность вещества (бездымный порох, сравнительно мало чувствительный, по существу очень плотный пироксилин, который очень чувствителен, гремучая ртуть употребляется в прессованном виде).

Чем вещество плотнее, тем всякое внешнее воздействие встречает сопротивление большего числа частиц. В рыхлом, пористом или порошкообразном веществе всякое внешнее воздействие обрушивается только на ближайшие частицы, которые не в силах сопротивляться этому воздействию. Так, например, плотную бумагу зажечь труднее, чем мягкую при одинаковой, конечно, сухости; *плотность строения* является весьма важной данной для характеристики вещества.

Уменьшение плотности (пороховая мякоть) и повышение температуры делают вещество весьма чувствительным.

Образующиеся при взрыве раскаленные газы, обладающие большою упругостью, будут легко проникать в поры вещества, рыхлого, неплотного, охватывать каждое волокно его, каждую фибру или частицу, отчего процесс разложения



резко ускорится. Между тем, в веществе плотного строения, без пор, эти газы могут распространяться только по поверхности.

Характеристикой плотности строения, в известной степени, может служить *удельный вес*, или, иначе говоря, *действительная плотность*.

Таким образом, для понижения чувствительности нужно изготавливать вещества с большим удельным весом, и обратно, — для понижения ее с меньшим.

Для понижения чувствительности вводят примеси менее чувствительные, чем само вещество. В капсулях часто к гремучей ртути добавляют различные вещества для понижения ее чувствительности, влажный пироксилин менее чувствителен, чем сухой. Чувствительность повышается с повышением температуры взрывчатого вещества.

Для сравнительной оценки чувствительности взрывчатых веществ берут небольшую навеску данного вещества (0,1 г) и подвергают удару падающей бабы (груза) определенного веса. Чем при меньшей высоте подъема бабы происходит взрыв, тем вещество чувствительнее, и обратно.

Например при весе груза 2 кг наименьшая высота падения для возбуждения взрыва на опытах оказалось:

Для гремучей ртути . . . . .	2 см.
„ пикрата железа . . . . .	7 см.
„ мелинита . . . . .	35 — 95 см. <sup>1</sup>
„ тетрила . . . . .	40 — 65 см. <sup>1</sup>
„ тротила . . . . .	57 — 90 и даже 180 см. <sup>1</sup>
„ бездымного пороха . . . . .	30 — 54 см.

Способность вещества сохранять в течение продолжительного времени свои качества называется *стойкостью*; чем дольше вещество сохраняет свои качества и при изменчивых условиях хранения, тем оно стойче. Эту стойкость называют также *химической стойкостью* взрывчатых веществ. Для увеличения стойкости пользуются примесями (пироксилин хранится в виде влажного, — с примесью воды; нитроглицерин, в виде динамитов, в которых нитроглицерин поглощен пористым веществом) и так изготавливают вещества, чтобы они были химически чисты (удаление кислот, — употребляющихся при фабрикации) и менее гигроскопичны. Для уменьшения гигроскопичности пользуются уплотнением вещества, полировкой его поверхности.

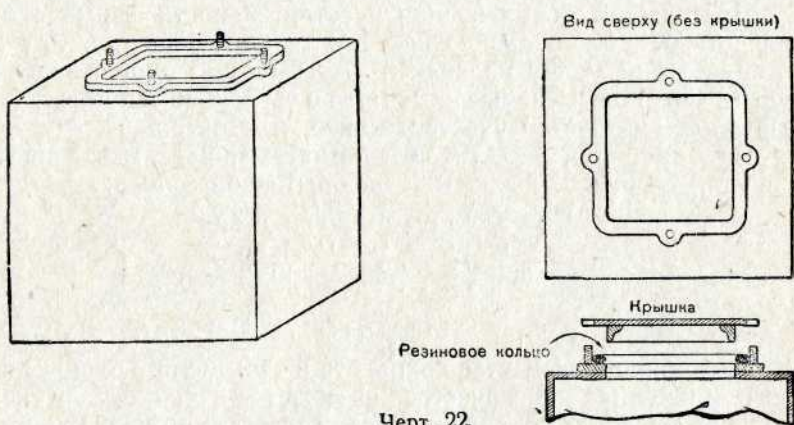
*Гигроскопичность* — способность в большей или меньшей степени втягивать влагу, намокать. Так как в воздухе всегда имеются пары воды, то гигроскопичные вещества неудобны, они быстро отсыревают и теряют свои качества. Еще более важным является способность гигроскопичных тел быстро

<sup>1</sup> Различные цифры получены при различных опытах: взято ли вещество в порошке, или в прессованном виде, в подсушенном виде, или нет.



терять влагу при высыхании. Для уменьшения гигроскопичности следует уплотнять вещество, делать поверхность по возможности гладкой, ровной, без пор; можно понизить гигроскопичность примесями.

Весьма важным свойством взрывчатых веществ является их *нейтральность или пассивность* в отношении соприкасающихся с ними тел. В противном случае, вступая в химическое соединение, взрывчатое вещество будет изменять свои качества и разрушать оболочки, в которых оно заключено. Например, **мелинит**, будучи по природе кислотой (пикриновая кислота), способен образовать с металлами соли — *пикраты*, что имеет важное значение не только потому, что нарушается состав мелинита и разрушается оболочка, но и потому, что эти вновь образованные вещества более чувствительны.



Черт. 22

(См. выше данные, полученные при испытании чувствительности различных взрывчатых веществ.) Для устранения такого взаимодействия необходимо применять различные *изоляторы*, разъединяющие эти вещества и в то же время сами не вступающие с ними в реакцию.

В видах предупреждения изменения качества вещества, несмотря на принятые меры к увеличению стойкости, взрывчатые вещества, до времени пользования ими, и, по возможности, при пользовании герметически укупориваются. Так, порох помещают в ящики оцинкованного железа почти кубической формы, закрываемые герметически крышкой (черт. 22).

Для предохранения от порчи этот ящик вставляется во внутрь деревянного ящика. Для удобства обращения вес ящика с порохом не должен превосходить 85 кг, причем ящик вмещает около 50 кг пороха. Благодаря такой укупорке устраняется в известной мере и перетирание пороха в мякоть, а также поломка лент.



В зависимости от природы взрывчатого вещества и условий взрыва одно и то же весовое количество вещества может произвести различный эффект, причинить разрушения более или менее значительные. Конечно, эта сила, этот эффект зависит и от количества газов, и от температуры и теплоты..., но практически принимают за меру величину разрушения, производимого при некоторых определенных условиях (проба Трауцля). В артиллерийской практике судят по количеству выброшенного материала. Напр., 1 кг селитро-серо-угольного, дымного, пороха выбрасывает в среднем грунте лугов около  $\frac{2}{3}$  м<sup>3</sup> земли; мелинит или тротил вдвое больше. Этим, практически, характеризуется *сила* взрывчатого вещества. Обычно для практических целей силу взрывчатых веществ определяют сравнительно с силой селитро-серо-угольного пороха, принимая его действие, при некоторых определенных условиях, за единицу.

На основании произведенных исследований относительная сила взрывчатых веществ зависит от их природы и характера взрыва. Величины относительных значений для силы взрыва получены следующие, принимая силу селитро-серо-угольного пороха при обыкновенном взрыве за единицу.

Селитро-серо-угольный порох при обыкновен. взрыве	1,0	при детонации	4,34
Пикрат калия	"	"	1,8
Пикриновая кислота	"	"	2,0
Пироксилин прессованный	"	"	3,0
Нитроглицерин	"	"	4,8
			10,00

#### 4. Хранение и обращение со взрывчатыми веществами.

При хранении взрывчатых веществ необходимо наблюдать, чтобы вещества были убережены от всяких причин, могущих вызвать взрыв или изменить их состав, повлечь повышение температуры, образование искр (поэтому-то нельзя иметь при себе стальных предметов в хранилищах для взрывчатых веществ), а также сырости.

Обращаться со взрывчатыми веществами нужно осторожно, избегая резких толчков и сотрясений. Следует принимать меры, чтобы поблизости не было огня, костров. Перевозить взрывчатые вещества надо в особых вагонах, без тормазов.

В лабораториях, где производятся работы со взрывчатыми веществами, необходимо строго соблюдать все меры предосторожности, избегать сильных ударов, дабы не получить искр. С этой целью употребляется инструмент из металлов, не способных давать искры (медные инструменты).



## ОПИСАНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ.

## 1. Пироксилин.

Пироксилин получается путем обработки растительной клетчатки азотной кислотой ( $\text{HNO}_3$ ) в присутствии серной ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), этот процесс обработки называется *нитрацией*.<sup>1</sup>

При приготовлении пироксилина, как и вообще взрывчатых веществ, стремятся получить продукт не только требуемой степени нитрации но и, по возможности, чистый, свободный от кислот, присутствие которых понижает стойкость (химическую) и может быть причиной самопроизвольного, неожиданного взрыва.

На изготовление пироксилина берут так называемые хлопчатобумажные концы, получаемые как отброс на фабриках, изготовляющих бумажные ткани.

На пироксилиновом заводе хлопчатобумажные концы подвергаются очистке от жиров и примесей (пыли), расчесываются и сушатся. После этого они нитруются в особых ваннах и затем горшках. Процесс нитрации идет тем энергичнее, чем крепче азотная кислота. Серная кислота назначается лишь для поглощения получающейся воды, что содействует поэтому более быстрому и энергичному ходу нитрации, путем которого из клетчатки получается пироксилин.

Без серной кислоты вода, получающаяся при процессе нитрации, понижала бы крепость азотной кислоты, и тем самым задерживала бы ход процесса.

Следует заметить, что при нитрации каждый раз получается не один какой-либо пироксилин определенного химического состава, а несколько нитроклетчаток, близких по составу.

При нитрации, группа  $\text{NO}_2$ , из состава азотной кислоты, внедряется в клетчатку, замещая в ней водород (H). Таким образом клетчатка все более и более насыщается этой группой. Чем больше войдет групп  $\text{NO}_2$ , то есть, чем больше войдет азота, тем пироксилины получаются более и более сильные. Поэтому для характеристики взрывчатых свойств пироксилина указывается процентное содержание в нем азота; говорят: двенадцатипроцентный пироксилин, — понимая, что в составе пироксилина имеется 12% азота.

Нитрованная клетчатка — пироксилин — по внешности мало отличается от сырого материала, подвергнутого нитрации, материал по виду не изменяется, как будто с ним ничего

<sup>1</sup> Пироксилин открыт французским химиком Браконно (1832 г.). Затем над его усовершенствованием работали Пелуз (1838), Шибейн (1845) и другие.



не произошло, но в действительности произошли глубокие изменения.

Вследствие волокнистого строения, пироксилин, после нитрации, удерживает много кислотной жидкости, которую сначала отжимают, а затем отмывают.

Промывка пироксилина производится неоднократно: сначала в холодной проточной воде, затем в горячей, доводимой до кипения, потом щелочной (раствор соды) с целью нейтрализовать кислоты (уничтожить их кислотные свойства, переводя кислоты в другие нейтральные соединения — соли) и, наконец, опять чистой водой.

После каждой промывки пироксилин отжимается на центрофугах. Отмытый пироксилин затем, в особых ваннах, измельчается в *меzzу*, мелкие кусочки волокон, что содействует тщательности промывки, лучшему смешению клетчаток различных степеней нитрации и удобству дальнейших работ с пироксилином.

Если пироксилин в дальнейшем предназначается для изготовления подрывных шашек, то окончательно промытый пироксилин, с содержанием влаги до 30%, поступает под прессы, где из него и прессуют шашки требуемой формы и размера. Главным образом приготавливаются шашки в виде шестигранных призм.

Шашки удерживают в себе влаги до 18 — 25% — *влажный пироксилин* и весят: большие ок. 300 г ( $\frac{3}{4}$  фунта) и малые ок. 120 г ( $\frac{1}{3}$  фунта). Если высушить пироксилин, то он все-таки удержит 2 — 3% влаги — *сухой пироксилин*, и вес шашек соответственно будет 255 — 275 г (60 — 65 зол.) и ок. 110 г (28 зол.). Хотя сухой и влажный пироксилин отличаются только количеством удерживаемой влаги, но, тем не менее, они представляют как бы два совершенно различных вещества.

Влажный пироксилин мало чувствителен, а потому безопасен в обращении и при хранении; он не взрывается и не воспламеняется от удара ружейной пулей и не зажигается от пламени или раскаленного тела, пока не подсохнет, тогда он может загореться, горит медленно и постепенно по мере высыхания. Горит почти всегда без взрыва. Его можно сверлить и строгать.

Сухой пироксилин, напротив, чувствителен и представляет легко взрываемое вещество, а потому при хранении и обращении необходимо соблюдать все меры предосторожности. Сухой пироксилин от пламени загорается и быстро сгорает, давая яркое желтое пламя. Если сухой пироксилин заключен в оболочку, то после зажжения он может дать и взрыв. Удары по сухому пироксилину могут вызвать взрыв, такое же действие оказывает и трение. Сухой пироксилин нельзя ни резать, ни строгать, ни сверлить.



Взрыв капсюля гремучей ртути вызывает в сухом пироксиле мгновенный взрыв, то есть детонирует сухой пироксил, а влажный пироксил от действия гремучей ртути не взрывается. Но влажный пироксил *детонирует от взрыва сухого пироксилина*. Этим свойством влажного пироксилина и пользуются для производства подрывных работ, как об этом будет сказано дальше.

Оба эти сорта пироксилина различаются и по стойкости. Влажный пироксил сохраняет свои качества в течение десятков лет, требуя лишь наблюдения, чтобы он не подсох, так как при высыхании он приобретает все свойства сухого пироксилина. Если влажный пироксил замерзнет, то он по своим свойствам также приближается к сухому.

Кроме наблюдения за влажностью необходимо при хранении следить, чтобы на влажном пироксиле не появилась плесень, так как корешки ее разрыхляют вещество пироксилина и тем могут изменить его качества (значение плотности).

Сухой пироксил при продолжительном хранении может подвергнуться разложению, почему необходимо следить за ним, чтобы предупредить опасность. Проверка производится лакмусовою бумажкою: если синяя бумажка покраснеет, то это укажет на присутствие кислот. Такой пироксил вымачивают в щелочном растворе и, при ближайшей потребности, — расходуют.

Вследствие опасности, представляемой при хранении сухого пироксилина, обычно хранят весь пироксил во влажном виде и путем подсушивания обращают достаточное, для данной потребности количество его, в сухой. При производстве этой работы следует руководствоваться специальными инструкциями.

Помимо разделения пироксилина на влажный и сухой, их разделяют еще на *растворимый* и *нерастворимый*, причем растворимость определяется по отношению к спирто-эфирной смеси, называемой растворителем ( $\frac{1}{3}$  винного спирта и  $\frac{2}{3}$  серного эфира).

Пироксилины низших степеней нитрации, содержащие до 12% азота (N), растворяются в растворителе; высшие степени нитрации, содержащие азота ок. 13%, не растворяются. Так как от количества азота зависят, как это изложено выше, взрывчатые свойства вещества, и именно чем меньше азота, тем вещество слабее, а чем больше — тем сильнее, то можно сказать, что *слабые пироксилины растворимы, сильные нерастворимы*, в указанном растворителе.

На этом свойстве пироксилинов растворяться основано изготовление бездымных пироксилиновых порохов.

Растворимые пироксилины называют также колодионными.



## 2. Бездымный пироксилиновый порох.

Бездымный порох изготавливается из смеси растворимого и нерастворимого пироксилина. В зависимости от того, какой силы и скорости горения хотят получить порох, меняют соотношение этих двух пироксилинов.

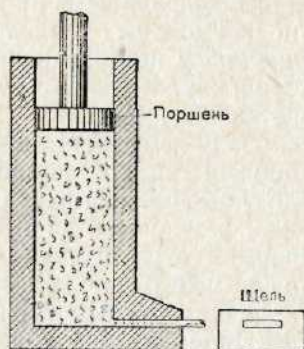
Если желательно иметь порох *медленногорящий*, действующий не так сильно, резко, быстро, берут, относительно, больше растворимого пироксилина, до 40%; напротив, при желании получить *быстрогорящий* порох, сильно действующий, количество растворимого меньше, до 15%, остальное (до 85%) составляет нерастворимый пироксилин. Необходимость изменять качества пороха видна из того, что заряд непременно должен сгореть до вылета снаряда из канала орудия, между тем время движения снаряда в канале орудия при выстреле в разных орудиях различно; так в 76-мм (3-дм.) полевой легкой пушке снаряд движется в канале около 0,006 секунды, а в 305-мм (12-дм.) пушке около 0,03 секунды, то-есть в 5 раз дольше. Помимо этого простейшего основания существует еще и несколько других данных, обуславливающих необходимость различных сортов порохов, различающихся по скорости и продолжительности горения, о чем подробно изложено в отделе „внутренняя баллистика“ (см. кн. III).

Смешанный, в требуемой пропорции, пироксилин, при изготовлении пороха, подвергается следующим операциям.

*Обезвоживанию*, для чего пироксилин, промытый и измельченный в виде так называемой мезги обрабатывается спиртом. Спирт растворяет воду и сам становится на ее место. Избыток жидкости отжимается на центрифугах. В результате операции получается пироксилин, мокрый от спирта, но почти лишенный воды.

В таком виде пироксилин подвергается *растворению* в растворителе. Так как в пироксилине уже имеется спирт, напитывающий его, то для получения растворителя остается прибавить эфир. Эта обработка производится в особых сосудах — *приборы-мешатели*, в которых пироксилиновая мезга тщательно перемешивается, что содействует лучшему растворению и большей однородности продукта.

По мере растворения и улетучивания растворителя масса постепенно густеет и приобретает вид теста, желеобразной массы, отчего процесс этот называют *желатинизацией*.



Черт. 23.



После продолжительного и тщательного перемешивания массу продавливают через узкую щель (черт. 23), размеры которой и форма могут изменяться сообразно требуемым размерам пороха. Получается длинная лента или трубка, с содержанием около 20% растворителя.

Ленты проявляются для дальнейшего удаления растворителя; вальцуются для придания им правильной формы, устранения заусенок, трещин, разрывов. . . и режутся на куски требуемой длины, соответственно длине зарядной камеры, или, если порох назначается для нескольких орудий, так, чтобы он удобно размещался по длине камеры.

Этим кускам пороха присвоено название *пороховых лент* или просто *лент*, а также иногда называют *зернами*.

В дальнейшем процессе изготовления пороха стремятся, по возможности, удалить растворитель, что достигается *вымачиванием* пороха в воде и *сушкой*. Сушка производится в сушильнях, где циркулирует нагретый (до 45°) сухой воздух в течение нескольких недель, — для мелких лент, и до нескольких месяцев — при больших размерах лент, главным образом, при большой толщине. Так как при сушке трудно достигнуть полной равномерности высыхания всех лент, то для получения однообразного качества всех зерен, порох подвергается *увлажнению* до такой степени влажности, какая чаще всего наблюдается в порохе при средних условиях хранения, ок. 2—5% в зависимости от толщины зерен.

Прием увлажнения в известной мере гарантирует, помимо однообразия при изготовлении, и сохранение качеств пороха при хранении.

Указанные 2 — 5% влажности представляют не только воду, но и растворитель, что и придает пороху характерный спирто-эфирный запах. Остальные 98 — 95% массы вещества пороха представляет пироксилин, но только измененный в своем строении и получивший наибольшую плотность. Пироксилин не удалось изготовить с плотностью большею 1,4, а бездымный пироксилиновый порох имеет плотность (удельный вес) 1,6.

В тех же видах получения однообразия качеств пороха, после увлажнения, ленты подвергаются *мешке* и, наконец, *сортировке, переборке*. Последняя операция состоит в осмотре каждой ленты, и ленты, имеющие какие-либо дефекты (трещины, расслоения) выбрасываются и идут вновь в переработку.

Таким образом, в процессе изготовления пороха, особое внимание обращается на получение продукта, обладающего как в каждой ленте, зерне, так и всех лент вместе, возможно *однообразными* качествами.

Ленты получают в виде пластинок грязно-желтого цвета, переходящего, с увеличением толщины, в бурый, малопр-



зрачны. На свет видны нити, кусочки нерастворенного пироксилина. Ленты имеют гладкую, ровную поверхность без трещин, заусенок, *роговидное строение, прочны и гибки*. Все эти качества имеют важное служебное значение, так как при перевозке, переноске и работе, пороховые ленты сохраняют свою форму, с трудом перетираются в пороховую пыль, которая представляет большую опасность.

Благодаря такому строению зерен (лент), порох весьма мало гигроскопичен и довольно стоек. Во всяком случае, для повышения его стойкости прибавляются, при *желатинизации*, какие либо вещества, например 0,5—1,0% дифениламина. Эти примеси называют *стабилизаторами*, а самый процесс введения их в состав пороха — *стабилизацией*. В качестве стабилизаторов применяются также мочевины, вазелин, касторовое масло.

В зависимости от хода фабрикации пороха и характера примесей зерна пороха имеют различную окраску и степень прозрачности, что не имеет значения в отношении служебных свойств пороха. Зеленовато-серая и темно-серая окраска зависит от влияния дифениламина, увеличивающего, как уже сказано, химическую стойкость пороха даже при неблагоприятных условиях хранения. Пироксилиновый порох даже без специальных примесей способен выдерживать хранение в магазинах и погребах без признаков разложения в течение многих лет. Имеются пороха первых годов выделки вполне исправные, несмотря на тридцатилетний период хранения. Признаком сильного разложения пороха является характерный запах окислов азота.

Зеренные сорта порохов, имеющие вид маленьких пластинок, а не лент (линеек), например порох для винтовок и револьверов, *холостой порох*, подвергаются *полировке*, состоящей в том, что навеска пороха, с 1% графитовой пудры, помещается в медный барабан, приводимый во вращение. При вращении, зерна соударяются, перетираются, но не непосредственно, а через графит, отчего графитовая пыль проникает в поры вещества. На поверхности зерна образуется корка более плотная и вследствие этого, а также и вследствие присутствия графита более медленно горящая, чем внутренние слои, не подвергающиеся изменению, что имеет важное значение для правильной работы пороха в оружии.

Так как при трении пороха, он электризуется, что может привести к появлению искры или зажжению пороха, то к барабану присоединяются проводники, отводящие электричество.

Благодаря полировке, зерна ложатся плотнее одно к другому, что увеличивает *гравиметрическую плотность пороха*, — так называется отношение веса заряда к весу воды в объеме заряда (а не каморы). Зная гравиметрическую плот-



ность, иначе говоря, плотность *укладки*, можно подсчитать вес вещества, который поместится в данном объеме. В частности, в отношении винтовочного пороха, полировка значительно повысила его гравиметрическую плотность с 0,6 до 0,8. Благодаря этому, в тот же объем гильзы удалось поместить больший заряд, вместо 2,5 г до 3,4 г и тем повысить начальную скорость пули с 615 м/сек. до 800 м/сек.

Наконец, некоторые сорта порохов *флегматизируются*. Флегматизация состоит в такой обработке пороха, чтобы его наружные слои горели медленнее. Например, путем пропитывания этих слоев каким-либо инертным веществом — флегмой. В качестве флегматизатора применяют камфору (канифоль). Камфора с пироксилином образует медленно горящий сплав.

Дальнейшее развитие этой мысли приводит к разработке бронированного пороха, в виде трубок, которые могут гореть только с внутренней поверхности.

Бездымные пироксилиновые пороха обладают слабою гигроскопичностью. При самых неблагоприятных условиях хранения (влажный воздух, негерметическая укупорка) он может втянуть 2,5 — 3,0% влаги, легко выделяющейся при изменении условий хранения (в сухом воздухе). Однако изменение влажности пороха имеет весьма важное значение на правильную, однообразную работу пороха в орудии, почему порох нужно всеми мерами оберегать как от отсыревания, так и высыхания.

Изменения температуры при нормальных условиях хранения, когда температура не выходит за пределы от  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+25^{\circ}\text{C}$ , заметного влияние на стойкость пороха не оказывают.

Таким образом, фабрикация пороха дает возможность из дробящего вещества — пироксилина получить медленно-горящий порох. При фабрикации пороху придают форму, строение и состав, удовлетворяющие возможно полнее требованиям правильности его работы в орудии и, в то же время, обеспечивающие стойкость и безопасность при хранении и обращении.

Порох, вообще говоря, мало чувствителен, но, однако, при сильных ударах или трении он может загореться. Зажжение пороха происходит при температуре  $165-175^{\circ}\text{C}$ .

Для характеристики пороха полезно рассмотреть продукты его разложения. Эти продукты представляют интерес как в отношении действия их на материал стенок орудия, так и в отношении способности их гореть.

Газы, получающиеся при взрыве пороха в орудии, оказывают на стенки орудия тепловое, механическое и химическое действия. От совокупного действия газов (в этих трех видах действия) получается *разгар* орудий, выражающийся



сначала в вырывании металла в том месте, где приходится ведущий поясок снаряда при зарядании. Разгар сказывается тем заметнее, чем выше температура при взрыве (чем больше время движения снаряда по каналу), и, наконец, зависит от состава продуктов.

В продуктах разложения пироксилинового пороха получается углекислота ( $\text{CO}_2$ ), окись углерода ( $\text{CO}$ ), водород ( $\text{H}$ ), азот  $\text{N}$  и водяные пары ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Окиси углерода получается около 50% всех продуктов. Окись углерода, представляя неполное окисление углерода, способна соединяться с кислородом воздуха, то-есть способна гореть. Вследствие этого, газы при выстреле, вырываясь из канала орудия горят, давая длинное пламя. Кроме того, благодаря присутствию  $\text{CO}$ , газы ядовиты, что заставляет принимать особые меры для предупреждения отравления при стрельбе из закрытых помещений (казематов, башен...). Появление пламени при выстреле ослепляет, при ночной стрельбе, людей, действующих из орудия и обнаруживает место расположения орудия (демаскирует), почему принимаются меры для устранения пламени — *пламегасители*. При быстрой стрельбе пламя может выбрасываться назад при открывании затворов, что может причинить ожоги номерам. Для устранения этого в орудиях больших калибров применяется продувание канала прежде, чем затвор окончательно будет открыт.

Пламегасители либо понижают температуру настолько, что продукты взрыва, при соприкосновении с воздухом, не загораются. Можно прибавлять к пороху такие вещества, что получится полное сгорание всех веществ и газы получают негорючие. Наконец можно ввести такие вещества, которые, распыляясь, окутывают пороховые газы, при выходе их из дула и изолируют от воздуха, затем газы, расширяясь, охлаждаются до такой температуры, что потеряют способность загораться.

В качестве пламегасителей первого рода, понижающих температуру, рекомендуются, между прочим, динитробензол, канифоль, мелкий хлопок (делинт) и т. п.

Для полного сжигания, для получения газов, неспособных гореть, прибавляют вещества, богатые кислородом, например, селитры. Для изоляции газов предлагается кристаллическая сода, хлористый калий.

Все эти средства дают более или менее беспламенный порох. Например, принятые к некоторым нашим орудиям пламегасители дают при выстреле белый дым и красноватое пламя, не дающее однако отблеска и потому не демаскирующее орудия. Наблюдение выстрела возможно в случае, когда дуло орудия видно от противника. Вообще этот вопрос еще не получил окончательного разрешения. Какой бы пламегаситель не был предложен, он не должен понижать стойкости



пороха, не вносить минеральных примесей (иначе получится дым) и затем обладать еще некоторыми техническими свойствами.<sup>1</sup>

### 3. Порох для холостой стрельбы.

Для производства холостой стрельбы употребляется пироксилиновый порох с примесью селитроугольной смеси. Прибавка этой смеси имеет назначением увеличить скорость горения и повысить давление с тем, чтобы получить необходимый звуковой эффект. Для этой же цели принимаются папковые пыжи или фиктивные снаряды, повышающие давление, благодаря чему взрыв протекает быстрее.

Малодымный порох готовится в виде мелких пластинок (крошеный порох), почти черного цвета. Обозначается он маркою Х (холостой). Имеется также порох марки Х<sub>2</sub> с меньшей толщиной зерен, чем порох Х и без примеси селитроугольной смеси

### 4. Изготовление зарядов.

Уже было сказано, что для каждого орудия изготавливается свой сорт пороха, который будет действовать в нем *наивыгоднейшим образом*.

При изготовлении зарядов берут сорт пороха, предназначенный для данного орудия. Во избежание ошибок, на каждом ящике, в котором укупорен порох, кратко, условно, обозначается его марка. Например, *СП* для 76-мм (3-дм.) скорострельной полевой пушки, *Г* для горной пушки, *ПКО* полевой крепостной и осадной, для всех береговых марка *Б* с указателем внизу калибра орудия: *Б*<sub>10</sub> для 10-дм. береговой пушки и т. д.

Так как пороха готовятся порциями, называемыми *партиями*, и порох партии данного номера может быть изготовлен в разные года и на разных заводах, то это обозначается также в надписи, например, *КО*  $\frac{4}{12}$  *К*, что значит: порох марки

*КО* (крепостной осадной), 4-й партии, изготовления 12-го года (1912) Казанского завода, в 13 году развешен в заряды.

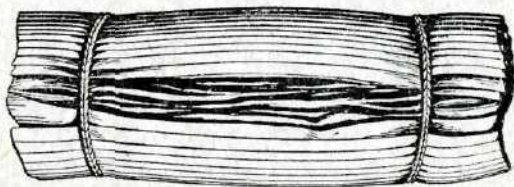
Самое развешивание пороха в заряды требует большой точности, почему производится специалистами на пороховом заводе. Развешивание производится после того, как будет определен вес заряда стрельбою, с тем, чтобы получалась та

<sup>1</sup> В видах затруднения противнику обнаружения расположения стреляющего орудия, желательно иметь порох не только беспламенный, но и беззвучный. Это имеет особое значение теперь, когда дело звукометрии быстро совершенствуется. Однако, насколько известно, эта задача не только не решена, но в отношении порохов не было даже серьезных предложений. Были предложения особых глушителей звука в орудии.



самая начальная скорость, какая должна быть из данного орудия. При этой стрельбе измеряется также давление пороховых газов.

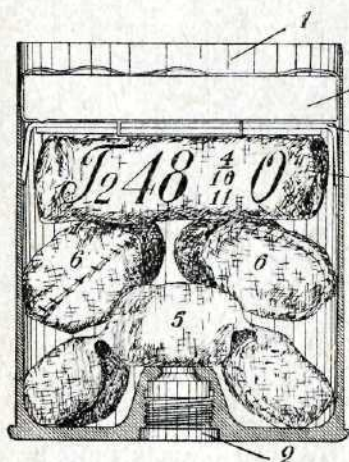
Отвешенный заряд, с чашки весов, высыпается на стол, покрытый цинковым листом с тем, чтобы не потерялся ни один кусочек. Ленты пороха собираются в *сборку*—бездонный цилиндр, для каждого орудия особый, значительно меньшей высоты, чем длина ленты. Ленты сверху связываются стеклядью, а затем



Черт. 24.

*пучок* поворачивают связанным концом вниз и все мелкие кусочки пороха вкладываются внутрь пучка, после чего и этот конец связывается стеклядью (черт. 24). Пучки укладываются в мешки, *картузы*, сшиваемые по мерке из особой ткани из шелковых оческов, называемой *равентук*. Эта ткань не тлеет,

чем устраняется возможность зажжения следующего заряда, если бы тлеющие куски остались в камере орудия. Если заряд помещается в гильзе, то картуз может быть из холщевой ткани, или даже можно, что иногда и применяется, обойтись совсем без картуза.



Черт. 25.

1. Гильза. 2. Капсюльная втулка.
3. Папковая крышка. 4. Пробковый пыж. 5. Картуз с наименьшим зарядом. 6. Добавочные заряды.

Картузы завязываются или зашиваются и в таком виде заряды укупориваются в герметические ящики (см. стр. 46), на которых делаются надписи о марке пороха. Такие же клейма ставятся и на картузах, в которые уложены заряды. К зарядам орудий больших калибров, полагаются особые *воспламенители* из селитро-сероугольного пороха.

Если орудие стреляет *переменными* зарядами, для получения различных скоростей, то заряд составляется из несколь-

ких зарядиков, изготовляемых таким же образом (черт. 25). Из зерненного пороха заряды готовятся так же, но только в пучки не связываются, а навешенный порох непосредственно высыпается в картуз.

Для некоторых орудий порох развешивается в пучки рав-



ного веса и заряды для них составляются из требуемого числа пучков. Напр. для 152-мм (6-дм.) пушки в 2 т (120 п.) полный заряд равен 18 пучков, для 107-мм (42-лн.) пушки обр. 1877 г. 14 пучков...

Если к данному оружию выработан пламегаситель, то он либо распределяется довольно равномерно между частями порохового заряда, либо зашивается в материю на манер одеяла, в которое и заворачивают заряд.

*Перевешивание зарядов и переделка их в частях войск не разрешается.*

ТАБЛИЦА I

размеров лент, весов зарядов и допусков в весе заряда, начальной скорости и давлениях для некоторых орудий

Название орудий	Марка пороха	Размеры лент в мм			Средний вес заряда в кг	Допуск в весе заряда в %	Предельные скорости м/сек.	Средняя величина скорости м/сек.	Средняя величина давления атм.
		Толщина	Ширина	Длина					
76-мм (3-дм.) ск. пол. легк. пушка	СП	0,95—1,00	16—20	295—310	0,88	0,5	582—594	588	2300
122-мм (48-лн.) гаубица . . . . .	Г <sub>2</sub> -48	тонкий	0,58—0,63	8—12	75—80	0,31	0,5		
		толстый	0,80—0,85	16—20	95—100	4 пушки и 00,15 всего 0,91	0,25	330,5—332,5	335
107-мм (42-лн.) ск. пушка . . . . .	C <sub>42</sub>	1,24—1,32	20—30	340—350	2,05	4,25	573—585	579	2250

## 5. Селитро-серо-угольный порох.

(Дымный или черный порох.)

Селитро-серо-угольный порох, получивший впервые применение в огнестрельном оружии в XIV в. и прослуживший свыше пяти веков, был известен в глубокой древности. Кем и когда он изобретен остается невыясненным.

Порох этот представляет механическую смесь 75% калиевой селитры, 15% угля и 10% серы. Для получения большей однородности всей массы, составные части тщательно измельчаются, а затем смешиваются. Получается пороховая мякоть, которую смешивают и во влажном виде (смачивают спиртом) прессуют под тяжелыми катками — бегунами. Затем бегунную лепешку дробят и полученные куски просеивают через сита (грохота), с различными отверстиями. Таким образом сортируются зерна по величине. Затем, зерна закладываются



в бочку, приводимую во вращательное движение, отчего они пересыпаются, соударяются, углы их обламываются, крошки измельчаются в пыль, которая забивается во все поры зерен; кроме того, от соударения зерен, они с поверхности уплотняются (вспомните сказанное о приготовлении винтовочного бездымного пороха). После этого порох подвергается чистке в полотняных мешках, колеблющихся так, что их верхний конец идет вниз, а затем обратно. Иногда порох полируется графитом.

Дымный порох готовили следующих сортов: охотничий, ружейный, артиллерийский, крупно-зернистый и призматический.

Все эти сорта, кроме призматического, имеют зерна неправильной формы, размером от нескольких точек (охотничий) до нескольких линий (крупнозернистый).

Для изготовления пороха берут калиеву селитру, как менее гигроскопичную, и уголь из несмолистых пород дерева (ольха, крушина). Уголь употребляют различной степени обжига; черный, бурый и шоколадный. Чем слабее обожжен уголь, тем порох получается медленнее горящий и не столь сильный.

Назначение составных частей в порохе следующее: селитра дает кислород, уголь — горючее вещество, сера — связывает первые два вещества и уменьшает гигроскопичность. В последнее время, перед переходом к бездымному пороху, в конце прошлого века, некоторые сорта призматических порохов готовились без серы.

В настоящее время черный, дымный порох не изготавливается. Изготавливается состав, очень близкий по составу к дымному пороху, для дистанционных трубок.

Имеющиеся запасы дымного пороха расходуются на снаряжение некоторых снарядов (шрапнели, чугунные снаряды, некоторые фугасные). Из дымного пороха делаются (временно) боевые заряды для минометов и бомбометов и воспламенители к зарядам бездымного пороха.

## 6. Мелинит и тротил.

Если обработать карболовую кислоту, или фенол, смесью азотной и серной кислот, то на дне сосуда осядут кристаллы лимонно-желтого цвета. Это кристаллическое тело — *пикриновая кислота*, известная в промышленности с конца XVIII в. (открыл Гаусман в 1788 г.) как красящее вещество.

Только, приблизительно, сто лет спустя, в 1885 г., Тюрпен, во Франции, предложил применить пикриновую кислоту для снаряжения снарядов, как сильно дробящее вещество.

Кристаллические взрывчатые вещества вообще опасны, так как при перемещениях кристаллов развивается сильное тре-



ние, углы обламываются, и получается порошок, а порошок вообще чувствителен, почему кристаллические вещества применять нужно с большою осторожностью, спрессовывая.

Пикриновая кислота, после получения ее, промывается и очищенная применяется для снаряжения снарядов в плавленном виде.

При температуре ок. 122° С пикриновая кислота плавится и, остывая, приобретает кашеобразное состояние, вроде меда, откуда получилось название мелинит (по-французски мед — мшель). В таком виде мелинит наливается в снаряды и прессуется для устранения внутренних пустот. По остывании мелинит хотя и принимает кристаллическое строение, но кристаллы находятся в тесном соединении. В таком виде мелинит становится мало чувствительным, совершенно безопасным в обращении, мало гигроскопичным и не восприимчивым к перемене температуры, т. е. он очень стоек.

Как видно, мелинит по природе — кислота и потому образует с металлами соли — *пикраты*, кристаллические, а потому и опасные. Это вызывает необходимость в изолировании его от стенок снаряда путем лакировки внутренней поверхности снаряда, или лужением, и все-таки возможны случаи соприкосновения мелинита с металлом стенок.

Образование мелинитом пикратов составляет важный недостаток мелинита.

Если, после заливки мелинита в снаряд его перемешивать, то по остывании получается очень мелкокристаллическое строение, почти аморфное строение. Подобный способ применяют японцы и в таком виде мелинит называют шимозе.

Мелинит в Англии называют лидит.

С мелинитом очень сходен по своим свойствам *тротил*,<sup>1</sup> получаемый из *толуола* совершенно также как мелинит из фенола. Толуол — продукт сухой перегонки каменноугольного дегтя, жидкость, очень сходная по виду и запаху с бензином. Полученный кристаллический тротил плавится, при остывании помешивается все время, чтобы кристаллы получились мелкие, и когда остынет до консистенции кашицы, то им заливают снаряды. При таком приеме заливки, тротил получается мелко-кристаллического строения. Перед заливкою внутренняя поверхность снарядов лакируется шеллаковым лаком с примесью 25% канифоли для прочного сцепления тротилового сердечника со стенками снаряда.

Тротил — вещество, совершенно нейтральное и вполне безопасное, не взрывает даже при попадании ружейной пули.

Детонатором к мелиниту и тротилу могут служить эти же самые вещества, но в порошкообразном виде, или применяют особое вещество *тетрил*, сложного химического состава.

<sup>1</sup> Тротил у нас в морском ведомстве и инженерном называется толон.



Для снаряжения некоторых видов снарядов (бронебойные) применяют не чистый тротил, а в виде сплавов с более спокойными веществами — *флегматизаторами*, что бывает необходимо, когда снаряд испытывает резкие толчки и удары, и тротил мог бы взорваться.

Удельный вес тротила около 1,6 и мелинита около 1,7.

Из мелинита раньше готовились шашки для подрывных работ, но затем от этого вскоре отказались, потому что находили его недостаточно чувствительным к взрыву и не представляющим никаких выгод по сравнению с пироксилином.

В настоящее время подрывные шашки готовятся из тротила. Они имеют форму призм квадратного сечения весом ок. 400 г (1 фн.). Шашки прессуются из порошкообразного тротила.

## 7. Гремучая ртуть и ударные составы.

Гремучая ртуть (открыта Говардом в 1799 г.) получается путем обработки раствора ртути в азотной кислоте спиртом. Из раствора осаждаются сероватые мелкие кристаллы, которые подвергаются промывке и сушке при нормальной температуре.

Гремучая ртуть отличается очень высокой чувствительностью, сравнительно малою стойкостью и всегда дает детонацию, поэтому все работы ведутся с влажною гремучею ртутью, так как в этом случае кристаллы изолированы друг от друга и между ними нет трения. В таком влажном виде гремучую ртуть запрессовывают в оболочки и, будучи спрессованной, она обладает в значительной мере пониженной чувствительностью и большею стойкостью.

Во всяком случае, для избежания больших несчастий, гремучая ртуть в чистом виде употребляется лишь в небольших количествах, в виде *двухграммовых капсулей* для детонаторов (запалов).

Так как тротил мало чувствителен, то двухграммовый капсуль гремучей ртути в нем не вызывает детонации. Делать же капсули большего веса — опасно, поэтому для тротильных шашек капсуль гремучей ртути усиливают тетрилом (0,8 г гремучей ртути и 1,2 г тетрила).

Гремучая ртуть находит широкое применение, как важнейшая составная часть, в *ударных составах*. Ударные составы назначаются для быстрого получения луча огня, для сообщения огня другим составам. Отсюда вытекает требование к ударным составам большой чувствительности для возможности получения взрыва от удара, однако не настолько большой, чтобы быть опасным в обращении. Они должны давать сильный луч огня, длительный и высокой температуры, чтобы обеспечить передачу огня другому веществу. Ударный



состав не должен обладать большою силою, дабы не разрушать оболочек.

Известно много ударных составов, в которых, кроме гремучей ртути, входят различные примеси: бертолетова соль, антимоний, толченый кокс, стекло и проч.

Так как гремучая ртуть сохраняет свойство металлической ртути амальгамировать металлы, то металлические оболочки для капсулей изолируются лакировкой (см. стр. 32).

Изучаются вещества, представляющие соли азотисто-водородной кислоты ( $\text{HN}_3$ ), так называемые азиды. Они по своим свойствам могут заменить гремучую ртуть, в особенности азид свинца.

## 8. Терочные составы.

В тех случаях, когда можно рассчитывать не на короткий резкий удар, а на длительное усилие для получения луча огня, применяют *терочные* (фрикционные) составы.

Терочные составы состояются из бертолетовой соли, серы и антимония. Состав, тщательно смешанный, напрессовывается в особые колпачки, и через него пропускается терка, проволока с зубцами, или с жалом. Если терку выдернуть из колпачка, то она приведет в сильное движение частицы состава и от трения их между собою он взорвется (см. черт. 21).

## 9. Нитроглицерин и нитроглицериновые пороха.

Нитроглицерин представляет маслянистую жидкость, получаемую при осторожном подливании глицерина в смесь крепкой азотной и серной кислот.

Нитроглицерин ядовит, очень чувствительный, малостойкий. По всем этим причинам, а также потому еще, что обращение с жидкостями крайне неудобно, он в чистом виде не применяется. Для понижения чувствительности, повышения стойкости, нитроглицерином напиваются какие-либо пористые вещества, или порошки. Из получаемого теста готовят шашки.

Вещество, поглощающее нитроглицерин, называется *поглотителем* или *основанием*, а полученное вещество из нитроглицерина и основания называется *динамитом*.

Динамит, в зависимости от качеств поглотителя и его количества, получается различной силы и качеств. Если основание таково, что может принимать участие во взрыве, то оно называется *дейтельным* (пироксилин), если же нет, то *недейтельным* (мел, кремнистые основания).

<sup>1</sup> Нитроглицерин открыт химиком Собrero в 1832 г.



Особый интерес представляет динамит с деятельным основанием, получаемый при растворении пироксилина (7—8%) в нитроглицерине. Этот раствор имеет желеобразную консистенцию — и известен под названием *гремучий студень*. Из подобного раствора, но с большим содержанием пироксилина (около 45%) изготовляют нитроглицериновые пороха. При перемешивании масса постепенно густеет и из нее, подобно тому, как из желатинированного пироксилина, можно выдавливать любой формы ленты, нити, макароны.

При взрыве нитроглицерина освобождается некоторое количество свободного кислорода, которое и расходуется на сжигание продуктов неполного окисления пироксилина. Нитроглицериновые пороха дают при взрыве очень высокую температуру (2800°), что обуславливает большие давления, а значит и силу, но в то же время служит и причиной более быстрого разгорания орудий.

Для приготовления нитроглицеринового пороха берут либо поровну нитроглицерина и пироксилина, либо нитроглицерина несколько больше, но прибавляют еще процентов 5 вазелина.

Например, состав балистита, принятого в Италии: ок. 50% нитроглицерина и около 50% колодионного пироксилина и 1—2% дифениламина в качестве стабилизатора.

Кордит в Англии: 58% нитроглицерина, 37% пироксилина и 5% вазелина.

## 10. Аммоналы и другие взрывчатые вещества.

Для снаряжения снарядов, при недостатке тротила, применяются другие вещества, как, напр. *аммоналы*.

Аммоналов известно очень много, самых разнообразных составов, под разными названиями, но в них неизменно входят аммониева селитра (откуда и их название), порошок алюминия, какое-либо взрывчатое вещество (тротил) и другие примеси.

Например, английский аммонал содержит 66% селитры, 17% алюминия, 14% тротила и 3% бурого угля.

Благодаря высокой температуре, которая развивается при горении алюминия, аммоналы отличаются большою силою в особенности в отношении разбрасывания преград, в отношении так называемого фугасного действия, и даже превосходят иногда чистый тротил. Собственно бризантное, дробящее действие их слабее, чем тротила.

Взрываются аммоналы как от капсюля гремучей ртути, так, конечно, и от детонаторов.

У нас для снаряжения снарядов применялся аммотол из 40% аммониевой селитры и 60% тротила.

Также находил применение, для снаряжения снарядов,

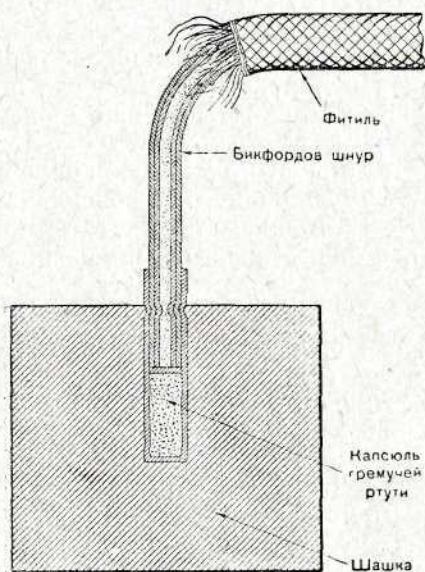


шнейдерит: 88%, аммониевой селитры и 12% динитронафталина. Последний получается нитрацией нафталина. Иногда в этот состав входит некоторый процент тротила, что повышает взрывчатые качества шнейдерита.

## 11. Производство подрывных работ.

Для производства взрыва с целью разрушить какой-либо предмет, напр. в артиллерии, для уничтожения неразорвавшихся снарядов, пользуются пироксилиновыми или тротильными шашками.

Для взрыва шашек служит *воспламенитель, запальная трубка*. Для приготовления воспламенителя в частях войск имеется капсюль, бикфордов шнур и фитиль (черт. 26).



Черт. 26.

Капсюль представляет медную трубочку длиною около 49 мм (2 дм.) и диаметром 6 мм (2,5 лин.), в которой запрессовано 2 г гремучей ртути. Для предохранения от повреждений и для большей безопасности, гремучая ртуть прикрыта оловянным кружком. Гремучая ртуть занимает, приблизительно, половину трубочки, остальная часть остается свободной.

*Бикфордов шнур* представляет собою трубочку из бумажной ткани, в которую напессован пороховой состав селитросероугольного пороха, горящий со скоростью 1 см в секунду.

Для предохранения состава от отсыревания он покрывается резиноюю тру-

бочкою, которая, в свою очередь, прикрыта, для предупреждения повреждений, трубочкою из бумажной ткани.

Слабо свитый шнурок из бумаги, вымоченный в растворе селитренном или двуххромового кали, образует фитиль. Он не горит, а тлеет со скоростью 1 см в 1 мин.

Для приготовления запала отрезают кусок бикфордова шнура длиною 7—8 см и вставляют в капсюль. Для удержания шнура в капсюле, трубочку последнего обжимают. К бикфордову шнуру привязывают кусочек фитиля длиною 7—8 см с таким расчетом, чтобы было достаточно времени



уйти от места взрыва на безопасное расстояние, в особенности, если производится раздробление снарядов.<sup>1</sup> Капсюль, бикфордов шнур и фитиль, соединенные вместе, как сказано выше, составляют запальную трубку.

Для производства подрывных работ берут шашки сухого пироксилина в необходимом количестве и шашки влажного. Для предохранения шашек сухого пироксилина от отсыревания их покрывают слоем парафина (парафинируют), причем имеющееся в шашке углубление предварительно заклеивается бумажкою.

При вставлении капсюля в углубление шашки бумажка не срывается, а продавливается капсюлем, благодаря чему капсюль надежнее удерживается на месте. При обращении с капсюлем его следует держать в обхват у места обжима. Затем шашка накладывается на разбиваемый снаряд фитилем в ту сторону, куда дует ветер.

Фитиль поджигается, и когда убедятся, что он разгорелся как следует, то уходят от места взрыва в убежище или на безопасное расстояние.

Если снаряд крупного калибра, то для раздробления его берут несколько шашек (число и род шашек указывается в инструкциях), связывают их и в таком виде взрывают.

Для сообщения взрыва применяют также *детонационный шнур*, представляющий оловянную или свинцовую трубочку, наполненную порошкообразным тротилом (мелинитом). Взрыв детонационному шнуру сообщается капсюлем, а от шнура непосредственно детонируемому веществу.

В случае, если взрыв не произойдет через назначенное время, следует выждать 10 мин., и только затем идти к месту взрыва и проверить все ли в порядке.

Для передачи огня, но не при подрывных работах, пользуются иногда *стопином*.

Стопин представляет собою нити, напитанные пороховым тестом (пороховая мякоть черного пороха, смоченная спиртом), затем высушенные. Стопин сгорает довольно быстро, дает высокую температуру, а потому надежно передает пламя.

---

<sup>1</sup> Безопасным расстоянием при взрыве снарядов малых калибров считается 500 саж. (не менее 1 км), а калибром ок. 120 мм и больше — 750 саж. — (около 1 $\frac{1}{2}$  км).



ОТДЕЛ ТРЕТИЙ.  
**ХИМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА БОРЬБЫ.**

ГЛАВА ШЕСТАЯ.  
**ОТРАВЛЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА.**

**1. Общие понятия.**

В минувшую империалистическую войну в ряду различных средств поражения противника получили широкое применение отравляющие вещества под общим названием *боевых газов*, так как первые примененные вещества были газообразны (хлор).

Сущность применения отравляющих веществ, боевых газов, заключается главным образом во введении их в воздух в таком состоянии, в котором они могут смешиваться с воздухом. При вдыхании такого зараженного воздуха, или при соприкосновении его с телом, особенно с обнаженными частями тела, получают те или другие раздражения, или отравления.

Некоторые отравляющие вещества способны оказывать свое действие не только при соприкосновении с воздухом, ими зараженным, но и с предметами, покрытыми частицами вещества. Для лучшего использования таких веществ (например иприт) их, обычно, разбрызгивают на местности и таким образом заражают не только воздух испарениями веществ, но и почву и предметы, находящиеся на данной местности. Обыкновенная одежда не предохраняет тело от действия вещества.

Вещества газообразные при нормальных условиях вводятся испарением их из жидкостей.

Известно, что многие газы без труда могут быть сжижены при повышении давления или понижении температуры. Чаще пользуются повышением давления. Сжиженный газ заключают либо в специальные оболочки — баллоны, либо в различного вида снаряды, в которых он и хранится до употребления. Будучи освобожден от оболочки, газ испаряется и путем диффузии распространяется все более и более в атмо-



сфере. Распространению газа в воздухе содействует движение воздуха (токи и ветры).

Отношение объема газа к объему воздуха, в котором этот газ распространился, называется *концентрацией*. Для суждения о концентрации берут отношение объема газа в объеме одного кубического метра зараженного им воздуха к объему одного кубического метра. Это отношение выражают в тысячных обозначаемых знаком ‰. Например концентрация 1,2‰ обозначает, что в тысяче объемов зараженного воздуха содержится 1,2 таких же объемов отравляющего вещества в виде газа.

Очевидно, что в первый момент по испарении газа концентрация его будет велика, а с течением времени по мере диффундирования его и действия воздушных течений, концентрация будет уменьшаться. На быстроту падения концентрации влияют как быстрота испарения жидкости зависящая от ее природы, так и состояние атмосферы: перемена температуры (нагревание, охлаждение воздуха), ветер, количество водяных паров (влажность), осадки и т. п. Во всяком случае, в первые моменты после начала испарения, концентрация газа будет больше, чем в дальнейшие промежутки времени, так как газ успеет распространиться в большом объеме воздуха. При веществах газообразных, при нормальных условиях, концентрация падает быстро.

Вещества при нормальных условиях жидкие вводятся в атмосферу путем испарения или распыления. Чаще всего эти два процесса совершаются вместе. В зависимости от температуры кипения жидкости процесс может протекать либо при низкой температуре кипения, так как он протекает в случае применения газов, то-есть жидкость разбрызганная или распыленная будет испаряться, но медленнее, чем при газах и образующиеся пары (газ) будут распространяться в воздухе путем диффузии и в зависимости от перечисленных выше условий. При высокой же температуре кипения жидкость распыляется и может как бы повиснуть в воздухе в виде тумана; даже часть ее, обратившаяся при разрыве снаряда в газ, может опять собраться в капельки. Эти капельки, постепенно увеличиваясь в объеме и весе, могут опускаться на землю и затем медленно, в течение длительного промежутка времени, испаряются. Концентрация будет поддерживаться долгое время.

Способность вещества долгое время поддерживать отравление воздуха и тех предметов, на которых нанесено отравляющее вещество, называют *стойкостью*.

Твердые отравляющие вещества вводятся в воздух путем раздробления их в мельчайшую пыль, которая, смешиваясь с воздухом, дает *дым*. Кроме того, твердые вещества могут быть введены в воздух путем возгонки (ядовитые дымы).



Мельчайшие частицы вещества, попадая в дыхательные пути или на наружные покровы тела, могут производить то или другое действие в зависимости от свойств отравляющего вещества. Частицы пыли или туман могут испаряться, образуя газы, которые будут распространяться в воздухе путем диффузии и смещения. Дым и туман могут оседать на все предметы (одежду, землю), задерживаться на них и на долгое время заражать их. Вместе с одеждой или снаряжением они разносятся людьми или животными и распространяют свое действие далеко от места своего первоначального образования, так как заражение передается при соприкосновении с предметами, покрытыми отравляющими веществами. Такое распространение особенно возможно, если переносчиком отравляющего вещества, на ряду с воздухом, служат почва, растительность и вообще предметы, находящиеся на зараженной местности (например при разбрызгивании на местности такого вещества, как иприт). Для успешности действия отравляющих веществ этого рода требуется некоторая определенная *плотность заражения* местности, а значит и предметов, на ней находящихся. Плотность заражения меряется числом граммов отравляющего вещества, приходящимся на один квадратный метр площади.

## **2. Зависимость действия отравляющих веществ от метеорологических и топографических условий.**

Испарение, обращение жидких тел в газы, происходит тем энергичнее, чем выше температура и меньше давление, причем изменения в давлении, в обычных условиях, имеют очень небольшое значение. Хотя колебания этих данных обычно бывают невелики, но тем не менее они оказывают влияние на скорость газообразования. Кроме непосредственного влияния изменения температуры и давления на скорость испарения, эти изменения вызывают нарушение спокойного состояния атмосферы, получаются в атмосфере различные *токи*. Например при нагреве, неравномерном в различных слоях атмосферы, получаются восходящие или нисходящие вертикальные токи воздуха, так называемые конвекционные токи.

При разности давлений в различных местах поверхности получают горизонтальные перемещения слоев воздуха из области большого давления в область меньшего давления, получают горизонтальные токи — ветры. Ветер может появиться также при наличии водных или лесистых пространств, которые охлаждаются и нагреваются не столь быстро, как открытые места суши. При изменении температуры, например ее повышении, над открытым местом будут получаться восходящие токи, взамен поднявшегося воздуха будет поступать более холодный воздух с водной поверхности, или



из лесных глубин. При охлаждении обратно, — получится ветер со стороны открытого пространства на воду или в лес.

Эти воздушные токи и ветры, увлекая воздух, его перемешивают и тем самым понижают концентрацию и способствуют скорейшему испарению жидкостей.

При достаточной скорости ветра некоторые вещества не способны дать концентрации, необходимой для проявления действия данного вещества.

С другой стороны, ветер, перемещая зараженный воздух, может содействовать отравлению большей площади, занимаемой противником, конечно при достаточной концентрации облака. Этим пользуются, например, при выпуске газов из баллонов — при так называемой *газобаллонной* атаке. Были случаи, когда газы уносились ветром на 34 км от места их выпуска (сражение на Сомме 21 февраля 1915 г.), но концентрация была на этих расстояниях очень мала.

Создавая искусственно токи воздуха, например путем раскладывания костров, можно в известной степени понизить концентрацию. Этот прием может найти применение для очистки местности от нестойких отравляющих веществ.

Осадки (дождь, снег, туман) понижают концентрацию, потому что многие боевые газы растворяются в воде. Кроме того, осадки могут оказывать механическое действие на газ, удаляя его из атмосферы (как дождь удаляет из воздуха пыль). Влага может иметь и химическое действие на боевые газы: вода вступает с некоторыми из них в реакцию и разлагает их.

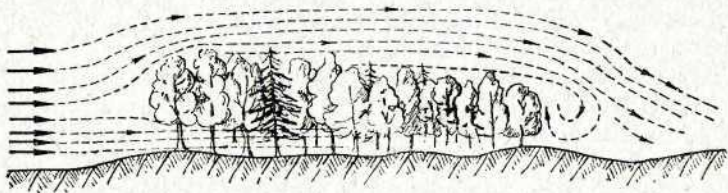
Что касается топографических условий, то они имеют также большое влияние на изменение концентрации и продолжительность действия отравляющих веществ.

Боевые газы должны быть тяжелее воздуха, так как только при этом условии они дольше удерживаются внизу над поверхностью земли, где именно располагаются объекты для их действия. Если взять газ более легкий, чем воздух, то он, быстро поднимаясь вверх, не будет в состоянии дать должной концентрации. Благодаря тому, что боевые газы тяжелее воздуха, они способны более задерживаться в низких местах, чем на вершинах, сползая с последних. Кроме того низины менее продуваются ветрами, что также содействует более длительному задержанию в них газов.

Растительные покровы (злаки, травы) задерживают испарение, а значит на площадях, покрытых высокою растительностью, концентрация будет поддерживаться дольше, чем на голых местах. Лес, роши, если заражение получается внутри их, например путем разрыва в лесу снарядов, отравляются надолго. Если же лес приходится на пути двигающегося газового облака, то отравление в нем распространяется на не большую глубину с наветренной стороны, в зависимости от



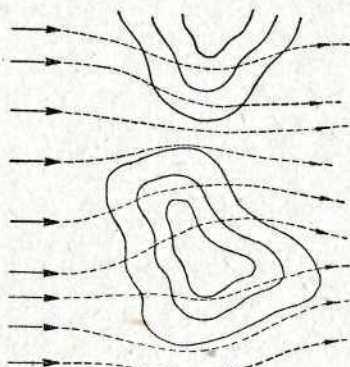
густоты леса, и облако частью обтекает лес, а главным образом переходит, перекачивается через него (черт. 27), причем,



Черт. 27.

после прохождения над лесом, облако спускается на землю, образуя завихрения.

Совершенно такое же явление получается при встрече облака с холмами, но только картина не будет столь резко выражена в зависимости от крутизны скатов и конфигурации холма (черт. 28).



Черт. 28.

Исследуя местность в связи с господствующими направлениями ветров, можно установить наиболее газоопасные места. Такие места в своем расположении нужно избегать занимать, напротив — у противника их нужно заражать.

Рельеф местности меняет направление ветров, образует районы их затухания и их завихрения. Места затухания наиболее газоопасны.

### 3. Разделение отравляющих веществ на виды.

Отравляющие вещества разделяются: 1) по их токсическому (отравляющему) действию, 2) по стойкости.

Более или менее сильное поражение отравляющими веществами зависит главным образом от их природы, концентрации и продолжительности действия.

Отравляющие вещества могут оказывать на людей и животных разнообразное действие, они проникают в организм либо через дыхательные пути, попадая в них вместе с вдыхаемым воздухом, либо через внешние покровы (кожу, слизистые оболочки глаз), попадая на них непосредственно из воздуха или при соприкосновении с зараженными отравляющими веществами почвой, растительностью, одеждой и т. п., либо через пищеварительные органы, куда отравляющие вещества могут быть введены с пищей или водой, ранее отравленной.



Следует иметь в виду, что обычно каждое отравляющее вещество производит не одно какое-либо действие, а несколько, но какое-либо из них является наиболее характерным для данного вещества.

Различают следующие характерные виды действия отравляющих веществ на организм человека.

1. Удушающее действие. Оно обычно проявляется сразу после воздействия отравляющего вещества, но иногда, в редких случаях, явления отравления обнаруживаются спустя некоторое время (до 8 ч.).

Проявляется это действие жжением в носу и горле, болезненным кашлем, головокружением, шумом в ушах, сердцебиением, слабостью, одышкой, посинением губ, носа и ушей. Все эти явления сказываются тем резче и мучительнее, чем тяжелее отравление. При тяжелых отравлениях возможен и смертельный исход, спустя несколько часов или дней после отравления.

Этот вид действия является наиболее характерным для хлора, фосгена и дифосгена.

2. Ядовитое, обще-токсическое, действие также может сказаться как сразу, непосредственно вслед за воздействием отравляющего вещества, так и спустя некоторый срок.

Оно проявляется головокружением, сердцебиением, слабостью, тошнотой, а при сильном отравлении потерей сознания, ослаблением дыхания, судорогами. Смерть может наступить либо в течение 1—3 мин. от паралича дыхания, или иногда через несколько часов и даже дней, от общего паралича всего организма.

Это действие является наиболее характерным для синильной кислоты, окиси углерода...

3. Слезоточивое действие обычно проявляется немедленно вслед за отравлением. Оно обнаруживается жжением и резью в глазах, слезотечением, опуханием век, их судорожным сжатием... Это действие обычно не сопровождается смертью.

В ряду веществ этого действия можно назвать: бромистый бензил и ксиллил бромбензилцианид, акролеин, хлорпикрин...

4. Раздражающее нос и глотку (чихательное) действие также проявляется немедленно. Оно сказывается раздражением в носу и глотке, чиханием, сильным насморком, при более сильном отравлении к этим явлениям может прибавиться неприятный вкус во рту, жажда, головная боль и рвота.

К веществам этого вида действия относятся соединения мышьяка, так называемые арсины: дифенилхлорарсин, дифенилцианарсин...

5. Нарывное, изъязвляющее действие проявляется обычно спустя несколько часов после начала воздействия отравляющего вещества (от 4 до 12 час.).



Отравление сначала сказывается болью в глазах, опуханием век, в случае поражения глаз; насморком, головной болью, хрипотою и рвотою, если отравлению подверглись дыхательные органы, и покраснением пораженных участков кожи, когда действию подверглись покровы.

При сильных поражениях, как результат длительного воздействия, развиваются воспалительные процессы, с образованием язв. При большой поверхности изъязвленной кожи, или легких, может наступить смерть.

Это действие наиболее характерно для иприта и люизита.

Действие отравляющих веществ на животных сказывается сходным образом.

Этот разнообразный характер и различные виды действия на живые организмы имеют большое значение в тактическом отношении.

Вещества, действующие через дыхательные пути и слизистую оболочку глаз, как оказывающие свое действие в короткий срок, находят себе применение для производства внезапного нападения с целью захватить противника без противогазов и нанести ему серьезные потери, вывести из строя. Если же противник успеет надеть противогазы, то этим значительно понизится его боеспособность.

Нарывные вещества, кроме пользования противогазами, заставляют прибегать к специальной одежде или другим средствам защиты кожи. Эти приемы защиты мешкотны, да и едва ли можно рассчитывать на своевременное снабжение всех бойцов необходимой одеждой. Противнику, подвергнутому действию этих веществ, имея в виду, что нарывные вещества обладают большою продолжительностью действия, придется оставить зараженные пространства, либо мириться с резким понижением боеспособности частей, надевших предохранительную одежду.

Поэтому применение нарывных веществ целесообразно при желании принудить противника покинуть данный район, или стеснить его деятельность, или заблаговременным заражением некоторых участков лишить противника возможности занять их или потерять время на их дегазацию.

#### 4. Продолжительность действия ОВ.

Продолжительность действия отравляющих веществ зависит от многих данных, частью характеризующих данные вещества, частью зависящих от метеорологических и топографических условий и способов применения вещества.

В зависимости от природы вещества находятся его более или менее быстрая испаряемость и распространение в воздухе. От этого же обстоятельства зависит способность терять ядовитые свойства при способности вещества вступать,



например, в химические соединения с веществами, находящимися в воздухе, главным образом, с водою (влажность воздуха) или поглощаться ею.

Отравляющие вещества в соответствии с продолжительностью их действия подразделяют на *нестойкие* (вещества кратковременного действия), продолжительностью до нескольких часов, и *стойкие* — продолжительностью действия до нескольких дней и даже недель, в зависимости от различных обстоятельств.

Для увеличения продолжительности действия нестойких веществ иногда применяют их в смеси с веществами, замедляющими их испарение или удерживающими их на поверхности, так называемыми *утяжителями*.

О влиянии метеорологических условий было сказано ранее. Они влияют на быстроту и характер распространения веществ в воздухе (токи, ветер), или на удаление вещества из воздуха (осадки). Равным образом ранее было указано и на значение топографических условий, которые влияют на изменение направления ветров и на образование застойных мест, в которых облако отравляющего вещества может задерживаться на сравнительно долгий срок. На скорость газообразования влияют, как это было уже отмечено, растительность, низменные места, болота и пр.

Учет всех обстоятельств, влияющих на продолжительность действия отравляющих веществ, необходим при решении боевых задач.

Нестойкие отравляющие вещества применяются в случае, когда предполагают вскоре занять заражаемые участки собственными войсками, так как быстрое испарение нестойких веществ и падение концентрации не вызывают опасения поражения ими собственных войск. Однако при этом не следует упускать из виду возможность продолжительной задержки этих веществ в застойных местах, определяемых силой и направлением ветра и рельефом местности.

Стойкие вещества, напротив, находят применение в тех случаях, когда данный участок нужно надолго сделать недоступным к занятию войсками.

## **5. Действие отравляющих веществ на оружие и прочие предметы.**

Некоторые из отравляющих веществ действуют на металлы, вызывая в них ржавчину, разъедая их. Появление ржавчины тем более возможно, чем выше концентрация, чем продолжительнее действие и чем хуже уход за металлическими частями вооружения и снаряжения.

Скорейшему развитию ржавчины, при прочих одинаковых условиях, особенно содействует влажность (сырость).



При сочетании неблагоприятных условий оружие или средства связи могут даже дать отказ в работе. Если не принять своевременно меры к предупреждению развития ржавчины и к удалению ее, то оружие или механизм могут быть приведены в полную негодность.

В особенности это относится к тонким и сложным приборам, как, напр., телефонные аппараты, некоторые механизмы автоматического оружия.

Ткани, одежда легко и долго удерживают газы, поэтому они могут служить источником распространения заражения. Их нужно дегазировать или, по крайней мере, снимать одежду, прежде чем войти в газоубежище.

Сами ткани мало или даже вовсе не страдают от отравляющих веществ.

Для сохранения металлических частей нужен за ними тщательный уход. Предохранить в известной степени можно соответствующими смазками. Наиболее же рационально прятать в особых убежищах.

Штабеля артиллерийских снарядов можно предохранить, покрывая их брезентами.

Отравляющие вещества отравляют пищевые продукты, воду, что делает их непригодными для употребления. В особенности опасно действие стойких веществ. Поэтому все предметы и продукты нужно прежде обращения и употребления подвергать дегазации. Пищу и воду после дегазации можно употреблять не иначе как с разрешения медицинского персонала.

Для предохранения различных предметов и продуктов от воздействия на них отравляющих веществ необходимо укупоривать их, в особенности пищевые продукты и напитки, в непроницаемые для газов, жидкостей и дымов сосуды, обертки... и хранить в местах, защищенных от отравляющих веществ.

Съестные припасы, подвергнувшиеся действию газов, можно допустить в пищу после варки и кипячения. Если же на них осели жидкости и дымы, то их ни в коем случае нельзя не только употреблять в пищу, но и не следует трогать, а уничтожать.

## **6. Характеристика некоторых отравляющих веществ.**

Для характеристики некоторых отравляющих веществ приводится следующая таблица II (см. стр. 76—77).

В пояснение к этой таблице добавим следующее.

Данные столбцов 4, 5, 6 и 7 в известной степени определяют стойкость вещества. В самом деле, чем легче вещество относительно воздуха, тем быстрее оно диффундирует и стремится вверх, что ослабляет концентрацию.



Большая или меньшая растворимость в воде, всегда находящейся в воздухе в виде влажности или в виде осадков, а также в почве, указывает на скорость изменения свойств вещества, ибо растворимое вещество удаляется из воздуха, а в случае вступления с влажностью воздуха в химические реакции меняет свои качества.

Чем выше температуры кипения (столбец 7), тем вещество медленнее испаряется, то есть медленнее обращается в газы и значит оно является более стойким.

Все эти зависимости кратко охарактеризованы в столбце 8. [Столбцы 9 и 10 дают понятие о степени ядовитости вещества. Умножая на эти числа числа столбца 5, получим число граммов вещества в 1 литре, характеризующее также концентрацию. Подобные величины часто приводятся в различных сочинениях. Например для хлорпикрина (строчка 4)

получим  $\frac{5,7 \cdot 1}{50\,000} = 0,00011 \text{ г} = 0,11 \text{ мг}$  на 1 литр воздуха для

столбца 9 и  $\frac{5,7}{200\,000} = 0,000029 \text{ г} = 0,029 \text{ мг}$  для столбца 10.

Для дифенилхлорарсина (строка 10) соответственно найдем

$\frac{9,1}{50\,000} = 0,00018 \text{ г} = 0,18 \text{ мг}$  на 1 литр для столбца 9, и

$\frac{9,1}{10\,000\,000} = 0,00000091 \text{ г} = 0,00091 \text{ мг}$  на 1 л воздуха.]

В столбце 11 указаны виды действия отравляющих веществ на живые существа, начиная с важнейшего и легче получаемого. Последующие виды действия получаются при более продолжительном действии или при высокой концентрации.

## 7. Приемы применения отравляющих веществ в бою.

В бою отравляющие вещества применяются одним из следующих способов:

- 1) артиллерийская стрельба химическими снарядами,
- 2) стрельба из специальных и обыкновенных минометов,
- 3) выпуском отравляющих волн из баллонов, 4) сжиганием ядовито-дымовых шашек, 5) сбрасывание химических бомб самолетами, 6) стрельба ружейными химическими гранатами, 7) метание ручных химических гранат, 8) распыление отравляющих веществ специальными приборами, наземное или самолетное.

Подробно некоторые виды и способы применения отравляющих веществ будут рассмотрены в следующих книгах.

В таблице II в столбце 12 кратко указано, для какого употребления преимущественно назначается то или другое вещество.



ТАБЛ  
характеристик некото

№№ по порядку	Название вещества	Состояние при обыкновенных условиях	Запах	Влияние воды на вещество	Вес паров при весе воздуха, рав- ном единице
	1	2	3	4	5
1	Хлор ( $\text{Cl}_2$ ) . . . . .	газ	удушливый	растворяет	2,5
2	Фосген ( $\text{COCl}_2$ ) . . . .	"	подгнившего сена	разлагается водой	3,4
3	Палит ( $\text{ClCOOCH}_2\text{Cl}$ ) .	жидкость	эфира	растворяет	4,5
4	Хлорпикрин ( $\text{CCl}_3\text{NO}_2$ ).	"	острый	растворяет с трудом	5,7
5	Синильная кислота (HCN) . . . . .	"	горьк. миндаль	растворяет	0,93
6	Бромистый бензил ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Br}$ ) . . . . .	"	"	растворяет с трудом	6,0
7	Бромистый ксилит ( $\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ ) . .	"	"	растворяет с трудом	—
8	Акролеин ( $\text{CH}_2\text{CHCON}$ ).	"	резк. неприятн. прогоркл. масла	растворяет	1,9
9	Дифенилхлорарсин ( $\text{C}_6\text{H}_5$ ) <sub>2</sub> AsCl . . . . .	твердый	слабый приятн.	не растворяет	9,1
10	Дифенилциарсин ( $\text{C}_6\text{H}_5$ ) <sub>2</sub> AsCN . . . . .	"	тоже	растворяет с трудом	—
11	Иприт ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}$ ) <sub>2</sub> S . . .	жидкость	горчичный	не растворяет	5,5

## И Ц А П

рых отравляющих веществ.

Температура в градусах		Стойкость	Приблизительная концентрация		Токсическое действие (глав- нейшее)	Как применяется
Плавения	Кипения		вызывающая сильное раз- дражение в 1 — 2 мин.	выводящая из строя		
6	7	8	9	10	11	12
—	— 33,5	нестойкий	1 : 10 000	1 : 10 000	удушающее	баллоны
—	+ 8,2	"	1 : 50 000	1 : 100 000	удушающее слезоточив.	баллоны артснаряды
—	+109	"	1 : 10 000	1 : 100 000	удушающее слезоточив.	артснаряды
—	+113	полустойкий	1 : 50 000	1 : 200 000	слезоточив. удушающее	артснаряды, ручн. гранаты
—	— 26,5	весьма нестойкий	1 : 2 000	—	общеедovit. на нервную систему	артснаряды
—	+201	стойкий	—	1 : 2 000 000	слезоточив.	"
—	+215	"	—	1 : 2 000 000	слезоточив. удушающее	"
—	+ 52,4	нестойкий	—	—	слезоточив. ядовитый	ручн. гранаты, артснаряды
+ 38	+331	дает нестой- кое облако ядовитого дыма	1 : 50 000	1 : 10 000 000	чихание, слезо- точив. жжение, рвота	артснаряды, ядовит. дымов. шашки
+ 31	+346	то же	1 : 50 000	1 : 10 000 000	то же	артснаряды
+ 14	+217	стойкий	1 : 1 000 000 (60 мин. действ.)	/ —	нарывной, отравляющ.	артснаряды, аэробомбы, спец. приборы для разбрызги- вания



## 8. Индивидуальная защита от отравляющих веществ.

Для индивидуальной защиты дыхательных путей и глаз каждого бойца от действия отравляющих веществ применяются противогазы. Противогаз закрывает лицо непроницаемой для газа оболочкой. Дыхание же производится через особые фильтры-поглотители, действие которых основывается на поглощении (адсорбции) ядовитых примесей (например специальный уголь) и на химических реакциях, обращающих данное вещество в безвредное (например натронная известь с перманганитом). Для задержки ядовитых дымов, которые проходят через такие поглотители, применяются специальные фильтры обычно из особых волокнистых материалов.

Подобным противогазам присущи некоторые недостатки: нельзя сконструировать фильтр-поглотитель, равно пригодный для различных веществ. Противогазы даже в спокойном состоянии человека затрудняют ему дыхание (особенно если он не тренирован), так как фильтр-поглотитель представляет некоторое сопротивление потоку через него воздуха. Работать же с противогазом вообще труднее, так как при работе приходится усиленно дышать.

Можно применять также приборы, дающие кислород из запасных баллонов или приборов, выделяющих его в результате химических реакций, так называемые кислородные приборы.

Такие приборы защищали от всех отравляющих веществ, но имели существенный недостаток сложности пользования, громоздкости, ограниченности времени действия и затруднительности доставки запасных баллонов с кислородом, самая замена сложна и мешкотна, да и невозможна в отравленной атмосфере.

Почти всюду применяются маски с фильтрами.

На этих же основаниях устраиваются маски для животных.

С введением газов нарывного действия стали вырабатывать защитную одежду. Защитная одежда должна не пропускать отравляющих веществ в течение продолжительного времени пребывания в отравленном облаке или зараженной местности и в то же время должна, по возможности, меньше стеснять действие бойцов, быть прочной и не портиться от атмосферных условий. Наконец, она должна быть легка, чтобы не увеличивать заметно носимого груза.

Кроме защитной одежды применялись мази для покрытия ими тела.

Как средства для пропитки защитной одежды, так и состава мазей не были окончательно выработаны к концу войны 1914—1918 гг.



## 9. Меры коллективной защиты от отравляющих веществ.

Мерами коллективной защиты от ядовитых газов являются: 1) газоубежища, устройство которых изучается в курсах фортификации; 2) всякого рода предупредительные меры о готвящемся или начавшемся химическом нападении; 3) дегазация, т. е. очистка от газов тех мест, где они задержались, и тех предметов, которые ими были заражены: обычно осуществляется путем применения веществ, поглощающих газы и осевшие вещества или вступающих с ними в химические реакции, в результате которых получают вещества неядовитые, и 4) сюда же можно отнести все мероприятия по предохранению от действия отравляющих веществ оружия, продовольствия, фуража...

### ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

## ДЫМОВЫЕ ВЕЩЕСТВА.

### 1. Значение дымовых завес.

Для скрытости своих войск и маневров применяются дымовые завесы, которые устраиваются либо в расположении противника, дабы ослепить его, либо могут устраиваться в нашем расположении, чтобы маскироваться от наблюдения противника. Завесы первого рода нередко образуются ядовитыми дымами.

Для получения завесы применяются вещества или образующие дым, то есть распыляющиеся в мельчайшие твердые частицы, которые и висят в воздухе довольно долгое время, или вещества, образующие туман, т. е. мельчайшие пузырьки жидкости. Образующиеся при этом облака дыма или тумана получают название *дымовой завесы*.

Белый дым на практике оказывается более надежным, чем черный. Последний чаще разрывается, не так устойчив, а потому ненадежно маскирует. Для повышения его маскировочных качеств его приходится осветлять (см. ниже — смесь Бергера).

Следует заметить, что выпуск газа (именно вещества газообразного при нормальных условиях) обычно сопряжен с появлением тумана, вследствие охлаждения воздуха, происходящего от расходования его тепла на расширение выпускаемого газа. Поэтому газобаллонные нападения нередко образуют завесу, тем более надежную, чем влажнее воздух.

### 2. Дымовые вещества.

В качестве дымообразующих веществ наиболее широкое применение имеют желтый и красный фосфор, ангидрид серной кислоты, дымящаяся серная кислота, хлорное олово,



четыреххлористый кремний, смесь селитры, нафталина и угля и в ряду еще многих других так называемая смесь Бергера из цинка (25—35%) — четыреххлористого углерода (50—40%) и некоторых других веществ: окись цинка, инфузорная земля или поваренная соль, хлористый аммоний, углекислая магнезия. Дымообразующим в ней является четыреххлористый углерод. Примесь цинка и окиси цинка назначается для осветления черного дыма.

Наиболее широкое применение для образования дымовых завес находит фосфор в обеих алотропических разновидностях.

Для характеристики некоторых дымовых веществ приводится следующая таблица.

ТАБЛИЦА III  
характеристик некоторых дымовых веществ.

Наименование	Состояние при обыкновенных условиях	Какой получается дым	Где применяется
Желтый фосфор . . . . .	твердое	густой, белый, несколько ядовитый	арт. снаряды
Красный фосфор . . . . .	"	густой белый	тоже
Трехокись серы . . . . .	"	белый густой	арт. снаряды, дымовые свечи
Дымящаяся серная кислота . . . . .	жидкость	белый	для выпуска из танков, самолетов
Четыреххлористый кремний . . . . .	"	"	дымовые свечи
Смесь Бергера . . . . .	твердое	черный	свечи

Желтый фосфор загорается на воздухе при обыкновенной температуре. При сгорании образуется густой белый дым — пятиокись фосфора. Из килограмма фосфора образуется 2,33 кг пятиокиси, которая, распространяясь в большом объеме, увеличивает облако за счет воды, привлекаемой из воздуха (до 0,9 кг). Сгорая в воздухе, желтый фосфор причиняет опасные ожоги.

Красный фосфор загорается лишь при 260°С. Он безопасен и неядовит, но и не столь надежно образует дымовое облако, поэтому обычно им в чистом виде не пользовались, а примешивали его к другим веществам, тогда как желтый фосфор употребляли в чистом виде.

### 3. Средства для образования дымовых завес.

Для образования дымовых завес применяются следующие средства:

1) Дымовые свечи, представляющие цилиндрические жестянки, наполненные, чаще всего, смесью Бергера, но снаряжаются также и веществами, дающими ядовитые дымы. Свечи поджигаются особым воспламенителем и способны дымить до 4 мин.

2) Ручные гранаты с продолжительностью дымообразования ок. 45 сек. Снаряжаются либо хлорным оловом (неядовитым) или четыреххлористым кремнием.

3) Стрельба дымовыми снарядами из артиллерийских орудий и минометов.

4) Специальные сумки, ранцы и танки и самолеты для выпуска дымообразующего вещества из особых баллонов.

## ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

### ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ И СВЕТЯЩИЕ СРЕДСТВА.

#### 1. Огнеметание.

Зажигательные составы применяются двояко: для ближнего действия из огнеметов и для дальнего действия в артиллерийских снарядах.

В приборах первого рода применяются горючие жидкости (продукты нефти), которые под влиянием сжатого газа (азота, воздуха) выбрасываются в виде огненной струи на расстояния 20—80 м в течение 40 и более секунд, в зависимости от емкости и устройства аппарата. Зажигание жидкости производится само собою помощью зажигалок, расположенных у места выхода струи из прибора.

Огонь из огнеметов не только может производить пожары и обжигать тело человека, но производит также сильное моральное впечатление. Это средство борьбы является весьма действительным в ближайшем бою, предшествующем схватке врукопашную и для уничтожения заграждений.

#### Зажигательные снаряды.

Действие и устройство зажигательных артиллерийских снарядов будет рассмотрено дальше. Здесь же рассмотрим лишь составы, которые находят себе применение в зажигательных снарядах.

В ряду их наиболее широкое распространение получил термит: смесь окислов железа и порошкообразного алюминия. При горении термит развивает температуру до 3000° С.



Продолжительность горения зависит от состава, степени прес-сования и количества вещества.

Применялись также фосфорно-картушные пули, изготовляемые из фильма, проселитренной ткани и горючей смеси. Были предложены и употреблялись для снаряжения снарядов во время империалистической войны особые пули, представляющие кусочки медной трубки, наполненные смесью из вара, калиевой селитры, селитрованных опилок, серы и алюминия.

### 3. Светящие составы.

Для освещения целей, а также для сигнализации применяются различные *светящие составы*.

Применяются они в артиллерийских снарядах, ракетах и в пулях-звездках особых пистолетов.

Составы эти бывают весьма разнообразны в зависимости от того, какой цвет света желают получить.

В наших светящих снарядах применяют ядра из двух составов, различающихся по скорости горения: 1) медленно-горящий, 2) быстро-горящий, дающих голубовато-белый цвет.

#### ПРИМЕРНАЯ ПРОПОРЦИЯ СОСТАВОВ

	1 сорт в %	2 сорт в %
Азотно-кислого бария . . . . .	80	65,5
Аммония в порошке . . . . .	15	10,5
Олифы . . . . .	7	12
Пороховой мякоти . . . . .	4	28

---

<sup>1</sup> Светящее действие и светящие составы, хотя и не относят обычно к химическим средствам борьбы, но нам кажется, что о них наиболее уместно сказать в этом отделе.

#### ОТДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ.

### БОЕВЫЕ СВОЙСТВА АРТИЛЛЕРИИ.

#### ГЛАВА ДЕВЯТАЯ.

### ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ. ПОДВИЖНОСТЬ.

#### 1. Понятие о действительности орудия.

Боевые задачи, выпадающие на долю вооруженных сил государства, как и вообще всякая иная работа, успешнее выполняются при пособии различных видов орудий.

Всякое орудие, для выполнения какой бы работы оно ни назначалось, должно давать возможность *достичь (при пользовании им, при его пособии) поставленной задачи в кратчайший срок, должно, иначе говоря, дать надлежащий желаемый результат в кратчайший срок.*

Орудие, обладающее подобным свойством, называют *действительным*.

Чтобы орудие было действительным, оно должно удовлетворять многим требованиям, вытекающим из условий работы и поставленных задач.

Прежде всего орудие должно удовлетворять условиям легкой незатруднительной доставки его к месту употребления и удобству обращения с ним. Без удовлетворения этим двум требованиям, самое совершенное, в смысле быстрого достижения поставленной цели, орудие не может быть признано действительным.

Применительно к военному оружию требование легкости доставки к месту употребления и удобство и простота приемов обращения с ним выражаются словом *подвижность*.

Итак, в понятие *подвижность оружия* будем включать *легкость и незатруднительность доставки орудия на место его боевого употребления, легкий незамедлительный переход из походного положения в боевое и обратно из боевого в походное и легкое неусттомительное простое обращение с ним в бою, при всякой обстановке.*

Когда орудие подготовлено к бою, тогда при решении боевых задач оно должно в кратчайший срок нанести возможно большее поражение противнику.



Это свойство оружия называется *могуществом*.

Сражение, а тем более война, продолжаются значительное время. Необходимо, чтобы орудие действовало во все время сражения и даже войны безотказно, и притом при всяких обстоятельствах и при всякой боевой обстановке. Эту способность орудия будем называть *живучестью*.

Этот перечень основных требований или свойств не совсем полон. Орудие может лишь тогда проявить всю силу своего действия и свою живучесть, если оно будет обильно снабжено боевыми припасами. Последнее условие зависит не только от достаточного количества боевых запасов в складах фронтов и в тылу, но, главным образом, от своевременной доставки их на огневые позиции. Поэтому необходимо расширить понятие о подвижности включением в него безостановочной, своевременной и незатруднительной доставки боевых припасов. Однако подобное дополнение, будучи совершенно уместным, вызывает и некоторые возражения в том смысле, что своевременность и безотказность в доставке боевых припасов характеризуют не орудие как таковое, а организацию дела снабжения и транспорта в очень широком понимании, вплоть до надлежащего оборудования заводов и снабжения их необходимым сырьем.

Все эти вопросы выходят за пределы намеченной программы. Поэтому ограничимся лишь указанием на необходимость, для проявления оружием всех его боевых качеств, *своевременного и достаточного снабжения его боевыми припасами*, но детализировать этого вопроса не будем.

Таким образом к военному оружию из требований его действительности возникают требования *подвижности, могущества и живучести*.

Эти требования в известной мере противоречивы, и при выборе орудия и его конструировании необходимо оценить относительное их значение, исходя из тех задач, которые предполагается решать при пособии данного оружия.

Кроме этих требований, вытекающих из условий службы орудий, их назначения, не лишнее, конечно, оглядываться на *экономическую сторону вопроса*. Отмечая здесь требования экономического порядка, мы, однако, не видим необходимости уделять им очень много внимания, ибо орудие должно быть *технически совершенным*. Только с таким оружием в руках боец будет чувствовать себя уверенно в бою.<sup>1</sup>

## 2. Положение артиллерии среди других войск.

Поражение живых целей, само собою разумеется, требует более слабого действия, чем разрушение мощных броневых

<sup>1</sup> В конце этого отдела будут лишь отмечены некоторые меры экономического порядка.



закрытий, или иных мертвых преград. Этим объясняется большое разнообразие как видов самих орудий, так и снарядов к ним.

Если задаться целью поражения только живых целей, то орудие получается настолько легким, что им может быть вооружен каждый боец, и в этом случае при весьма малой мощности получается наивысшая подвижность оружия — оно может быть доставлено всюду, куда только может пробраться сам воин.

Но с таким оружием можно решать лишь ограниченное число боевых задач. Поэтому, на ряду с *ручным оружием*, составляющим вооружение, главным образом, пехоты и кавалерии, для решения боевых задач привлекаются орудия, обладающие меньшею подвижностью, но большим могуществом — *артиллерийские орудия*.

Артиллерийские орудия, в свою очередь (в зависимости от боевых задач и условий их выполнения), разделяются на многие виды и типы, неизменно сочетая необходимые, в каждом данном случае, могущество и подвижность.

Большое могущество и достаточная подвижность и определяют положение артиллерии в ряду других войск: пехоты и кавалерии.

Обладая большою силою отдельного снаряда, многообразными видами их действия и способностью действовать с дальних расстояний, артиллерия может и должна подготовить успех тому роду войск, с которыми она действует, *довести пехоту до удара в штыки, содействовать успеху этого удара, а в случае неудачи поддержать пехоту и сдержать натиск противника*.

### 3. Подвижность.

Тесная связь, которая должна существовать между различными родами войск, при выполнении ими боевых задач, обязывает артиллерию быть всюду с ними, всюду и всегда поддерживать их своим мощным огнем.

Отсюда вытекает требование подвижности артиллерийских орудий.

Как уже замечено выше, понятие подвижности может быть расчленено на:

а) подвижность в смысле легкости передвижения орудия в целях маневрирования и доставки к месту боевого употребления — *подвижность маневренная*;

б) подвижность в смысле легкости и удобства перехода из походного в положение боевое и обратно;

в) в смысле удобства обращения с орудием в боевом положении.



#### 4. Подвижность маневренная.

Маневренная подвижность имеет особое значение для тех артиллерийских войск и их орудий, которые назначаются для действия с войсками в полевых боях, успех работы которых основывается, между прочим, на развитии маневра.

Для некоторых видов артиллерийских войск и их орудий подвижность маневренная почти совершенно теряет значение, например некоторых береговых орудий, устанавливаемых в башнях.

Подвижность маневренная складывается из нескольких отдельных требований.

1. *Легкость на ходу*, т. е. способность повозки орудия к передвижению при небольшом усилии для их перемещения — *тяги*. Чем при меньшем усилии, чем при меньшей тяге повозка перемещается, тем она легче на ходу.

Но величина усилия, одна сама по себе, не может служить еще мерой легкости на ходу. Ведь, если усилием в 80 кг (5 пуд.) перемещается повозка весом 640 кг (40 пуд.), а другой раз усилием 160 кг перемещается повозка весом 1600 кг, то сказать, что первая легче на ходу, нельзя. Для сравнимости, нужно взять усилие, отнесенное к единице перемещаемого груза. В первом случае усилием в 1 кг перемещается груз в 8 кг, а во втором 10 кг. Теперь ясно, что вторая повозка требует для движения меньшего относительного усилия. Поэтому за меру легкости на ходу принимают *отношение тяги к перемещаемому грузу*. Чем меньше это отношение, т. е. чем меньшим усилием, меньшею тягою, будем перемещать больший груз, тем повозка легче на ходу. В приведенном выше примере легкость на ходу первой повозки  $\frac{1}{8}$ , а второй  $\frac{1}{10}$ . В наших военных повозках легкость на ходу, при горизонтальной местности и хорошей дороге, колеблется от  $\frac{1}{18}$  до  $\frac{1}{25}$ . При уклонах местности и дурной дороге это отношение может увеличиться во много раз.

Для увеличения легкости на ходу полезно увеличивать радиус колес, так как в этом случае колеса легче будут перекатываться через всякие препятствия (камни, выбоины); увеличивать ширину шины, — колесо меньше загружает в грунт. С этою целью на колеса орудий тяжелых систем надеваются башмачные обода и, несмотря на большой вес этих ободов, передвижение системы по мягкому грунту совершается сравнительно легко, тогда как без них движение невозможно; утонять концы осей, уменьшать радиус втулки, чтобы уменьшить плечо трения на втулке, применять смазку и особые вкладыши во втулки для уменьшения трения, подрессоривать повозку, так как в этом случае, при преодолении неровностей пути, менее расходуется силы движителя на подъем центра тяжести повозки.



В тех же видах — уменьшение работы двигателя на подъем центра тяжести — делается так называемый *разбег* колеса, т. е. возможность колесу перемещаться, в узких пределах, вдоль по оси. При наличии разбега, при небольших препятствиях (камни булыжной мостовой), колесо обходит их, не перекатываясь через них.

Ко всем этим мерам надо, однако, относиться осмотрительно, чтобы не получить отрицательного результата. Так, при увеличении радиуса колеса и ширины шины может получиться большой вес колеса, и повозка будет весьма тяжелой; уменьшение радиуса втулки может повлечь значительное ослабление прочности концов осей...

Подвижность зависит также от способов запряжки. Упряжь не должна стеснять двигателя, должна смягчать толчки и удары, для чего делают пружинные сберегатели в месте соединения постромок с повозкой, а также упругое соединение дышла с повозкою. Постромкам или оглоблям придается некоторый угол наклона ( $8 - 10^\circ$ ) передним концом кверху с тем, чтобы при всяких неблагоприятных условиях двигатель работал несколько на подъем, а не нажимал бы повозку книзу, что потребовало бы от него развития больших усилий.

В настоящее время широко применяется для передвижения артиллерии *механическая тяга*.

Механическая тяга находит себе широкое применение для перевозки не только тяжелых, но и легких артиллерийских орудий. Применяются различные виды механических двигателей: грузовики, тракторы, которые либо везут орудия как груз, либо тянут за собой в виде прицепных повозок. Тип буксирующий или, как его называют, *тракторный* по опытам оказался более удобным в отношении маневрирования. Разработаны также системы *самоходной* артиллерии, т. е. такой, в которой орудие составляет одно целое с двигателем.

Принятие механической тяги дает следующие выгоды: а) большая скорость движения — до 40 км в час, б) сокращение длины походных колонн на 10 — 15%, в) увеличение дневного перехода, г) меньший объем и вес грузов, необходимых для работы сравнительно с весом и объемом фуража, д) уменьшение числа людей и е) меньшая уязвимость газами.

Применение механической тяги в большой степени облегчает вопрос о маневрировании орудий большого могущества, тяжелых, в особенности при необходимости продолжительного движения.

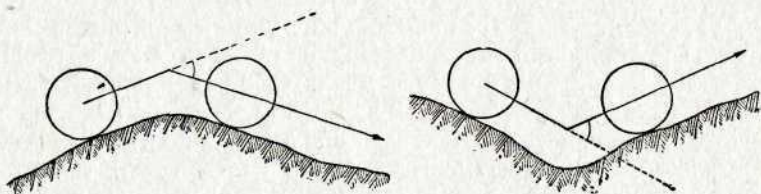
Механическая тяга дает возможность выполнить не только тактическое маневрирование, на данном боевом участке, но и выполнять маневры большого масштаба, вплоть до переброски орудий с одного участка театра военных действий на другой или даже на другой театр военных действий.



Артиллерия, благодаря применению механической тяги, стала способна к *стратегическому* маневрированию.

Один из полков французской тяжелой артиллерии в 7 дней прошел около 300 км по дорогам, покрытым снегом и испорченным распутицей.

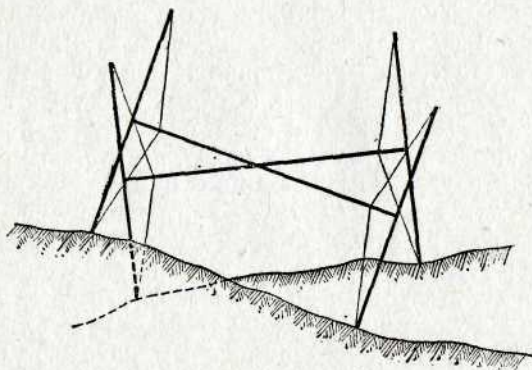
Благодаря применению механической тяги представилось возможным быстро перебрасывать мощные артиллерийские



Черт. 29.

орудия в больших количествах, осуществляя столь важный в военное время принцип внезапности.

2. *Гибкость*, под которой понимают способность повозки преодолевать поперечные неровности местности без повреждений. Например, переход через канавы, овраги, бугры, насыпи, причем может получиться такое положение, что



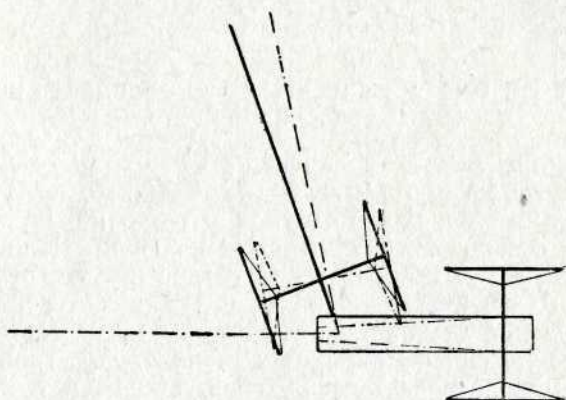
Черт. 30.

передний ход спускается с крутости, а задний на нее поднимается, или наоборот (черт. 29).

3. *Независимость ходов* — способность преодолевать неровности местности без повреждений. Например, передний ход стал так, что левое колесо выше правого, а задний наоборот, правое колесо выше левого (черт. 30).

4. *Поворотливость* — способность совершать поворот в обратный путь на возможно малой площади (черт. 31).

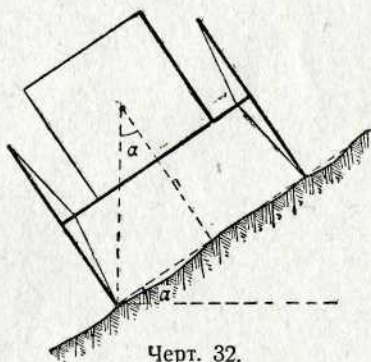
Эти три свойства достигаются в артиллерийских повозках почти исключительно способами *соединения ходов* и первые два измеряются углами излома одного хода в отношении другого. В системах полевых лафетов угол гибкости ок.  $30^\circ$  и независимо достигает  $20^\circ$ .



Черт. 31.

Поворотливость измеряется тою наименьшею шириною дороги (площади), на которой повозка может повернуться в обратный путь.

Для увеличения поворотливости, как видно из черт. 31, полезно кроме способа соединения ходов суживать задний ход (пунктир). Можно достичь ббльшей поворотливости уменьшением радиуса колес переднего хода, но эта мера в артиллерийских повозках не применяется в видах достижения однообразия материальной части, а главным образом, потому, что с уменьшением радиуса колес уменьшается легкость на ходу. Наконец, для увеличения поворотливости полезно относить точку соединения ходов назад от передней оси. Но это имеет то неудобство, что всякая задержка, толчок заднего хода сказывается резким качанием дышла, а значит беспокоит движителя, что конечно неудобно. Поэтому этою мерою пользоваться можно очень осмотрительно.



Черт. 32.

5. *Устойчивость* — способность двигаться по косогорам или через препятствия не опрокидываясь (черт. 32).



Для достижения устойчивости следует располагать центр тяжести возможно ниже, применяя рациональное распределение груза, или изогнутые коленчатые оси, увеличивать расстояние между колесами, насаженными на одну и ту же ось, — увеличивать *ширину хода*. Угол, на который может наклониться повозка не опрокидываясь, служит мерою устойчивости. Достигает 30°.

## **5. Легкость и быстрота перехода из походного положения в боевое и обратно.**

Легкость и быстрота перехода из походного положения в боевое и обратно требуются наивысшие; в пределе, желательно, чтобы переход этот, требуя возможно меньшего усилия от прислуги, совершался немедленно. Для некоторых систем полевых легких орудий это достигается путем целесообразного способа соединения ходов повозки, причем задний ход ее представляет систему орудия в боевом порядке, таковы, например, системы орудий полевой легкой артиллерии (76-мм полевая пушка, полевая гаубица и т. п.).

В орудиях полевой тяжелой артиллерии, вследствие большого веса, время требуется на переход из походного положения в боевое уже значительно большее — около 10 минут; в тяжелой артиллерии около 1 часа и более. Если требуется настилка платформы, устройство оснований, то это время может возрасти до нескольких часов и даже дней для орудий позиционной артиллерии.

В общем это время значительно может быть сокращено путем рационального устройства системы орудий и вспомогательных средств (подъемов, направляющих). Так, например, 15-см (6-дм.) пушка обр. 1904 г. при весе системы в походном порядке 5,9 т (362 пуд.) и в боевом 5,3 т (325 пуд.) требует для перехода из одного порядка в другой около 3 часов; тогда как 15-см (6-дм.) пушка образца 1909 г., несмотря на то, что тело орудия возится на особой повозке и при соответствующих весах 7,7 т и 5,7 т, т. е. значительно больших (соответственно на 30% и 8%), требует всего около 20 минут, именно благодаря рациональности устройства приспособлений.

## **6. Подвижность боевая (гибкость огня, огневой маневр).**

Подвижность в смысле удобства действия в боевом положении сводится к требованиям легкости и быстроты переноса огня с одной цели на другую, к требованию „управления траекторией“, быстроты изменения дальности и направления, т. е. *гибкости огня* и удобства действия для производства большого числа выстрелов в единицу времени, т. е. *скорострельности*, чтобы иметь возможность менять направле-



ность огня, его оттенки. Сочетание этих двух требований дает возможность вести гибкий огонь, легко изменяемый в пространстве и во времени.

Первое требование удовлетворяется конструированием системы возможно малого веса, приданием широкого поворота при помощи поворотного механизма, приданием быстро и больших углов возвышения и склонения, принятием мер, уменьшающих или устраняющих загрузку системы (как колес, так и хобота). С этой целью принимают в некоторых системах довольно большого веса, так называемые, башмачные обода, которые к стати служат и для достижения большей легкости на ходу (увеличение ширины шины), или особые маты, подкладываемые под колеса. Для уменьшения загрузки хобота, у последнего делаются особые опорные площадки значительного размера.

Для достижения большого вертикального и горизонтального обстрела устраиваются подъемные и поворотные механизмы, допускающие изменения в углах возвышения и поворота в возможно широких пределах. В пушках угол возвышения обыкновенно колеблется между  $-5^{\circ}$  и  $+40^{\circ}$  (знак минус выражает угол склонения — ось канала орудия опускается ниже горизонта, а плюс, что эта ось идет выше горизонта), у гаубиц желательна до  $70^{\circ}$ , но обычно тоже до  $40^{\circ}$ . Впрочем, у пушек специального назначения, как, например, для действия по воздушным целям, тоже требуется весьма большой угол возвышения до  $70-80$  и более градусов.

Что касается угла поворота, то в принятых у нас системах колесных лафетов он не велик, от 2-х до  $3^{\circ}$  в каждую сторону от срединного положения, т. е. всего  $4-6^{\circ}$ .<sup>1</sup>

Углы возвышения и поворота в связи с досягаемостью орудия дают представление о той площади, в пределах которой можно из данного орудия обстреливать цели. Огонь может быть в пределах этой площади быстро, в зависимости от быстроты действия подъемными и поворотными механизмами, переносим с одной цели на другую и сильно на них обрушиваться, в зависимости от скорострельности орудия. Все это дает представление о *гибкости огня*.

Поэтому за меру гибкости огня можно предложить брать величину *площади, обстреливаемой данным орудием, не перемещая его хобота*, а только в пределах, допускаемых работой поворотного и подъемного механизмов. Эту площадь, при данных наибольшей дальности стрельбы и углах обстрела в горизонтальной плоскости, при работе только поворотным механизмом легко подсчитать, принимая досягаемость за радиус круга.

<sup>1</sup> В новейших системах полевой артиллерии (например в САСШ) разработаны лафеты, допускающие стрельбу при углах возвышения до  $80^{\circ}$  и углы поворота до  $30^{\circ}$  и даже более.



Для 76-мм полевой легкой пушки эта площадь получается 3,0 км<sup>2</sup>, для 122-мм полевой гаубицы 1,8 км<sup>2</sup>, для 107-мм пушки образца 1910 г. 5,2 км<sup>2</sup> и т. п. Если бы 76-мм пушка имела угол поворота не по 2°45' в каждую сторону, а по 15°, как это достигнуто в некоторых новейших системах, то для нее обстреливаемая площадь была бы ок. 18 км<sup>2</sup>, то-есть в 6 раз больше.

Второе — *скорострельность* зависит от степени технического совершенства системы, причем это совершенство заключается в легкости и быстроте действия всеми механизмами: затвором, поворотным, подъемным, прицельными приспособлениями и пр., лафет должен быть спокойным, устойчивым, безоткатным с плавным самонакатыванием. Для использования всех данных системы необходима соответствующая подготовка личного состава орудийного расчета.

Скорострельность одного и того же орудия может изменяться в довольно широких пределах в зависимости от того, к каких условиях ее определять. Этим и объясняется то разнообразие числовых данных, которые приводятся для характеристики скорострельности того или другого орудия. Это необходимо иметь в виду при сравнении орудий по скорострельности.

Обычно скорострельность, возможную для данного орудия, ограничивают из опасений причинить повреждения системе орудия.

Скорость стрельбы из орудий в бою при решении поставленной задачи обуславливается, главным образом, не конструктивными данными орудий и сноровистостью работы орудийного расчета, а необходимостью сбережения материальной части, возможности наблюдения за ее состоянием и возможным расходом боевых припасов.

Однако, в случае крайней необходимости, допускается развивать наибольшую скорость стрельбы, соблюдая все меры к сохранению материальной части и допуская такую скорую стрельбу лишь самое короткое время.

Вообще же рабочая скорострельность определяется сочетанием надлежащей мощности огня с некоторою среднею изнашиваемостью материальной части.

Для некоторых орудий установлены следующие нормы скорости ведения огня (см. табл. IV).

Скорострельность измеряется числом выстрелов в минуту. Получаемая при стрельбе скорострельность характеризуется следующими приблизительными данными. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> При одинаковой степени совершенства устройства системы орудия скорострельность, с увеличением калибра, падает.

Скорострельность иногда определяют: рекордную, которую можно получить при самых благоприятных условиях; скорострельность, получаемую при средних качествах личного состава, при соблюдении точной наводки и скорострельность, допустимую в боевых условиях, зависящую от общей продолжительности стрельбы.

Большинство крупнокалиберных береговых орудий на открытых установках  $\frac{1}{3}$ .

305-мм гаубицы позиционной артиллерии . . .	$\frac{1}{3}$
280-мм, 203-мм гаубицы тяжелой артиллерии .	2
152-мм осадная пушка обр. 10 г. . . . .	3
122-мм и 152-мм гаубицы обр. 09 и 10 гг. . .	2
107-мм скоростр. пушка обр. 10 г. . . . .	5
76-мм полевая пушка обр. 02 г. . . . .	10
76-мм горная обр. 09 г. . . . .	10

ТАБЛИЦА IV

норм скорости ведения огня для некоторых орудий в зависимости от продолжительности стрельбы.

Название орудия	Общая продолжительность стрельбы	Наибольшее допустимое число выстрелов в одну минуту
76-мм полевая легкая пушка образца 1902 г. . . . .	до 3 мин.	6 выстрел.
	" 15 "	3 "
	" 60 "	1 "
107-мм полевая пушка образца 1910 г. . . . .	" 3 "	4 "
	" 15 "	2 "
	" 60 "	1 "
122-мм полевая гаубица образца 1909 г. и 1910 г. . . . .	" 3 "	2 "
	" 15 "	1 "
	" 60 "	$\frac{1}{4}$ "
152-мм полевая гаубица образца 1909 г. . . . .	" 3 "	2 "
	" 15 "	1 "
	" 60 "	$\frac{1}{4}$ "

Гибкость огня является весьма ценной данной, позволяющей решать многие тактические задачи с одной позиции, одной батареей небольшого числа орудий. Пострелявши по одной цели методически, спокойно, батарея может всю силу обрушиться на внезапно появившуюся цель и, нанеся смерть и смятение в ее рядах, снова, без замедления, обратиться на первую, или, если потребуется на новую цель, хотя бы в другом конце боевого участка.

Скорострельность имеет значение в том смысле, что дает возможность нанести быстро решительное действие. Опыт показывает, что части войск выносят большие потери (до 50% состава), если эти потери наносятся в длительный промежуток времени. Потери же сравнительно незначительные,



но понесенные в короткий промежуток, могут принудить часть к отступлению.

Можно сказать, что скорострельность орудий не характеризует их могущества. Ведь скорострельным может быть и пулемет. Но скорострельность увеличивает *мощность* орудий, т. е. силу поражения в единицу времени. Это очень важное значение скорострельности.

Однако, как сказано, скорострельность ограничивается необходимостью беречь материальную часть. Поэтому выход из положения может быть найден в применении большого числа орудий для выполнения данной задачи—*массирование артиллерии*.

## ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

### МОГУЩЕСТВО АРТИЛЛЕРИИ.

#### 1. Общее понятие.

Могущество оружия обнаруживается при производстве ряда выстрелов—при стрельбе.

Оно складывается из: 1) дальнобойности, 2) высокобойности, 3) крутизны траектории, 4) кучности, 5) меткости, <sup>1</sup> и 6) надлежащего действия снарядов.

#### 2. Дальнобойность.

Дальнобойность — способность оружия бросать свои снаряды на возможно большие расстояния. За меру дальнобойности принимают наибольшую дальность, на которую данное орудие может бросить снаряд.

Для увеличения дальнобойности необходимо сообщать снаряду правильный полет, увеличивать начальную скорость снаряда, увеличивать вес снаряда и придавать ему такую форму, при которой сила сопротивления воздуха была бы возможно меньше.

---

<sup>1</sup> В курсах артиллерии обычно понятие кучности не выделялось, входя в понятие меткости, причем самое понятие меткости понималось как величина, обратная рассеиванию. Между прочим в официальном наставлении для стрельбы из винтовок понятия кучности и меткости разделялись еще в 1914 г. (§§ 24 и 26, изд. 1914 г.).

Разделение этих двух понятий, — кучности и меткости — уже проведено мною в „Кратком курсе артиллерии“, приобретенном и изданном ГУВУЗ в 1919 году.

Такое разделение двух понятий является существенно необходимым как для правильного понимания, так и для оценки тех данных, от которых они зависят.

От сочетания кучности и меткости зависит поражение цели, как это будет изложено дальше.

При некотором определенном значении перечисленных данных, дальность полета возрастает с увеличением угла возвышения до некоторой величины, близкой к  $40^{\circ}$  —  $44^{\circ}$ ; при дальнейшем увеличении угла возвышения за угол наибольшей дальности дальность полета убывает.<sup>1</sup>

Для суждения о влиянии различных данных на дальность полета воспользуемся таблицами стрельбы<sup>2</sup> орудий, стреляющих переменными зарядами и снарядами различного веса и формы.

ТАБЛИЦА V

изменений дальности в зависимости от величины начальной скорости.

Название орудия	Начальная скорость в метрах в секунду.	Дальности в метрах, получаемые при углах возвышения			
		$6^{\circ}42'$	$16^{\circ}51'$	$34^{\circ}5'$	—
122-мм гаубица образца 1909 и 1910 г.	297(100%)	2134(100%)	4267(100%)	6400(100%)	—
	259 (87%)	1681 (79%)	3390 (79%)	5185 (81%)	—
	221 (74%)	1267 (59%)	2545 (60%)	3904 (61%)	—
152-мм пушка образца 1904 г.		$6^{\circ}4'$	$12^{\circ}18'$	$21^{\circ}4'$	$37^{\circ}50'$
	464(100%)	3200(100%)	5333(100%)	7468(100%)	9601(100%)
	338 (73%)	2343 (73%)	4160 (78%)	5995 (81%)	7928 (83%)
	241 (52%)	1197 (37%)	2227 (42%)	3418 (46%)	4593 (48%)

Числа этой таблички (в особенности выражающие проценты) показывают: 1) изменение начальной скорости вызывает изменение дальностей, вообще говоря, относительно большее, чем изменение самой скорости, и 2) изменение начальной скорости более резко сказывается на малых дистанциях, чем на больших.

<sup>1</sup> При стрельбе на очень большие расстояния, когда снаряд поднимается очень высоко и большую часть своей траектории пролетает почти что в безвоздушном пространстве, наибольшая дальность получается при углах возвышения больших  $40^{\circ}$ , а именно между  $50^{\circ}$  и  $55^{\circ}$ . При этом угле снаряд попадает в весьма разреженное воздушное пространство (безвоздушное) под углом ок.  $45^{\circ}$  к уровню, разделяющему (мысленно) воздушное от безвоздушного пространства, а этот угол ( $45^{\circ}$ ) и есть, как показывают подсчеты, угол наибольшей дальности для полета в безвоздушном пространстве.

<sup>2</sup> Так называются таблицы, в которых собраны все данные, необходимые для стрельбы из данного орудия и решения различных задач.



ТАБЛИЦА VI

влияния изменений веса снаряда и калибра орудия на дальность полета снаряда.

Название орудия	Вес снаряда в кг	Дальности в метрах при углах возвышения		
		2°31'	7°24'	15°17'
76 - мм пол. легкая пушка . . . . .	6,51(100%)	2134(100%)	4267(100%)	6400(100%)
	6,39 (99%)	2027 (95%)	3996 (94%)	6053 (94%)
107-мм скор. пушка .	16,6 (250%)	2304(108%)	4659(109%)	7079(111%)
280-мм пушка в 35 кал.	344,0(5250%)	2650(124%)	6315(148%)	10461(163%)

Увеличение веса снаряда сказывается заметным увеличением дальности, причем это увеличение сказывается более резко, более заметно на больших дистанциях.

Влияние формы головной части снаряда сказывается на величине силы сопротивления воздуха, причем, как показывают исследования, наиболее существенное значение имеет не вид кривой, по которой очерчивается головная часть, а высота головной части, и чем высота больше, тем сопротивление воздуха меньше и дальность полета больше. При переходе к длине головной части до 1,75 калибра сопротивление воздуха стало меньше, чем на снаряды, применявшиеся ранее и имевшие высоту головной части 1,5 калибра процентов на 20. При стрельбе из 107-мм пушки образца 1910 г. при начальной скорости 1900 фут.-сек. получают дальности при углах:

3°54'	11°50'	25°51'	35°10'	{ для гранаты с обычн. очертан. головн. части.
1500 (100%)	3000 (100%)	4500 (100%)	5000 (100%)	
1586 (106%)	3215 (107%)	4922 (109%)	5607 (110%)	
				{ для гран. с удлин. головн. части.

Еще более разительно влияние заостренности головной части снаряда на дальность полета можно усмотреть из таблиц стрельбы для 120-мм пушки в 50 калибр. длиной. Хотя, правда, вес остроголового снаряда больше на 12,5%, но и скорость меньше на 6,5%, дальность при угле около 34°, вместо 6 600 саж., получается 8 000 саж., т. е. больше на 21%.

По опытам в Америке со снарядами с различным очертанием головной части получились результаты, приведенные в таблице VII.

ТАБЛИЦА VII

влияния изменения очертания головной части снаряда на дальность полета снаряда.

305-мм пушка $V_0 = 920$ м/сек. вес снаряда 385 кг							
Радиус головной части . . .	2d	3d	4d	5d	6d	7d	8d
Дальности . . . . .	17100	18950	20350	21350	22700	23200	23800

С целью уменьшения силы сопротивления воздуха необходимо закруглять или скашивать донную часть снарядов, а также делать их поверхность полированной. При выполнении этих мер дальность увеличивается.

Иногда случается, что снаряд совершенно не врезается в нарезы, или с него срывается пояс, тогда дальность полета резко убывает, и это влияние, как случайное, не поддается учету, но указывает, что на дальность большое влияние оказывает правильность полета, зависящая, в свою очередь, от надлежащего центрования и вращения снаряда.

Дальность имеет важное боевое значение. Обладая большей дальностью орудий, чем у противника, мы сможем раньше его поражать, не неся сами потерь. Будем дольше держать его, до сближения под огнем, что важно не только в смысле потерь, но и в моральном отношении. При большой дальности получается возможность сосредоточения огня при разбросанном расположении батарей; чаще представится возможность продольного обстреливания некоторых участков позиций противника, так как позиции вообще имеют изломанное расположение, а не прямое; продольный же, фланговый, огонь дает в 4—5 раз лучшие результаты, чем фронтальный, почему для достижения той же задачи потребуется меньше времени, или меньше снарядов и орудий. При фланговом огне можно ближе подпускать свою пехоту к обстреливаемой площади без опасения нанести ей поражение. При большой дальности в известной степени понижается острота требований маневренной подвижности.

При орудиях, обладающих большой дальностью, можно располагать батареи, эшелонируя их в глубину (в несколько линий одна позади другой); можно дольше удерживать батареи на одной позиции, несмотря на продвижение пехоты вперед, а это весьма важно, так как перемена позиции сопряжена с прекращением огня батареи на время переезда. Эшелонированное расположение батарей выгодно в смысле большей свободы в выборе позиций для них, и, в



случае необходимости перемены позиции, это может быть сделано эшелонами, не прекращая огня батарей, остающихся на месте.

### 3. Высокобойность.

С развитием авиации, являющейся новым врагом артиллерии, к артиллерийским орудиям стали предъявлять новое требование *высокобойности*, понимая под высокобойностью способность орудия бросать свои снаряды на возможно большую высоту.

Как известно, наибольшая, рекордная, высота подъема современных аэропланов достигает 12 км. Высота же боевая, вообще говоря, меньше этой рекордной и для различных типов боевых самолетов колеблется от 200 м до 8 000 м. Орудия, назначаемые для борьбы с самолетами, должны иметь высокобойность не только не меньше боевой высоты полетов самолетов, но и значительно ее превосходить.

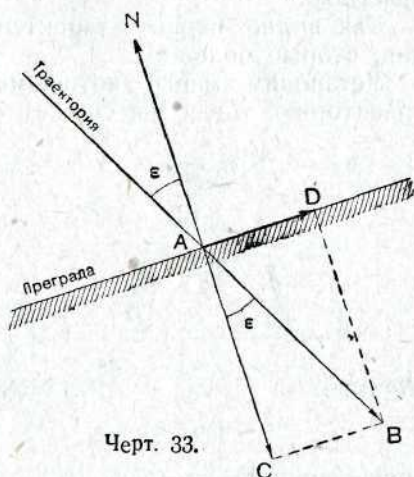
Для достижения высокобойности служат те же средства, что и для достижения дальноточности. Кроме того от лафета требуется большой угол возвышения до  $70^\circ$ — $80^\circ$  и даже до  $85^\circ$ — $90^\circ$ .

### 4. Крутизна траектории.

Цели могут быть или горизонтальные (близки к горизонтальным) или вертикальные (близки к вертикальным). Для успешного действия по целям необходимо, чтобы снаряды падали на цель по направлению, возможно близкому к *нормали* (перпендикуляру), к их поверхности. В самом деле: снаряд углубляется в преграду тем больше, чем больше его скорость в момент удара. Скорость снаряда, как вообще всякого движущегося тела, направлена по касательной к траектории в рассматриваемой точке, или, так как траектория очень мало искривляется на небольшом протяжении, то обычно конец траектории принимают за прямую линию и можно считать, что скорость снаряда, при падении, направлена по траектории. Пусть отрезок  $AB$  (черт. 33) выражает по величине и направлению скорость снаряда при падении. Разложим ее на две слагаемые:  $AC$ , по нормали к поверхности преграды и  $AD$  по направлению, перпендикулярному нормали. Тогда  $AC = AB \cos \epsilon$  и  $AD = AB \sin \epsilon$ . Углубление будет тем больше, чем больше  $AC$ , ибо  $AD$  стремится заставить снаряд соскользнуть с цели (рикошетировать) и при угле  $\epsilon$  достаточно большом снаряд может действительно не углубиться, а отразиться от поверхности цели. Угол между нормалью и направлением полета снаряда (касательной к траектории) в точке падения называется углом *встречи*. Значит необходимо, чтобы угол встречи был по возможности меньше, а это приводит к выводу, что при стрельбе по вер-

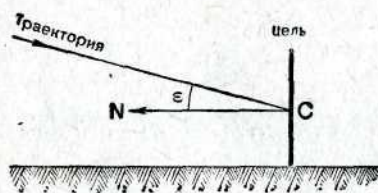
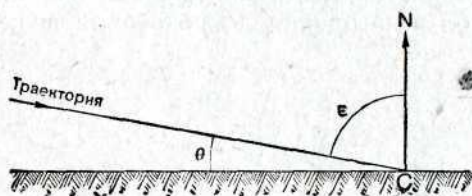
тикальным целям нужно стремиться получить угол падения возможно меньше, по целям горизонтальным, напротив, возможно больше (черт. 34).

Бывают случаи, когда вертикальная цель закрыта спереди, например пороховые погреба окружаются валами, опорные стенки крепостных сооружений и т. п. В таких случаях необходимо направить так траекторию, чтобы снаряд, миновав закрытие, попал в цель с наименьшим возможным углом встречи, т. е. в данном случае приходится подбирать так траекторию, чтобы она проходила через две точки: цель и гребень прикрывающего (черт. 35).

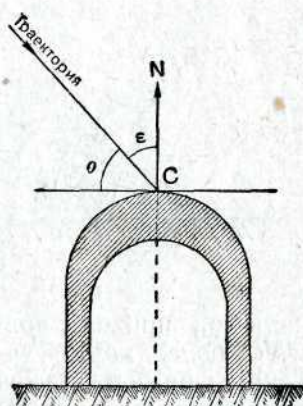


Черт. 33.

Это указывает на необходимость иметь средства менять виды траектории сообразно положению цели. Причем это касается лишь небольшого участка траектории близ точки



Черт. 34.



падения, той части траектории, которая бьет прогивника (цели), так как угол встречи зависит от величины угла падения.

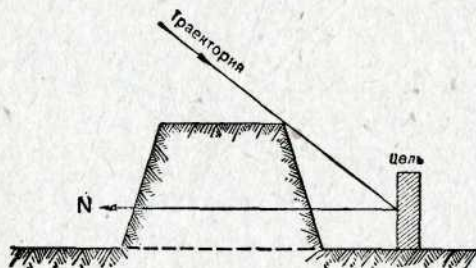
Заметим, что траектория, возможно близкая к горизонтальному направлению, имеющая малый угол падения, назы-



вается *настильной, отлогою, прицельною*; траектория, имеющая большой угол падения, более  $30^\circ$ , называется *крутою, навесною*.

Как видно, первые характеризуются малым углом падения, вторые большим.

Установим меры, которыми можно получить отлогую траекторию, тогда мы сможем также установить меры, действуя в обратном направлении, для получения траектории, крутой, навесной.

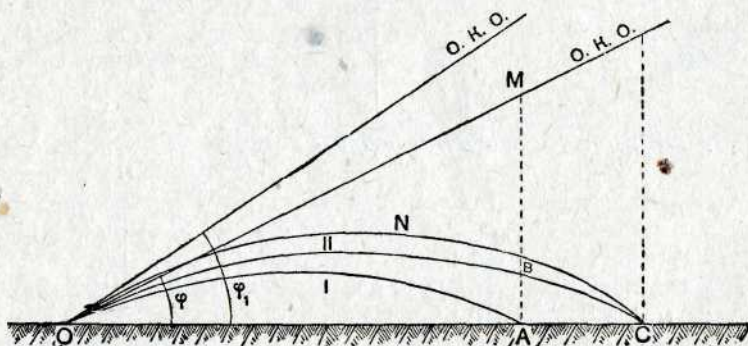


Черт. 35.

Закривление траектории происходит вследствие опускания снаряда под продолженною осью канала орудия (о. к. о.) и чем больше опускание, на том же горизонтальном расстоянии, тем круче

траектория. Пусть (черт. 36) на расстоянии  $OA$  один снаряд опустил под осью на величину  $MA$ , а другой, выпущенный при том же угле возвышения  $\varphi$  —  $MB$ , тогда очевидно, что второй полетит дальше и упадет где-либо в точке  $C$ .

Чтобы первый снаряд долетел до той же точки  $C$ , необходимо будет увеличить угол возвышения до некоторой вели-



Черт. 36.

чины  $\varphi_1$ , причем: получатся у первого снаряда траектория  $ONC$  более крутая, чем траектория второго снаряда  $OBC$ . Таким образом крутизна траектории зависит от *величины понижения снаряда под продолженною осью канала* на данной дистанции.

Величины понижений будут тем больше, чем больше время, необходимое снаряду для прохождения данного пути. Поэтому для управления кривизной траектории применимы те



средства, которыми можно изменять время, необходимое снаряду для прохождения данного горизонтального расстояния.

Средствами для этого служат:

1) Увеличение начальной скорости, так как чем больше, при прочих одинаковых условиях (вес снаряда, очертание формы головки снаряда и пр.), начальная скорость, тем меньше времени потребуется для прохождения данного расстояния.

2) Изменение веса снаряда, а именно его увеличение, так как, с увеличением веса, снаряд лучше сохраняет скорость.

Это значение увеличения веса особенно сильно сказывается на больших дистанциях. (Вспомните таблицы в статье о дальноточности.)

3) Увеличение высоты головной части, иначе говоря увеличение ее заостренности, так как при более заостренной форме головной части снаряд будет испытывать меньшее сопротивление воздуха, а потому последнее будет действовать не с такою большою силою, и поэтому потеря скорости снаряда будет меньше. Снаряд будет лететь с большею скоростью, чем снаряд менее заостренный и, значит, на данное горизонтальное расстояние употребит меньше времени и меньше понизится. Также полезно округление донной части снаряда.

Конечно, при всех этих условиях необходимо, чтобы снаряд имел правильный полет, т. е. летел бы вершиною вперед, иначе эти данные не будут иметь значения.

Так как вес снаряда и очертание его поверхности соображаются и с другими требованиями (правильный полет, дальноточность, сильное действие снарядов и пр.), то практически в распоряжении стреляющего, для изменения крутизны траектории, остается лишь одно средство — изменение начальной скорости, т. е. изменение веса заряда.<sup>1</sup>

Отлогая, настильная траектория особенно широко применяется в полевых боях, как вследствие того, что в полевых боях чаще всего приходится иметь дело с целями вертикальными, открытыми, так и потому, что отлогая настильная траектория имеет некоторые существенные выгоды, по сравнению с крутой, а именно:

*а) Большое поражаемое пространство, под которым принимают то протяжение, на котором, в нисходящей ветви, траектория проходит не выше цели.*

<sup>1</sup> Можно достичь изменения начальной скорости изменением объема зарядной камеры в орудии. Такой прием применен в одном из минометов (Вандерена). Во Франции было принято, согласно предложению Маландрена, для изменения крутизны траектории полевой легкой пушки изменение формы снаряда путем надевания дополнительных колец.

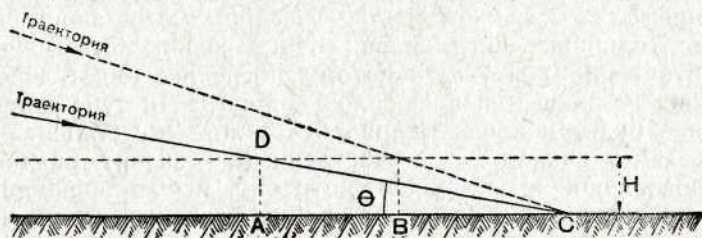
Однако эта мера изменения крутизны траектории путем изменения формы головной части оказалась непрактичною.



Из черт. 37 видно, что, чем угол падения меньше, траектория отложе, тем величина поражаемого пространства больше,  $AC > BC$ , где  $AC$  — поражаемое пространство для траектории с углом падения  $\theta$  и  $BC$  — поражаемое пространство для траектории, показанной пунктиром.

Где бы цель ни находилась на протяжении  $AC$ , она уже будет поражаться снарядом, летящим по траектории  $DC$ , а также и по любой другой, падающей под тем же углом падения на протяжении  $AC$ . Значит при ошибке в направлении траектории, не превосходящей  $AC$  в первом случае и  $BC$  во втором, цель будет поражаться.

Таким образом величина поражаемого пространства определяет величину допустимых ошибок в дистанции. Эти ошибки, в свою очередь, являются особенно возможными при быстро



Черт. 37.

меняющихся целях, целях подвижных, что имеет особое значение в полевом маневренном бою или при стрельбе по быстро двигающимся целям.

То же и при стрельбе дистанционной, шрапнелью; снаряд, при отлогой траектории, реже минует цель при данной ошибке в возвышении, чем при крутой траектории. Т. е. и при дистанционной стрельбе допустимые ошибки в подысканном возвышении больше при отлогой траектории.

Так как угол  $\theta$  с увеличением дистанции возрастает, то величина поражаемого пространства, а следовательно, и величина допустимых ошибок с дистанцией убывают.

б) Более сильное разрушительное действие по вертикальным целям, что следует из положений, изложенных в начале настоящего номера.

К недостаткам настильной траектории следует отнести:

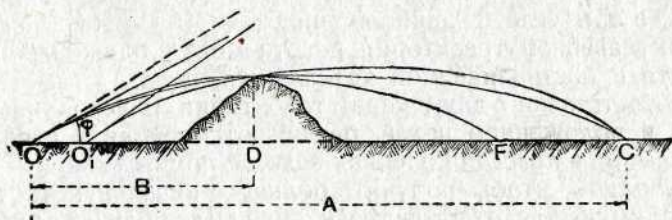
а) Большое удаление батареи от гребня закрытия.

Для стрельбы на дистанцию  $A$  (черт. 38) необходим небольшой угол возвышения  $\varphi$ , и, чтобы снаряды не попадали в закрытие, необходимо расположиться далеко от него, например, на расстоянии  $B$ .

Орудие, стреляющее с более крутой траекторией, для попадания в цель  $C$  могло бы стоять где-нибудь ближе, например, в точке  $O$ , и было бы несомненно лучше укрыто.



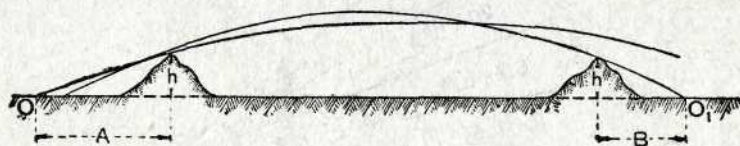
б) *Большое необстреливаемое пространство*,<sup>1</sup> — так называют пространство впереди закрытия, на котором уже траектория не задевает цель, например на черт. 38 необстреливаемое пространство будет  $DC$  и для орудия  $O$  оно уменьшено не может быть при условии, что увеличение  $B$  нежелательно; тогда как орудие  $O_1$ , будучи передвинуто в  $O$ , получив то же укрытие, какое имело первое орудие, резко уменьшит необстреливаемое пространство, как показывает траектория  $OF$ .



Черт. 38.

Желание избежать большой величины необстреливаемого пространства может привести к долгим поискам выгодного расположения орудия (позиции), что вызывает задержку в открытии огня. Орудие, обладающее крутою траекторией, лишено всех этих недостатков.

в) Невыгоды настильной траектории особенно резко выступают, если орудью, обладающему ею, придется бороться с орудием с более крутою траекториею. Черт. 39 поясняет



Черт. 39.

сказанное. Орудью  $O$  пришлось расположиться далеко от прикрытия и орудие  $O_1$  — расположенное за прикрытием такой же высоты, находится в необстреливаемом пространстве и, значит, не будучи само поражаемо, орудие  $O_1$  может в то же время обстреливать орудие  $O$ . Иначе говоря, от настильной траектории легче укрыться; например, валик в 36 см вышиною, не только на малых дистанциях, но даже на дистанции 4 км, вполне укрывает лежащих за ним стрелков от поражения шрапнелью нашей полевой легкой пушки.

Батарея, ведущая навесную стрельбу, не может быть стеснена в выборе позиций и может становиться за любыми за-

<sup>1</sup> В некоторых последних официальных изданиях вместо „мертвое пространство“ введен термин *необстреливаемое пространство*.



крытиями и в небольшом удалении от них. Например, при угле возвышения, не меньшем  $20^\circ$ , батарея может стать за лесом, высотой в 25 м, в расстоянии всего лишь около 80 м.

2) Навесная, крутая траектория находит применение при обстреливании закрытых целей и целей горизонтальных.

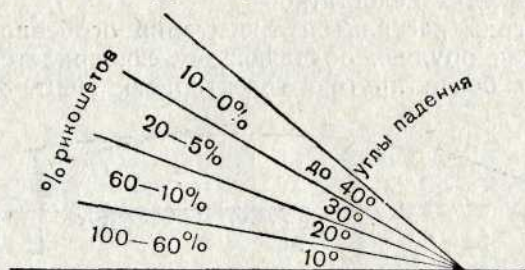
Большой угол падения имеет значение на увеличение углубления снаряда.<sup>1</sup>

Бомба 8-дм. легкой мортиры, при одной и той же скорости 464 фут.-сек., при угле падения  $36^\circ$  ушла в землю на 42 дм., а при угле падения  $50^\circ$  на 61 дм. (см. также черт. 33).

При навесной траектории пехота может ближе безопасно подойти к обстреливаемой артиллерией цели.

Соответственно двум видам траекторий, обусловливаемым видом и положением целей, различаются два вида стрельбы: *прицельная* и *навесная*. Первая ведется по возможности большим зарядом, чтобы получить большую начальную скорость, необходимую для отлогой траектории. Для получения крутой, навесной траектории на данную дистанцию, необходимо сообщить снаряду меньшую скорость, т. е. взять заряд небольшой.

Большой заряд, необходимый для прицельной стрельбы, развивает в канале орудия большое давление. Чтобы его несколько понизить, берут сорт пороха не столь сильно дей-



Черт. 40.

ствующий, а потому и медленно-горящий. Чтобы медленно-горящий порох успел сгореть до вылета снаряда из канала

<sup>1</sup> Опыт показывает, что при средних условиях грунта и при горизонтальном направлении поверхности рикошетирующие снаряды замечаются все реже и реже при увеличении угла падения, как это видно из черт. 40, где цифры имеют приблизительное значение и относятся к случаю стрельбы без трубок; при трубках установление рикошета, в виду чувствительности трубок, затруднительно. То обстоятельство, что рикошетирующее действие уменьшается с увеличением угла падения, указывает, что с увеличением угла падения снаряды все глубже и глубже уходят в преграду и будут действовать более сильно и однообразно, т. е. рикошетирующие дают более слабое действие.

Рикошетирующие снаряды отражаются от поверхности преграды под углом, большим угла падения раза в  $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{2}$  и даже в 2. Чем больше угол падения, тем относительно больше угол отражения.



орудия, нужно сделать канал длинным, а при этом орудие получается относительно тяжелым. Несмотря на принятие более слабого сорта пороха, давления все-таки, вследствие большого веса заряда, получаются большие и стенки орудия приходится делать особенно прочными, также и снаряды должны быть рассчитаны на эти большие давления.

Для навесной стрельбы, напротив, нужен заряд небольшой, подбираемый соответственно дистанции и желаемому углу падения. Малый заряд слабого пороха развивает небольшие давления, при которых не обеспечивается правильная работа пороха в канале орудия — бывают случаи выбрасывания не сгоревших лент пороха, почему, без ущерба для прочности стен орудия, можно взять сорт пороха более сильный, а следовательно и более быстро-горящий. При быстро-горящем порохе заряд сгорает в короткий промежуток времени, почему орудие может быть небольшой относительной длины (в калибрах) малого относительного веса (в весах снаряда). Давление газов, при всем том, получается небольшим, вследствие небольшого веса заряда, почему стенки орудия и снарядов могут быть более тонкие.

Из этого видно, что соответственно двум видам стрельбы — прицельной и навесной необходимо и два вида орудий.

Орудия первого назначения называются *пушками*, второго — *гаубицами*. Имеется еще третий тип орудий — *мортиры*, назначаемые также для навесной стрельбы. В настоящее время-mortиры не изготовляются и, собственно, это название иногда придается гаубицам.

Сравнительные данные этих типов орудий приведены в следующей табличке.<sup>1</sup>

ТАБЛИЦА VIII  
данных пушек, гаубиц и мортир.

Тип орудия	Длина орудия в калибр.	Вес орудия в вес. снаряда	Вес зар. в вес. снаряда	Начальн. скор. в метр. в сек.	Вес разр. заряда в снар.
Пушки . . . . .	30—50	50—150	$\frac{1}{8} - \frac{1}{2,5}$	600—900	12—16%
Гаубицы . . . . .	10—25	20—60	$\frac{1}{20} - \frac{1}{15}$	300—500	20—25%
Мортиры . . . . .	6—12	10—30	$\frac{1}{40} - \frac{1}{20}$	150—300	20—25%

<sup>1</sup> Цифры этой таблички несколько округлены.



Может возникнуть вопрос, нужны ли эти типы (собственно речь идет о двух) орудий. Нельзя ли обойтись одним, например, пушкой, из которой можно стрелять, в случае надобности, уменьшенными зарядами, для получения навесной траектории.

Чаще всего, при выборе орудия для данного назначения, приходится исходить из веса орудия. Так, в полевой артиллерии, на основании вековых опытов, установлено, что вес системы полевого орудия, в походном порядке, для удобства перевозки его на 6-ти лошадях, не должен превосходить 1600 кг (100 пуд.). Из этого общего веса на долю тела орудия может быть выделено примерно не более четверти. Остальные три четверти уйдут на лафет, передок, боевые припасы и некоторую принадлежность, возимую постоянно при орудии. Запряжка в 6 лошадей, удовлетворяя требованиям подвижности, в то же время вполне удобна в смысле управления и работы лошадей.

В осадной артиллерии почиталось, что вес системы в походном порядке едва ли может превосходить 5 700 — 6 550 кг (350 — 400 пуд.), из которых на тело орудия приходится около половины, т. е. до 3 200 кг (200 пуд.).

Будем считать поэтому, что вес тела орудия задан, и рассмотрим, исходя из этого, какие сравнительные выгоды и недостатки будут на стороне пушек и гаубиц.

Гаубицы, как сказано, более короткие и с более слабыми стенками, поэтому, при заданном весе, гаубица может быть сделана калибром раза в полтора больше.

При таком увеличении калибра, так как веса пропорциональны кубам линейных размеров, снаряд получится в  $3\frac{1}{2}$  раза тяжелее, а разрывной заряд, вследствие меньшей толщины стен снаряда еще, относительно, больше раза в  $1\frac{1}{2}$ . Таким образом, при одном и том же весе орудия гаубица имеет снаряд в 4—5 раз более мощный, если о силе снаряда судить по количеству помещающегося в нем взрывчатого вещества.

Если исходить из заданного калибра, то гаубица получится раза в 3 легче, и все-таки ее снаряд будет, по разрывному заряду, мощнее раза в  $1\frac{1}{2}$ .

Кучность боя гаубиц, в особенности в дальности, что имеет первостепенное значение, больше, чем при стрельбе из пушек уменьшенными зарядами, дающими ту же начальную скорость, что и гаубица.<sup>1</sup> Происходит это от того, что крутизна нарезов в пушках сообразуется с наибольшей начальной скоростью, при которой и получается должная скорость вращения снарядов, а при малых начальных скоростях скорость вращения получается малою. Между тем у гаубиц

<sup>1</sup> О кучности говорится в следующем параграфе.



разница между наибольшей и наименьшей начальными скоростями не велика, почему и скорости вращения снарядов при стрельбе разными зарядами получаются также близкими.

Все эти заключения подтверждаются следующей таблицей, где приведены данные для орудий, назначаемых для одинаковой службы (в полевой, полевой тяжелой).

**ТАБЛИЦА IX**  
некоторых данных для пушек и гаубиц

Название орудий	Вес в килограммах			Нач. скорость м/сек.	Вероятные отклонения на 6400 м.		Их произведение
	тела оруд.	снаряд.	разрывн. заряда		боков.	в дальн.	
76-мм пушка . . .	388,5(1)	6,5(1)	0,8(1)	—	—	—	—
122-мм гауб. 09 г.	477,5(1,25)	23,3(3,6)	4,8(6)	—	—	—	—
107-мм пушк. 10 г.	844,2(1,01)	16,4(0,4)	2,0(0,44)	—	—	—	—
152-мм гауб. 10 г.	832,0(1)	40,9(1)	8,8(1)	334	4,5	28	126
152-мм пушка 09 г.	2475,4(2,96)	40,9	5,6(0,64)	—	—	—	—
152-мм пушка 04 г.	3278,6(3,94)	40,9	6,6(0,64)	334	4,3	34	146

Но зато пушки, при одном и том же калибре, имеют преимущество в дальноточности, настильности траекторий. При одном и том же весе орудия пушка скорострельнее, и вследствие меньшего веса боевых припасов, ее легче снабжать этими припасами. При одинаковом калибре преимущество в отношении скорострельности и весе боевых припасов (вес заряда и гильзы гораздо меньше) на стороне гаубиц.

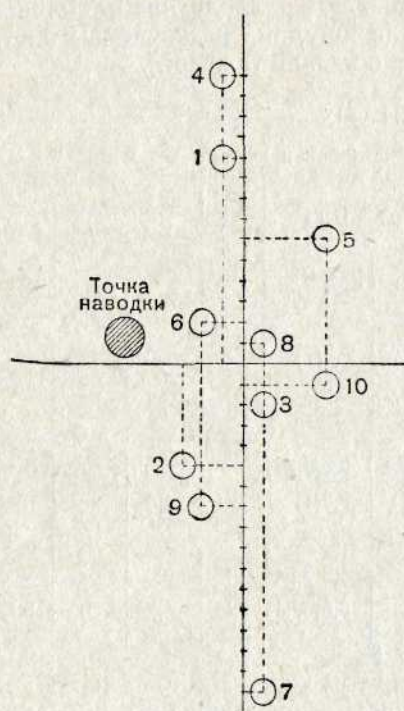
Приведенное сопоставление выгод гаубиц и пушек указывает, что нельзя ограничиться одним типом орудий, а необходимо приходится иметь два типа.

### 5. Кучность. Закон рассеивания.

Стреляя при соблюдении возможно одинаковых условий' т. е. при одном и том же заряде, одинаковыми снарядами' производя наводку возможно однообразно и пр., мы, тем не менее, заметим, что снаряды ложатся не в одной точке, а рассеиваются на большей или меньшей площади. Это явление происходит вследствие неизбежных, неустраняемых случайных отступлений во всех перечисленных данных. Возвышение, хотя и немного, при каждом выстреле отличается от возвы-



шения при другом выстреле; то же скажем о величине заряда, качестве пороха (влажность, температура, вес). Все эти случайные отступления (разницы), как бы они малы ни были,

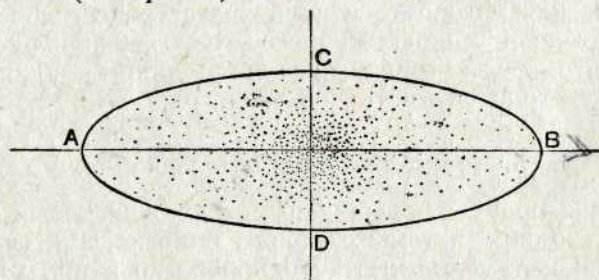


Черт. 41.

вызывают разнообразие полета снарядов — *рассеивание траекторий*. Если отступления действуют в одном направлении, например, сочетались отступления, увеличивающие дальность полета, то и траектория получится наиболее отклоненной по дальности. Иной раз, напротив, одновременное влияние отступлений может не отразиться на полете снарядов, например, отклонения, увеличивающие дальность, увеличивают настолько же, насколько уменьшающие — уменьшают.

Этим и объясняется как самое разнообразие полетов снарядов, так и характер этого разнообразия, как это будет видно из дальнейшего. В результате, при стрельбе, при соблюдении возможно одинаковых условий полета снарядов, на местности или на вертикальном щите, получаются места падений снарядов не в одной точке, а в разных: каж-

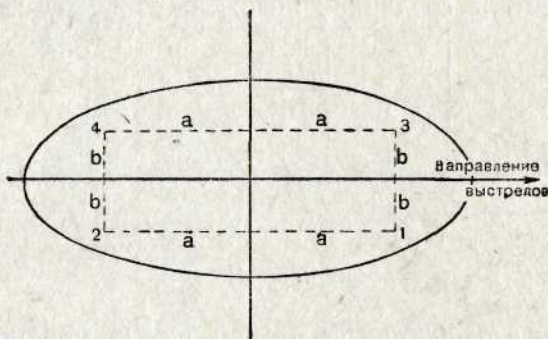
дый снаряд, вообще говоря, дает свою новую точку падения, как показано (на черт. 41). Когда сделано небольшое число вы-



Черт. 42.

стрелов, то в распределении мест падений снарядов не подмечается никакой закономерности, распределение представляется *случайным* (черт. 41). Но, делая все большее и большее число

выстрелов, можно подметить некоторую закономерность распределения мест падений снарядов, а именно: если охватить все пробоины одною линиею, то весьма вероятно, что при дальнейшей стрельбе, при тех же условиях, ни один снаряд не упадет вне этой линии и это тем правдоподобнее, чем больше было сделано выстрелов до проведения линии. Как показывает опыт и теория, эта линия имеет фигуру эллипса (черт. 42). Площадь, на которой распределяются все снаряды, ограниченная этим эллипсом, называют *площадью эллипса рассеивания*. Если рассматривать места падений снарядов, то ясно видно, что эти места падений *распределяются неравномерно, кучнее к середине и реже к краям*, так оно в действительности и бывает. Если соединить прямою две наиболее удаленные точки эллипса, то получим так называемую *большую*



Черт. 43.

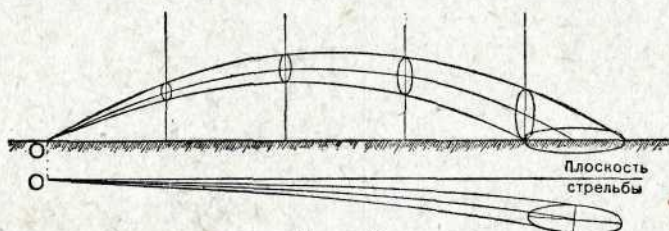
*ось эллипса AB*; восставив из середины ее перпендикуляр и проведя его до пересечения с эллипсом, получим *малую ось эллипса CD*. При очень большом числе выстрелов оказывается, что снаряды группируются *симметрично относительно осей* эллипса, т. е. сколько снарядов ляжет по одну сторону от какой-либо оси, столько же их ляжет по другую ее сторону. Мало того: если есть падение снаряда дальше малой оси на величину (черт. 43) *a* и правее большой на величину *b*, то при очень большом числе выстрелов, при одинаковых условиях, будут еще три падения: 2) ближе на *a*, правее на *b*, 3) дальше на *a* и левее на *b* и 4) ближе на *a*, левее на *b*. Все сказанное сводится к следующей формулировке этого закона — *закона рассеивания*, закона потому, что это справедливо всегда, при всех условиях стрельбы, времени и места, но при условии, что делается *большое число выстрелов*, и при соблюдении возможно одинаковых условий при производстве каждого выстрела.

*Закон рассеивания. При стрельбе, при возможно одинаковых условиях, снаряды группируются: 1) на ограниченной*



площади — площади эллипса, — эллипса рассеивания, 2) *неравномерно* — *кучнее к середине площади, реже к ее краям*  
 3) *симметрично*.

Точка, получаемая при пересечении осей эллипса, называется его центром. В центр эллипса, очевидно, попал бы снаряд, не подвергшийся никаким случайным отклонениям. Если бы мы могли закрепить траектории снарядов в воздухе, то они образовали бы *сноп или пучок траекторий* (черт. 44); вообразим, на пути полета снарядов, в различных местах экраны, то на каждом из них получится эллипс рассеивания и в каждом эллипсе будет свой центр. Соединив эти центры, получим такую траекторию, относительно которой все отдельные траектории будут рассеиваться так же, как и падения снарядов относительно центра эллипса рассеивания, она будет занимать срединное положение, почему и называют



Черт. 44.

*среднюю траекторию*. Мы можем теперь, обратно, рассматривать центр эллипса рассеивания, как место падения снаряда, летевшего по средней траектории.

Как средняя траектория занимает среднее положение, так и место падения снаряда, летевшего по средней траектории, тоже занимает среднее положение между всеми остальными пробоями, почему его называют также *центром рассеивания*, или *центром группирования*.

Помимо случайных отклонений, происходящих от случайных же причин, могут быть постоянные отклонения от постоянных, для данного случая стрельбы, причин. Например, наклон оси цапф, являясь постоянною причиною, вызовет отклонение всех траекторий в одну и ту же сторону и на одну и ту же величину.<sup>1</sup> Т. е. от действия постоянных причин весь сноп траекторий уклоняется в сторону действия постоянной причины.

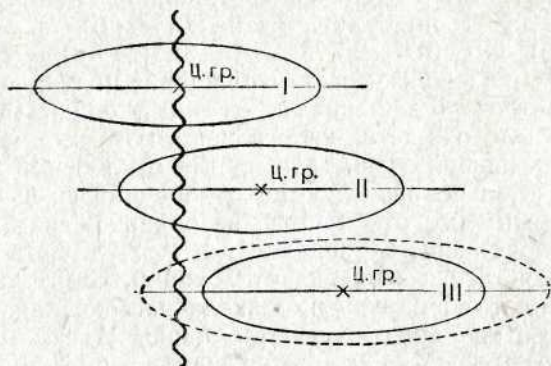
Так как все траектории группируются около средней и закон группирования их известен, то для поражения цели или суждения о поражении цели представляется необходимым и достаточным знать лишь отклонение от цели средней

<sup>1</sup> Строго говоря, снаряды, летящие по близким траекториям, уклоняются меньше, а по дальним, больше, но эта разница, по сравнению с отклонениями от случайных причин, ничтожна.



траектории, или центра группирования и размеры площади эллипса рассеивания.

Поражение цели будет, конечно, лучше в том случае, когда центр рассеивания придется на цели (средняя траектория пройдет через цель), так как возле центра группирования снаряды группируются наиболее кучно. При некотором удалении центра группирования (средней траектории) от цели, цель совсем не поражается, не захватывается, не покрывается площадью эллипса рассеивания (вне эллипса снарядов нет). Однако, если бы площадь эллипса, в III положении (черт. 45) центра группирования, была бы больше, как показано, например, на чертеже пунктиром, то цель, хотя быть может и слабо,



Черт. 45.

была бы поражена. Отсюда видно, что для суждения о поражении, наносимом противнику, необходимо уметь находить *положение центра рассеивания относительно цели и уметь определять размеры эллипса рассеивания.*

Но для этого нужно уметь находить положение центра рассеивания среди мест падений.

Основываясь на законе рассеивания, можно довольно точно определить положение центра группирования даже по результатам небольшого числа выстрелов (черт. 41).

Снаряды группируются симметрично: сколько их ляжет правее (дальше, выше) оси, столько же ляжет и по другую ее сторону. Стало быть, достаточно провести так линии: одну, параллельно плоскости стрельбы, а другую ей перпендикулярно, чтобы относительно этих линий было поровну падений. Пересечение этих линий даст центр группирования и тем точнее, чем больше выстрелов было сделано. На черт. 41 (стр. 108) и проведены так две линии; левее вертикальной (продольной) оси прились пробойны 4, 1, 6, 2 и 9, правее этой оси — 5, 8, 10, 3 и 7. Выше горизонтальной (боковой) оси — 8, 6, 5, 1 и 4 и ниже ее — 10, 3, 2, 9 и 7.



Будем называть расстояния пробойны от осей, или, что то же, от центра группирования, отмеряя эти расстояния по перпендикулярам, или, что то же, по линиям, параллельным другой оси, *отклонениями*. Размеры эллипса рассеивания будут известны, если будем знать величину его осей, или полуосей (по аналогии с радиусом окружности). Величину полуосей можно определить (подсчитать), зная величину отклонений пробойн (часто говорят снарядов) от центра группирования. Прием определения дает тем точнее результаты, чем больше выстрелов (наблюдений) сделано. Он состоит в следующем.

Измеряют отклонения отдельных пробойн от центра сначала по дальности (в вертикальном направлении). Для случая на черт. 41 пусть они будут в метрах: 1)  $+10$ , 2)  $-5$ , 3)  $-2$ , 4)  $+14$ , 5)  $+6$ , 6)  $+2$ , 7)  $-16$ , 8)  $+1$ , 9)  $-7$ , 10)  $-1$ , где знак  $+$  (плюс) указывает, что падение получилось дальше (выше) центра рассеивания, а  $-$  (минус) ближе (ниже). Как и можно было ожидать, на основании симметричности распределения падений снарядов, сумма отклонений со знаком  $+$  приблизительно равна сумме отклонений со знаком  $-$ .

Расположим все отклонения, не обращая внимания на их знак, в возрастающем порядке 1, 1, 2, 2, 5, 6, 7, 10, 14, 16. Если всмотреться в этот ряд отклонений, то без труда в нем можно увидеть обнаружение закона рассеивания, а именно, маленькие отклонения случаются чаще. В самом деле, на величину от 0 до 5 м, на протяжении пяти метров, отклонилось 5 снарядов, т. е. половина всех выпущенных, и на величину от 5 до 16, на протяжении 12 м, отклонилось тоже 5, т. е. также половина всех выпущенных снарядов.

Таким образом есть какая-то величина отклонения, при которой половина снарядов, наиболее близких к центру рассеивания, отклоняется не более ее, и половина, более удаленных и редких падений, отклоняется на величину, большую ее. Эта величина служит границей между наиболее кучной, густой частью падений и частью более редкой, менее сильно поражающей цель. Эта величина носит название *вероятное* или, также, *серединное отклонение* и ее определение формулируется так: *вероятным (серединным) отклонением называется такое отклонение, которое больше каждого отклонения одной половины всех отклонений и меньше каждого отклонения другой половины всех отклонений.*

Для нашего ряда отклонений 1, 1, 2, 2, 5, 6, 7, 10, 14, 16 величина вероятного отклонения будет между 5 и 6, так как только такая величина его будет больше 1 и 2, и 5 в то же время будет меньше 6, 7, 10, 14 и 16.

Наиболее правильным за величину его взять среднюю между 5 и 6 м, т. е.  $5\frac{1}{2}$  м  $\left(\frac{5+6}{2} \text{ м}\right)$ , полусумму двух сред-

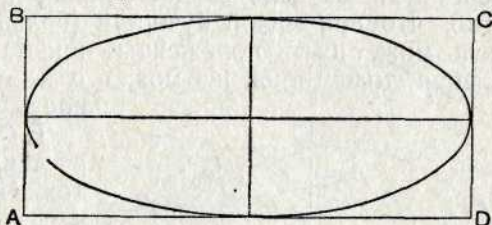


них отклонений. Если бы число отклонений было нечетным, то за величину вероятного отклонения следовало бы взять величину отклонения, занимающего среднее положение. Например ряд отклонений 1, 1, 2, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 14, 16; вероятное отклонение будет 5.

Найдем вероятное отклонение среди отклонений в боковом направлении. Пусть измерение отклонений от центра дало: 1) — 1, 2) — 3, 3) + 1, 4) — 1, 5) + 4, 6) — 2, 7) + 1, 8) + 1, 9) — 2, 10) + 4, где знак + обозначает отклонения вправо, а — влево. Опять-таки сумма отклонений с + почти равна сумме отклонений с — (не равна — мало наблюдений).

Расположим в возрастающем порядке: 1, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 3, 4, 4. Вероятное отклонение будет  $1\frac{1}{2}$  м.

В отделе математики „теория вероятностей“ показывается, что полуоси эллипса рассеивания с очень большою точностью могут быть приняты равными  $4\frac{1}{2}$  вероятным отклонениям, но так как на краях эллипса падения снарядов бывают весьма редко, то часто принимают полуоси равными 4 вероятным отклонениям.



Черт. 46.

Так как полуоси могут быть продольные, боковые и вертикальные, то и вероятные отклонения бывают *продольные, или в дальности* обозначаемые  $B_d$ , *боковые, или в сторону* —  $B_b$  и *вертикальные* —  $B_v$  для случая стрельбы батареи и  $r_d$ ,  $r_b$  и  $r_v$  для случая стрельбы из отдельного орудия.

Зная величину вероятных отклонений, легко найдем величину полуосей, а по ним и весь эллипс. По полуосям построим прямоугольник ABCD (черт. 46), закруглив углы которого, получим эллипс.<sup>1</sup>

Чем на меньшей площади группируются снаряды, тем говорят, *кучность больше*, и наоборот.

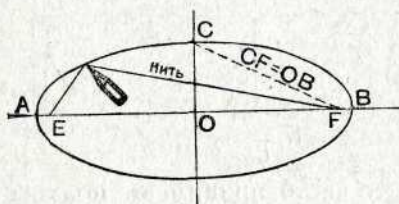
Площадь эллипса равняется  $\pi ab$ , где  $a$  и  $b$  — полуоси его. Для нашего случая площадь эллипса равняется, если эллипс на горизонте  $\pi \cdot 4B_d \cdot 4B_b$  и если на вертикальном щите  $\pi \cdot 4B_v \cdot 4B_b$ . В этих выражениях  $16\pi$  величина постоянная,

<sup>1</sup> Для вычерчивания эллипса по известным полуосям применяется следующий прием. На произвольной прямой AB (черт. 47) восстанавливается перпендикуляр, примерно, по ее середине, и на нем откладывается малая полуось OC. Из C, радиусом, равным большой полуоси, делают засечки на прямой AB точки (фокусы) E и F. Закрепив в этих точках концы нитки, равной длине большой оси, натягивают ее острием карандаша. Двигая карандаш и наблюдая, чтобы нить была натянута, получим фигуру эллипса.



почему можно сказать, что площадь эллипса рассеивания пропорциональна произведению вероятных отклонений, взятых по двум направлениям. Поэтому кучность будет тем больше, чем это произведение меньше, и обратно. Кучность 152-мм гаубицы (см. таблицу IX на стр. 107) на дистанции 6 400 м может быть измерена величиною 126 м<sup>2</sup>, а 152-мм пушки образца 1904 г. — 146 м<sup>2</sup>, то-есть кучность 6-мм гаубицы больше, не вообще, а на данную дистанцию и по горизонтальной цели; для сравнения кучности при стрельбе по вертикальной цели нужно взять произведения  $r_6$  и  $r_8$ .

Большая кучность выгодна в смысле лучшего поражения цели, так как при условии прохождения средней траектории через цель на цель упадет больше снарядов. То обстоятельство, что при малой кучности (большой эллипс рассеивания) цель может быть поражена и при большой ошибке в направлении траектории, не может служить указанием на выгоду



Черт. 47.

ность большого рассеивания.

В самом деле, при большом рассеивании, даже при прохождении средней траектории через цель, поражение цели может оказаться слабым, так как много снарядов ляжет вне цели. Этот недостаток малой кучности (большого эллипса) нельзя ничем устранить. При

большой же кучности (малом эллипсе рассеивания), напротив, перемещением средней траектории мы можем добиться очень сильного поражения, даже при малом числе выстрелов. Вообще же нужно стремиться к возможному уменьшению ошибок в направлении средней траектории.

Следует заметить, что вероятные отклонения в дальности, вообще говоря, даже для случая стрельбы из одного орудия, получаются довольно большими, от 10 до 60 и более метров, и значительно превосходят протяжение целей, встречающихся в бою.

То же можно сказать о  $B_8$ .  $B_8$  имеет вообще небольшую величину и, чаще всего, в бою рассеивание в боковом направлении не будет превосходить размеров цели, исключая случаев стрельбы по целям, требующим весьма точной стрельбы (орудийная установка, пулеметные гнезда, башни и т. п.). Часто же придется, при обстреливании длинных по фронту целей, переносить огонь.

Таким образом нужно стремиться к уменьшению эллипса рассеивания, к увеличению кучности.

Так как рассеивание зависит, с одной стороны, от случайных отступлений в начальных условиях вылета снаряда (разница в весах снарядов и зарядов, форме снарядов, условиях



заряжания, разница в наводке и пр.), а с другой — от времени, в течение которого отклоняющие причины будут действовать, т. е. времени полета снаряда, то для увеличения кучности необходимо, по возможности, достичь однообразия условий выстрелов и уменьшить время полета снарядов.

Однообразие достигается техническим совершенством изготовления зарядов, снарядов, орудий, прицельных приспособлений, с одной стороны, и обученностью орудийного расчета — с другой. Меры же для уменьшения времени полета уже были приведены в статье о крутизне траекторий.

Для суждения о зависимости рассеивания, а стало быть и кучности от различных данных и степени их влияния, в таблице X приведены вероятные отклонения в метрах для некоторых орудий, взятые из таблиц стрельбы.<sup>1</sup>

Из этой таблицы видно, что кучность увеличивается (рассеивание уменьшается): а) при увеличении веса снаряда, в особенности резко на больших дистанциях, б) при увеличении заостренности головной части, что тоже заметнее обнаруживается на больших дистанциях, на малых дистанциях это влияние мало или вовсе не обнаруживается, в) с увеличением начальной скорости.

Следует заметить, что рассеивание увеличивается по мере увеличения срока службы орудия, так как стенки канала разгорают, и снаряды получают не столь правильный и однообразный полет.

При стрельбе батареей, а не из одного орудия, вероятные отклонения будут больше, так как к тем причинам, которые вызывают рассеивание снарядов каждого отдельного орудия, прибавится разнообразие наводки различных наводчиков, разноточность орудий и т. п.

Чаще всего принимают, что  $B_d$  (вероятное отклонение в дальности при стрельбе батареей) имеет одну и ту же величину на все дистанции. Такое допущение дает очень небольшие ошибки, но зато значительно упрощаются некоторые расчеты при стрельбе.

Для  $B_d$  при наводке всех орудий в одну точку тоже принимают, на основании опытов, некоторые величины для типичных дистанций.  $B_d$  находят как  $B_d \operatorname{tg} \theta$ , где  $\theta$  — угол падения. Поэтому  $B_d$  меняется в зависимости от величины угла падения.

Интересно отметить величину отношения  $B_d$  и  $B_c$ . Для батареи 76-мм пушек оно будет для различных дистанций в пределах от 20 до 7. Это показывает, насколько выгоднее

---

<sup>1</sup> В таблице X обозначают:  $q$  — вес снаряда,  $V_0$  — начальная скорость,  $r_6$ ,  $r_s$  и  $r_d$  — вероятные отклонения боковые, вертикальные и в дальности для случая стрельбы из одного орудия.



# ТАБЛИЦА X

вероятных отклонений (в метрах) для некоторых орудий

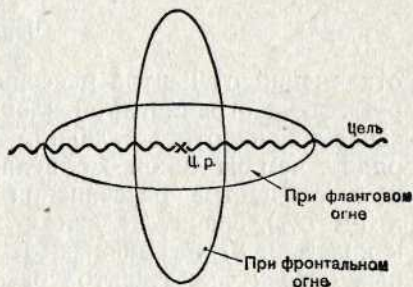
Название орудий	Название данной	Д и с т а н ц и и в м е т р а х												Примечание
		2 134			4 257			6 400			8 534			10 668
		$r_6$	$r_8$	$r_{10}$	$r_6$	$r_8$	$r_{10}$	$r_6$	$r_8$	$r_{10}$	$r_6$	$r_8$	$r_{10}$	
76-мм пол. скор. пушка образца 1902 г.	$q = 6,51 \text{ кг}$	0,55	0,83	13,2	1,39	3,58	17,1	2,73	—	21,3	—	—	—	Влияние веса снаряда.
	$q = 6,39$	0,64	1,20	16,8	1,49	5,98	23,0	2,96	—	29,2	—	—	—	
107-мм скор. п. образца 1910 г.	Обыкн. голов.	0,51	0,66	17,1	1,41	4,48	25,8	2,77	13,2	38,8	5,55	29,9	44,6	Влияние формы год. части.
	Застрелная	0,64	0,85	17,7	1,32	3,83	25,8	2,13	11,3	38,4	3,41	24,9	44,4	
152-мм гаубица образца 1909 г.	$V_0 = 381 \text{ м/сек.}$	0,97	1,37	13,7	2,13	4,48	17,9	4,26	11,7	23,6	—	—	—	Влияние начальной скорости.
	$V_0 = 338 \text{ м/сек.}$	0,99	1,70	14,6	2,34	4,63	20,9	4,47	16,6	28,1	—	—	—	
	$V_0 = 296 \text{ м/сек.}$	1,83	1,94	14,9	2,55	6,76	22,1	6,40	25,7	30,8	—	—	—	

обстреливать цели продольно: то-есть фланговым огнем (черт. 48) по сравнению с фронтальным огнем (перпендикулярным фронту цели): эллипс рассеивания на большем протяжении покрывает цель своею среднюю частью.

ТАБЛИЦА XI  
боковых вероятных отклонений для батареи (в метрах)

Дистанции в м	2000	3000	4000	5000	6000	Примечание
76-мм (3-дм.) пол. скор. пушка . . . .	2	3	4	5	6	$B_0=40$ на все дист.
122-мм (48-лин.), скор. гаубица . . . . .	3	4	6	7	9	$B_0=24$ на все дист.

Кроме того на кучность оказывает также влияние и устройство лафета, который при выстреле более или менее подпрыгивает, пружинит, что отражается на изменении положения оси орудия в момент выстрела, и снаряд вылетает не по тому направлению оси канала орудия, которое ей было придано наводчиком, а несколько уклоненному. Угол между направлением оси орудия, приданным ей перед выстрелом, и фактическим ее направлением в момент вылета снаряда называется *углом вылета*, и он имеет в среднем для каждого орудия определенную величину (для 76-мм пол. пушки +3 мин. (вверх) для 122-мм гаубицы образца 1909 г. +26' и 107-мм пушки образца 1910 г. +11' и т. п.).



Черт. 48.

## 6. Шкала рассеивания.

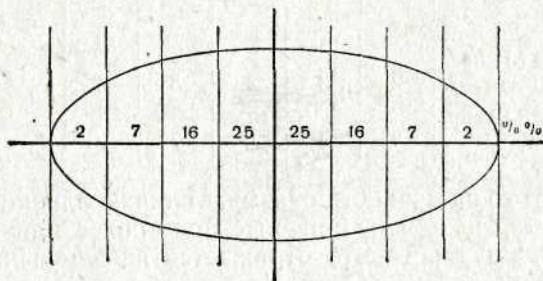
Опыт и теория показывают, что если произвести очень большое число выстрелов, найти центр рассеивания и вероятные отклонения, то можно очертить эллипс рассеивания, приняв его полуоси равными четырем вероятным отклонениям по соответствующим направлениям.

Если затем разбить полуоси эллипса на вероятные отклонения и через точки отложения провести линии параллельно другой оси, то в каждой из таких полос ляжет число снарядов, в процентах, показанное на черт. 49. Это распределение верно по любой оси, почему, часто, не очерчивая



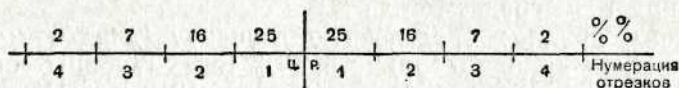
эллипса, расписывают эти числа на произвольной прямой, отложив на ней от некоторой точки, принимаемой за центр рассеивания по 4, произвольной величины, отрезка, которые представляют вероятные отклонения в любом направлении, при любых условиях стрельбы (черт. 50). Черт. 50 представляет графическое изображение закона рассеивания и называется *шкалой рассеивания*.

Что черт. 50 изображает закон рассеивания, видно из следующего: 1) снарядов за пределами четырех вероятных



Черт. 49.

отклонений от центра рассеивания нет, — значит они группируются на ограниченной площади, 2) ближе к центру рассеивания, на отрезке данной величины, ложится больше снарядов, чем на такой же величины отрезке, дальше отстоящем от центра рассеивания (напр., на отрезке 2-м 16%, а 3-м 7%), значит неравномерно: кучнее к середине и реже к краям, и 3) на равных отрезках, одинаково расположенных относительно центра рассеивания, ложится одинаковое число снарядов (напр., на 3-ьих полосах ложится по 7%), —



Черт. 50.

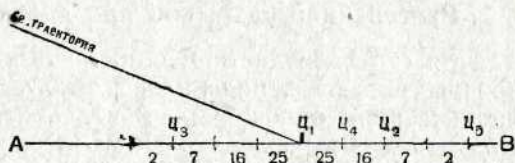
значит снаряды распределяются симметрично относительно центра рассеивания.

Шкала рассеивания имеет важное значение при решении многих и разнообразных вопросов при стрельбе, о чем подробно говорится в кн. II. Здесь же ограничимся лишь следующими указаниями.

1. Допустим (черт. 51), что центр рассеивания лежит как раз на цели; это значит, что средняя траектория проходит через цель  $Ц_1$ , причем цель можно принять за точку. Очевидно, что снаряды, которые полетят по траекториям, дающим падения на протяжении  $АЦ_1$ , не долетят до цели  $Ц_1$ , дадут,

как говорят, *недолеты*, или *минусы*. Напротив, снаряды, которые упали бы на протяжении  $Ц_1B$ , перелетят за цель  $Ц_1$  — дадут *перелеты* или *плюсы*.

Не трудно подсчитать, что во взятом случае, когда средняя траектория проходит через цель, относительно цели  $Ц_1$  недолетов будет столько же, сколько перелетов, а именно 50%, или половина всех выпущенных снарядов. Так же легко найти, что если бы цель была в точке  $Ц_2$ , то недолеты были бы на протяжении  $АЦ_2$ , и их получилось бы 91%, а перелеты на протяжении  $Ц_2B$ , и их было бы 9%.<sup>1</sup>

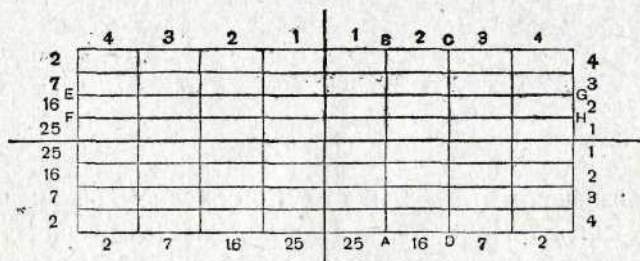


Черт. 51.

Сколько получилось бы минусов и плюсов, если бы цель была в точке  $Ц_3$ ,  $Ц_4$ ,  $Ц_5$  или  $B$ ? (Ответ: 1) минусов 2%, плюсов 98%, 2) минусов 75%, плюсов 25% и 3) минусов 100%, плюсов ожидать нельзя).

Само собою понятно — сумма числа процентов недолетов и перелетов равна 100%.

2. Допустим (черт. 52), что цель представляет полосу (дорога, мост, окопы), очень длинную в одном из направлений. Пусть цель как раз совмещается со второю полосой



Черт. 52.

$ABCD$ . Легко понять, что в нее попадает 16% из всех выпущенных снарядов, из 100 — 16, из 50 — 8 и т. д.

Пусть цель совмещается с полосой  $EFGH$ . В нее также попадет 16%.

Сколько попадет в цель, совмещающуюся с 3-й про-

<sup>1</sup> Нужно бы говорить не о положении цели относительно средней траектории, а о положении последней относительно цели. Но, зная положение одной из них относительно другой, мы знаем вообще взаимное положение цели и средней траектории, а между тем легче на чертеже переставлять цель — точку, чем среднюю траекторию со связанною с нею шкалою рассеивания, почему мы пользуемся приемом перемещения цели.

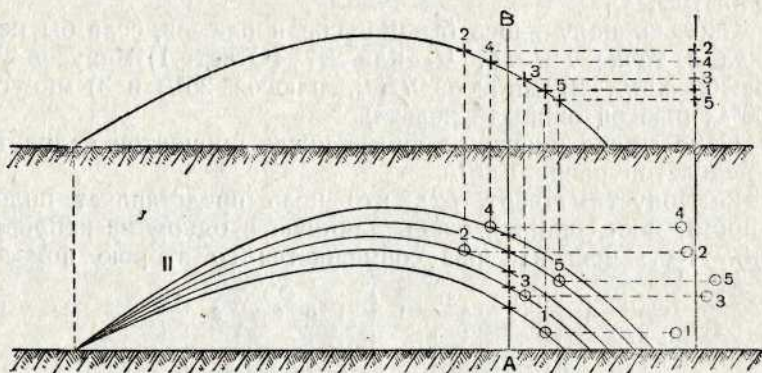


дольной полосой, 4-й поперечной, 2-й и 3-й продольной сразу? (Ответ: 7%, 2% и 23%).

Как видно из приведенных примеров, шкала рассеивания дает возможность предвидеть результаты стрельбы, если известны положение центра рассеивания относительно цели и размеры цели, подсчитать вероятность попадания в цель.

## 7. Рассеивание разрывов при дистанционной стрельбе.

При стрельбе дистанционными выстрелами точки разрывов рассеиваются, подчиняясь закону рассеивания, по трем направлениям одновременно: в дальности, в сторону и вертикальному направлению. Полуоси эллипсов рассеивания измеряются также вероятными отклонениями, которые в отличие от вероятных отклонений, получающихся при стрельбе удар-



Черт. 53.

ной, обозначаются: в дальности  $B_{рд}$ , боковое  $B_{рб}$  и вертикальное  $B_{рв}$ . Отклонения точек разрывов частью зависят от тех же причин, что и рассеивание траекторий, частью же от разнообразия времени горения дистанционных составов и обстоятельств, вообще, влияющих на получение разрыва: точность установки трубок при разных выстрелах, однообразие передачи огня от трубки внутрь снаряда, однообразие действия трубок и т. п.

Для выяснения влияния этих данных и вообще характера рассеивания разрывов допустим, что все снаряды серии выстрелов летят по одной и той же траектории, т. е. допустим, что рассеивания траекторий нет, а действуют лишь причины, вызывающие разнообразие действия трубок. Тогда, очевидно, все разрывы получатся на этой траектории, но в разных ее точках (см. черт. 53—I) и наблюдателю, расположенному сбоку, будет видно, что разрывы рассеялись



лишь по дальности и по высоте, а наблюдателю на батарее — что только по высоте.

Допустим далее, что причин, вызывающих разнообразие действия трубок, нет, а только имеется рассеивание траекторий, и снаряды описали траектории, показанные на черт. 53 — II. Тогда, так как время полета и длину траектории до вертикали  $AB$  можно полагать во всех случаях одинаковыми, то, при сделанном условии относительно действия трубок, разрывы рассеются только по высоте и в стороны.

Но так как в действительности имеется и рассеивание трубок и рассеивание траекторий, то, соединяя оба предположения о происхождении рассеивания разрывов вместе, получим полную картину рассеивания, как обозначено на черт. 53 — II кружками.

Таким образом рассеивание разрывов *по дальности зависит только от разнообразия действия трубок; по вертикальному направлению — и от рассеивания траектории и от разнообразия действия трубок и в боковом направлении только от разнообразия траекторий.*

Отсюда следует, что  $B_{po}$  может быть  $\leq B_o$ ,  $B_{pv} > B_o$  и  $B_{pb} = B_o$ . Все эти заключения не строго верны, а лишь приближенно. Они тем вернее, чем настильнее траектория. При больших же углах падения зависимость рассеивания разрывов в дальности и от рассеивания траектории будет ощутительна и указанное соотношение между  $B_{pv}$  и  $B_o$  может нарушиться. Но так как стрельба дистанционная ведется преимущественно из пушек, то-есть при настильных траекториях, то мы, не вдаваясь в подробности, остановимся на принятом в большинстве курсов приеме определения обвода, вмещающего все разрывы.

Для того, чтобы очертить контур, в котором вмещаются все разрывы, поступают так.

Вид сбоку: прочерчивают (черт. 54) среднюю траекторию. На ней намечают *центр разрывов* — точку, соответствующую центру группирования. От нее по горизонту откладывают по 4  $B_{po}$  и через точки отложения проводят вертикальные линии  $AB$  и  $CD$ . Тогда ближе  $AB$  и дальше  $CD$  разрывов не будет.

От центра разрывов по вертикали откладывают по 4  $B_{pv}$  и проводят горизонтальные линии  $BC$  и  $AD$ : выше  $BC$  и ниже  $AD$  разрывов не будет.

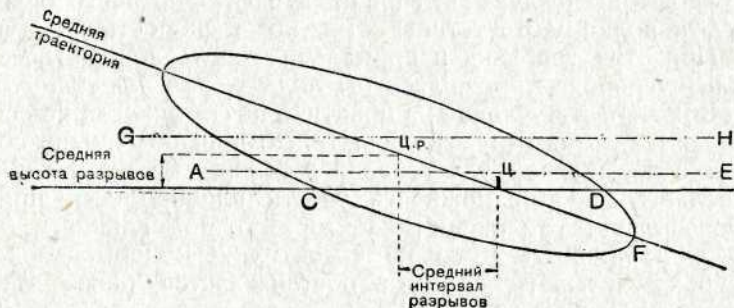
Наконец, проводят крайнюю верхнюю и крайнюю нижнюю траектории параллельно средней на расстоянии от нее, считая по вертикальному направлению четырех  $B_o$ . Тогда вне обвода  $BEFDGHB$  разрывов не будет.

Построение обводов на горизонтальной плоскости и на вертикальной (вид сзади) понятно на черт. 54. Если углы





Для разных орудий устанавливается своя условная граница низких разрывов  $AE$ . Разрывы, происходящие в полосе  $AECD$  — низкие. Разрывы, группирующиеся близ центра рассеивания, называются *нормальными*, до некоторой верхней границы, устанавливаемой опытом для каждого орудия и каждой дистанции. На некоторых дистанциях они могут быть ниже границы низких разрывов и нормальные совпа-



Черт. 55.

дут с низкими. Наконец разрывы выше нормальных делятся на *высокие* и *очень высокие*. Это разделение разрывов на категории важно для решения некоторых задач по стрельбе.

## 9. Меткость.

Уже было замечено выше, что для наилучшего поражения цели недостаточно, чтобы цель была захвачена, накрыта эллипсом рассеивания. Необходимо, чтобы центр рассеивания, иначе говоря средняя траектория по возможности проходила через цель или, по крайней мере, расстояние между центром рассеивания и целью было бы мало. Чем дальше средняя траектория от цели, тем поражение цели будет слабее, и наоборот.

Когда средняя траектория проходит через цель, говорят, что стрельба *меткая*, так как в этом случае большинство выпускаемых снарядов будет попадать в намеченную цель. Таким образом под *меткостью стрельбы* будем понимать *проведение средней траектории через цель*. Чем ближе средняя траектория к цели, тем стрельба метче, и наоборот.

Для получения большой меткости необходимо возможно точное определение положения цели, тщательное и надежное наблюдение за результатами выстрелов и умелое применение правил стрельбы, а также известного рода чутье, искусство стреляющего.

Отсюда видно, что меткость *главным образом* зависит от степени подготовленности и искусства командного состава



батарей, а также в известной мере от степени совершенства и точности приборов и способов для целеуказания и наблюдения.

Следует заметить, что в таблицах стрельбы, о которых упоминалось ранее, помещаются все данные, необходимые для стрельбы. Но эти данные отвечают некоторым нормальным условиям, а именно: барометрическому давлению 750 мм, температуре воздуха и заряда  $+15^{\circ}\text{C}$ , влажности воздуха 50%, и полному отсутствию ветра, когда скорость ветра нуль.

При этих условиях и нормальном сорте пороха, весе заряда и снаряда, получилась бы *нормальная траектория*.

Конечно эти условия на практике почти никогда не осуществляются, а потому средняя траектория обычно не совпадает с нормальной для условий времени стрельбы. Таблицы стрельбы дают возможность учесть влияние всех причин, производящих отклонение траекторий от нормальной, и, таким образом, привести среднюю траекторию к нормальной. От умения учитывать все эти обстоятельства также зависит меткость.

Следует заметить, что плохое, неудачное направление траектории имеет столь важное значение на поражение, что этот недостаток нельзя окупить никаким расходом снарядов, который будет бесполезною тратою их и повлечет лишь излишнее утомление людей и даже потерю орудием боевых качеств.

## ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ.

### ДЕЙСТВИЕ СНАРЯДОВ.

#### 1. Различные виды действия снарядов.

Сообразно свойствам цели и условиям боевой обстановки, применяются различные виды действия снарядов: а) ударное, б) фугасное, в) картечное, г) химическое, д) зажигательное, е) светящее, ж) агитационное, з) дымовое и и) по воздушным целям.

#### 2. Ударное действие.

В сущности, разрушение, причиняемое снарядами первых трех видов, сводится, в конечном результате, к удару по цели, т. е. к ударному действию, почему этот вид действия и нужно рассмотреть ранее других видов действия снарядов.

При ударе снаряда в цели может произойти одно из двух: или снаряд углубляется в цель (произведет ранение), или произведет только поверхностное изменение (контузия),<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Контузия получается также при близком пролете снаряда, от действия струй воздуха, получающихся при полете снаряда, подобно тому, как идут волны по воде от движения парохода.



затем отразится и будет продолжать движение дальше — снаряд *рикошетирует*.

Действие снарядов рассчитывается на производство углублений или сквозных пробойн.

Величина углубления по направлению касательной к траектории в точке удара (скорости снаряда в момент удара), зависит *от скорости, с которою снаряд падает, от веса снаряда, его калибра, формы головной части и от сопротивления преграды*. Эту зависимость углубления от перечисленных данных выражают обычно формулою. В виду того, что современные снаряды имеют в общем довольно сходное очертание головной части, коэффициент, характеризующий ее, на вид не ставится и обыкновенно формуле придается такой вид:

$$L = \alpha \frac{q}{d^2} v,$$

где  $L$  — величина углубления в метрах,  $\alpha$  — некоторый коэффициент, зависящий от качеств преграды,  $q$  — вес снаряда в килограммах,  $d$  — калибр в сантиметрах,  $v$  — скорость в момент удара в метрах в секунду.

$\alpha$  имеет следующие величины, определенные на основании произведенных опытов:

земля свеженасыпанная . . . . .	0,13
„ плотная . . . . .	0,065
„ песок . . . . .	0,04
„ дерево . . . . .	0,05
„ кирпич . . . . .	0,025
„ бетон . . . . .	0,013

Вычисленная по приведенной формуле глубина вникания снаряда в среду дает величину при попадании по нормали. При косвенном ударе, углубление получается меньше и при достаточно косом падении снаряд может отразиться, *рикошетировать*, не углубившись вовсе в преграду, произведя лишь поверхностное разрушение.

Последующее попадание в то же место, или близко к предыдущему попаданию, производит, если среда вязкая (броня), такое же действие, как и первое. В средах же не вязких, как камень, кирпич, бетон последующие попадания в одно и то же место, или близко, производят более сильное разрушение, большую воронку, потому что связь частиц среды, при каждом ударе в том месте, где произошло разрушение, совершенно нарушается, *сфера разрушения*, а на некотором расстоянии вокруг воронки связь эта только ослабляется — *сфера сотрясения*. При повторных попаданиях связь частиц в сфере сотрясения совершенно нарушается и потому разрушение получается больше при последующих попаданиях (черт. 56).



Разрушение, производимое снарядом, пропорционально живой силе  $\left(\frac{mv^2}{2}\right)$  снаряда в момент удара. При одной и той же живой силе, легкий снаряд (малого калибра), но обладающий большой скоростью, углубляется больше; тяжелый же снаряд (большого калибра), но с меньшей скоростью, сильнее потрясает цель и производит более широкую воронку, при меньшем углублении.

В самом деле: пусть снаряд 76-мм пушки имеет при весе снаряда 6,5 кг скорость в момент удара 360 м/сек., тогда, чтобы у 152-мм снаряда в момент удара была та же живая сила, нужно взять уравнение  $\frac{6,5 \cdot (360)^2}{2 \cdot 9,8} = \frac{42x^2}{2 \cdot 9,8}$ , где 9,8 равняется ускорению силы тяжести, а 42 — вес снаряда 152-мм калибра. Из этого уравнения  $x = \sqrt{\frac{6,5}{42} (360)^2} = 360 \sqrt{\frac{6,5}{42}} = 360 \cdot 0,4 = 144$  м/сек. Подсчитывая углубление того и другого снаряда по формуле  $L = a \frac{q}{d^2} v$ , получим для 76-мм снаряда углубление в плотный грунт, при  $a = 0,065$ , — 2,6 м, а для 152-мм снаряда 1,7 м.

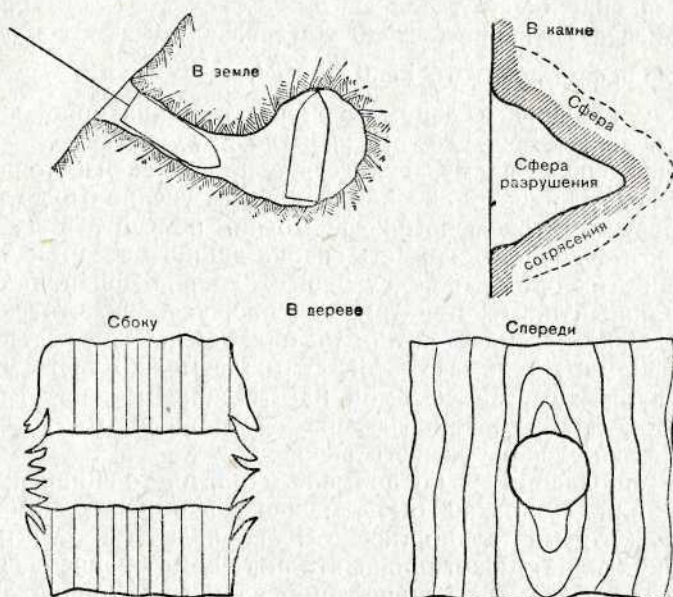
Для суждения о влиянии различных данных на проникание снарядов в землю средних качеств приводится следующая таблица, в которой сведены данные, полученные на опыте.

ТАБЛИЦА XII  
углублений различных снарядов в грунт средних качеств

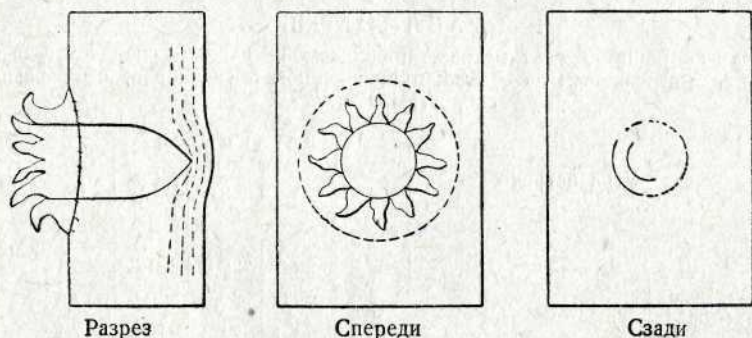
Калибр орудия в мм	Вес снаряда в кг	Окончательная скорость м/сек.	Угол встречи в градусах	Среднее углубление под поверхностью земли в м	Среднее горизонтальное перемещение снаряда под землей в м
75.....	6,5	220	65	1,0	1,5
155.....	42,0	260	60	1,6	2,5
210.....	104	225	48	2,0	4,0
280.....	205	350	52	3,4	4,5
280.....	205	350	25	4,5	3,8
350.....	400	250	55	3,0	6,5
350.....	400	280	40	5,0	5,0
350.....	400	290	25	6,0	2,5

При целях горизонтальных (своды, покрытия) углубление второго снаряда, попавшего в воронку первого, может иногда

получаться и меньше. Происходит это оттого, что в этом случае на дне воронки, получившейся при первом попадании, может накопиться измельченный материал преграды, и на перемещение его частиц будет израсходована доля энергии второго попавшего снаряда (см. коэффициент  $\alpha$ ).



Черт. 56.



Черт. 57.

Одновременное попадание нескольких снарядов производит более сильное разрушение, чем то же число снарядов, падающих разновременно.

Что касается формы воронок, то они, в зависимости от свойств преграды и условий падения снаряда, получают весьма разнообразный вид, что поясняется чертежами 56 и 57.



Формула, приведенная выше, не годна для вычисления глубины проникания или толщины пробиваемой снарядом брони.

В этом случае пользуются формулами, также выведенными на основании опытных данных, причем коэффициент меняется вместе с усовершенствованием броневое дела и дела изготовления снарядов. <sup>1</sup>

Комиссией в Гавре (лет 30 тому назад) была предложена следующая формула:  $v = 1530 \frac{d^{0,75}}{q^{0,5}} b^{0,7}$ ,

где  $d$  — калибр в дециметрах,  $b$  — толщина пробиваемой плиты в дециметрах,  $q$  — вес снаряда в кг.

В настоящее время, вследствие прогресса изготовления брони, коэффициент 1530 рекомендуется увеличить до 2400.

Пользуясь этой формулой, можно подсчитать ту скорость, которую должен иметь снаряд данного веса и калибра для пробития брони определенной толщины при попадании по нормали к плите, при том, конечно, условии, что снаряд не только не разбивается, но даже не изменяет своей формы (не деформируется). По этой формуле можно также определить толщину пробиваемой плиты данным снарядом при некоторой скорости, при сказанных оговорках относительно направления удара и качеств снаряда.

При попадании не по нормали к плите, толщина пробиваемой плиты должна быть меньше, а при большом угле встречи (угол между нормалью и направлением траектории в точке падения) может произойти рикошетирувание снаряда.

Для суждения о толщине пробиваемой крупнокалиберной брони приводятся следующие таблицы. <sup>2</sup>

ТАБЛИЦА XIII

толщины брони, в сантиметрах, пробиваемой 305-мм снарядом, весом 370 кг, выстреленным из 305-мм пушки длиной 50 калибров, с начальной скоростью 900 м/сек.

Угол встречи	Дистанция в км				
	4	6	8	10	12
0° .....	34,8	28,3	22,8	21,3	18,1
10° .....	34,2	28,0	22,3	20,8	17,9
20° .....	32,7	26,5	21,3	19,8	17,1
30° .....	30,3	24,5	19,5	18,3	15,8*

<sup>1</sup> Формулы, выводимые на основании результатов опытов, называются эмпирическими.

<sup>2</sup> Крупнокалиберной броней называют броневую плиту, изготовленную по способу Круппа, состоящему в особом приеме насыщения стали углеродом и последующей закалки. Крупнокалиберная броня считается наилучшей в смысле ее сопротивления прониканию снарядов.



ТАБЛИЦА XIV

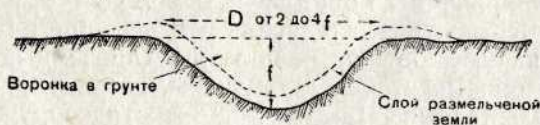
толщины круппированной плиты (в см), пробиваемой снарядами различных орудий при попадании по нормали

Название орудия	Д и с т а н ц и я			Вес снаряда	Начальная скорость
	5 300	10 600	15 100		
	в м е т р а х				
152 мм (6 дм.) в 45 к..	7,8	5,0	—	41,3 кг	792,5 м/сек.
204 мм (8 " ) „ 45 ..	13,3	6,9	3,6	87,6 „	874,7 „
305 мм (12 " ) „ 40 ..	31,3	17,9	11,9	331,7 „	792,5 „

Конечно, действие удара снаряда не ограничивается пробиванием брони или углублением в нее. В зависимости от устройства башни, или броневого сооружения, в нем могут произойти и другие повреждения: порча креплений (болтов, заклепок, гаек), сдвигание одних частей относительно других, выгибание, вдавливание частей, что, в свою очередь, влечет за собою возможные неисправности механизмов, помещенных в башне. Следует также иметь в виду сильное нагревание плиты после удара в нее снаряда. Это обстоятельство при многократных, быстро следующих одно за другим попаданиях может иметь существенное значение.<sup>1</sup>

### 3. Фугасное действие.

Фугасное действие состоит в том, что разрушение, причиняемое ударом самого снаряда, увеличивается ударом, производимым газами взорвавшегося разрывного заряда. Этот последний удар имеет, вообще говоря, большую вели-



Черт. 58.

чину, чем удар самого снаряда; кроме того, образующиеся газы, стремясь расшириться во все стороны, распространяют свое действие на большем расстоянии, чем удар снаряда, передаваемый от частицы материала преграды к частице.

Действие фугасных снарядов в земляных и каменных преградах сказывается тем, что в месте взрыва получается яма—воронка (черт. 58). Объем воронки принимают за меру фугасного действия.

<sup>1</sup> В плитах жестких (черт. 57), венчик по пунктирной линии нередко отлетает.



Объем воронки зависит от углубления снаряда в преграду (ударного действия снаряда), от веса разрывного заряда, природы взрывчатого вещества и свойств (механических качеств) материала преграды.

В земле воронка имеет, в общем, сегментообразную форму, причем выбрасываемая из воронки земля раздробляется в мелкие куски, обращается как бы в пыль, поднимается столбом кверху и падает довольно ровным слоем в воронку и около воронки, но возможно, конечно, получение и более крупных кусков, глыб разрушенного материала (черт. 58).

Диаметр воронки бывает в 2—4 раза, в среднем — в 3 раза, более глубины.

Чем больше углубление снаряда, тем это отношение меньше и воронка получает форму как бы сочетания цилиндра с сегментом шара (нужно иметь в виду, что, вследствие заваливания воронки комьями, глыбами материала, воронка не имеет правильной формы). При очень большом углублении снаряда, сила взрыва может оказаться недостаточной для выбрасывания всей



Ч рт. 59.

массы материала, и произойдет внутренний, подземный взрыв, так называемый *камуфлет*.

Однако не следует думать, что действие фугасного снаряда ограничивается образованием воронки. Взрыв снаряда вызывает сотрясения во всем массиве преграды и если имеются какие-либо ходы, потеры (подземный ход), убежища, то они могут быть обрушены, завалены, что зависит как от силы взрыва, так и от прочности сооружения и его удаления от места взрыва.

В каменных и бетонных сооружениях, в виду хорошего сопротивления этих материалов на сжатие и слабого на скалывание, воронки получаются более плоскими: диаметр равен 5—8 (черт. 59), в среднем 6 глубинам.

Постройки из бетона имеют почти исключительно вид сводов. Поэтому интересно рассмотреть действие удара именно на своды.

В случае удара и взрыва снаряда в какой-либо точке свода, по материалу свода передадутся сотрясения — волна взрыва. Эти волны, передаваясь от слоя к слою, будут встречать сопротивление слоев, лежащих ниже, верхние слои будут нажаты на нижние, т. е. они будут сжиматься, а на сжатие



бетон сопротивляется хорошо (черт. 60). Но когда волна дойдет до внутренней поверхности свода, то внутренним слоям опираться не на что, они будут сопротивляться на скалывание, а это сопротивление мало, почему внутренние слои вываливаются. Поэтому, при стрельбе по бетонным сводам, нет необходимости добиваться такой силы удара, чтобы рассчитывать на пробитие свода. Достаточно, если сила будет столь велика, что получится внутренний обвал, — каземат станет необитаем. Кроме того, мощные удары по бетону приводят его из монолитного строения в зернистое, и последующие удары должны производить более сильное разрушение.

В действительности, иногда получается обратное, так как куски материала от предшествующего взрыва мешают углублению снаряда.

Для подсчета объема воронки в бетоне можно пользоваться формулой  $w = 0,014 \lambda L c$ ,<sup>1</sup> где  $\lambda$  характеризует взрывчатые вещества,  $L$  — углубление снаряда,  $c$  — вес разрывного заряда.

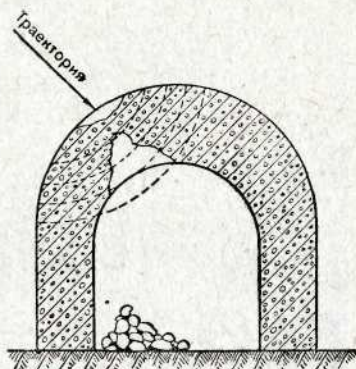
Для подсчета объема воронки в грунтах можно пользоваться следующими эмпирическими формулами.

При скорости удара менее 300 м/сек.,  $w_1 = 0,503 \text{ тлс куб. м}$ , более 300 м/сек.,  $w_2 = 0,816 \text{ тлс}$ , где  $m$  — коэффициент, характеризующий грунт,  $\lambda$  — характеризующий взрывчатое вещество,  $c$  — вес взрывчатого вещества в кг.

При вычислении объемов воронок по этим формулам, следует полагать  $m$  равным 1,00 для обыкновенного грунта лугов, 1,20 для слабого грунта, 0,70 для твердого грунта с дерном, 0,85 для песчаного грунта и  $\lambda$  равным 1,0 для селитро-серо-угольного пороха и 2 для пироксилина, мелинита, тротила и других дробящих веществ.

Эти формулы годны для случая, когда трубка действует достаточно скоро, но не мгновенно. В случае снабжения трубки замедлителем, воронка увеличивается; но при значительной величине замедления, начинает уменьшаться. При рационально подобранной величине замедлителя, что однако весьма трудно, по неизвестности качеств грунта у цели, объем, подсчитанный по приведенным формулам, следует увеличить в 1,4 раза (на 40%).

<sup>1</sup> Эта и последующие формулы для подсчета воронок в грунтах дают средние результаты. Отдельные могут получаться процентов на 50 больше или меньше.



Черт. 60.



Время углубления снаряда в преграду до потери скорости до 0 (до остановки) зависит как от живой силы его, так и сопротивления среды, поэтому продолжительность замедлителя должна быть сообразна с обеими этими данными. Живая сила меняется с дистанцией, а качества грунта у цели едва ли возможно определить. Это приводит к заключению, что применение замедлителя может быть полезно в редких случаях. Следует иметь еще в виду вид траектории снаряда в грунтах. Нередко снаряд постепенно загибает свой путь кверху (см. черт. 56), так сказать движется по траектории обратного вида. Интересно его взорвать в момент достижения наибольшего углубления, а это рассчитать весьма трудно. Замедлитель безусловно выгоден при действии по



Черт. 61.

домам и другим сооружениям с расчетом, чтобы разрыв получился внутри строения, тогда можно ожидать большего разрушения.

Когда воронки получаются близко одна от другой, то совокупная воронка, вообще говоря, образуется меньше, чем сумма объемов воронок, производимых единичными снарядами, что объясняется тем, что материал, выбрасываемый последующими взрывами, отчасти осыпается в ранее получившиеся воронки. Это — засыпание воронок сглаживает их, делает их удобопроходимее, что нужно иметь в виду, если, вместе с разрушением сооружений противника, подготавливается удобный путь для наших штурмующих войск.

На фотографии (черт. 61) видна воронка в грунте от 305—400 мм снаряда.

Если цель вертикальна (стенка) и, значит, засыпания воро-

нок нет, то последующие попадания снарядов производят большее разрушение. Последующие попадания в пределах воронки в горизонтальном бетонном покрытии, как сказано, получаются обычно меньше, так как накапливающиеся в воронке осколки уменьшают ударное и фугасное действие.

Из приводимых ниже таблиц, составленных на основании опытов, более отчетливо видно влияние различных данных на размеры воронок.

Объем воронок, произведенных в земле зарядами мелинита, свободно положенными на поверхность.

Вес заряда в кг . . . . .	2,04	4,10	8,19	16,38
Объем воронки в куб. м .	0,84	1,96	3,92	7,84

На килограмм взрывчатого вещества соответственно приходится объем выброшенной земли 0,41, 0,48, 0,48 и 0,48 куб. м. Это, повидимому, дает основание заключить, что в случае свободно положенного заряда количество выброшенной земли, на единицу веса заряда, не зависит от веса заряда.

*Зависимость объема воронки от углубления заряда* (снаряд зарывали в землю, а потом взрывали).

ТАБЛИЦА XV

результатов опытов с 107-мм гранатой, с разрывным зарядом 1,64 кг мелинита.

Углубление в м . . . . .	0	0,30	0,61	0,91	1,22	1,52
Диаметр воронки в м . . . . .	1,06	1,88	2,50	3,05	2,44	2,00
Глубина воронки в м . . . . .	0,45	0,91	0,83	1,06	0,83	0,68
Объем воронки в куб. м . . . . .	0,21	2,10	2,10	3,81	1,90	1,01
Объем на 1 кг разр. зар. . . . .	0,13	1,3	1,3	2,3	1,2	0,6

Эта таблица подтверждает ранее сказанное, что имеется наивыгоднейшая глубина для взрыва, когда получается наибольшая воронка. При дальнейшем увеличении глубины, объем воронки быстро уменьшается, и, при некотором углублении, взрыв может совсем не обнаружиться на поверхности, — получится так называемый *камуфлет*. Например, для гранаты 76-мм полевой легкой пушки в болотистом грунте на опыте получился камуфлет при глубине 1,22 м.

Эта же таблица показывает, что, в зависимости от условий взрыва, на 1 кг мелинита выбрасывается 0,5—2,3 м<sup>3</sup> земли. При условиях действительной стрельбы чаще можно наблюдать 1—1,5 м<sup>3</sup>. Такие же величины получаются для пироксилина и тротила. Селитро-серо-угольный порох оказывает действие, примерно, вдвое слабее.



Наконец, эта же таблица дает указание, что выгодно получать взрыв не сразу при падении, а после углубления снаряда на достаточную величину. Для удовлетворения этому требованию были введены в трубах замедлители, которые определяли момент взрыва после падения. При удачном действии замедлителя, объем воронки, как уже было сказано, получается в 1,4 раза больше, чем без него. Однако, необходимость, для получения наилучшего действия, согласовать продолжительность замедления с качествами грунта и углом падения встречает много затруднений при ее удовлетворении.

Так как углубление снаряда увеличивается вместе с увеличением угла падения (если иметь в виду положение цели,



Черт. 62.

близкое к горизонтальному), то на основании этой же таблицы можно заметить, что выгодно стрелять при больших углах возвышения. Но при больших углах можно опасаться камуфлетов.

Действие фугасных снарядов по заграждениям (проволочным, засекам) довольно сильное, и, даже 76-мм гранатами можно в них прочистить удобный проход, для чего на дистанции около 2 км, при ширине проволочного заграждения 20 м (10 саж.), потребуется около 30 гранат на 2 погонных метра (одну сажень), при засеке шириною около 8—9 м (3½ саж.) нужно около 25 снарядов. В этом случае выгодно применять трубки (взрыватели) быстро действующие, так



как разрыв получается на поверхности земли и газы от взрыва разрывного заряда, оказывают более сильное действие на заграждение. В случае углубления снаряда, что будет при трубке обычной, а тем более с замедлителем, газы воронкою, образованной взрывом в земле, направляются вверх, отчего их распространение по поверхности ограничивается. По этим основаниям для разрушения заграждений выгодно делать трубки особо *чувствительными, мгновенного действия* и даже с *предупреждением*, чтобы разрыв снаряда происходил над самою поверхностью земли. Снаряды, рвущиеся на рикошете, тоже оказывают сильное действие, если, однако, разрыв происходит не на большой высоте, не выше высоты заграждения.

На фотографии (черт. 62) изображен лес после обстрела полевыми пушками фугасными гранатами.

Действие по орудиям не только при прямых попаданиях, но и когда установка захватывается воронкою сильное и решительное.

Но и более далекие взрывы могут производить повреждения, хотя менее значительные (погибы щитов, тяг, стоек и т. п.). Кроме того повреждения могут

быть причинены осколками, которые, при взрыве фугасных снарядов, получаются длинные и зазубренные (пилообразные).

По броневым закрытиям (башням, кораблям), фугасные снаряды действуют довольно успешно. В виду крайнего разнообразия конструкций башен, а также и характера взрывов, трудно дать общие указания, но можно сказать, что фугасные снаряды могут произвести сдвиги куполов, выгибы частей броневых покрытий и закрытий, заклинение башен, наполнение их удушливыми газами, обрывы болтов и гаек, прогиб внутренних частей и, наконец, опрокидывание, выворачивание башен из бетонных массивов, не мало примеров



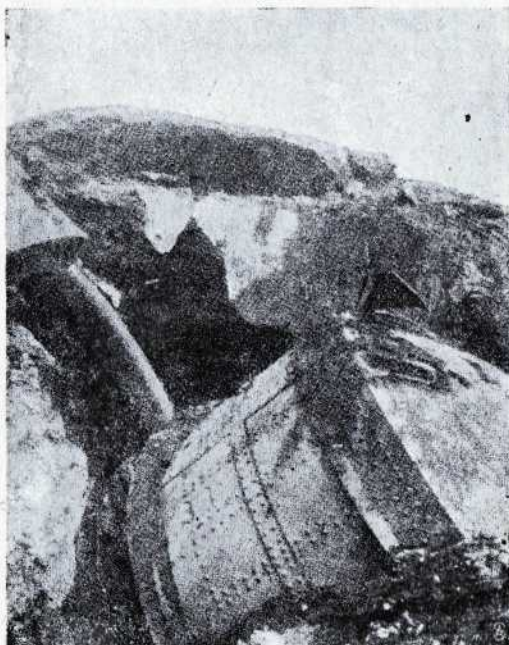
Черт. 63.



чего дали действия немецких снарядов по бельгийским крепостям в 1914 г.

См. фотографии черт. 63 и 64.

В сражении у Доггер-Банки, 24 января 1915 г., в германский крейсер „Зейдлиц“, с дистанции 13 500 м, попадает снаряд 343-мм орудия, пробивает верхнюю палубу и броню неподвижной части нижней кормовой башни. Снаряд разорвался в зарядном отделении, и огонь через внутренность башни перебросился в подбашенное отделение, отчего в бомбовом погребе произошел взрыв. Огонь передался в погреба соседней верхней башни, пламя через эту последнюю башню было выброшено вверх. Таким образом от одного удачно попавшего и своевременно взорвавшегося снаряда, были выведены из строя две башни (4 орудия 28 см) и их боевые запасы уничтожены.



Черт. 64.

В том же бою в английский крейсер „Лаон“ попал снаряд и сдвинул броневые плиты на 23 см и вдавил их внутрь на 20 см.

О действии по кораблям может дать понятие фотография черт. 65, изображающая пробоину в броневой палубе.

В крепости Льеж один снаряд пробил аванкарасу и разорвался позади нее. Действием взрыва соседние сегменты аванкарасы были оторваны от башни, и окружающий бетонный массив разрушен. В той же крепости другой снаряд попал в бетонный массив башни, углубился в него и взорвался. Часть бетона выброшена назад, купол башни сдвинут с барабана и между куполом и барабаном получилась серповидная щель.

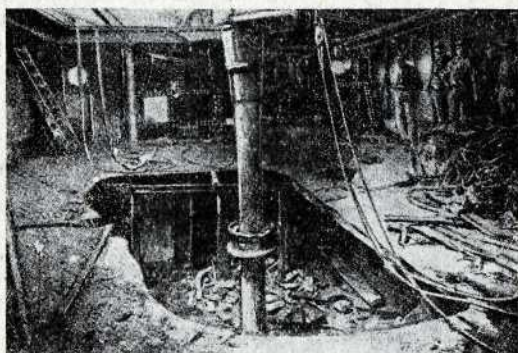
По различным закрытиям (бетонным, каменным, деревянным), в зависимости от калибра снаряда, действие решительное, что сильно усложняет дело возведения прочных

блиндажей. Например, блиндаж, считающийся безопасным от действия 152-мм снарядов при одиночном попадании, имеет, примерно, следующее устройство (черт. 66).

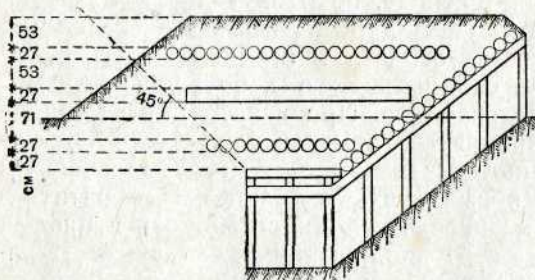
Общая толщина покрытия ок. 3 м, в состав которого входит 4 ряда 27-см бревен. При замене бревен в слоях 1-м и 2-м камнем в 53 см, полагают, что блиндаж может выдержать двукратное попадание 152-мм снаряда.

Некоторые принятые у нас снаряды производят в слабом грунте воронки, мало изменяющиеся с дистанцией, размеры которых приведены в таблице XVI (см. табл. на стр. 138).

По деревянным постройкам и древесным насаждениям фугасные снаряды даже сравнительно небольших калибров производят очень сильное действие, не только разрушая их (сваливая деревья), но при благоприятных условиях вызывая в них пожары. Зажигательное действие этих снарядов, однако, не достаточно сильно: 420-мм немецкие гаубицы под Верденом произво-



Черт. 65.



Черт. 66.

диди, в среднем, воронку диаметром 10 м, глубиною 5 м. Интересно отметить, что один взрыв подобной бомбы пришелся над сводчатым коридором, проходившим на 8 или 9 м под землею. Эти коридоры, вырытые в очень плотном грунте с примесью известняка, состояли из кирпичных сводов в 0,34 м толщиной на опорных стенках, в 2,5 м вышины и 0,65 толщины. Под влиянием толчка от взрыва и сжатия почвы на глубине, одна из опорных стен и соответствующая часть свода обрушилась на протяжении 6 м, над сводом образовалось углубление в 3 м и коридор был загроможден кусками грунта и камня, упавшими из этого углубления.

При действии фугасных снарядов по фортификационным



вооружениям, они не только причиняют разрушение, но и заполняют убежища, казематы удушливыми газами, как это было на фортах Тройон и Сувилль в Вердене и в Осовце (особенно капонир № 5 Центрального форта). Мощные взрывы фугасных снарядов производят сотрясения, которые тяжело отражаются на людях, находящихся в глубоких подземных галереях, производят сдвиги в подземных сооружениях, например, в коридоре, служившем подступом к 75-мм башне форта Дуомон (Верден).

ТАБЛИЦА XVI

размеров воронок, производимых снарядами некоторых орудий в слабом грунте

Название орудия	Вес снаряда в кг	Вес раз- рывн. за- ряда в кг	В о р о н к а	
			Диаметр в м	Глубина в м
76-мм пол. пушка обр. 1902 г. .	6,5	0,8	1,5	0,6
122-мм гаубица обр. 1909 и 1910 г. .	23,3	4,8	3,8	1,4
152-мм гаубица обр. 1909 и 1910 г. .	40,9	8,8	4,5	1,6
152-мм пушка обр. 1909 г. . . . .	40,9	5,6	3,9	1,4

Действие по бетонным сооружениям фугасных снарядов сказывается не только образованием воронки на стороне, подвергшейся действию снаряда, но и внутри массива происходят сотрясения, разрушения, разрывы железных связей, оседание в нижних частях свода и т. п.

Обсыпка бетонных сводов землею небольшой толщины не влияет на действие снарядов. При некоторой ее толщине фугасное действие усиливается, так как слой земли препятствует распространению газов внаружу. При дальнейшем увеличении толщины обсыпки взрыв может весь обратиться на ее разрушение и не передаться своду. Указать в цифрах толщину каждого слоя трудно, так как это зависит от калибра снаряда, угла падения и качеств грунта.

На основании опыта обстрела укреплений крепости Осовец, можно полагать, что обсыпка до 1,22 м не оказывает влияния.  $4\frac{1}{2}$  м и более уже обеспечивает свод от разрушения. Так, попадание 152-мм снаряда в свод проезда № 2 Центрального форта Осовецкой крепости, обсыпанный на 60—90 см землею, разрушило свод. Другое попадание в тот же свод, но при обсыпке  $4\frac{1}{4}$  м, не дало в своде ни одной трещины. Многократные попадания 204—305-мм снарядов в казарму с обсыпкою  $4\frac{1}{4}$  м, несмотря на слабость конструкции свода (1,22 м

кирпича, 90 см песка и 1,5 м бетонный туюфак), не пробил свод.

Сходное действие с действием артиллерийских снарядов производят мины минометов. Они способны разрушать блиндажи, убежища и заграждения, в последнем случае в особенности при разрывах над землею.

О картечном, осколочном действии фугасных снарядов будет сказано далее.

Рассмотрение данных, влияющих на силу и характер ударного и фугасного действий, находящихся в тесной связи, позволяет установить требования и основания к устройству снарядов этих назначений.

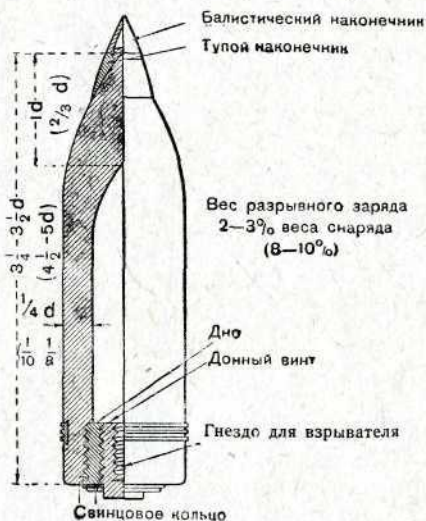
При ударе, в зависимости от характера преграды, снаряд встречает более или менее сильное сопротивление. Для успешности действия необходимо, чтобы снаряд не разбивался при ударе и сохранял правильное очертание головной части, что облегчает проникание снаряда в преграду.

Отсюда следует, что головная часть ударного снаряда, первая принимающая на себя сопротивление преграды, должна быть устроена особенно прочно, что может быть достигнуто утолщением стенок снаряда и выбором материала наиболее прочного, жесткого (черт. 67).

Остальная часть стенок может быть сделана менее прочной, так как им не приходится преодолевать столь большого сопротивления, а потому может быть тоньше.

Так как фугасное действие заметно усиливает силу разрушения, то всегда следует стремиться к уменьшению толщины стенок (за счет поднятия качеств материала). От этого увеличится внутренняя полость снаряда. Кроме того, при меньшей толщине стен, чтобы снаряд получился того же, определенного для данного калибра орудия, веса, придется его удлинить, что, в свою очередь, скажется также благоприятно на увеличении емкости и, стало быть, весе разрывного заряда.

Для сохранения головной части от повреждения при ударе в очень прочные преграды (броня) на нее надевается предохранительный колпак — наконечник — из более мягкого

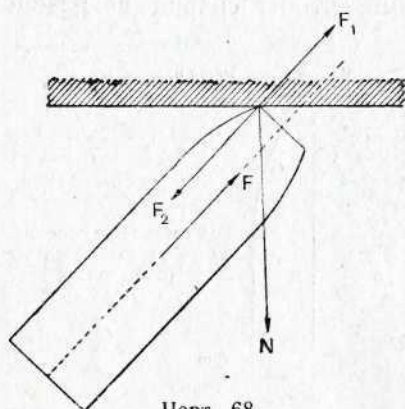


Черт. 67.



материала.<sup>1</sup> Для того, чтобы снаряд при косвенных ударах не ricoшетировал, наконечникам придают усеченную форму. При такой форме снаряд постоянно будет встречать преграду острым краем и задержится на цели, несколько поворачиваясь к направлению нормали, как это видно на черт. 68.

Движущая сила направлена по касательной к траектории, или, без большой погрешности, по оси снаряда. Для уяснения того, в чем будет состоять ее действие, к точке соприкосновения снаряда с поверхностью приложим две силы  $F_1$  и  $F_2$ , равные между собой и равные  $F$ , ей параллельные и взаимно противоположные. Эти две силы взаимно уничтожаются, почему снаряд будет находиться в условиях, как и до приложения их, т. е. как будто на него действует лишь



Черт. 68.

сила  $F$ . Сила  $F_1$  будет вдавливать снаряд в преграду, а пара сил  $F, F_2$  будет его поворачивать, сближая ось фигуры снаряда с нормалью к преграде.

Однако тупая форма головной части снаряда была бы невыгодна в смысле проникания снаряда в воздух, поэтому к снаряду добавляется еще особый легкий, полый наконечник, называемый баллистическим.

Совершенно также устраиваются фугасно-бронебойные снаряды, как это видно на черт. 67 (цифры в скобках).

Снаряжаются эти снаряды (нормально) флегматизованным тротилом. Назначением флегматизатора (успокоителя) является устранение взрыва вещества в момент удара от сильного сотрясения. Успокоителем обычно служат препараты из нафталена, преимущественно нитро-нафталена.

Для удобства снаряжения и лучшей выработки материала стен, снаряд делается открытым с донной части, которая, по снаряжении снаряда заворачивается дном, с донным винтом. В последнем, в свою очередь, делается либо очко, либо гнездо для взрывателя. Перед ввинчиванием дна в снаряд на взрывчатое вещество накладываются кружки из азбеста и жестяной, а под флянец<sup>2</sup> дна подкладывается свинцовое

<sup>1</sup> Наконечники предложены адмиралом С. О. Макаровым в конце прошлого столетия. Теоретически их роль еще недостаточно изучена. Практически же снаряды, снабженные наконечниками, обладают пробивным действием процентов на 15—20 больше, чем снаряды без наконечников.

<sup>2</sup> Флянцем называется уширенная часть.

(иногда медное) кольцо. Такое же кольцо подкладывается под флянец донного винта. Кружки служат для предохранения взрывчатого вещества от раскрошивания его при ввинчивании дна, а свинцовые кольца для устранения прорыва пороховых газов боевого заряда во внутрь снаряда.

Толщина дна делается такой, чтобы верхний край дна приходился на высоте верхнего края ведущего пояска. Это необходимо для образования упора для стен снаряда, ослабленных в этом месте выточкою желобка для ведущего пояска.

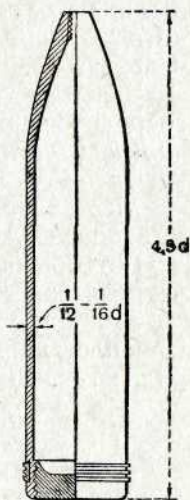
При врезании в нарезы поясок мог бы вдавить стенки и не врезаться, — дно этому препятствует.

Фугасные снаряды, назначаемые для разрушения менее прочных преград (каменных, земляных, деревянных), устраиваются не столь прочно, и в них допускается делать головное очко для ввинчивания взрывателя (черт. 69). Стенки могут быть значительно слабее, и их можно сделать поэтому более тонкими, что выгодно для увеличения емкости снаряда. Для возможного увеличения емкости снаряда подбирают материал и способы выработки корпуса снарядов (штампованием) так, чтобы можно было стенкам придать наименьшую толщину, при достаточной прочности, обеспечивающей целость снаряда в канале орудия.

Вследствие того, что удельный вес вещества разрывного заряда мал, по сравнению с удельным весом материала стен, фугасные снаряды получаются меньшего веса при той же их длине, чем снаряды других назначений, почему их делают большей длины до  $4\frac{1}{2}$  и даже 5 калибров, что опять-таки служит для увеличения веса разрывного заряда. Вес последнего достигает 12—25% веса снаряда в зависимости от калибра (в малых меньше) и типа орудий (у пушек меньше).

Кроме стальных снарядов изготавливаются также снаряды из чугуна (сталистого чугуна). Вследствие меньшей прочности чугуна, стенки этих снарядов делаются толще, а снаряды поэтому несколько короче. Емкость их меньше, так что в них помещается разрывной заряд ок. 10%. В чугуне возможны мелкие незаметные трещины, что может служить причиною преждевременного разрыва таких снарядов в канале орудия от проникания во внутрь газов боевого заряда. Для предупреждения этого в дно таких снарядов заделывается пластинка меди.

Снаряды ударного и фугасного действия калибром не



Черт. 69.



более 107 мм называются *гранатами*, а большего калибра *бомбами*.<sup>1</sup>

#### 4. Картечное действие.

Снаряд несет с собою очень большой запас живой силы. Например, снаряд 76-мм (3-дм.) полевой легкой пушки, даже на дистанции около 5 км, обладает живою силою 18650 кг/м, достаточной для вывода из строя более 2300 чел. (точнее 2330 чел.). Между тем, по своим небольшим размерам, снаряд при современных разбросанных боевых порядках едва ли будет в состоянии вывести более одного человека. Очевидно, что снаряд не будет использован.

Для возможно полного использования всей мощи снаряда необходимо его живую силу распределить между отдельными, рассеивающимися на большой площади, частицами, из которых каждая была бы в состоянии вывести из строя человека, для чего считается достаточным живая сила в 8 кг/м.

Снаряды картечного действия и устраиваются так, чтобы сосредоточенную в них живую силу распределить между большим числом смертоносных частей и распределить эти части на достаточной площади, чтобы элементы цели, где бы ни находились в пределах этой площади, были бы каждый поражен.

Вот общая идея картечного действия и требования от устройства снарядов картечного действия.

Эту идею можно осуществить различными способами. Наиболее широкое распространение получил картечный снаряд, называемый, по имени изобретателя, шрапнель.

#### 5. Устройство шрапнели.

В тонкостенный стакан (черт. 70) укладывается перегородка (диафрагма), лежащая на уступе стенок близ дна. В углубление перегородки вставляется нижний конец центральной трубки. Пространство между стенками стакана, перегородкой и центральной трубкой заполняется пулями шаровой формы. Промежутки между пулями заполняются в нижней части дымородным составом (магний, сюрма...), а в верхней канифолью, которая наливается в расплавленном виде. По остывании, канифоль свяжет пули вместе и они не будут перемещаться одна относительно другой, что необходимо

<sup>1</sup> Собственно на гранаты и бомбы снаряды подразделялись по их весу, а именно: пуд и менее — гранаты, пуд и более — бомбы. Так как граната 42-лин. пушки весила ровно 40 фун., то 42-лин., то-есть 107-мм калибр и является граничным для разделения этих двух названий снарядов, причем 107-мм снаряды могут называться и гранатами и бомбами, но обычно их называют гранатами.

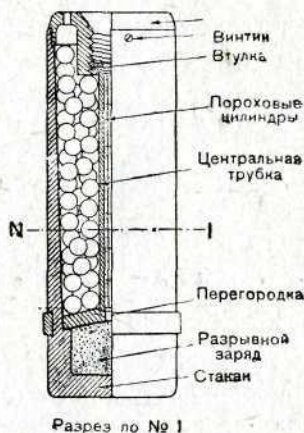
для сохранения постоянства положения центра тяжести снаряда и устранения сминания <sup>1</sup> пуль.

В камору, под диафрагму, через центральную трубку насыпается разрывной заряд из селитро-серо-угольного ружейного пороха в орудиях малых калибров и артиллерийского в орудиях более крупного калибра. По заполнении каморы порохом, в центральную трубку укладываются цилиндрики, спрессованные из массы селитро-серо-угольного пороха. В цилиндриках имеются каналы для облегчения и ускорения передачи огня. Основания столбика из цилиндриков заклеиваются марлевыми кружками, для устранения попадания зерен пороха разрывного заряда в каналы цилиндриков, что могло бы нарушить правильность и однообразие передачи огня. Цилиндрики эти закатываются (обертываются) и заклеиваются в бумагу, образуя одно целое.

Сверху в стакан ввинчивается приставная головка, которая присоединяется к стакану *не прочно*. Для того, чтобы головка не могла отвинтиться, она скрепляется со стаканом несколькими поперечными винтами. По оси головки делается сквозное навинтованное очко и, несколько в стороне, два канала, через один из них стакан наполняется канифолью, а через другой выходит воздух, вытесняемый канифолью. Эти каналы после заливки шрапнели канифолью заделываются пробками. В очко ввинчивается втулочка, которая нажимает нижним краем на центральную трубку.

Таким образом, центральная трубка будет нажимать одним концом на перегородку, а другим на головку, посредством втулки. Остальная свободная часть очка назначается для ввинчивания, при окончательном снаряжении шрапнелей, дистанционной трубки.

При смещении снаряда при выстреле, в дистанционной трубке зарождается огонь, который сообщается внутрь снаряда по прошествии определенного, наперед заданного времени, когда снаряд будет уже на некотором определенном расстоянии от точки вылета. Когда огонь передается внутрь снаряда, произойдет взрыв заряда в каморе, и силою образовавшихся газов перегородка двинется вперед по стакану.



Черт. 70.

<sup>1</sup> Сплющивания (деформирования).

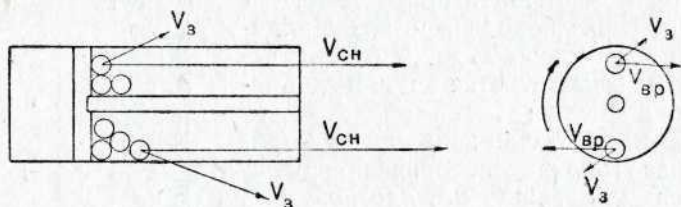


Одновременно с нею двинется и центральная трубка, которая надавит на головку и оторвет ее от стакана. При дальнейшем движении перегородки относительно стакана, она вытолкнет из него пули, сообщив им некоторую добавочную скорость к той, которую имел снаряд в момент разрыва.

## 6. Разлет пуль шрапнели.

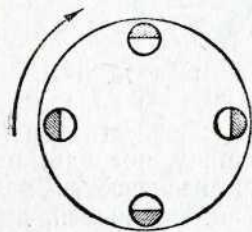
Для удобства рассмотрения вопроса о полете выброшенных из стакана пуль предварительно предположим, что снаряд, в момент разрыва, направлен своею осью по горизонту.

В момент разрыва (черт. 71) каждая пуля будет иметь четыре скорости: 1) поступательную вместе с снарядом, рав-



Черт. 71.

ную скорости снаряда в момент разрыва —  $v_{сн}$ , 2) некоторой величины скорость от разрывного заряда —  $v_з$ , вообще говоря, не совпадающую по направлению с первою, но близкою к ней, 3) скорость, приобретаемую пулей от вращения снаряда —  $v_{вр}$ , и, наконец, 4) вращательную скорость самой пули.<sup>1</sup>



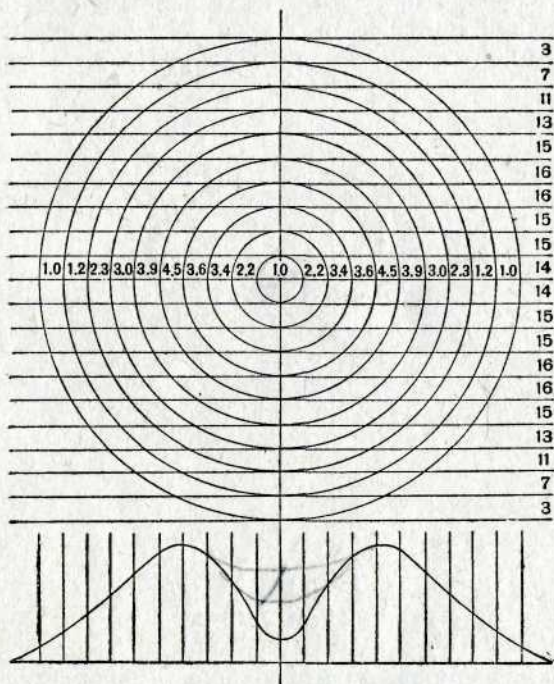
Черт. 72.

Последняя скорость не имеет существенного значения в рассматриваемом вопросе, а потому равнодействующая первых трех скоростей каждой пули (кроме вращательной самой пули) определит направление ее полета. Равнодействующая скорость каждой пули составит с направлением полета снаряда некоторый угол для каждой пули свой особый и лежащий для каждой пули в особой плоскости.

Вследствие симметрии снаряда и симметричного расположения в нем пуль нужно ожидать, что пули разлетятся

<sup>1</sup> Эта последняя скорость получается, как следствие вращения снаряда. Скорости наружных концов пуль больше, чем внутренних, почему по освобождению пуль они и получают вращательную скорость. Черт. 72 поясняет, между прочим, что при каждом обороте всего снаряда, каждая пуля делает оборот около своей оси.

довольно равномерно во все стороны и разместятся поэтому внутри конуса — *конуса разлета*. Угол у вершины этого конуса называется *углом разлета*. Ось конуса разлета служит *ось снаряда*. Но так как ось снаряда при правильном его полете близка к касательной к траектории и так как, наконец, на небольшом протяжении, можно траекторию принять за прямую линию, то за ось конуса разлета принимают траекторию снаряда, если бы он не разорвался, а самый конус считают прямым, а не изогнутым.



Черт. 73.

Если перехватить пули <sup>1</sup> плоскостью, перпендикулярной оси снопа пуль, то в сечении получится круг, внутри которого распределяются пули. Характер распределения пуль виден на черт. 73, где горизонтальный ряд чисел показывает относительное число пуль, приходящихся на единицу площади в каждом кольце шириною в  $\frac{1}{10}$  радиуса круга сечения, а вертикальный — абсолютное число пуль, приходящихся в каждой полосе шириною в  $\frac{1}{10}$  радиуса. Нижний график изображает распределение пуль по кольцам, т. е. соответствует горизонтальному ряду цифр.

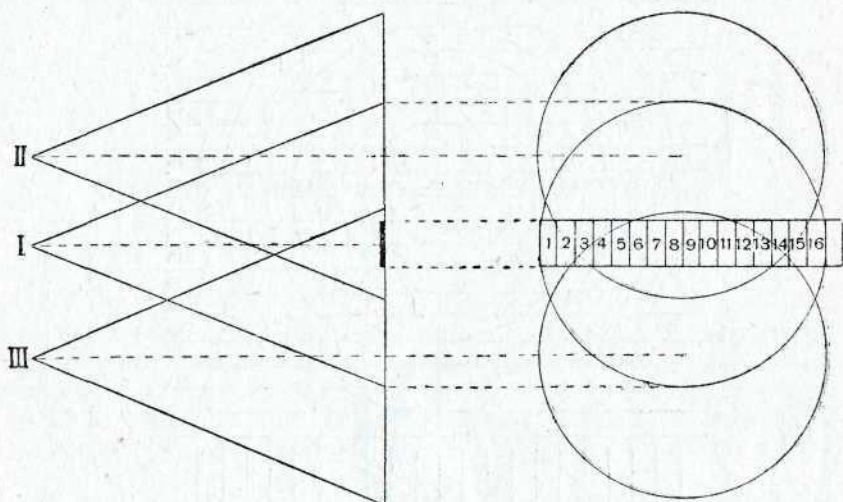
<sup>1</sup> При разрыве 76-мм шрапнели.



Как видно из черт. 73, пули распределяются на площади сечения перпендикулярного оси снопа почти равномерно. Для ясности последующих рассуждений примем, что это верно, что пули в этой площади действительно распределяются равномерно.

## 7. Условия наивыгоднейшего поражения шрапнелью.

Допустим, что ось конуса разлета пуль, или, что то же, траектория снаряда проходит через середину высоты цели, представляющей щит, подразделенный на прямоугольники. Высота щита пусть равна высоте роста человека, 1,8 м,



Черт. 74.

а ширина намеченных прямоугольников равняется ширине человека, около 0,5 м, так что каждый прямоугольник представляет цель—человека стоя, площадью  $0,9 \text{ м}^2$ .

Как видно из черт. 74, I при этих условиях будет поражено, если пули разлетаются так, что на каждые  $0,9 \text{ м}^2$  приходится не менее одной пули, 16 элементов цели.

Если траектория снаряда не проходит через цель, а в направлении ее сделана ошибка, например, снаряд летит по траектории II или III (черт. 74). Тогда круг сечения конуса разлета пуль у цели покроет ее не по диаметру и захватит снопом пуль уже не 16 элементов цели, а соответственно, для взятого примера при II положении 14 или при III — 12 элементов.

Таким образом ошибки в направлении траектории, если она не проходит через цель, а выше или ниже (дальше или

ближе) сказываются, при прочих одинаковых условиях, уменьшением поражения цели.

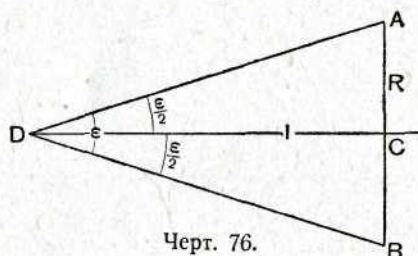
Отсюда следует, что для наилучшего поражения шрапнелью необходимо, чтобы траектория снаряда *проходила через цель*.

Расстояние точки разрыва от цели, считаемое по горизонту, называется *интервалом разрыва* ( $I$ , черт. 75). Если угол падения не велик и траектория проходит через цель, то расстояние точки разрыва от цели, считаемое по траектории — *интервал по траектории*, мало отличается от интервала. Расстояние точки разрыва от горизонта  $H$  называется высотой разрыва. Эти величины прямо пропорциональны, а именно:  $H = I \operatorname{tg} \theta$ ; поэтому можно заключения о влиянии на поражение шрапнелью одной из этих величин целиком применить к другой.

Пусть на черт. 76:  $D$  — точка разрыва,  $\epsilon$  — угол разлета,  $I$  — интервал разрыва по траектории и  $AB$  — диаметр сечения снопа пуль. Легко найдем зависимость между радиусом  $R$



Черт. 75.



Черт. 76.

круга сечения и интервалом  $I$ , а именно из треугольника  $ADC$  имеем  $AC = R = I \operatorname{tg} \frac{\epsilon}{2}$ . Площадь круга, равная  $\pi R^2$ , в данном случае будет  $\pi I^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\epsilon}{2}$ .

Назовем *плотностью* снопа пуль число пуль, приходящееся на единицу площади сечения снопа.

Если в шрапнели заключается  $n$  пуль, то плотность снопа будет  $\frac{n}{\pi I^2 \operatorname{tg}^2 \frac{\epsilon}{2}}$  пуль.

Из рассмотрения этой формулы следует, что при данном числе пуль плотность снопа пуль уменьшается с увеличением интервала и угла разлета.

Пусть при некотором интервале  $I_0$  и определенном угле  $\epsilon$  получилось такое распределение пуль, что на каждый элемент цели приходится по одной пуле (черт. 77).

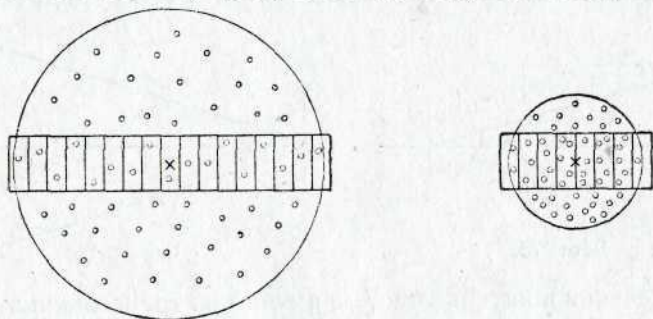
Уменьшим интервал разрыва например вдвое, то радиус круга уменьшится также вдвое, а площадь круга в четыре раза, пропорционально квадрату радиуса и плотность снопа



увеличится в 4 раза. Если в первом случае на каждый элемент цели приходилось по одной пуле, то теперь их придется в среднем по 4, а число пораженных элементов будет меньше в два раза. Поражение цели в общем уменьшилось, так как важно получить больше пораженных элементов цели, чем сильно поразить небольшое их число.

Если увеличим интервал разрыва вдвое, то площадь круга возрастет в четыре раза, а плотность снопа уменьшится в четыре раза. Число элементов захваченных снопом пуль хотя и увеличится вдвое, но число пораженных уменьшится вдвое, некоторые из элементов цели придется в промежутках между пулями.

Таким образом есть *наивыгоднейший интервал*, отступая от которого в ту или другую сторону получается поражение более слабое, в случае уменьшения этого интервала уменьшается число элементов, захваченных снопом пуль, а в случае увеличения многие элементы, несмотря на увеличение числа их, захваченных снопом, придется в промежутках между пулями.



Черт. 77.

Отсюда следует, что для наилучшего поражения шрапнелью необходимо, чтобы интервал разрыва был бы наивыгоднейший, причем наивыгоднейшим интервалом называют такой интервал, при котором на каждый элемент цели приходится по одной пуле (по одному поражающему элементу снаряда).

Итак, для наилучшего поражения шрапнелью необходимо соблюдение двух условий: 1) *траектория снаряда должна проходить через цель* и 2) *интервал разрыва должен быть наивыгоднейшим*.

Распределение пуль на поверхности, когда ось снопа (траектория) составляет с ней угол, отличающийся от  $90^\circ$ , как это всегда и бывает, конечно, изменится, как видно из следующей фигуры (черт. 78), изображающей разрыв шрапнели 76-мм полевой легкой скорострельной пушки, на дистанцию около 4000 м при интервале разрыва около 80 м, угле разлета  $16^\circ$  и угле падения  $12^\circ$ .

Полосы на черт. 78—II представляют переведенные на гори-







Очевидно, что угол разлета будет тем меньше, чем больше сумма поступательных скоростей пуля и меньше сумма скоростей к ним перпендикулярных.

Увеличить поступательные скорости можно: 1) увеличением скорости движения снаряда, 2) увеличением разрывного заряда и 3) таким устройством снаряда, чтобы сила газов разрывного заряда сообщала пулям скорость по оси снаряда.

Достигнуть того, чтобы скорость снаряда была побольше можно либо увеличивая начальную скорость, либо так устраивая снаряд, чтобы он, по возможности, меньше терял скорость на полете, улучшая его форму в смысле более легкого проникания в воздушную среду и увеличивая вес снаряда. Однако первая мера, увеличение  $V_0$ , в данном случае влечет за собой как раз обратное желаемому. В самом деле, вместе с увеличением  $V_0$  увеличивается и прямо пропорциональная ей скорость вращения снаряда, а следовательно, увеличивается и та скорость,  $v_{вр}$ , в сторону, которую получает пуля в момент разрыва шрапнели. Между тем, при полете скорость поступательного движения убывает, а скорость вращательного движения снаряда не изменяется (почти что), почему угол разлета при большей  $V_0$  получается даже больше, чем при меньшей. Сказанное подтверждается следующей таблицей углов разлета, составленной на основании опытных данных.

ТАБЛИЦА XVII

углов разлета 76-мм шрапнели в зависимости от дистанции и начальной скорости.

Дистанции в м	Начальная скорость	
	548 м/с.	610 м/с.
Углы разлета		
2 000 . . . . .	13°8'	13°54'
3 000 . . . . .	14°56'	15°30'
4 000 . . . . .	15°50'	16°36'

Увеличение разрывного заряда также может повести к отрицательным результатам, так как одновременно с увеличением поступательной скорости увеличивается и перпендикулярная ей скорость, а, самое главное, при увеличении разрывного заряда будут случаться разрывы стакана, боковая слагаемая скорость будет заметно расти и полет пуль будет неправильным.

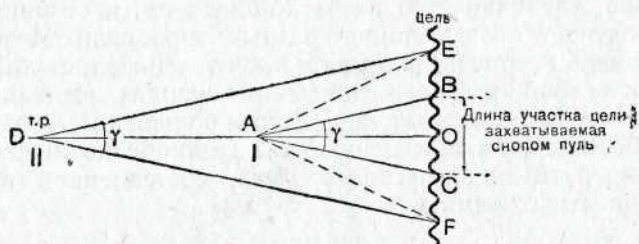
При устройстве шрапнелей стремятся именно к тому, чтобы стакан, при возможно малой толщине стен, не рвался, тогда пули встречают в нем сопротивление разлету в сто-



роны, почему угол разлета получается меньше. Для сохранения стакана в целости, разрывной заряд берут малым, но достаточным для отделения головки и выбрасывания пуль (около 1—1,5% веса снаряда).

Таким образом наиболее рациональным является для уменьшения угла разлета пуль такое устройство снаряда, чтобы он по возможности меньше терял скорость на полете: увеличение веса снаряда, правильный полет и форма, наиболее приспособленная для движения снаряда в воздухе.

Однако, слишком малый угол разлета также не выгоден, так как с его уменьшением получается узкая полоса поражения, снап чаще минует цель. Этот недостаток малого угла разлета может быть в известной степени устранен увеличением интервала, как это поясняется черт. 80. В самом деле, при интервале  $AO$  захватывается снапом пуль лишь участок цели  $BC$ . При увеличении интервала например до  $DO$ , при



Черт. 80.

том же угле разлета, уже будет захвачен  $EF$ . Как видно из подобия угольников  $ABC$  и  $DEF$ :

$$\frac{EF}{BC} = \frac{DO}{AO},$$

то-есть ширина поражаемого участка цели прямо пропорциональна величине интервала. Увеличение интервала не отразится заметно на силе поражения, если убойная сила пуль будет достаточна и плотность снапа не уменьшится заметным образом.

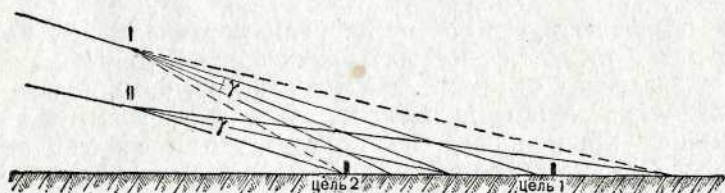
Далее при малом угле разлета, снап пуль чаще минует цель при заметных ошибках в направлении траектории в дальности. Для устранения этого полезно увеличивать отлогость траектории, как это поясняется черт. 81. Обе цели, не поражаемые первым разрывом, поражаются при разрыве на том же интервале, но на более отлогой траектории II.

Однако поражение может быть очень слабым, так как площадь, на которой распределяются пули во втором случае, получается очень большой. Для получения более сильного поражения необходимо увеличить плотность снапа.

Таким образом для увеличения глубины поражения полезно уменьшать угол разлета и увеличивать плотность снопа, т. е. число пуль в шрапнели.

Увеличение числа пуль может быть достигнуто или путем увеличения общего веса снаряда, ибо вес пуль составляет около 50% (вообще говоря меньше) веса снаряда, или путем уменьшения их калибра.

Вес снаряда для каждого орудия может изменяться лишь в некоторых пределах. К уменьшению же калибра каждой пули нужно относиться осмотрительно, так как при умень-



Черт. 81.

шении калибра пули уменьшается ее вес и она быстро теряет скорость, т. е. убийную силу, что может повлечь за собою не увеличение глубины поражения, а ее уменьшение.

## 8. Наивыгоднейший интервал.

Как уже было сказано, наивыгоднейшим интервалом называют такой интервал, при котором получается наибольшее поражение цели, а именно, когда получается наибольшее число пораженных элементов цели. Этого можно достигнуть при таком распределении пуль, когда на каждый элемент цели приходится по одной пуле.

Рассмотрим, от каких данных зависит величина наивыгоднейшего интервала и какою выгодно иметь его величину: малой или большой.

Как бы элементы цели ни распределялись в боевом порядке, выгодно захватить их в сноп пуль побольше и чтобы на каждый элемент пришлось по одной пуле. Эти условия и определяют величину наивыгоднейшего интервала, так как большего поражения для данного снаряда получить невозможно.

Пусть поверхность элемента цели подверженная поражению  $s$ . Плотность снопа должна быть такова, чтобы на площадь  $s$  пришлась одна пуля, то-есть:

$$\frac{n}{\pi R^2} = \frac{1}{s}, \text{ или } \frac{n}{\pi l_0^2 \lg^2 \frac{\epsilon}{2}} = \frac{1}{s}.$$



Из этого видно, что плотность изменяется обратно пропорционально величине интервала.

Из последнего уравнения определится величина  $I_0$  наивыгоднейшего интервала

$$I_0 = \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2}} \sqrt{\frac{ns}{\pi}}.$$

Это показывает, что величина наивыгоднейшего интервала зависит от  $\operatorname{tg} \frac{\varepsilon}{2}$ , то-есть от угла разлета, увеличиваясь

с его уменьшением, и от числа пуль, увеличиваясь с увеличением их числа. Как видно, величина наивыгоднейшего интервала зависит от тех же данных, что и глубина поражения.

Величина наивыгоднейшего интервала зависит далее от размеров уязвимой поверхности цели, что и следует учитывать при стрельбе, подыскивая каждый раз наиболее подходящую величину наивыгоднейшего интервала, соответствующую этим размерам цели.

Итак при стрельбе нужно стремиться получить наивыгоднейший интервал разрыва, чтобы сильнее поразить цель. При уменьшении интервала, по сравнению с наивыгоднейшим, цель поражается гуще, но на меньшей длине; при увеличении же, хотя снопом пуль захватывается большая длина, больший участок цели, но пули уже летят настолько редко, что многие элементы цели придутся в промежутках между пулями и не будут поражены. И в том и другом случае поражение цели ослабляется.

Так как при стрельбе получить наивыгоднейший интервал чрезвычайно трудно, и в действительности получаются интервалы, более или менее близко к нему подходящие, т. е. с некоторою ошибкою, то интересно выяснить, как нужно устроить снаряд, чтобы эти ошибки, по возможности, мало отражались на силе поражения цели.

Допустим, имеются две шрапнели, так устроенные, что наивыгоднейший интервал одной из них  $I_1$  (черт. 82) больше, например вдвое, наивыгоднейшего  $I_2$  другой. В случае ошибки и в том и другом случае на величину  $I_2$ , точки разрыва из А перемещены в В, цель  $Ц_2$  совсем не будет поражаться, тогда как в первом случае цель будет поражаться, но на меньшем протяжении.

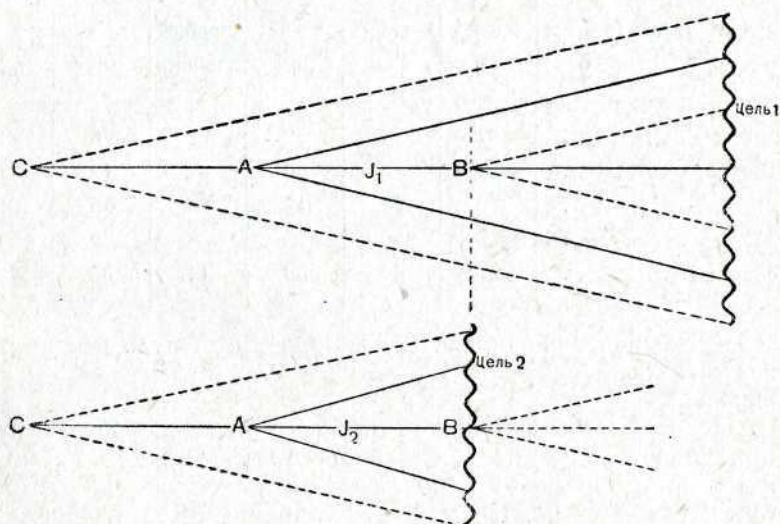
То же будет, если возьмем ошибки в сторону увеличения интервала: точки разрыва в С, причем интервал  $I_2$  увеличился в 2 раза и равен  $2I_2$ , а первый в таком случае увеличится лишь в  $1\frac{1}{2}$  раза, так как первоначально  $I_1 = 2I_2$ .

Как это видно из формулы  $n = \frac{\pi I^2 t_s^2 \varepsilon}{2s}$  плотность снопа во

втором случае уменьшится в 4 раза, а в первом только в  $2\frac{1}{4}$  раза, а значит и поражение будет менее ослаблено.

Таким образом при *большой величине наивыгоднейшего интервала можно допускать*, при стрельбе, *большие ошибки* без значительного понижения поражения по сравнению с ошибками, допустимыми при малом наивыгоднейшем интервале, а потому выгодно устраивать шрапнели так, чтобы наивыгоднейший интервал был бы возможно больше.

Вообще говоря, конструируя снаряд, стремятся получить возможно больший наивыгоднейший интервал, так как ему присущи все выгоды глубины поражения, а следовательно, малая чувствительность к погрешностям в определении уста-



Черт. 82.

новки трубки и к погрешностям в направлении траектории (установки возвышения, прицела) в особенности при настильной траектории.

## 9. Опытные данные о действии 76-мм шрапнели.

Для лучшего уяснения всех приведенных соображений, приводятся данные о действии 76-мм полевой шрапнели заимствованные из работы нашего известного артиллериста В. М. Трофимова «Действие шрапнели при стрельбе из 3-дм. пушки».

1. Пробивная способность пуль характеризуется их действием по сосновым доскам толщиной в 1 дм (2,54 см). Пули, пробивающие или заседающие считаются дееспособными.



В приводимой ниже таблице XVIII показана зависимость убойной силы пуль от интервала и дистанции, число пуль в процентах. Из этой таблицы видно, что увеличение дистанции отражается менее резко на убойном действии пуль, чем увеличение интервала. При интервале более 125 саж. (265 м) поражение, вследствие потери пулями силы, будет слабо, менее половины наилучшего.

ТАБЛИЦА XVIII

числа пробивающих, заседающих, отскакивающих пуль, в процентах, в зависимости от интервала разрыва и дистанции

Интервалы (в м)	Дистанц. 2 134 м			Дистанц. 4 267 м		
	проби- вающих	засе- дающих	отска- киваю- щих	проби- вающих	засе- дающих	отска- киваю- щих
107.....	94	4	2	92	6	2
160.....	85	8	6	82	12	6
213.....	70	18	12	63	25	12
267.....	46	20	22	38	40	22
320.....	27	40	33	14	53	33

Число недееспособных (отскакивающих) пуль можно признать *независящим от дистанции, но зависящим от интервала.*

Несмотря на небольшой процент недееспособных пуль, при надлежащем интервале (не более 150 м), тем не менее, поражение шрапнелью по войскам, находящимся даже за очень слабым закрытием, будет слабым. Доска, ранец, вещевой мешок уже могут предохранить от поражения шрапнелью. При обороне П.-Артура от шрапнельных пуль защищались, и довольно успешно, повешенною впереди шинелью. Объясняется это тем, что пуля не пробивала шинель, а тянула ее за собою, истощая свою живую силу на это протягивание. Подобно тому, как карандашом не удастся пробить бумажку, поддерживаемую за один конец; натянутую же бумажку пробить легко.

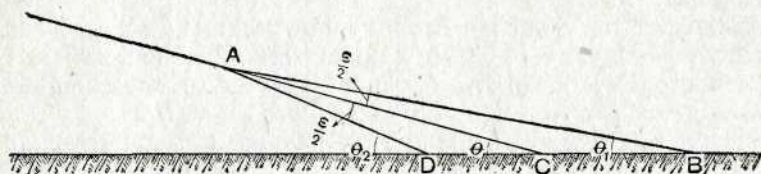
2. Сноп пуль можно принимать при интервалах не более 320 м за прямой конус, осью которого служит траектория снаряда, если бы он не разорвался.

3. Пули, летящие по траекториям выше оси снопа, будут падать под меньшими углами, чем траектория снаряда. Напротив пули, которые летят ниже оси снопа, будут иметь большие углы падения, чем у траектории снаряда.

Зависимость между углами падения траекторий крайней верхней и крайней нижней пули и углами падения цельного

снаряда и углом разлета пуль легко найдется из черт. 83. В самом деле, для треугольника  $ABC$  имеем  $\theta = \theta_1 + \frac{\varepsilon}{2}$ , откуда  $\theta_1 = \theta - \frac{\varepsilon}{2}$ . Равным образом, для треугольника  $ACD$   $\theta_2 = \theta + \frac{\varepsilon}{2}$ .

Для поражения целей, закрытых спереди, нужен большой угол падения. Так как в нижней половине снопа пули па-

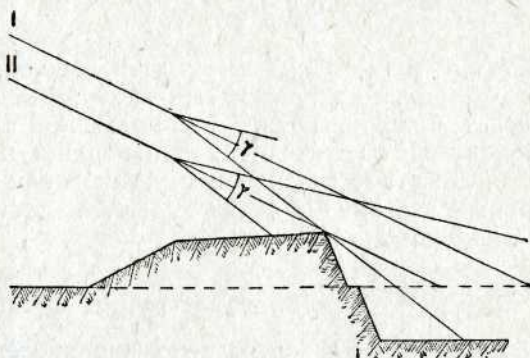


Черт. 83.

дают под большими углами, чем в верхней, то очевидно что для поражения укрытых целей можно лишь рассчитывать на пули нижней половины снопа пули.

Укрытые цели представляют малую уязвимую поверхность, почему при стрельбе по таким целям интервал должен быть меньше. Кроме того для достижения лучшего поражения в этом случае полезно несколько траекторию поднять над закрытием (черт. 84): разрыв на траектории I выгоднее разрыва на траектории II, при прочих одинаковых условиях.

4. Как среднюю величину ширины (по фронту) хорошо поражаемого участка цели для отдельной шрапнели можно принять 17 м (8 саж.), при возвышении, большем нормального, она уменьшается, при



Черт. 84

меньшем увеличивается, потому что цель переходит в более узкую часть снопа в первом случае и в более широкую во втором (черт. 78).

5. Поражение шрапнелью зависит от величины уязвимой поверхности цели. Чем эта поверхность меньше, тем, при тех же условиях разрыва (одни и те же высоты и интервал), поражение получится меньше. Отсюда следует, что каждой

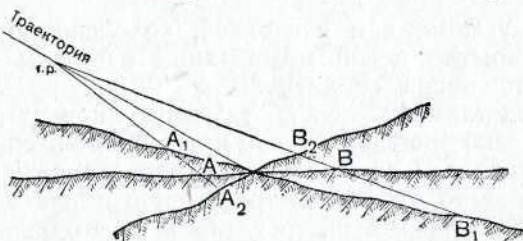


цели должен быть подыскан свой наивыгоднейший интервал, при котором на площадку, равную уязвимой поверхности цели, приходилось бы по одной пуле.

6. Состояние грунта, хотя и мало, но все-таки влияет на силу поражения. А именно, сухая ровная поверхность земли у цели, содействуя рикошетируванию пуль, способствует поражению; напротив, болотистый, кочковатый грунт уменьшает поражение, так как пули не рикошетируют вовсе, или очень мало.

7. Наклон местности в сторону противника, но не очень большой, увеличивает глубину поражения. Наклон же местности в сторону батареи уменьшает глубину поражения, как это видно из схемы (черт. 85)  $A_1B_1 > AB > A_2B_2$ .

8. При получении клевков, т. е. разрывов после падения, поражение получается слабое, так как часть пуль может остаться в земле, и случайное, зависящее в сильной степени от вида поверхности и качеств грунта (различные углы отражения).



Черт. 85.

Можно добавить, что действие шрапнели после клевка зависит от дистанции. На небольших дистанциях (1 000—1 500 м) разрыв шрапнели при клевках чаще всего происходит на рикошете,

и тогда пули могут дать довольно хорошее поражение. Так как на рикошетирувание кроме угла падения оказывает влияние грунт, то поражение клевнувших снарядов зависит и от грунта и вида поверхности земли у цели.

9. Действие шрапнели с установкою на картечь, разрыв происходит близ дула, получается достаточно сильное на дистанциях до 400 м.

### 10. Действие группы шрапнелей.

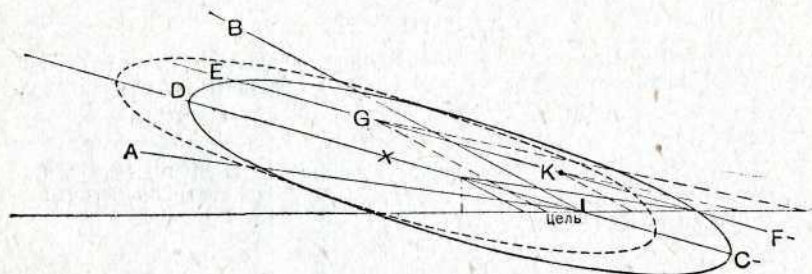
Как известно, все разрывы шрапнелей, выстреленных при соблюдении возможно одинаковых условий, распределяются внутри объема эллипсоида разрывов. Для наилучшего поражения шрапнелью необходимо, чтобы траектория проходила через цель, и интервал разрыва был бы наивыгоднейший.

Так как большинство разрывов группируется ближе к центру рассеивания, то отсюда следует, что для наивыгоднейшего поражения цели нужно поместить центр разрыва так, чтобы снаряд, разорвавшийся в этом центре, был бы в условиях наивыгоднейших для поражения. Значит. и при

стрельбе группой выстрелов необходимо, чтобы средняя траектория проходила через цель и чтобы интервал разрыва был бы наивыгоднейший.

Как легко убедиться из черт. 86, на котором центр разрывов находится в положении, наивыгоднейшем для действия единичной шрапнели, слишком много шрапнелей не наносили бы поражения цели.

Проведем через подошву цели линии, параллельные траекториям крайних пуль  $ЦА$  и  $ЦВ$ . На черт. 86 проведены только две линии, а все подобным образом проведенные линии составят конус, обратный конусу разлета. Этот конус разделит весь эллипсоид разрывов на две части: часть, ближайшая к орудью  $АЦВЛ$ , разрывы внутри которой могут наносить поражение цели и часть  $ВЦСА$ , разрывы внутри которой поражения наносить не могут. В самом деле, возьмем разрывы, которые произошли бы на траектории  $ЕГ$



Черт. 86.

один раз в точке  $G$  (в объеме  $АЦВД$ ), а другой в точке  $K$  (внутри объема  $АСВЛ$ ). Построим для них конус разлета, для чего нужно из этих точек провести линии, параллельные  $АЦ$  и  $ВЦ$ .

Как видно, некоторые из пуль разрыва  $G$  могут поразить цель  $Ц$ . Пуль, могущих нанести поражение цели  $Ц$ , при разрыве снаряда в  $K$  — нет, они все перелетают за цель.

Подобное построение для любых точек указанных объемов подтвердит это заключение.

Разрывы, которые пришлось бы ниже поверхности местности у цели, фактически произойдут на этой поверхности при падении, или на рикошете, причем все снаряды, летевшие по траекториям ниже средней траектории, могут причинить поражение; все же снаряды, летевшие по верхним траекториям, дадут перелеты и поражения цели нанести не могут.

Как видно, получается при этих условиях слишком большой объем бесполезных разрывов. Чтобы его уменьшить, а объем полезных разрывов увеличить, полезно сдвинуть



весь эллипсоид влево на данном чертеже, т. е. увеличить интервал средней точки разрывов, как это показано пунктиром, центр разрывов поместить в точку, отмеченной крестиком.

Как видно, увеличение интервала с рассматриваемой точки зрения оказывается весьма полезным. Нужно однако иметь в виду, что при этом получается уменьшение плотности снопа каждого разрыва и для некоторых точек разрыва (близких, например к  $D$ ) получаются столь большие интервалы, что пули теряют убойную силу. Поэтому нужно так увеличить величину интервала, чтобы эти вредные последствия такого увеличения не приобрели большого значения.

Согласно подсчетам <sup>1</sup> соотношение между наивыгоднейшими интервалами отдельной шрапнели и наивыгоднейшим интервалом группы шрапнелей колеблется от  $1\frac{1}{4}$  до 7 в зависимости от дистанции и размеров уязвимой поверхности цели. Подробнее это видно из следующей таблицы:

ТАБЛИЦА XIX

величин наивыгоднейших интервалов группы шрапнелей ( $I_0$ ) и отдельной шрапнели ( $i_0$ ) в зависимости от дальности и величины уязвимой поверхности цели <sup>2</sup>

Дальность в м	Величина уязвимой поверхности 0,38 м <sup>2</sup>		Величина уязвимой поверхности цели 0,032 м <sup>2</sup>	
	$I_0$ м	$i_0$ м	$I_0$ м	$i_0$ м
1 067 .....	77,2	62,1	49,1	17,5
2 134 .....	82,8	51,3	56,6	14,7
3 200 .....	94,7	47,4	67,2	13,4
4 267 .....	100,2	44,4	74,7	12,4

Практически эти цифры округляются и при стрельбе по открытой цели для 76-мм полевой легкой пушки принимают  $I_0 = 85$  м (40 саж.) на все дистанции. Эта таблица показывает, между прочим, что наивыгоднейший средний интервал группы шрапнелей не зависит от наивыгоднейшего интервала отдельной шрапнели.

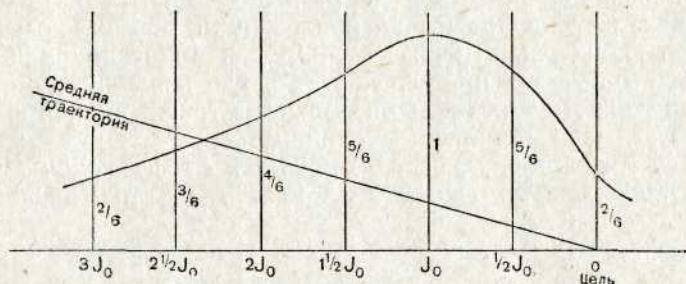
3. При действии группы шрапнелей поражение уменьшается при соблюдении наивыгоднейших условий с дистанцией.

<sup>1</sup> В. М. Трофимов.

<sup>2</sup> Величина уязвимой поверхности цели принимается различная, точно не определена. Чаще принимают: а) человек стоя — 0,4 м<sup>2</sup>, б) с колена — 0,25 м<sup>2</sup>, в) лежа — 0,2 м<sup>2</sup> и г) из-за закрытия — 0,04 м<sup>2</sup>. У нас были приняты соответственно  $\frac{1}{12}$  кв. саж.,  $\frac{1}{18}$  кв. саж.,  $\frac{1}{124}$  кв. саж. и  $\frac{1}{144}$  кв. саж.

Если поражение на 1 067 м принять за единицу, то на 2 134 м оно будет  $\frac{1}{3}$ , на 3 200 м —  $\frac{3}{5}$  и на 4 267 м —  $\frac{2}{3}$ .

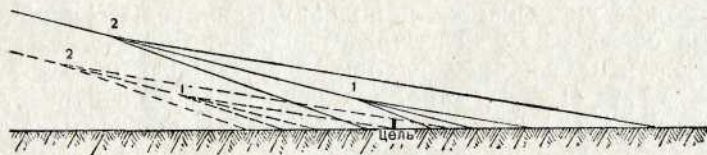
4. Зависимость поражения группы выстрелов от величины интервала, на все дистанции, может быть выражена кривою, где поражение при наивыгоднейших условиях, когда траектория проходит через цель и интервал наивыгоднейший, принято равным единице (черт. 87).



Черт. 87.

Из этого графика видно, что если условиться считать поражение *не менее половины наилучшего — хорошим*, то допустимы, при средней траектории, проходящей через цель, ошибки до  $2J_0$  в меньшую сторону (трубка короче, чем нужно) и  $\frac{1}{2}J_0$  в большую (трубка длиннее, чем нужно), т. е. *ошибки в меньшую сторону допустимее*, — выгоднее ошибаться в меньшую сторону (брать трубку короче надлежащей), чем в большую.

Могут быть случаи, когда интервал хорош, но траектория не проходит через цель. В таких случаях поражение умень-



Черт. 88.

шается по сравнению с тем, какое может быть при наивыгоднейших условиях, причем это сказывается более резко на больших дистанциях. Так, при нормальном интервале поражение уменьшается вдвое при следующих ошибках в направлении траектории (в возвышении) на 1 067 м — 294 м; 2 134 м — 128 м; 3 200 м — 85 м, и 4 267 м — 64 м. Чтобы повысить несколько поражение при ошибочном возвышении, выгоднее иметь интервал несколько больше наивыгоднейшего, что подтверждается схемой черт. 88.

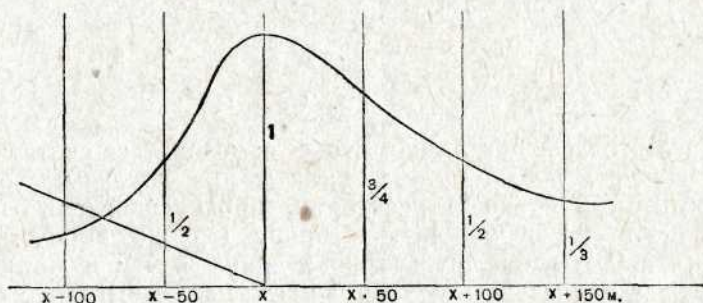


Какой-либо разрыв пришелся в точке № 1 и все пули минуют цель. Если увеличить интервал, тогда этот разрыв переместится в точку № 2 и пули уже заденут цель.

Подобная же схема может быть дана и для случая ошибки в возвышении в меньшую сторону (черт. 88 — пунктир).

Если признаки указывают на то, что интервал разрыва надлежащий (в группе получается желаемое соотношение захватывающих разрывов и разрывов других категорий), т. е. если трубка подыскана надлежащим образом, то зависимость поражения цели от ошибок в приисканном возвышении выражается кривою черт. 89, где наилучшее поражение при наивыгоднейшем интервале и траектории, проходящей через цель, принято за единицу.

Этот график показывает, что ошибки в возвышении в меньшую (недолетную) сторону не так резко сказываются на



Черт. 89.

понижении поражения, как ошибки в большую сторону (перелетную). Так, при траектории недолетной на 50 саж. (107 м) поражение уменьшается до половины наилучшего, так же как и при ошибке на 25 саж. (53 м) в большую сторону. Отсюда следует, что если цель находится где-либо в полосе глубиною 75 саж. (160 м), то при прохождении средней траектории в 25 саж. (53 м) за ближним краем этой полосы, цель будет поражаться хорошо, где бы цель ни находилась на этой полосе. Такое свойство поражения группы шрапнелей весьма ценно, так как допускает возможность подыскивать возвышение не столь тщательно, как это требуется при стрельбе ударными снарядами.

Если интервал разрыва меньше нормального (трубка длиннее нужной), то полоса наилучшего поражения перемещается дальше за точку прохождения средней траектории; если же интервал больше нормального (трубка короче нужной), напротив наилучшее поражение получит цель, находящаяся ближе точки падения средней траектории, причем и в том и в другом случае поражение будет слабее наилучшего, получаемого при

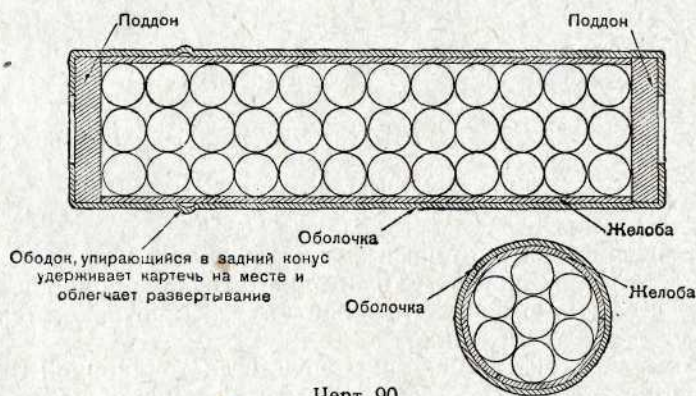


нормальных условиях. Глубина полосы хорошего поражения при этом изменяется мало.

Какой губительности может достигнуть огонь шрапнелю, можно привести пример стрельбы 6-й батареи 42 полка французской артиллерии 7 августа 1914 г., на северо-восток от Вердена, с дистанции более 5000 м, когда 16-ю выстреленными шрапнелями было выведено из строя (убито и ранено) 700 чел. 21-го драгунского полка, т. е. полк был уничтожен. На выстрел около 44 чел.

Ген. Гаскуэн,<sup>1</sup> у которого заимствован этот пример, полагает, что 25% общего числа выведенных из строя, около 150 чел. было убито, т. е. на одного убитого — 1 кг металла.

Помимо нанесения непосредственно поражения противнику шрапнель, как и прочие артиллерийские снаряды, оказывает также моральное действие. Оно сказывается в том,



что пехота под шрапнельным огнем или совсем прекращает свой огонь, стремясь скрыть свою голову за закрытие, или ее огонь становится беспорядочным. Стремясь укрыться, обстреливаемая пехота стреляет слишком высоко и ее огонь становится безвредным для атакующего. Для устранения хотя бы в некоторой степени расстройств огня пехоты, обстреливаемой шрапнелью, делались предложения обучения ее приемам стрельбы из винтовок, положенных на бруствер.

## 11. Действие картечи

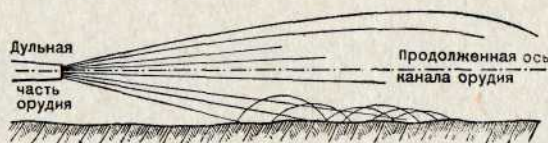
Картечь представляет снаряд с весьма тонкими стенками малой прочности (черт. 90). Часто эти стенки образуются из свернутой в трубку жести, или штампуются из латуни. Жестянка снабжается дном из меди и в нее укладываются пули

<sup>1</sup> Гаскуэн. Эволюция артиллерии в мировую войну, 1921 г., стр. 39.



шаровой формы. Для придания жестянке (латунной оболочке) большей жесткости, в нее вкладываются желоба (цинковые или из другого металла). По заполнении жестянки пулями вкладывается другой поддон, и края жестянки загибаются.

Стенки снаряда при движении его по каналу орудия разрываются, как говорят *развертываются* от давления на них пуль и пули вылетают из орудия снопом, подобно тому, как пули шрапнели вылетают из стакана (черт. 91). Угол разлета пуль, в зависимости от начальной скорости, крутизны нарезов, так как картечь тоже получает вращение, колеблется для разных орудий, от  $6^\circ$  до  $9^\circ$ . Пули сохраняют достаточную убойную силу до 450 м; на больших дистанциях, хотя некоторые пули и могли бы еще наносить поражение, но результат будет мал, потому что густота поражения (плотность снопа пуль) очень мала.



Черт. 91.

Сила действия картечи в значительной степени зависит от местности. При местности, благоприятствующей рикошетированию пуль, поражение увеличивается, в противном случае оно может быть невелико.

С выработкой хорошей шрапнели и дистанционной трубки картечь утратила свое значение, так как шрапнель с установкою на картечь дает не худшие результаты. Если картечь сохраняется в комплектах некоторых орудий, имеющих специальное назначение, то вследствие большей простоты обращения с нею и в силу именно этой специальности задач орудий: напр. для орудий, обороняющих рвы, имеет значение даже то обстоятельство, что вершина конуса разлета пуль картечи получается у дула орудия, а не впереди его, как это имеет место при стрельбе шрапнелью с установкою на картечь, так как в последнем случае получается близ самих дул орудий слабо обстреливаемое пространство.

## 12. Картечное (осколочное) действие фугасных снарядов

*Фугасные снаряды*, разрываясь на рикошете, могут наносить местное и довольно слабое поражение осколками, несмотря на то, что при взрыве осколков получается очень большое число, как это видно из приводимой ниже таблицы, где указаны данные, полученные при разрыве 152-мм снаряда,



весом 41 кг, снаряженного различными взрывчатыми веществами. Вес разрывного заряда 1,23 кг.

ТАБЛИЦА XX

результатов разрыва 152-мм снаряда, снаряженного различными взрывчатыми веществами.

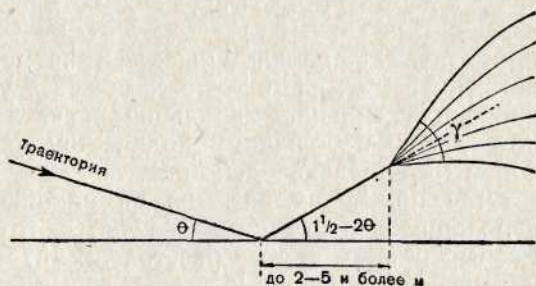
Род взрывчатого вещества	Селитро-сероугольный порох	Бездымн. пирокс. порох	Влажн. пироксилин	Мелинит
Число собранных осколков . . . . .	63	145	244	392
Вес собранных осколков в кг . . . .	35,6	29,9	32,4	13,3
Средний вес осколков в кг . . . . .	0,6	0,2	0,1	0,03
Наибольший вес осколков в кг . .	4,9	1,2	1,2	0,4
Вес осколков, не собранных по их малой величине, в кг . . . . .	4,1	9,7	7,3	26,2

Число осколков зависит не только от природы взрывчатого вещества, но и от качеств материала корпуса снаряда. По имеющимся данным стальная граната дает в четыре раза больше убийных осколков, чем снаряд сталистого чугуна, снаряженный таким же зарядом и того же взрывчатого вещества, причем, одновременно, радиус разлета этих убийных осколков стального снаряда в 1,4 раза больше, чем у чугунного.<sup>1</sup>

Числа таблицы XX показывают, что ожидать особенно сильного картечного действия от фугасных снарядов нельзя, потому что:

1) При снаряжении селитро-сероугольным порохом получается небольшое число осколков, распределяющихся притом в конусе с большим углом разлета ( $40-70^\circ$ ), почему снаряд получается малой плотности и кроме того ось его направлена вверх (черт. 92).

2) При снаряжении дробящими веществами, хотя число осколков увеличивается, но вместе с тем увеличивается угол разлета, осколки разлетаются во все стороны: частью вперед и назад и преимущественно вверх и в стороны (черт. 93).



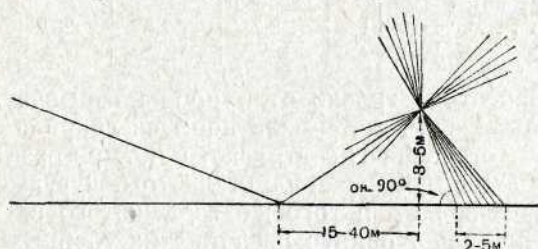
Черт. 92.

<sup>1</sup> Эрр, Артиллерия в прошлом, настоящем и будущем, стр. 196.



Осколки получают малого веса и неправильной формы, а потому быстро теряют свою скорость. Стальная граната 76-мм пушки дает 800—1 000 осколков мелких, неправильной формы, а потому быстро теряющих убойность. Осколков, способных наносить существенные поражения, получается 150—200. Если же снаряд разрывается не на рикошете, то часть осколков остается в воронке, а часть взлетает вверх. Кроме картечного (осколочного) действия, фугасные снаряды могут наносить поражение действием газовой волны и производить удушающее и отравляющее действие.

Хотя действие по живым целям фугасных снарядов представляется довольно слабым, тем не менее можно рекомендовать стрельбу ими по живым целям, в особенности на больших дистанциях, когда по продолжительности действия дистанционной трубки уже нельзя получать дистанционных разрывов шрапнели. В этом случае, применяя к гранате трубки



Черт. 93.

мгновенного действия, можно нанести поражение более сильное, чем шрапнелью с установкою трубки на удар. На дистанциях, меньших предельного действия дистанционной трубки, выгоднее

применять шрапнель. Однако и на малых дистанциях граната, рвущаяся на рикошете, может с успехом применяться, производя сильное моральное впечатление, благодаря резкому звуку и большому количеству черного дыма, и некоторое материальное действие.

Для получения разрыва на рикошете при стрельбе на небольшие дистанции применяются трубки с замедлителем. Разрыв происходит на расстоянии 15—40 м от точки падения на высоте 3—5 м.

Характер разлета осколков виден на черт 93. Передний конус почти пустой. Задний включает сравнительно немного осколков, наносящих тыльное поражение. Наиболее насыщен осколками боковой конус (зонтик). Однако вследствие большого объема этого конуса плотность снопа, несмотря на большое число смертоносных осколков, не очень велико. На поражение осколками этого конуса главным образом и ведется расчет. Ближайшие из них падают под углом, близким к  $90^\circ$  к горизонту, а потому могут поражать противника за закрытием. Как видно из чертежа, зона поражения этими осколками очень невелика, 2—5 м малой глубины, а потому для нанесения достаточного поражения цели требуется боль-



шое количество снарядов и очень точное направление траектории. Правда, при группе выстрелов зоны поражений отдельных снарядов, частью накладываясь, частью соприкасаясь, делают глубину зоны поражения больше, до 25—30 м, но все-таки не настолько, чтобы можно было допускать значительные ошибки в направлении траектории.

Для получения разрывов в наивыгоднейшем положении необходимо иметь среднюю траекторию недолетную. По открытым целям иногда действие фугасных гранат может быть решительным.<sup>1</sup>

Упомянутый выше ген. Гаскуэн приводит такой пример картечного действия гранаты 75-мм пушки. 13 августа 1914 г. в Верхнем Эльзасе дивизион 47 полка, с дистанции ок. 2000 м, открыл огонь по полку вюртембержцев. Вюртембержцы двигались малыми колоннами. Было ясно видно, как некоторые колонны положительно скашиваются огнем гранат, рвущихся на рикошете на небольшой высоте. Оставшиеся в живых разбегаются и скрываются в выемке дороги, проходящей на расстоянии ок. 150 м. Огонь переносится туда, — и оттуда никто не выходит, никто не двигается. На следующий день на месте обстрела находят сотни убитых с разорванными в клочья телами.

### 13. Бризантные снаряды

Бризантные снаряды устраиваются, как фугасные, но более толстостенные, разрывной заряд ок. 2—3% при разрыве дают осколки очень мелкие, неправильной формы, почему осколки эти быстро теряют скорость.

Несмотря на то, что им сообщается при разрыве очень большая скорость, осколки наносят поражение лишь на расстояниях 18—22 м (8—10 саж.) от точки разрыва.

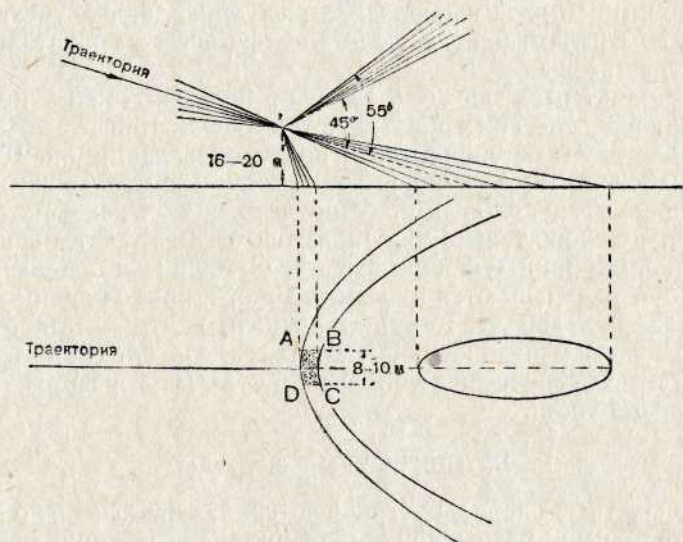
Поражение закрытых спереди целей, для чего, главным образом, назначаются бризантные гранаты, могут наносить осколки, размещающиеся в пространстве между коническими поверхностями с углом у общей вершины 90 и 110° и летящие книзу (черт. 94). Этим пространством будет на горизонте захватываться полоса в виде дуги, наиболее узкой под точкой разрыва и постепенно и медленно расширяющаяся. Однако условию хорошего поражения удовлетворяет только участок *ABCD*. При расстоянии точки разрыва от горизонта 18—22 м (8—10 саж.) ширина этой полосы в наиболее узкой части около 3 м (1½ саж.). Следовательно, для поражения цели необходимо, чтобы разрывы происходили в пределах около 3 м (1,5 саж.), иначе снаряд минует цель. Такая точность по-

<sup>1</sup> На основании опыта войны некоторые писатели советуют принять к гранатам трубку двойного действия и отказаться от шрапнели. (См. дальше бризантные снаряды.)



ложения точек разрыва практически недостижима, вот почему эти снаряды могут наносить поражение случайное.

Тем не менее в минувшую войну немцы (такие снаряды были приняты только немцами и австрийцами) с успехом применяли бризантные гранаты, производившие сильное моральное действие.



Черт. 94.

#### 14. Химическое действие снарядов

Снаряды химического действия по своему устройству напоминают снаряды фугасного действия (черт. 95).<sup>1</sup> Снаряжаются они каким-либо из рассмотренных ранее отравляющих веществ, преимущественно в жидком виде. Если вещество твердое, то к нему прибавляют такие примеси, которые понижают его температуру перехода в твердое состояние. Для разрыва снаряда, или лучше сказать его раскрытия, обыкновенно пользуются взрывом детонатора взрывателя.

При падении снаряда его оболочка раскрывается, разрывается в виде тюльпана, и жидкость частью испаряется, частью разбрызгивается, а большую часть выливается, заполняя воронку, сделанную снарядом.

В зависимости от температуры кипения жидкости, напол-

<sup>1</sup> В дно снарядов, изготовленных из сталистого чугуна, вставляется медная пластинка, для предупреждения проникания пороховых газов внутрь снаряда. Такая пластинка и видна на чертеже.



няющей снаряд (стойкие, то есть имеющие высокую температуру кипения, или нестойкие, имеющие низкую температуру кипения), зависит быстрота образования газового облака. Во всяком случае жидкость, наполняющая воронку снаряда, испаряется в течение большего промежутка времени, чем жидкость, разбрызганная около воронки.

Для усиления и ускорения действия стойких веществ можно применять увеличенные заряды дробящего вещества. Однако при этом продолжительность действия газов уменьшается. Усиленные разрывные заряды применяются также в случае снаряжения снарядов твердыми отравляющими веществами, преимущественно раздражающего действия. Сильный разрывной заряд распыляет твердое вещество и образует из него дым.

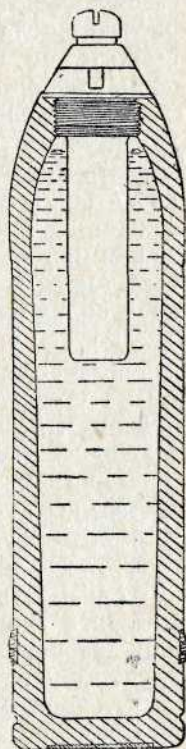
Благодаря разнообразию отравляющих веществ и возможности изменять скорость их газообразования, путем различных примесей, химические снаряды являются весьма ценным оружием борьбы, находящим широкое применение в многообразных случаях боя в соответствии с тактическими требованиями.

По сравнению со снарядами других видов действий, химические снаряды обладают некоторыми особыми, им только присущими, свойствами, а именно: *длительность* действия и *способность проникать в убежища, блиндажи, не требуя их разрушения*. Жидкость снарядов, снаряженных стойкими веществами, способна испаряться с поверхности вокруг воронки несколько часов, а из самой воронки период испарения измеряется несколькими днями и даже неделями.

Химические снаряды дают иногда мало заметное облако дыма и звук от их разрыва слабее, чем при разрыве фугасного снаряда.

Успех действия химических снарядов, как и вообще действия отравляющих веществ, зависит от метеорологических и топографических условий, а также от степени готовности противника к обстрелу химическими снарядами, и состояния его противогазовых приспособлений. Из этого видно, что успех действия химических снарядов в очень большой степени зависит от внезапности обстрела ими.

Помимо чисто химических снарядов находят применение снаряды *комбинированные*. Например, фугасный снаряд, в котором, кроме взрывчатого вещества, помещено 10—15% от общего веса разрывного заряда, отравляющего вещества



Черт. 95.



шрапнели, — в промежутки между пулями которых помещают отравляющее вещество; тоже дымовые снаряды, снаряженные желтым фосфором. Последние снаряды причиняют ожоги живым целям, могут вызвать пожары и дают плотное облако дыма, которое окутывает цель, скрывая от нее все, то есть они дают и маскирующее действие (ослепляющее, в смысле сокрытия видимого горизонта).

В снарядах обычно помещается ядовитых веществ ок. 10%, поэтому для получения надлежащей концентрации облака газов нужно выпустить большое количество снарядов. Для расчета числа снарядов необходимо, помимо свойств снаряда, принять во внимание площадь цели, характер местности у цели, метеорологические условия и вид стрельбы.

Если желательно использовать принцип внезапности, захватить противника врасплох, без противогазов, то нужно создать быстро облако достаточной концентрации. Необходимо вести стрельбу из большого числа орудий. Полезны также снаряды со смешанными (комбинированными) снаряжениями и т. п.

Ядовитые газы бывают: 1) скоро-действующие, обладающие сильно-ядовитым, убивающим свойством и даже при облаке небольшой концентрации действие их бывает решительным и быстрым, 2) медленно-отравляющие, действие которых обнаруживается спустя несколько часов, дней и даже недель, что зависит от концентрации облака и продолжительности пребывания в нем и 3) газы, вызывающие чихание.

Действие химических снарядов в сильной степени зависит от местных условий и состояния атмосферы. Наиболее благоприятные условия: расположение цели в ложбине, так как газы тяжелые и спускаются вниз; грунт сухой, твердый, покрытый растительностью (кусты, лес); напротив грунт болотистый, снежный покров уменьшают и даже могут совершенно парализовать действие снарядов, так как газы поглощаются грунтом и снегом.

Отсюда следует, что стрельба при больших углах падения, когда можно ожидать большого углубления снаряда в грунт, тоже будет мало действительной, почему на больших дистанциях <sup>1</sup> можно рекомендовать обстреливание площадей лишь при благоприятном грунте у цели.

Что касается атмосферных условий, то наиболее благоприятными является теплая, безветренная погода; при ветре от 3 до 7 м в секунду можно ожидать успеха лишь, если местность у цели покрыта кустарником или лесом. При ветре свыше 7 м в секунду стрельба химическими снарядами бесполезна.

Присутствие восходящих воздушных токов, увлекающих

---

<sup>1</sup> Углы падения большие.



за собою газы, также вредно отражается на действии химических снарядов.

Наиболее благоприятным временем для стрельбы химическими снарядами будут раннее утро, до согревания почвы, и вечер, при появлении росы; пасмурные дни, в которые не получается восходящих токов воздуха, или когда токи эти очень слабы.

Слабый дождь и туман отражаются мало на действии химических снарядов, но сокращают продолжительность действия.

Сильный дождь делает стрельбу химическими снарядами бесполезной.

Как условия метеорологические, так и местности, вообще говоря, менее резко сказываются на действии снарядов, снаряженных стойкими веществами, в особенности мало влияния имеют условия метеорологические. Однако сильный дождь или таяние снега могут смыть частицы вещества прежде, чем они успеют впитаться в почву.

Все эти данные, конечно, трудно учесть, в особенности потому, что на силу и направление ветра сильно влияют местные условия, которые у цели могут быть совершенно не те, что на стреляющей батарее. Например лес, склоны местности сильно влияют как на скорость ветра, так и на направление его. Следует заметить, что на густоту, плотность облака имеет значение и скорость стрельбы. А именно, сначала плотность облака с увеличением скорости стрельбы возрастает, а затем может и уменьшиться, так как последующие взрывы будут рассеивать облако. Например для 6-орудийной батареи полевых легких пушек едва ли следует превосходить скорость 3 секунды на выстрел или 3 выстрела в минуту на орудие, тем более, что при большей скорости наблюдение будет затруднено.

Действие дает надежный результат при 6—8 снарядах 76 мм калибра на два погонных метра тонких целей и 1—2 на 40 м<sup>2</sup> при обстреливании площади.

Конечно, такой результат может быть достигнут лишь при массовом обстреле химическими снарядами, по крайней мере в первый период для создания достаточного облака, затем его можно поддерживать стрельбою из меньшего числа орудий.

По некоторым данным, встречающимся в литературе, жидкости разбрызгиваются на площади и образуют объем облака, повидимому, в первый момент по его образованию:<sup>1</sup>

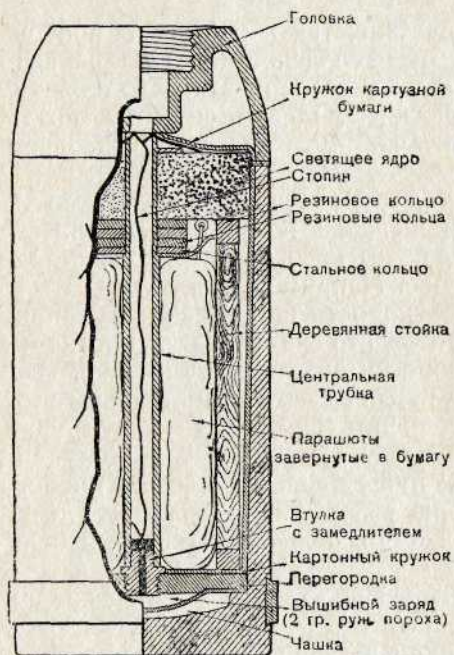
при разрыве	75-мм	снаряда	площадь	5 м <sup>2</sup>	объем газов ок.	20 м <sup>3</sup>
"	"	105-мм	"	"	10 м <sup>2</sup>	"
"	"	155-мм	"	"	50 м <sup>2</sup>	"

<sup>1</sup> П. Кириллов, Польская артиллерия, Изд. Гиза, 1927 г., стр. 66 и 67.



## 15. Светящее действие снарядов

Устройство светящего снаряда поясняется черт. 96. В стакан, сходный со стаканом шрапнели, укладывается перегородка с чашечкой для вышибного заряда. В перегородку ввинчена втулка с запрессованным в ней замедлителем. На выступающую сверху часть втулки насаживается центральная трубка. На трубку надевается папковый кружок и все щели замазываются снарядной мазью с тем, чтобы газы вышибного заряда не могли пройти внутрь снаряда. Две желобчатые дубовые стойки, снабженные наверху резиновыми накладками, и парашюты, свернутые и завернутые в картузную бумагу. На центральную трубку надеты стальное кольцо и несколько резиновых; эти резиновые кольца вместе с накладками на стойках образуют упругую подушку, на которую опираются сосуды листового железа с запрессованным в них светящим составом (азотно-кислого бария 60—80%, алюминия в порошке 15—10%, олифы 7—12%, и пороховой мякоти 4—28%, в соответствии с тем, какой состав желают получить: медленногорящий или быстрогорящий, образующий как бы заготовку, легко зажигаемую). В све-



Черт. 96.

тющем составе делаются углубления, заготавливаемые быстрогорящим составом с прибавкою пороховой мякоти и прокладываются стопины, которые сообщаются со стопином, проходящим вдоль центральной трубки. Затем все закрывается головкой, скрепляемой со стаканом винтиками. В головку ввинчивается дистанционная трубка.

Действие снаряда: в момент выстрела в дистанционной трубке зарождается огонь, который через заданный промежуток времени передается внутрь снаряда, зажигает стопины. От верхних стопинов загорается заготовка и самый светящийся состав. Образовавшиеся газы отрывают головку, и снаряд



продолжает лететь без головки, пока стопин, идущий по центральной трубке, не зажжет замедлитель, замедлитель не выгорит и не взорвет вышибной заряд. Когда произойдет взрыв вышибного заряда, то образовавшиеся газы, давя на перегородку, вытолкнут из стакана все содержимое.

Выброшенные ядра станут быстро опускаться, вследствие чего парашюты развернутся.

Каждое ядро соединяется с двумя парашютами, подобно тому, как изображено на черт. 97, и светящие ядра станут медленно опускаться, разойдясь несколько друг от друга.

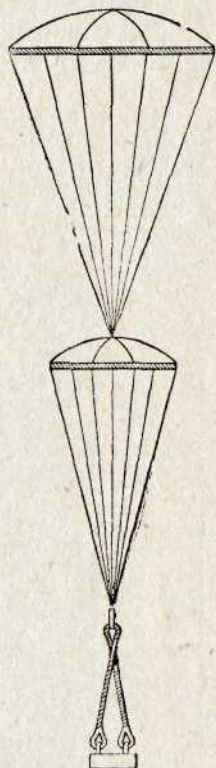
Для получения наилучшего освещения желательно получать разрыв снаряда на достаточной высоте над целью (ок. 300 м), тогда получается как наилучшее освещение, так и достаточная его продолжительность и большой район освещения.

Давая освещение сверху, в привычных для нас условиях, снаряды представляются лучшим средством для освещения целей в бою. В зависимости от тех орудий и приборов, которые применяются для бросания снарядов, а также и от устройства самих снарядов, зависит дальность освещения и район освещения (диаметр освещенного пятна чаще всего ок. 400—500 м), на котором можно распознать цели.

Продолжительность освещения, в зависимости от устройства снарядов, колеблется в широких пределах от 5—8 секунд до 40—90 секунд. Светящие снаряды, принятые для гаубиц полевой артиллерии, допускают получать освещение в пределах до 5000 м., продолжительностью 40—60 секунд и район освещения, в зависимости от высоты разрыва до  $1\frac{1}{2}$ —1 км (чем выше разрыв, тем больше район).

Светящие снаряды применяются, главным образом, для освещения целей для возможности вести по ним артиллерийский огонь, а также могут найти применение для указания пунктов атаки.

Кроме снарядов описанного вида применяются для освещения светящие ракеты с продолжительностью освещения до 12 секунд и дальностью около 1000 м и светящие снаряды для ружейной мортирки и звездки для пистолетов. Последние удобны также для подачи сигналов, для чего к ним имеются звездки с разноцветными светящими составами.



Черт. 97.

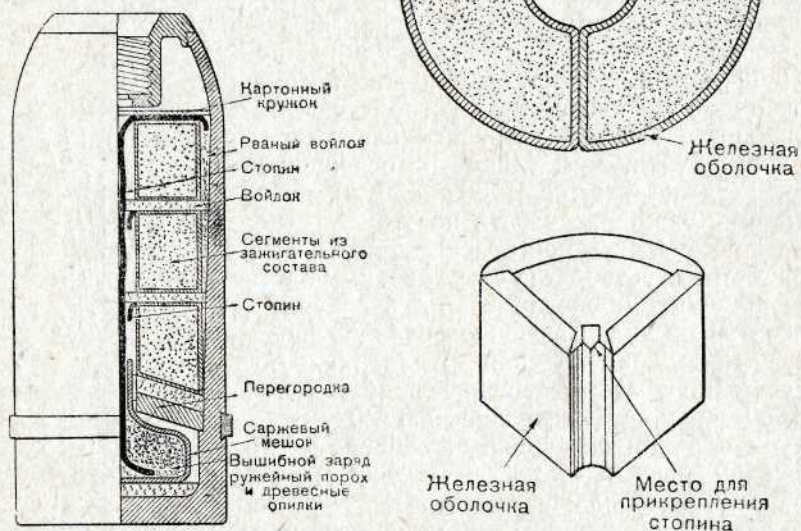


## 16. Зажигательное действие

При благоприятных условиях (сухая погода, наличие горючего материала) снаряды не только зажигательные, но и других родов, могут вызывать пожары. Тем не менее, в виду ненадежности их, имеются специальные зажигательные снаряды (черт. 98).

Снаряд по устройству напоминает шрапнель, пули которой заменены сегментами, представляющими железную оболочку, с напрессованным в ней термитовым составом. Термит—это смесь окислов железа с порошкообразным алюминием.

Термитовый состав состоит из 50% термита и 50% какого-нибудь горючего.



Черт. 98.

Сверху в каждом сегменте запрессовывается легко зажигающийся состав и кусок стопина, идущего к вышибному (разрывному) заряду. Центральной трубки нет. Снаряд снабжается дистанционной трубкой. Разрыв проходит в такой последовательности: огонь от дистанционной трубки передается к среднему стопину, от которого зажигаются стопины сегментов и их заготовки; затем стопин передает огонь вышибному заряду, газы которого отрывают головку, скре-



пленную с корпусом лишь поперечными винтиками и выбрасывают сегменты.

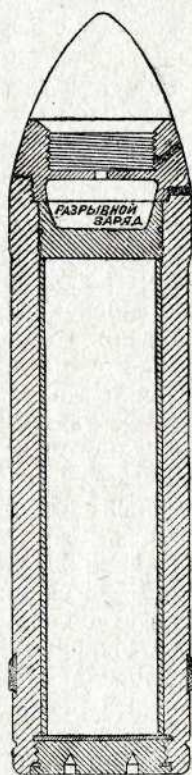
Термитовые сегменты обладают столь значительной силой, что врезаются в бревно сруба на 75—125 мм (3—5 дм.), развивая температуру до 3000° и действуя изнутри, хорошо зажигают.

## 17. Агитационное действие

Воздействие на моральную сторону противника может быть достигнуто не только мощными, потрясающими взрывами снарядов, но и распространением среди врага тех или иных сведений, возбуждением умов, направлением мысли и воли в другую сторону. Для этого одним из наиболее действительных средств является распространение среди врага соответствующей литературы. Эту задачу — распространения литературы — может выполнить артиллерия, бросая снаряды, наполненные литературой. Оригинальность устройства агитационных снарядов в том, что при бросании с большой скоростью бумажных листов они рвутся, поэтому нужно уменьшить скорость вылета листов и так снарядить снаряд, чтобы обеспечить их свободное разворачивание. Как видно из черт. 99, вышибной заряд выталкивает футляр, составленный из двух жолобов, с литературой назад, чем поступательная скорость ее уменьшается. Дно удерживается весьма слабо и легко отделяется при давлении газов вышибного заряда через посредство обтюлятора и жолобов футляра. Обтюратор предохраняет агитационный материал от зажжения.

Разрыв нужно поместить, в зависимости от направления ветра, впереди или сзади, или в стороне от цели и на значительной высоте с тем, чтобы разлетающиеся листки привлекли внимание противника и разлетались бы на широкой площади.

Нужно однако иметь в виду, для правильного положения точки разрыва, что скорость падения листов размерами 17×25 см менее 1 м/сек., между тем как скорость ветра колеблется, в среднем, ок. 5 м/сек. и нередко направляется и кверху. Поэтому при большой высоте разрыва листки могут быть отнесены на очень большое расстояние от места их выбрасывания. Наиболее удобная высота ок. 100—200 м.



Черт. 99.



## 18. Дымовое действие.

Развитие маскировки, как следствие ее особенно важного значения в бою, выразилось, между прочим, предъявлением артиллерии требования как маскировать позиции своих войск, в особенности от воздушных наблюдателей, так и ослеплять противника, мешать ему что-либо видеть. Для выполнения этих требований разработаны дымовые снаряды. Устраиваются они подобно фугасным снарядам, но снаряжаются веществами, дающими большое количество дыма (препараты желтого фосфора, серного ангидрида). Разрывая такие снаряды на некоторой высоте над местом, подлежащим маскировке, а также и по сторонам от него, можно получить сплошное облако, которое закроет позиции, войска и т. п. от воздушных наблюдателей.

Снаряды, снаряженные фосфором, дают густое, плотное, долгодержашееся облако дыма. Эти снаряды особенно полезны для ослепления противника. Есть снаряды, дающие довольно прозрачный дым, легко пронизываемый зрением при небольшом расстоянии облака от наблюдателя, но, в то же время, скрывающий все от взора наблюдателя, расположенного далеко. Такое облако дает смесь сернисто-хлористого водорода с маслом. Эти снаряды удобны для маскировки движения атакующей пехоты и танков. В случае маскирования атаки танков полезно разрывы производить и у цели, дабы заглушить шум, производимый танками.

Действие дымовых снарядов в очень большой степени зависит от метеорологических условий, а также и от местности.

Наиболее существенно влияет ветер. Наилучшее действие получается при ветре 3—7 м в секунду. При очень слабом ветре облако дыма медленно, или совсем не расплывается долгое время, почему трудно получить дымовую завесу без разрывов. При сильном ветре, напротив, — облако дыма будет быстро рассеиваться.

При взрыве дымовых снарядов, снаряженных фосфором, фосфор разбрасывается внутри круга радиусом 15—20 м и, значит, облако получается шириной до 40 м, но наиболее действительное по ширине метров 20—25, которое затем вытягивается по ветру, сохраняя достаточную густоту на глубине 500—1000 м, в зависимости от условий погоды и количества фосфора в снарядах.

Основываясь на этом, можно рекомендовать при ветре на противника образовать завесу впереди его метров на 300—400; при ветре на нас подымать завесу выгоднее, за линией противника метрах в 200—300. Наиболее благоприятное направление ветра вдоль фронта противника. Конечно



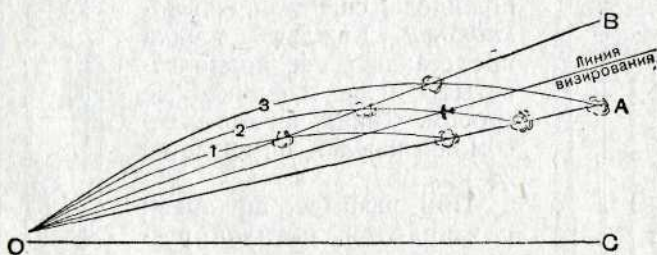
в этом случае завесу следует подымать с наветренной стороны противника.

Дымовые снаряды, снаряженные фосфором, обладают и зажигательным и отравляющим действиями.

### 19. Снаряды для действия по воздушным целям.

Вопрос о борьбе с воздушным врагом приобретает весьма важное значение. Между тем, те снаряды, которые обычно имеются в составе комплектов, обладают *малым объемом поражения*, почему требуется весьма точное направление траектории.

Последнее условие, однако, в случае стрельбы по воздушным целям трудно выполнимо вследствие подвижности цели, ее малых размеров и отсутствия данных для суждения об относительном положении разрыва и цели, если только разрыв произошел не на линии визирования на цель.



Черт. 100.

Например, разрыв на линии визирования  $OA$  (черт. 100) может получиться на траектории 1, и на 2 и на 3. Для наблюдателя все они будут видны одинаково относительно цели. То же и на линии  $OB$ .

Помимо применения усовершенствованных систем дальнометров для уменьшения затруднений, при стрельбе по воздушным целям, нужно улучшить качества снарядов. Пока окончательно не установлен тип хорошего снаряда, тем более, что снижение аэроплана является результатом действия большого числа выстрелов не всегда одного рода снарядами и установить с достаточною объективностью причины снижения аэроплана весьма трудно. Это и служит одним из важнейших обстоятельств, затрудняющих установление достоинства типа снаряда для стрельбы по самолетам. Опыт минувшей войны показал, что для сбития аэроплана в начале войны требовалось свыше 10 000 выстрелов и к концу войны почти до 3 000. Тем не менее огнем артиллерии снижено не малое число самолетов и это число, по мере усовершенствования методов стрельбы, неизменно возрастало. Если



в начале войны это число измерялось единицами, то к концу войны уже сотнями. Так, за 10 месяцев войны 1918 г. немецкой артиллерией снижено 748 самолетов, а артиллерией союзников около 500.

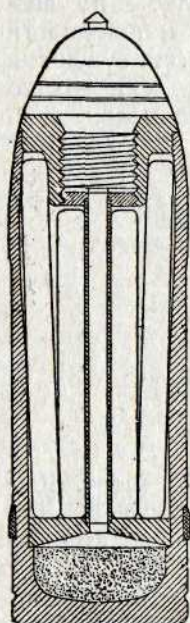
Для действия по самолетам приняты снаряды в роде шрапнелей, но снаряженные металлическими палочками длиною ок. 10 см, или пулями попарно связанными цепочками, или тросиками.

Первый из этих снарядов называют *палочной* шрапнелью (черт. 101). Каждая палка изготавливается из стальной трубки, канал которой заполняется свинцом. В шрапнели помещается 18 палок:

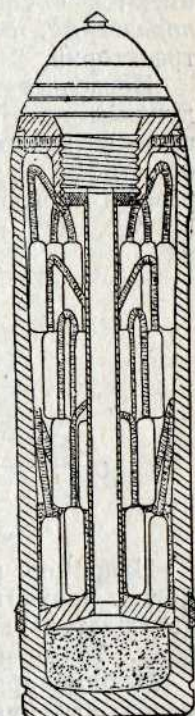
12 длинных и 6 коротких. Вес большой палки 150 г, короткой 135 г.

Второй вид снарядов (черт. 102) представляет шрапнель, снаряженную *накидками*. Каждая накидка представляет две продолговатых пули, соединенные тросом. Таких накидок, весом 85 г каждая, помещается 28 шт.

При разрыве шрапнели с накидками, накидка распрямляется и имеет, равно как и палки палочной шрапнели, крайне неправильный полет. Эти поражающие элементы способны наносить тяжкие поражения аэроцелям, перебивать стойки, тяги, рвать поддерживающие поверхности и т. п.



Черт. 101.



Черт. 102.

Эти оба вида снарядов могут также применяться для уничтожения проволочных заграждений.

Для действия по дирижаблям и привязным аэростатам можно применять зажигательные снаряды с целью вызывать взрыв наполняющего их газа.<sup>1</sup>

Применяются также снаряды, которые, независимо от вида действия, оставляют за собою дымный след, так что видна вся линия их полета, так называемые *трассеры*. Разрабатываются также снаряды светящиеся; как те, так и другие делают, если можно так выразиться, всю траекторию и об-

<sup>1</sup> При наполнении гелием вместо водорода взрыв невозможен.



легчают определение ее положения относительно цели. Трасеры найдут себе применение и в других видах боя, например в береговом.

## 20. Универсальный (единый) снаряд.

Разнообразие снарядов вызывает всегда неудобства в снабжении ими и способах перевозки. Поэтому постоянно наблюдается стремление сконструировать единый (универсальный) снаряд, одинаково пригодный для ударного, фугасного и картечного действия. Несмотря на многочисленные попытки, такие снаряды не получили широкого распространения, и к началу мировой войны были приняты лишь к некоторым орудиям (полевым гаубицам) в германской артиллерии.

Насколько можно судить, боевой опыт, как и следовало ожидать, не оправдал надежд на эти снаряды и, напротив, вызвал потребность в новых типах снарядов.

Сущность устройства этих снарядов сводится к соединению шрапнели с головкою, представляющею гранату. При разрыве дистанционным головка летит по направлению траектории, а пули разлетаются снопом. Головка обладает достаточной силой удара и фугасным действием. При действии ударном целого снаряда получается значительное фугасное действие, ибо пули заливаются не канифолью, а каким-либо взрывчатым веществом (тротилом).

## ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ.

### ЖИВУЧЕСТЬ.

#### 1. Понятие живучести.

От артиллерии требуется,— живучесть.<sup>1</sup>

*Необходимо, чтобы артиллерия была в состоянии в течение очень длительного срока (по крайней мере в течение всей войны), при всех условиях боя и обстановки поддерживать всегда, когда это потребует, непрерывный безотказный и энергичный огонь. Вот эту способность назовем живучестью.*

#### 2. Зависимость живучести от различных условий.

Живучесть зависит от многих условий, а именно: 1) от обилия снарядов и легкости их пополнения, — от питания,

<sup>1</sup> До сих пор, насколько нам известно, это свойство не выделялось и так не называлось. Нам представляется необходимым его выделить. Что же касается названия, то быть может оно и не вполне отвечает выражаемому понятию, но мы не нашли более подходящего слова.



2) от долгосрочности службы самого орудия, 3) от более или менее легкой повреждаемости системы орудия от собственной стрельбы и от различных случайностей во время службы, то-есть от прочности системы, 4) от незатруднительности и быстроты исправления повреждений, 5) от уязвимости системы орудия неприятельским огнем и 6) от ухода за орудием.

### 3. Питание.

Опыт минувшей войны показал, что заготовленные комплекты выстрелов оказались малы, — их хватило на несколько первых месяцев войны. В дальнейшем пополнение шло исключительно за счет производительности заводов, причем заводов, работавших в мирное время, оказалось недостаточно и пришлось мобилизовать заводы, подходящие по роду производства или устраивать заводы заново. Таким образом к делу изготовления артиллерийского снабжения были привлечены неопытные рабочие, заводы не вполне подготовленные и несоответственно оборудованные. В расчете на это необходимо давать предметам, подлежащим изготовлению, возможно простую конструкцию, технически выполнимую легко и без затруднений.

Материалы должны быть такого сорта, чтобы их можно было бы добыть внутри страны в изобилии и без затруднений.

Это все должно быть учтено при разработке материальной части артиллерии.

Вторая сторона этого вопроса заключается в легкости доставки боевых припасов и прочего снабжения на позицию. Главнейшее затруднение представляет, конечно, доставка боевых припасов, так как их вес во много раз превосходит вес орудия, например, 1 000 выстрелов для 76-мм пушки в 5,5 раз тяжелее системы орудия в походном порядке. Для 122-мм гаубицы это отношение достигает 13.

С этой точки зрения малый вес, так сказать, портативность боевых припасов, имеет огромное значение. В этом отношении гаубицы имеют преимущество перед пушками того же калибра: заряд их в 3 — 4 раза меньше по весу (у 152-мм гауб. обр. 1910 г. — 1,43 кг, у 152-мм гаубицы обр. 1909 г. — 2,25 кг и у 152-мм пушки 7,57 кг).

Если заряд помещен в гильзе, то и гильза у гаубиц получается раза в 2½ легче (у 152-мм гауб. обр. 1910 г. — 3,07 кг, 152-мм гауб. обр. 1909 г. — 3,38 кг и у 152-мм пушки обр. 1909 г. — 7,57 кг).

На каждые 100 выстрелов для пушки потребуется доставить груз 5 614 кг, для гаубицы обр. 1909 г. — 4 636 кг и для гаубицы 1910 г. 4 586 кг, т. е. на 18% меньше, чем для пушки того же калибра.



Орудия, стреляющие зарядами, помещенными не в гильзах, дают облегчение боевых припасов на 2 — 3%.<sup>1</sup>

На легкость пополнения боевых припасов имеет влияние также безопасность обращения с ними, возможность переносить, не соблюдая особенно тщательно мер предосторожности. Поэтому необходима надлежащая укупорка и способы изготовления, обеспечивающие безопасность. В трубках необходимы предохранители.

Своевременность пополнения боевых припасов, как и вообще пополнение всего необходимого войскам, находится в очень большой зависимости от развития путей сообщения и транспортных средств в стране. По подсчетам французского артиллерийского писателя Эрра, для подвозки только 4 000 000 снарядов, выпущенных в течение 7 дней английской артиллерией в сражении на Сомме в 1916 г. нужно 360 поездов по 30 вагонов в каждом.

Это показывает насколько правильность боевой работы артиллерии зависит от транспорта и какого громадного напряжения требует доставка боевых припасов от работников транспорта.

#### 4. Долгосрочность службы орудий.

Орудия разгорают. Это явление сказывается потерей орудием кучности боя и при достаточно большом разгаре потерей снарядами правильности полета. Разгорание сказывается на начальной скорости и правильности полета. Напр., из 305-мм пушки, длиной 52 калибра, после 83 выстрелов, в том числе 67 боевым и 16 уменьшенным зарядом, начальная скорость получилась 874 м/сек. вместо 903 м/сек., падение скорости 3,2% и давление вместо 2,945 атм. 2,755 атм. — 6,5%; причем длина зарядной каморы увеличилась на 4,83 см. Так как разгар у разных орудий идет не одинаково быстро, то орудия батареи необходимо станут разнобойными, и эту разнобойность при стрельбе следует учитывать, что, конечно, усложняет ведение огня батареей.

Разгорание орудия сказывается тем резче, чем больше абсолютный вес заряда. Поэтому орудия большого калибра разгорают скорее, чем орудия малого, и пушки скорее, чем гаубицы. В. М. Трофимов на основании наблюдений и по теоретическим соображениям устанавливает долгосрочность пушек обратно пропорциональную квадрату калибра. Так, если 3-дм. пушка выдерживает 3 000 выстрелов до потери

Уменьшение веса боевых припасов, в особенности пороха, имеет огромное значение не только в смысле большей или меньшей трудности доставки их на позицию, но имеет также большое экономическое значение. Ведь для изготовления каждого килограмма пороха нужно израсходовать большое количество спирта, азотной и серной кислоты и пр.



кучности и правильности полета снаряда, то 12-дм. выдержит в  $\frac{12 \cdot 12}{3 \cdot 3} = 16$  раз меньше, т. е. около 200 выстрелов.

Относительно срока службы гаубиц подобных указаний нет, но во всяком случае гаубицы, вследствие значительно меньших зарядов, более живучи, чем пушки того же калибра.

Орудие тем быстрее теряет свои боевые качества, чем скорострельнее ведут из него огонь. При скорой стрельбе орудия сильно накаляются; соблюдение всех мер предосторожности, наблюдение и уход за материальной частью ослабляются. Результатом этого помимо скорейшего разгара орудия являются разбалтывание некоторых креплений, механизмов, что ухудшает, кроме того, результаты стрельбы.

Интересно отметить, что срок работы орудия в бою измеряется всего лишь несколькими минутами. В самом деле продолжительность движения снаряда по каналу 76-мм полевой пушки около 0,008 секунды, а у 305-мм — около 0,04 секунды.

Помножая эти числа на число выдерживаемых орудием выстрелов, получим срок боевой службы орудий соответственно 18 мин. и 8 мин.

## 5. Прочность орудий.

Повреждаемость зависит от числа отдельных частей и их деликатности. Чем больше частей, тем более вероятно повреждение. Поэтому необходимо устраивать систему проще, из малого числа и притом простых частей.

Однако, достижение этого не совместимо с техническим совершенством системы. И исторический ход развития артиллерии неукоснительно идет по пути усложнения материальной части.

Принятие упругих частей, смягчающих действие выстрела на лафет с точки зрения как боевых требований, так и живучести, орудия весьма полезно, а между тем оно очень сильно усложняет конструкцию системы орудия.

Необходима такая конструкция, чтобы повреждения легко обнаруживались и поврежденные части легко заменялись. Для уменьшения числа запасных частей и облегчения их получения необходимо, чтобы части были взаимозаменяемы и не только в орудиях одного образца, но, по возможности, и в разных. В настоящее время каждый образец настолько обособился, что в нем все свое, особо. Между тем история указывает, что всегда стремились к однообразию, назначая, например, один и тот же лафет для нескольких калибров орудий. Судя по последним известиям, в С.-А. С. Штатах для полевой артиллерии разработан лафет, общий для пушки и гаубицы.



Нужна стандартизация частей. В настоящее время, как уже замечено, каждое орудие имеет все части, изготовленные для него, и только для него, по специальным чертежам. Между тем у всех орудий имеются части сходного назначения и их следовало бы делать по одному стандартизованному образцу: например маховики для подъемных и поворотных механизмов... Это не только упростило бы дело снабжения, содействовало бы достижению взаимозаменяемости частей, но и облегчило бы обучение артиллеристов службе при различных орудиях.

Если нельзя, да оно конечно и нельзя, добиться стандартизации в широких размерах, то было бы крайне желательно с последней точки зрения (легкости обучения личного состава) достичь однотипности систем, хотя бы назначаемых для службы в близких условиях. При условии упрощения материальной части, достижения взаимозаменяемости и стандартизации несомненно облегчится уход за материальной частью, обнаружение и исправление неисправностей и повреждений.

## 6. Уязвимость.

Средства, ослабляющие уязвимость системы неприятельским огнем, собственно те же, что и изложенные выше. Можно добавить, что снабжение системы щитом, придание ей меньших размеров и такая конструкция, которая делала бы ее легко применимою ко всяким местным особенностям, не требуя специальных работ (вырытие канавок, укладка упорных брусьев...), может содействовать уменьшению уязвимости.

Сюда же можно отнести всякие меры, облегчающие маскировку орудия, окраска, характер очертаний, беспламенность и бесшумность выстрела. Для достижения беспламенности вводятся пламегасители, которые представляют какое-либо вещество, добавляемое к заряду и способствующее более полному его сгоранию. Что же касается бесшумности, то пока этот вопрос не разрешен.

К средствам достижения меньшей уязвимости артиллерии следует отнести бесшумность движений. Тракторная артиллерия производит такой сильный шум, что ее легко обнаружить.

Для достижения возможно полной бесшумности движений артиллерии конной тяги применяют обматывание колес соломой, подтягивание болтов и гаек, устранение дребезжания щитов. Наконец сюда же могут быть отнесены все меры, содействующие более легкой маскировке артиллерии. Насколько велики бывают потери в артиллерийских орудиях от огня противника можно видеть из заявления Людендорфа, что французская артиллерия в течение одного месяца разбила 13% от числа орудий, участвовавших в сражении.



## 7. Уход за орудием.

Уход за орудием в очень сильной степени скажется на сохранении его боевых свойств. Прочистка орудия после стрельбы уничтожает вредное действие пороховых газов, которые обладают окислительным действием. При скорой стрельбе орудие разогревается и становится более чувствительным к разгару, поэтому его нужно охлаждать и дать ему отдохнуть. В этих видах устанавливается режим стрельбы — скорость стрельбы из орудия ставится в зависимость от продолжительности стрельбы: чем продолжительнее стрельба, тем меньше должна быть скорострельность, и наоборот. Ограничивают и самую продолжительность стрельбы, так например из 76-мм пушек не следует, если нет крайней необходимости, делать свыше 100 выстрелов в час на орудие и вообще нужен некоторый режим стрельбы: чередуя стрельбу с отдыхами. Своевременная смазка механизмов, подтягивание ослабевших гаек и болтов предупреждает более серьезные повреждения, которые могут иметь гибельные последствия.

Насколько серьезно действие выстрела на орудие, можно видеть хотя бы из следующего примера: в VI французской армии с 1 июля по 24 октября 1917 г. вышло из строя 746 орудий вследствие разрыва и износа (Эрр, „Артиллерия в прошлом, настоящем и будущем“, стр. 63); или операция под Крево в июле 1917 г., во время которой с 6 по 11 июля из строя вышло 20% всех орудий (Шафров, „Скорость стрельбы из артиллерийских орудий в бою“, стр. 23).

С другой стороны, имеются указания, что орудия, стреляющие зарядами, помещенными в картузы, а не в гильзы, выдерживали без повреждений по 800 и даже по 1 000 выстрелов ежедневно в течение 3 — 4 дней (Роже, „Артиллерия при наступлении“, 1927 г., стр. 103).

На основании не очень точной статистики можно дать приблизительные цифры потерь в орудиях от различных причин:

от огня неприятельской артиллерии .....	15 — 20%
от различных неисправностей и недостаточного ухода .....	50%
от преждевременных разрывов снарядов .....	25 — 35%

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Сводя все сказанное о боевых свойствах артиллерии, приходим к заключению, что эти свойства зависят от технического совершенства оружия и подготовки личного состава.

Техническое совершенство оружия складывается:

1) Из целесообразного устройства системы орудия, лафета и передка для удовлетворения требований подвижности.



2) Из целесообразного устройства этих же частей для удовлетворения требованиям быстрого перехода из походного положения в боевое и обратно, удобство и быстрота действий в боевом положении.

3) Из целесообразного устройства орудия, снаряда, заряда в видах достижения большего могущества; что, в свою очередь, сводится: а) к увеличению веса снаряда, обеспечения ему правильного полета, придания формы, наиболее выгодной в отношении уменьшения величины силы сопротивления воздуха, придания устройства, отвечающего роду цели, б) к увеличению начальной скорости и в) к достижению возможного однообразия устройств орудий, снарядов, зарядов и трубок, безопасности в обращении и точности и однообразия действия.

4) Устройства орудия так, чтобы обеспечивалась его долговечность и неуязвимость.

Техническое совершенство системы орудия, как бы оно, само по себе, высоко ни было, не дает основания рассчитывать на успех, если личный состав, имеющий назначением служить с этим орудием, не будет подготовлен. Почти все боевые элементы артиллерии (исключая разрушительного действия, дальнобойности) зависят от умелого, сноровистого, находчивого обращения с орудием и с теми приборами, которые применяются при стрельбе. Поэтому артиллерист должен обратить все свое внимание на изучение дела стрельбы и обращения с орудием и всякими приборами для стрельбы и ухода за материальной частью.

Единственно от умения и знания, даже более, от искусства стреляющего, зависит такая данная, имеющая решающее значение в бою, как *меткость, т. е. направление средней траектории так, чтобы поражение цели было бы наилучшее.*

Достижением подвижности, могущества, меткости, живучести не ограничиваются все требования от артиллерии.

Удобство снабжения войсковых частей материальной частью и ее исправления приводит к необходимости большого *однообразия* всех предметов, т. е. к меньшему числу образцов орудий, а в каждом орудии к меньшему числу предметов и частей, его составляющих. Части, составляющие исключительно принадлежность данного орудия, должны резко отличаться от сходных частей другого орудия, для избежания перепутывания. Например, не следует иметь орудий двух калибров близких, или, того хуже, два одинаковых калибра, но с разными снарядами,<sup>1</sup> сортами порохов и проч

<sup>1</sup> Например, калибры 76 мм и 75 мм легко перепутать при доставке снарядов, а это в бою может повести к катастрофе. Или снаряды 152-мм мортирные не годятся для 152-мм пушки. Надписи в темноте не разобрать, при перегрузках сотрутся. Раскупорят, соберут не в ту укупорку в случае задобности снова укупорить и пр.

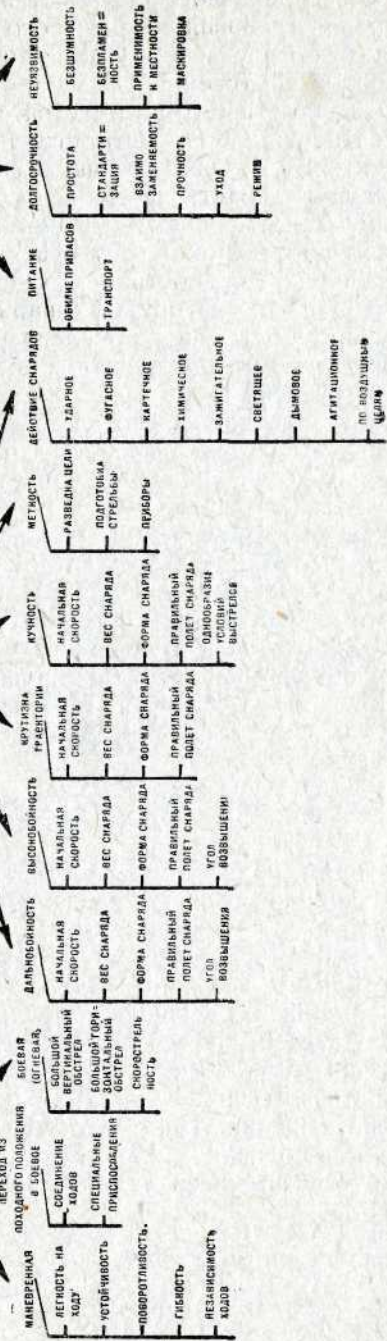


# БОЕВЫЕ СВОЙСТВА АРТИЛЛЕРИИ

## ПОДВИЖНОСТЬ

## МОГУЩЕСТВО

## НИВУЩЕСТЬ



Орудие состоит из многих отдельных частей; необходимо чтобы эти части были взаимозаменяемы, т. е. испорченные части одного орудия могли быть заменены такою же частью от другого орудия. Этот принцип желательно сколько возможно распространить на части разных орудий. Например, колеса, рукоятки, штурвалы и тому подобное. При осуществлении однообразия и взаимозаменяемости весьма упрощается дело снабжения.

Для решения боевых задач, где приходится рисковать жизнью людей, боец должен идти в бой уверенно, для чего, между прочим, необходимо ему дать орудие самое совершенное, а потому не место здесь соображениям экономического порядка. Однако оглядываться и на эту сторону дела, устанавливая общие требования от орудия, необходимо. С этой точки зрения требования однообразия и взаимозаменяемости и удовлетворяют требованию возможной дешевизны.

С этой же точки зрения, кроме тех требований, которые вытекают из вышеизложенного (уменьшение числа образцов, взаимозаменяемость, простота...) можно высказать пожелание, чтобы хотя бы некоторые части орудий были такого вида и очертания, при которых они могли находить применение в других отраслях промышленности (зубчатки, червяки, валики).

В видах экономических необходимо вырабатывать такие образцы, изготовление которых не представляло бы больших технических затруднений.

Кроме того огромные современные армии требуют колоссальных запасов всякого рода снабжения, в том числе и снабжения артиллерийскими запасами. Необходимо эти запасы заготовить в предвидении войны заблаговременно. Отсюда вытекает требование неизменяемости, стойкости при продолжительном хранении и при самых разнообразных условиях. Намечая таким путем согласование экономических и боевых требований от орудий, следует иметь, однако, в виду, что последними, боевыми, никоим образом нельзя поступать в угоду первым, экономическим. Все эти заключения могут быть кратко сведены к следующей схеме (см. схему на предыдущей странице).

Сочетание столь разнообразных, нередко противоречивых требований представляет весьма трудную задачу. Конструктору пужно очень хорошо разбираться в боевых требованиях, предъявляемых к данному орудю, чтобы решить вопросы где, чем и в какой мере можно будет поступиться, чтобы дать орудие, наиболее отвечающее его боевому назначению.

---