

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: Производне технологије

Број индекса: 524/2014

Анђела С. Мијаиловић

АЛАТИ ЗА ИЗРАДУ ЦЕВИ АРТИЉЕРИЈСКИХ ОРУЂА

Дипломски рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. ред. проф. др Богдан Недић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____



Основне студије: **Војноиндустријско инжењерство**

Студијско подручје (усмерење): **Наоружање**

Име и презиме: **Анђела Мијаиловић**

Број индекса: **524/2014**

ПРИЈАВА ДИПЛОМСКОГ РАДА

Тема рада: **Алати за израду цеви артиљеријских оруђа**

Задатак: У оквиру дипломског рада кандидат треба да изврши прикупљање и систематизацију података о технологијама које се користе за израду цеви артиљеријских оруђа. Посебно дефинисати алате и машине. У другом делу рада дати пример резних алата за израду артиљеријске цеви одређеног калибра.

Дипломски рад треба да садржи следеће целине:

1. Уводна разматрања,
2. Карактеристике цеви артиљеријских оруђа,
3. Технологије израде артиљеријских цеви,
4. Резни алати и машине за израду артиљеријских цеви,
5. Закључци,
6. Литература.

Ментор:

Др Богдан Недић, редовни професор

Крагујевац, 04.07.2019.

Резиме:

Предмет дипломског рада су алати за израду артиљеријских цеви, као један од најзначајнијих елемената обрадног система израде артиљеријских цеви. У раду су у првом делу описане врсте артиљеријских цеви са основним карактеристикама. Дат је приказ технологије механичке обраде цеви, као и технолошки поступци завршне обраде, при којима се користе специјални алати. У зависности од поступка обраде, дати су примери који илуструју савремене резне алате и машине које се најчешће користе при изради артиљеријских цеви. На крају рада описани су специјални мерни алати за мерење и контролу квалитета израде унутрашње трасе цеви.

Кључне речи: резни алати, артиљеријске цеви, технологија механичке обраде цеви, технолошки процеси.

Summary:

The subject of this paper are tools for making artillery tubes, as one of the most important elements of the processing system for making artillery tubes. The first part describes the types of artillery tubes with basic characteristics. There is an overview of the technology of mechanical pipe processing, as well as technological finishing procedures, using special tools. Depending on the processing procedure, are given examples that illustrate the modern cutting tools and machines most commonly used in making artillery tubes. At the end of the paper, special measuring tools are described for measuring and controlling the quality of the inner pipe assembly.

Key words: tools, artillery tubes, technologies of mechanical pipe processing, technological finishing processes.

Садржај:

1. Увод.....	6
2. Цеви артиљеријских оруђа.....	8
2.1 Подела артиљеријских цеви	10
2.1.1 Неојачана – моноблок цев	10
2.1.2 Ојачане (састављиве) цеви	11
2.1.3 Слободне (лајнер) цеви.....	11
2.2 Конструкција цеви оруђа	12
2.3 Силе које делују на цев при опаљењу	13
3. Технологија механичке обраде цеви	15
3.1 Операције механичке обраде цеви	15
3.2 Обрада крупних полуфабриката стругањем	16
3.3 Дубоко бушење.....	17
3.3.1 Дефекти при бушењу дубоких отвора	18
3.4 Проширивање дубоких отвора.....	19
3.5 Хладно ротационо истискивање цеви	19
3.6 Технолошки процес олучења цеви	20
4. Технолошки процеси завршне обраде цеви	21
4.1 Хоновање.....	21
4.2 Полирање канала цеви	21
4.3 Завршна обрада дубоких отвора љуштењем и роловањем.....	21
4.4 Термичка обрада обрађених делова.....	22
4.5 Специјални поступци површинске заштите	22
5. Алати за израду цеви артиљеријских оруђа	23
5. 1 Обрада отвора.....	23
5.2 Алати за дубоко бушење.....	24
5.3 Алати за дубоко бушење малих отвора.....	28
5.4 Алати за дубоко бушење средњих пречника са одређеним базирањем	30
5.5 Алати за дубоко прстенасто бушење	32
5.6 Алати за проширивање дубоких отвора.....	33
5.7 Алати и уређаји за проширивање дубоких конусних отвора специјалних профила	34
5.8 Алати за хладно ротационо истискивање	35
5.9 Алати за механичко резање олука цеви.....	36
5.9.1 Главе за олучење	36
5.9.2 Ножеви глава за олучење	37
5.9.3 Провлакачи за олучење цеви оруђа	38

5.10 Алати и помоћна средства при завршној обради цеви	39
5.10.1 Хоновање.....	39
5.10.2 Полирање	41
5.10.3 Љуштење и роловање	41
5.11 Алати и прибор за контролу крајње обрађених цеви	42
6. Закључак	44
7. Литература.....	45

1. Увод

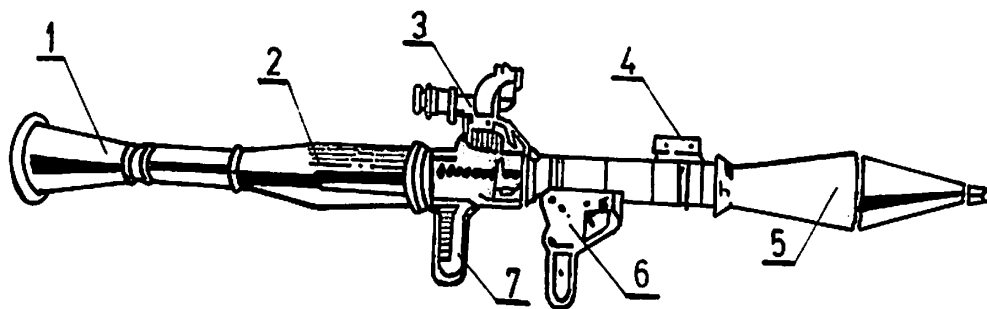
Технологија производње наоружања пре свега зависи од врсте опреме и технолошког нивоа на коме се налази фабрика, али и од конструкционе сложености и серијског броја производа.

Најчешће се процес израде простијих делова завршава у једном производном погону, док се сложенији делови обрађују у више радионица и процеса. Одређени делови, високе сложености, производе се често у специјализованим фабрикама по принципу кооперације, а затим се достављају фабрици која врши финални рад на производу.

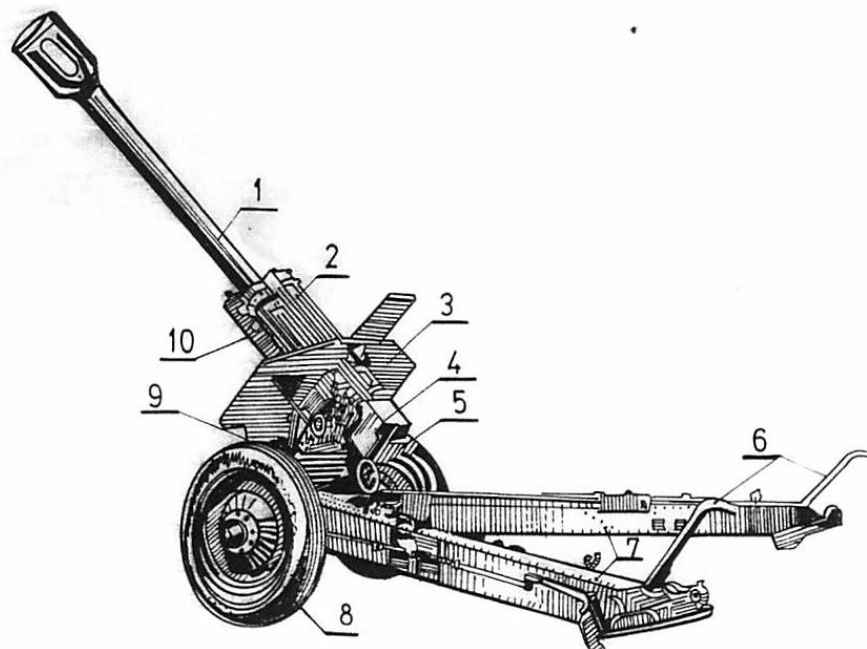
По конструкционој сложености, производи могу бити сложени (артиљеријска оруђа великог калибра), или једноставни (ручни бацачи и минобацачи). Степен сложености производа одређује број делова, или склопова, својства материјала, облик и прописана тачност делова.

Конструкција, димензије и тежина су одлучујући фактори који утичу на организацију технолошких процеса у производњи.

У наставку су представљени ручни бацач и хаубица (слика 1 и 2).



Слика 1 - Ручни бацач: 1 - левак, 2 - цев, 3 - нишанска справа, 4 - механички нишан, 5 - мина, 6 - механизам за окидање, 7 – рукохват [1]



Слика 2 - Хаубица: 1 - цев, 2 - противтрзајући систем, 3 - штит, 4 - задњак, 5 - горњи лафет, 6 - носач крака, 7 - кракови, 8 -точак, 9 - доњи лафет, 10 – колевка [4]

При самом пројектовању делова и склопова артиљеријског наоружања, конструктор треба на основу проорачуна да пропише следеће податке: димензије, материјал, механичке особине материјала и квалитет обраде површина.

Поред наведеног, потребно је прописати и дозвољена одступања од номиналних вредности за све араметре у конструкционој документацији и припадајућим техничким условима.

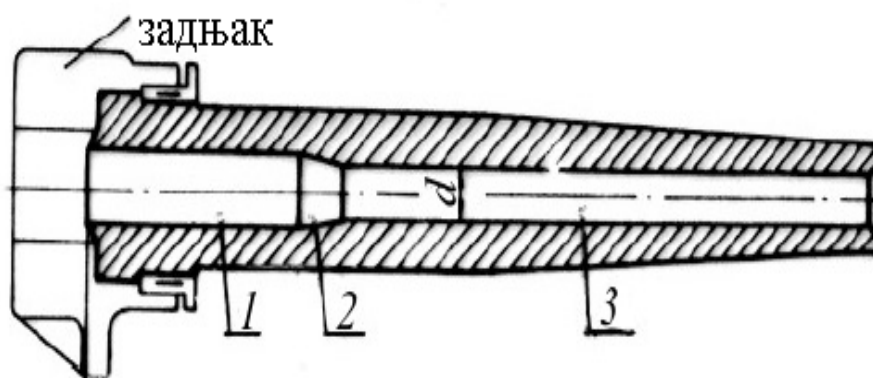
Одступања се одређују на основу стандарда, или посебних потреба, које проистичу из услова рада делова и склопова. Осим тога треба водити рачуна и о технолошким могућностима производних погона, али и техничко-економским могућностима.

Поред технологија производње наоружања и свих детаља који улазе у основе саме технологије, јако битан део, тачније неизоставан, јесу свакако алати који се користе при самој обради и производњи делова, који представљају главну тему овог дипломског рада.

У даљем тексту је детаљније речено о самим алатима, али и врсти, у зависности од технологије при којој се користе. Такође су алати разврстани и према намени, али и доведени у везу са самим технологијама уз које се користе. У појединим деловима овог дипломског рада су приказани и савремени алати који се данас најчешће користе и о којима се највише говори.

2. Цеви артиљеријских оруђа

Цев артиљеријског оруђа је намењена за извршење опаљења метка и лансирање пројектила са дефинисаном почетном брзином и обртном брзином и правцем полета. Према конструктивном решењу, цев представља дебелозидни цилиндар, чија се унутрашња шупљина назива канал цеви (слика 3).



Слика 3 - Шема цеви: 1 - комора, 2 - прелазни конус, 3 - водиште пројектила [5]

Барутна комора је глаткозидни део у који се смешта барутно пуњење, које је смештено у чауру метка, или у амбалажу без чауре. Прелазни конус спаја барутну комору са водиштем пројектила. Водиште пројектила је предњи део цеви по коме се креће пројектил за време опаљења.

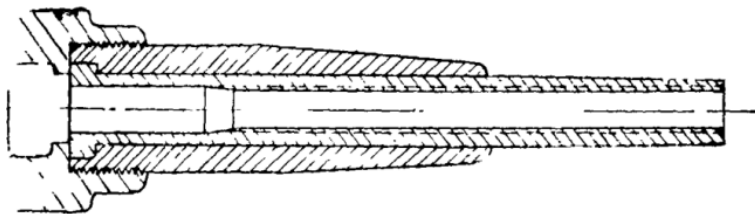
Пресек цеви у коме је смештено пуњење се назива задњи, или пресек задњака, а пресек из кога излеће пројектил је предњи, или пресек уста цеви.

За цев је уско везан задњак, у који се смешта затварач са деловима, као и противтрзајући уређај.

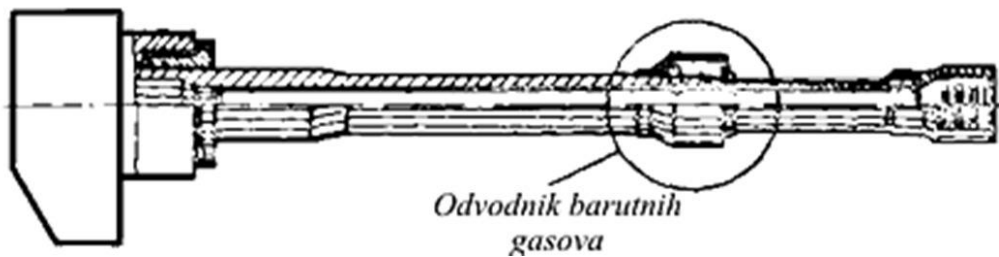
У зависности од начина израде водишта пројектила у каналу цеви, могу се израдити цеви са ожљебљеним и глатким водиштем. Пречник канала цеви d , који се мери између поља, представља калибар оруђа. Код глаткозидних канала цеви, калибар цеви је пречник водишта пројектила.

Први и основни захтев за цев, као главног дела оруђа, проистиче из његове намене – обезбеђења захтева балистике, тј. да се из цеви задатог калибра d при опаљењу пројектила одређене масе m , обезбеди почетна брзина V_0 и обезбеди стабилност лета у потребном правцу. На основу свега овога, долази се до закључка да је пре пројектовања саме цеви, неопходно имати пројекат пројектила и готово решење унутрашње балистике.

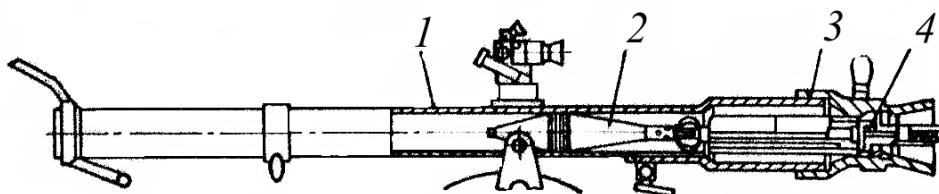
Конструкција и облик цеви у општем случају зависе од шеме оруђа. Могу се навести пет облика цеви: цеви лафетног оруђа на точковима (топови и хаубице) (слика 4), цеви самоходних оруђа (слика 5), цеви бестрзајних оруђа (слика 6), цеви минобацача (слика 7) и цеви ракетних лансера (слика 8).



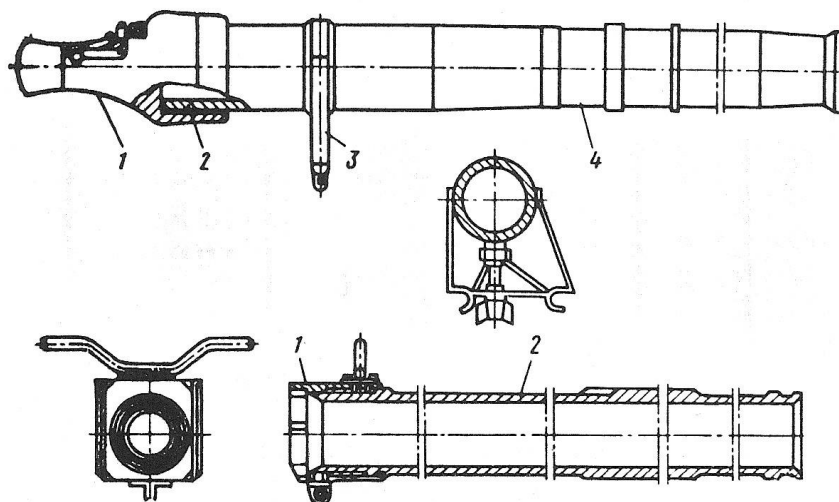
Слика 4 - Шема цеви лафетног оруђа [5]



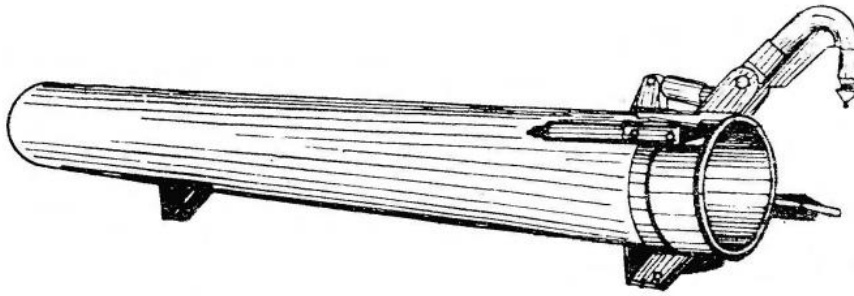
Слика 5 - Шема цеви самоходних оруђа [5]



Слика 6 - Шема цеви бестрзајних оруђа: 1 - цев, 2 - пројектил, 3 - барутна комора, 4 - затварач са млазником [5]



Слика 7 - Шема цеви минобацача: 1 - задњак са кугластом петом, 2 - међупрстен, 3 - огрлица, 4 - цев [5]

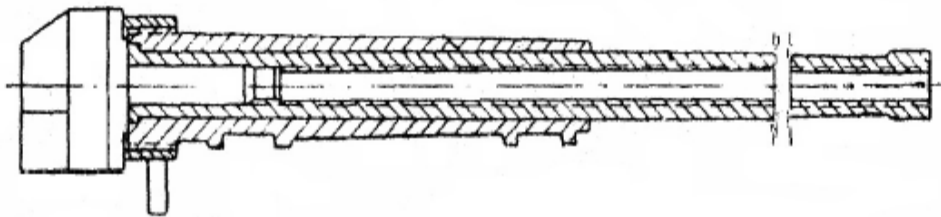


Слика 8 – Цев ракетног лансера [5]

Без обзира на конструктивне облике цеви, основни захтев који мора да задовољи цев оруђа, али и било које ватрено оружје, јесте њена отпорност и уздужна чврстоћа. Отпорност и уздужна чврстоћа цеви зависе, пре свега, од дебљине њених зидова.

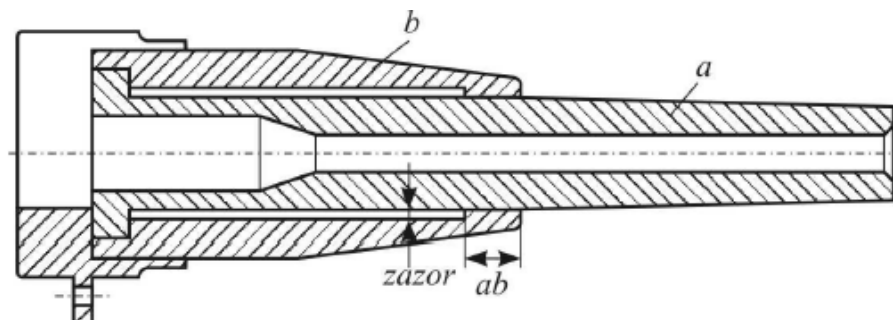
2.1 Подела артиљеријских цеви

Данашња артиљеријска оруђа се могу сврстати у два типа конструкције цеви и то: неојачана – моноблок цев (слика 3) и ојачана – састављива цев (слика 10).



Слика 10 – Шема ојачане састављиве цеви [5]

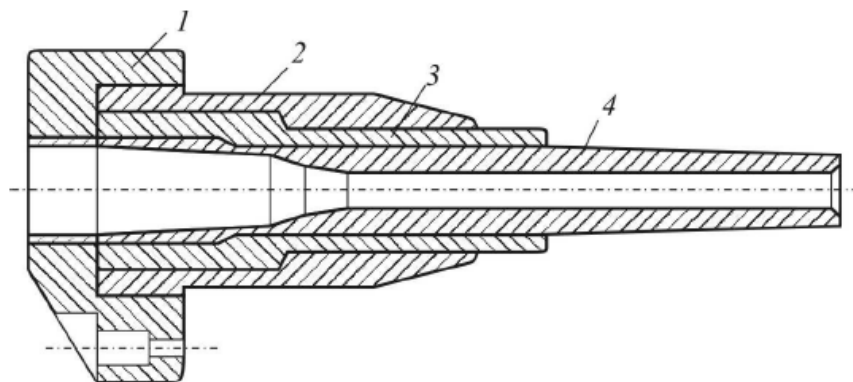
2.1.1 Неојачана – моноблок цев се израђује из једног комада. Може бити са ижљебљеним, или глатким каналом. По конструкцији је веома једноставна и економична за производњу. Један од недостатака ове цеви је што се код прекомерене истрошености канала мора цела заменити. У зиду ове цеви не постоји преднапонско стање напрезања, које се изазива вештачким путем за време процеса термичке обраде, ради повећања њене еластичне отпорности. Моноблок цев, такође, може бити састављива, тј. израђена из две цеви, које су навучене једна на другу, са релативно великим зазором међу њима (слика 11).



Слика 11 – Шема пресека двслојне цеви са зазором [5]

При оваквом зазору између унутрашње цеви a и спољашње цеви b мора постојати део ab , где спољашња површина унутрашње цеви површински належа на унутрашњу површину оповршину спољашње цеви. Код оваких конструкција, спољашња цев служи да повећа масу трзајућих делова.

2.1.2 Ојачане (састављиве) цеви су такве цеви у чијим зидовима пре опаљења (тј. у стању мировања) постоји преднапонско стање напрезања, које је нането разним поступцима ради повећања укупне еластичне отпорности цеви. Састављене цеви са једним, или више цилиндара, називају се и вишеслојне цеви (слика 12).



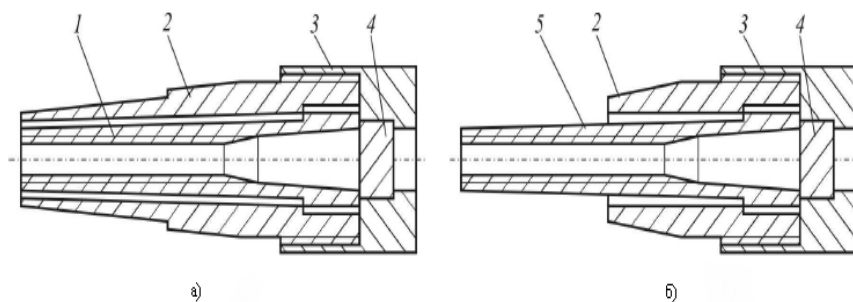
Слика 12 – Шема вишеслојне састављиве цеви: 1 – задњак, 2 – спољашњи слој, 3 – међуслој, 4 – унутрашња цев [5]

Унутрашња цев може бити састављена са омотачем по целој дужини, или састављена на задњем делу цеви са омотачем који покрива цев до њене половине. Спречавање уздужног померања састављивих слојева цеви се врши на различите начине, а неки су помоћу спојних прстенова, навртке, такозваног термичког испуста и слично. Нешто лакши поступак ојачавања цеви, без навака, осмислио је професор Дроздов крајем 60-их година и тај поступак се назива самоојачавање цеви, односно аутофретажа цеви. Она омогућује коришћење челика са нижим механичким својствима, али и једноставнију механичку обраду цеви у односу на састављање слојева цеви са преклапањем и боља је могућност раног откривања скривених дефеката у материјалу цеви.

2.1.3 Слободне (лајнер) цеви са омотачем су настале из потребе да се истрошена цев или унутрашња цев састављиве вишеслојне цеви која више не задовољава балистичке карактеристике реновира, односно обнови. Суштине овакве цеви се састоји у томе да се унутрашња цев умеће у омотач (спољну цев) са одређеним зазором и што она може да се замени у случају деградације балистичких параметара канала цеви. Та заменљива цев се назива лајнер, или слободна цев.

Лајнером се назива цев која је постављена у омотач са зазором који покрива цев по целој њеној дужини, све до уста цеви (слика 13а).

Слободна цев је унутрашња цев постављена у омотач, такође са зазором, али је покривена саммо на задњем делу њене дужине (слика 13б).



Слика 13 – Шема цеви са лајнером (а) и са слободном цеви (б)
1 – лајнер, 2 – омотач, 3- задњак, 4 – затварач, 5 – слободна цев [5]

2.2 Конструкција цеви оруђа

Поред своје главне намене, цев оруђа треба да обезбеди сигурно и поуздано опаљење метка, вођење пројектила и лансирање пројектила из цеви. Уз све то је и најоптерећенији део оруђа који је при сваком опаљењу изложен високим притисцима барутних гасова, високим температурама и дејству силе импулсног карактера.

С обзиром на оптерећење цеви, њену поузданост и услове експлоатације, основни захтеви за цев су следећи:

-Довољна отпорност на чврстоћу и крутост у свим пресецима цеви

Потребна отпорност цеви на чврстоћу дефинише се највећим унутрашњим притиском у каналу цеви, који цев може да издржи у домену еластичних деформација. Крутост цеви се оцењује величином угиба цеви услед сопствене масе и величином вибрација цеви при опаљењу. Отпорност цеви зависи од конструкције њених зидова, квалитета материјала и слично. У зависности од напрегнутог стања зидова, цеви се деле на ојачане и неојачане цеви.

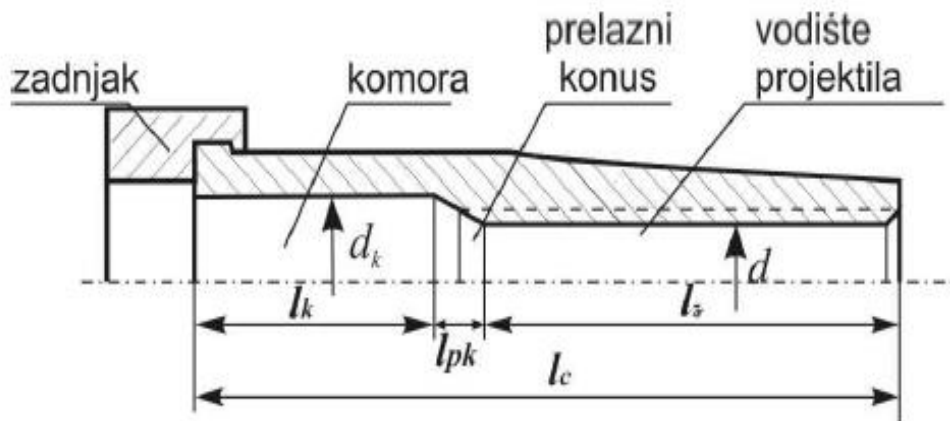
-Конструктивне димензије цеви (слика 14)

Потребне димензије цеви морају да обезбеде рационалну барутну комору W_0 , одговарајућу дужину ожљебљеног дела цеви $l_{\text{ж}}$, за обезбеђење захтеване почетне брзине пројектила при потпуном сагоревању барутног пуњења у цеви.

Где су: l_k – дужина барутне коморе

l_c – укупна дужина цеви

и оптимални угао нагиба жљебова α да би се обезбедила потребна стабилност пројектила при опаљењу на путањи.



Слика 14 – Шема цеви [5]

-Поуздано вођење цеви при трзању и враћању

Спољна траса цеви при кретању цеви за време трзања и враћања у клизачима колевке мора да буде цилиндрична. Конструктивно разликујемо цеви код којих се при трзању ослона база смањује, или остаја константна, или се повећава.

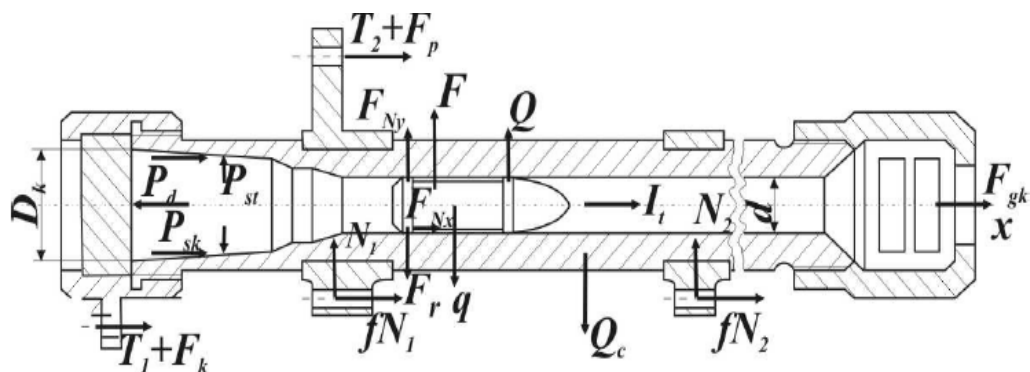
-Животни век цеви (век употребе)

Дефинише се укупним бројем испалених пројектила за време употребе оруђа, код којег су основне карактеристике и параметри цеви још увек очувани у пројектованим границама. Основни критеријуми за дефинисање цеви: пад почетне брзине, смањење тачности и прецизности гађања и повећање растурања почетне брзине преко дозвољене границе, зависно од врсте оруђа.

2.3 Силе које делују на цев при опаљењу

На цев оруђа за време опаљења делују различите силе по интензитету, карактеру и начину дејства. Све те силе су приказане на следећој слици 15 и могу се поделити на:

- силе притиска барутних гасова
- силе међусобног дејства пројектила и водишта цевви
- силе реакције колевке, ПТУ и гасне кочнице (ако је уграђена)
- силе инерције при трзању цеви



Слика 15 – Силе на цев при опаљењу [5]

- P_d – сила притиска барутних гасова на дно цеви,
- P_{sk} – сила притиска барутних гасова на конусне површине,
- P_{st} – сила притиска барутних гасова на зидове цеви,
- F_r – сила притиска водећег прстена на зидове цеви, због стезања водећег прстена (радијални притисак),
- F_{Ny} – тангенцијална компонента силе притиска водећег прстена на радну страну поља,
- F_{Nx} – аксијална компонента силе притиска водећег прстена на радну страну поља,
- Q – сила дејства пројектила због статичке и динамичке неуравнотежености пројектила,
- F – центрифугална сила због кривине цеви
- N_1, N_2 – реакције ослонаца,
- $\sum T_k$ – силе трења на ослонцима,
- $\sum T_r$ – силе трења у заптивачима повратника и кочнице,
- F_r – сила повратника,
- F_k – сила кочнице трзања
- F_{gk} – сила гасне кочнице,
- L_t – сила инерције,
- Q_c – тежина цеви,
- q – тежина пројектила. (Ристић и Јаковљевић, 2001: 23-64)

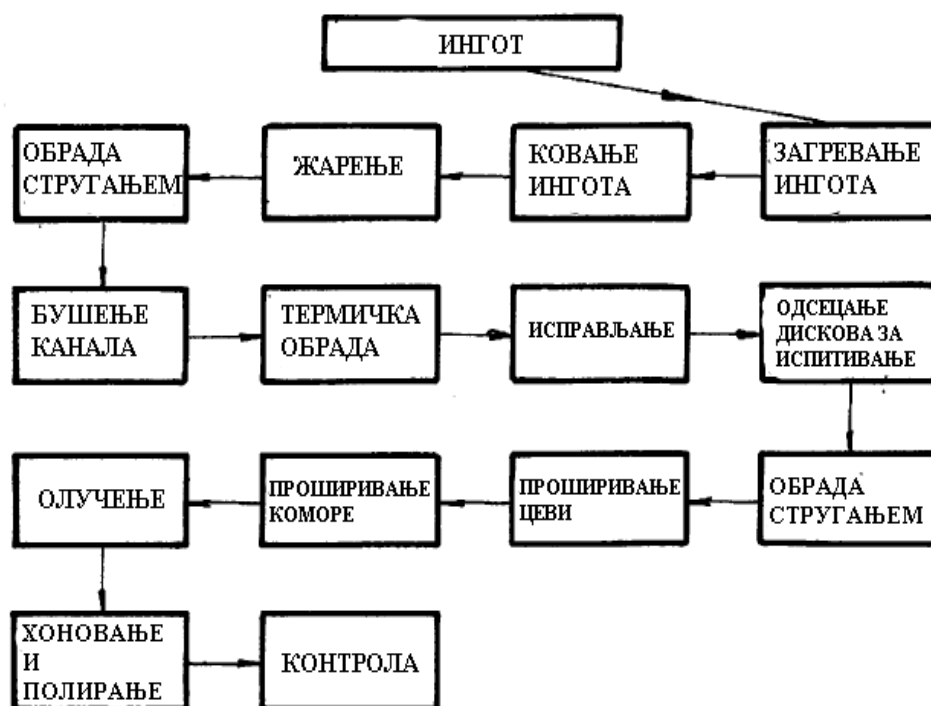
3. Технологија механичке обраде цеви

3.1 Операције механичке обраде цеви

Од тачности прописане израде цеви, зависе основни фактори који утичу на сам план опрације механичке обраде. Након завршене термичке обраде, унутар материјала полуфабриката остају унутрашњи напони који после скидања струготине механичком обрадом, изазивају деформације. Код цеви, услед тих деформација се јавља искривљеност, а последица те искривљености је различита дебљина зида цеви. У циљу одстрањења те искривљености, изводе се операције спољне обраде стругањем, а онда и операција проширивања канала цеви. Заостали унутрашњи напони након термичке обраде полуфабриката се посебно изражавају након спољњег скидања слоја материјала стругањем цеви, јер спољни слој материјала услед наглог загревања и хлађења при термичкој обради, задржава знатне заостале напоне.

Након спољне грубе обраде стругањем, цев се најчешће цела искриви, а напони у зидовима се смањују. При проширивању цеви након ове обраде, заостали напони немају више утицаја на појаву искривљености цеви. Након ове обраде, цев добија потребну правост.

На слици 16 је приказана шема основних операција при изради цеви артиљерисјких оруђа и кретање полуфабриката кроз поједине погоне.



Слика 16 – Шема основних технолошких операција при обради цеви артиљеријских цеви [4]

Због великог броја операције при технолошкој изради, испитивања и контроле цеви, веома је важно пројектовати оптималан технолошки поступак. При лоше

пројектваном поступку, појављује се велики број додатних, непотребних трошкова, али се јавља и вишак непотребно уложеног рада, или могући шкарт.

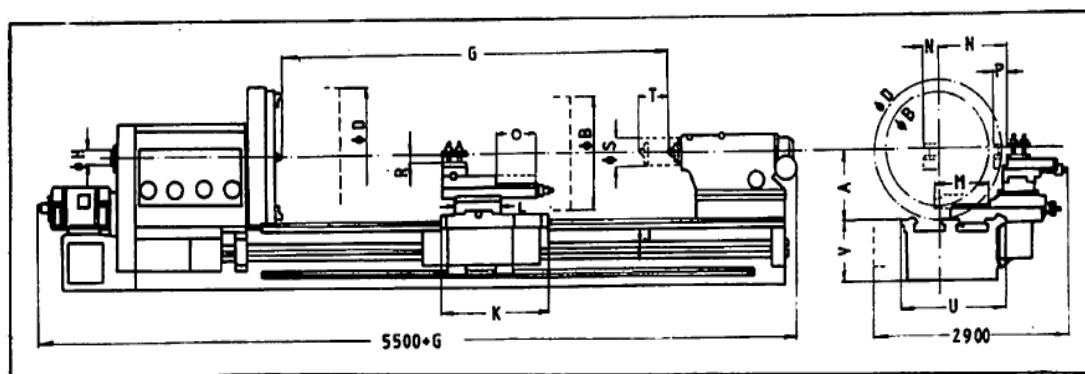
3.2 Обрада крупних полуфабриката стругањем

Цеви артиљеријских оруђа се обрађују на струговима који се разликују од обичних по габаритним мерама и снази.

Споменути стругови који се користе за обраду цеви и полуфабриката, дужине од 3-14м и пречника од 500-2000мм, дужине су од 5-25м. Обрада спољних површина цеви и великих дужина са једним ножем је непрактична, те због тога стругови имају дваЗ, а понекад и три, па је на овај начин омогућена обрада спољних површина, истог, или различитог пречника са два, или три ножа чиме се повећава производност.

Полуфабрикат се на машинама стеже једним крајем у стезну главу, док се други крај поставља на обртни коњић. Ако је дужи полуфабрикат у питању, у средњем делу код таквих полуфабриката се постављају линете као ослонци. То место где се налазе линете се посебно обрађује.

Најтежи стругови имају масу преко 100т и омогућују обраду делова чији је спољни пречник преко 4м.



Слика 17 – Шема струга за обраду артиљеријских цеви [4]

На струговима (слика 17), могу се изводити следеће операције:

- стругање спољних цилиндричних и конусних површина цеви и пуних полуфабриката,
- бушење и проширивање плитких отвора,
- стругање вратила и осовина које имају цилиндричне и фазонске површине,
- резање метричних и вивтвортних навоја нормалног профила, али и специјаних навоја са крупним кораком,
- стругање танких осовина и вратила константног и променљивог пресека од којих се и поред мале крутости, тражи висока тачност обраде,
- обрада чеоних ослоних површина равних површина код задњака, навртки и других елемената који имају велике равне површине.

3.3 Дубоко бушење

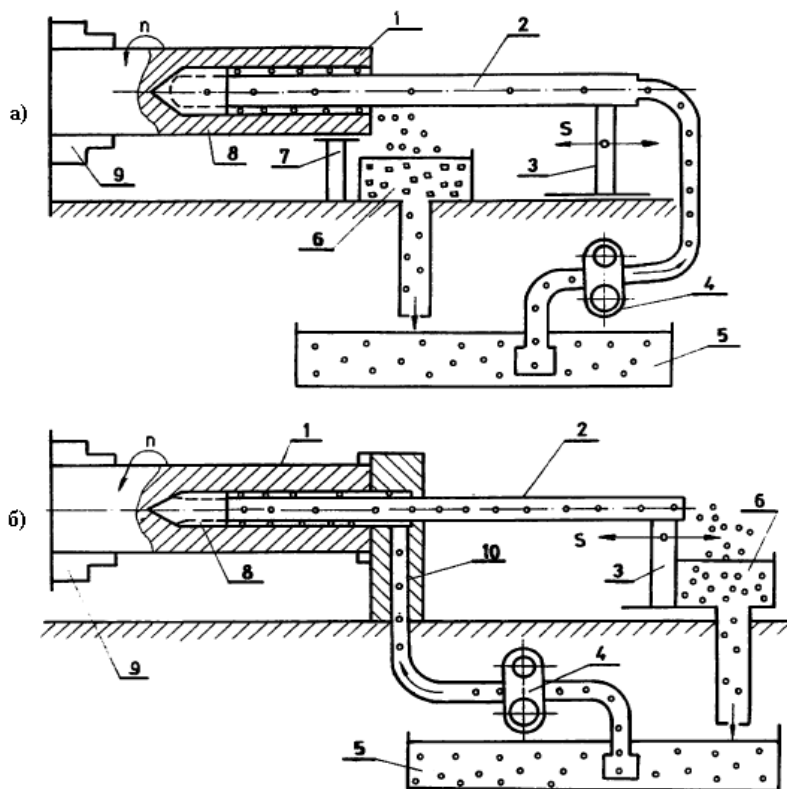
Када је у питању машинство, у свим областима машинства се примењују делови који имају дубоке отворе. Потребе за деловима са дубоким отворима се јављају у општем и у војном машинству, у нафтној и хемијској индустрији и другим областима.

Метелани и неметални делови са дубоким отворима се не раде поступком дубоког бушења, већ другим технолошким процесима, као што су ливење, савијање лимова уз накнадно заваривање у цилиндри, поступци извлачења, ваљање и друге методе.

Поступак дубоког бушења се користи за обезбеђење више производности у односу на расположиве поступке, али и када се од делова захтева висока тачност и квалитет површина дубоких отвора.

Да би се добио дубоки отвор, неопходно је непрекидно бушити уз принудно спољно, или унутрашње одвођење струготине помоћу течности, која се у зону резања доводи под притиском. Нешто ређе се уместо течности користи и компримирани ваздух.

На слици 18а је приказана метода дубоког бушења са спољним, а на слици 18б метода са унутрашњим одвођењем струготине.



Слика 18 – Шема одвођења струготине из зоне резања при дубоком бушењу [4]

Приликом дубоког бушења се ствара отвор чија је релативна дужина већа од 3-5 пречника бушења у пуном материјалу, уз примену специјалних алата, стега, уређаја и машина којима се обезбеђује принудни одвод струготине из зоне резања.

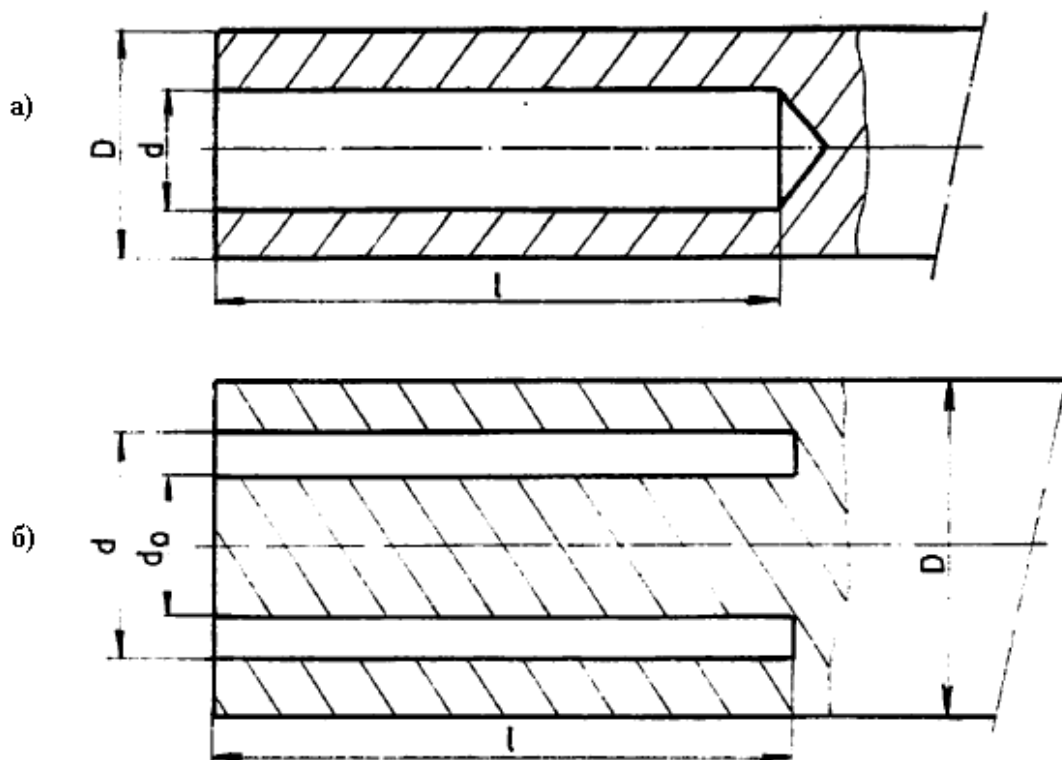
Под релативном дужином отвора се подразумева однос дубине бушења (l) и пречник бушења (d), који треба да је у границама: $\delta_l = \frac{l}{d} \geq 5$, или ако се узме прецизније:

$$\delta_l = \frac{l}{d} \geq 3.$$

Специфичност ове операције је у томе што алат себи мора да створи пут у пуном материјалу, без обезбеђивања ослонаца и чврстог вођења. Од квалитета дубоког бушења зависи број и структура осталих технолошких операција.

Код дубоког бушења се разликују два типа: пуно и прстенасто бушење, или бушење са вађењем језгра.

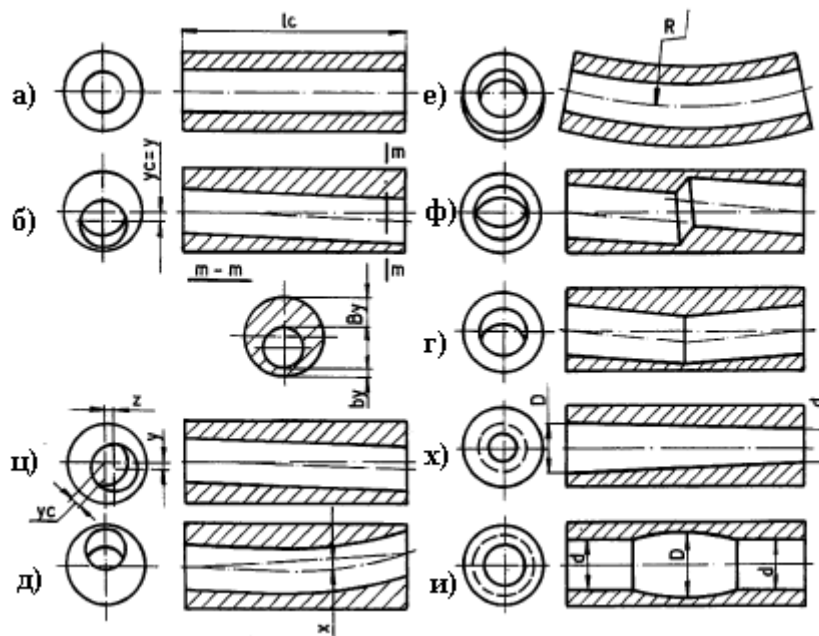
У случају пуног бушења, материјал из предстојећег дубоког бушења се претвара у струготину, док се при прстенастом дубоком бушењу у струготину претвара прстенаста запремина материјала. Оба случаја дубоког бушења су приказана на слици 19.



Слика 19 – Врсте дубоког бушења: а) пуно бушење, б) прстенасто бушење [4]

3.3.1 Дефекти при бушењу дубоких отвора

Дефекти који се јављају при дубоком бушењу (слика 20) се могу поделити у пет група.



Слика 20 – Дефекти ри дубоком бушењу: (а – правилно избушен отвор, б – одступање осе отвора у равни x/y , в – одступање које се налази између површина x/y и x/z , г – кривина осе отвора, е – кривина осе отвора изазвана кривљењем, ф – одступање при двостраном бушењу, г – прелом осе отвора при двостраном бушењу, х – конусност, и – проширење отвора) [2]

3.4 Проширивање дубоких отвора

Код ове операције механичке обраде врши се скидање додатака материјала и добијају се цилиндрични отвори са фином површином.

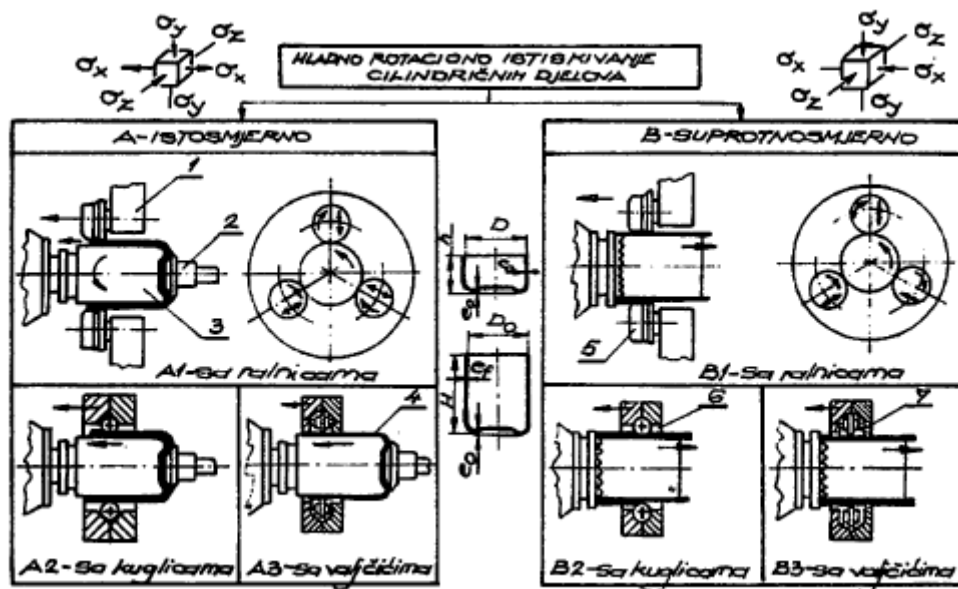
Разликују се проширивање цилиндричних, конусних и геометријских сложених отвора (барутне коморе и цилиндрично-конусне цеви). Проширивање може да буде грубо, получисто и фино.

3.5 Хладно ротационо истискивање цеви

Када је оваква метода израде артиљеријских цеви у питању, разликујемо две врсте хладног ротационог истискивања цилиндричних делова:

- Поступак истосмерног хладног ротационог истискивања, код кога се алат (ролница, куглица, или ваљчић) креће уздуж осе трна ка слободном крају радног предмета, при чему се алат и недеформисани део радног комада крећу у истом смеру.
- Поступак супротносмерног хладног ротационог истискивања, код кога се алат креће уздуж осе трна према учвршћеном делу радног предмета, при чему се алат и деформисани део радног предмета крећу у супртном смеру.

Шематски приказ поделе хладног ротационог истискивања је приказан на следећој слици 21.



Слика 21 – Хладно ротационо истискивање [4]

3.6 Технолошки процес олучења цеви

Канале цеви је могуће олучити следећим поступцима:

- на машинама за олучење вучењем или гурањем главе за олучење кроз канал цеви
- на специјалним машинама за провлачење и обичним машинама за олучење, истовременим провлачењем свих жљебова помоћу специјалних провлакача
- глодањем (Павелић, 1998: 129-242)

4. Технолошки процеси завршне обраде цеви

4.1 Хоновање

Завршна механичка обрада се врши помоћу хоновања, односно обраде површине помоћу абразивних брусев, који су причвршћени на специјалним главама. Примењује се за обраду глатких цилиндричних отвора. Када је наоружање у питању, примењује се код обраде канала цеви пре и после олучења, код канала глатких цеви, код цилинадара противтрзајућег уређаја, цилинадара изравњача, цилинадара дизалица...

Број брусев, може да буде од 4-12, све зависи од пречника отвора који се хонује, али и снаге машине за хоновање. Постављају се под одређеним угловима. У зависности од материјала обраде и захтеваног квалитета обраде, одређују се обимна брзина и уздужни помак главе за хоновање.

4.2 Полирање канала цеви

Када је у питању полирање као саставни део механичке обраде, у питању је обрада површине помоћу абразивних прашкова ситнозрнасте структуре, или специјалних пасти.

Полирањем се добија висок квалитет обрађене површине.

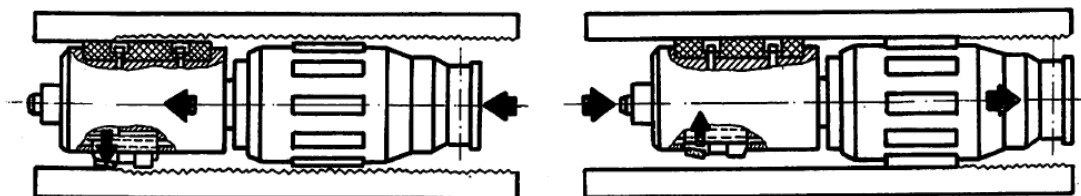
У случају пешадијског и артиљеријског наоружања полирају се барутне коморе, канали неолучених цеви, канали олучених цеви пре и после олучења, цилиндри противтрзајућих уређаја и друго.

У процесу полирања се радни предмет обрће у једном, а глава за полирање у супротном смеру.

Тело главе за полирање се израђује од брезе, клена, храста или бреста.

4.3 Завршна обрада дубоких отвора љуштењем и роловањем

Данас је овај вид завршне обраде дубоких отвора све више замењен технологијом хоновања. Међутим, ова технологија данас има широку примену када је у питању опште и војно машинство и то при завршној обради пнеуматских и хидрауличних цилиндара, али и канала неолучених цеви за оруђа.



Слика 22 – Глава за љуштење и роловање у процесу обраде [4]

Као што се види са слике 22, у једном смеру се креће нож за љуштење који скида танак слој струготине, док ваљчићи нису у додиру са обрађивном површином. У

повратку се ножеви за љуштење искључују, а у захват с обрађеном површином улазе ваљчићи који обезбеђују тражену дефинитивну меру отвора и елиминишу храпавост ољуштене површине.

4.4 Термичка обрада обрађених делова

Крајње обрађени делови се на крају подвргавају термичкој обради. При термичкој обради радни предмети се загревају у течној или гасовитој средини. У зависности од деловања на површине предмета пр загревању, средине могу бити активне, или неутралне.

Активне средине изазивају реакције између површина предмета и гасова који се налазе у тим срединама.

Реакције које се при томе јављају могу ићи у два правца. Из гасовите средине, елементи могу улазити у површински слој предмета, или пак елементи из површине предмета прелазе у околни простор. У зависности од састава средине која окружује радни предмет, зависи и правац реакције.

Ако се предмети нађу у средини која садржи неке од гасова као што су O_2 , CO_2 и H_2O , долази до оксидације спољне површине, тј. кисеоник улази у површински слој предмета и ствара оксид гвожђа FeO . Реакције су брже што је виша температура.

4.5 Специјални поступци површинске заштите

Неке од ових операција су:

- јонско нитрирање,
- тврдо хромирање,
- хемијско никловање,
- елоксирање,
- електролитско полирање.

На самом крају се врши контрола дефинитивно обрађених цеви. (Павелић, 1998: 242-274)

5. Алати за израду цеви артиљеријских оруђа

Пре свега, скупину алата за израду цеви артиљеријских оруђа чини велика група алата који се користе на разним машинама и при разноликим производним и технолошким процесима, на крају којих цев добија свој коначан облик, не кварећи употребна и балистичка својства.

У наставку можемо видети који су то алати у зависности од машина и процеса при којима се користе.

5. 1 Обрада отвора

Пре свега, постоји више начина и алата који врше обраду отвора.

Упуштање и проширивање представљају поступак обраде већ избушених или отвора формираних ливењем, или ковањем. Главно кретање при овој обради врши обртно кретање алата.

Проширивање је операција ширења већ избушеног отвора, а када се као алат се користи завојна бургија, онда је реч о грубом проширивању, или разбушивању.

Развртање представља поступак најфинијег ширења, односно проширивања отвора који су претходно фино обрађени употребо проширивача. На овај начин се повећава тачност димензија отвора, а истовремено се смањује храпавост обрађене површине.

Са функционалног становишта, алати (слика 23) се састоје од следећих основних делова:

- главе за бушење радног предмета,
- дугог ожљебљеног носача и
- чауре за стезање алата.



Слика 23 – Алат и његови основни делови [6]

Главе за бушење на слици 24.

Глава од брзорезног или угљеничног алатног челика

Глава од конструкционог челика

Монолитна глава од тврде легуре



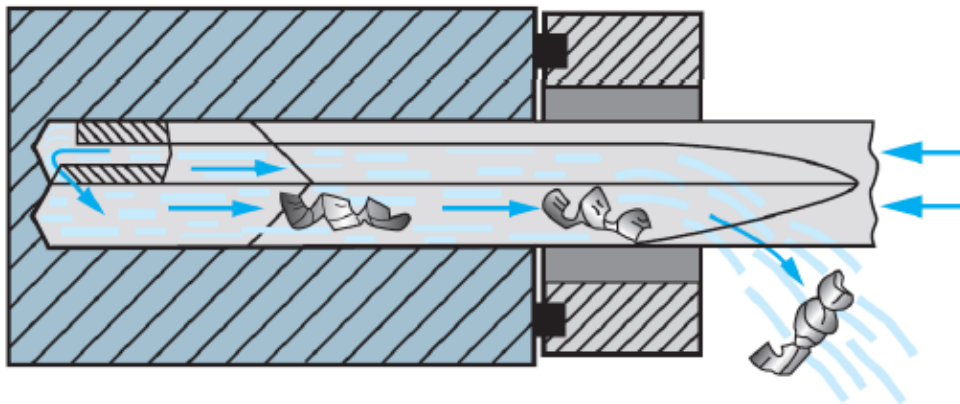
Слика 24 – Примери глава за бушење [6]

5.2 Алати за дубоко бушење

Пре свега развијено је више поступака дубоког бушења:

- 1) Бушење отвора топовском бургијом
- 2) СТС поступак бушења (БТА поступак)
- 3) Бушење ејектронским поступком (ДТС поступак)

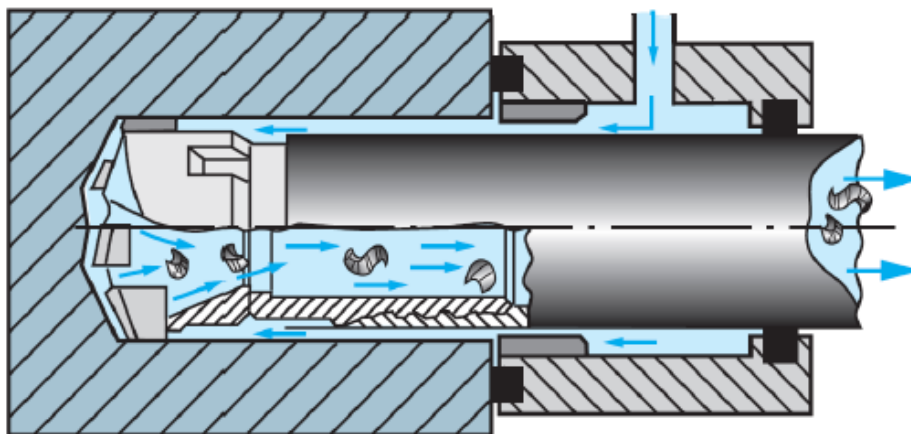
Код бушења отвора топовском бургијом (слика 25) могу се бушити мањи отвори него СТС поступком. У највећем броју случајева се користи топовска бургија са једном резном ивицом.



Слика 25 – Шема поступка бушења топовском бургијом [6]

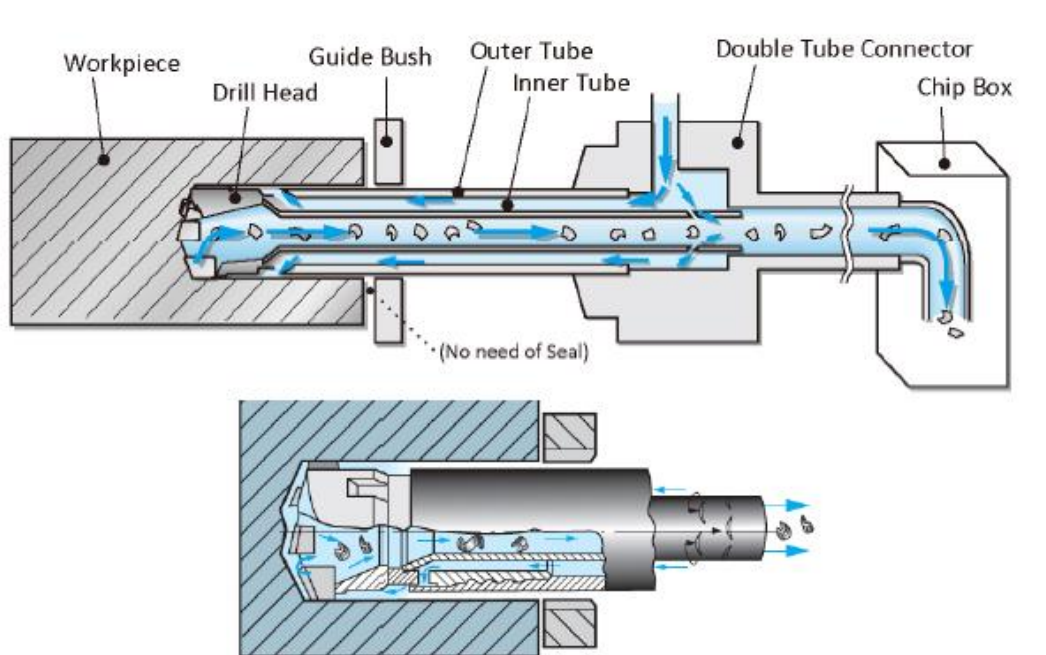
У случају СТС (БТА) поступка, резна глава је причвршћена на цилиндрично тело мањих димензија тако да остаје простор између тела алата и отвора, као са слике

26. Средство за хлађење се доводи под већим притиском, па се на тај начин одводи струготина кроз унутрашњи отвор.



Слика 26 – Шема СТС поступка бушења отвора [6]

При бушењу ејектронским поступком (слика 27), постоји велика сличност са СТС поступком, а разлика је у поступку заптивања.



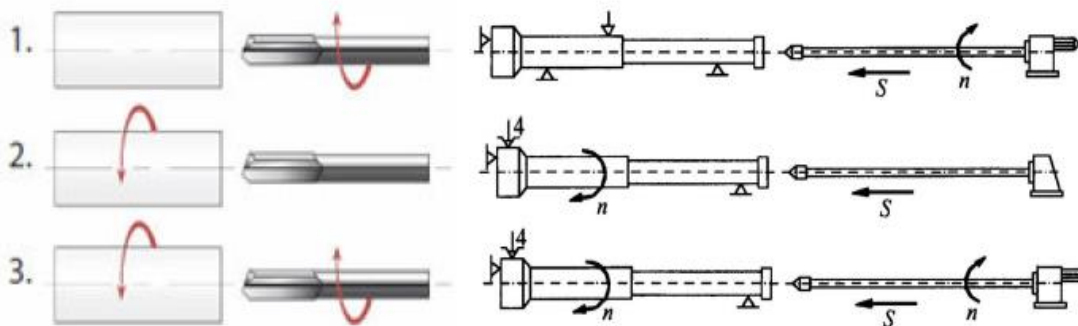
Слика 27 – Шема ејектронског поступка бушења [6]

Када је у питању алат за дубоко бушење, изложеност тешким условима рада је велика, посебно у систему машина-прибор-алат-полуфабрикат.

Сам режим рада, затвореност технолошког процеса, па и многе друге функције чије извршење мора обезбедити конструкција алата, доводе до великог оптерећења тела алата, ножева и вођица.

Кинематика бушења код дубоких отвора у цевима оруђа (слика 28):

- 1) обртање алата
- 2) обртање полуфабриката
- 3) обртање полуфабриката и алата

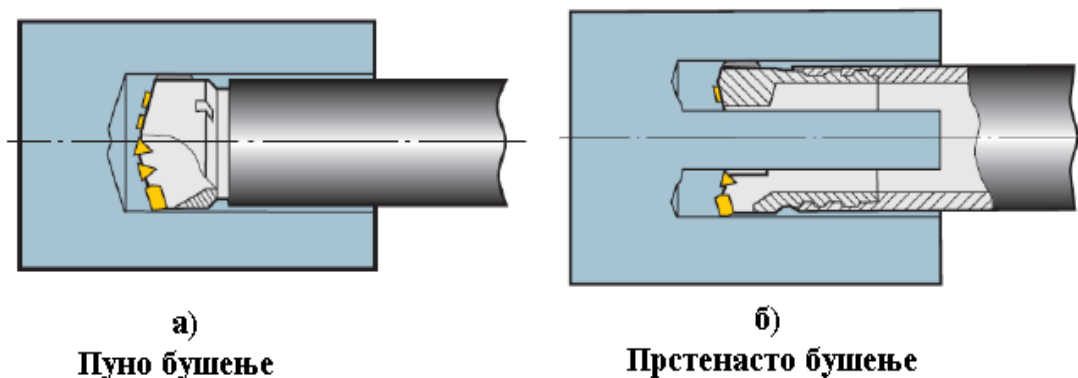


Слика 28 – Шема кретања при бушењу дубоких отвора [6]

Алати за дубоко бушење се могу поделити на:

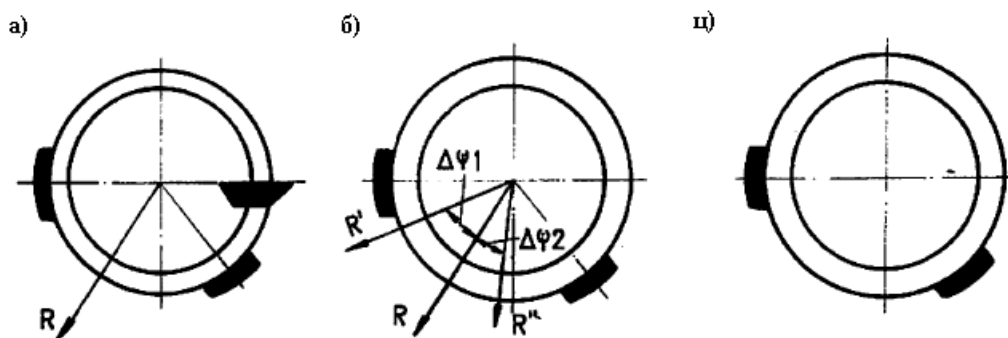
- алате за пуно бушење,
- алате за прстенасто бушење,
- алате за проширивање дубоких отвора.

На наредној слици 29 је приказано пуно и прстенасто бушење.



Слика 29 – Пуно и прстенасто бушење [6]

Само базирање алата може да буде одређено и неодређено (слика 30). Сила отпора R која настаје у току бушења код алата са одређеним базирањем, делује у попречној равни алата и има увек исти смер у односу на вођицу алата и ова сила преко вођице остварује проитисак на избушени отвор.



Слика 30 – Деловање сила на алат при одређеном (а) и неодређеном (б и ц) базирању [4]

Када је реч о неодређеном базирању, ова сила у току процеса дубоког бушења мења интензитет и правац, те због сталне промене нападне линије и интензитета, сила код овог бушења изазива неравномерно трошење алата. Утицај ове променљивости је појава лошег квалитета избушеног отвора, поготово при фирсираном

режиму обраде. Стога треба, кад год је могуће, избећи неодређено базирање конструктивним решењима алата.

Према начину одвођења струготине, алати се могу поделити на:

- алате са спољним одвођењем,
- алате са унутрашњим одвођењем.

Ширу примену су пронашли алати са унутрашњим одвођењем и поред велике сложености због потребе уграђивања апарата за заптивање.

Приликом коришћења ових алата обезбеђује се висок квалитет избушених отвора, јер стругодина која настаје не оштећује површину избушеног отвора, нити се заптива између алата и радног предмета, а поред свега тога, ови алати имају нешто мање трошење вођица.

Код отвора пречника мањег од 35mm, углавном се користе алати за бушење са спољним одвођењем струготине, јер када се има мали пречник тела алата, не обезбеђује се сигурно унутрашње одвођење.

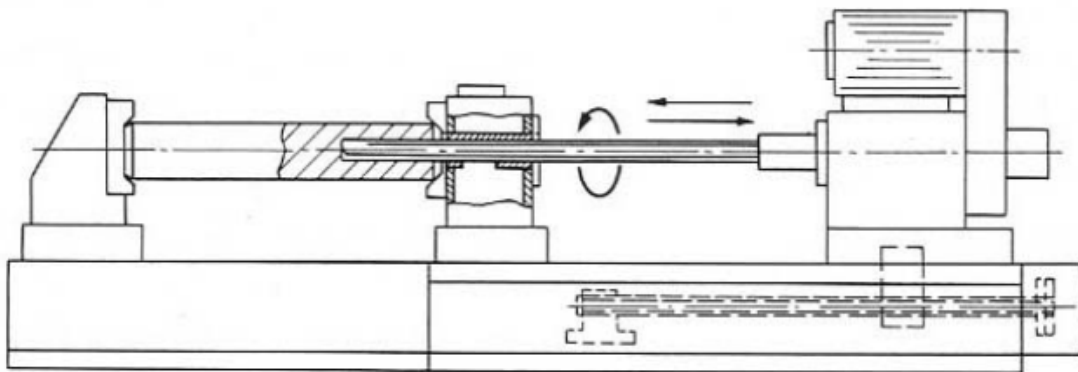
Класификација алата се може представити и као:

- конструкција ножева и вођица,
- конструкција елемената за везу с носачем алата.

Код алата за бушење малих отвора, разне плочице и вођице су залемљене. Алати од брзорезних и алатних челика израђују се из једног дела у виду наставака носача алата, док код алата за бушење дубоких отвора, пречника већих од 40mm, ножеви и вођице су најчешће променљиви.

Веза алата и носача алата се најчешће остварује помоћу унутрашњег вишеходног завоја, док се везе помоћу вишеходног спољног навоја ређе сусрећу.

На следећим сликама 31 и 32 имамо приказане машине за дубоко бушење:



Слика 31 – Машина и алат за дубоко бушење [6]



Слика 32 – Машина за дубоко бушење фирме UNISING [6]

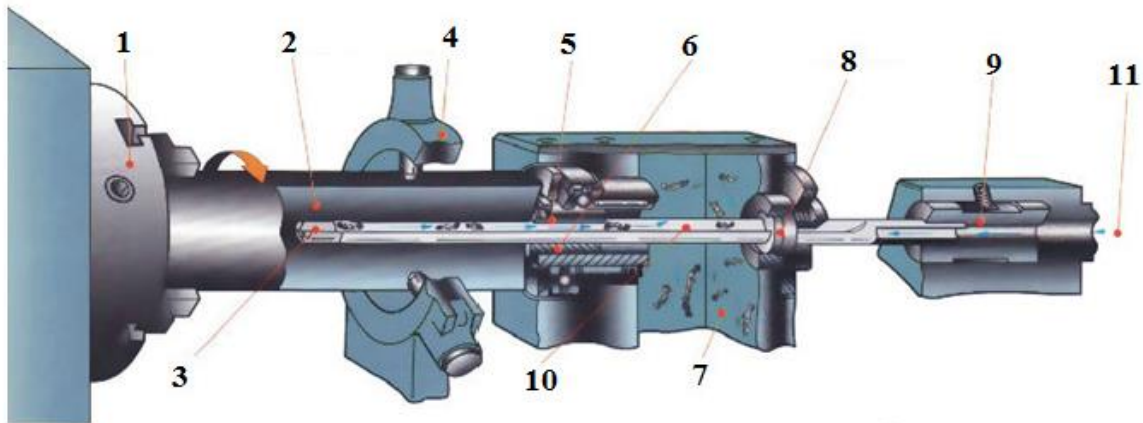
На слици 33 имамо приказан савременији алат за бушење већих отвора.



Слика 33 – Алат за бушење већих отвора [7]

5.3 Алати за дубоко бушење малих отвора

Дубоко бушење малих отвора (слика 34) се изводи помоћу алата са дугим ожљебљеним носачем. Пречници који се буше овим алатима су пречника од 3-20mm.



Слика 34 – Алат за дубоко бушење малих отвора (1 – стезна глава бушилице, 2 – радни предмет, 3 – глава алата, 4 - линета, 5 – чеони заштитивач, 6 – предња вођица алата, 7 – кућиште за смештај вођица алата, заштитноох елемената и сакупљање струготине, 8 – задња вођица носача алата, 9 – стезач носача алата, 10 – канал за довод течности за хлађење и одмазивање, 11 – подршка [6])

На наредној слици 35 имамо приказан савремени алат који се користи при дубоком бушењу мањих отвора.



Слика 35 – Алат за бушење мањих отвора [6]

Дубине бушења зависе од пречника отвора бушења и налазе се у следећој табели:

пречник бушења [mm]	макс. дубина бушења [mm]
3,00–4,20	400
4,21–6,70	800
6,71–20,00	1500

Када су ови алати у питању, имају дуга, уздужна ожљебљења и носаче глава за бушење. Флуид за хлађење и подмазивање долази у зону резања кроз унутрашњи уздужни отвор дугог носача. На тај начин се остварује хлађење у зони резања, подмазивање периферних вођица алата и одвођење струготине, која се изолује кроз спољашњи уздужни жлеб на дугом носачу.

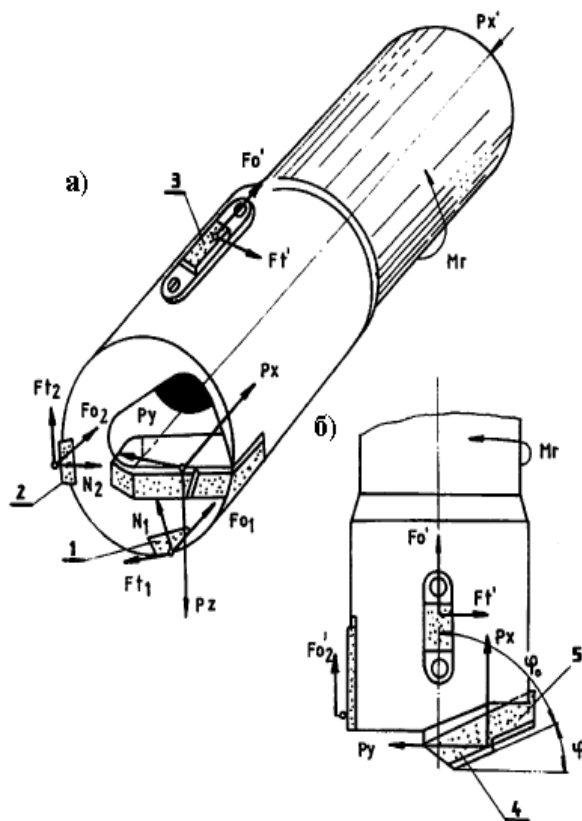
Ови алати се састоје од следећих делова:

- главе за бушење радног предмета,
- дугог ожљебљеног носача и
- чауре за стезање алата.

5.4 Алати за дубоко бушење средњих пречника са одређеним базирањем

На алат у току резања делују поједине силе и то:

- 1) Силе отпора резања (делују на ивице алата):
 - сила отпора резања P_z , која делује паралелно са правцем брзине бушења V ,
 - сила отпора посмаку P_x , која делује паралелно оси алата, а у супротном смеру од посмака,
 - сила P_y , која делује у равни на оси алата.
 - 2) Силе трења на вођицама алата: Ове силе могу бити разложене такође на компоненте које делују на алат у равнима које су нормалне и паралелне у односу на осу алата.
 - 3) Силе масе носача алата и самог алата: Ове силе делују у тежиштима алата и носача алата. Како су ове силе углавном знатно мање од силе отпора резања, оне се могу занемарити.
 - 4) Центрифугалне силе инерције: Делују на алат, ако се бушење одвија при великом броју обртаја, а алат са носачем је неуравнотежен.
- Најпростија вртса алата јесте свакако алат са једним ножем, па су стога алати са једним ножем и унутрашњим одвођењем струготине нашли и најширу примену. Шема једног таквог алата је приказана на следећој слици 36.

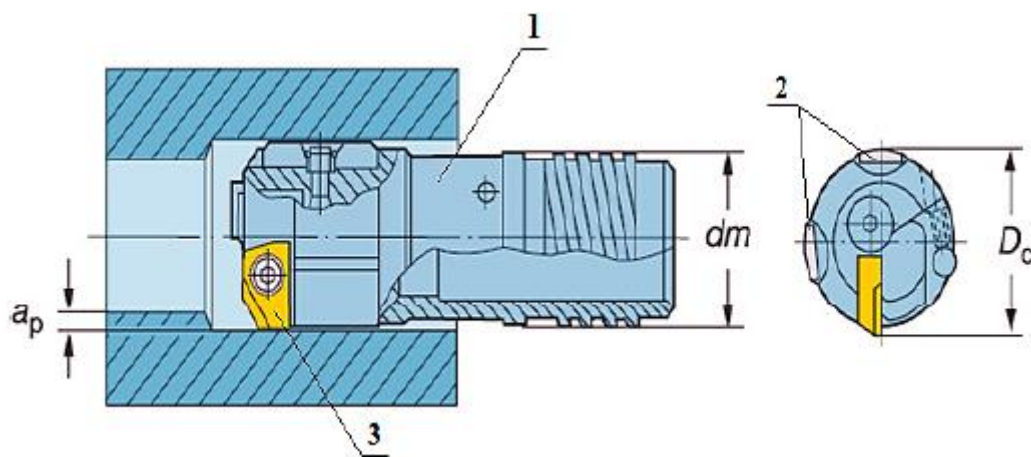


Слика 36 – Шема деловања сила на алат са једним ножем: а) носач алата са алатом, б) алат у пројекцији (1 и 2 – вођице за базирање, 3 – еластична вођица, 4 – резна плочица, 5 – периферна резна ивица) [4]

Висок притисак вођица на површину бушења изазива њихово убрзано трошење и неконтролисано стврдњавање обрађене површине.

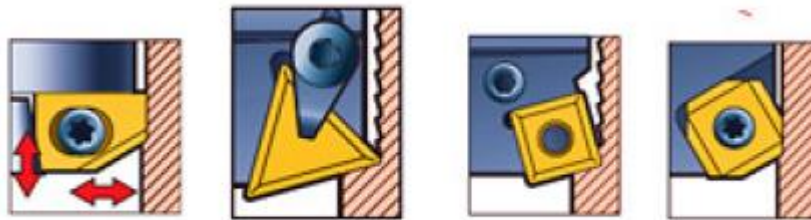
Да би се обезбедило равномерно оптерећење вођица за баирање, а тиме и њихово равномерно трошење, потребно је обезбедити нападну линију резултанте силе R_{Σ} у правцу бисектрисе централног угла између вођица.

На следећој слици 37 је дат пример алата за дубоко бушење отвора средњих пречника са одређеним базирањем.



Слика 37 – Алат са одређеним базирањем (1 – тело алата, 2 – вођице, 3 – нож) [6]

Облици резних плочица (слика 38) могу бити различити.

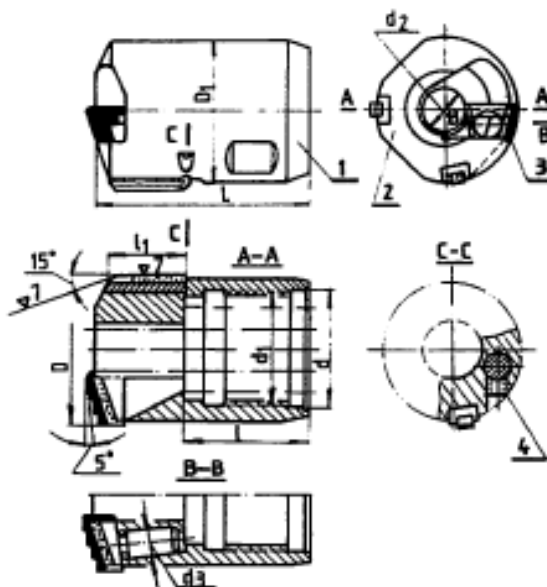


Слика 38 – Облици резних плочица [6]

5.5 Алати за дубоко прстенасто бушење

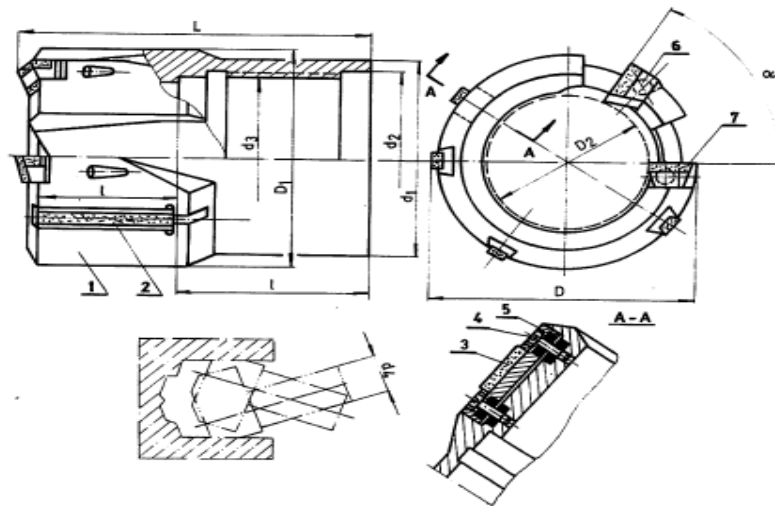
У ову групу спадају алати са једним и два ножа.

- 1) Алати са једним ножем: Пре свега, прстенасто дубоко бушење се примењује код отвора са пречником 60-130mm, док се бушење изводи брзинама 80-120m/min. Одвођење струготине при бушењу се унутрашње, а притисак течности која се јавља у зони резања је у границама 4-15 бара. На следећој слици 39 је приказан алат за прстенасто бушење са једним ножем.



Слика 39 – Алат за дубоко прстенасто бушење: 1 – тело, 2 – вођица, 3 – нож, 4 – вијак [1]

- 2) Алати са два ножа: Када су у питању алати за прстенасто дубоко бушење са два ножа (слика 40), њихова употреба би требало да се фокусира на бушење отвора пречника 110-220mm. У случају челичних полуфабриката, брзине које се примењују су 50-80m/min. Код оваквог вида бушења, ножеви су подељени и деле струготину по ширини на четири дела. Притисак течности у зони резања износи 3-10 бара.



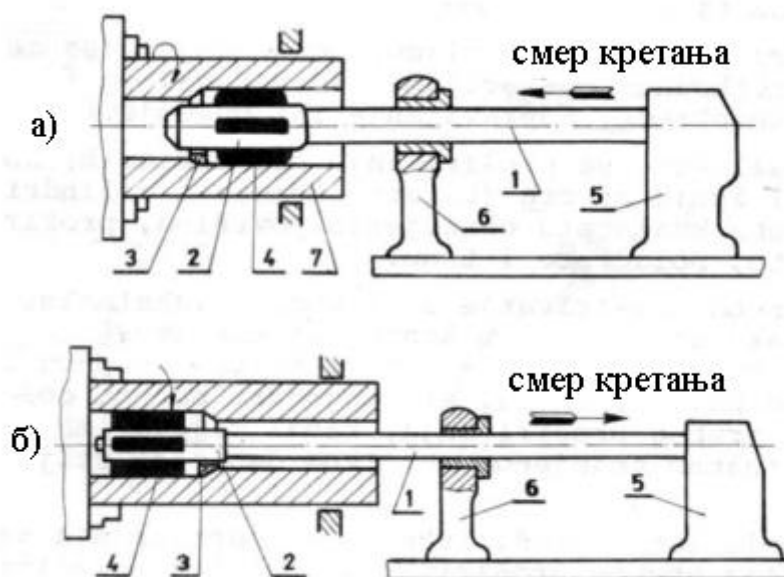
Слика 40 – Алат за прстенасто дубоко бушење: 1 – тело главе, 2 – вођица, 3 – еластична вођица, 4 – вијак, 5 – опруга, 6 и 7 – нож [4]

5.6 Алати за проширивање дубоких отвора

Само проширивање (слика 41) је операција механичке обраде где се скидањем додатка материјала добијају цилиндрични отвори са фином површином уз помоћ одговарајућих алата и машина.

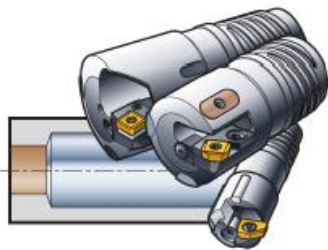
Према погону главе за проширивање, разликују се:

- проширивање гурањем (а) и
- проширивање вучењем (б).

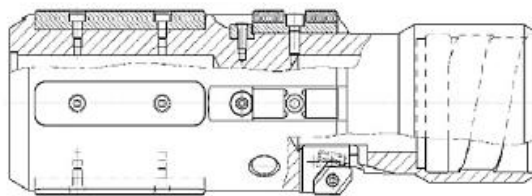


Слика 41 – Шема проширивања (1 – носач алата, 2 – алат за проширивање, 3 – нож, 4 – вођица, 5 – супорт, 6 – ослонац носача алата, 7 – обрадак) [6]

На наредној слици 42 се налазе главе за проширивање по методи гурања и вучења.



Глава за проширивање дубоких отвора по методи гурања



Глава за проширивање дубоких отвора по методи вучења

Слика 42 – Алат за проширивање дубоких отвора [6]

У случају алата за проширивање дубоких отвора (слика 43) постоје главе које се разликују по следећим особинама:

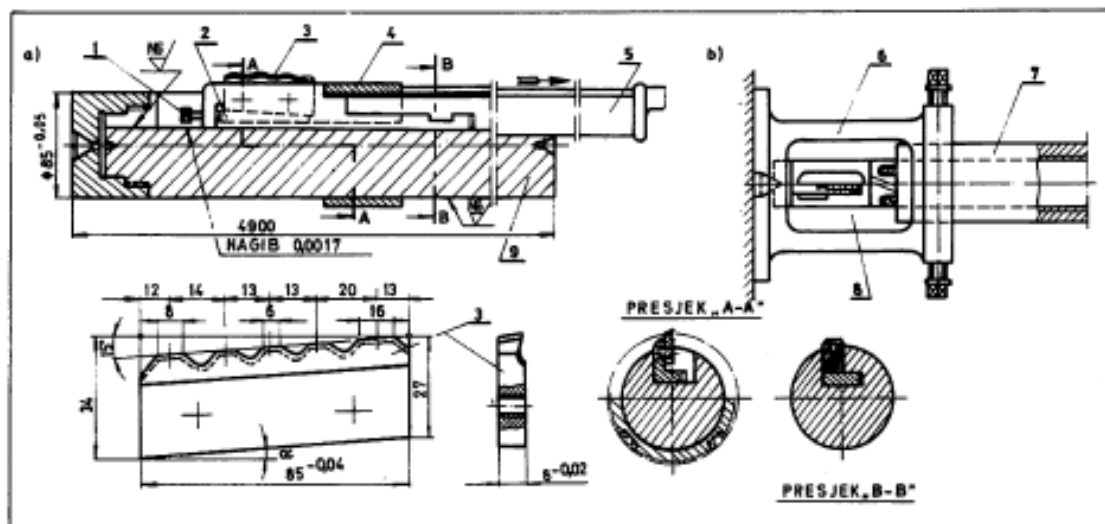
- по броју и положају ножева,
- по начину спајања главе са носачем алата и причвршћивању ножева у телу главе,
- по дељењу додатног материјала за прширивање и начину дробљења струготине.



Слика 43 – Алат за проширивање [7]

5.7 Алати и уређаји за проширивање дубоких конусних отвора и отвора специјалних профила

На следећој слици 44 имамо шему копирног алата који се користи при обради конусног канала цеви.



Слика 44 – Алат за обраду конусног канала цеви оруђа [2]

Код овог алата нож који служи за проширивање има уздужно кретање по каналу копира, док обртно кретање врши радни предмет. Расхладно средство у том случају долази у зону резања кроз канал за копирање. Први зуб ножа скида највећу дебљину додатка, а последњи најмању и тако обезбеђује тражену тачност и квалитет обраде. Због великог оптерећења, први нож се ради са највећом отпорношћу, а иначе се ради од брзорезног челлика.

Када су у питању конусни отвори специјалних профила, у њих убрајамо барутне коморе. Обрада тих барутних комора се може изводити помоћу:

- алата за развртање
- алата за копирање
- обрадом помоћу посебних хидрауличних копира
- помоћу стругова који имају носаче алата велике крутости и који су урађени од тврдог метала
-

5.8 Алати за хладно ротационо истискивање

1) Ролнице за хладно ротационо истискивање

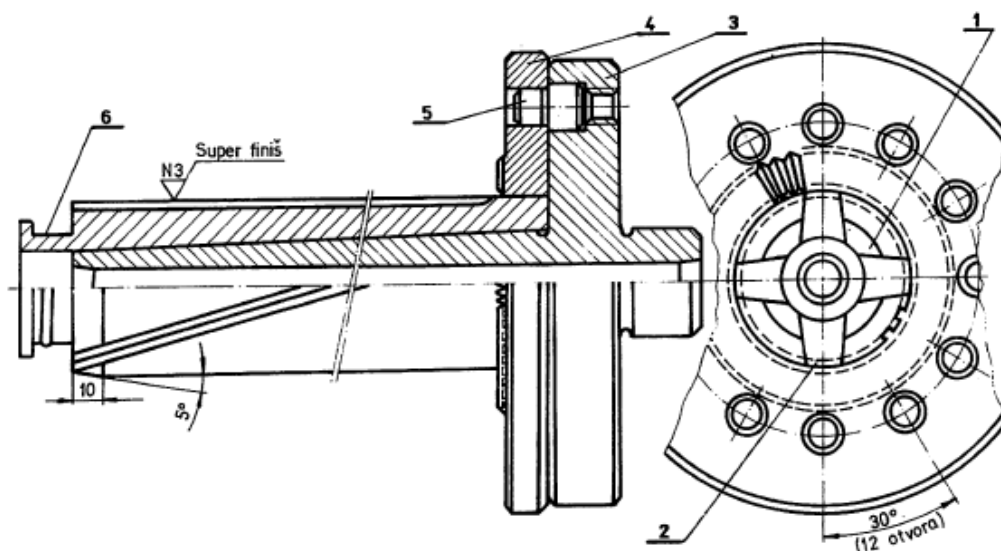
Код њих се могу јавити следећи типови ролница:

- радијусне
- конусне
- ролнице са двоструким конусом
- степенасте ролнице

За ролнице се користе алатни челици за рад у хладном стању.

При хладном ротационом истискивању, ролнице могу да буду распоређене у једној и у више равни, а постављају се на носачима под углом од 120°.

2) Трнови за хладно ротационо истискивање (слика 45)



Слика 45 – Трн за хладно ротационо истискивање и олучење цеви: 1 и 2 – ожљебљени сегменти трна, 3 – језгро трна, 4 – зупчаста прирубница, 5 – чеп, 6 – држач сегмената [4]

Трн се може користити при хладном ротационом истискивању са равним дном, али и за супротносмерно хладно ротационо истискивање.

Материјал који се примењује при изради ових трнова је алатни челик.

Трн је благо конусан од предњег ка задњем делу, како би се омогућило лакше скидање радних предмета. Они трнови који се истроше се могу хромирати наношењем слоја тврдог хрома, међутим због велике тврдоће и уских толеранција израде, обрада трнова је доста сложена.

У самом трну се буши отвор, који обезбеђује прокаљивост при термичкој обради, али и који у току експлоатације служи за пролаз расхладне течности и тако омогућује интезивније хлађење.

5.9 Алати за механичко резање олука цеви

5.9.1 Главе за олучење

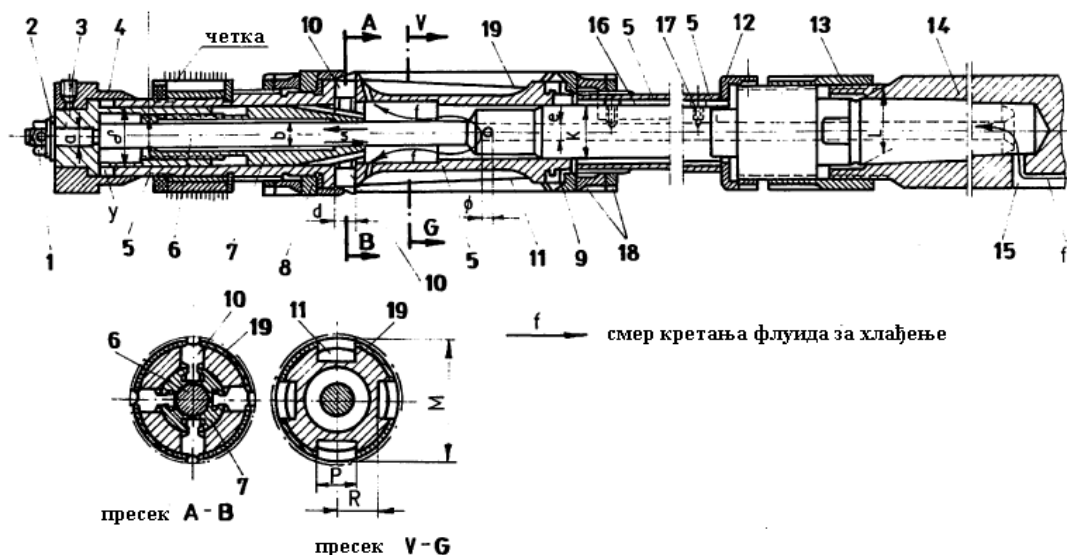
Приликом олучења цеви оруђа, користе се посебне главе у које се постављају специјални ножеви за олучење.

При конструкцији глава за олучење, неопходно је обезбедити:

- број ножева мора да буде што већи, а геометрија што рационалнија,
- правилно и сигурно постављање главе у односу на канал цеви,
- погодно и сигурно везивање главе на носач алата машине,
- погодно одвођење расхладне течности у зону резања и одвођење струготине,
- једноставну конструкцију, уз што мањи број делова.

Када је у питању број ножева који се користи, тај број зависи од могућности смештања у тело главе и неминовно је везан за калибар оруђа. У неким случајевима се користе главе са бројем ножева који одговара броју олука код цеви.

На следећој слици 46 је приказана глава са четири ножа.



Слика 46 – Глава за олучење цеви са 4 ножа [4]

5.9.2 Ножеви глава за олучење

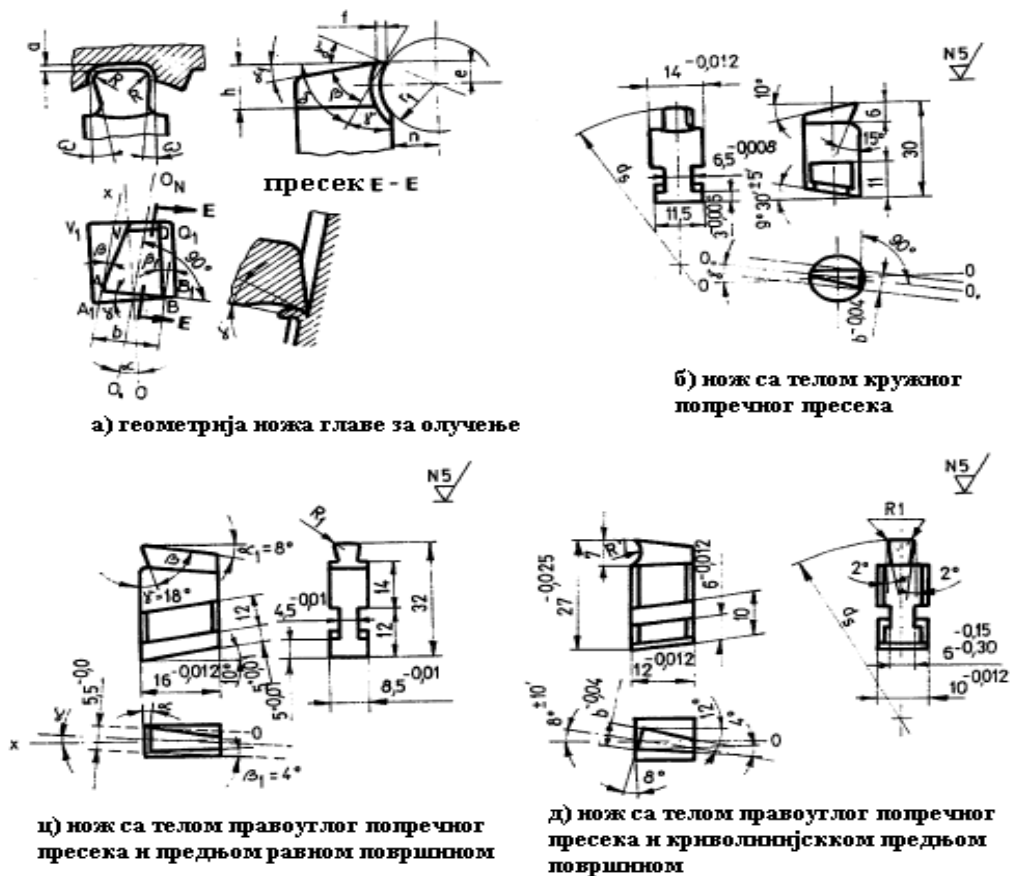
Само олучење пре свега представља завршну механичку обраду, коју у односу на остале операције карактеришу следеће особине:

- трајност оштрице ножа до преоштравања треба да износи у просеку 4-8 сати, а понекад и више,
- дубина резања при једном пролазу износи од 0,05-0,1mm, при чему се ширина жлеба не мења,
- процес олучења не треба прекидати ради замене ножа олучења, сем у случају када је неизбежно,
- квалитет обраде олука треба да одговара храпавости H6,
- брзина резања је у границама 4,5-10 m/min, што омогућава посебну тачност и квалитет обраде,
- у процесу олучења није дозвољено ломљење ножева, јер то узрокује шкарт,
- нису допуштене вибрације или померања ножева у току олучења, јер те појаве могу проузроковати смањење тачности и квалитета обрађене површине.

Главна резна ивица ножа мора бити окомита на правац олука, како би се на тај начин обезбедило дејство равнотежне силе у тежишту резне ивице и у правцу олука.

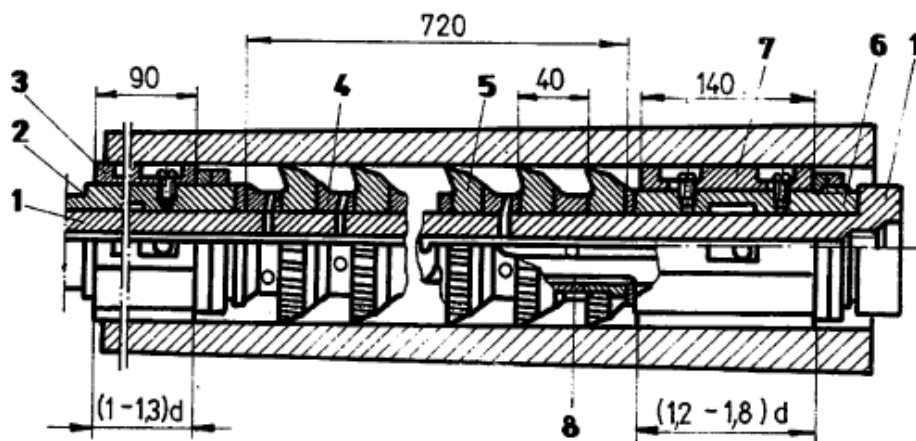
Материјал који се користи за израду ножева мора да поседује високу чврстоћу и отпорност на хабање, те се за материјал узима брзорезни челик. Ножеви за олучење имају резни део, или главу ножа и тело, или основу ножа. Тело ножа може бити кружног, правоугаоног и другог попречног пресека, а израђује се само једноделно, са главом ножа, а нешто ређе дводелно. Ножеви са телом кружног попречног пресека се нешто ређе користе, јер такви отвори смањују попречни пресек тела главе за олучење и самим тим његову отпорност. Тело ножева правоугаоног попречног пресека нема недостатке који су наведени код претходног примера. Пречник, или дебљина тела ножа не треба да су већи од двоструке ширине жлеба.

На слици 47 су дати примери конструкција ножева за олучење.



5.9.3 Провлакачи за олучење цеви оруђа

На следећој слици 48 је дат пример провлакача за олучење цеви.



Код олучења цеви мањег калибра (76,2mm, 85mm...), користе се једноделни, или монтажни провлакачи.

У случају једноделних провлакача, гарнитура се састоји од два, или три провлакача. Један од недостатака ових провлакача је у томе што након два, или три преоштравања нису више за употребу.

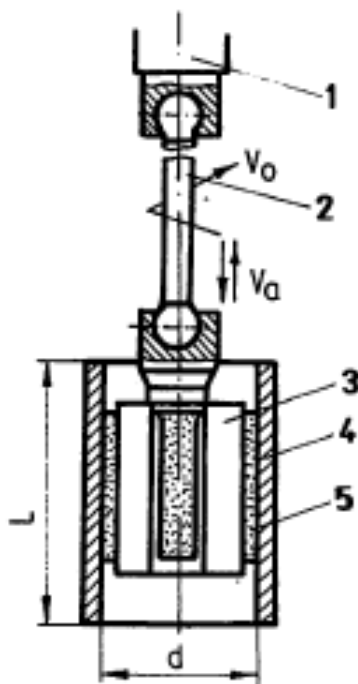
Монтажни провлакачи се састоје од шупљег цилиндра, који на предњем и задњем делу има центрирајуће бронзане вођице, а дужина између тих вођица служи за центрирање диск-ножева. Положај диск-ножева и спречавање њиховог закретања је решено помоћу уздужних клинова.

Број зуба на диску одговара броју олука, а профил зуба одговара профилу олука.

5.10 Алати и помоћна средства при завршној обради цеви

5.10.1 Хоновање

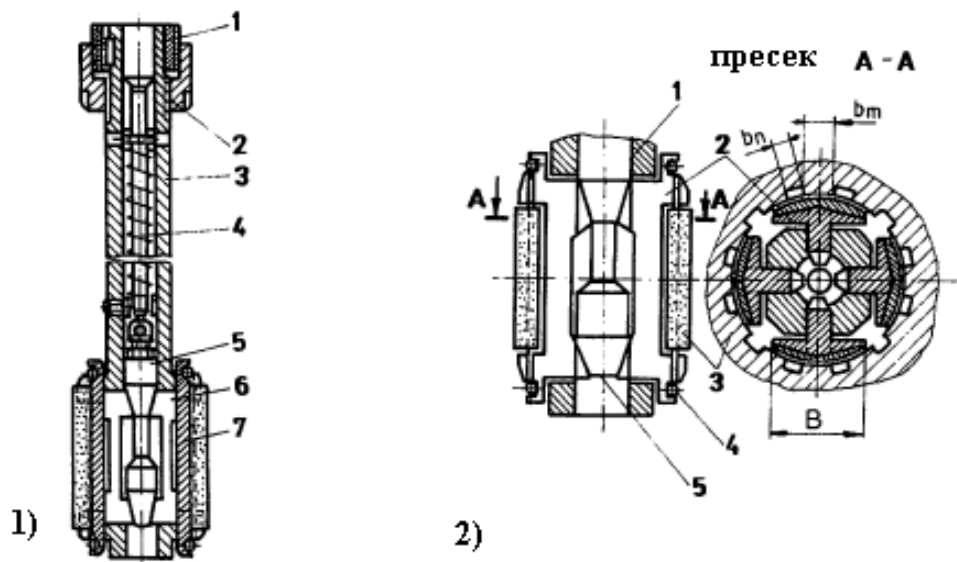
На следећој слици 49 је дата шема кретања алата, односно бруса који је причвршћен на специјалној глави у процесу хоновања цилиндричног отвора.



Слика 49 – Шема кретања алата при хоновању: 1 – вретено хонерице, 2 – носач главе, 3 – глава за хоновање, 4 – радни предмет, 5 – брусеве [4]

Број бруса може да буде од 4-12, а у зависности од пречника отвора који се хонује и санге машине за хоновање. У зависности од материјала обраде и захтеваног квалитета површинске обраде, одређује се обимна брзина и уздужни помак главе за хоновање.

На наредној слици 50 су приказане главе за хоновање цилиндричних отвора и ожљебљених цилиндричних отвора.



Слика 50 – 1) Глава за хоновање цилиндричних отвора (1 – вретено, 2 – стезна чаура, 3 – носач, 4 – потискивач, 5 – распињући конус, 6 – плочица, 7 – носач бруса); 2) Глава за хоновање ојљљевљених отвора (1 – тело, 2 – плочица-вођица, 3 – брусеве, 4 – стезна опруга, 5 – распињујући конус) [4]

Имамо и слику савременог алата који се користи за хоновање, са следеће слике 51.

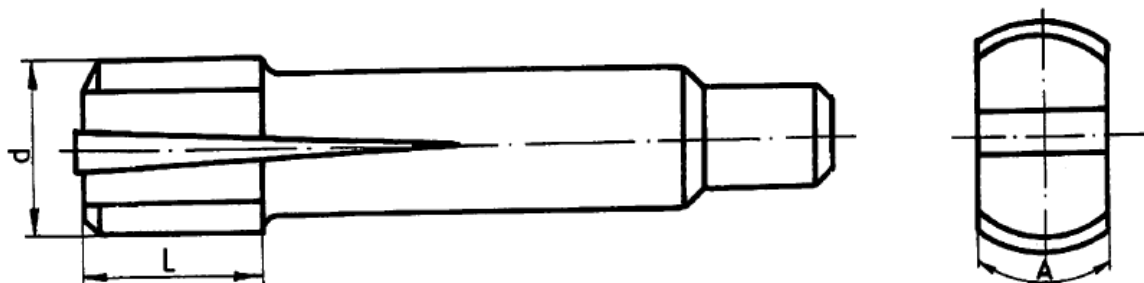


Слика 51 – Алат за хоновање [8]

5.10.2 Полирање

Када је у питању полирање, користе се главе за полирање, које се, као што је већ наведено, израђују од брезе, клена, храста или бреста.

На наредној слици 52 је приказана глава за полирање.

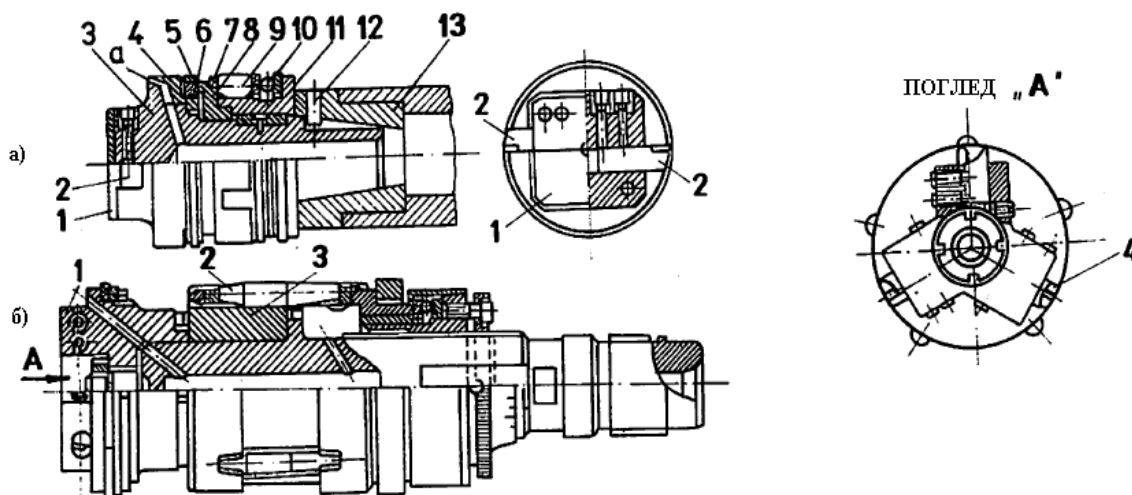


Слика 52 – Глава за полирање [4]

Када се ради получисто полирање, површина главе се облаже кожом, док се при завршној обради полирањем, радна површина прекрива шињелним сукном у два слоја, док се на површину коже, или сукна наноси равномерно абразивни прашак.

5.10.3 Љуштење и роловање

На слици 53 је приказан комбиновани алат за љуштење и роловање.



Слика 53 – Комбиновани алат за љуштење и роловање [4]

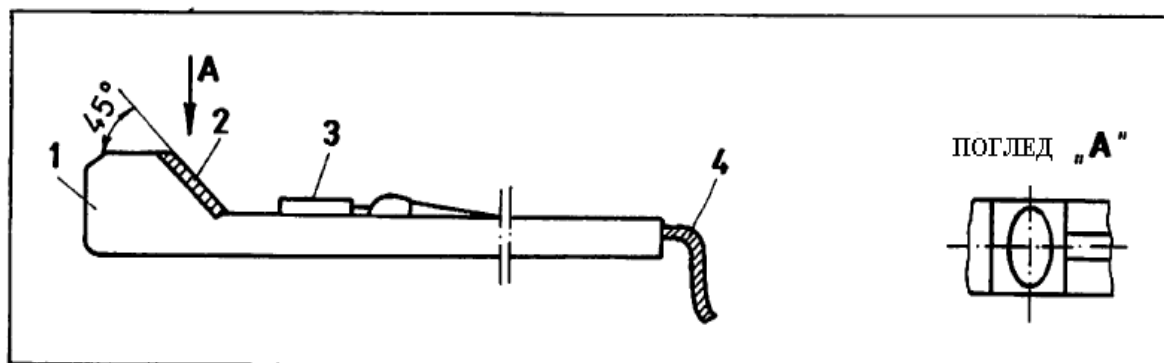
Алат са претходне слике се састоји од трна (3) са ролницама (2) и главе (1) са три ножа (4), који се на тражену меру подешавају помоћу специјалних вијака.

У предњем делу тела алата (3) вијцима су причвршћена два ножа (2), а ти ножеви су затворени сегментом (1). Цилиндрични ваљчићи (9) су смештени у сепаратоту (7) и ослањају се на лежај (10), док је лежај монтиран у кућишту (11). Резни

део алата је одвојен од дела који обавља деформацију деформабилном гумом (5). Та гума је смештена у прстену (6) и спречава долазак струготине у зону роловања, а прстен (6) се налази на степенастој чаури (4) и ослања се на прстен (8). Лева страна степенасте чауре (4) са телом (3) образује канал за довод расхладно-подмазне течности у зону резања. Тело алата се спаја са чауром (13) помоћу чивије (12).

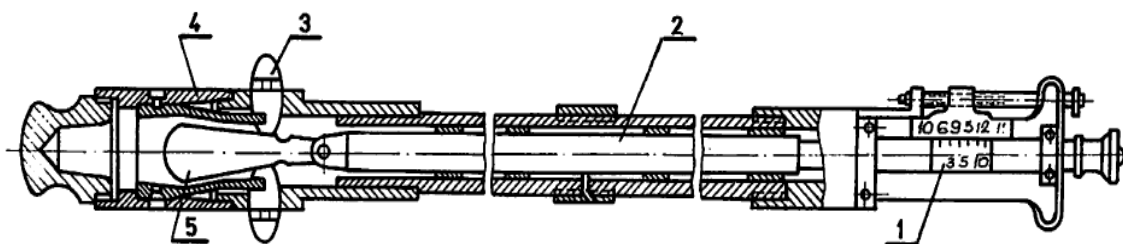
5.11 Алати и прибор за контролу крајње обрађених цеви

Да би се прегледала обрађена површина канала цеви користи се прибор са огледалом са следеће слике 54.



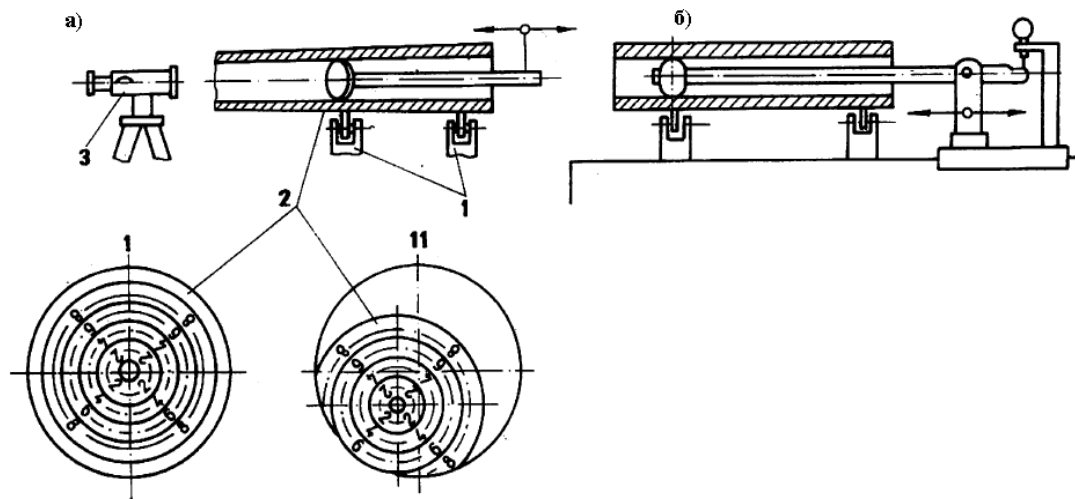
Слика 54 – Прибор са огледалом за преглед површина у каналу: 1 – полука, 2 – огледало, 3 – сијалица, 4 – електрични кабл [4]

Унутрашњи пречници канала цеви, али и пречници поља и жљебова се мере помоћу специјалних мерних звезди и једна таква је приказана на следећој слици 55.



Слика 55 – Механичка звезда за мерење пречника у каналима цеви: 1 – нонијус, 2 – полука, 3 – тупак, 4 – спојна навртка, 5 – конус [4]

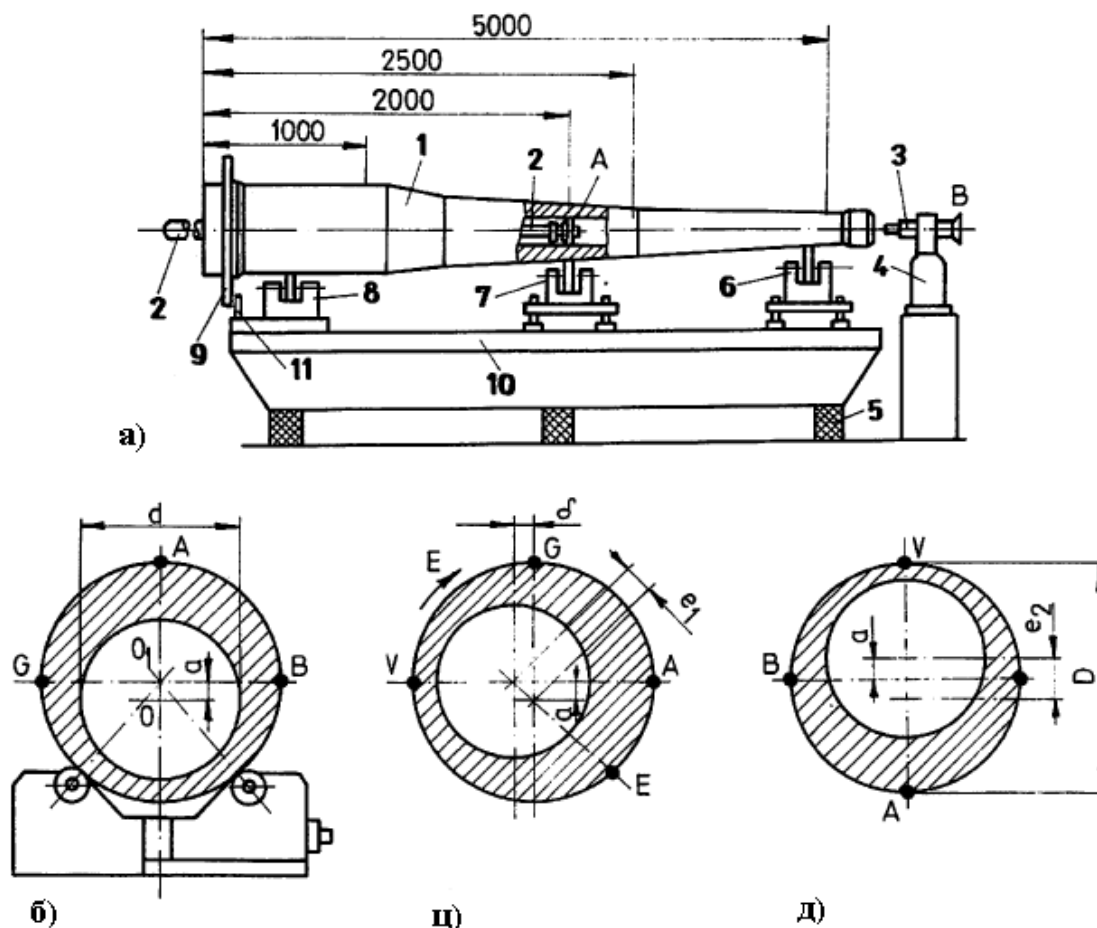
Када је у питању мерење кривине канала цеви, користи се оптички прибор са следеће слике 56.



Слика 56 – Оптички (а) и механички (б) прибор за мерење кривине канала цеви [4]

Често се зна јавити и разлика у дебљини зида цеви, која настаје као последица одступања резног алата од правца осе цеви.

Та разлика у дебљини се може одредити уз помоћ следећег алата (слика 57). [Павелић, 1998: 138-274]



Слика 57 – Шема постављања цеви (а) и мерење дебљине зида код цеви (б, ц и д): 1 – цев, 2 – полука, 3 – оптичка цев, 4 – носач, 5 – ослоњци, 6, 7 и 8 – ослоне призме са ваљчићима, 9 – диск, 10 – плоча, 11 – показивач за скалу диска [4]

6. Закључак

Пре свега, треба напоменути да је сама тема која је уско везана за алате који се користе за израду артиљеријских цеви веома обимна и сложена и да за собом вуче и различите технологије производње.

Стога је на самом почетку објашњена тематика која се тиче самих цеви, поделе, али и карактеристике цеви, како би свака наредна тачка овог дипломског рада била јаснија. Такође је речено и о силама које дејствују на цев у току опаљења, услед чијег дјства на цеви, али у самој цеви може дићи до знатних промена. Због чега је веома важно обратити пажњу приликом производње цеви, како не би дошло до нарушавања балистичких карактеристика, али и угрожавања безбедности онога ко руководи оруђем.

Следећи корак је свакако било образложење процеса и технологија производње, као и њихове предности и недостаци. Стога су објашњене операције механичке обраде цеви, те сам процес како од ингота настаје готов производ и на крају саме обраде су разјашењени процеси којима се производ доводи у готово савршено стање за даљи рад и употребу, од бушења, преко проширивања отвора, све до саме контроле.

Такође си споменути и технолошки процеси завршне обраде цеви, као што су хоновање, полирање љуштење и роловање, али и термичка обрада готових делова.

На самом крају на ред је дошла и тема овог дипломског рада, алати за израду артиљеријских цеви.

Укратко, замисао је била да се најпре објасни шта су то алати и каква је њихова нема. У даљем тексту су разврстани алати и редоследом којим и настају готове цеви артиљеријских оруђа јесу и описани алати којима се овај процес доводи до краја. На самом почетку се налази обрада отвора, алатима за дубоко бушење малих и већих отвора, отвора средњих димензија са одређеним базирањем, до прстенастог бушења. Након бушења, уколико постоји потреба, врши се и проширивање већ постојећих отвора одговарајућим алатима. Након што се избуше и прошире отвори у цеви, треба извршити и олучење цеви, а онда и одрадити завршне обраде на цеви, које су у претходном поглављу детаније описане, док је овде акцент на алатима, главама, ножевима и провлакачима којима се овај процес успешно завршава.

Најзад, врши се контрола и пуштање производа у рад.

Као једна велика скупина, која зависи од процеса, али и самих карактеристика цеви, алати представљају сложене предмете помоћу којих се врши израда артиљеријских цеви у великој тачности, али и помоћу којих се врши и контрола при финалним процесима.

7. Литература

1. Audrey S. Taptun, (1972). *Production of artillery sistems*. Springfield: National tehcnical information service.
2. Л. Т. Крекнин, (1998). *Производња аутоматског оружја*. Ижевск: Ижевская республиканская типография.
3. М. Г. Арегјев и Л. И. Карпов, (1945). *Производња стрелачког наоружања*. Москва: НКАП Оборонгиз.
4. Винко Павелић, (1998). *Технологија производње наоружања*. Загреб: Штампарија Центра војнотехничких школа.
5. Ристић и Јаковљевић, (2001). *Основи наоружања артиљерисјких оружа*. Београд.
6. Наставни материјал са предавања из предмета „Технологије производње наоружања“, Маринко Петровић.
7. Преузето са: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/Pages/indexable-drills.aspx>, [приступљено 15. 01. 2020.]
8. Преузето са: <http://www.forcealati.rs/proizvodi/alat-za-honovanje-cilindara--honerica--1126.html>, [приступљено 21. 01. 2020.]