

Date: 23rd November-2025

ТАНК ВА АРТИЛЛЕРИЯ ҚУРОЛЛАРИ СТВОЛИНИНГ МУСТАҲКАМЛИГИ

Юнусов Бахтиёр Абдуллаевич

Курукликдаги қўшинлар институти

Умумтехника ва табиий фанлари кафедраси мудири

Аннотация: Мақолада танк ва артиллерия қуроллари мустаҳкамлигини ошириш, уларнинг ички баллистикаси, тўп стволларининг емирилиш жараёни, моноблок тўп стволларининг мустаҳкамлигини ошириш ҳамда тўп стволларининг мустаҳкамлигини ҳисоблаш масалалари кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: Танк стволи, отиш, тўп стволининг мустаҳкамлиги, ички баллистика, тўп стволидаги босим ва температура, стволнинг емирилиши, моноблок қурилишдаги ствол, моноблок қурилишдаги стволнинг мустаҳкамликка ҳисоби.

Аннотация: Статья посвящена задачам повышения прочности танковых и артиллерийских орудий, внутренней баллистике, процессам износа орудийных стволов, прочности стволов моноблоков, расчета прочности стволов.

Ключевые слова: Танковый ствол, выстрел, прочность орудия, внутренняя баллистика, давление и температура в стволе, износ ствола, ствол моноблок, расчет ствола моноблока на прочность.

Annotation: The article is devoted to the problems of increasing the strength of tank and artillery guns, internal ballistics, the processes of gun barrel wear, the strength of monoblok trunks and the calculation of barrel strength.

Keywords: Tank barrel, shot, gun strength, internal ballistics, barrel pressure and temperature, barrel wear, monoblok barrel, strength monoblok barrel calculation.

Отиш даврида тўп стволидаги газлар босими жуда катта миқдорга эришади, шунинг учун стволнинг тузилиши етарли даражада унинг мустаҳкамлигини таъминлаши зарур.

Мустаҳкамлик деб маълум бир босимга қолдик деформациясиз чидаш қобилиятига айтилади.

Тўп тизимининг элементи сифатида ствол эскириб борадиган конструкция сифатида кўрилади, яъни ишлатиш ва мақсадли фойдаланиш жараёнида ўзгаришларни тўплайди ва маълум бир даражагача ташқи баллистик тавсифларнинг рухсат этилган ўзгаришларигача таъсир этмайди, ёки конструкция ва услубий усуллар ёрдамида компенсацияланади. Бундай ўзгаришларга стволнинг қизгини ёки эрозияли ейилиши, унинг механикавий эскириши ва мисланиши киради.

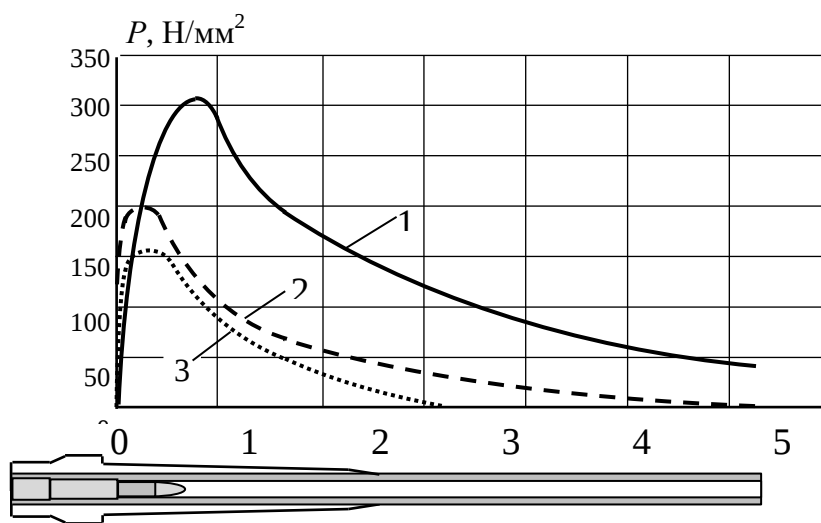
Механик ейилиш снаряддаги етакчи белбоғнинг ствол канали сиртига ишқаланиши билан тавсифланади. Ствол каналидаги етакчи қисмнинг ейилиши ствол узунлиги ва кесик контури ҳамда ишлатиш вақти бўйича нотекис бўлади. Кўпчилик артиллерия тўплари, канал етакчи қисмининг ейилиши оқибатида, ишдан



Date: 23rd November-2025

чиқади. Ейилиш кўрсаткичлари вақт ўтиши билан кучаяди ва маълум бир вақтдан кейин кескин ўсиш тавсифларига эга бўлади. 1- расмда, стволнинг ейилиш даражаси ҳар хил бўлганда, снаряддаги етакчи белбоғ билан ствол каналидаги деворга контакт босимининг графиклари келтирилган.[1]

Стволнинг қизғини (разгар) отишдаги иссиқлик чиқаришнинг иккита жараёни билан боғланган – ствол канали сирти билан снаряднинг етакчи белбоғи орасидаги ишқаланиш ва порохнинг ёниши билан боғланган. Умумий ҳолда бу жараёнлар ствол ички сиртининг 1000...1500 °C ва ундан катта температурагача қизишига олиб келади.



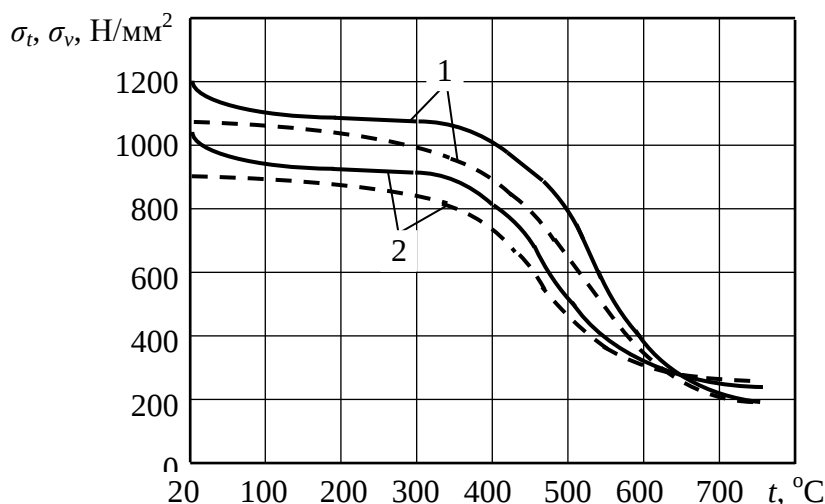
1- расм. Стволдаги босими ва снаряднинг етакчи белбоғ билан ствол каналидаги деворга контакт босимининг ўзгариш графиклари (2А45М, парчаланувчи-фугас снаряди): 1-стволдаги босим; 2-ейилиши 0,35 мм бўлганда етакчи белбоғнинг босими; 3- ейилиши 1,7 мм бўлганда етакчи белбоғнинг босими

Бу жараёнларнинг ўтиш муддати ва интенсивлиги ҳар хил бўлганлиги учун, стволнинг қизиши узунлиги бўйича нотекис содир бўлади, яъни ствол бошидан энг катта қийматга эришади, стволнинг оғзида эса кичик бўлади. Ушбу бузилишлар механизми пўлатларни юқори температурагача қиздирилганда, уларнинг механик хоссалари сезиларли даражада ўзгариши билан боғланган. Ушбу хоссалар 300...400 °C температурагача нисбатан барқарор деб ҳисобланади. Бундан кейин оқувчанлик ва мустаҳкамлик чегаралари кескин пасаяди (2- расм). Графикдан кўринадики, температура 500 °C дан ўтганда σ_t -оқувчанлик ва σ_t -вақтли қаршилиқ чегаралари рухсат этилган чегарагача етади.

Бундан ташқари, стволнинг ейилиши оқибатида обтюрация ёмонлашади, снаряднинг етакчи белбоғи ва ствол канали девори орасидан порох газлари ўтади, бу эса фойдали ишни камайтиради, максимал босими ва бошланғич тезлиги пасаяди.

Date: 23rd November-2025

Иккинчи томондан, стволнинг ейилиши, снаряд етакчи қисмининг ствол канал сиртига ишқаланиш коэффициентини ўзгартиради, бу ҳам босим $P(x)$ ва тезлик $V(x)$ функцияларнинг ўзгаришига таъсир этади. Натижада, қўшимча ишлар кўпайиши оқибатида бошлангич тезлик пасаяди.



2- расм. Легирланган тўп пўлатларнинг σ_t –оқувчалик чегараси ва σ_v –вақтинча қаршиликларнинг температура ўзгаришига боғланиш графиги (1 – 35ХН1М -0,35% углерод С, 1%-хром Х, 1%-никел Н; 2 – 35Х3ВА – 0,35% углерод С, 3% хром Х, 1% ванадий В, А юқори сифатли)

Қўйидаги нарса аниқланганки, бир ҳил шароитда бўлса ҳам тезлик ва бошланғич босимнинг пасайиши, ажратиб зарядладиган тўпларда унитар снарядли тўпларга қараганда, анча кўпроқ бўлади. Шунинг учун, бошланғич тезликнинг пасайиши, стволнинг яшовчанлиги учун чекли мезон бўлиб ҳисобланади.

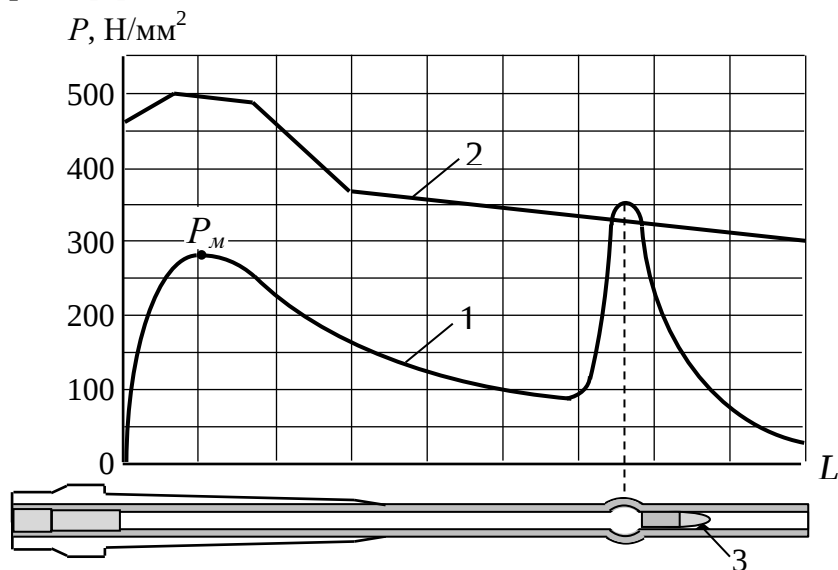
1- расмдан кўринадики, бутун стволни максимал босимга ҳисоблашнинг зарурияти йўқ, чунки снаряд олдинга ҳаракатланиши билан босим пасаяди. Шунинг учун, одатда орт қисмидаги деворлар стволнинг бошқа қисмларига қараганда анча йўғон бўлади. Ствол деворининг ҳар қандай кесими, отишда ҳосил бўлган босимдан 1,3...1,5 марта катта бўлган босимга чидайдиган мустаҳкамлик захираси билан тайёрланади. Тўп учун ҳисобланган босимнинг барча катталикларида, ствол фақат эластик кенгайиш деформациясига учрайди. Босим таъсирида ствол айлана бўйича кенгаяди, босим йўқолгани билан олдинги ўлчамларга қайтади. Ишлатиш жараёнида қуйидаги ҳолат бўлиши мумкин, ствол ичидаги босим ҳисобланган мустаҳкамлик захирасидан ошиб кетади. Бу ҳолда ствол қолдиқ деформацияга учрайди, яъни газлар таъсиридан кенгайиб ва босим йўқолганда, ўзининг ўлчамлари қайта тикланмайди. Бу ҳодисага стволнинг кенгайиши дейилади.

Date: 23rd November-2025

Кўп ҳолларда, стволнинг кенгайиши, стволга бегона нарсалар тушиши билан содир бўлади (қаноп, латта, қум, тупроқ ва б.). Снаряд бегона нарсага тўқнашиб, ўзининг ҳаракатини тўхтатади. Снаряднинг орқасидан борадиган

газлар унинг тубидан қайтиб, тескари ҳаракатни олади. Қарама-қарши йўналишда ҳаракатланадиган газлар тўқнашганда, ствол учун ҳисобланган босимдан юқори бўлган босимнинг сакраши вужудга келади, стволнинг

кенгайиши (3- расм), айрим ҳолларда эса унинг ёрилиши (4-расм) ҳодисаси рўй беради.[2]



3- расм. Стволнинг босим сакрашида ҳосил бўлган кенгайиши: 1-стволдаги босимнинг эгри чизиғи; 2-эластик қаршилиқнинг эгри чизиғи; 3-бегона нарса

Кенгайган стволлардан отиш учун фойдаланиш мумкин эмас. Кенгайиш ва ёрилишларнинг олдини олиш учун ствол канали синчиклаб артилади, ҳар отишдан олдин ствол диққат билан кўриб чиқилади, ҳаракат жараёнида ифлосланишдан ҳимоя қилинади, бирон нарса билан бекитилмаслиги керак, отишдан олдин тўпдан ғилофлари олинади.



4- расм. Ифлослаган стволдан отишда танк стволларининг ёрилиши



30 январ 2014 йилда, Хабаровск вилоятида, ўқув полигониди, кечки машқлар жараёнида, танк Т-72Б3 портлаган. Танк экипажи ҳалок бўлган. Бу ҳодисадан олдин, жанговар машина “Уралвагонзавод”да чуқур модернизациядан ўтган. Корхона мутахассислари танкнинг қолган қисмларни диққат билан текширишган ва ягона хулосага келишган: портлашнинг сабаби дефектдир, яъни стволнинг орт қисмида ёрилган жой бўлган. Бу дефектга заводда аҳамият берилмай ўтказган.

Стволнинг қизиши, артиллерия тўпларининг ишига бўлган таъсири, қўйидаги йўналишларда содир бўлади.

1. Қизиб кетиш оқибатида ствол деворининг қалинлиги бўйича температуралар фарқи иссиқлик (термик, температура) кучланишларини ҳосил қилади, буларни стволнинг мустаҳкамлигини баҳолашда ҳисобга олиш зарур. Температура ортиши билан, тўп пўлатларининг механик тавсифлари ўзгаришини ҳам ҳисобга олиш зарур.

2. Қизиганда ствол материалнинг эластиклик хоссалари пасаяди ва стволнинг бикрлиги камаяди, оқибатда, статик эгилиш ва отишда динамик эгилишлар ортади, бу эса снарядларнинг сочилишини кенгайтиради.

3. Бундан ташқари, ствол кесимининг контури бўйича нурли нотекис қизиш ва узунлиги бўйича нотекис қизиш, ёғингарчилик ва шамолдан нотекис совиши қўшимча иссиқлик эгилишини вужудга келтиради, бу ҳам отиш аниқлигига салбий таъсир кўрсатади.

4. Стволнинг қизиш жараёни қўйидаги хусусиятига эга: ҳар бир отишда стволга иссиқликнинг ўтиш муддати жуда кичик – секунднинг улушлари, отиш даврида эса иссиқликни ствол канали сиртидаги юпқа қатлам қабул қилади. Ҳар бир отишда ствол деворининг ички қатламлари кенгаяди, совиғанда эса тораяди. Бундай кенгайиш ва торайишнинг даврий деформациялари ствол сиртида қизғин тўрини ҳосил қилади ва унинг эрозияли эскиришининг асосий сабабларидан бири бўлади.

5. Танк ва танкка қарши тўпларда юпқа деворли стволлардан фойдаланилади, шунинг учун стволнинг иссиқлик ҳолатини таҳлил қилишда қуёш радиациясидан бўлган иссиқликни ҳам ҳисобга олиш зарур. Бу иссиқликнинг миқдори порох газларидан ҳосил бўлган иссиқликка қараганда кичик бўлади, лекин ундан стволнинг қизиши бир тарафлама бўлади ва у стволнинг иссиқликдан эгилишини ҳосил келади. Технологик жиҳатдан, ствол деворининг ҳар қил қалинликда бўлганлигидан, бу эгилиш янада кучаяди ва стволнинг отиш аниқлигига таъсир этади.

Стволнинг эгилишини йўқотиш ёки камайтириш учун амалда чекли отишлар режими белгиланади ва стволни совитиш учун, отишларда танаффуслар берилади. Бу эса тўпларнинг жанговар самарадорлигини пасайтиради, чунки табиий совитишда, етарли даражада температурани тушириш учун анча кўп вақт зарур (ўнлаб минутлар бўлиши мумкин). Масалан, 300...350 °С гача қизиган ўрта калибрли стволни 100 °С гача совитиш учун 30...60 минут зарур, атрофдаги ҳаво

Date: 23rd November-2025

температурасигача совитиш учун эса 2...3 соат зарур. Совиши тезлиги тўпнинг калибрига ва ташқи шароитга ҳам боғлиқ.

Шуни қайд қилиш керакки, 120...125 мм калибрли танк ва танкка қарши тўплар учун кесик стволлар ўрнига силлиқ стволлардан фойдаланиш ствол каналида порох газларининг босимини анча оширади, оқибатда снаряднинг бошланғич тезлиги ва калибр ости снарядларининг зирҳни тешиб ўтиши ортади.

Силлиқ стволли тўплардан отилган снаряд учишда айланмайди (қанотлари билан стабиллаштирилади), шунинг учун кумулятив снаряд портлаганда газ ва металл оқимининг зирҳни тешиб ўтиш таъсири кучаяди. Иккинчи томондан, силлиқ стволлар порох газларидан камрок эрозияланади, хизмат муддати эса кесикли стволларга қараганда икки баробарга катта ва ички механик ишлов бериш бўлмаганлиги сабабдан, бундай тўпларни ишлаб чиқариш арзонга тушади. Бундай стволларнинг қалинлиги 30...35 мм бўлади.[5]

Моноблок стволининг мустаҳкамлиги

Отиш жараёнида стволга қўйидаги кучлар таъсир этади:

- ствол деворлардаги кучланиш ва деформацияларни ҳосил қилувчи порох газларининг босим кучи;
- ствол канали деворларининг сиртлари ва снаряд (ўқ) билан ишқаланиш кучининг ўқ бўйлаб ташкил этувчиси ва снаряддаги етакчи қурилманинг кесиклар қирраларга бўлган босим кучи;
- ушбу кучларнинг кўндаланг ташкил этувчиси;
- газлар босимининг жадал ўсишидан ствол деворларида ёки тўпнинг тезланувчан ҳаракати оқибатида ҳосил бўладиган инерция кучлари;
- стволни тўпга маҳкамлаш усулига боғлиқ бўлган ўқ бўйлаб кучлар.

Келтирилган барча кучларни ҳисобга олганда, стволни мустаҳкамликка ҳисоблаш масаласининг ечилиши жуда мураккаб бўлади. Шунинг учун, стволларни мустаҳкамликка ҳисоблашларда қатор соддалаштирувчи фаразлар қабул қилинади ва стволни ҳисоблашнинг мураккаб масаласи оддий цилиндрик қувурни ҳисоблаш масалага келтирилади.[3]

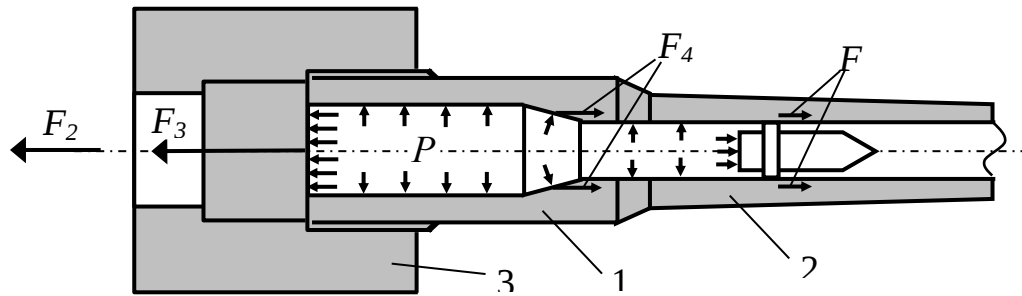
Бундай соддалаштришларга қуйидагилар қиради:

- снаряднинг ствол канали деворларига ишқаланиш кучлари, ствол деворларида ўқ бўйлаб инобатга олинмаган кучланишларни ҳосил қилади;
- етакчи қурилманинг кесиклардаги жанговар қирраларга босими ҳисобга олинмайдиган кичик буралиш кучланишларини ҳосил қилади;
- отишда бўладиган юкламалар статик тавсифларга эга;
- ствол кўп сонли ўртача диаметрларга эга бўлган цилиндрик соҳаларга эга;
- ствол материали бир жинсли ва изотроп; ҳар қандай нуқтада босим сиртига нормал йўналган, деформацияда соҳаларнинг шакли сақланади, ҳар қандай кўндаланг кесими ясси бўлиб қолади.

Отишда стволга таъсир этувчи кучларни кўриб чиқамиз (5 -расм).



Date: 23rd November-2025



5- расм. Отишда стволга таъсир этувчи кучлар:

1 – камора; 2 – ствол; 3 – орт қисми; P_1 - стволдаги газнинг босими; F_2 - орқага ҳаракат кучи; F_3 - зарядлаш каморасига босим кучи; F_4 - каморадаги конуссимон юзаларга босим кучи; F - снаряддаги етакчи белбоғнинг ишқаланиш кучи

Газ босимининг радиал йўналишдаги таъсири эластик кучлар билан мувозанатлашади. Снаряд тубига газларнинг босим кучи уни илгарланма ҳаракатга келтиради (кесик стволларда эса айланма ҳаракатга).

Ствол канали тубига газларнинг босим кучи қўйидагига тенг:

$$F_3 = P_1 S_3;$$

бу ерда P_1 - стволдаги газнинг босими, Па;

S_3 – зарядлаш каморасининг қўндаланг кесим юзаси, м².

Каморадаги конуссимон юзаларга порох газларининг босим кучи:

$$F_4 = P_1 (S_3 - S);$$

бу ерда S – стволнинг цилиндрик қисмидаги қўндаланг кесим юзаси, м².

Ўқ бўйлаб йўналган F ишқаланиш кучи ҳамда етакчи белбоғнинг кесикдаги ён қирраларига таъсир этувчи кучлар, снарядга таъсир этувчи кучга нисбатан 1...2% ни (силлиқ ва кесикли стволларга тегишли) ташкил

этади. Отишда стволга таъсир этувчи кучларнинг тенг таъсир этувчи кучга

тисланиш кучи деб аталади ва у қўйидагига тенг:

$$F_2 = F_3 - F_4 - F.$$

F_3 , F_4 ва F кучларни қўйилганда, бу ифода қўйидагича бўлади:

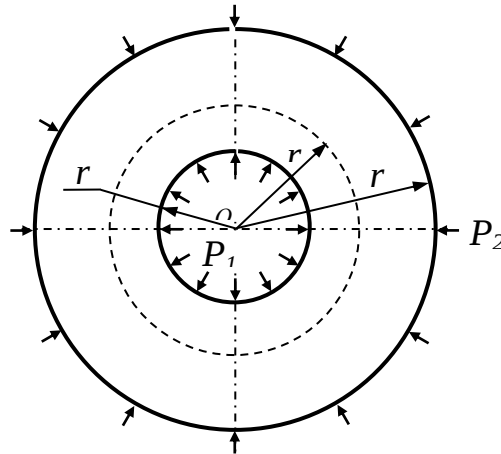
$$F_2 = (0,98...0,99) P_1 S.$$

F_2 куч P_1 босим кучининг функцияси бўлганлиги учун, F_2 кучнинг эгри чизиғи маълум бир масштабда порох газлари босимининг эгри чизиғини такрорлайди.

Танк тўплари учун F_2 кучнинг максимал қиймати 2000...5000 кН бўлади.

Стволни ҳисоблаш масаласи ички статик босим таъсирида бўлган изотроп цилиндрик қувурни ҳисоблаш масаласига келтирилади. Қатор ҳолларда бу қувур очик бўлади, айрим ҳолларда эса унинг деворлари ўқ бўйлаб зўриқишга эга бўлади ва у стволни тўпга маҳкамлаш муайян схемага қараб аниқланади.[4]





6- расм. Кувурнинг кўндаланг кесими

Ташки ва ички босимлар таъсирида бўлган йўғон деворли цилиндрик кувурнинг деворларидаги эластиклик кучланишлар учун материаллар қаршилигида қўйидаги ифодалар киритилади:

$$\sigma_t = c_1 + \frac{c_2}{r_2}; \quad (1)$$

$$\sigma_r = c_1 - \frac{c_2}{r_2}; \quad (2)$$

$$c_1 = \frac{P_1 r_1^2 - P_2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2}; \quad (3)$$

$$c_2 = \frac{(P_1 - P_2) r_1^2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2}; \quad (4)$$

бу ерда σ_t , σ_r , - тангенциал ва радиал нормал кучланишлар, Н/м²;

c_1 , c_2 – кувур деворидан ажратилган элементар ҳажмнинг мувозанат дифференциал тенгламасининг интеграллаш доимийликлари;

P_1 , P_2 – кувур ичида ва ташқарида бўлган босимлар;

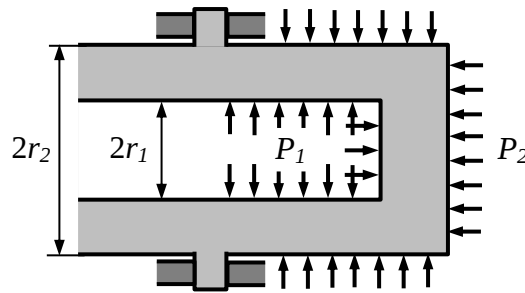
r_1 , r_2 – кувурдаги ички ва ташқи юзаларнинг диаметрлари;

r – кучланишни аниқлаш учун кўриладиган қатламнинг радиуси (жорий радиуси), м.

Очиқ кувурдаги r_1 ва r_2 ўлчамларни ва P_1 ва P_2 босимларни билган ҳолда бўйлама ўқдан ҳар қандай r масофада турган нуктадаги σ_t ва σ_r кучланишларни аниқлаш мумкин.[6]

Тубига эга бўлган кувур учун (7- расм), бундан ташқари, ўқ бўйлаб σ_z кучланишни аниқлаш мумкин. Қабул қилинган соддалаштириш фаразларга асосан, у девор қалинлиги бўйича ўзгармас бўлиб қўйидагига тенг:

$$\sigma_z = \frac{\pi r_1^2 P_1 - \pi r_2^2 P_2}{\pi(r_2^2 - r_1^2)} = \frac{P_1 r_1^2 - P_2 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2}; \quad (5)$$



7- расм. Тубига эга бўлган қувурнинг бўйлама кесими

Олдин қабул қилинган соддалаштириш фаразлари бўйича, цилиндрик қувур учун σ_t , σ_r , σ_z кучланишлари бош нормал кучланишлар бўлиб ҳисобланади. Бош нисбий эластиклик деформациялар учун қўйидаги ифодалар олинади:

$$\varepsilon_t = \frac{1}{E} [\sigma_t - \mu(\sigma_r + \sigma_z)]; \quad (6)$$

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E} [\sigma_r - \mu(\sigma_z + \sigma_t)]; \quad (7)$$

$$\varepsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \mu(\sigma_t + \sigma_r)]; \quad (8)$$

бу ерда ε_t , ε_r , ε_z - тангенциал, радиал ва ўқ бўйлаб нисбий деформациялар;

E – қувур метали учун эластиклик модули, Па;

μ – Пуассон коэффиценти.

Пуассон коэффиценти $\mu=1/3$ га тенг деб қабул қилинади.

Деворнинг қалинлиги δ қувур радиусининг бешдан бир қисмидан катта бўлса қувур йўғон қувурли ҳисобланади, яъни:

$$\delta \geq r_1 / 5;$$

бу ерда r_1 – қувурнинг ички радиуси, м.

Масалан, танк тўплааридаги стволларда $\delta=(1...1,8)r_1$, дизелдаги насос ва форсункани бирлаштирувчи қувурда $\delta=2r_1$. [7]

Фараз қилайлик, йўғон деворли қувурга ички P_1 ва ташқи P_2 босимлар таъсир этади. Ҳавфли нуқталарда бош кучланишларнинг миқдорини аниқлаш керак.

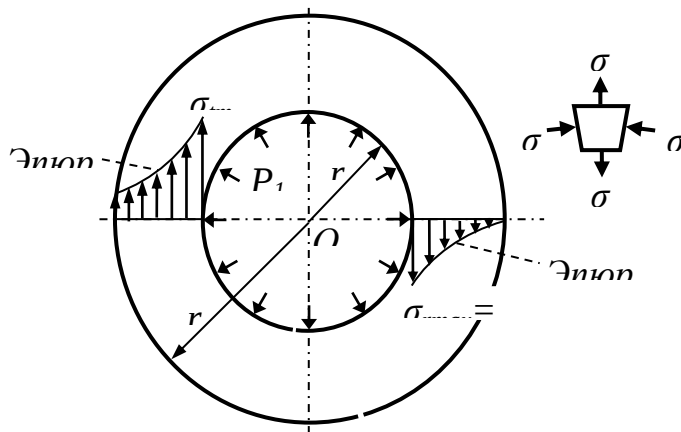
Ствол йўғон деворли қувур сифатида, фақат ички босим таъсирида

($P_1 \neq 0$ ва $P_2 = 0$) деб ҳисобланади, бу ҳолда ўзгартиришлардан кейин (1) - (4) формулалардан қўйидагига эга бўламиз:

$$\sigma_r = \frac{P_1 r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \left(1 - \frac{r_2^2}{r^2} \right); \quad \sigma_t = \frac{P_1 r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} \left(1 + \frac{r_2^2}{r^2} \right). \quad (9)$$

Date: 23rd November-2025

Ички сиртидаги радиал қўчишлар, $r=r_1$ бўлганда, қўйидагига тенг:



8- расм. Ствол қувуридаги кучланишлар эпюралари

$$u = \frac{P_1 r_1}{E} \left(\frac{r_1^2 + r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} + \mu \right). \quad (10)$$

(10)- формуладан қўринадики, агарда қувурда фақат ички босим бўлса, у ҳолда P_1 босимнинг ҳар қандай қиймати учун қўйидагига эга бўламиз:

$\sigma_r < 0$; $\sigma_t > 0$ бўлса; абсолют миқдор жиҳатдан эса $|\sigma_t| > |\sigma_r|$ бўлади.

Хавфли нуқталар қувурнинг ички сиртларида пайдо бўлади ва уларда максимал кучланишлар ҳосил бўлади:

$$\sigma_{t\max} = P_1 \frac{r_2^2 + r_1^2}{r_2^2 - r_1^2}; \quad \sigma_{r\min} = -P_1. \quad (11)$$

Шунинг учун, одатда емирилиш ички четидан бошланади ва бўйлама ёриқча кўринишда ривожланади.

σ_r ва σ_t кучланишларнинг эпюралари гиперболалар билан чегараланади (8- расм).

Тенг мустаҳкамликка эга бўлган материалдан ясалган йўғон деворли цилиндрни мустаҳкамликка ҳисоблашларда, III мустаҳкамлик назариясидан фойдаланиб, қўйидаги шартга асосланади:

$$\sigma_{\max} - \sigma_{\min} \leq [\sigma_p].$$

бу ерда $[\sigma_p]$ – рухсат этилган чегараси, Па,

Мустаҳкамлик шартига $\sigma_{\max}$ ва $\sigma_{\min}$ қийматларни қўйиб, қўйидагига эга бўламиз:

$$\frac{2P_1 r_2^2}{r_2^2 - r_1^2} \leq [\sigma_p] \quad \text{ёки} \quad 2P_1 r_2^2 \leq r_2^2 [\sigma_p] - r_1^2 [\sigma_p].$$

$$\text{Бундан} \quad r_2^2 ([\sigma_p] - 2P_1) \geq r_1^2 [\sigma_p] \quad \text{ёки} \quad r_2^2 \geq \frac{r_1^2}{1 - 2P_1/[\sigma_p]}.$$

Агарда $2P_1 \rightarrow [\sigma_p]$ бўлса, у ҳолда $r_2 \rightarrow \infty$ бўлади.



Date: 23rd November-2025

Демак, мустаҳкамлик шартини бажариш учун каморадаги деворларнинг қалинлигини чексиз катта қилиш керак.[8]

Шундай қилиб, ствол ичидаги босим ортиши билан белгиланган рухсат этилган окувчанлик чегарасида ствол деворининг қалинлиги кескин катталашади. Бу ҳолда металлнинг мустаҳкамлик тавсифлари етарли даражада юқори бўлса ҳам, стволнинг ташқи ўлчамлари мумкин бўлмаган катталикларга эга бўлади. Шунинг учун, босим қийматлари катта бўлганда, стволнинг мустаҳкамлигини ошириш учун, сунъий усуллардан фойдаланилади. Бундай усуллардан бири стволни мустаҳкамлаш (скрепление) деган усули ишлатилади.

FOYDALANILGAN MANBALAR:

1. Основание устройства и проектирования стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия. Курс лекций. СГГА 2005. -195 с.
2. Слуцкий В.Е., Зайцев А.А. Учёт в баллистической подготовке артиллерийского комплекса деформаций ведущего пояса снаряда при выстреле // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. № 5(107), 2014. С.154-159
3. Шульман А. Генерал и его танк.url:<https://shaon.livejournal.com/98222.html> (дата обращения: 20.04.2023).
4. Гудериан Г. Внимание, танки. История создания танковых войск. М.: Центрполиграф, 2005. URL: <http://militera.lib.ru/science/guderian/index.html> (дата обращения: 20.04.2023).
5. Тухачевский М.Н. Избранные произведения. В 2-х томах. М.: Воениздат, 1964. URL:<http://militera.lib.ru/science/tuhachevsky/pre.html> (дата обращения: 20.04.2023).
6. Сулимов И. Подвиг танкиста Григория Найдина//Военное обозрение.URL:<https://topwar.ru/html> (дата обращения: 20.04.2023).
7. Храмчихин А.А. Судный день Израиля // Независимое военное обозрение. 2018. 19 октября.
8. Широкопад А. Нужна ли танку 152-мм пушка // Независимое военное обозрение. 2022. № 34 (1205). 9 сентября.

