СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

SATBAYEV UNIVERSITY

MIN4551 «ҰҢҒЫМАЛЫҚ ҚАЛҚАНДЫҚ КОМПЛЕКСТЕР (КЕШЕНДЕР)» пәнінен

«6B07205» – «Тау-кен инженериясы» мамандығы студенттеріне арналған

7-дәріс: «Тоннелдер қаптамаларына түсетін есепті жүктемелерді ҚНжЕ (СНИП) II-94-80 әдістемесі бойынша анықтау»

Оқытушы: Алменов Талгат Макулбекович, техн.ғыл.канд.,
«Тау-кен ісі» кафедрасының профессоры
Тел.: +7701-657-66-57;
Эл.почта: T.Almenov@satbayev.university
almen_t@mail.ru
takealmen@gmail.com

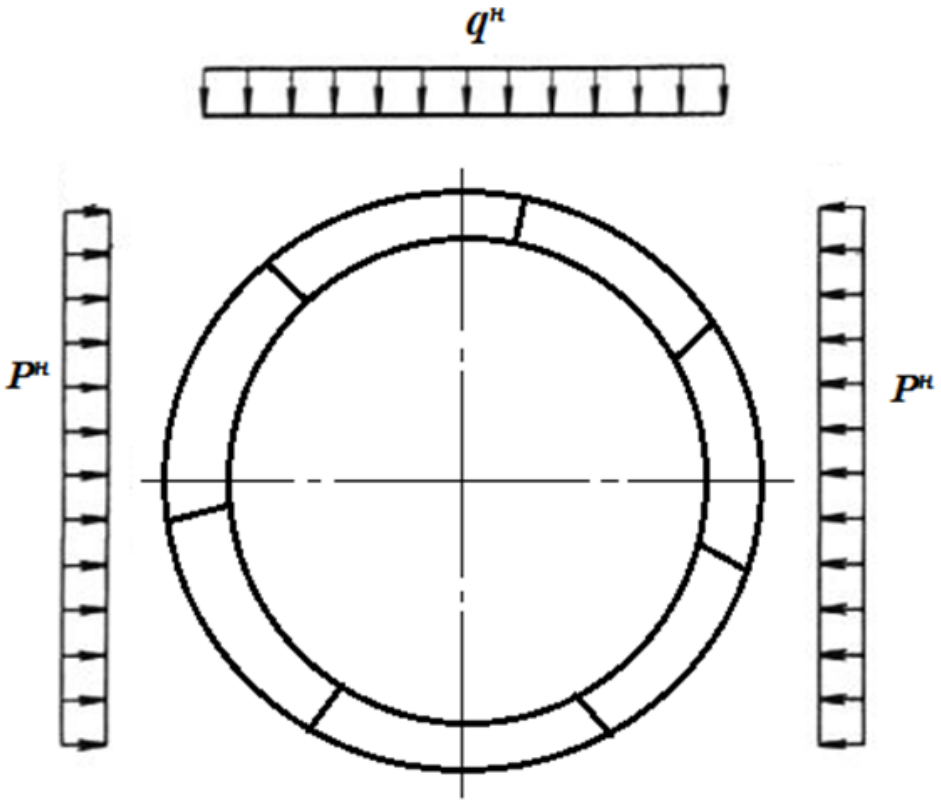
«Ұңғымалық қалқандық комплекстер» пәні бойынша»
№7 дәріс конспектісі

Тақырыбы: «Тоннелдер қаптамаларына түсетін есепті жүктемелерді ҚНжЕ (СНИП) II-94-80 әдістемесі бойынша анықтау»

Жер қойнауында таужыныстары сілемдері табиғи кернеулі тепе-теңдік жағдайда болады. Мұндай тепе-теңдік жағдай жерасты тау-кен қазбалары мен ғимараттарын өту нәтижесінде бұзылады. Яғни, бұл жағдайда, сілемде пайда болған қысым-күштер (таужыныстарының салмақ күштері) қазба кеңістігіне қарай жан-жақтан әсер етеді. Осындай таужыныстары сілемінде туындайтын мұндай құбылысты деформация деп атайды. Осы деформациялар әрі қарай өрбіп таужыныстарының қазба ішіне құламауы үшін сілемде жүргізілген жерасты ғимараттары әр түрлі бекітпелермен (қаптамалармен) бекітіледі. Қазбаның ішіне орнатылған бекітпелер, таужыныстарың опырылып құлауына кедергі бола отырып, қазбаға түсетін таужыныстарының қысымын қабылдап алады.

Таужыныстарының қысымы (тау қысымы) - деп жерасты қазбалары мен ғимараттарын өтудің (салудың) салдарынан пайда болатын және осы қазбаларды қоршаған ортаның деформациясын туындататын таужыныстары сілемінде өрбитін кернеулерді немесе күштерді атайды.

Қаптамаларға (бекітпелерге) тау қысымынан болатын жүктемелердің мөлшерлерін инженерлік-геологиялық ізденістердің және эксперименталдық зертеулердің нәтижелерінің негізінде анықтау керек. Тау қысымынан түсетін тік және жазық жүктемелер, сонымен бірге ашық әдіспен жұмыстар жүргізгендегі таужыныстарының қысымынан болатын тік жүктемелер қазбаның ені және биіктігі бойынша біркелкі тарайды деп қабылдау ұсынылады [2, 4].



1-сурет. Тоннель қазбасына қаптамасына әсер ететін нормативтік тік ($q^н$) және жазық ($P^н$) жүктемелердің түсу сұлбалары

Біркелкі жыныстарда құрастырмалы қаптамаларының сыртқы диаметрі 5,5 м жерасты әдісімен салынған жекедара тоннельдерде тау қысымынан болатын нормативтік тік жүктеменің және артық жүктеме коэффициентінің мөлшерлерін 7.1, 7.2-кестелер бойынша қабылдауға болады (СНиП II-40-80, 16, 17-бет) [2, 4].

Жеке-дара тоннельдердің басқа мөлшерлерінде (9,5 м артық емес), тау қысымынан олардың қаптамаларына түсетін нормативтік тік жүктемені осы 7.1, 7.2-кестелердегі деректер арқылы анықтауға болады. Тек қана жобалап отырған тоннель диаметрінің кестелерде келтірілген диаметріне қатынасына байланысты жүктеменің мөлшерін пропорционалды түрде өзгерту керек.

Ескерту. Егер тоннельдер арасындағы таза қашықтық қатты жыныстарда және берік саздарда қаптаманың сыртқы диаметрінің жартысынан кем болмағанда, мықты топырақтарда қаптаманың сыртқы диаметрінен кем емес уақытта олар жеке деп саналады.

Тоннельдің үстіндегі біркелкі жыныстың қалыңдығы оның қаптамасының сыртқы диаметрінен кем болған жағдайда, соған қоса одан жоғары әлсіз жыныстар жатқанда, тау қысымынан болатын нормативтік тік жүктеменің мөлшерін мына формуламен анықтауға болады:

$$q^{н} = q_{z}^{н} - \frac{Z \cdot \left(q_{z}^{н} - q_{o}^{н}\right)}{d}, \qquad (7.1)$$

мұндағы $q_{z}^{н}$ - ең аз беріктігі бар жыныстың нормативтік тік жүктемесі кН/м2

(тс/м2), 7.1 немесе 7.2-кестелер бойынша қабылданады;

мұнда **Z** - тоннель қаптамасы күмбезінің жоғары жерінен тоннельді қоршаған ең әлсіз жыныстың контактысына дейінгі қашықтық, м;

$q_o^н$ - тоннельдің үстінде жатқан жыныстың нормативтік тік жүктемесі, кН/м2 (тс/м2), 7.1 немесе 7.2-кестелер бойынша қабылданады;

d - қаптаманың сыртқы диаметрі, м.

Сазды жыныстарда тереңдігі 45м артық жерлердегі жүргізілген тоннельдерге тау қысымынан болатын нормативтік тік жүктемелердің мөлшерін арнайы коэффициент K=H/45 арқылы қабылдау керек, мұндағы H – тоннель жүргізілетін тереңдік, м (жер бетінен тоннель қаптамасының табанына дейін).

Егер 7.1 немесе 7.2-кестелер бойынша анықталған нормативтік тік жүктеменің мөлшері тоннельдің үстіндегі барлық жыныс қабаттарының салмағынан болатын жүктемеден артық болса, онда соңғысын нормативтік деп қабылдау керек.

Тоннель қаптамаларына тау қысымынан болатын нормативтік жазық жүктеменің мөлшерін мына формуламен анықтайды:

$$P^н = q^н \cdot tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi^н}{2}\right), \quad кН/м^2, \qquad (7.2)$$

мұндағы $q^н$ - нормативтік тік жүктеме, кН/м^2;

$\varphi^н$ - жыныстардың нормативтік ішкі үйкеліс бұрышы, град.

Тоннель қимасының айналасында қазба төбесіндегіден көбірек әлсіз жыныстар кездескенде, және мөлшерін сол әлсіздеу жыныстардан қабылдау керек.

7.1-кесте. Нормативтік тік жүктемелерді шартты түрде таужыныстарының түрлеріне қарай қабылдау кестесі

Қазба қимасындағы және төбесіндегі қатты емес жыныстардың түрлері	Норма-тивтік тік жүктеме (сыртқы диаметрі 5,5 м тоннель қаптамасы үшін) кН/м^2 (тс/м^2)	Артық жүк-теме коэф-фициеті	Жыныстардың сипаттамасы		
			Тығыз-дығы, т/м^3 (көлемдік салмағы тс/м^2)	Ішкі үйкеліс бұрышы, град.	Меншікті ұстасуы, МПа (кгс/см^2)
Сазды жыныстар Мергельді жоғары таскөмірлік саздар	130(13)	1,5	2,15	25	0,20(2,0)
Протерезойлық, жоғары таскөмірлік саздар	160(16)	1,5	2,15	23	0,15(1,5)
Төменгі кембрийлік саздар	180(18)	1,5	2,10	21	0,10(1,0)
Спондилдік (палеогендік) саздар	180(18)	1,5	1,95	19	0,15(1,5)
Бұзылған құрылымды спондилдік саздар	240(24)	1,5	1,90	15	0,07(0,7)
Дислоцияланған кембрийлік саздар	260(26)	1,5	2,00	18	0,06(0,6)
Юрскийлік саздар	260(26)	1,5	1,75	18	0,06(0,6)
Апшерондық (неогендік) саздақтар (суглинктер)	230(23)	1,5	2,05	20	0,08(0,8)

7.1-кестенің жалғасы. Нормативтік тік жүктемелерді шартты түрде таужыныстарының түрлеріне қарай қабылдау кестесі

Қазба қимасындағы және төбесіндегі қатты емес жыныстардың түрлері	Норма-тивтік тік жүктеме (сыртқы диаметрі 5,5 м тоннель қаптамасы үшін) кН/м^2 (тс/м^2)	Артық жүк-теме коэф-фициеті	Жыныстардың сипаттамасы		
			Тығыз-дығы, т/м^3 (көлемдік салмағы тс/м^2)	Ішкі үйкеліс бұрышы, град.	Меншікті ұстасуы, МПа (кгс/см^2)
Ұсақтас және шым аралас супесті саздақты жыныстар	200(20)	1,4	1,90	22	0,02(0,15)
Қойтас, малта және ұсақ тастар (14% дейін) қосылған теңіздік супестер	180(18)	1,4	2,20	28	0,03(0,3)
Ірі сынықты жыныстар Супесті-құмды толтырмасы бар (30% дейін) қойтасты-малтатасты шөгінділер	170(17)	1,4	2,20	40	0,01(0,1)
Құмдар тығыз, аз ылғалды құмдар	150(15)	1,3	1,75	32	0,01(0,1)

Ескертулер. *1. Тоннельді жерасты суларының ағыны бар саздақ жыныстарда жүргізгенде тау қысымынан болатын нормативтік тік жүктеменің мөлшерін 30 % дейін көбейту керек.*

2. Кестеде келтірілген сипаттамалардан басқа жыныстарда жүргізілетін тоннельдердің бөлімдерінде нормативтік жүктеменің және артық жүктеме коэффициентінің мөлшерін арнайы инженерлік зерттеулердің нәтижелерін пайдалана отырып анықтау керек.

Тоннель қимасының айналасында қазба төбесіндегіден көбірек әлсіз жыныстар кездескенде, $q^н$ және $\varphi^н$ мөлшерін сол әлсіздеу жыныстардан қабылдау керек.

7.2-кесте. Тоннель қазба төбесіндегіден көбірек әлсіз жыныстар кездескенде, $q^н$ қабылдау кестесі

Қазбаның қимасындағы және төбесіндегі қатты жыныстардың түрлері және олардың жағдайлары	Нормативтік тік жүктеме (сыртқы диаметрі 5,5 м тоннель қаптамасы үшін) кН/м^2 (тс/м^2)	Артық жүктеме коэффициенті
Орташа мықты (сусорған жағдайдағы бір ості сығылуға уақытша кедергісі 40-25 МПа (400-250 кгс/см^2)):		
- аз жарықшақты	30-40(3-4)	1,7
- күшті жарықшақты	60-70(6-7)	1,6
Орташа және аз мықты (сусорған жағдайдағы бір ості сығылуға уақытша кедергісі 25-8 МПа (250-80 кгс/см^2)):		
- аз жарықшақты	40-90(4-9)	1,7
- күшті жарықшақты	70-120(7-12)	1,6
Жартылай қатты, күшті үгітілген, жарықшақтанып бұзылған немесе жұмсарған	140-200(14-20)	1,5

Ескертулер. 1. *Судағы жұмсару коэффициенті үгітілу дәрежесі және бір остік сығылуға уақытша кедергісі бойынша қатты жыныстардың түрлерін үйлер мен ғимараттардың табандарын жобалаудағы СНиП-тің тарауларына қарай қабылдау керек.*

2. Теміржол және автожол тоннельдерін жобалаудағы СНиП тарауларының талаптары негізінде қатты жыныстардың жарықшақтық дәрежелері анықталады.

Берік және орташа берік таужыныстарына тау қысымынан түсетін нормативтік тік жүктемелерді анықтайтын зерттеулер болмаған кезде СНиП II-44-78 «Теміржолдар мен автожолдар тоннельдері. Жобалау нормалары» 5 тараудың талаптарына сәйкес олардың мөлшерін жыныстардың күмбезденуі бойынша қабылдауға болады [2].

Тасымал тоннельдер мен станциялардың конструкцияларына түсетін жыныстардың нормативтік қысымын оларды ашық әдіспен салған кезде былай қабылдауға болады:

- тік жүктемені ғимараттың үстіндегі жыныс қабатының салмағына тең қылып, конструкцияның жоғарғы тұсынан жер бетіне дейінгі биіктікті есептей келе анықтаймыз:

$$q_o^н = \gamma \cdot g \cdot H, \quad кН/м^2; \qquad (7.3)$$

- жазық жүктемені төмендегі формуламен есептеуге болады:

$$P_o^н = \gamma \cdot g \cdot H \cdot tg^2\left(45^0 - \frac{\varphi^н}{2}\right), \quad кН/м^2 \qquad (7.4)$$

Мұндағы *H*– жоғары жатқан жыныстар қабатының биіктігі, м;

γ –жыныс тығыздығы,т/м^3;

g - еркін салмақ күшінің үдеуі, 9,81 м/с^2.

Есепті жүктемелер нормативтік жүктемелерді артық жүктеме коэффициентіне көбейту арқылы анықталады (7.1, 7.2-кестелер).

Метрополитен бекітпелері конструкцияларының өз салмағынан болатын сейсмикалық инерциялық жүктеме конструкцияның К нүктесіндегі (мысалы, қабырғаның салмақ орталығында) жазық құраушысы және оның өзіндік толқуы ретінде қарастырылып, мына теңдеу бойынша анықталады:

$$P_{ik} = k_c \cdot m_0 \cdot \beta_i \cdot \eta_{ik} \cdot G_k, \qquad (7.5)$$

мұндағы k_c – сейсмикалық коэффициент, жеті, сегіз, тоғыз балдық жер сілкіністері үшін сәйкесімен 0,025; 0,05; 0,1 тең болады;

m_o – қаптаманың (бекітпенің) материалын есептейтін коэффициент, темірбетон үшін 1,0; бетон үшін 0,8;

β_i – өзіндік тербелістің периодына байланысты динамикалық коэффициент, конструкцияның өзіндік толқынысы периодының 0-ден 2,0 С өзгеруіне байланысты 1,0-ден 0,6-ға дейін қабылданады;

η_{ik} – конструкция деформациясы формасының коэффициенті, конструкцияның өзіндік тербелісіне және жүктеменің түсетін жеріне байланысты әр кезекте арнайы есеппен анықталады;

G_k – конструкция элементінің қарастырылып отырған К нүктесіне келтірілген өз салмағынан болатын нормативтік жүктеме.

Сонымен қатар, терең салынған тоннельдердің (күмбездің төбесінен жер бетіне дейінгі қашықтық Н тоннельдің көлденең өлшемінен В үш есе артық болғанда) қаптамалары сейсмикалық толқындардың сығу-соғу және сырғыту әрекеттеріне есептеледі [2].

Бұл кезде болатын жүктемелер қазбадан біраз қашықтықтағы жыныстар массивіне статикалық әсер ретінде қарастырылады.

Тайыз тереңдікте салынатын тоннельдердің қаптамаларын (H<3B) есептеуді таужыныстарының сейсмикалық инерциялық қысымдарына жүргізу керек. Жыныстар қысымынан болатын инерциялық жүктеменің қарқындылығын бұл жағдайда былай анықтайды:

$$q_b^c = k_c \cdot q_b^н \qquad (7.6)$$

Инерциялық жүктеменің жазықтық құрамасының қарқындылығын мына формуламен анықтау ұсынылады:

$$P_г^c = 2 \cdot k_c \cdot P_г^н \cdot tg\varphi, \qquad (7.7)$$

мұндағы, $q_b^н$, $P_г^н$ – кезегімен нормативтік тік және жазық жүктемелер, МПа.

Дәріс тақырыбы бойынша бақылау сұрақтары:

1. Тау қысымы (таужыныстарының қысымы) дегеніміз не, оның мағынасын қалай түсінесіз?
2. Қаптамаларға тау қысымынан болатын жүктемелер мөлшерлерін анықтаудың мақсаты?
3. Тоннель қаптамаларына түсетін таужыныстарының қысымынан болатын нормативтік тік жүктемелер ($q^н$) қалай анықталады?
4. Тоннель қаптамаларына түсетін таужыныстарынан болатын нормативтік жазық жүктеменің мөлшері қалай анықталады?
5. Тасымал тоннельдері мен станцияларының конструкцияларына түсетін жыныстардың нормативтік тік ($q_o^н$) және жазық ($P_o^н$) қысымдарын оларды ашық әдіспен салған кезде қалай анықтайды?

Әдебиеттер: негізгі [1, 2], қосымша [4, 8].

Назар аударғандарыңызға рахмет!!!