

В. Швиннинг

**Конструкция и материал
стволов огнестрельного
оружия**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 355/359
ББК 68
В11

В11 **В. Швиннинг**
Конструкция и материал стволов огнестрельного оружия / В. Швиннинг – М.:
Книга по Требованию, 2021. – 204 с.

ISBN 978-5-458-53469-7

ISBN 978-5-458-53469-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРЕВОДУ

Труд В. Швиннинга представляет собой монографию, посвященную вопросу прочности и живучести стволов огнестрельного оружия. Как указывает автор, книга имеет своим назначением восполнение пробела, образовавшегося в немецкой артиллерийской литературе вследствие того, что известное капитальное сочинение по проектированию орудийных стволов Г. Кайзера, изданное в 1900 г., частично устарело.

Автор монографии — крупный специалист в области металловедения, известный своими работами по изучению поведения металлов в условиях воздействия динамических усилий, циклических напряжений переменного знака (усталость) и нагрева, т. е. именно тех факторов, которые являются специфичными для работы ствольного материала. Это обстоятельство нашло отражение в том, что все содержание книги, и в частности раздел проектирования стволов, излагается в теснейшей связи с физической стороной рассматриваемых вопросов и с данными практики. В отделе, относящемся к расчету стволов, наряду с общепринятым способом, основанным на теории наибольшей деформации, автор впервые в артиллерийской литературе дает метод расчета по теории энергии формоизменения, которая, согласно новейшим исследованиям, приводит к наиболее близким к действительности результатам в случае статического внутреннего давления.

Другой положительной особенностью монографии является большое внимание, уделенное вопросам износа стволов. Крупное место, отведенное этому разделу, находится в соответствии с актуальностью проблемы живучести современной артиллерии, вполне отвечая громадному практическому значению данного вопроса.

Крупный интерес представляет также последний раздел книги, посвященный выбору сталей и оценке их в качестве материала для изготовления как орудийных стволов, так и стволов стрелкового оружия. Предлагаемая автором трактовка вопроса об условиях и характере разрушения материала стволов в случаях аварийного порядка обоснована

данными современного металловедения и сопоставлена с результатами специальных испытаний в виде так называемой „взрывной пробы“ цилиндров.

При составлении монографии автором использован большой собственный экспериментальный материал и ряд данных, почерпнутых из немецких, американских и французских источников.

К недостаткам монографии следует отнести чрезмерную сжатость изложения некоторых существенных вопросов оружейного дела и встречающиеся в отдельных местах книги недоговоренности и умолчания. Так, например, вопрос о затворах и других конструктивных деталях стволов затронут лишь в поверхностной форме; вопрос об автофреттаже дается лишь в общих чертах; в разделе, посвященном износу, автор не только избегает установления сколько-нибудь обобщающих количественных зависимостей, но даже не затрагивает в порядке критического анализа уже имеющихся в этом направлении теоретических попыток (работы Юстрова, Габо и др.); отсутствует конструктивная оценка свободной трубы в сочетании с кожухом и т. д. Книга не лишена ряда опечаток и описок, что несколько усложнило выполнение ее перевода.

Ознакомление с монографией Швиннинга, вводящей в курс современного положения иностранной артиллерийской техники в области вопросов, связанных с конструированием и живучестью стволов огнестрельного оружия, а также с выбором и оценкой качества ствольного материала, должно представить интерес для артиллерийских инженеров РККА и инженерно-технических работников нашей оборонной промышленности.

Книга может быть использована также как пособие при самостоятельной работе слушателей и студентов соответствующей специальности.

Перевод сделан в полном виде, с сохранением обозначений автора, но с принятием терминологии, применяемой в нашей научно-технической литературе.

А. Головин

Ленинград
Сентябрь 1936 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Последним по времени, наиболее исчерпывающим изложением научных основ расчета и проектирования орудийных стволов, являлся труд Г. Кайзера „Конструкция нарезных орудийных стволов“, выпущенный в 1900 г. С тех пор конструирование стволов двинулось вперед по новым путям, указанным развитием сталелитейной индустрии, с одной стороны, и прогрессом артиллерийской техники, основанным на боевом опыте, с другой стороны. Возникли новые способы изготовления стволов и новые теоретические основания расчета, опирающиеся на результаты изучения металла. В связи с этим в немецкой литературе образовался заметный пробел, устранению которого должно помочь издание этой книги.

В данном труде, наряду с методами расчета орудийных стволов, подробно рассматриваются также вопросы, относящиеся к выбору и оценке соответствующих сортов стали для изготовления как орудийных стволов, так и стволов стрелкового оружия. Точно так же значительное место отводится вопросу износа тех и других стволов. Опыт войны показал весьма важное значение исследования данного вопроса. В этом отношении, помимо учета работ других авторов, я опираюсь на собственные исследования, проведенные ранее в лаборатории артиллерийского вооружения бывшей Военно-технической академии (в Берлине — Шарлоттенбурге), а отчасти в руководимом мною в послевоенное время Институте металлургии и материаловедения при Высшей технической школе в Дрездене. Хотя учебная и исследовательская деятельность указанного Института протекает вне области артиллерийской техники, тем не менее произведенные там работы по исследованию материалов, применяемых в общем машиностроении, были использованы при разработке настоящего труда для введения новых оснований в дело выбора материала для стволов артиллерийских орудий и стрелкового вооружения. Подобным же образом опыт военного машиностроения нередко создает побудительные мотивы для выбора и применения высококачественных материалов в других отраслях техники.

В. Швиннинг

Дрезден, октябрь 1934 г.

ГЛАВНЕЙШИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

A_0 — дульная энергия снаряда	ϑ — линейная величина натяжения при изготовлении (мм)
D — калибр	θ — относительное значение натяжения при изготовлении
d — диаметр	δ — фактическая величина натяжения после скрепления ствола (мм)
E — модуль упругости	Δ — относительное значение натяжения после скрепления ствола
G — вес	σ — нормальное напряжение
p — давление (обычно давление пороховых газов)	σ_E — предел упругости
P — усилие	σ_S — предел текучести
p, P — давление (или сила), вызванное скреплением (в состоянии покоя при $p = 0$)	σ_B — временное сопротивление разрыву
S — напряжение	σ_w — предел усталости
u — отношение диаметров d_a/d_i	τ — скалывающее напряжение
v — скорость	
$y = \frac{3u^2}{2u^2 + 1}$	
ε — относительная деформация	
μ — коэффициент трения	

Значение индексов

i — внутренний	1 } порядковый номер слоя
a — наружный	2 } в скрепленном стволе,
d — по теории наибольшей деформации (обычно опускается)	3 } считая изнутри
g — по теории энергии формоизменения	t — в тангенциальном направлении (в случае теории наибольшей деформации опускается)
0 — в состоянии покоя (до выстрела)	r — в радиальном направлении
p — при давлении p	l — в осевом (продольном) направлении

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее целесообразным введением в область вопросов, связанных с проектированием и изготовлением стволов огнестрельного оружия, является исторический обзор развития этой области техники. Наряду с этим представляется необходимым остановиться и на рассмотрении современных конструкций стволов. Этим вопросам посвящено содержание I и II главы настоящей работы.

Правильно спроектированные стволы огнестрельного оружия не должны давать при стрельбе остаточных деформаций, выходящих из узких пределов установленного допуска по размерам. Соблюдение этого условия при существующих величинах давления пороховых газов может быть всегда обеспечено путем соответствующего устройства ствола и выбора необходимого материала с достаточно высоким пределом текучести. Теория позволяет рассчитать нужные для этого размеры ствола и величину натяжения при скреплении. Теоретические основания расчета стволов и сравнение применяемых теорий с фактическими данными, получаемыми при стрельбе, излагаются в главе III.

Однако, несмотря на полное удовлетворение указанного требования, стволы огнестрельного оружия обладают лишь ограниченным сроком службы. Живучесть винтовочных стволов и пулеметных стволов с водяным охлаждением колеблется в зависимости от режима огня от 10000 до 50000 выстрелов. Живучесть орудийных стволов малой и средней мощности, до полевой пушки включительно, по данным различных государств, основанным на опыте мировой войны, составляет от 10000 до 20000 выстрелов. С увеличением калибра, а особенно с повышением мощности, она сильно понижается, и для крупнокалиберных морских пушек максимальной мощности живучесть падает до нескольких сотен и даже до нескольких десятков выстрелов. Столь короткие сроки службы, не находящие никакого обоснования в расчетах конструктора, послужили поводом к производству ряда исследований, из которых в особенности выделяются работы Веля, Шарбонье и Чернова¹. Достижение предель-

¹ P. Vieille. Mém. d. poudres et salp. 11 (1901), p. 157; P. Charbonnier. Balistique intérieure. Paris, 1908.

См. указатель литературы в труде C. Cranz. Lehrbuch der Ballistik, Bd. 2, Springer. Berlin, 1926, S. 427.

ного срока службы ствола определяется не остаточным расширением (раздутием) или разрывом его, а постепенно развивающимся процессом износа нарезной части канала. Результатом износа является падение меткости и начальной скорости, величины которых становятся в итоге столь низкими, что ствол приходится признавать негодным к дальнейшей службе. В главе IV настоящей книги и рассматриваются вопросы износа стволов огнестрельного оружия в результате воздействия нормальных рабочих усилий во время службы, а также выводы, относящиеся к конструкции и условиям обработки стволов и снарядов. При изложении этой главы приняты во внимание собственные исследования автора.

Если наблюдаются значительные остаточные деформации ствола или происходит его разрыв, то причину этого всегда следует искать либо в дефектах материала и изготовления ствола, либо в возникновении при выстреле усилий, превосходящих допускаемые для данной конструкции напряжения. Действие таких чрезмерно высоких усилий и влияние дефектов технологии рассматриваются в главе V, которая дает вместе с тем довольно подробные сведения о материалах, применяемых для изготовления стволов.

1. ОБЗОР РАЗВИТИЯ СТВОЛОВ ОГНЕСТРЕЛЬНОГО ОРУЖИЯ

А. Орудийные стволы

Различные конструктивные идеи, сохранившие свое значение и в современной орудийной технике, возникли очень давно. Так, можно указать на конструктивные наброски стволов, встречающиеся в сочинениях Леонардо да Винчи (ок. 1500 г.), Лорини (1579 г.) и друг., а также на осуществленные уже в XIV—XVII столетии стволы, заряжавшиеся с казны, имевшие поршневые и клиновые затворы и обладавшие винтообразной нарезкой для сообщения устойчивости на полете продолговатым снарядам; известно также было применение скрепляющих колец с целью повышения упругого сопротивления ствола. Однако распространение этих конструктивных форм тормозилось, как общим состоянием техники, так и, в частности, трудностями, связанными с точной механической обработкой, и невысоким уровнем развития металлургии.

Поэтому более чем до середины XIX столетия в области орудийной техники господствовала конструкция стволов, заряжаемых с дула, сначала гладкостенных, а позднее нарезных для стрельбы продолговатыми снарядами с готовыми выступами. В Англии зарядание с дула применялось для тяжелых морских пушек вплоть до 1880 г.

Повсеместное распространение способа зарядания с казны стало возможным только тогда, когда удалось добиться безупречного осуществления обтюрации затворов от прорыва пороховых газов посредством медных или стальных обтюрирующих колец (кольца Брэдуэлла). Разрешение этой задачи было полностью завершено в дальнейшем путем устройства пластичной обтюрации системы Банжа или посредством применения патронной гильзы. Началом успешного применения способа зарядания с казны следует считать 1861 г., т. е. год принятия этого способа в прусской полевой артиллерии, которая показала несомненные преимущества орудий, заряжаемых с казны, во время войн 1866 г. и 1870/71 г.

В отношении развития затворов обозначились две линии конструктивного оформления: в то время как Германия пошла по пути применения и усовершенствования клиновых затворов, в других странах наибольшее применение нашли поршневые затворы с весьма разнообразными типами механизмов, осуществляющих движения затвора. Наряду с этим, для малых калибров получили распространение затворы специальных типов, как, например, вращающийся затвор, составной затвор и т. п.

Появление бездымного пороха * (1885 г.) привело к значительному повышению мощности орудий, в связи с чем были выдвинуты более высокие требования к материалу для изготовления стволов. Бездымный порох стали изготавливать из желатинизированной нитроцеллюлозы, либо в виде чисто пироксилинового пороха, либо в виде нитроглицеринового пороха, состоящего из пироксилина с добавлением от 18 до 57% нитроглицерина. Порох, применяемый в винтовках, получил форму мелких, тонких пластинок, а для пороха, применяемого в орудиях, была принята форма кубиков, колец, лент, полых трубок и т. д.

В старинных системах для изготовления стволов применялся чугун или бронза. Применение бронзы, улучшенной по способу Ухациуса, удерживалось в Австрии вплоть до мировой войны. Хотя изготовление стволов из чугуна отличается дешевизной и простотой, тем не менее хрупкость и малая прочность этого материала исключили возможность его применения для орудий повышенной мощности. Скрепление же казенной части чугунных стволов посредством колец из кованого железа могло только уменьшить опасность для орудийного расчета при разрыве ствола и не более.

На смену чугуна сначала пришло сварочное железо—материал вязкий, но относительно мягкий, нашедший применение даже в старинных орудиях только в отдельных случаях. Начало применения в качестве ствольного материала стали относится, примерно, к 1860 г. И хотя на первых шагах оно ознаменовалось рядом неудач, тем не менее, вскоре же после того, как были преодолены первоначальные трудности, сталь, в силу своих высоких механических свойств, вытеснила все другие материалы. Знаменательной датой следует признать 1890 г., когда для изготовления орудийных стволов высокой мощности впервые была применена никелевая сталь, а также улучшенная хромоникелевая сталь, характеризующаяся особенно благоприятным сочетанием свойств прочности и вязкости.

* Автором применяется более точный термин — „малодымный порох“ (rauchschwaches Pulver). [*Прим. ред.*]