

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу
Војна академија Универзитета одбране у Београду



Милош С. Јеремић

**АНАЛИЗА ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА ОЖЉЕБЉЕЊА
КОВАЊЕМ УНУТРАШЊЕ ТРАСЕ ЦЕВИ ОРУЖЈА ЗА
МЕТАК 7,62x39 mm**

Дипломски рад

Крагујевац, 2016.

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Војна академија Универзитета одбране у Београду



Назив студијског програма: Војноиндустријско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Наоружање

Предмет: Технологија производње наоружања

Кандидат: Милош Јерemiћ

Број индекса 509/2010

Милош С. Јерemiћ

**АНАЛИЗА ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА ОЖЉЕБЉЕЊА
КОВАЊЕМ УНУТРАШЊЕ ТРАСЕ ЦЕВИ ОРУЖЈА ЗА
МЕТАК 7,62x39 mm**

Дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. в.проф. др Маринко Петровић, дипл. инж. –ментор

2. проф.

Датум одбране:_____

3. проф.

Оцена:_____

У оквиру овог дипломског рада кандидат треба да обради следеће:

1. Анализа ожљебљења, врсте, профили ожљебљења и примењени материјали
2. Анализа поступака ожљебљења према примењеним технологијама код цеви оружја/оруђа, са посебним освртом на технолошки процес ожљебљења ковањем
3. Анализа захтева за унутрашњу трасу цеви за метак 7,62x39 мм
4. Анализа захтева за унутрашњу трасу припремка цеви оружја за метак 7,62x39 мм пре ожљебљења
5. Анализа карактеристика и параметара технолошког поступка ожљебљења ковањем
 - Процес ожљебљења ковањем
 - Алати и машине у процесу ковања
 - Тачност и квалитет површина добијених ковањем
6. Приказ технолошког поступка
7. Закључак
8. Литература

Препоручена литература

:

- [1] М. Петровић, *Технологија производње наоружања*, Предавања, 2015.-2016.
- [2] И. Стевановић: *Анализа и пројектовање технолошког поступка ожљебљења протискивањем унутрашње трасе цеви оружја за метак 12,7x108 мм*, дипломски рад, ФИН, Крагујевац, 2015.
- [3] М. Миловановић, *Анализа и дефинисање технолошког поступка дубоког бушења унутрашње трасе цеви оружја калибра 40 мм*, дипломски рад, ФИН, Крагујевац, 2015.
- [4] М. Петровић, *Механика аутоматског оружја*, уџбеник, ВА, Београд, 2007.
- [5] В. Павелић, *Технологија производње наоружања*, ЦВТШ КоВ Загреб, 1988.
- [6] Интернет презентације

Крагујевац, 2016. год

ментор:

Ванр. проф. др Маринко Петровић, дипл.маш.инж.

САДРЖАЈ

Резиме	4
Кључне речи:	4
Summary	4
Key words	4
УВОД	5
1. АНАЛИЗА ОЖЉЕБЉЕЊА, ВРСТЕ И ПРОФИЛИ ОЖЉЕБЉЕЊА	6
1.1. Ожљебљење цеви	6
1.2. Врсте ожљебљења	8
1.3. Угао увијања и корак жљеба	9
1.4. Профил ожљебљења	10
1.5. Материјал цеви оружја/оруђа	13
2. АНАЛИЗА ПОСТУПКА ОЖЉЕБЉЕЊА ПРЕМА ПРИМЕЊЕНИМ ТЕХНОЛОГИЈАМА КОД ЦЕВИ ОРУЖЈА/ОРУЂА, СА ПОСЕБНИМ ОСВРТОМ НА ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕС ОЖЉЕБЉЕЊА КОВАЊЕМ	14
ОЖЉЕБЉЕЊЕ ЦЕВИ СЕ МОЖЕ ИЗВРШИТИ НА СЛЕДЕЋЕ НАЧИНЕ:	14
2.1. Ожљебљење резањем	14
2.2. Ожљебљење хладним ковањем	15
2.3. Ожљебљење поступком хладног ротационог истискивања	15
2.4. Поступак електрохемијског ожљебљења	16
2.5. Ожљебљење протискивањем	17
3. АНАЛИЗА ЗАХТЕВА ЗА УНУТРАШЊУ ТРАСУ ЦЕВИ КОВАЊЕМ ЗА МЕТАК 7,62Х39 ММ	19
4. АНАЛИЗА ЗАХТЕВА ЗА УНУТРАШЊУ ТРАСУ ПРИПРЕМКА ЦЕВИ ОРУЖЈА ЗА МЕТАК 7,62Х39 ММ ПРЕ ОЖЉЕБЉЕЊА	22
5. АНАЛИЗА КАРАКТЕРИСТИКА И ПАРАМЕТАРА ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА ОЖЉЕБЉЕЊА КОВАЊЕМ	25
5.1. Процес ожљебљења ковањем	25
5.2. Алати и машине у процесу ковања	29
5.3. Тачност и квалитет површина добијених ковањем	33
6. ПРИКАЗ ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА	35
7. УГРАДЊА ЦЕВИ КАЛИБРА 7,62Х39 ММ	41
8. ЗАКЉУЧАК	46
9. ЛИТЕРАТУРА	47

Резиме

У оквиру овог рада анализиран је технолошки поступак ожљебљења хладним ковањем унутршње трасе цеви за метак 7,62x39 mm. Такође су представљени остали технолошки поступци ожљебљења цеви оружја.

Извршена је анализа захтева за унутрашњу трасу цеви за метак 7,62x39 mm као и анализа захтева цеви пре технолошког поступка ожљебљења. Рад приказује мере припремке цеви кроз све операције које претходе операцији хладног ковања.

Технолошки поступак хладног ковања приказан је кроз низ фотографија.

Кључне речи:

Цев оружја, калибар 7,62x39 mm, унутрашња траса цеви, ожљебљење цеви оружја, хладно ковање цеви оружја, аутоматска оружја 7,62x39 mm.

Summary

This paper analyzes the technological process cold hammer forged barrel rifling of the bore for 7,62x39 mm ammunition. It presented also other technological procedures barrel rifling weapons.

The analysis requires bore for 7,62x39 mm ammunition as well as the analysis requires a hole before barrel rifling technological process. The paper shows the extent of preparation workpiece through all the operations which precede the cold hammer forged barrel rifling.

The technological process of cold hammer forged barrel rifling is shown through a series of photos.

Key words

The barrel, 7,62x39 mm ammunition, bore, barrel rifling weapons, cold hammer forged barrel rifling, automatic weapons 7,62x39 mm.

УВОД

Цев је најважнији део оружја. У њој се врши сагоревање барутних гасова. Енергија, чији су извор барутни гасови, примарно се користи да саопшти пројектилу транслаторно кретање одређене брзине. Правац осе цеви даје правац полетања пројектила.

Цев оружја омогућава да се пројектилу саопшти и обртно кретање око осе цеви, а ради остваривања потребне стабилности пројектила на путањи ван цеви. Овај задатак решава се ожљебљењем унутрашњег отвора цеви.

У току испалења метка ствара се веома велики притисак барутних гасова у унутрашњем отвору и на зидове цеви. Зидови цеви и ожљебљење морају да издрже без надувавања, прскања и смицања поља максималне вредности овог притиска, који код оружја достиже вредност до 5000 bar-a [4].

Проблем квалитетног ожљебљења унутрашњег отвора решава се конструкционим и технолошким решењима.

У раду се најпре приказује унутрашња траса цеви код оружја, анализа врста и профила ожљебљења унутрашње трасе цеви оружја, технолошки поступци добијања жљебова у унутрашњем отвору цеви са посебним освртом на технолошки процес ожљебљења **хладним ковањем**.

У другом делу дипломског рада врши се анализа захтева за унутрашњу трасу цеви за метак 7,62x39 mm, затим анализа захтева за унутрашњу трасу припремка цеви оружја за метак 7,62x39 mm пре ожљебљења, као и анализа карактеристика и параметара технолошког поступка ожљебљења хладним ковањем.

У последњем делу рада је на конкретном примеру цеви калибра 7,62 mm приказан технолошки поступак. Ради лакшег праћења и разумевања, технолошки поступак ожљебљења цеви хладним ковањем приказан је кроз фотографије операција.

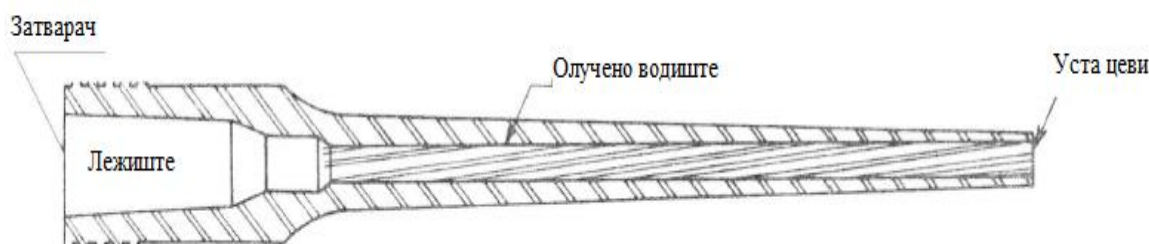
Циљ овог рада је да кроз анализу технолошког поступка ожљебљења унутрашње трасе цеви хладним ковањем, прикаже овај технолошки процес код савремених цеви оружја калибра 7,62x39 mm.

1. АНАЛИЗА ОЖЉЕБЉЕЊА, ВРСТЕ, ПРОФИЛИ ОЖЉЕБЉЕЊА И ПРИМЕЊЕНИ МАТЕРИЈАЛИ

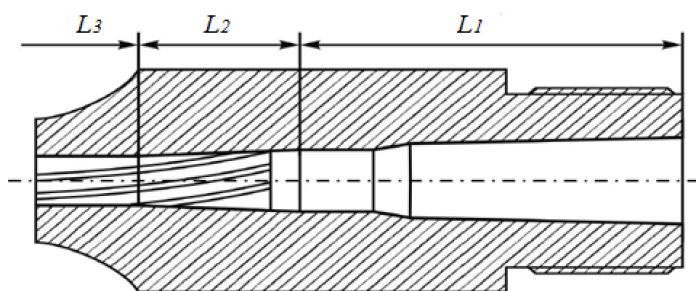
1.1. Ожљебљење цеви

Према конструкционом решењу, цев је начелно дебелозидни цилиндар чија се унутрашња шупљина назива унутрашњи отвор цеви [1].

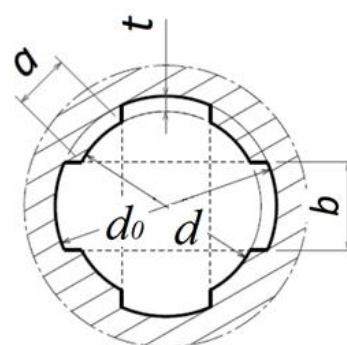
Цев представља најважнији део на оружју, јер у њој долази до сагоревања барутног пуњења и дејством барутних гасова пројектилу се задаје почетна брзина у жељеном правцу. Унутрашњи отвор цеви се може поделити на четири секције, слика 1.1.: предњи део или водиште пројектила кроз који пролази пројектил после опаљења; задњи део или лежиште метка у који се смешта метак пре опаљења; задњи отворени део или дно цеви које затвара затварач и кроз који се уводи (пуни) муниција; и предњи отворени део или уста цеви кроз који излази пројектил. После пуњења, али пре опаљења, предњи део пројектила смешта се у водиште пројектила а задњи део метка остаје у лежишту метка које је интегрално са водиштем пројектила. Водиште пројектила је ожљебљени део цеви који пројектилу даје правац и обртно кретање, које пројектилу даје стабилност при лету.



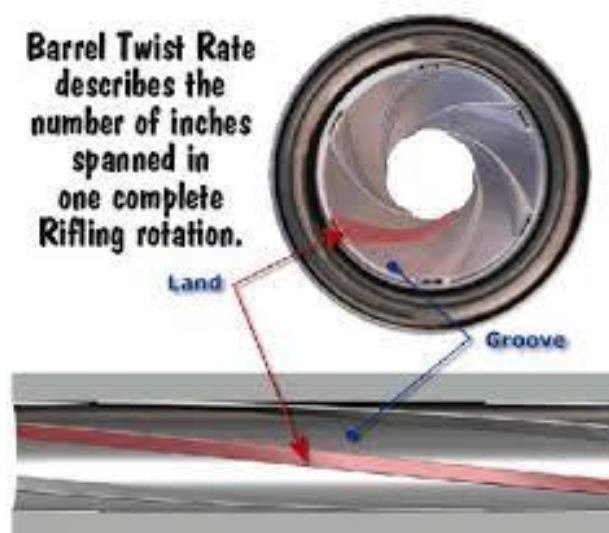
Слика 1.1 Пресек секција примењених на конвенционалној цеви оружја



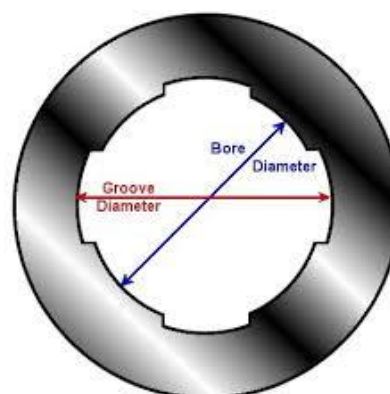
Слика 1.2. Конструкција унутрашњег отвора цеви
 L_1 - лежиште метка, L_2 - прелазни конус, L_3 -
водиште пројектила



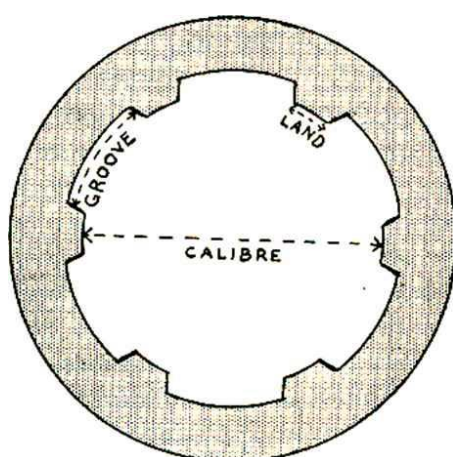
Слика 1.3. Попречни пресек водишта
пројектила (a -ширина поља, b -ширина
жљеба) [5]



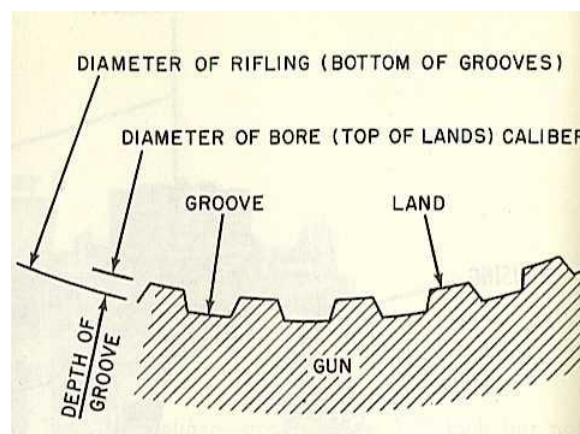
Слика 1.4. Изглед ожљебљеног водишта пројектила [16]



Слика 1.5. Попречни пресек водишта пројектила са 4 жљеба [16]



Слика 1.6. Попречни пресек водишта пројектила са 6 жљебова [16]



Слика 1.7. Попречни пресек водишта пројектила са више жљебова [16]

Водиште пројектила се формира на унутрашњој површини цеви оружја у облику уздужно ожљебљеног цилиндра на коме се налазе уздужни жљебови. Жљебови описују завојне линије по цилиндричној унутрашњости цеви. Попречни пресеци ожљебљења унутрашњости цеви приказани су на сликама 1.3. до 1.7. Испусти између жљебова називају се пољима. Пречник мерен од поља до наспрамног поља одређује калибар d , а пречник од жљеба до наспрамног жљеба назива се пречник жљеба d_0 . Ожљебљени део цеви обезбеђује пројектилу потребно транслаторно и ротационо кретање. На тај начин пројектил добија стабилност при кретању и прецизност на циљу. После опаљења почиње кретање пројектила у ожљебљеној цеви, при чему се водећи прстен (кошуљица) утискује у жљебове и попуњава их [1].

Основне карактеристике водишта пројектила су:

- Калибар d ,

- Пречник жљебова d_0 ,
- Облик поља и жљебова,
- Корак увијања жљебова h ,
- Дубина жљебова t ,
- Угао увијања жљебова α ,
- Ширина поља и жљебова a, b ,
- Број поља и жљебова n .

Дубина жљебова емпиријски се даје као 1.5 - 2 % од калибра и обично је:

$$t = (0,015 \div 0,02)d \quad (1.1)$$

при чему цеви мањег калибра имају дубину олука приближно $0,02d$, а цеви великог калибра приближно $0,015d$, [1].

Сличан је случај и код избора ширине поља и жљебова. Ширина жљебова обично је већа од ширине поља, што је везано са равномерним оптерећењем цеви и пројектила.

С једне стране, за добијање ожљебљења веће чврстоће и због лакшег чишћења цеви оружја, бира се већа ширина жљебова. Такође, урезивање поља у кошулицу пројектила је лакше (због чега је код неких оружја примењен троугласти облик поља). Са друге стране, смањењем ширине поља смањује се њихова чврстоћа. Зато се обично усваја да је ширина поља duplo мања од ширине жљебова.

Ширина жљебова се израчунава као:

$$a + b = \frac{2\pi \cdot d}{n} \quad (1.2)$$

односно усвојено је да је:

$$a \geq \frac{2\pi \cdot d}{n} \quad (1.3)$$

Број жљебова зависи од калибра оружја и најчешће се усваја да је једнак половини калибра израженог у милиметрима.

Такође, ако су познати ширина поља (a) и жљебова (b), број жљебова може се одредити из израза:

$$n = \frac{\pi \cdot d}{b + a} \quad (1.4)$$

На пример, за стрелачко оружје калибра 6,5 - 8 mm узима се 4 жљеба, ређе 3, 5 или 6, а за калибре 8 - 13 mm од 6 - 8 жљебова.

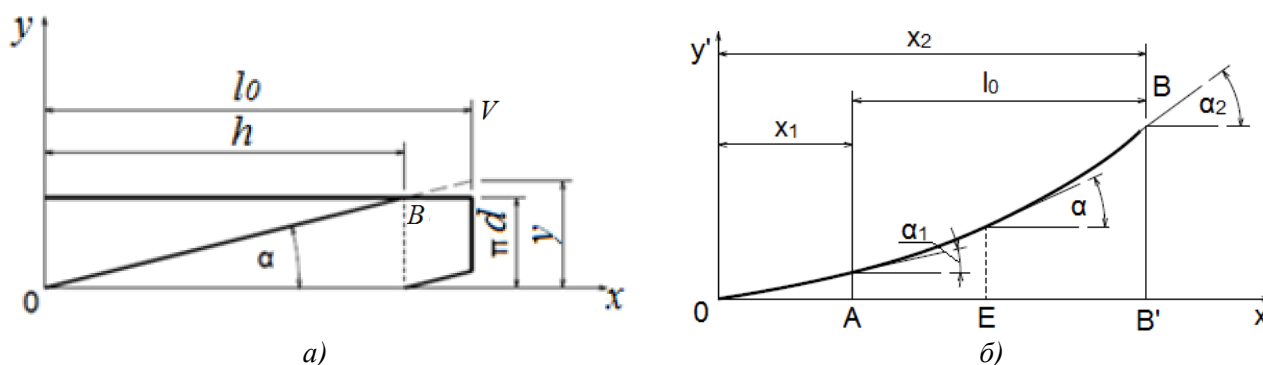
1.2. Врсте ожљебљења

Жљебови у отвору цеви представљају завојне трасе чији је положај према оси отвора цеви одређен углом α . Овај угао се зове угао нагиба или угао увијања жљебова. Ако се пројектил у цеви обрће у смеру кретања казаљке на сату (посматрано од лежишта метка), завојница се зове десна – у противном је лева. Дужина на којој жљеб остварује потпуни обрт завојне линије назива се корак увијања жљеба.

Према карактеру нагиба, жљебови могу да буду:

- са константним увијањем, када је угао на целој ожљебљеној дужини цеви константан;
- са променљивим (прогресивним) увијањем, када је угао на целој ожљебљеној дужини цеви променљив и повећава се према устима цеви;
- са мешовитим увијањем, када на једном делу отвора цеви жљебови имају прогресивно увијање, а на другом константно.

Жљебови са прогресивним углом увијања се задају са квадратном или кубном параболом, односно синусоидом [1].



Слика 1.8. Жљебови са а) константним и б) прогресивним углом увијања [1]

а) Жлеб са константним углом увијања у развијеном стању (l_0 - дужина ожљебљеног дела цеви, d - калибар цеви и OB - завојница у развијеном стању)

б) Жлеб са прогресивним углом увијања у развијеном стању ($\alpha_1 = (2^\circ - 4^\circ)$ - угао увијања на почетку жљеба и $\alpha_2 = (7^\circ - 12^\circ)$ - угао увијања на крају жљеба)

1.3. Угао увијања и корак жљеба

Са слике 1.8 се одређују корак жљеба и угао увијања по обрасцима

$$\tan \alpha = \frac{\pi \cdot d}{h} \quad (1.5)$$

$$h = \frac{\pi \cdot d}{\tan \alpha} \quad (1.6)$$

Корак жљеба се дефинише бројем калибара оружја, за што се користе следећи односи:

$$\frac{h}{d} = \eta = \frac{\pi}{\tan \alpha} \quad (1.7)$$

Жљебове са прогресивним углом увијања најчешће одређује парабола другог реда:

$$y = a \cdot x^2 \quad (1.8)$$

Коефицијент a одређује се са слике 1.8:

$$\frac{dy}{dx} = 2 \cdot a \cdot x = \tan \alpha (x) \quad (1.9)$$

за $x = x_1$

$$\tan \alpha_1 = 2 \cdot a \cdot x_1 \quad (1.10)$$

за $x = x_2$

$$\tan \alpha_2 = 2 \cdot a \cdot x_2 \quad (1.11)$$

Како је: $x_2 - x_1 = l_0$,

то је:

$$\tan \alpha_2 - \tan \alpha_1 = 2 \cdot a \cdot (x_2 - x_1) = 2 \cdot a \cdot l_0 \quad (1.12)$$

па је:

$$a = \frac{\tan \alpha_2 - \tan \alpha_1}{2 \cdot l_0} \quad (1.13)$$

1.4. Профил ожљебљења

Фигура која се образује пресецањем жљеба са равни нормалном на осу отвора цеви назива се профил жљеба. Облик жљеба у попречном пресеку може бити различит.

Најчешће се среће:

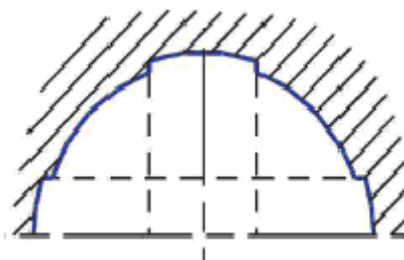
- правоугли,
- трапезни,
- кружни и
- сегментни облик.

Правоугли профил (слика 1.4) је профил жљеба код којег су бочне стране међусобно паралелне. Правоугли облик жљеба је основни профил жљеба усвојен у руској војној индустрији [4].

Предност овакве врсте жљебова је релативно једноставна и јефтина израда алата за нарезивање цеви.

Недостаци су следећи:

- Оштри углови између страна и дна жљеба недовољно се испуњавају кошуљицом зрна при урезивању,
- Тешко се уклањају струготине и продукти сагоревања барутног пуњења из оштрих углова жљеба [2].

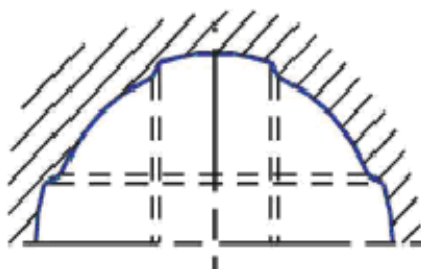


Слика 1.4. Правоугли облик

Код трапезног облика (слика 1.5) ожљебљења стране и дно жљеба заклапају туп угао.

Предности оваквог типа жљебова су:

- Боље заптивање цеви кошуљицом зрна у току урезивања и кретања зрна кроз цев, посебно код кошуљица израђених од материјала веће тврдоће,
- Боље искоришћење енергије барутних гасова,
- Бољи услови за чишћење цеви оружја.
- Недостаци су:
- Скупа израда алата за нарезивање и
- Сложенија производња цеви [2].



Слика 1.5. Трапезни облик

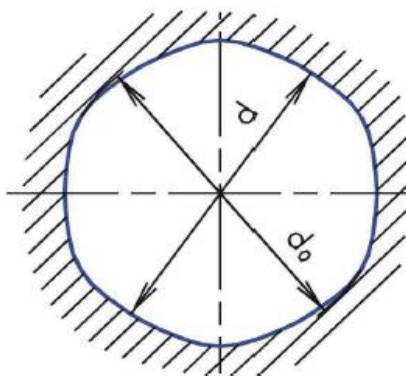
Полигонални облик (слика 1.6) ожљебљења представља заобљен полигон (најчешће са 6 или 8 углова).

Предности оваквог типа жљебова су:

- Добро заптивање цеви,
- Нема губитка гасова,
- Мања деформација метка.

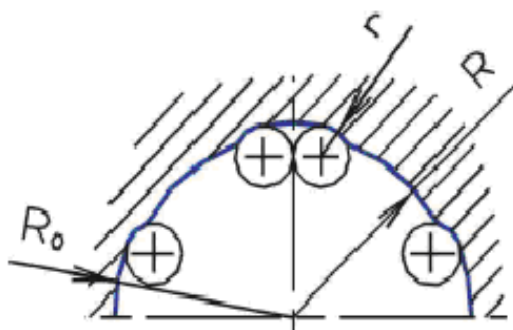
Недостаци су:

- Углавном се користе за пиштоље и оружја малог калибра [2].



Слика 1.6. Полигонални облик

Кружни облик (слика 1.7) ожљебљења има такав облик жљеба код којег су стране делови кружне површине. Код овог облика предности и недостаци су исити као и код трапезног облика жљебова [2].



Слика 1.7. Кружни облик

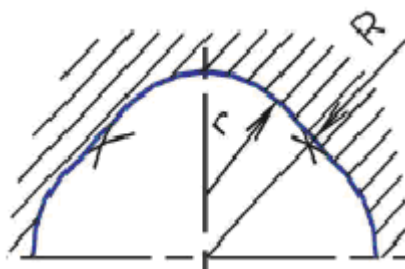
Сегментни облик (слика 1.8) је облик који настаје урезивањем кружних лукова мањег полупречника од половине калибра.

Предности овог облика ожљебљења су:

- Нема оштрих прелаза између поља и жљебова,
- Лако чишћење цеви оружја,
- Продужава се век употребе оружја јер отвор цеви има савршено глатку површину.

Недостаци су:

- Веома сложена и скупа технологија производње [2].



Слика 1.8. Сегментни облик

1.5. Материјал цеви оружја/оруђа

Пошто је цев изузетно битан део оружја/оруђа тако и материјал од кога се она производи је изузетно важан. Пошто треба да има добре механичке карактеристике како би цев издржала високу температуру и притисак, најчешће се израђује од челика.

Као материјал за припремке цеви оружја/оруђа примењује се висококвалитетни угљенични челик (челик 50А, челик 50РА) или високо легирани челици типа 30ННМФА, 30НН2МФА топљени под троском.

Челици за цеви оружја/оруђа могу се поделити на челике за:

- цеви стрелачког наоружања,
- цеви минобацача,
- цеви артиљеријских оруђа (топова, хаубица и топ хаубица),
- цеви ракетних лансера.

Ови челици се израђују према посебним техничким условима у зависности од оптерећења и услова рада при експлоатацији. Такви челици морају имати следеће физичко - механичке карактеристике:

- високу чврстоћу, добру еластичност и жилавост, како при високим притисцима барутних гасова не би дошло до пластичних деформација, прскотина и разарања,
- довољну тврдоћу и високу отпорност на ударна оптерећења и механичка трења,
- хомогену структуру без неметалних укључака по дужини и у било ком попречном пресеку полуфабриката,
- високу отпорност на хемијска дејства продуката сагоревања и утицај атмосфере,
- низак интензитет ширења прслина, односно што већи критични коефицијент интензивности напона K_{IC} [11].

2. АНАЛИЗА ПОСТУПКА ОЖЉЕБЉЕЊА ПРЕМА ПРИМЕЊЕНИМ ТЕХНОЛОГИЈАМА КОД ЦЕВИ ОРУЖЈА/ОРУЂА, СА ПОСЕБНИМ ОСВРТОМ НА ТЕХНОЛОШКИ ПРОЦЕС ОЖЉЕБЉЕЊА КОВАЊЕМ

Ожљебљење цеви се може извршити на следеће начине:

- резањем,
- хладним ковањем,
- хладним ротационим истискивањем,
- електрохемијски и
- протискивањем

2.1. Ожљебљење резањем

Ожљебљење резањем ствара спиралне жљебове у цеви тако што уклања челик користећи форму резача. У овом традиционалном облику ожљебљење резањем може се описати као један систем тачака провлачења помоћу “кукастих” резача. Резач се налази у резачкој кутији, цилиндричног је облика од ојачаног челика која је направљена тако да може да се углави у цев и која у себи садржи резачки механизам. Кутија је монтирана на дугачкој челичној цеви, кроз коју се упумпава уље за хлађење, које гура кутију кроз цев, при чему се стварају жљебови. Извлачењем из цеви кутија се ротира и тиме ствара потребне углове жљебова цеви. Пролазни рез се прави у сваком жљебу одвојено и сваки рез уклања око десет хиљадити део инча од дубине жљеба. После сваког пролазног реза цев је означена тако да следећи жлеб представља прелазни рез. Након сваког кружног циклуса резач се постепено помера тако да уклања десет хиљадити део цеви дубље. Овај процес се наставља док се не добије жељени жлеб. Потребно је око 1h да се овом методом ожљеби цев [6].



Слика 2.1 Машина за ожљебљење резањем

2.2. Ожљебљење хладним ковањем

Суштина процеса радијалног ковања састоји се у строгом симетричном истискивању припремка. При ковању се остављају незнатни додаци за механичку обраду спољне трасе цеви. Пречници отвора ожљебијених цеви, који се данас добијају ковањем, налазе се у дијапазону од 4,5 до 105 mm. Тачност мера отвора цеви, добијена ковањем, није мања од тачности постигнуте осталим поступцима обраде. Толеранције ожљебљених отвора цеви остварују се у границама $\pm 0,0004d$, где је d пречник (калибар) отвора цеви. Пречници барутних комора (лежишта метка), добијени ковањем, имају толеранције у границама од $\pm(0,0015 \text{ до } 0,0020)d$. После ковања није потребна обрада отвора цеви ради постизања вишег квалитета обраде. Квалитети обрађених површина одговарају обради полирањем и немају никаквих зареза који би могли представљати иницијације прскотина. Отвор у припремку има већи пречник од највећег пречника у отвору цеви. Мере овог отвора се одређују тако да се трн на коме се врши ковање лако помера у отвору припремка.

Припремак за хладно ковање цеви је краћи од готове цеви и после завршеног ковања, попречни пресек му се смањи на рачун издужења за 15 - 20%.

Цеви, чији је калибар до 8 mm, кују се на вертикалним машинама за ковање, а цеви већег калибра на хоризонталним ковачким машинама [1].

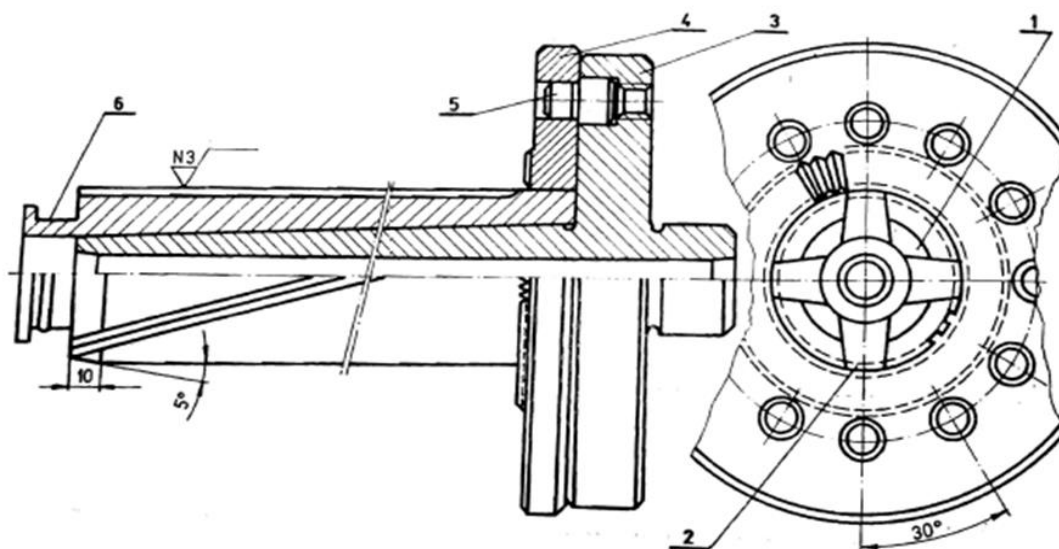
2.3. Ожљебљење поступком хладног ротационог истискивања

Ожљебљење цеви мањих димензија и дебљине зида изводи се и поступком хладног ротационог истискивања. Жљебови добијени таквим технолошким поступком добијају механичке особине делова израђених поступком хладног ротационог истискивања. При томе се, поред ваљања жљебова, обавља и ваљање цеви као целине. Након ваљања, у зависности од спољашње конфигурације цеви (навоји, отвори за клинове и сл.), изводи се обрада резањем.

Припремци за израду и ожљебљење цеви овим поступком треба да испуњавају захтеве дате код припремка за истосмерно и супротносмерно хладно ротационо истискивање [4].

Посебан проблем чини израда вишеделних трнова који омогућавају добијање жљебова овим поступком, јер морају омогућити:

- једноставну монтажу и демонтажу,
- једноставно скидање радног предмета због проблема трења између жљебова на радном предмету и трну.



Слика 2.2 Трн за хладно ротационо истискивање и ожљебљење цеви:

1 и 2 - ожљебљни сегменти трна, 3 - језгро трна, 4 - зупчаста прирубница, 5 - чеп, 6 - држач сегмента [5]

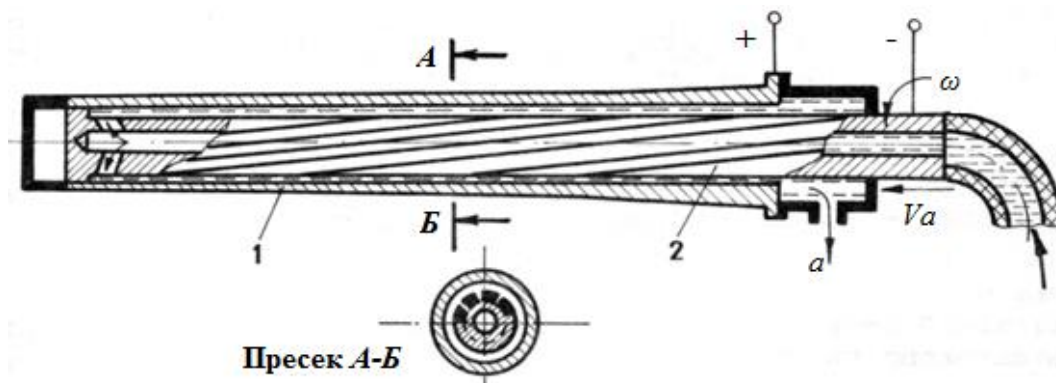
2.4. Поступак електрохемијског ожљебљења

Ова метода је веома прецизна, али је погоднија за масовну производњу. Процес електрохемијског ожљебљења је погодан за прерађивање чврстих материјала који не могу да се прераде механички неким машинама. У овом процесу нема варничења између аноде и катоде. Најбољи начин да се разуме ова метода је да се она посматра као обрнута галванизација, уместо додавања материјала он се уклања. Цев је термички побољшана пре ожљебљења.

Код овог поступка аноду представља цев, а катода је обично шипка од месинга у коју су урезани отвори геометријског облика и корака као што су жљебови у цеви. У жљебове катоде стављају се умети од плексигласа, слика 2.3. Умети су ширине поља и заштићују материјал од анодног растварања [1].

Електрода је смештена унутар цеви, а цела цев је уроњена у електролит натријум-нитрата који стално циркулише под притиском. Електрода се помера низ цев и ротира се жељеном брзином. Како струја тече од катоде до аноде, материјал се уклања из аноде да би дуплирао жљебове који су у облику електроде. Због тога што метални делови

електроде никад не каче цев (само пластични), зато текући електрицитет уклања сваки материјал из цеви пре него што добије шансу да се закачи за металне траке [7].



Слика 2.3 Шема ожљебљења цеви електрохемијском обрадом: 1 - анода, 2 - катода [1]

2.5. Ожљебљење протискивањем

Протискивање је поступак обраде унутрашњости цеви оружја хладном пластичном деформацијом. При томе се алат (за алат се користе термини трн, дорн, протискивач) помера уздуж отвора цеви, деформацијом ојачава материјал при чему се мења попречни пресек променом мера отвора и спољњег пречника цеви.

Протискивање отвора цеви настало је у вези са потребом повећања продуктивности ожљебљења.

Суштина процеса је једноставна: кроз отвор цеви се под притиском провлачи алат – протискивач, нешто већег пречника него што је сам отвор. При томе на протискивачу постоје испусти сразмерни броју жљебова са димензијама и кораком увијања који одговара жљебовима [3].

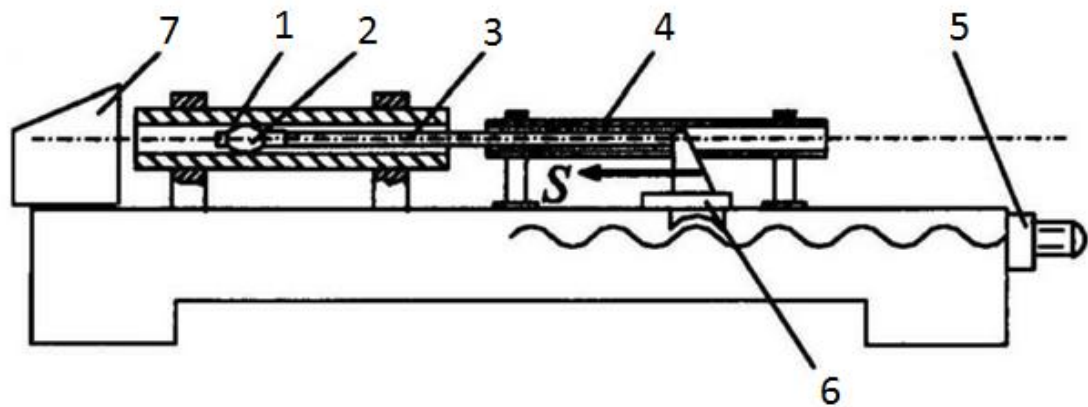
Протискивач се израђује од тврдих легура за стрељачке калибре, а од алатних челика за топовске калибре.

При пролазу кроз отвор, протискивач истовремено утискује профил свих жљебова. Брзина протискивања протискивача кроз отвор цеви стрељачких оружја износи реда величине 1 m/min. Дакле, утрошци времена ожљебљења пушчане цеви су испод минута.

Процес протискивања карактерише се тиме што су специфични контактни притисци толико велики, да се уз постојање течног мазива на површини отвора и протискивача образују налепљени слојеви материјала који доводе до шкарта, како цеви, тако и алата.

Процес протискивања постаје стабилан по квалитету површине отвора тек пошто се отвор пресвуче металним мазивом или мастима већег вискозитета.

На слици 2.4 приказана је принципијелна шема протискивања отвора цеви оружја. Треба истаћи да се шипка 3 при протискивању стеже и при излазу протискивача из комада избацује протискивач напред. Протискивач испада у хватач 7.



Слика 2.6. Принципијелна шема протискивања отвора цеви оружја.; 1 - припремак цеви; 2 – протискивач; 3 – шипка; 4 – клип; 5 – погон; 6 – супорт; 7 – хватач протискивача

Процес протискивања је погодан за производњу цеви оружја са аутоматским режимом ватре, док се за високопрецизне цеви овај процес не примењује.

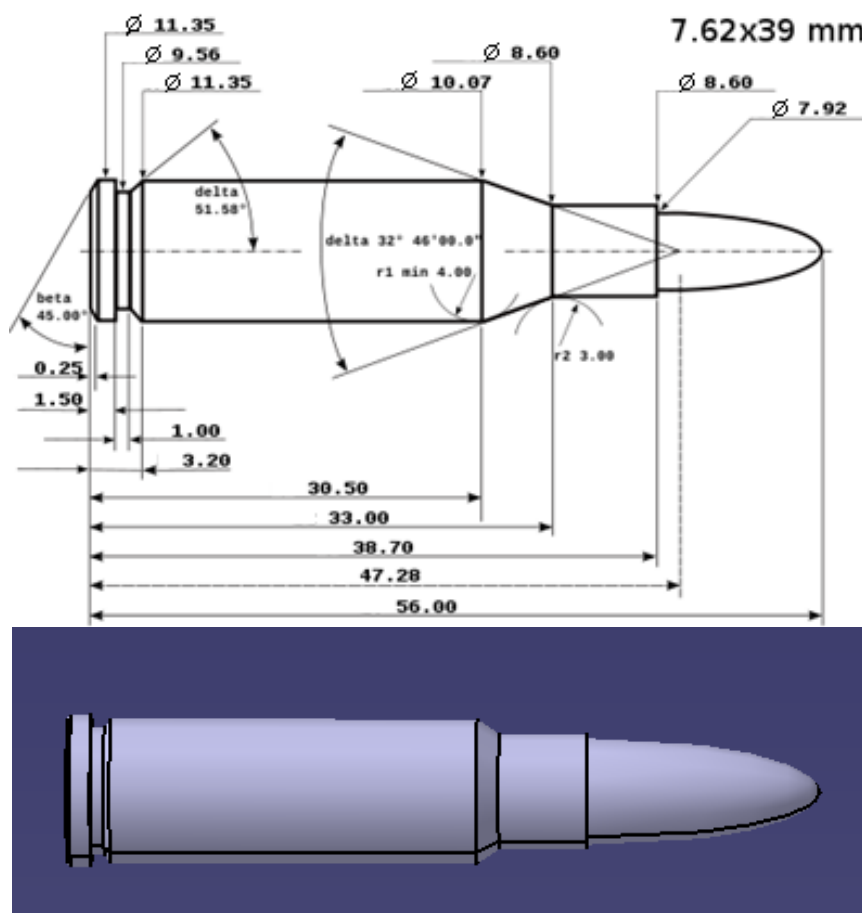
3. АНАЛИЗА ЗАХТЕВА ЗА УНУТРАШЊУ ТРАСУ ЦЕВИ КОВАЊЕМ ЗА МЕТАК 7,62x39 mm

Цев за метак 7,62x39 mm пројектована је за руски метак 7,62x39 mm M43, а користе је изведене верзије (копије) овог метака осталих светских произвођача, као што је метак 7,62x39 mm M67 нашег произвођача "Први партизан" Ужице.

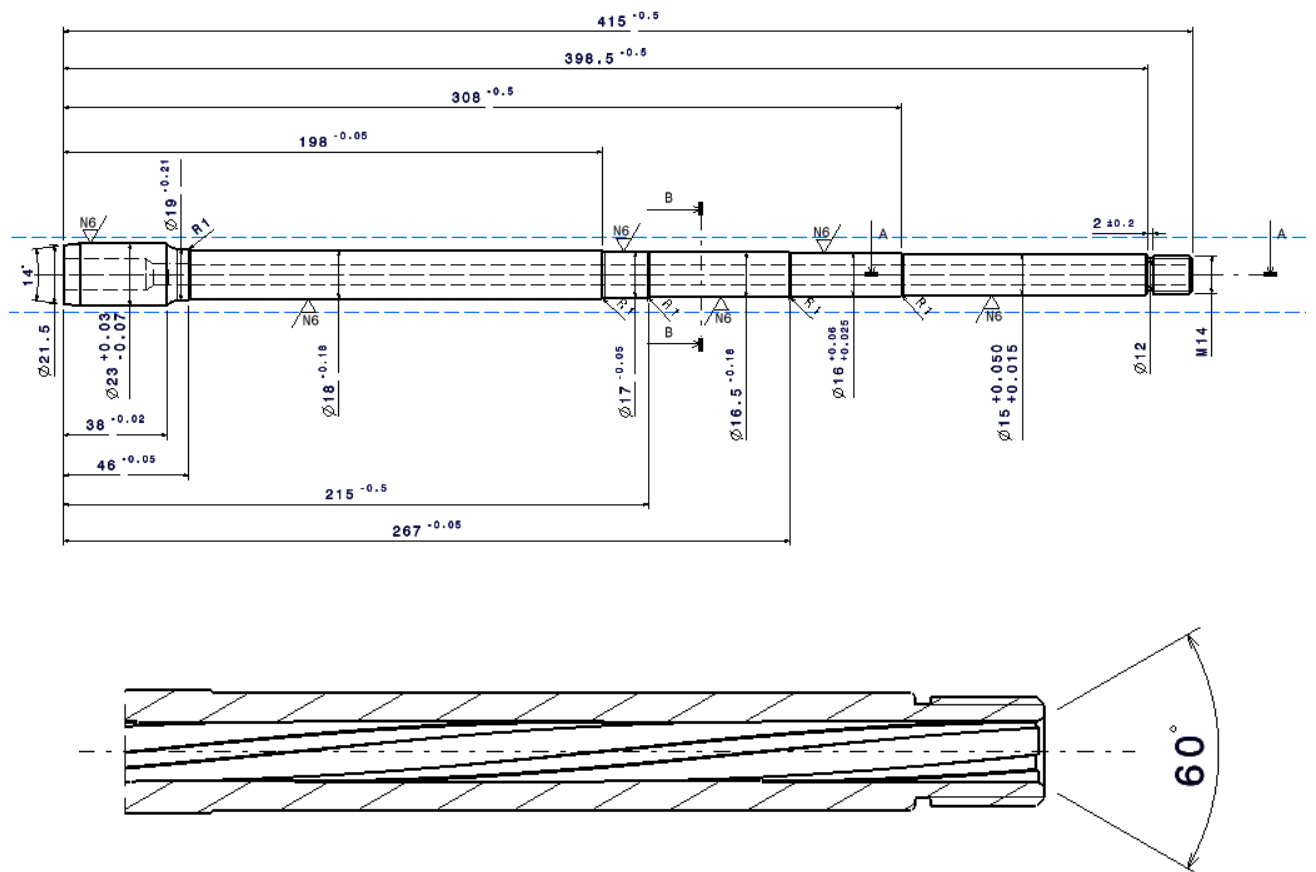
На слици 3.1. приказана је конструкција метка 7,62x39 mm M43 [13].

Спољашњи пречник цилиндричног дела пројектила овог метка, који се урезује у водиште пројектила, је 7,92 mm и површина попречног пресека пројектила $49,55 \text{ mm}^2$.

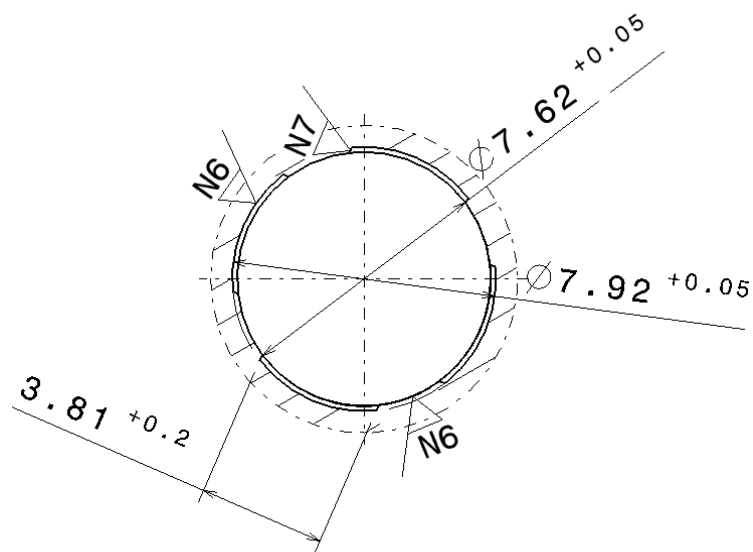
На основу унутрашњебалистичког прорачуна унутрашњости цеви и спољнобалистичког прорачуна стабилности пројектила дефинисано је водиште пројектила са површином попречног пресека $47,99 \text{ mm}^2$ и унутрашња траса са димензијама попречног пресека.



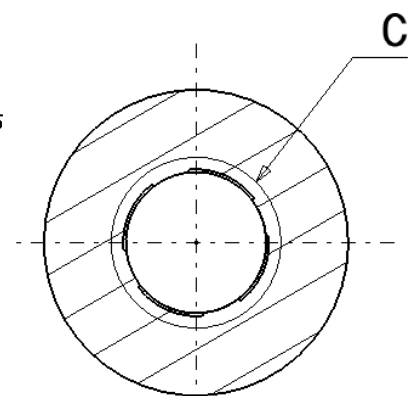
Слика 3.1. Метак 7,62x39mm M43



Пресек: А-А
Размера 1:1



Деталь: С
Размера 5:1



Пресек: В-В
Размера 2:1

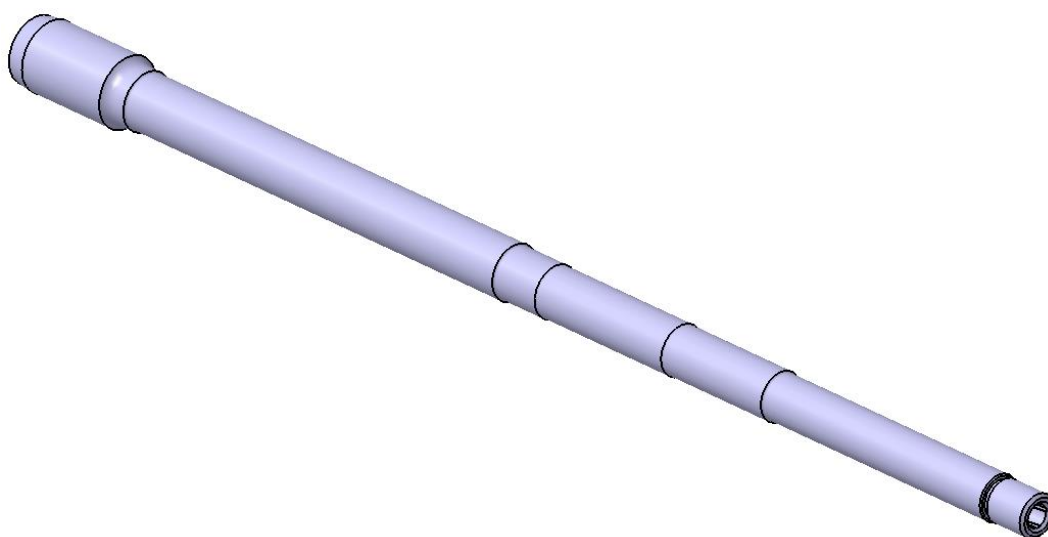
Слика.3.2. Цртеж ожљебљене цеви 7,62x39 mm,са завршеном спољном трасом

Димензије унутрашње трасе цеви су:

- пречник жљеба $d_o = 7,92 \text{ mm}$;
- пречник поља $d = 7,62 \text{ mm}$;
- број жљебова $n = 4$;
- ширина жљеба $b = 3,81 \text{ mm}$;
- корак спирале (корак увијања жљебова) 240 mm .

На основу ових параметара и конструкционих мера делова који се монтирају, на слици 3.2. дат је конструкциони цртеж цеви за аутоматску пушку кал. 7,62 mm АК47.

На основу тих података на сликама 3.3. и 3.4. дати су рачунарски прикази спољашњег изгледа модела цеви и изглед пресека ожљебљене цеви кал. 7,62x39 mm.



Слика 3.3. Модел цеви аутоматске пушке калибра 7,62x39 mm



Слика 3.4. Пресек ожљебљене цеви аутоматске пушке калибра 7,62x39 mm

4. АНАЛИЗА ЗАХТЕВА ЗА УНУТРАШЊУ ТРАСУ ПРИПРЕМКА ЦЕВИ ОРУЖЈА ЗА МЕТАК 7,62x39 mm ПРЕ ОЖЉЕБЉЕЊА

Као што је раније већ наглашено, основа квалитета површине водишта после ковања је стање површине унутрашњег отвора пре ковања.

У том циљу посебна пажња у технолошком процесу се посвећује обезбеђењу што бољег квалитета површине унутрашњег отвора, елиминисању недозвољених дефеката, зареза, огреботина, укључака и прскотина.

Те услове обезбеђују претходни технолошки поступци кроз које пролази припремак цеви оружја: дубоко бушење, развртање по потреби и полирање унутрашњег отвора цеви.

За производњу цеви оружја кал. 7,62x39 mm користе се ваљане шипке цилиндричног облика од високо квалитетног легираног челика по досадашњој ознаци Č.5730VP по SNO 7073 или 30XH2BA по GOST-у 5160-70 или Č.4832VP по ČHO0399 (слика 4.1).



Слика 4.1. Ваљане цилиндричне шипке које се користе за производњу цеви кал. 7,62x39 mm

Шипке се набављају са мером пречника D'_s који обезбеђује мере финалне цеви и зависна је од дефинисаних додатака за спољашњу обраду цеви оружја.

Од таквих шипки, одсецањем се најпре формира припремак цеви дужине L'_0 који се термички обрађује уз услов да тврдоћа задовољи захтев: HB = 285 - 340 (Rm = 952 - 1148 N/mm²).

На припремку се врши спољашња обрада и припрема крајева за дубоко бушење са конусима за центрирање при стезању припрема у стезну главу.

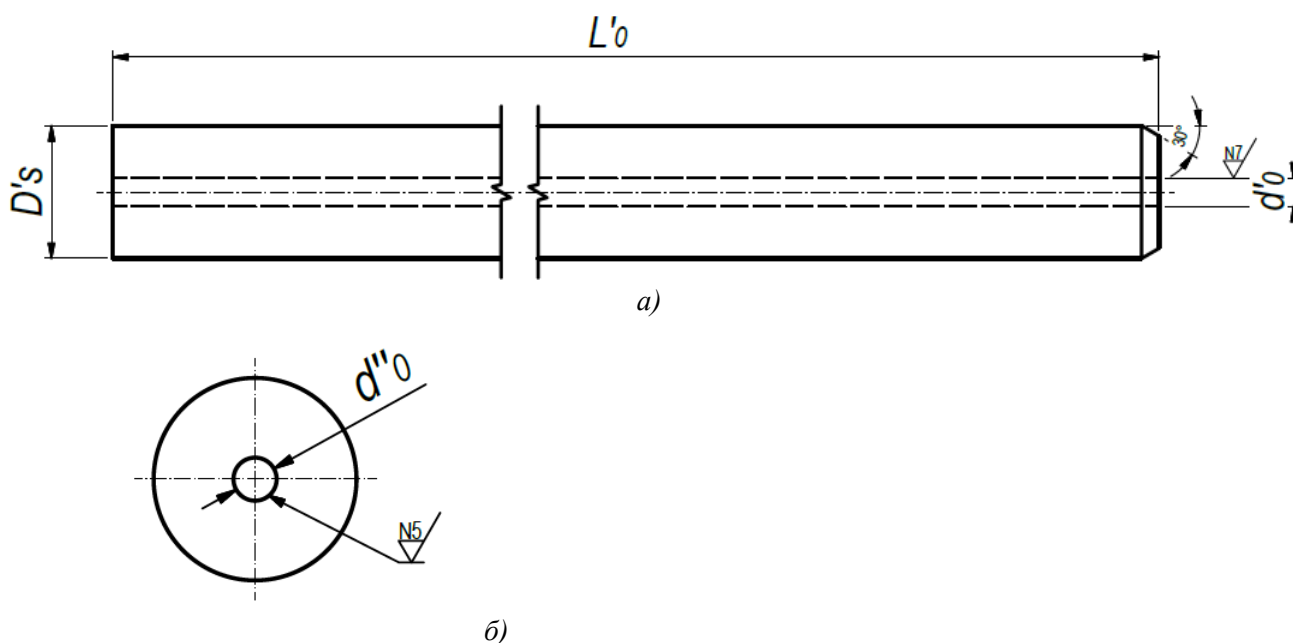
Затим се врши дубоко бушење таквог припремке цеви, при чему се формира унутрашњи пречник d'_0 са квалитетом обраде површине N7 до N8 (слика 4.2.а)).

При дубоком бушењу избушени отвор има пречник $d'_0 = d''_0 - 0,2 \text{ mm}$.

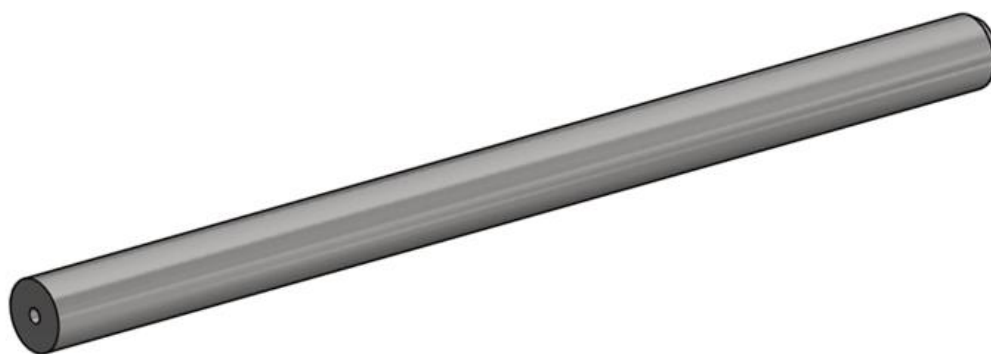
У циљу постизања потребног квалитета N5 до N6 за површину унутрашњег отвора, на припремку цеви се затим врши електрохемијско полирање тог унутрашњег отвора са остварењем пречника d''_0 .

Пречник унутрашњег отвора који се остварује дубоким бушењем зависи од даљег поступка ковања, зависно од тога да ли се врши ковање само водишта пројектила или се врши ковање у истом циклусу и водишта пројектила и лежишта метка (видети слику 5.7. где су приказани примери трнова за израду цеви са ожљебљеним отворима без лежишта метка (а) и са лежиштем метка (б)).

Ако се врши ковање само водишта пројектила, при дубоком бушењу се остварује пречник 7,8 mm, а ако се врши ковање у истом циклусу и водишта пројектила и лежишта метка на дубоком бушењу се остварује пречник 12 mm. При томе квалитет обрађене површине отвора износи N8.



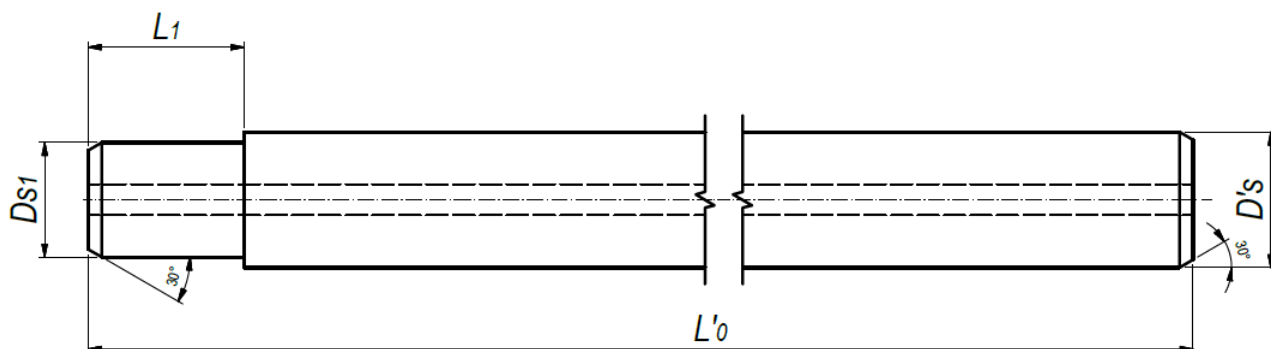
Слика 4.2. Цртеж припремке цеви после поступка дубоког бушења са мерама и квалитетом обраде унутрашњег отвора пре електрохемијског полирања (а) и после електрохемијског полирања (б)



Слика 4.3. Аксонометријски приказ припремке цеви добијен дубоким бушењем

Ако је пречник отвора добијен дубоким бушењем износио 7,8 mm и уколико је потребно развртање после развртања мера тог пречника је 7,92 mm, а после операције електрохемијског полирања тај пречник износи $d_0''=8,1$ mm са квалитетом N6.

Да би се обезбедило поуздано и тачно стезање припремка цеви при ковању, спољашњост задњег дела цеви, на дужини L_1 , се обрађује на пречник D_{s1} (слика 4.4. и 4.5.).



Слика 4.4. Цртеж припремка цеви кал. 7,62x39 mm за ковање



Слика 4.5. Припремци цеви кал. 7,62x39 mm за ковање

После ове операције, припремак цеви се подвргава хладном ковању.

5. АНАЛИЗА КАРАКТЕРИСТИКА И ПАРАМЕТАРА ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА ОЖЉЕБЉЕЊА КОВАЊЕМ

5.1. Процес ожљебљења ковањем

Ковање на трну је метод ожљебљења, који је осмишљен у време Другог светског рата од стране Немаца, који су га пронашли 1939. године. Након рата, овај метод се проширио на европске земље и данас је у Европи много више заступљен него протискивање [9].

Непосредно пре почетка Другог светског рата, Немци су пронашли митраљез MG-42 (обзиром да је у масовну производњу уведен 1942. године, одатле потиче и име MG-42). Ово оружје је имало запањујућу брзину гађања преко 1200 метака у минути, и често је неопходна била брза замена цеви, с обзиром да се цев брзо грејала. Због тога је требало наћи начин да се цеви производе много брже, па је зато осмишљен метод ковања на трну.

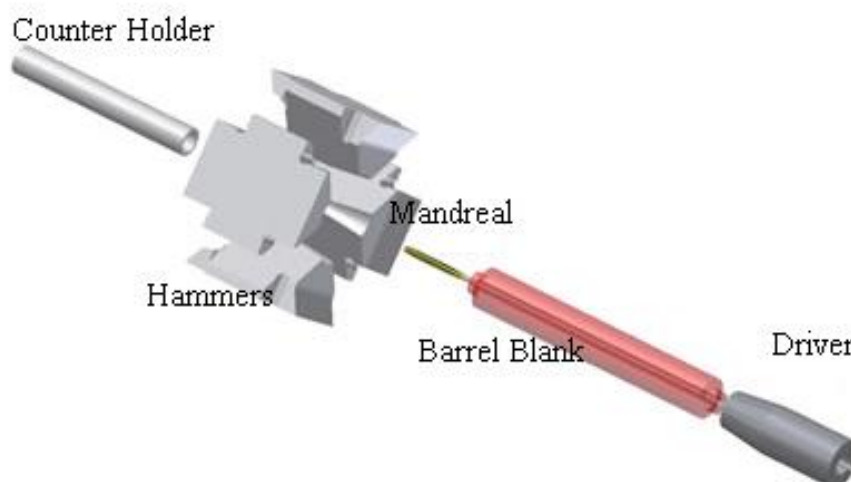
Прва машина за ковање на трну је направљена у Ерфурту у Немачкој 1939. године и ове машине су послате у Аустрију пре руске инвазије пред крај Другог светског рата, где су се амерички инжењери први пут сусрели са њом .

Процес почиње најпре покретањем припремка који је 30% краћи од своје коначне величине и има отвор који је 20% већи од жељене величине. Потом се трн направљен од карбида одабере и стави у цев. Овај трн има негативну слику цеви и он има ожљебљење урезано у трн са супротне стране.

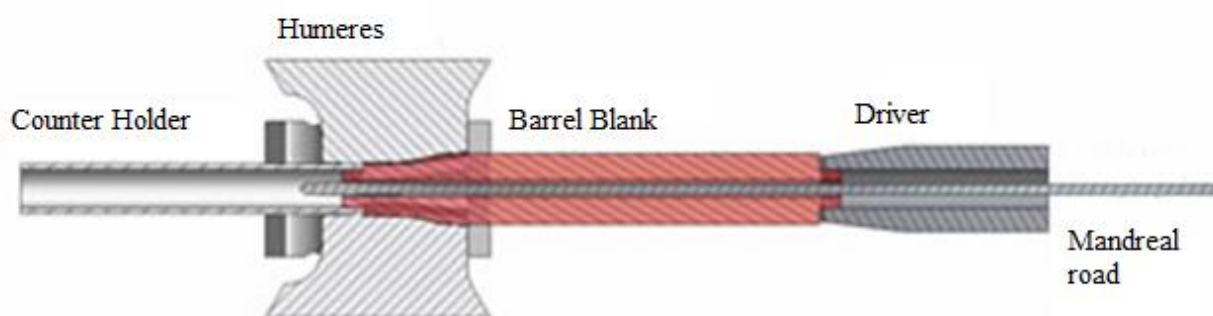


Слика 5.1. Трн за ковање

Трн је везан за дугачку танку челичну шипку и убачен у цев. Цев је окружена карбидним чекићем који је утискују у облик са супротних страна. Цев се лагано окреће и на тај начин се врши ожљебљење и тај процес се понавља све док се не постигне жељени облик. Процес ковања приказан је на сликама 5.2. и 5.3.



Слика 5.2 Изометријски приказ процеса ковања



Слика 5.3 Шема процеса ковања, уздужни пресек

Као што се може видети на претходним сликама, цев се полако кује у препознатљиви облик и цев се ротира и гура напред притискивачем. С обзиром да трн и чекићи морају да истрпе велику силу, они су направљени од карбида. Чекићи ударају брзином од 1000 до 1500 пута у минути и цео процес траје кратко од 3 до 4 минута.

С обзиром да се цев кује, смањује се пречник и повећава дужина. Након завршетка обраде цев је око 30% дужа од припремка пре процеса обраде ковањем. Тај поступак такође оставља мала удубљења са спољне стране, која могу да буду уклоњена касније.

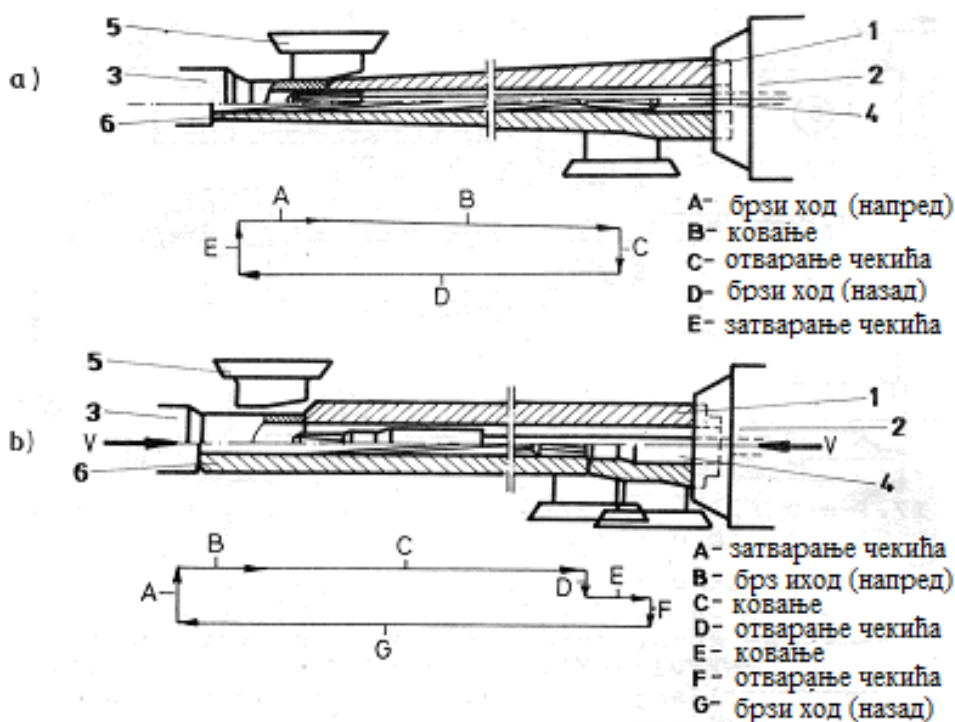
Као што је био случај са протискивањем, овај процес укључује доста напрезања цеви. Због тога цев треба да буде растерећена од напрезања при процесу ковања, да би се заштитила од прскотина или деформације. Процес растерећења од напрезања је исти као и код протискивања, нпр. цев се греје на температуру од 525-575 °С, а затим се полако хлади.

Предности овог процеса су бројне: крајњи производ је високог квалитета, прецизност отвора и димензија жљебова је висока, процес ковања такође ојачава цев. Овај процес не само да урезује жљебове у цеви, него и профилише цев, као и обликовање коморе (лежиште метка), и све то у исто време. Овај процес се такође користи као савремена метода производње полигоналних цеви.

Највећа мана овог процеса су почетни трошкови. Ово је разлог зашто овај процес користе само велики произвођачи, јер свака машина за ковање кошта преко милион долара. Мањим произвођачима је ова машина недоступна због високе цене. Друга мана је то што овај процес ствара велики притисак на цев, доста већи у односу на протискивање. Неки материјали (попут одређених легура нерђајућег челика) су тежи за производњу на овај начин зато што они очврсну приликом ковања до те мере да процес обрађивања постаје доста тежи.

Овај процес се највише користи у Европи, зато што се у Европи налазе велики произвођачи. Ово се нарочито односи на Аустрију. У САД-у овај процес је заступљен тек након 1990. године.

На сликама 5.4а и 5.4б шематски је приказан поступак ковања ожљебљених цеви на "хладно".



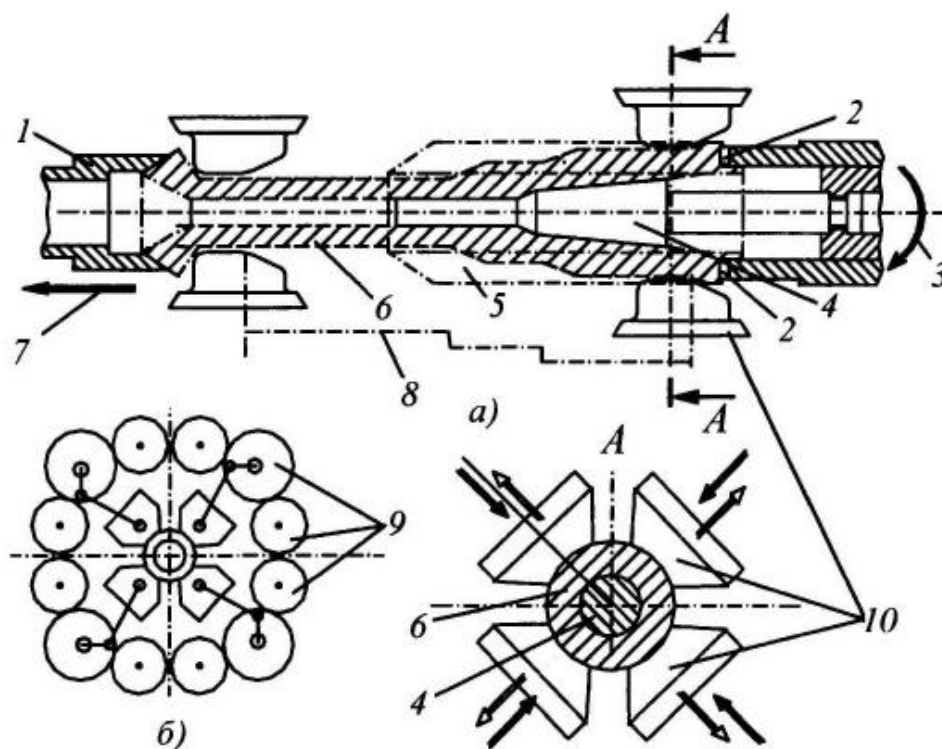
Слика 5.4 Поступак хладног ковања ожљебљених цеви [5]

Трн за ковање и чекићи, којих је у ковачкој глави најчешће четири, израђују се од алатних челика највиших механичких особина, или од тврдог метала (поступак на сл.5.4)

[5]. Припремак (1) је стегнут у стезну главу (2) помоћу које се врши обртање полуфабриката између чекића и аксијално померање. Са чела је припремак притиснут притискивачем (3). Трн (4) је покретан унутар припремака. Чекићи (5) се примичу и одмичу од радног предмета (6), помоћу неког од система управљања.

Други пример тог процеса приказан је на сл.5.5.

Полазни комад - припремак (5) стеже се у два центра: задњем – (1) и предњем – (2) са чеоним оштрим рецкама. При стежању нареджаног дела (2) у чеони део припремака урезају се комади и укључује се окретање (3) у односу на осу. У унутрашњи отвор цеви уводи се трн (4) – тако да се његов радни део налази у зони ковања (на шеми – десни положај чекића). При крају ковања трн се постепено помера у лево и искрива се канал на максималном пречнику трна – по профилу лежишта метка. Четири чекића (10) крећу се у радијалном правцу – повратно-степенасто и синхронно са амплитудама, које се разликују једна од друге у јединици стотих делова mm. То померање врши коленасто-клипни механизам, међусобно спрегнут зупчаницима (9). При ковању припремак се продужује. Резултат тог издужење је да се притискивач (1) помера у лево [1].



Слика 5.5 Шема процеса радијалног ковања цевних припремака: а- цевни припремак; б- коленасто клипни механизам; 1- притискач; 2- стезна глава; 3- смер окретања припремака при ковању; 4- трн; 5- полазни комад; 6- исковани део; 7- смер аксијалног кретања припремака при ковању; 8- условна путања кретања чекића; 9- погонски зупчаници чекића; 10- чекић [1]

У процесу ковања, дебљина зидова отковка може се мењати. То се постиже истовременим скраћивањем дужине клипњача по програму. На шеми је испрекиданом линијом показана условна путања (8) кретања чекића због обраде. Њена условност лежи у томе, да се чекићи крећу по радијусу, а не дуж осе припремака. У аксијалном правцу, креће се комад у односу на чекиће постављене у зони ковања. Чекићи се раде од тврде легуре за

мале радијално ковачке машине, а од квалитетно каљених челика са додацима радних делова отпорним за хабање, за велике машине [1].

5.2. Алати и машине у процесу ковања

Ковање самог водишта пројектила остварује се на вертикалним машинама за ковање, док се ковање у истом циклусу и водишта пројектила и лежишта метка остварује на хоризонталним машинама за ковање.

На слици 5.6 је приказана вертикална машина за хладно ковање која се користи у фабрици Застава оружје у Крагујевцу. За ту машину су дате неке од основних карактеристика.



Слика 5.6. Машина за ковање

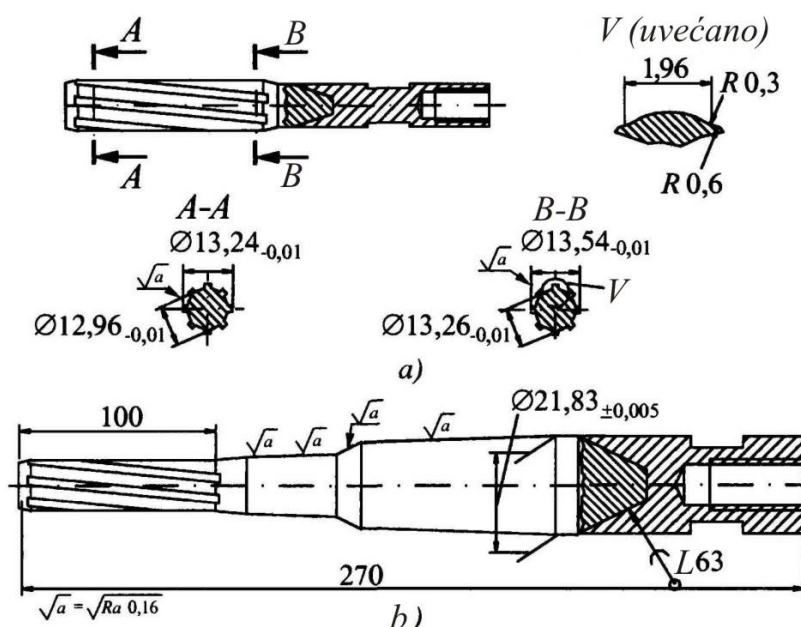
Основне карактеристике ове машине су:

- максимална снага чекића

120kN

• број чекића	4
• број удараца у минуту	800
• подручје подешавања чекића	20 mm
• највећи пречник припремка	40 mm
• максимална дужина - радног комада	800mm
• укупна снага електромотора	30 kW
• ход стезне главе	900 mm
• брзи ход доле	140 mm/s
• брзи ход горе	170 mm/s
• ход унапред (подесив)	0-40 mm/s
• споредни мотор (DC)-мотор који покреће чекић	0,6-2,1 kW; 950-2800 u/min
• мотор за пумпе P1, P2	5,5 kW ; 970 u/min
• мотор за пумпу P3	2,2 kW ; 1430 u/min
• мотор P4	0,45 kW; 1350 u/min
• мотор за расхладни флуид	0,046 kW; 2800 u/min
• температура воде да не прелази 20 степени	
• утрошак расхладног флуида	1500 L/h
• укупна висина машине	4050mm

На слици 5.7. приказани су примери трнова за израду цеви са ожљебљеним отворима без лежишта метка (а) и са лежиштем метка (б).

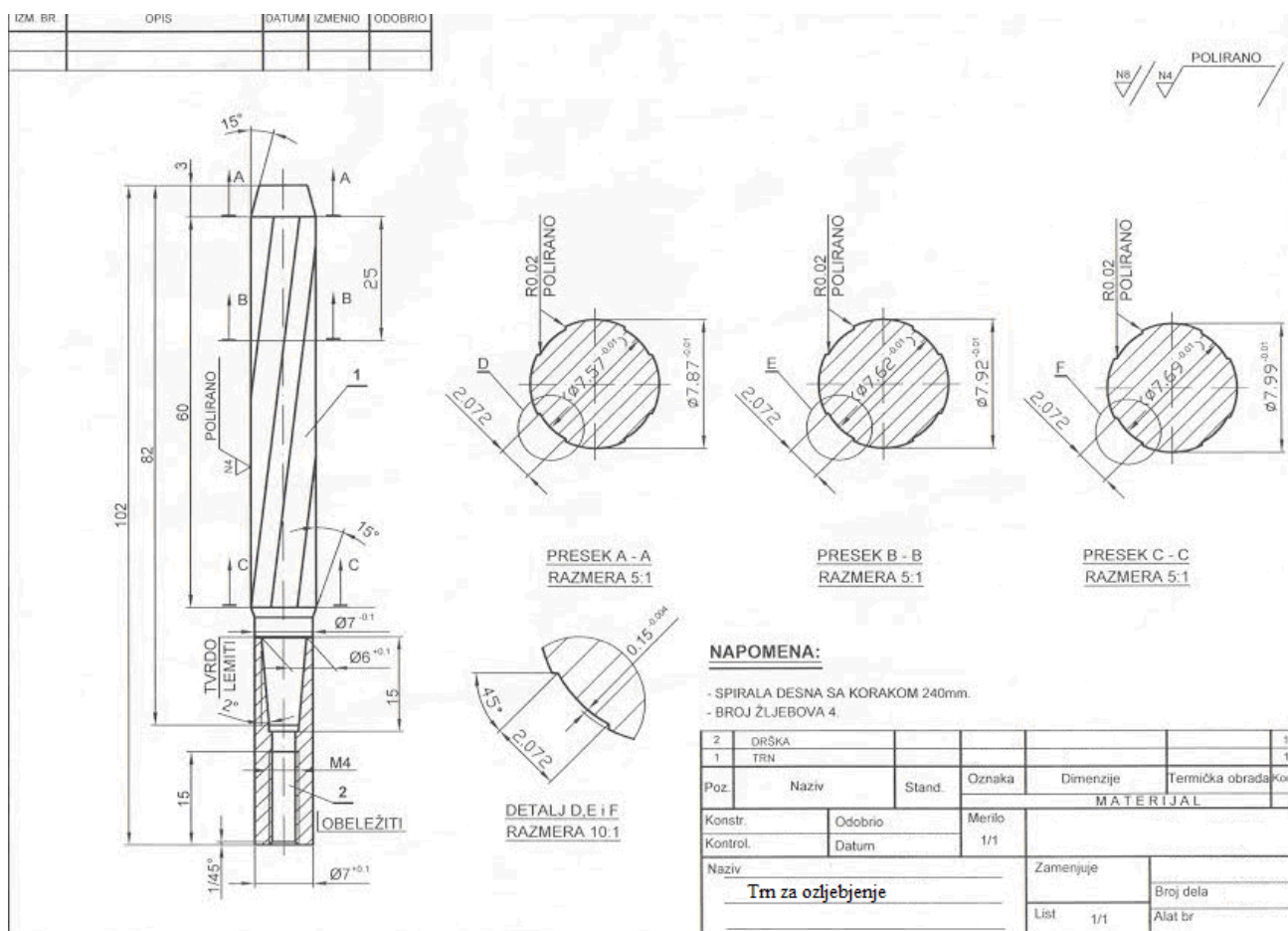


Слика 5.7. Трнови за радијално ковање цеви оружја калибра 12,7 мм; а – за ковање само жљеба; б – за ковање жљеба и лежишта метка

Радни део трнова ради се од тврдих легура са значајним садржајем кобалта (до 15÷20%) за повећање њихове пластичности у процесу рада и са променљивим оптерећењима.

За радни део трна од тврде легуре, тврдо се летује задњи део са навојем, за који алат придржава трн у зони ковања.

Крајње димензије трна и захтеви за квалитет површине обезбеђују се брушењем дијаманстким тоцилима.



Слика 5.8. Цртеж трна за ковање водишта пројектила цеви кал. 7,62x39 mm

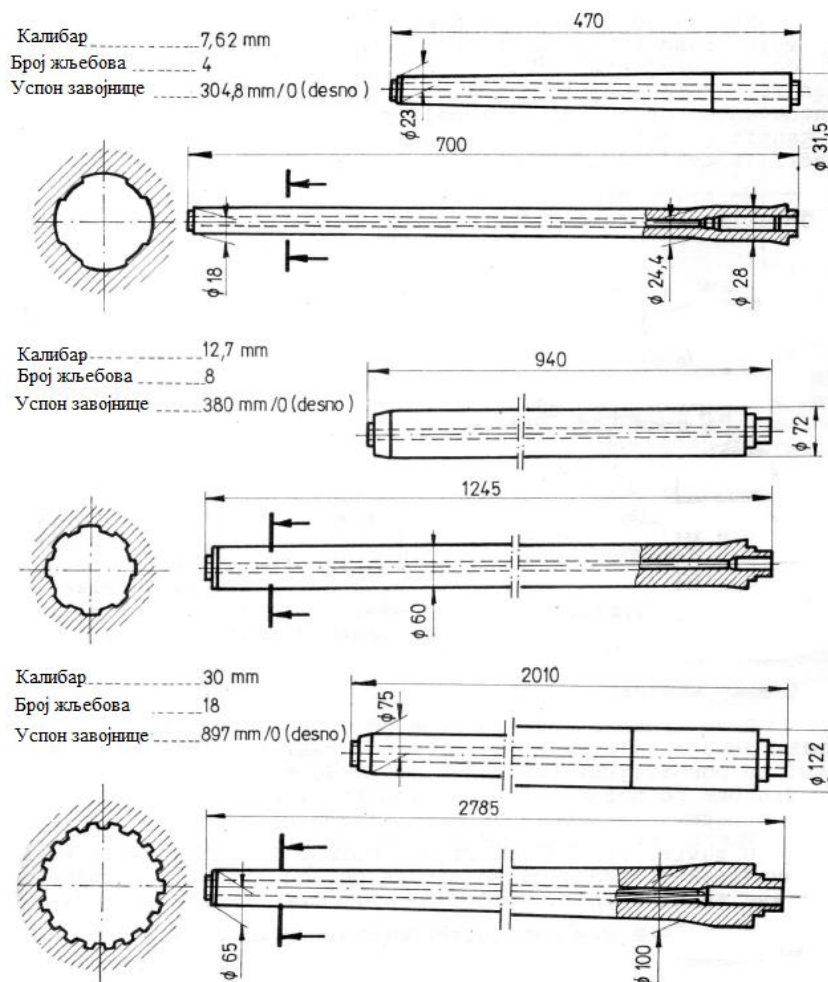
Еластично-пластичне особине материјала цеви у разним партијама припремака захтевају, за добијање потребне мере отвора цеви после ковања, примену трнова са разним пречницима ожљебљеног дела. Тај захтев остварује се израдом ожљебљеног дела дорна са незнатном конусом (слика 5.8.)[10]. Радни положај трна у зони ковања одређује се припремним ковањем једног или два комада од партије на неком сектору радног дела дорна са мерењем после операцијске израде. По потреби аксијални положај трна се коригује.

Захтеви за полазни отвор припремка за радијално ковање по тачности израде отвора су релативно мали: $0,2 \pm 0,3 \text{ mm}$, али се квалитет обраде површине ради у $R_a = 0,8 \text{ }\mu\text{m}$. Нарочито су непожељни прстенасти рисеви (прскотине).

Пре ковања, отвор се подмазује специјалним течним мазивом ради спречавања налепљивања метала припремка за трн.

После ковања урађени комади се контролишу по геометријским димензијама и пролазе специјалну термичку обраду ради елиминисања заосталих напона.

На слици 5.9. приказани су изгледи припремака и цеви за неке од калибара који се добијају хладним ковањем.



Слика 5.9. Изгледи припремака и цеви за неке од калибара који се добијају хладним ковањем

На слици 5.10. шематски је приказана хоризонтална машина за ковање цеви на хладно, тип SHK21 аустријске фирме GFM.

Основне карактеристике ове машине јесу:

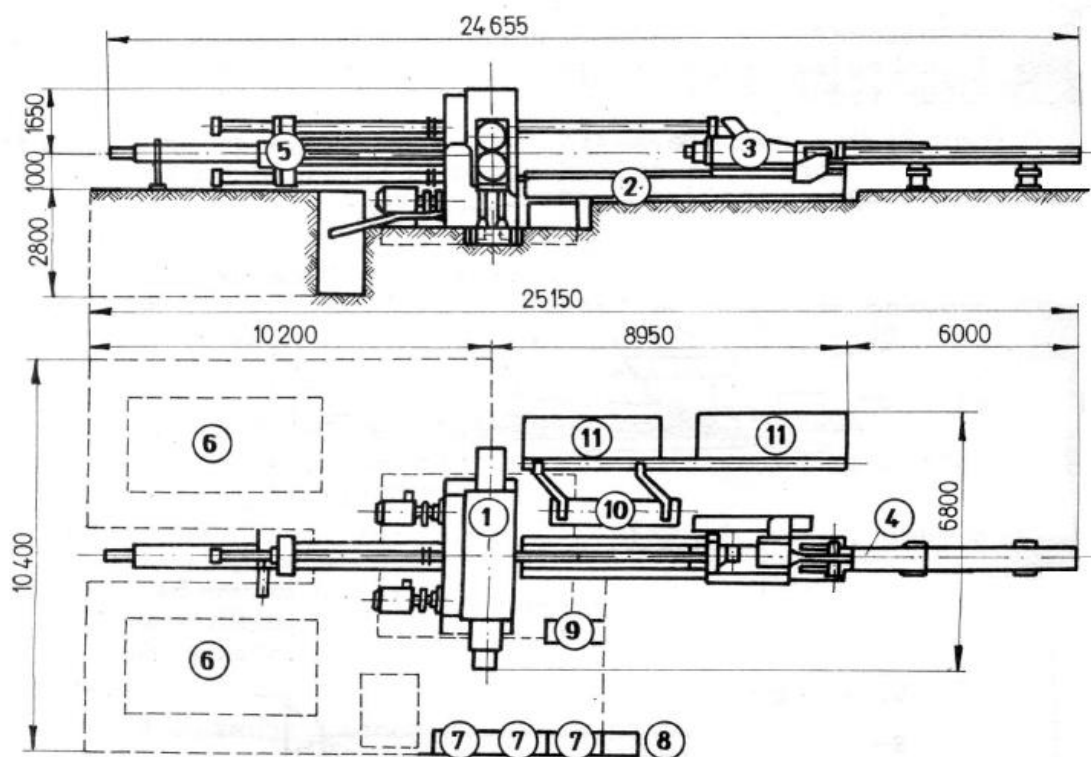
- | | |
|-------------------------------------|--------|
| • максимална сила по једном чекићу | 600 kN |
| • број чекића | 4 |
| • број удараца у минуту | 510 |
| • подручје подешавања чекића | 75 mm |
| • највећи пречник припремка | 140 mm |
| • максимална дужина - радног комада | 300 mm |
| • укупна снага електромотора | 550 kW |

Продуктивност ковања ових машина за ковање је веома висока. Тако нпр. за машину типа SHK -17 аустријске фирме GFM, чије су карактеристике:

- максимални пречник припремка који се обрађује, mm..... 170

- дужина припремка, mm..... 1000÷10000
- максимална сила ковања, daN..... 210
- учесталост рада чекића, 1/min..... 650
- брзина аксијалног кретања (безстепена промена), m/min..... 0÷8

Цео процес ковања цеви калибра 12,7 mm и дужине 1400 mm траје 10÷11 мин.

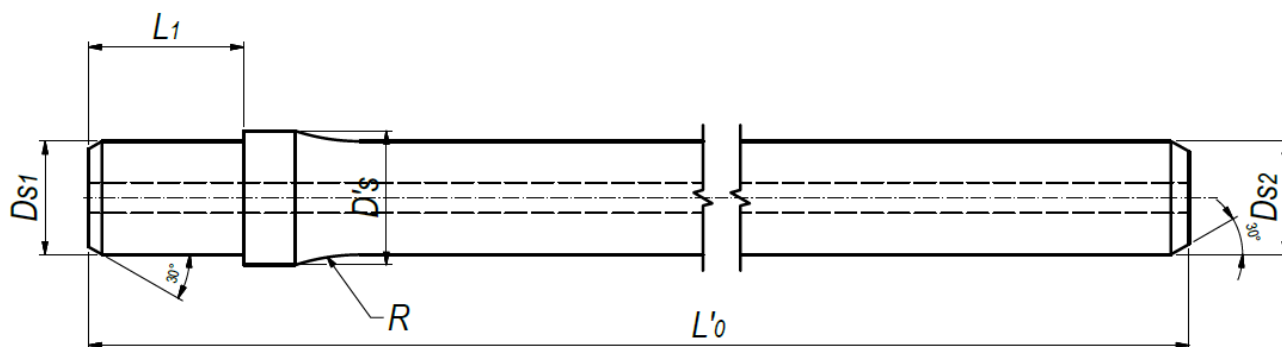


Слика 5.10. Машина SHK21 за хоризонтално ковање цеви: 1- ковачко кућиште; 2- постолје стезне главе; 3- стезна глава; 4- трн; 5- чеони држач; 6- хидрауличне компоненте; 7- електричне компоненте; 8- CNC управљање; 9- командни пут; 10- уређај за постављање припремка; 11- магацин за постављање припремка и скидање цеви

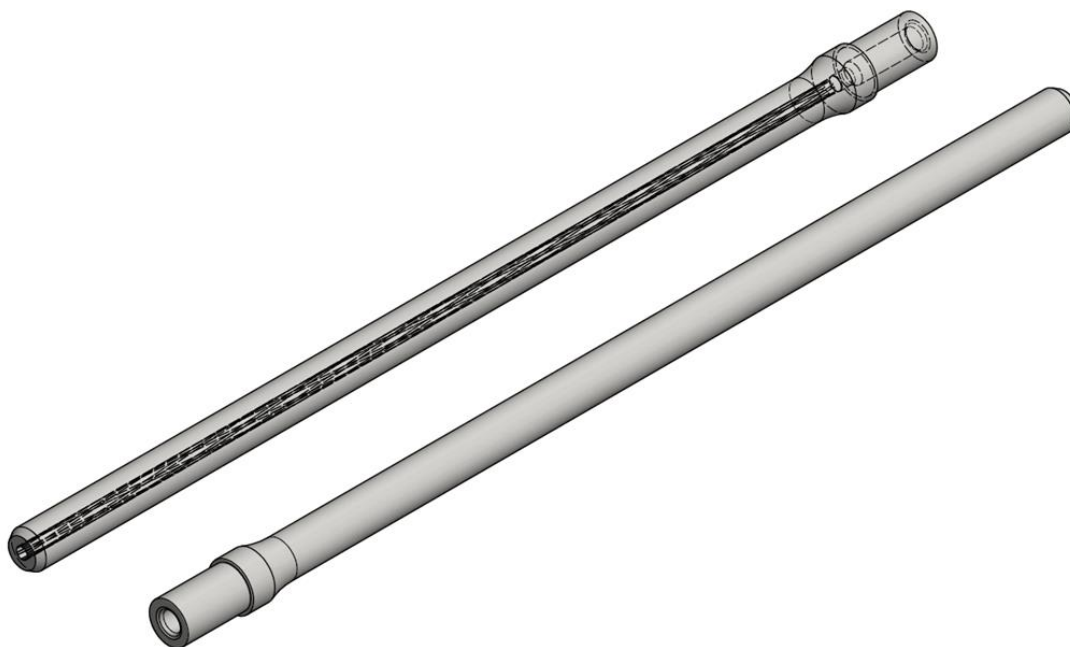
5.3. Тачност и квалитет површина добијених ковањем

Предмет ове анализе су цеви оружја кал. 7,62x39 mm код којих се кује само водиште пројектила.

Као што је речено у тачки 4., после операције дубоког бушења, развртања и електрохемијског полирања, припремак цеви се подвргава хладном ковању при коме се формира спољашњи пречник D_{s2} (слике 5.11. и 5.12.) и врши се ожљебљење унутрашње трасе према захтевима датим у тачки 3. (слика 3.3.) са десним жљебовима који имају корак увијања 240 mm, са квалитетом обраде површине поља и жљебова N5.



Слика 5.11. Цртеж отковане цеви кал. 7,62x39 mm



Слика 5.12. Аксонометријски приказ отковане цеви кал. 7,62x39 mm

Контролом се нарочито утврђује следеће:

1. жљебови десни са кораком увијања 240mm, број жљебова 4;
2. дозвољава се конусност водишта према устима цеви;
3. пре ожљебљења цев одмастити у трихлоретилену, обрисати је памучном крпом и нуљити са 3-4 капи уља „STP“
4. после ожљебљења унутрашњост цеви обрисати памучном крпом;
5. трн обисати памучном крпом после сваких 10-15 ожљебљених цеви;
6. трн полирати дијамантском пастом за полирање тврдог метала крупноће 3-6 микрона;
7. максимални контролник за калибар 7,67 може да пропадне кроз цев са стране главе највише 45mm [10].

6. ПРИКАЗ ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА

Поступак технолошког процеса ковања за калибар 7,62x39 mm ће се приказати кроз опис и низ слика које ће омогућити лакше разумевање целог поступка. Пре самог поступка ковања треба да се изврши процес дубоког бушења.

Да би дошло до поступка дубоког бушења за добијање отвора за калибар 7,62x39 mm, потреба је обавити претходно неке операције на припремку, које се раде пре дубоког бушења, а које су приказане у табели 5.1.

Табела 5.1. Редослед операција пре дубоког бушења

Редни број операције	Назив операције
1.	Сечење припремка
2.	Обележавање и помоћ при раду
3.	Преузима контрола (контрола сечења)
4.	Побољшање
5.	Брушење места за мерење тврдоће
6.	Полирање места за мерење тврдоће
7.	Преузима контрола (контрола термичке обраде)
8.	Исправљање по потреби
9.	Стабилизационо попуштање
10.	Стругање и забушивање
11.	Стругање једног краја цеви
12.	Стругање другог краја цеви

Припремак је протребно претходно припремити за операцију дубоког бушења, да би се могао сигурно поставити на машину. То се обезбеђује тако што се припремак постави у струг, где се за време окретања припремака, од почетка припремка изврши стругање у кругу и самањи укупни пречник припремака и тако са обе стране припремака. После тога се врши обарање (поравнање) ивица и стругање крајева ради бољег и сигурнијег хватања у лежишту машине за ДБ. Затим се припремак (слика 5.13.) ставља у машину за дубоко бушење (слика 5.14.), где започиње процес бушења [10].



Слика 5.13. Припреми пре дубоког бушења



а)



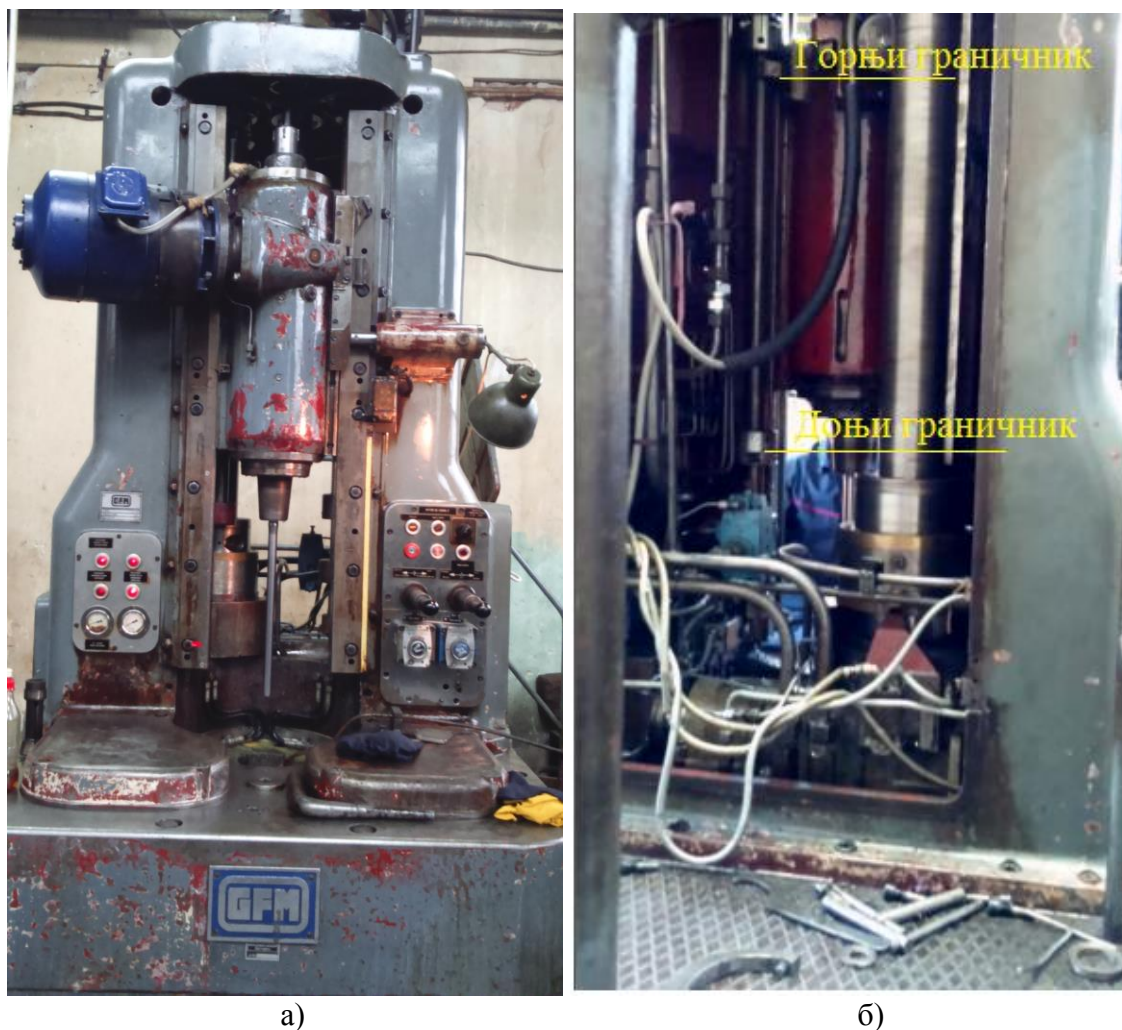
б)

Слика 5.14. Машина за бушење без припремака а) и са постављеним припремцима б)



Слика 5.15. Изглед цеви после процеса дубоког бушења

Након обављеног поступка дубоког бушења (слика 5.15.) припремци се шаљу на процес ковања (слика 5.16).



Слика 5.16. Машина за ковање са предње(а) и са задње(б) стране

Узима се припремак (слика 5.17.) и ставља у стезну главу машине, затим трн мора да прође кроз целу дужину припремка и да изађе на супротну страну, након тога се враћа у цев и започиње процес ковања.



Слика 5.17. Припремци за ковање



Слика 5.18. Изглед трна пре постављеног припремке (лево) и после постављања припремке и пробе излажења трна пре ковања (десно)

Цев се ротира и спушта полако у лежиште са чекићима (слика 5.19.), где се ослања на вођицу, а затим чекићи почињу да је кују. Она се ротира у циљу обезбеђења корака увијања, при чему се кује равномерно са све четири стране. При ковању цев се континуирано хлади.



Слика 5.19. Почетак процеса ковања и изглед чекића

Цев се кује све док не дође до доњег граничника, где се цео процес завршава, а затим се стезна глава повлачи све до горњег граничника.(слика 5.16.б)) Граничник је подесив и он се подешава у зависности од дужине цеви. Коначан изглед цеви је дат на слици 5.20.

Затим се цев проверава гарнитуром контролника (калибар, правост, жљебови,...) према сликама 5.21., 5.22., 5.23. и 5.24.



Слика 5.20. Отковане цеви



Слика 5.21. Контролници калибра цеви



Слика 5.22. Контролник правости цеви



Слика 5.23. Контролници лежишта метка



Слика 5.24. Контролници за жљебове у цеви

7. УГРАДЊА ЦЕВИ КАЛИБРА 7,62x39 mm

У фабрици Застава оружје се производи велики број оружја и цеви за та оружја. Цеви се производе са више различитих технологија (ковањем, резањем, електрохемијски, протискивањем).

Оружја која користе цеви калибра **7,62x39 mm** производе се поступком хладног ковања. Испод ће се показати неки примери тих оружја.

Аутоматска пушка М70 АБЗ (слика 5.25.) је настала модификацијом аутоматске пушке М70 АБ2, како би се обезбедио прихват подцевних бацача граната са руским типом везе - модел БГП 40 mm [14]. Основне карактеристике ове пушке дате су у табели 5.1.

Аутоматска пушка М70 АБ2 конструисана на Калашњиков принципу, а током више од 40 година од настанка користи се у војним снагама широм света.

Функционише на принципу позајмице барутних гасова, систем брављења је ротирајући затварач, тако конструисан да је онемогућено опаљење пре него што дође до потпуног забрављивања.

Поузданост функционисања у различитим климатским и теренским условима је потврђена строгим методама испитивања у складу са војним стандардима.

Дуготрајност и висока прецизност је постигнута изградом цеви поступком хладног ковања.

Добра ергономска решења, са одличном избалансираношћу маса и компензатор одскочног угла, обезбеђују незнатан трзај и лаку контролу ватре.

Регулатор паљбе има три положаја: јединична, рафална, укочено.

Механички нишани са трицијумским цевчицама обезбеђују могућност нишањења у условима слабе видљивости.

Облоге цеви су израђене од квалитетне буковине, а кундак је метални преклапајући.

Све аутоматске пушке Застава оружја у калибру 7,62 x 39 mm користе исти метални оквир капацитета 30 метака.



Слика 5.25 Аутоматска пушка М70 АБЗ

Табела 5.1 Техничке карактеристике аутоматске пушке М70АБЗ

Калибар (mm)	Корак увијања (mm)	Број жљебов а	Капацитет оквира (метака)	Дужина цеви (mm)	Дужина, укупна/склопљен кундак (mm)	Маса (kg)	Маса оквира (kg)	Брзина паљбе (met/min)
7,62	240	4	30	415	915/670	3,9	0,37	620±60

Аутомат М92 (слика 5.26.) је лако и компактно аутоматско оружје конструисано на Калашњиков принципу [14]. Где су у табели 5.2. дате основне карактеристике за овај аутомат.

Одлично избалансирано са благим трзајем потврдило је своју поузданост у различитим климатским и теренским условима.

Функционише на принципу позајмице барутних гасова, са ротирајућим затварачем као системом брављења.

Сигурност стрелца је осигурана сигурносним системом који онемогућава опаљење пре него што се оружје потпуно забравило.

Цев је израђена поступком хладног ковања, чиме је осигурана њена дуготрајност.

Скривач пламена маскира положај стрелца.

Регулатор паљбе има три положаја: јединична, рафална, укочено.

Облоге цеви су израђен од квалитетне буковине, а кундак је метални преклапајући.

Храњење се обавља из оквира капацитета 30 метака, који је истоветан за сво аутоматско оружје калибра 7,62 x 39 mm произведено у Застава оружју.



Слика 5.26. Аутомат М92

Табела 5.2 Техничке карактеристике аутомата М92

Калибар (mm)	Корак увијања (mm)	Број жљебова	Капацитет оквира (метака)	Дужина цеви (mm)	Дужина, укупна/склопљен кундак (mm)	Маса (kg)	Маса оквира (kg)	Брзина паљбе (met/min)
7,62	240	4	30	254	795/550	3,57	0,37	620±60

Пушкомитраљез М72 Б1 (слика 5.27.) функционише на Калашњиков принципу, основне карактеристике су дате у табели 5.3. Одликује га ефикасан и поуздан систем брављења, са сигурносним системом који онемогућава опаљење пре него што је дошло до потпуног забрављивања [14].

Поузданост функционисања у различитим климатским и теренским условима је потврђена током година коришћења.

Дуготрајност и висока прецизност је постигнута израдом цеви поступком хладног ковања. Ребраста цев има брже хлађење, на тај начин је осигурана прецизност оружја и при оштрим режимима коришћења. Добра ергономска решења и одлична избалансираност резултира малим трзајем.

Полуга регулатора паљбе има три положаја: јединична, рафална, уочено.

Регулатор протока барутних гасова омогућава коришћење оружја у екстремним климатским условима и у условима велике запрљаности оружја.

Интегрално двоножно постоље, које се може склопити, олакшава нишањење и дејство при рафалној паљби.

Механички нишани са трицијумским цевчицама обезбеђују могућност нишањења у условима слабе видљивости.

Облоге цеви и кундак су израђени од квалитетне буковине.

Користи исти метални оквир капацитета 30 метака, као и остало аутоматско оружје калибра 7,62 x 39 mm произведено у Застава оружју.



Слика 5.27. Пушкомитраљез М72 Б1

Табела 5.3 Техничке карактеристике пушкомитраљеа М72 Б1

Калибар (mm)	Корак увијања (mm)	Број жљебова	Капацитет оквира (метака)	Дужина цеви (mm)	Дужина, укупна/склопљен кундак (mm)	Маса (kg)	Маса оквира (kg)	Брзина паљбе (met/min)
7,62	240	4	30	542	1025	5,37	0,37	620±60

Као што се може видети из предходних примера оружја, наведене врсте оружја користе исти калибар.

Примери метака калибра 7,62x39 mm са одређеним карактеристикама дати су у табели 5.4. и 5.5.

Наша фабрика "Први Партизан" Ужице, ову муницију производи са пројектилима FMJ, PSP и SP RN.

Табела 5.4. Карактеристике метака кал. 7,62x39 мм [12]

Тип зрна	Калибар	Тежина зрна(g)	Диа.(инч)	Тежина зрна(gr)
FMJ	7.62	8.00	0.310	123
PSP	7.62	8.00	0.310	123
SP NR	7.62	8.00	0.310	123

Табела 5.5. Балистичке карактеристике метка 7.62×39mm [15]

Lateral view of a steel-cased 7.62×39mm [FMJ](#) cartridge.

Ballistic performance

Bullet mass/type	Velocity	Energy
7.9 g (122 gr) FMJ	730.3 m/s (2,396 ft/s)	2,108 J (1,555 ft·lbf)
10.0 g (154 gr) SP	641.3 m/s (2,104 ft/s)	2,056 J (1,516 ft·lbf)
8.0 g (123 gr) FMJ	738.0 m/s (2,421 ft/s)	2,179 J (1,607 ft·lbf)

Test barrel length: 415 mm (16.3 in.)
Source(s): Wolf Ammo^[1] Sellier & Bello

Full Metal Jacket (FMJ) зрна имају пуну кошуљицу на целој дужини, осим мале површине на дну зрна. Ова зрна имају добру пробојну моћ. Секантни оживал код неких FMJ зрна обезбеђује већи балистички коефицијент и положенију путању [12].



Слика 5.28. Метак Full Metal Jacket (FMJ)

Pointed Soft Point (PSP) имају оштар оловни врх, који иницира ширење зрна при удару, аеродинамички обликован оживал који обезбеђује повољнији балистички коефицијент и положенију путању зрна [12].



Слика 5.29. Метак Pointed Soft Point (PSP)

Soft Point Round Nose (SP RN) зрна имају туп заобљен врх и погодна су за гађања на мањим даљинама, посебно у шумским пределима. Захваљујући великој маси олова у врху, зрно се поуздано шири и при мањим брзинама, ови меци имају већу тежину зрна за одређене дужине [12].



Слика 5.30. Метак Soft Point Round Nose (SP RN)

8. ЗАКЉУЧАК

У овом раду анализиран је технолошки поступак ожљебљења унутрашње трасе цеви хладним ковањем за метак калибра 7,62x39 mm. Информативно су представљени и остали технолошки поступци ожљебљења цеви оружја.

Ковање је метод ожљебљења, који је осмишљен 1939. године од стране Немаца који су га користили у време Другог светског рата. После рата, овај метод се проширио на европске земље и данас је у Европи много више заступљен од осталих поступака.

Суштина процеса радијалног ковања састоји се у строгом симетричном истискивању припремка. При ковању се остављају незнатни додаци за механичку обраду спољне трасе цеви. Пречници отвора ожљебљених цеви, који се данас добијају ковањем, налазе се у распону од 4,5 до 105 mm. Тачност мера отвора цеви, добијена ковањем, није мања од тачности постигнуте осталим поступцима обраде. Процес почиње узимањем припремка који је 30% краћи од своје коначне величине и има отвор који је до 20% већи од жељене величине.

У раду је детаљно анализиран процес хладног ковања, са приказом алата, машина за ковање и њихових карактеристика, као и приказ методологије дефинисања улазних параметара процеса на основу којих се добијају излазни параметри процеса. Такође је анализирана тачност и квалитет површина добијених овим процесом.

Извршена је анализа захтева за унутрашњу трасу цеви за метак 7,62x39 mm као и анализа захтева за унутрашњи отвор цеви пре технолошког поступка ожљебљења. Рад приказује мере припремка цеви кроз све операције које претходе операцији хладног ковања.

У раду је посебно наглашен процес хладног ковања унутрашње трасе цеви аутоматске пушке кал. 7,62x39 mm М70 и њених изведених верзија М70АБ2, М70АБ3 ..., који се изводи на вертикалним машинама за ковање.

У циљу лакшег праћења и разумевања, ожљебљење цеви хладним ковањем приказано је кроз фотографије операција кроз које пролази припремак цеви кал. 7,62x39 mm фабрике "Застава оружје" из Крагујевца.

Поступак ожљебљења хладним ковањем је високо продуктиван метод израде. Овим поступком обраде се обезбеђује висока тачност и висок квалитет обраде површине водишта пројектила.

Резултати примењених анализа могу се користити код пројектовања технолошког поступка ожљебљења хладним ковањем за цеви оружја/оруђа и других калибара код којих се покаже да је оправдано увођење ове технологије.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] М. Петровић, *Технологија производње наоружања*, Предавања, 2015.-2016.
- [2] И. Стевановић: *Анализа и пројектовање технолошког поступка ојсљебљења протискивањем унутрашње трасе цеви оружја за метак 12,7x108 мм*, дипломски рад, ФИН, Крагујевац, 2015.
- [3] М. Миловановић, *Анализа и дефинисање технолошког поступка дубоког бушења унутрашње трасе цеви оружја калибра 40 мм*, дипломски рад, ФИН, Крагујевац, 2015.
- [4] М. Петровић, *Механика аутоматског оружја*, уџбеник, ВА, Београд, 2007.
- [5] В. Павелић, *Технологија производње наоружања*, ЦВТШ КоВ Загреб, 1988.
- [6] <http://www.firearmsid.com/feature%20articles/rifledbarrelmanuf/barrelmanufacture.htm>, октобар 2016
- [7] <http://firearmshistory.blogspot.rs/2010/05/rifling-manufacturing-electro-chemical.html> октобар 2016
- [8] <http://firearmshistory.blogspot.rs/2010/05/rifling-manufacturing-button-rifling.html> октобар 2016
- [9] <http://firearmshistory.blogspot.rs/2010/05/rifling-manufacturing-hammer-forged.html> октобар 2016
- [10] "Застава оружје", *Технолошки поступци ковања цеви стрелачког оружја*, Крагујевац, Октобар 2016.
- [11] Стефан А. Шћепановић: *Анализа технолошког поступка ојсљебљења електрохемијским нагризањем унутрашње трасе цеви оружја за метак 7,62x54 mm*
- [12] http://www.prvipartizan.com/sr/rifle_bullets.php новембар 2016
- [13] *Commission Internationale permanente Pour l'Epreuve des Armes à Feu portatives.*
- [14] <http://www.zastava-arms.rs/sr/sluzbeni-program> новембар 2016
- [15] <https://en.wikipedia.org/wiki/7.62%C3%9739mm> новембар 2016
- [16] https://www.google.rs/search?q=barrel+rifling&rlz=1C1AOHY_enRS713RS713&espv=2&biw=1366&bih=610&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwi40PzkiuLQAhWGBSwKHffiDz4QsAQIJA октобар 2016