

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева

Кафедра «Инженерная физика»

Хан Павел Олегович

Разработать технологию термической обработки стрелкового оружия и
спроектировать термический участок

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

специальность 5B071000 – Материаловедение и технология новых материалов

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева

Кафедра «Инженерная физика»



ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Разработать технологию термической обработки ствола стрелкового оружия и спроектировать термический участок

по специальности 5В071000 – Материаловедение и технология новых материалов

Выполнил: Хан П. О.

Рецензент:

канд. техн. наук, доцент

Н. Т. Салибаев

«14» / сеп 2019 г.

Научный руководитель:

канд. техн. наук, доцент

А.К. Сапаров

«15» / сеп 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет

имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А. Буркитбаева

Кафедра «Инженерная физика»

УТВЕРЖДАЮ



Докладчик кафедрой ИФ
философии (PhD)

Р.Е. Бейсенов

» 05 2019 г

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: Хан Павлу Олеговичу

Тема: Разработать технологию термической обработки стрелкового оружия и спроектировать термический участок

Утверждена приказом ректора университета № 603. –П. от. «23» 12. 2014 г.
« 22 » 05 2019 г.

Срок сдачи законченной работы

Исходные данные к дипломной работе: Задана деталь

Краткое содержание дипломной работы:

а) изучен ствол стрелкового оружия, рассмотрены условия работы, выявлены требования, предъявляемые к детали;

б) проведена сравнительная характеристика трех сплавов, выбран один сплав, удовлетворяющий всем требованиям, рассчитаны температурные и временные характеристики термической обработки, построены графики;

в) спроектирован термический участок;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
чертеж детали ствола.

Рекомендуемая основная литература:

1. Фролов К.В. Машиностроение энциклопедия в сорока томах. – М.: Машиностроение, 2013. –С. 780.

2. Аристова, Н.А., Колобнев, И.Ф. Термическая обработка литейных сплавов. – М.: Металлургия, 1977. – С. 144.

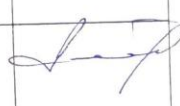
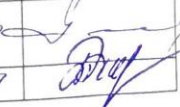
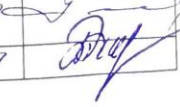
ГРАФИК

подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Выбор материала для изготовления ствола стрелкового оружия	28.02.2019г. 11.03.2019г.	
Режим термообработки, расчет режима термической обработки и планировка термического участка	15.03.-25.04.2019г.	
Результаты исследования и их обсуждение	25.04.2019г. 08.05.2019г.	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты И.О.Ф. (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Выбор материала для изготовления ствола стрелкового оружия	А. К. Сапаров	200519	
Режим термообработки, расчет режима термической обработки и планировка термического участка	А. К. Сапаров	200519	
Результаты исследования и их обсуждение	А. К. Сапаров	200519	
Нормоконтролер	А.Б. Телешева	210519	

Научный руководитель

Задание принял к исполнению обучающийся  П.О. Хан

Дата

«13» 05. 2019 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект

Хан Павел Олегович

специальность 5В071000 – Материаловедение и технология новых материалов

На тему: Разработать технологию термической обработки ствола стрелкового оружия и спроектировать термический участок.

Выполнено:

- а) графическая часть на 21 листах
- б) пояснительная записка на 28 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В работе выявлены незначительные стилистические ошибки. Также есть неточности в списке литературы и некоторых ссылках.

Оценка работы

В дипломной работе рассматривается разработка технологии термической обработки ствола стрелкового оружия. Дано обоснование актуальности исследуемой темы. Описаны основные элементы и проанализированы условия работы ствола стрелкового оружия, рассмотрены требования предъявляемые к детали и материалам для его изготовления, разработаны методы получения отливки и рассчитаны температурные и временные характеристики термической обработки, спроектирован термический участок.

Студентом обработано достаточное количество теоретического материала. Содержание работы полностью соответствует выданному дипломнику заданию. Материал в работе изложен с соблюдением внутренней логики, между разделами существует логическая взаимосвязь.

Прослеживается тщательная работа по каждому разделу рассматриваемой темы. Полностью раскрыта тема работы, достигнута поставленная цель, решены поставленные задачи.

Использованный практический материал достоверен, сделанные выводы обоснованы, рекомендации имеют практическую значимость.

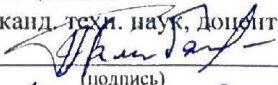
Дипломная работа имеет теоретическое значение, в ней разработана методика технологии термической обработки ствола стрелкового оружия стали 50А.

Работа выполнена в соответствии с требованиями ГОСТа. Она актуальна, полна, качественна. Существенных недостатков работа не имеет.

В связи с этим, дипломная работа заслуживает оценки «отлично».

Рецензент

канд. техн. наук, доцент


(подпись)

«14» _____



Ф КазНТУ 706-17. Рецензия

АҢДАТПА

Әдеби бөлімде күштің, соққыға төзімділіктің, икемдіктің белгілі бір сипаттамаларына сәйкес атыс қаруын шығаратын белгілі бір болатты таңдауды негіздеу үшін жұмыс жүргізілді. Болат маркалар тек шағын-калибрлі атыс қаруларына ғана емес, сондай-ақ Максим пулеметі мен поляк танкке қарсы пулемет сияқты ірі калибрлі қарулар үшін де ұсынылған. Әлемдегі атыс қаруын өндіруге арналған негізгі болат 50А шығыны салыстырмалы төмен экономикалық құны мен сипаттамаларына байланысты болды. Болат 50А нұсқалары АҚШ пен Германия секілді атыс қаруы өндірушілерінің жетекшілігінде қолданылады.

Қызмет мерзімі мен сенімділігін максималды түрде қамтамасыз ету үшін сөндіру, температура, электролиттік хромдау және біліктердің тотығуынан тұратын жылу бөлімі әзірленді. Термиялық өңдеуді ұтымды жүргізу үшін технологиялық процестің операциялық картасы және технологиялық процесті жүргізу үшін қажетті жабдықтар ұсынылды.

АННОТАЦИЯ

В литературном разделе была проведена работа по обоснованию выбора определенной стали для производства стволов стрелкового оружия, по определенным характеристикам прочности, ударной вязкости, пластичности. Были предложены марки сталей не только для мелкокалиберного стрелкового оружия, но и для крупнокалиберного, такого как пулемет Максим и польское противотанковое ружье. Было обнаружено, что основной сталью производства стволов стрелкового оружия в мире является Сталь 50А, благодаря ее относительно невысокой экономической стоимости и характеристикам. Разновидности Стали 50А используются в ведущих странах производителях стрелкового оружия, такие как США и Германия. Для достижения максимального срока службы и надежности, был разработан термический участок, состоящий из закалки, отпуска, электролитического хромирования и оксидирования стволов. Для рационального проведения термической обработки, была предложена операционная карта технологического процесса и оборудование, необходимое для проведения технологического процесса.

ABSTRACT

The literature review was about the work which had been done to justify the choice of using certain steel grade for the manufacturing barrels of weapon considering determined characteristics which are strength, resilience, plasticity. Steel grades were proposed for manufacturing not only small caliber weapon but for a large caliber weapons, which are Maksim machine gun, Polish anti-tank rifle etc. I found that the best steel for manufacturing barrels of the weapon is steel grade 50A, because of its economical benefits and reliable characteristics. Most sorts of 50A steel grade are used by the world biggest manufacturing factories in USA, Germany and all over the world. To provide the longest term of work and to get reliability on high class I created thermal area of hardening, tempering, electrolytic chrome plating and oxidation. To get very best results were provided process map and required equipment.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	
1	Выбор Материала	10
1.1	Условия работы	12
1.2	Окончательный выбор материала	14
2	Термообработка, хромирование и оксидирование стволов стрелкового оружия	15
2.1.	Хромирование поверхности канала стрелкового оружия	16
2.2	Подготовка стволов к хромированию	17
2.3	Электролитическое хромирование стволов	19
2.4	Основные дефекты каналов стволов после хромирования	20
2.5	Химическая окраска наружной поверхности	21
3	Операционная карта технологического процесса	23
3.1	Определение расчетных норм времени обработки	24
3.2	Оборудование для проведения термической обработки	26
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	33
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	35

ВВЕДЕНИЕ

Стрелковое оружие — вид огнестрельного оружия, поражающее цели пулями путем использования силы давления газов, выделяющихся при сгорании взрывчатого вещества, такого как порох. К стрелковому оружию относятся: пистолеты, револьверы, пистолеты-пулемёты, автоматы, автоматические винтовки, пулемёты, различные виды спортивного и охотничьего огнестрельного оружия. Современное стрелковое может быть, как и однозарядным так и автоматическим. Однозарядное стрелковое оружие используется в основном для охоты и в спортивно-соревновательных целях, автоматическое применяется практически во всех сферах использования стрелкового оружия. Стрелковое оружие применяют для поражения живой силы, наземной техники и огневых средств противника, а некоторые крупнокалиберные пулемёты — и для поражения легкобронированных машин и воздушных целей. У стрелкового оружия достаточно высокая эффективность и кучность стрельбы, надёжность действия, манёвренность. При относительно маленькой себестоимости и простоте производства, на данный момент стрелковое оружие очень распространено во всем мире. (Рисунок 1)



Рисунок 1 – Автомат АК-47 с обозначением деталей

1. Выбор материала

Правильный выбор материала и приемлимые методы термической обработки это один из главных факторов надежности оборудования и его сопротивлению в процессе эксплуатации.

Ствол стрелкового оружия – деталь принятая для описания ее производства и определения термического участка.

Ствольная сталь должна обладать рядом характеристик:

- 1) высокой износостойкостью;
- 2) высокой прочностью;
- 3) правильными техническими свойствами.

Практически все стали, применяемые в оружейностроительной сфере являются легированными.

Для изготовления стволов стрелкового оружия, работающих, в тяжелых условиях эксплуатации рекомендуются стали марок 50А, 30ХН2МФ, 38ХСА.

На данный момент большие компании по производству стволов стрелковых оружий, такие как Heckler and Koch, Bear Creek Arsenal, используют свои марки легированных сталей, которые содержатся в строгом секрете. Но в основе всех разрабатываемых сталей лежит углеродистая сталь 50А и другие специальные стали, такие как 30ХН2МФ, 38ХСА.

Углеродистую сталь чаще всего используют для изготовления стволов неавтоматического и автоматического оружия калибром около 7,62мм на 39мм. Для производства стволов тяжелого вооружения с более крупным калибром 12.7мм, 14,5мм, 20мм, а также стволов пулемета калибром 7,62мм с повышенным темпом стрельбы применяют специальные стали. (Рисунок 2)

Для производства Револьвера Нагана, пистолета ТТ, пистолет-пулемета ППШ, винтовки образца 1891, ручного пулемета ДП калибром 7,62мм используется сталь 50А. Для крупнокалиберного пулемета ДШК и березина, ПТРД, ПТРС, пушки ШВАК и пулемета ШКАС калибром от 7,62мм до 20мм, используются стали 30ХН2МФ и 38ХСА.(Показано в таблице 1)

Таблица 1- Химический состав, % 50А, 30ХН2МФ, 38ХСА

Марка стали	С %	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	V
50 а Ствольная	0,46- 0,53	0,5- 0,8	0,17- 0,37	0,035	0,030	0,3	0,3	-	-
30ХНМ2МФ	0,25- 0,35	0,35- 0,6	0,15- 0,35	0,035	0,030	0,6- 0,9	2,0- 2,5	0,25- 0,35	0,15- 0,30
38ХСА	0,35- 0,42	0,3- 0,6	1,1- 1,4	0,035	0,03	1,3- 1,6	0,5		



Рисунок 2 - Пушка ШВАК калибра 20мм

В странах Европы и США, винтовочные стволы изготавливают из углеродистой стали с 0,6-0,7% углерода, пределом текучести 60кг/кв.мм, временным сопротивлением, 90кг/кв.мм, и относительным удлинением 12-15%. На Канадский и Английских заводах для пулеметных стволов применяют хромованадиевую сталь, с 0,5-0,6% углерода 0,75-1,25 кремния, 0,13-0,25% ванадия, с временным сопротивлением 110-130 кг/кв.мм. В США на заводе Спрингфилд, стволы винтовок и пистолетов производят из хромомолибденовой стали. (см. таблицу 2 и 2.1)

Таблица 2 – Химический состав стволов различного стрелкового оружия во времена второй мировой войны немецкого и польского производства, %

Наименование	C %	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	V	W
7.92-мм пулемет Максима	0,75	0,44	0,49	0,019	0,017	0,06	-	-	-
7,92мм станковый пулемет Браунинга	0,75	0,33	0,46	0,005	0,01	0,13	-	-	-
Польский ручной пулемет	0,75	0,63	0,38	0,008	0,01	0,43	-	0,18	-
Польское противотанковое ружье	0,76	0,64	0,38	0,006	0,008	0,12	-	-	1,59

Таблица 2.1 – Характеристика стволов различного стрелкового оружия во времена второй мировой войны немецкого и польского производства.

	Предел пропорциональности	σ МПа, предел прочности	$\delta\%$ удлинение после разрыва	$\psi\%$, относительное сужение	α , кгм/кв.см	Диаметр отпечатка по Бринеллю, мм
7,92-мм пулемет Максима	57	61	14	5	4,1	3,7-3,9
7,92-мм станковый пулемет Браунинга	91	95	13	42	6,2	3,5-3,6
Польский ручной пулемет	87	98	13	56	0,4	3,5-3,6
Польское противотанковое ружье	89	96	11	47	5,0	3,4-3,5

1.1 Условия работы

Выстрел – явление происходящее при стрельбе из стрелкового оружия.

Выстрел это сложный процесс физических и химических явлений. Событие выстрела можно разделить на две стадии – поведение пули в канале ствола и процессы и явления происходящие при вылете пули из ствола.[4]

После запираания затвора, происходит подрыв капсюля. Капсюль возбуждает химическую реакцию самоокисления вещества(пороха). Химическая реакция внутри капсюли является реакцией быстрого горения, что предотвращает разрыв ствола. При возгорании вещества подрыва, химическая энергия переходит во внутреннюю энергию хаотического движения молекул пороховых газов. Величина этой энергии зависит непосредственно от вещества подрыва. После данного процесса, часть энергии переходит в кинетическую механическую энергию газов. Образовавшиеся при горении вещества подрыва пороховые газы с огромной температурой оказывают огромное давление на донную часть пули, придавая ему ускорение. Это ускорение является непостоянным, по причине трения о стенки канала ствола и сопротивления воздуха. В нарезных стволах ускорение намного больше, чем в гладкоствольных. Так как снаряд движется на огромной скорости, то фактически он не принимает участие в обмене с окружающей средой и можно считать такой процесс адиабатическим. Перегрев канала ствола осуществляется из

за воздействия трения между пулей и каналом ствола. В нарезных ствола перегрев канала намного больше, по причине наличия винтовых нарезов. (см Приложение А)

После вылета пули из ствола орудия, пороховые газы начинают очень быстро истекать из дула орудия. Этим объясняется пламя при стрельбе и звуковая волна исходящая при выстреле. Кроме этого пороховые газы могут совершать определенную работу после выстрела, поэтому при стрельбе полевое орудие покрывается слоем пыли. Истекающие из канала ствола пороховые газы, согласно третьему закону Ньютона воздействуют на ствол с равной степенью энергии, что создают неконтролируемую отдачу при стрельбе. Отдача увеличивается по мере увеличения калибра орудия, по причине увеличения пороховых газов выстрела. Отдача реализует принципы реактивного движения, который усиливает механическую отдачу от вылета снаряда. (Рисунок 3)



Рисунок 3 – Выстрел из корабельного орудия. Можно рассмотреть работу пороховых газов в окружающей среде

Полное распределение энергии при выстреле варьируется в зависимости от типа орудия и метательного снаряда, но примерно картина выглядит так: (Энергия от калибра, таблица 3)

- 1) 20 - 40% уходит в кинетическую энергию снаряда
- 2) 15 - 25% уходит на нагрев снаряда и ствола

- 3) 5% уходит на механическую энергию отката орудия
- 4) остальное уходит в атмосферу

Таблица 3 – Калибр и кинетическая энергия разных калибров

Оружие	Калибр, мм	Кинетическая энергия , ДЖ
Пневматическое ружье	177	20
Малокалиберный патрон	22LR	160
Пистолетный патрон	9mm	520
Патрон AR-15	5.56x45mm	1800
Патрон АК-47	7.62x39mm	2100
Пуля Бреннеке	12	2700

1.2 Окончательный выбор материала

В данной работе, я бы хотел сосредоточиться на стали 50А.

Сталь 50А, является основой производства ствольной стали, по крайней мере в странах СНГ и ближнего зарубежья. С экономической точки зрения, хоть Сталь 50А (см.таблица 3.1) и проигрывает сталям 30ХН2МФ, 38ХСА, по механическим свойствам, но их остается вполне достаточно для производства стрелкового оружия описанных выше калибров.

Таблица 3.1 Химический состав в %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,47- 0,55	0,17- 0,37	0,5- 0,8	До 0,3	0,025	0,025	0,25	0,3	0,08

2. Термообработка, хромирование и оксидирование стволов стрелкового оружия

Все стволы стрелкового оружия изготовленные из углеродистой стали проходят термическую обработку ствола для получения повышения механических качеств ствола оружия. Термическая обработка является окончательной термической операцией в процессе изготовления стволов стрелкового оружия.

Общая термическая обработка стволов из углеродистой стали состоит из закалки и отпуска. Ее производят после сверления и чернового развертывания канала и предварительного чернового обтачивания наружной поверхности ствола. При такой последовательности операций достигают лучшей прокаливаемости металла ствола вследствие уменьшения толщины стенок и вместе с тем обеспечивают получение требуемых чертежом размеров при последующей внутренней и наружной обработке.

Стволы нагревают для закалки в двух свинцовых ваннах. В первой ванне, имеющей температуру 650 - 670 ° С, стволы предварительно подогревают с выдержкой 2 - 4 мин. Во второй ванне, имеющей температуру 830 - 850 ° С, стволы окончательно нагревают с той же выдержкой. В некоторых случаях (при стали с крупным зерном) температуру ванны снижают до 820 - 830 ° С и даже до 800 ° С.

Чтобы избежать всплывания стволов в свинцовых ваннах, для установки их применяют специальное приспособление, имеющее шамотные державки. Стволы подводятся под шамотные державки и упором удерживаются в них от всплывания. Стволы переносят из первой ванны во вторую по одному.

Нагретые для закалки стволы охлаждают в специальных аппаратах, обеспечивающих равномерное охлаждение внутренней и наружной поверхностей ствола по всей его длине, применяя в качестве охлаждающей среды машинное масло, тот способ охлаждения обеспечивает лучшее прокаливание ствола во всех его сечениях, что вместе с тем дает возможность получать однородную структуру металла, а следовательно, и примерно одинаковую твердость после отпуска по всей длине ствола. Это особенно важно для дорнования нарезов.

Общая продолжительность охлаждения стволов 10 - 15 мин., она зависит от толщины стенок, например, стволы винтовок охлаждают меньше, а стволы пулеметов типа ДП больше, и зависит также от температуры масла, которая с 30 ° С в начале работы повышается до 70 ° С к концу работы смены.

Описанный способ охлаждения стволов обеспечивает лучшее прокаливание металла по всей длине ствола, несмотря на применение умеренного охладителя - масла. Опыт показал, что применение более сильно действующего охладителя (поды) приводит к образованию трещин.

Надо отметить, что несколько лет назад применяли бураки небольшой высоты и масло не подавали внутрь бурака по дополнительному шлангу; это не

обеспечивало прокаливания ствола в дульной части. Данный дефект термической обработки оказался весьма существенным при введении дорнования нарезов.

Для отпуска стволы нагревают в свинцовых ваннах, таких же, как для закалки, до температуры, устанавливаемой при пробном отпуске 5 - 10 стволов, взятых из данной партии. Охлаждение производят на воздухе.

Пробный отпуск производят в следующем порядке; закаленные стволы проверяют по твердости, и если последняя окажется больше $H_v = 400$, то температуру отпуска принимают 600°C ; если твердость $H_v = 300 - 400$, то температуру отпуска устанавливают около 650°C , а при твердости меньше $H_v - 300$ температуру отпуска снижают до $480 - 500^\circ \text{C}$. На основании испытания пробных 5 - 10 стволов устанавливают температуру и время выдержки при нагреве для отпуска всей партии.[3]

Стволы загружают в ванну дульной частью вверх.

Указанные отклонения в режиме термической обработки и необходимость опытным путем подбирать режим отпуска обусловлены состоянием металла стволов, поступающих в термический их. Поэтому для быстрого и правильного установления нужных режимов серьезное значение имеет разбраковка стволов по номерам плавок перед термической обработкой.

При нагреве стволов в свинцовых ваннах поверхности их каналов покрываются окислами свинца и окалиной, которые следует удалять перед дальнейшей обработкой канала, чтобы устранить вредное их воздействие на развертку. Для удаления свинца канал сразу же после термообработки чистят специальным инструментом, который вводят в канал ствола.

Окалину после термообработки можно также удалять путем травления в 10 - 12%-ном растворе серной кислоты, подогретой до $80 - 90^\circ$, выдерживая 15 - 20 мин. После травления стволы промывают холодной водой в течении 1,5-2 минут.

Для контроля термической обработки у всех стволов определяют твердость и определенный процесс из партии испытывают на удар, а также исследуют микроструктуру.

2.1 Хромирование поверхности каналов стрелкового оружия

Хромирование поверхности каналов стволов стрелкового оружия применяют для повышения их живучести, главным образом для увеличения износоустойчивости против механического истирания поверхности каналов стволов оболочкой пули. Вместе с тем хромирование поверхностей каналов стволов повышает и их антикоррозионную и эррозионную стойкость.

Поверхность канала ствола хромируют или полностью, т. е. нарезную часть и патронник, как, например, в стволах ДП, или только нарезную часть и пультный

вход, как в стволах ПТР. В последнем случае, чтобы хром не откладывался на поверхности патронника, его изолируют.

Хромирование состоит в электролитическом осаждении слоя хрома на поверхности канала ствола. Толщина откладываемого слоя хрома при этом может быть различной; в зависимости от этого в производственной практике различают два вида хромирования: «тонкое» хромирование со слоем хрома в 0,035—0.1 до 0.2 мм по диаметру и «толстое» хромирование — слой хрома больше 0.2 мм по диаметру. При «толстом» хромировании эффект повышения живучести стволов является наибольшим, особенно если при этом после хромирования стволы прогревают в электропечах в атмосфере азота или в сыпучих телах (например, в песке). Так, для стволов ДП было достигнуто увеличение их живучести примерно в два раза (до 30000 выстрелов) при слое хрома 0.3 мм и прогреве в атмосфере азота в течение 4 часов при 500 градусах Цельсия.

В зависимости от назначаемой толщины слоя хрома увеличиваются размеры по сечению канала ствола под хромирование для окончательной его механической обработки.

Для правильного хромирования и получения наиболее качественной поверхности канала все стволы подвергают ряду подготовительных операций.

2.2 Подготовка стволов к хромированию

Подготовка стволов к хромированию складывается из следующих операций: чистовая обработка поверхности канала, разбраковка стволов по группам в зависимости от размеров каналов, обезжиривание стволов, их травление и промывка.

Чистовая обработка поверхности канала ствола перед хромированием обычно заключается в полировании поверхности (свинцевании) по нарезам и полям. В отдельных случаях применяют «уплотнение» полей протягиванием через канал гладкого пуансона. Эта операция имеет целью получить чистую поверхность канала и сделать ее настолько гладкой, чтобы хром отлагался равномерно во всех точках.

Поэтому нахождение на канале царапин, рисков, шероховатости даже незначительных размеров приводит вследствие неравномерного отложения хрома к увеличению рельефности их, и канал ствола при осмотре его на свет кажется серым, но не блестящим, каким он должен быть. Серость поверхности канала ствола из-за шероховатой поверхности недопустима, так как выступающие гребешки при движении пули по каналу несма быстро снашиваются и поверхность основного металла и канале обнажается, что понижает живучесть и антикоррозийную стойкость ствола.

Стволы разбраковывают на группы в зависимости от действительных размеров по сечению нарезной части канала. Путем разбраковки устанавливают

продолжительность хромирования стволов каждой группы, чтобы получить необходимую толщину откладываемого слоя хрома, при которой каждый ствол получит требуемые размеры.

Химическое действие электрического тока прямо пропорционально количеству электричества, протекающего через данный электролит, т. е. силе тока, умноженной на время.

В процессе хромирования продолжительность его уточняют и зависимости от условий работы (плотность тока, выход по току).

Обезжиривание, травление и промывку стволов применяют для удаления жира, цветов побежалости, ржавчины, окалины и грязи с поверхности канала ствола, чтобы обеспечить нормальное отложение хрома и лучшее сцепление его частиц с основным металлом.

Стволы обычно обезжиривают в щелочных ваннах, содержащих 8 - 10%-ный раствор каустической соды, при температуре 80 - 100 ° С. Для этого стволы собирают в рамках по несколько штук и загружают в ванну на 20 мин.

Так как жиры на стволах могут быть различного происхождения (животные, растительные и минеральные), то одного кипячения в щелочных ваннах недостаточно, для полного удаления всех видов жиронных отложений а щелочных ваннах растворяются и удаляются омыляемые жиры. т. е. животного и растительного происхождения, жиры же неомыляемые (минерального происхождения) могут быть растворены в керосине, бензине, эфире или же электролитическим путем.

Для удаления жиров минерального происхождения электролитическим способом, стволы, собранные в рамках, загружают в ванну, содержащую 8 – 15% - ный раствор едкого натра, с температурой 60—90 ° С и через ванну пропускают электрический ток. При прохождении тока через щелочной раствор на поверхностях ствола и его канала происходит сильное выделение водорода и повышение концентрации щелочи по сравнению с концентрацией ее в электролите, это способствует ускорению процесса обезжиривания.

Обработку загруженных и ванну стволом производят вначале на катоде в течение 1 - 0,5 мин., а затем на аноде в течение 1 - 2 мин. Напряжение тока на борту ванны 4-6 В.

Дополнительной операцией для наиболее полного удаления жира является протирание поверхности канала ствола кашицей гашеной извести при помощи обернутого марлей шомпола.

Травлением удаляют со стволов ржавчину и окалину; для этого пользуются ванной с раствором соляной кислоты 1:2. Так как соляная кислота растворяет железо, что обнаруживается по интенсивному выделению водорода, то для уменьшения ее растворяющего действия в ванну добавляют кровяную сыворотку КС в качестве регулятора. Последняя представляет собой порошок красно-бурого цвета, приготовляемый из отходов боев.[2]

Стволы выдерживают в травильной ванне различно: от 3 - 5 мин. до 20 мин.

Переноса стволы из щелочной ванны в кислотную и наоборот, их промывают в ваннах с водой и в проточной воде. Вода может быть холодной и горячей, но лучше употреблять горячую, так как она лучше удаляет кислотные и щелочные остатки.

При травлении и обезжиривании качество поверхности канала значительно зависит от тщательности промывки. Промывка в горячей воде после обезжиривания лучше удаляет пленки оставшихся непромыленных масел и мыла. Особо тщательная промывка необходима после травления, чтобы не загрязнить хромировочную ванну. В данном случае наиболее рациональной оказывается промывка струей воды.

2.3 Электролитическое хромирование стволов

После предварительных операций стволы подвергают хромированию. В качестве диодов применяют стальную калиброванную проволоку 2,5 мм для стволов 7,62 мм и 4 мм для стволов 14.5 мм. Чтобы увеличить электропроводность стального стержня, аноды покрывают медью электролитическим путем. Для исключения действия электролита на железо вначале электролиз производят в ваннах с раствором соли цианистой кислоты, этот электролит не действует на железо, чтобы получить тонкий слой (0,01 - 0,02 мм) меди на аноде, а затем, поскольку процесс электролиза в данном электролите протекает крайне медленно, дальнейший слой меди откладывают в кислотных электролитах с раствором соли, так как действие серной кислоты на железо уже исключено, а отложение меди протекает при этом значительно интенсивнее. Толщина слоя меди различная, например, для анодов стволов 14.5-мм калибра отлагают слой меди 0.2 - 0.4 мм.

При омеднении анода особое внимание обращают на равномерное отложение меди по длине стержня. Так как медь повышает электропроводность анода, то в тех местах, где слой меди будет толще, будет протекать большее количество электричества и толщина слоя хрома, отложенного на поверхности канала на этом участке анода, будет больше; в результате размеры канала ствола в сечениях на различных участках получатся неодинаковые.

Ввиду того что электролит для хромирования содержит серную кислоту, для предохранения анодов от разъедания, их дополнительно покрывают слоем свинца, так как одна медь не обеспечивает долговременности службы анода. Вместе с тем при проникновении серной кислоты к стальному стержню в электролите для хромирования весьма быстро накапливается железо, что нежелательно, так как эти примеси понижают качество хромирования. Свинец на аноде откладывают электролитическим путем, причем в качестве электролита употребляют раствор соли борфтористоводородной кислоты.

При каждой новой заправки анода его выдерживают в воде 20 мин., затем снова промывают, протирают и зачищают наждачной бумагой для удаления образовавшегося на поверхности анода, налета.

2.4 Основные дефекты каналов стволов после хромирования

Наросты хрома. Причинами наростов являются неправильное положение анода в канале ствола, местная неровность анода при плохом его натяжении и недоброкачественность самих анодов, заключающаяся в неравномерном покрытии их слоем меди.

«Кольца» хрома. Этот дефект довольно распространен. Одной из причин его является использование недоброкачественных анодов. При применении анодов, на которых в отдельных местах под действием серной кислоты исчезла свинцовая рубашка, происходит разъедание меди; вследствие этого в таких местах на стволе откладывается меньше хрома, что обнаруживается в виде теневого «кольца». Другой причиной может являться наличие на аноде нерастворенного участка хрома, который откладывается на аноде при пропускании через электролит тока обратного направления. Если оголение анода или покрытие его хромом произойдет не по окружности, то соответственно на поверхности канала ствола будет получаться неполное «кольцо». Такой дефект в производстве называют «порезом хрома».

Вместе с тем, образованию этих дефектов способствует также неравномерная температура ванны. Так как подвижность ионов зависит от температуры электролита, то в тех местах, где протекает меньше электричества, температура ниже; это приводит к меньшему отложению хрома на данном участке.

Неравномерное покрытие анода медью может вызывать также дефект, называемый в производстве непрохромовкой.

Серость поверхности канала ствола. Одной из причин серости поверхности канала ствола, так же как и другого более грубого дефекта — «волнистости» - является недостаточная механическая обработка до хромирования. Второй причиной данного явления является оттенок самого хрома, объясняемый оптическим эффектом, который дают кристаллы хрома.

Черные точки (полосы) на поверхности канала ствола. Природа этого дефекта еще не изучена; экспериментальные работы показали, что данный дефект не влияет на живучесть стволов. Появление черных точек обусловлено явлением поляризации во время электролиза. Чтобы избежать точек, следует периодически проверять концентрацию ионов в электролите.

Выкрашивание и шелушение хрома. В тех местах, где поверхность канала ствола была недостаточно обезжирена, хром плохо осаждается и слабо срастается с основным металлом. Поэтому после протирания или обработки поверхности канала ствола наждачным полотном хром в углах полей скалывается.

Шелушение хрома происходит в местах, с которых не была полностью удалена окалина, где сцепление хрома недостаточно прочно.

Несоответствие размеров канала ствола калибрам. Этот дефект зависит от неправильно установленной продолжительности хромирования стволов.

Перечисленные выше дефекты могут быть исправлены путем повторного хромирования стволов или, при неудовлетворении непроходным калибрам, путем дохромирования.

2.5 Химическая окраска наружной поверхности стволов

Химическая окраска наружной поверхности стволов имеет целью предохранить их от корродирования и придать им черный или близкий к нему декоративный и менее демаскирующий цвет.

Для окраски на наружной поверхности ствола образуют окисленную пленку, воздействуя на металл специальным кислотным или щелочным раствором. В настоящее время наиболее широко распространенным является щелочной способ образования окисной пленки, получаемой в результате вываривания стволов в кипящем водном щелочном растворе с неорганическими окислителями.

Оксидирование в щелочном растворе дает лучшие результаты при других равных условиях. Получаемая при данном способе окислении пленка, оказывается более стойкой к коррозионным воздействиям внешней среды вследствие меньшей пористости. Опыты же показывают, что корродирование деталей, покрытых оксидной пленкой, начинается в пористых местах и отсюда прогрессивно разрастается.

Оксидировочный состав готовят следующим образом. В тщательно очищенный от грязи и хорошо промытый бак наливают воду, затем пускают в ход механическую мешалку и вводят порциями в 2, 3 кг каустическую соду, предварительно разбитую ломиком на мелкие куски (40 - 50 мм в поперечнике). Соду вводят в ванну в сетчатой корзинке, подвешивая ее, причем каждую по постоянному перемешиванию, засыпают заранее приготовленную смесь остальных компонентов. Температуру ванны поддерживают до растворения всех реактивов, после чего состав оставляют в покое на 2 - 4 часа и затем производят его химический анализ.

Для оксидирования стволы собирают в специальные рамки и загружают в щелочную ванну при бурном кипении раствора (температура 135 - 145 ° C).

Качество оксидных покрытий зависит от режима оксидирования. т. е. от температуры ванны, времени выдержки стволов в ванне и от предварительной подготовки стволов к оксидированию.

Температуру ванны и продолжительность оксидирования устанавливают в зависимости от сорта стали, состояния и принятого состава. Установлено, что

малоуглеродистые, хромоникелевые и другие специальные стали, а также закаленные стали лучше красятся при температуре ванны 140° С и выше, а углеродистые стали, содержащие 0,9% С, лучше красятся при пониженных температурах.

Чем больше выдержка, тем выше качество оксидной пленки. Она становится менее пористой, более плотной и толстой.

Нормально продолжительность оксидирования в производстве составляет 60—90 мин. Стремясь повысить производительность, продолжительность оксидирования в военное время уменьшили до 45 мин.

Температуру ванны измеряют обычным техническим термометром. При высокой температуре добавляют воды, а при низкой - крепкий оксидный состав или каустик. (Вес указан в табл 4)

Таблица 4 - Виды оксидирующих покрытий

Компонент	Вес, г
Каустическая сода	650-700
Калиевая селитра	150-200
Дубильный экстракт	6
Вода	1000
Перекись марганца	10
Бура	2
Нитрид натрия	40

По времени оксидирования стволы периодически промывают в воде для удаления различных налетов и осадков, препятствующих образованию равномерного покрытия. Таких промывок должно быть несколько и во всяком случае одна промывка является обязательной.

Подготовка стволов к оксидированию состоит, так же как и при хромировании, из обезжиривания и травления.

3 Операционная карта технологического процесса

Технологический процесс является важной составляющей любого производства. Именно технологический процесс диктует последовательность проведения производственной термической обработки как это и описано далее.(см приложение Б)

Таблица 6 – Карта технологического процесса

№ операции	Наименование и содержание операции	Оборудование	Среда	T,°C
1	2	3	4	5
1	Транспортирование Транспортирование детали на рабочее место	Полиуретановый транспортер, конвейер		
2	Закалка предварительная	Ванна ЗВ 9.7.7-В.	Свинец	610-650
3	Закалка	Ванна ЗВ 9.7.7-В	Свинец	850-900
4	Равномерное охлаждение	Бак	Масло	
5	Промывка	Дробеструйный аппарат DSG-100	Раствор сульфатно-спиртовый	
6	Отпуск 1. Загрузить корзину с деталями в печь 2. Нагреть и выдержать детали в печи. 3. Выгрузить детали из печи и охладить	Ванна ЗВ 9.7.7-В	Свинец	550-650
7	Охлаждение		Воздух	
8	Подготовка электролитическому хромированию	Бак	Серная кислота	

Продолжение таблицы 6

№ опера	Наименование и содержание операции	Оборудование	Среда	T, °C
9	Электролитическое хромирование	ГУ-6-10л.	Раствор соли цианистой кислоты	500
10	Промывка	Дробеструйный аппарат DSG-100	Вода	
11	Оксидирование	Ванна ЗВ 9.7.7-В	Раствор каустической соды с водой	140-150
12	Зачистка Зачистить для твердости на глубину 0,1 мм не более 5% от партии	Деталь ручная ЭП 10/20 ИП 10/20		
13	Приемочный контроль	твердомер		
14	Транспортирование на склад	Полиуретановый транспортер, конвейер		

3.1 Определение расчетных норм времени термической обработки

Время термической обработки необходимо для точного расчета необходимого оборудования, количества рабочих и грузоемкости продукции. От точности времени зависят технические и механические показатели цеха и быстрота производительности. (см. приложение В)

Формула при закалке изделий из простой углеродистой стали

$$T_H = kW = K \frac{(D - d) * l}{4l + 2(D - d)} \quad (1)$$

$$T_H = \frac{(16.2 - 9) * 93.4}{4 * 93.4 + 2(1.2 - 9)} * 1.2 = 2.3 \text{ мин}$$

;

где W - геометрический показатель тела, см;

D - внешний диаметр изделия, мм;

d - внутренний диаметр изделия, мм;

l - полная длина тела, мм;

$T_B = 0,5 * 2,3 = 1,15$ - время закалки детали

$T_B = 3 + 0,2 * 13 = 5,6$ мин - время отпуска детали

Критерий Bi , для того чтобы определить тело к тонким или массивным объектам.

$$Bi = \frac{S\lambda}{\alpha} \quad (2)$$

$$Bi = \frac{7,2 * 11,63}{48} = 1,74$$

где λ - коэффициент теплопроводности = 11,63 Вт/м*град;

α - коэффициент теплоотдачи = 48 Вт/м²*град;

S - геометрический размер;

$Bi > 0,25$, то изделие относится к массивным телам.

$$T_B = \frac{Gcm}{\alpha F} \lg 2,3 \left(\frac{T_{cp} - T_{mn}}{T_{cp} - T_{mk}} \right) \quad (3)$$

$$T_B = \frac{1,47 * 0,1 * 561 * 2,3}{11,63 * 93,5 * 0,001 * 16,2 * 0,001 * 3,14} = 0,3 \text{ часа} = 18 \text{ мин.}$$

где G - масса изделия, кг;

C - удельная теплоемкость, Дж*кг/С

α - коэфф. теплоотдачи 48 Вт/м²*град;

T - температура печи, С;

T_{mk} - температура закалки, С;

T_{mn} - температура комнаты, С;

M - поправочный коэффициент;

$$M_{ц} = 1 + 1/4 Bi_{ц} \quad (4)$$

$$M_{ц} = 1 + 0,25 * 1,88 = 1,47;$$

$$Bi_{ц} = \frac{A_{ц} * \alpha}{\lambda} * S_{ц} \quad (5)$$

$$Bi_{ц} = 2 * 11,63 * 3,87 / 48 = 47;$$

$$A_{ц} = \frac{P}{\sqrt{4\Pi * F_{сеч}}} \quad (6)$$

$$A_{ц} = 50,8 / 25 = 2;$$

Где P – длина периметра поперечного сечения, см;

$F_{сеч}$ – площадь поперечного сечения, кв.см;

$$S_{ц} = \sqrt{\frac{F_{сеч}}{\pi}} \quad (7)$$

$$S_{ц} = 3,87;$$

3.2 Оборудование для проведения термической обработки

Термическая обработка стволов стрелкового оружия состоит из закалки и отпуска с последующим хромированием и оксидированием.

Закалка

Проведение образцов не в воздушной печи а в свинцовой ванне в вакууме или в атмосфере нейтрального газа, дает преимущество по причине высокой теплопроводности свинца. За счет высокой теплопроводности свинца достигается более равномерное распределение температуры вокруг образца, чем при нагреве в обычной, воздушной печи. Из-за этого в свинцовые ванны загружают по несколько заготовок.

По причине того, что удовлетворяющая нас температура не превысит 1000 °С, предлагаю взять закалочную ванну ЗВ 9.7.7-В.[5]

Характеристика закалочной ванны ЗВ 9.7.7-В

Закалочная ванна ЗВ 9.7.7-В (рисунок 5) представляет собой герметично сваренный из листовой и профильной стали прямоугольный бак. Рабочая зона ванны изготавливается в двух вариантах из углеродистой или нержавеющей стали.

Внутри бака установлен узел подогрева закалочной жидкости и лопастная мешалка. Узел подогрева содержит шесть трубчатых электронагревателей типа ТЭН. Ванна оборудована системой перемешивания закалочной жидкости – лопастной мешалкой, оснащенной частотно — регулирующим приводом. Мешалка обеспечивает эффективное перемешивание и циркуляцию жидкости, а также равномерное сбивание паровой рубашки с изделий для получения стабильной твердости.

Слева от ванны на общей раме смонтирован блок охлаждения закалочной жидкости, состоящий из циркуляционного насоса, пластинчатого водо-водяного теплообменника, запорных шаровых кранов, фильтра и манометра. Система охлаждения закалочной жидкости включается автоматически при достижении температуры, заданной на регуляторе Термодат 10К6 или, при необходимости, принудительно кнопкой на шкафу управления. В качестве датчика температуры используется термпреобразователь сопротивления, установленный в верхней части закалочной ванны. Охлаждение закалочной жидкости в пластинчатом теплообменнике осуществляется проточной сетевой водой. В процессе термообработки изделий рабочий проем закалочной ванны закрывается крышкой.

Включение (выключение) закалочной ванны, систем перемешивания и охлаждения воды, контроль и регулирование температуры воды в объеме обрабатываемых изделий осуществляется оператором с отдельно стоящего шкафа управления. [1]

Закалочные ванны поставляются в собранном виде с необходимым силовым и регулирующим оборудованием, смонтированным в шкафу управления. [6]



Рисунок 5 - Закалочная ванна ЗВ 9.7.7-В

Таблица 5 – Характеристика закалочной ванны ЗВ 9.7.7-В

Модель	Напряжение	Объем	Температура	Рабочая Камера, мм	Вес, кг	Материал
ЗВ 9.7.7-В	380В	440Л	1100 ° С	900х700х700	300	Углеродистая сталь

Отпуск

Отпуск проводят в тех же самых ваннах, что были использованы при закалке.

Электролитическое хромирование

Электрохимическое хромирование проводится в гальванической ванне. На данный момент существует множество видов гальванических ванн, их делают из полипропилена, металла. Для хромирования стволов можно использовать Гальваническую установку настольного типа ГУ-6-10л.

Гальваническая установка 3.7 ГУ-6-10л

Гальваническая установка с рабочим столом ГУ 6-10л/РС (рисунок 6) - применяется для серебрения, золочения, хромирования, никелирования, омеднения. Ванны оборудования универсальны и могут легко выполнять другого вида покрытие. Установка имеет большее количество ванн 10л– 6шт 4л-6шт. Возможность производить несколько видов покрытия. Электрические приборы, встроены в компактный корпус. Корпус электроприборов, емкости, сливные краны, краны подачи воздуха, вентиляция – все изготовлено из стойкого полипропилена. Каркас установки металлический покрыт химически стойкой краской, регулируемый.



Рисунок 6 - ГУ 6-10л/РС

Характеристики:

Рабочее пространство главной ванны 250х200х250мм.

Рабочее пространство дополнительных ванн по 4л. 150х150х150мм.

Гальванический блок 15В/12А.

Наличие стабилизатора напряжения.

Катодные и анодные штанги (никелированная латунь).

Автоматическое перемешивание, магнитная мешалка.

Нагревательный элемент 200Вт (кварцевое стекло).

Терморегуляторы и датчики контроля.

Оксидирование

Мы выбираем путь химического оксидирования щелочью. Химическое оксидирование проводится в гальванических ваннах. Фактически, оксидирование можно проводить в ваннах для хромирования. Но с экономической точки зрения это не выгодно, да и не удобно. По этой причине следует купить дополнительные ванны для оксидирования. Выглядят они точно так же, как и ванны для хромирования.

Дополнительное оборудование для проведения термической обработки

Дополнительное оборудование включает в себя различного рода дробеструйные аппараты, для промывки деталей от окалины,

автоматических конвейеров, предназначенных для перемещения деталей по процессу термообработки, станков для быстрого анализа качества заготовок, приспособлений для правильного складирования, погрузки и выгрузки материала.

Дробеструйный аппарат DSG-100

Емкость бака для абразивного материала составляет 100 литров. Установка применяется для очистки металлических или бетонных поверхностей от ржавчины, окалины, накали и остатков краски. DSG-100 легко удалит глубокие загрязнения и обезжирит поверхность для дальнейшего нанесения защитных покрытий. При использовании абразива сферической формы (стальная или керамическая дробь) подходит для упрочнения металла. (Рисунок 6)



Рисунок 6 - Дробеструйный аппарат DSG-100

Дробеструйный аппарат DSG-100 обладает производительностью порядка 20 квадратных метров в час, при давлении в 0,5-0,7 МПа, при этом обладая относительно небольшой массой в 99кг. Габариты в миллиметрах 670x650x1210.

Транспортировка деталей в цеху

Транспортировка это одна из главных проблем проведения термообработки, транспортировка должна быть безопасной, быстрой, легкой в обращении, а также удобной и гибкой. Полиуретановый транспортер, конвейер, предоставляет быстрое и легкое в обращении перемещение по всему цеху.(Рисунок 7)

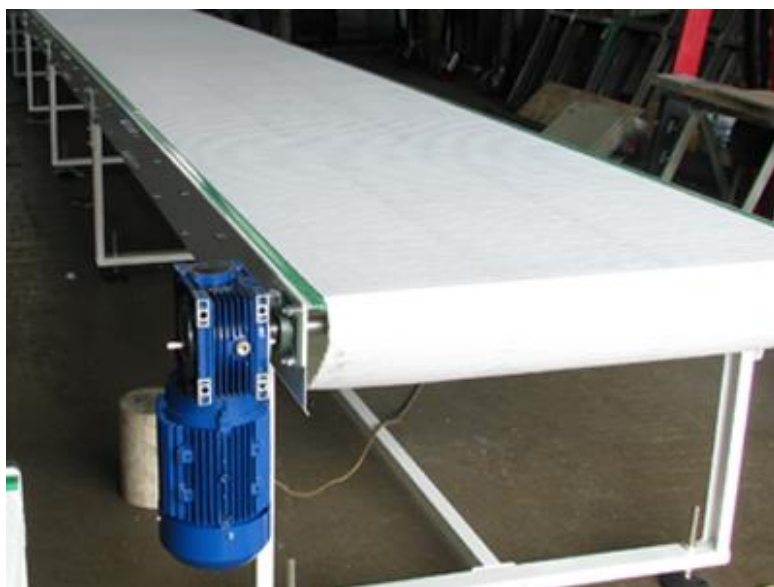


Рисунок 7 – Конвейер ленточный

Погрузка и выгрузка деталей

Для погрузки и выгрузки деталей нужен компактный кран, с которым очень просто обращаться, и который поместится в наш цех и не будет мешать работе.

Кран мостовой однобалочный опорный

Кран мостовой электрический опорный (рисунок 8) – достаточно действенный подвид однобалочных кранов, именно поэтому он пользуется большим спросом у потребителя. Кран может выполнять работы по погрузке и разгрузке, а также ремонтные работы различного спектра в почти любых помещениях. Однако чаще всего однобалочный кран выбирается для работы в небольшом цеху. Где, кстати говоря, происходит непосредственный монтаж и установка крана.

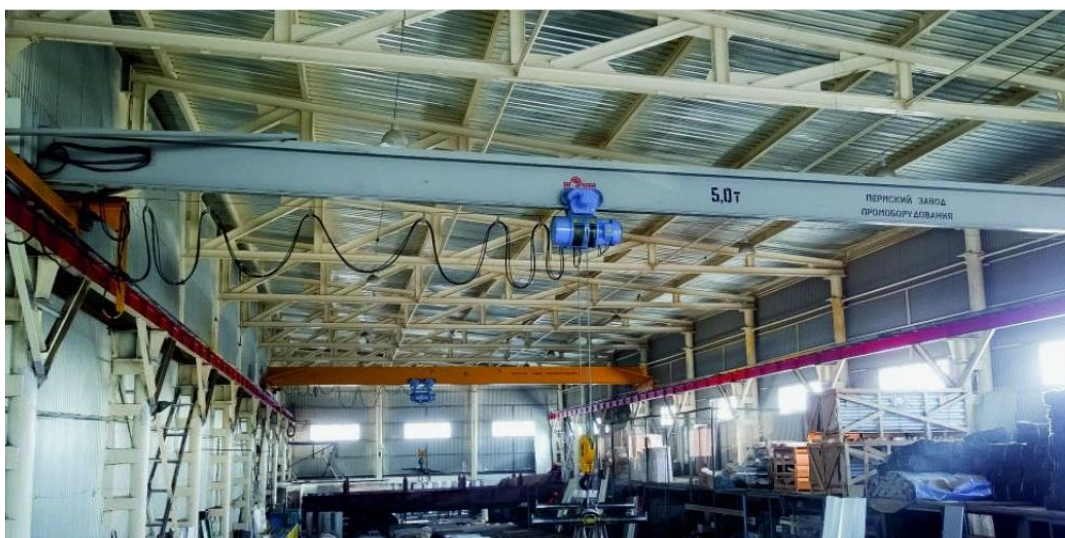


Рисунок 8 - Кран мостовой однобалочный

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В моем дипломной проекте был изучен ствол стрелкового оружия, изучено его назначение при выстреле, условия работы, его части, выделены его требования.

При выборе материала были выбраны 3 вида сплавов, сталь 50А, сталь 38ХСА, 30ХНМ2МФ. Были подробно изучены и выделены основные технологические, эксплуатационные и стоимостные характеристики. Также было произведено объективное сравнение этих сплавов.

Исходя из вышеперечисленных характеристик, была выбрана Сталь 50А.

Для необходимых свойств при функционировании ствола, был разработан технологический процесс производства, также были проведены расчеты для определения температурных и временных параметров термообработки. Основными видами термической обработки были выбраны закалка, отпуск, электролитическое хромирование и оксидирование. По причине того, что деталь очень мала, то время закалки и отпуска были очень маленькими, что подтвердилось как литературой, так и моими собственными расчетами.

Для проведения правильной термической обработки было предложено основное и вспомогательное оборудование. Для проведения закалки была предложена ванна ЗВ 9.7.7-В. Также была разработана планировка заготовительно – термического участка.

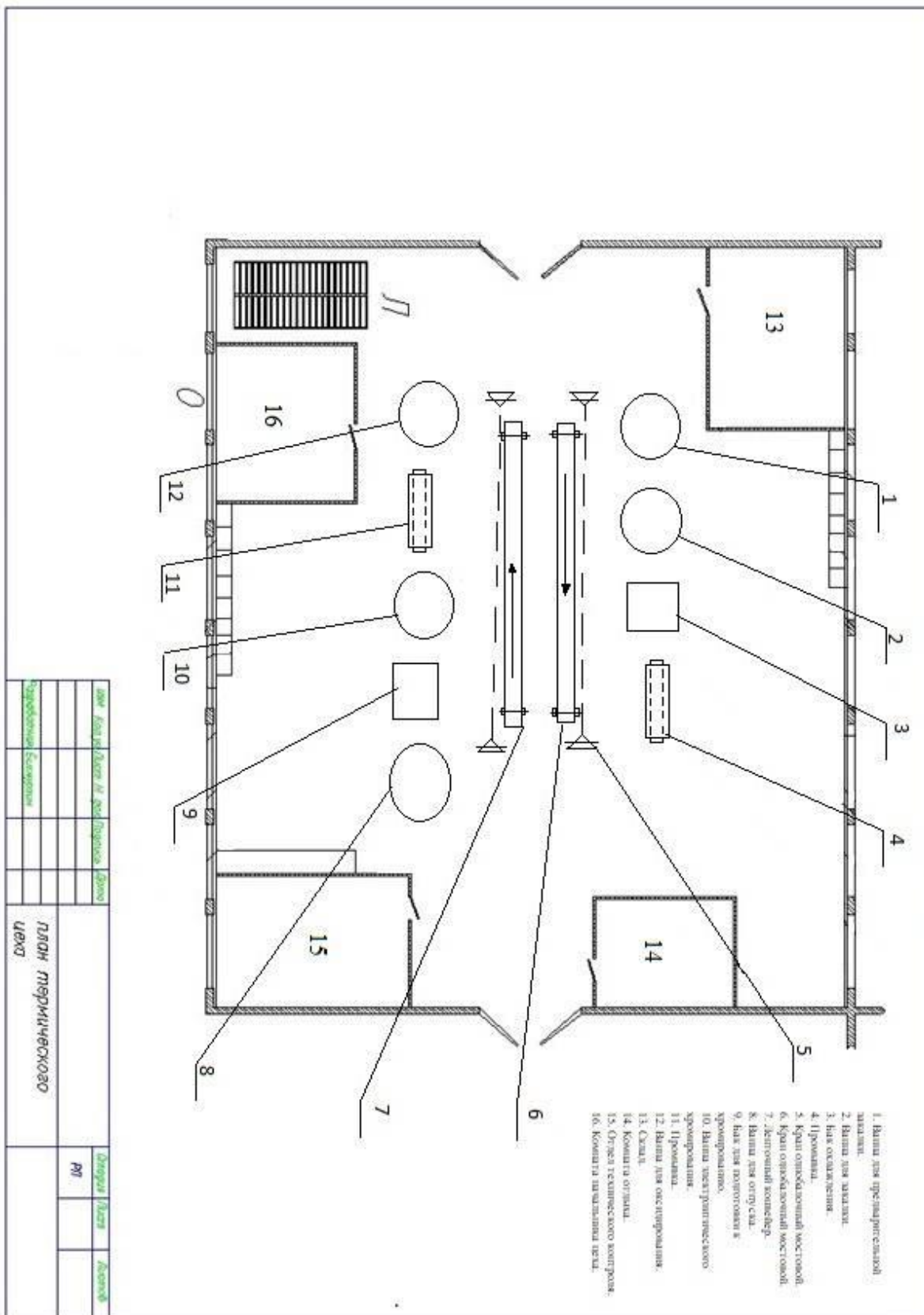
В дипломном проекте были использованы теоретические знания, полученные при прослушивании четырехгодичного курса учебных дисциплин и курсов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

- 1 Рустем С.А. Оборудование и проектирование термических цехов. – М.: МашГИЗ, 1962. – 52-71 с.
- 2 Шмыков А.А. Справочник термиста. – М.: Машгиз, 1961. – 258 с.
- 3 Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. – М.: Металлургия, 1978. - 88 с.
- 4 Гуляев Л.К. Металловедение. – М.: Металлургия, 1985. – 15 с.
- 5 Арефьев М.Г., Карпов Л.И. Производство стволов стрелкового оружия. – М.: НКАП Оборонгиз, 1945. – 99 с.
- 6 Зуев В.М. Термическая обработка сплавов. – М.: Машиностроение, 1976. 150 с.
- 7 Петраш Л.В. Закалочные среды. – М.: Машгиз, 1959. - 176 с.

Приложение А

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Спроб. №	Перв. примен.																														
Режимы термобработки: 1. Закалка при температуре 850°С в масле на 1 час 2. Отпуск при температуре 600°С на 2 часа 3. Третье и последующие закалки и отпуска 30, 35 и т.д. Technical drawing of a mechanical part, likely a shaft or pin, showing various views (A-A, B-B, B-B) and dimensions. The drawing includes a 3D model of the part. <table border="1"><thead><tr><th>Имя/Фамилия</th><th>№ документа</th><th>Дата</th><th>Лист</th><th>Материал</th><th>Масштаб</th></tr></thead><tbody><tr><td>Результат</td><td></td><td></td><td></td><td>5/15</td><td>1:1</td></tr><tr><td>Точность</td><td></td><td></td><td></td><td>Автомат</td><td>1</td></tr><tr><td>Исполнитель</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Инд.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table> Копировать Формат А3							Имя/Фамилия	№ документа	Дата	Лист	Материал	Масштаб	Результат				5/15	1:1	Точность				Автомат	1	Исполнитель						Инд.					
Имя/Фамилия	№ документа	Дата	Лист	Материал	Масштаб																															
Результат				5/15	1:1																															
Точность				Автомат	1																															
Исполнитель																																				
Инд.																																				



Приложение В

