СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

SATBAYEV UNIVERSITY

MIN4551 «ҰҢҒЫМАЛЫҚ ҚАЛҚАНДЫҚ КОМПЛЕКСТЕР (КЕШЕНДЕР)» пәнінен

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

2-дәріс. Екінші дәріс тақырыбы: Қалқандардың қолданылу аймағы, қалқандарды қолданып жерасты ғимараттарын салу әдісінің мәні

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

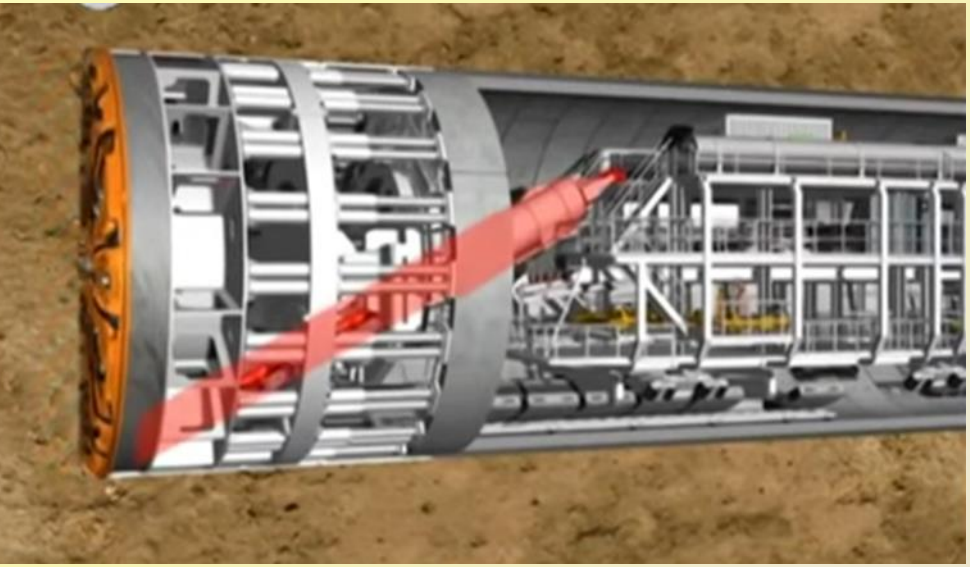
Қалқан комплексінің шығу тарихына тоқталатын болсақ, 1918 жылы ағылшын ғалымы Марк Изамбард Брюнель кеме құртының қатты емен ағашына үңгіп жол салғанын байқайды. Ол, кішкентай моллюска құртының басы жағы қатты қабықпен жабылғанын көріп, құрт ағаштың біраз жеріне еніп, кішкентай диаметрлі жол салғанын қарайды. Осы принципті негізге ала отырып, Брунель жер астына домкратпен итерілетін үлкен шойын қалқанды қолданып тоннель салуға болатын жариялап, шойын қалқанды патенттеді. Мұнда жұмысшылар шойын қалқанның ішінде панасында жүріп, жыныстарды үңгіп қазады, ал құбыр секілді қалқан, тау жыныстарының құлауынан қорғайды. Қазба қалқаны алға жылжыған сайын оның артқы қазылған кеңістігі бекітпемен бекітіліп отырылатынын дәлелдеген.

Осы зерттеулерінің нәтижесінде Бірінші рет қалқандық тәсіл 1825 жылы Лондон қаласындағы Темза өзенінің астынан тоннелді жүргізген кезде қалқандық әдіс инженер Марк Брюнелдің ұсынысымен қолданылған. Бұрынғы ССРО-да 1934 жылы Москвада метрополитен тоннелдерінің құрылысында қолданылды. Қалқанның көлденең қимасының пішіні қазбаның пішініне байланысты дөңгелек, эллипстік, тағатәрізді және төртбұрышты болуы мүмкін. Ең үлкен таралым тапқаны дөңгелек пішінді қалқандар.

Қалқандық тәсілдің мәні. Жерасты ғимараттарын қалқандарды қолданып салу әдісінің мәні – таужыныстарын қазып-тиеу, тұрақты бекітпені (қаптаманы) тұрғызу сияқты барлық негізгі жұмыстар қазба забойында (кенжарында) орналасқан және жыныстарды алу барысында жылжып отыратын уақытша металл қабыршақтың (қалқанның) панасында жүргізіледі [1]. Қалқанның көлденең қимасының пішіні жүргізілетін қазбалардың пішіндеріне сәйкес дөңгелек, эллипс және таға тәрізді болуы мүмкін. Ең көп тараған түрі – **дөңгелек пішінді**.

Жерасты ғимараттарын қалқанды кешендерді қолдану арқылы өткенде (салғанда) уақытша бекітпелер қойылмайды, сондықтанда забойдың көлденең қимасын толық ашу мен қазбаға қаптама орнатудың арасындағы уақыт күрт азаяды. Осының нәтижесінде тау қысымының әсерінің қазбаға толық мөлшерде тарауына мүмкіндік берілмейді.

Қалқандық кешендер әр түрлі геологиялық және гидрогеологиялық жағдайларда жерасты қазбаларын салу үшін қолданылатын әмбебап әдіс.

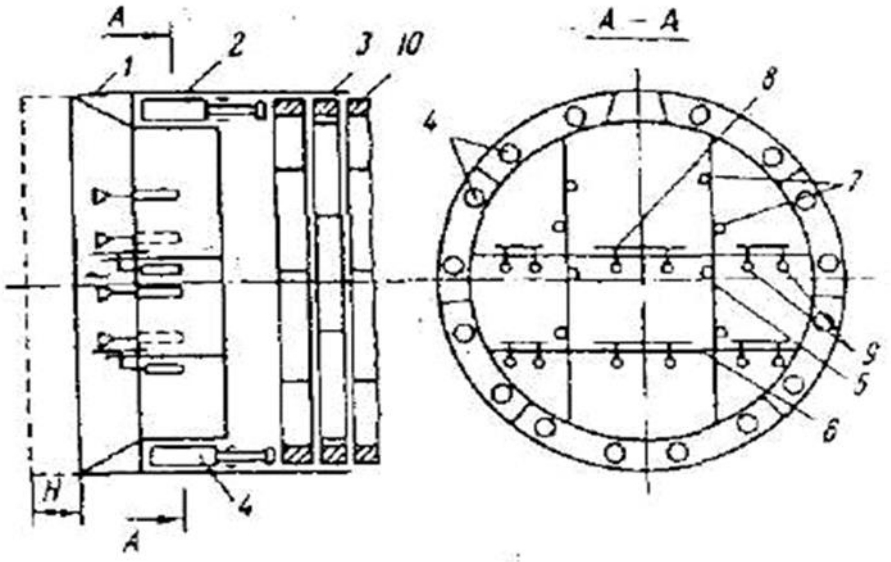


1-сурет. Қалқанның жерасты сілемдеріндегі қазбаны өту сұлбасы



2-сурет. Қалқанның катлован арқылы жерасты сілеміне ену сұлбасы

Әртүрлі геологиялық және гидрогеологиялық қасиеттері бар тұрақсыз және жұмсақ таужыныстары сілімдерінде және қазбаға түсетін тау қысымының мөлшерлері үлкен болған шарттарда, су келімі мол болған жағдайларда, сонымен қатар қаланың ішінде, жер беткейі шөгіп кетпейтіндей етіп, жерасты ғимараттарын салу үшін Ұңғымалық қалқандық комплекстер (кешендер) кеңінен қолданылады. Осы ерекшеліктерінің арқасында жазық қазбалар мен жерасты ғимараттарын салғанда, әсіресе тұрақсыз жұмсақ таужыныстары сілімдерінде салғанда өте жиі қолданылады.



Қалқандардың конструктивтік шешімдері әртүрлі болғанымен, олардың схемаларында мынадай негізгі бөлшектерін ерекшелеуге болады (3-сурет): пышақтық сақина 1; демеуші сақина 2, артқы бөлімі 3; тік 5 және жазық 6 бөлуші қабырғалар [1].

3-сурет. Ұңғымалық қалқанның схемасы



4-сурет. Қалқандық кешеннің жерасты сілемінде тоннель өту жұмысының көрні

Пышақтық сақина жұмсақ және сусымалы жыныстарды жарым-жарты кесуге және жыныстардың опырылуынан қорғауға жұмыс істейді. Таужыныстарын қазып алуды осы пышақтық сақинаның панасында жүргізеді.

Пышақтық сақинаға тікелей тірелетін демеулік сақина қалқанның негізгі көтеруші конструкциясы болып келеді және қалқандық гидравликалық домкраттарын 4, құбырларды және қалқанның қозғалуын басқаратын пульт орналастыру үшін қызмет етеді. Қалқанның артқы жағында тұрақты бекітпені (қаптаманы) 10 тұрғызады. Қалқанның жылжуы, ал жұмсақ жыныстарда оның массивке сығымдалуы қалқандық гидравликалық домкраттардың көмегімен атқарылады.

Диаметрі 2 м дейінгі қалқандарда бөлуші қабырғалар болмайды. Өлшемдері үлкен қалқандарды олардың қаттылығын және мықтылығын көбейту үшін бірнеше жазық және тік бөлуші қабырғалар орнатылады.

Жазық және тік бөлуші қабырғалар қалқанның қимасын тәуелсіз жұмыс аймақтарына бөледі, олар бүкіл кенжар бойынша тау-құрылыстық жұмыстардың ыңғайлылығын және қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Керек болған жағдайларда қазба кенжарын бекітпелеу забойлық домкраттармен 7 атқарылады. Бөлуші қабырғаларда жылжымалы платформаларды да 8 гидродомкраттарымен 9 орнатады, олардан қалқанның жұмыс аймақтарында жыныстарды қазады.

Қалқанның алға жылжуы былай орындалады. Пышақтық сақинаның алдындағы жынысты Н енбе тереңдігіне дейін қазып алғаннан соң қалқанның гидравликалық домкраттарды 4 қосады, олардың штоктары бекітпенің қозғалмайтын сақинасына 10 тіреледі, осының нәтижесінде қалқан алға қарай бос алаңға жылжиды. Қалқан жылжыған кезде қазбаның контуры бойынша оның пышақтық бөлімі мен жыныс жартылай кесіліп алынады.

Қалқан жаңа енбеге жылжығаннан кейін қалқандық гидродомкраттардың штоктары өздерінің бастапқы орындарына тартылып алынады, осыдан кейін артқы бөлімінің қабыршығының панасында құрастырмалы темірбетон элементтерінен тұратын тұрақты бекітпені (қаптаманы) немесе монолиттік бетон бекітпені тұрғызады. Бірінші жағдайда қалқанның сырт шегіндегі қаптаманың сыртына тампонаждық ерітінділерді тығындай айдайды.

Ұңғымалық қалқандардың негізгі геометриялық параметрлеріне жататындар: қалқанның қабыршағының сыртқы диаметрі **$Д_{щ}$**, оның ұзындығы **$L_{щ}$** және маневрлік коэффициенті **$К_{м}$**, ол оның толық ұзындығының диаметріне қатынасына тең болады:

$$K_{м} = \frac{L_{щ}}{Д_{щ}}$$

Диаметрі 2,1-3,2м қалқандар үшін маневрлік коэффициент 1,6-1,4 құрайды, диаметрі 4-5 қалқандар үшін – 1,2-0,8, үлкен диаметрлі қалқандар үшін – 0,75-0,4. Маневрлік коэффициенттің үлкен мағыналары болғанда қалқанды басқару қиындай түседі, әсіресе бұрылу иіндерінің радиусы кішкене қазбаларды жүргізгенде.

Қабыршақтың сыртқы диаметрі қалқанның артқы жағының ішінде тұрғызылатын тоннел қаптамасының сыртқы диаметріне dн, құрылыстық саңылауға е, қалқан қабыршағының қалыңдығына тәуелді болады. Отандық және шетелдік тәжірибеде құрылыстық саңылаудың орташа мөлшерін қаптаманың сыртқы диаметрінің 0,8% жақындатып қабылдайды.

Сонымен, $$Д_{щ} = d_{н} + e + 2\delta = 1{,}008d_{н} + 2\delta$$

Қалқанның қабықшасын болат табақтан дайындайды, оның қалыңдығын жыныстардың біркелкі қысымына байланысты мықтылық шартымен есептеп анықтайды.

Бұдан басқа, қалқанның қабыршағы жыныстармен екіортадағы механикалық үйкелістен болатын қажалуға қарсы тұруы тиіс. Қабыршақтың қалыңдығы кіші диаметрлі қалқандарда *6 мм* деп, үлкен диаметрлі қалқандарда 60 мм дейін өзгереді.

Қалқанның үсті бойынша толық ұзындығы: $L_{щ} = L_{н} + L_{оп.к} + L_{об}, \ м.$

Мұнда L_H – пышақтық сақинаның ені, жыныстардың орнықтылығына тәуелді.

Ұстамды жыныстарда оның мөлшері ұңғымалардың жұмыстарының ыңғайлы және қауіпсіз болуын қамтамасыз етуге жеткілікті болуы керек. Орташа өлшемді қалқандарда ол *1*-ден *1,2 м* дейін өзгереді, сусымалы жыныстарда қазба жүргізгенде пышақтық бөлімнің ұзындығы бекітілмеген кенжардағы жыныстардың опырылу бұрышының мөлшерімен түзетіледі.

$L_{оп.к}$ – демеуші сақинаның ені, әлбетте қалқандық домкраттың жұмыстық жолының екі рет еселенген мөлшеріне тең қабылданады. Қалқандық домкраттың қадам жолы қаптама сақинасының еніне b тең қабылданады, яғни

$$L_{оп.к} = 2 \cdot b$$

l_1 - қаптама жабындысының мөлшері, орнықты жыныстарда қазба жүргізгенде қаптама сақинасының мөлшерінен аздап артық немесе орнықсыз жыныстарда - екі сақинаның еніне тең болып қабылданады, яғни l_1 =(1,2÷2,2)b;

l_2 - домкраттың демеуші тіреуінің және қаптаманың бүйір жазықтығы арасындағы бос кеңістіктің ені, 0,15-0,2 м;

l_3 - гидродомкраттың конструктивтік элементтерінің ұзындығы, 0,4-тен 0,7 м дейін өзгереді.

Қалқандардың жіктемесі. Қазбалық қалқандарды қолданылу аймағына және тоннель құрылысы салынатын аймақтың геологиялық шарттарына, салынып жатқан тоннелдің арналу орнына, жүргізілетін қазбаның көлденең қимасының мөлшеріне және кенжарды (забойды) қазудың, таужыныстарын тасудың, бекітпелердің механикаландыру деңгейіне, жынысты қазудағы орындаушы құралдың түріне және жылжу тәсіліне байланысты жіктемелеуге болады.

Қазбалық қалқандарды мынадай негізгі белгілері бойынша жіктемелеу жұмыстары [1] еңбекте келтірілген.

Салынатын қазбалардың көлденең қимасының ауданы бойынша қалқандарды **Кіші диаметрлі (3,2 м дейін)**, **орташа диаметрлі (3,2 ден 5,2 дейін)** және **үлкен диаметрлі (5,2-ден артық)** деп айыруға болады.

Кіші және орташа диаметрлі қалқандарда негізінен қалалардағы және өнеркәсіп орындарындағы әртүрлі мақсаттағы коллекторлік тоннелдер және гидротехникалық тоннелдер құрылыстарында қолданады. Сонымен бірге, **орташа диаметрлі** қалқандарды кеніштер мен шахталарда тау қазбаларын әлсіз орнықсыз жыныстарда жүргізгенде қолданады. **Үлкен диаметрлі** (11,2 м дейін) қалқандар әртүрлі көліктік және арнайы тоннелдердің, метроның өтпелі және станциялық тоннелдерінің құрылыстарында қолданыс тауып жүр.

Қолданыс аймағы бойынша тоннелдерді салу үшін қалқандарды былай айырады: сусымалы және өте орнықсыз құмды жыныстарда; бекемдік коэффициенті f=0,5-тен f=5 дейінгі жыныстарда; f>5 жыныстарда; субасқан жыныстарда, бұл кезде қалқанның конструкциясына әсер ететін арнайы тәсілдерді қолдану керек болады (бас жағы жабық, қалқанның алдыңғы жағындағы сығымдалған ауасы бар кессон аймағымен және адамдардың бұл жерден тыс болуын қамтамасыз ететін және т. б.).

Негізігі жұмыс үрдістерін **механикаландыру дәрежесі бойынша** конструктивтік жағына қарай қазбалық қалқандар **механикаландырылмаған**, **жартылай механикаландырылған** және **механикаландырылған** болып бөлінеді.

Біркелкі геологиялық шарттарда және қазбаның ұзындығы 400 м артық болған жағдайларда механикаландырылған қазбалық қалқандарды қолданған тиімді болады. Ал, 400м-ге дейінгі жазық қазбаларды механикаландырылмаған қалқандармен өтеді. Сонымен бірге, тәжірибеде кездескендей, диаметрі үлкен ұзын тоннелдерді кәдімгі қазбалық жабдықтарды қолдана отырып, механикаландырылмаған қалқандармен жүргізуге болады. Мысалы, Алматы метрополитенінің жекелеген тоннелдерін жүргізгенде механикаландылылмаған қалқандық кешен қолданылған. Бұл жағдайда қалқан тек уақытша бекітпенің ролін орындайды, ал таужыныстарын бұзып тиейтін және қаптаманы тұрғызатын жабдықтар жекедара болып келеді.

Дәріс тақырыбы бойынша бақылау сұрақтары:

1. Қалқандық кешенмен жерасты қазбасын өту әдісін кім ойлап тапқан және оның тарихы жөнінде түсіндіріңіз?
2. Жерасты ғимараттарын қалқандарды қолданып салу әдісінің мәні?
3. Ұңғымалық қалқандық комплекстер (кешендер) қандай шарттарда және қандай қазбаларды салуға қолданылады?
4. Салынатын қазбалардың көлденең қимасының ауданы бойынша қалқандарды (диаметрлеріне байланысты) қалай жіктейді?
5. Қазбалық қалқандардың механикаландыру дәрежесі бойынша қандай түрлері бар?

Ұсынылатын әдебиет (силлабус бойынша):

Негізгі: [1, 2, 3]; Қосымша: [4, 6].

Назар аударғандарыңызға рахмет!!!