

**ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ, ҚУРИШ  
ВА ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ**

**“АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИ ВА СУНЬИЙ ИНШООТЛАР”  
ФАКУЛЬТЕТИ**

**“КЎПРИКЛАР, ТОННЕЛЛАР ВА ЙЎЛЎТКАЗГИЧЛАР”  
КАФЕДРАСИ**

**5340800 - Автомобиль йўллари ва аэродромлар  
таълим йўналиши бўйича бакалавр тайёрлаш учун  
ҚУРИЛИШ МУХАНДИСЛИГИ II  
(ТРАНСПОРТ ТОННЕЛАРИ)  
фанидан амалий машғулотлар бажариш учун**

**УСЛУБИЙ КЎРСАТМА**

**ТОШКЕНТ-2019**

Услугий кўрсатмада транспорт тоннеллари қопламаларини статик таъсирларга ҳисоблаш бўйича асосий ҳолатлар баён этилган. Тўғрибурчакли рама, турлича гумбазлар, айлана кўринишдаги яхлит ва йиғма тоннель қопламаларининг асосий статик схемалари келтирилган. Услугий кўрсатмада, шунингдек, тоғ жинсига тиралувчи эркин гумбазнинг ҳисобий схемаси, гумбаз геометрик тавсифлари, асосий системадаги юклардан ҳосил бўлувчи зўриқишлар, асосий системанинг силжишлари, гумбаз кесимларида юклардан ҳосил бўлувчи ҳисобий зўриқишларни аниқлаш бўйича жадваллар келтирилган.

Услугий кўрсатма 5340800– “Автомобиль йўллари ва аэродромлар” таълим йўналиши бўйича талаба-бакалавр учун “Транспорт тоннеларини лойиҳалаш, қуриш, эксплуатация қилиш” фанидан амалий машғулотлар бажаришлари учун мўлжалланган.

**Тузувчилар:**

проф.Ишанходжаев А.А.

асс. Усмонов Д.Т.

**Тақризчилар:**

ТТЙМИ “Кўприклар ва тоннеллар”  
кафедраси, доценти т.ф.н., доцент

Раупов Ч.С.

“Кўприклар, тоннеллар ва йўлўтказгичлар”  
кафедраси, т.ф.д., проф.

Ашрабов А.А.

Услугий кўрсатма “Кўприклар, тоннеллар ва йўлўтказгичлар” кафедрасининг 2019 йил “ “ августдаги “ “ - сон йиғилишида муҳокамадан ўтган ва факультет кенгашида муҳокама қилиш учун тавсия этилган.

**Кафедра мудири: \_\_\_\_\_ Н.З.Саатова**

Услугий кўрсатма “ Автомобиль йўллари ва сунъий иншоотлар” факультети кенгашида муҳокама этилган ва фойдаланишга тавсия қилинган (2019 йил “ “ августдаги 1 -сонли баённома)

**Факультет кенгаши раиси: \_\_\_\_\_ Т.Ж.Амиров**

## МУНДАРИЖА

1	Асосий ҳолатлар.....	4
2	Асосий статик схемалар.....	5
3	Қалқонларни ҳисоблаш асослари.....	8
4	Тоннеларда СО (углерод оксиди) ва иссиқлик ажралиши бўйича зарур ҳаво ҳажмини аниқлаш.....	11
5	Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	

## 1. Амалий машғулот

### Мавзу: Тоннель қопламаларнинг асосий статик схемалари

Тоннель қопламасига таъсир қилувчи юклар, жой рельефи, тоннель жойлашув чуқурлиги, муҳандис-геологик шароитлар ва ишларни бажариш усулларига боғлиқ ҳолда аниқланадилар.

Юкларнинг асосий, қўшимча ва махсус бирга қўшилиш турлари мавжуд.

Асосий бирга қўшилишлар қопламага доимий ёки тез-тез таъсир қилувчи юкларда ташкил топадилар. Уларга тоғ ва гидростатик босим, конструкциянинг ўз оғирлиги ва тоннелдаги транспортдан тушадиган юклар кирадилар.

Қўшимча бирга қўшилишлар конструкцияга қисқа муддатли ва даврий таъсир қилувчи юклардан ташкил топадилар. Уларга ҳароратининг кескин ўзгариши, бетон киришишидан ҳосил бўлувчи зўриқишлар, шунингдек, қоплама ортига юборилувчи қоришманинг ташқи босими ва ишлар бажаришдаги фойдаланилаётган механизм ва жиҳозлардан тушаётган юклар кирадилар.

Кўрсатилган юкларнинг барча турлари, тоннель қопламаларини ҳисоблашда, энг қулай аммо реал бирга қўшилишларда қабул қилинишлари лозим.

Тоннель қопламалари ҳисоби қурилиш механикаси, эластиклик назарияси ва гурнтлар механикаси усуллари асосида, тоннеллар кесиб ўтаётган тоғ жинсининг муҳандис геологик шароитларини инобатга олиб, чегаравий ҳолатлар бўйича бажарилади.

Ер ости иншоотларини ҳисоблашнинг ўзига хослиги шундан, бу ҳисобларга ягона эластик системани ҳосил қилувчи қоплама ва тоғ жинсининг биргаликда ишлашини инобатга олиш зарур.

Реакти босим ёки тоғ жинсининг эластик қаршилик кўрсатиши қопламанинг асосан тик йўналган юк (ўз оғирлиги, тоғ босими) таъсиридаги деформацияси натижасида ҳосил бўлади. Унинг миқдори қопламани ўраб турган тоғ жинсларининг эластиклик хусусиятларига боғлиқ бўлиб, кучланишлар  $\sigma$  ва деформациялар  $u$  орасидаги тўғридан тўғри пропорционаллик борлигини фарз қилувчи Фусс-Винклар гипотезаси асосида аниқланади

$$\sigma = ku$$

Бу ерда  $k$  – тоғ жинси эластик қаршилик кўрсатиш коэффициенти, кг/см<sup>3</sup>.

Қоплама турли нуқталари деформациалари ёки силжишилари олдиндан маълум бўлмай, улар гумбаз ёки ҳалқа статик ноаниқ конструкциясини ҳисоблаш йўли билан аниқланадилар.

Энг кенг тарқалган тоннель қопламалари статик схемалари 1 жадвалда келтирилган.

Келтирилган схемалардан кўпчилиги бўйича қоплама ҳисоби, бири-бирдан аниқлик даражаси ва тоғ жинсининг эластик қаршилик кўрсатишини

аниқлашга турлича ёншлиш бўйича фарқланадиган турли усулларда бажарилиши мумкин.

Энг кенг тарқалган усуллар – Зуробов Г.Г. ва Бугаева О.Е., Наумов С.Н. ва метрогипротранс усуллари бўлиб, уларнинг ҳар бири ўз афзалликлари ва камчиликларига эгадирлар.

Қаршилик кўрсатиши, зарур эластик хусусиятларига эга (одатда, Протодьяконо М.М. бўйича мустаҳкамлик коэффициенти  $f > 1$  бўлганда) тоғ жинсларида пайдо бўлади.

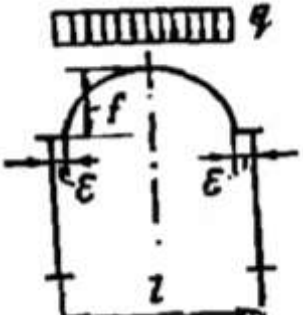
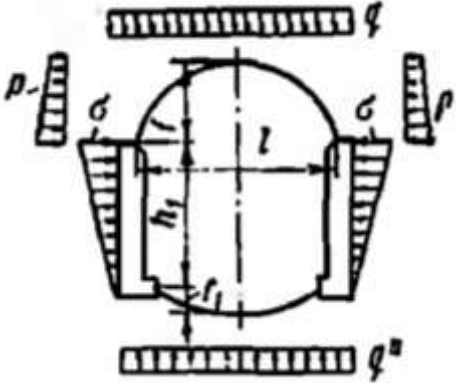
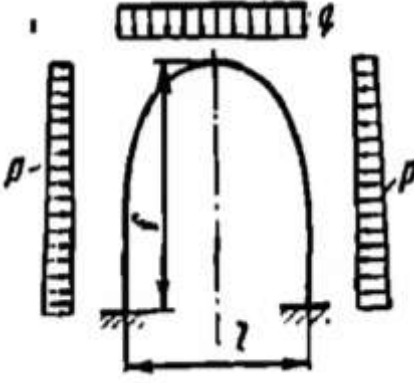
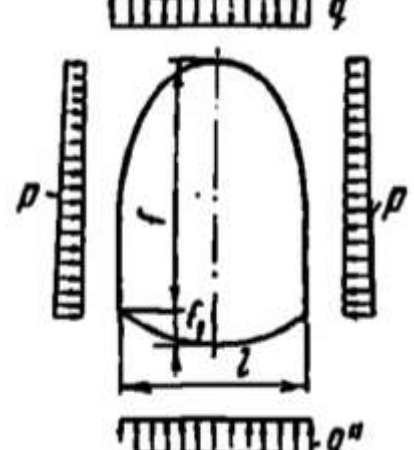
Тоғ жинсларининг қаршилик кўрсатиши қоплама статик ишлашини сезиларли енгиллаштириб, иқтисодий тежамли конструктив ечимлар қабул қилиш имконини яратади. Бўш тоғ жинсларида ( $f > 1$ ) жойлашган қопламадар ҳисобини бажаришда, эластик қаршилик кўрсатиш ўрнига ётиқ йўналтирилган тоғ босими келтирилади.

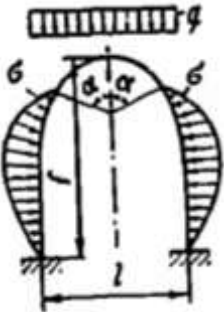
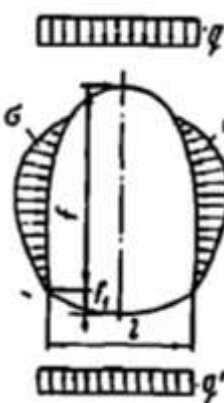
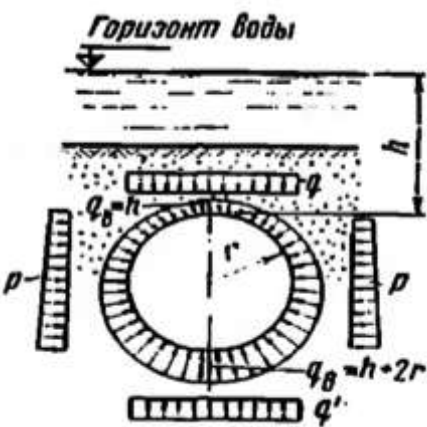
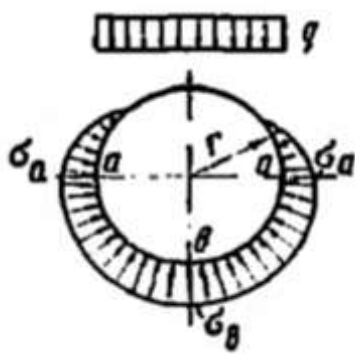
## 2. Амалий машғулоти

### 2.1. Асосий статик схемалар

1 жадвал

1	Конструкция	Ҳисобий схема	Схеманинг қўлланиш шароитлари		
			Тоғ жинслари	Иш усули	Қоплама ашёси
1	Бикр тугунли тўғрибурчак ранг а) бир ораликли б) икки ораликли		Намланган сочилувчан юқори даражада бузилган қоятош	Котлован усули ёки тўғрибурчакли қалқон	Яхлит темир-бетондан қоплама
2	Юқори қисми очик шарнирли тиралган ригалли: а) бир ораликли б) икки ораликли		Қурук сочилув-чан. Ўртача мустаҳкамликдаги қоятош	-	Яхлит (рама ва йиғма шип қисми) темирбетон
3	Тоғ жинсига тиралган паст гумбаз		Сунъий бўшлик ён томонлари устивор бўлган ўр-тача мустаҳкамликдаги қоятошлар	Тиралган гумбаз усули	Яхлит бетон
4	Массив девор-ларга тиралган паст гумбаз		Қурук сочилув-чан ва бўш қоятош	Кесимни тўла очиш усули	-

5	Тик деворларга тиралган гумбаз		-	-	-
6	Тескари гумбазга эластик уланган массив девор-ларга тиралган паст гумбаз		Тоннель асосида пастдан юқорига босим ҳосил қилувчи лой жинслар	Таянч ядро усули	-
7	$f > 1$ бўлган тоғ жинсига тиралган баланд гумбаз (қаршилик кўрсатиш кучларини инобатга олмай)		Қурук сочилувчан ва бўш қоя-тош. Зич тупроқ, шағал грунт	Кесимни тўла очиш усули	-
8	$f > 1$ бўлганда тескари гумбазга эластик маҳкамланган баланд гумбаз (қаршилик кўрсатиш кучларини инобатга олмай)		Намланган бўш сочилувчан. Кўп-чиш ҳосил қилувчи тупроқ. Ёриқлардаги барча тоғ жинслари	Таянч ядро усули	-

9	Остки қисми тоғ жинсига мустаҳкамланган баланд гумбаз (қаршилик кўрсатишни инобатга олиб)		Мустаҳкам ва ўратача мустаҳкамликдаги қоятош	Қусимни тўла очиш усули	-
10	Тескари гумбазга мустаҳкамланган баланд гумбаз (қаршилик кўрсатишни инобатга олиб)		Юқори гумбаз сатҳида ўратача мустаҳкамликдаги қоятош ва тескари гумбаз сатҳидаги бўш намланган ярим-қоятош қурама	-	-
11	Озод деформацияланувчи ҳалқа кўринишдаги қоплама		Оқма лойлар, сууқланган лесс, намланган кум ва бошқа сууқланган жинслар	Сиқилган ҳаво остида қалқон усули	Чўян тубингли йиғма
12	Эластик муҳит-даги ҳалқа кўри-нишидаги қоплама		Зич тупроқ, ағалли грунт, ишоқ оҳақтош, бўр ва б.	Қалқон усули	Темирбетон тубинглар ёки блоклар-даг йиғма

Изоҳлар: Схемаларда қуйидаги белгиланишлар қабул қилинган:

$q$  ва  $p$  – тик ва ётиқ йўналган тоғ босими;

$q'$  – асос грунтнинг қаршилик кўрсатиши;

$q''$  – тоғ жинсининг пастдан юқорига йўналтирилган фаол босими;

$\sigma$  – тоғ жинсининг эластик қаршилик кўрсатиши.



Тақасимон кўринишга эга қопламаларнинг ашёлари кўп ҳолларда бетон бўлиб, у сиқувчи зўриқишларга нисбатан юқори даражада қаршилиқ кўрсатиб, чўзувчи зўриқишларга қаршилиги эса паст даражада. Шининг учун қопламаларни рационал лойиҳалаш масаласи муҳим аҳамият касб этади. Аммо гумбазнинг моментсиз ўқини танлаш маълум қийинчиликлар билан боғлиқ, чунки тоғ босимининг миқдори ва тарқалиш қонуни одатда номаълум бўлиб, бу ҳолат айниқса тоннел трассаси бўйича геологик шароитлар тез-тез ўзгариб турганда яққол намоён бўлади. Амалда гумбаз ўқининг босим эгри чизиғи билан мутаносиблигини таъминлаш мумкин эмас. Ҳисобларда босим эгри чизиғини қоплама жинсига киритиш билан қаноатланилади.

Қопламаларни конструкциянинг чегарай ҳолатлари бўйича ҳисоблашда бўтоннинг чўзилишга ҳисобий қаршилиги (иккинчи чегарай ҳолат) ишлатилиб, бунда гумбаз учидаги босим эгри чизиғи унда ёриқлар очилиши ҳосил бўлмаслигини кафолатловчи миқдорга кесим ташқарисига чиқиши мумкин.

Тик ва ётиқ юқлар миқдорлари маълум бўлган ҳолларда босим эгри чизиғи, Бугаева О.Е. томонидан чиқарилган қуйидаги формула бўйича чизилиши мумкин.

$$-y^2 + \left( m \frac{l^2}{4f} + f \right) y = mx^2 \quad (2)$$

Бу ерда:  $m=q/p$  – тик йўналган бир текис тарқалган  $q$  юк жадаллигининг ётиқ йўналган  $p$  юк жадаллигига нисбати;

$f$  – гумбаз баландлиги;

$y$  ва  $x$  – ўқ чизиғи (координата боши гумбаз учида жойлашган) ординатаси ва абциссияси.

Тоннель қопламалари статик ҳисоблари назарияси ва зурур формулаларни келтириб чиқариш махсус адабиётларда келтирилган бўлиб, мазкур услубий кўрсатмада тақасимон ва айлана кўринишдаги тоннель қопламаларини ҳисоблаш бўйича амалий тасиялар берилган. Бунда ишлашни осонлаштириш мақсадида дарсликлардан олинган баъзи формулалар келтирилган.

### 3. Амалий машғулоти

#### 3.1. Қалқонларни ҳисоблаш асослари

Қалқон конструкциясини лойиҳалашда, қалқон қобиғининг ички диаметри тоннел қопламасининг ташқи диаметридан биров каттароқ бўлиши зарурлигини инобатга олиш зарур. Шунинг учун қалқон қобиғининг ташқи диаметри қуйидаги формула билан аниқланади

$$D_k = 1,008d + 2\delta$$

Бу ерда:  $d$  - тоннел қопламасининг ташқи диаметри

$\delta$  - қалқон қобиғининг қалинлиги.

Мустаҳкам тоғ жиснларини қазишда қобикни қалқоннинг факат юқори қисмида жойлаштирилади. Бу ҳолда

$$D_k = 1,008d + \delta$$



Қалқоннинг умумий узунлиги унинг асосий қисмлари узунликларининг йиғиндисидан иборатдир, яъни

$$L_k = L_n + L_{r.x.} + L_d$$

Бу ерда:

$L_n$  - пичоқ ҳалқасининг кенглиги

$L_{r.x.}$  - таянч ҳалқасининг кенглиги

$L_d$  - қалқон қобиғи дум қисмининг узунлиги

Пичоқ ҳалқасининг кенглиги қазилаётган тоғ жинслари хусусиятига қараб, ишловчиларга қулайлик ва хавфсизлик туғдирмаслик мақсадида 1-1,2 м дан кам бўлмаган миқдорда қабул қилинади.

Қалқоннинг ишлай олиш қобилияти (манёврэнная способности) қалқон тўла узунлигини унинг диаметрига нисбати билан текширилади. Ўртача

$$L_k/D_k = 0,75 \text{ бўлиши керак}$$

Қалқонни силкитишдаги домкратларга таъсир қиладиган умумий куч қуйидагича аниқланади:

$$\Sigma W = W_1 + W_2 + W_3$$

бу ерда:  $W_1$  - қалқон билан тоғ жинси орасида ишқаланиш кучи,

$W_2$  - қазилаётган грунтнинг қаршилиги,

$W_3$  - қалқон қобиғи ва тоннел қопламаси орасидаги ишқаланиш кучи

$W_1$  ни қуйидаги формула билан аниқлаш мумкин:

$$W_1 = [2(p_1 + q_1)L_k D_k + p_2] \mu_1$$

Бу ерда:

$p_1$  ва  $q_1$  - баландлиги 50 м дан кўп бўлмаган тоғ жинси устуни босимига асосланган гипотеза бўйича аниқланадиган, тоғ жинсларининг тик ва ётиқ йўналтирилган босимлари;

$p_2$  - қалқоннинг оғирлиги;

$\mu_1 = 0,2 \div 0,6$  - пўлатни тоғ жинси билан ишқаланиш коэффиценти.

$W_2$  нинг миқдори қазилаётган тоғ жинсларининг сифати ва қўлланилаётган грунт қазилушу усулига боғлиқ:

а) қазилаётган жойда домкратлардан фойдаланишни талаб қиладиган грунт шароитида

$$W_2 = q_a F$$

Бу ерда:  $q_a$  - тоғ жинсининг гумбаз ҳосил бўлишини кўзда тутилган ҳолда аниқланадиган ётиқ фаол босими;

$F$  - қазилаётган жой юзаси.

б) пичоқ ҳалқаси контури бўйича қисман кесиб киргизиш усули билан қазиладиган грунт шароитларида

$$W_2 = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) q_n$$

Бу ерда:  $D_1$  - пичоқ ҳалқасининг ташқи диаметри

$D_2$  - қалқоннинг кесиб киргизиладиган қисми диаметри

$q_n$  - тоғ жисмининг ётиқ пассив босими

в) суюқ (суюилтирилган) тоғ жиснларини босиб киргизиш усули билан қазилганда

$$W_2 = q_n F$$

Қалқон қобиғи ва тоннел қопламаси орасидаги ишқаланиш кучининг миқдори катта бўлмай, қуйидаги формула билан аниқланади.

$$W_3 = p_3 \mu_2$$

бу ерда:  $p_3$  - қалқон қобиғи ичидаги тоннел қопламасининг оғирлиги;  
 $\mu_2 = 0,15 \div 0,20$  пўлат ва чуянинг ўзаро ишқаланиш коэффициенти.

Қалқон домкратларининг ҳисобий кучини биров каттароқ қабул қилиш керак яъни

$$\sum_{p=k} W$$

Бу ҳолда битта домкратнинг кучи қуйидаги формула билан аниқланади.

$$P = \frac{k \sum W}{n}$$

Бу ерда:  $n$  – блоклар сонидан икки марта кўп бўлган домкратлар сони;  
 $k = 1,25 \div 1,5$  - захира коэффициенти.

Домкрат поршенининг диаметри қуйидаги формула билан аниқланади

$$d = \sqrt{\frac{4p_i}{\pi q}}$$

Бу ерда:  $p_i = p + \Delta p$ ;  $\Delta p = \pi d q \mu \cdot 1$ ;  $\mu = 0,08$

Бу ерда:  $q$  - ишчи суюклик босимининг интенсивлиги;

$\Delta p$  - салқиник жипелашувидаги ишқаланишнинг пасайиши.

Цилиндрнинг ташқи радиуси қуйидаги формула билан аниқланади

$$r_a = r \sqrt{\frac{kZ + 0,4Pi}{kZ + 1,3Pi}}$$

Бу ерда:  $k_z$  - узулишга рухсат этилган қаршилик: чуян учун – 250, пўлат учун – 600, тозаланган (легированный) пўлат учун – 1200 кг/см<sup>2</sup>;

$r_1 = r + 50$  – синов босими.

Цилиндр деворларининг калинлиги  $s = r_a - r$

## 4. Амалий машғулоти

### 4.1. Тоннеларда СО (углерод оксиди) ва иссиқлик ажралиши бўйича зарур ҳаво ҳажмини аниқлаш.

1 км тоннел учун зарур шамоллатиш ҳажми (м<sup>3</sup>/с) қуйидаги оддий боғлиқдик билан аниқланиши мумкин.

$$Q = \frac{B}{D}$$

бу ер да  $B$  – ажралаётган газлар миқдори г/с;

$D$  – рухсат этилган концентрация мг/л ёки г/м<sup>3</sup>.

Рухсат этилган концентрация миқдори тоннелнинг денгиз сатҳидан баландлигига боғлиқ бўлиб, қуйидаги формула билан аниқланади:

$$D_H = D - 0,01H$$

Бу ерда:  $D$  – СО нинг меъерий шароитдаги рухсат этилган концентрагияси;  $H$  – денгиз сатҳидан баландлик км.

Тоннелда автомобиллардан чиқаётган СО нинг миқдори, ҳаракат жадаллиги ва тезлигига, автомобил сарфлаётган ёкилғи миқдорига ва чиқаётган газлардаги углерод оксиди миқдорига боғлиқ.

Автомобиллардан чиқаётган газлардаги СО нинг миқдори ёнишнинг тўлиқлигига, яъни ҳавонинг зичланганлик коэффиценти -  $a$  билан баҳоланувчи ишчи аралашманинг таркибига боғлиқ:

$\alpha = 0,95 \div 0,85$  – двигателнинг оддий меъерий тартибда ишлашида;

$\alpha = 0,8$  – двигателнинг салт айланишида.

Чиқаётган газлардаги СО нинг оғирлик миқдори қуйидаги формула билан аниқланади.

$$P = 0,14q \left( \frac{c}{3} + h (1 - \alpha) \right)$$

Бу ерда:

$q$  - ёнилғи сарфи, м;

$c$  - ёнилғидаги углерод миқдорининг оғирлик бўйича фоизи;

$h$  - ёнилғидаги водород миқдорининг оғирлик бўйича фоизи.

Ўртача кўрсаткичли ёнилғилар учун:

$$P = 6,06q(1 - \alpha)$$

Газ реакциясининг самардорлигига тоннел жойлашувининг денгиз сатҳидан баландлиги таъсир қилади, яъни

$$\frac{\alpha_H^2}{\alpha_0^2} = \frac{\gamma_H}{\gamma_0}$$

Бу ерда

$\alpha_H$  – денгиз сатҳидан  $H$  баландликда ҳавонинг зичланганлик коэффиценти;

$\alpha_0$  – денгиз сатҳидаги ҳавонинг зичланганлик коэффиценти;

$\gamma_H$  – денгиз сатҳидан  $H$  баландликда ҳавонинг ҳажмий оғирлиги, кг/м<sup>3</sup>;

$\gamma_0$  - денгиз сатҳидаги ҳавонинг ҳажмий оғирлиги, кг/м<sup>3</sup>;

Қуйидаги тахминий боғлиқлик мавжуд

$$\sqrt{\frac{\gamma_H}{\gamma_0}} = 1 - 0,45H$$

Бу боғлиқликни инобатга олиб, тоннелнинг қандай баландликда жойлашишига қараб, чиқаётган газлардаги СО нинг оғирлик миқдори қуйидаги формула билан аниқланади:

$$P_i = 6,06q[1 - a(1 - 0,045H)]$$

Ҳар бир автомобил ҳисобий турининг бир секунддаги ёнилғи сарфи қуйидаги формула билан аниқланади:

$$q_c = q \frac{vk}{3600}$$

Бу ерда:  $q$  - автомобил сарфлайдиган ёнилғи сарфи г/км;

$v_k$  - ҳаракат тезлиги км/с.

Тоннел баландлигини денгиз сатҳидан кўтарилиши билан бир секунддаги ёнилғи сарфи қуйидагича аниқланади

$$q_n = q(1 + 0,022 H)$$

Бу ҳолда маълум турдаги автомобил 1 секундда чиқараётган зарарли газ миқдори қуйидаги ибора билан аниқланади:

$$v_1 \approx 6,06 q_c [1 + 0,22H - a(1 - 0,023H)]$$

1 км узунликдаги йўл бўлагидан бир вақтда юрадиган автомобиллар сони  $\frac{N}{vk}$  ни билсак шу бўлакда чиқарилаётган СО миқдорини қуйидагича аниқлаш мумкин

$$B = (A_1 \sum miv_i^{10} + A_2 \sum miv_i^n)$$

бу ерда: N - тоннеда ҳисобий бир соатда ўтадиган автомобиллар сони;

$A_1$  - юқорига чиқаётган автомобиллар улуши;

$A_2$  - пастга тушаётган автомобиллар улуши;

$m_1$  - маълум турдаги автомобилларнинг умумий оқимдаги улуши;

$v_i^{10}$  - автомобиллар юқорига ҳаракатланаётганда чиқарадиган СО миқдори;

$v_i^n$  - автомобиллар пастга ҳаракатланаётганда чиқарадиган СО миқдори.

Барча автомобиллар бир томонга ҳаракат қилганда:

$$B = \frac{N}{vk} \sum miv_i$$

Белгилаш киритиб:

$$B = \frac{N}{vk} p$$

Иссиқлик ажралиши бўйича зарур шамоллатиш ҳажми.

Автомобил тоннелларидаги асосий иссиқлик ажратиш манбаи – бу ишлаб турган автомобил двигателлари. Автомобил оғирлиги G бўлганда, двигателнинг 1 соатдаги ташқи фойдали ишининг иссиқлик эквиваленти қуйидагича аниқланади

$$\frac{1000GvI}{427}$$

Шунинг учун, тоннедаги автомобилнинг тахминий иссиқлик ажратиши қуйидаги ифода билан аниқланиши мумкин

$$W_a = \frac{1}{3600} \eta_u h_u q - \frac{10GvI}{3,6 \cdot 427}$$

бу ерда:  $h_u$  – ёнилгининг юқори иссиқлик ажратиш қобилияти калл/кг;

q - ёнилги сарфи кг/с;

$\eta_u$  – ёнилги ёнишидаги иссиқлик фойдали таъсир коэффициенти;

G – автомобил оғирлиги, т;

I – йўл қиялиги, %0;

v – ҳаракат тезлиги км/с;

427 – 1 кгм ишнинг иссиқдик эквиваленти.

$W_a$  ни тоннелнинг денгиз сатҳидан юқорида жойлашишини инобатга олиб аниқлаш лозим.

Ёритиш ускуналари, ишлаётган қурилмалар ва бошқа омиллардан ажралаётган иссиқлик ҳамма энергия иссиқликка айланади деган фараз асосида аниқланиши мумкин:

$$W_N = \frac{860}{3600} N_1$$

Бу ерда: 860 – 1 квт нинг иссиқлик эквиваленти;

$N_1$  – истеъмол қилинаётган кувват, кВт;

Тоннелдаги одамлардан чиқадиган иссиқлик ҳар бир кишидан 100 калл/с ҳисобидан қабул қилинади.

Иссиқлик балансига тоннел ҳавоси ва уни ўраб турувчи грунт ҳавоси орасидаги иссиқлик алмашуви жиддий таъсир кўрсатади:

$$W_T = \pm k (t_x - t_r) \text{ калл/м}^2 \cdot \text{с}$$

Бу ерда:  $k$  – ташқи қопламалар иссиқлик ўтқазуш коэффициентлари;

$t_x$  – тоннел ҳавосининг ўртача ҳарорати, град.;

$t_r$  – тоннелни ўраб турган грунтнинг ўртача ҳарорати, град.

Грунт ҳарорати формулалар ёрдамида ёки табиий шароитда аниқланиши мумкин.  $k$  нинг қиймати қуйидаги формула билан аниқланади:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i}}$$

бу ерда  $\frac{1}{\alpha_1}$  - иссиқлик қабул қилишга қаршилик коэффициенти;

$\frac{1}{\alpha_2}$  - иссиқлик ўтқазушга қаршилик коэффициенти;

$d_i$  - конструкция элементининг каллиниги;

$\lambda_i$  - иссиқлик ўтқазувчанлик коэффициенти;

$\frac{d_i}{\lambda_i}$  - иссиқлик ўтишига қаршилик коэффициенти.

Тоннелдаги жами иссиқлик ажралиш ва иссиқлик йўқотишлар  $W_T$  (1 км даги калл/с) ни қуйидаги формула билан аниқлаш мумкин:

$$W_T = (1,1 \div 1,2) \frac{N}{vk} [A_1 \sum m_i W_i^o + A_2 \sum m_i W_i^n] \pm \frac{S}{3,6} k (t_x - t_r)$$

Бу ерда:  $W_i^o$  - автомобил двигателларининг юқорига кўтарилишдаги иссиқлик ажратиши;

$W_i^n$  - автомобил двигателларининг пастга тушишдаги иссиқлик ажратиши;

$S$  – тоннел кўндаланг кесимининг параметри, м.

1 км тоннел ёки бир кўринишдаги профилли тоннел бўлаги учун талаб қилинадиган шамоллатиш ҳажмини қуйидаги формула билан аниқлаш мумкин:

$$Q = \frac{W}{\gamma C_p (t_T - t_H)}$$

Бу ерда:  $\gamma$  ҳисобий шароитдаги ҳавонинг ҳажмий оғирлиги (меъёрий шароитларда-  $\gamma$  1,226 кг/м<sup>3</sup>);

$C_p$ -1 градусга 0,24 калл/кг тенг бўлган 1 м<sup>3</sup> ҳавонинг солиштирма иссиқлик ажратиши;

$t_T$ -ҳавонинг ташқи ҳарорати;

$t_H$ -ҳавонинг ички ҳарорати.

Ташқи ва ички ҳаво ҳароратларининг фарқи  $t_r - t_{и}$   $10-15^0$  С гача руҳсат этилади, аммо тоннелдаги намликни инобатга олиб тайинланиш лозим. Ҳисобларни бир нечта ҳарорат тартиблари учун бажариш керак.

### **Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:**

1. Инженерные сооружения в транспортном строительстве. Книга 2. [П.М.Саламахин, Л.В.Маковский, В.И.Попов и др.]. Под редакцией д.т.н., проф. Саламахина П.М. – М.:Издательский центр «Академия», 2007 – 272 с.
2. Компаниец А.Р. и др. Проектирование тоннелей. М. Транспорт, 1973, 320 стр.
3. Маковский Л.В. Городские подземные транспортные сооружения. Учебник. Москва, Стройиздат, 1985, 440 стр.
4. ҚМҚ 2.05.05-96. Темирйўл ва автойўл тоннеллари. Ўз Р Давархитект-қурилиш қўмитаси. Тошкент, 1996й.
6. Ишанходжаев А.А. “Транспорт тоннелларини лойиҳалаш, қуриш, эксплуатация қилиш”. ТАЙЛҚЭИ. Маърузалар матни. 2019, 80 бет.

