

- Краснодарского края // Научно технический журнал «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море». -М.: ВНИИОЭНГ, 2013. - № 6. - С. 17-21.
2. Kabir M.I., Lake L.W., Schechter R.S. Evaluation of one-well uranium leaching test restoration. - Society of Petroleum Engineers Journal. - 1982. - № 22. - P. 43-56.
3. Yong Wang, Kaikai Luo, Kai Wang, Houlin Liu, Yu Li, Xianghui He. Research on pressure fluctuation characteristics of a centrifugal pump with guide vane. JOURNAL OF VIBROENGINEERING. Lithuania. 2017. VOL. 19, ISSUE 7. – P. 5482-5497
4. Kurth D. J., Schmidt R. D. Computer modeling of five-spot well pattern fluid flow during in situ uranium leaching. - Washington: US Bureau of Mines, 1978. - P. 33 - 46.
5. Suat Bagci, Murat Kece and Jocsiris Nava, Challenges of Using Electrical Submersible Pump (ESP) in High Free Gas Applications, CPS/SPE International Oil & Gas Conference and Exhibition in China held in Beijing, China, 8–10 June 2010. SPE 131760
6. Способ борьбы с пескопроявлением в скважине (Патент РФ № 2410528, МПК E21B 37/00). Дата регистрации 27.01.2011 г
7. Установки погружных центробежных насосов для добычи нефти: Международный транслятор. /Под ред. В.Ю.Алекперова, В.Я. Керженбаума, «Нефть и газ», 1999 г. - 611; ил., стр.293-299.
8. Способ борьбы с пескопроявлением в скважинах, оборудованных штанговым насосом, и устройство для его осуществления (патент РФ № 2348801, МПК E21B 43/38). Дата регистрации 10.03.2009 г.
9. Способ борьбы с пескопроявлением в скважине (патент РФ №2410528, МПК E21B 43/38). Дата регистрации 27.01.2011 г.
10. Устройство для сепарации твердых частиц и газа погружного электроцентробежного насоса (патент РФ № 2354821, МПК E21B 43/38). Дата регистрации 15.08.2007 г.
11. Способ и устройство борьбы с пескопроявлением и газоносностью в геотехнологических скважинах, оборудованных погружным насосом. (патент УЗ, № IAP 06089, МПК E21B 43/38). Дата регистрации 30.12.2019 г.
12. Кожевников Н. Н. Экономика в энергетике: учебное пособие / под редакцией Н. Н. Кожевникова. - М. : Издательский центр «Академия», 2003. 384 с.
13. Kurbonov O.M. Improvement of installation and dismantling of submersible pump units in the conditions of underground leach mines // Australian Journal of Science and Technology. – Australia, December 2020. – Vol. 4. – Issue 4. – pp. 363-367.

Об авторах:

Курбонов Ойбек Мухамматкулович	– доктор философии по техническим наукам, Доцент, Докторант (DSc), Навоийский государственный горно-технологический университет, 210100, Республика Узбекистан, обл. Навои, г. Навои, ул. Галаба, 76В. ORCID: https://orcid.org/0009-0000-7699-0520 , e-mail: oybek7001@mail.ru
Атакулов Лазизжон Нетьматович	– доктор технических наук, Профессор, Заведующий кафедры «Горная электромеханика», Навоийский государственный горно-технологический университет, 210100, Республика Узбекистан, обл. Навои, г. Навои, ул. Галаба, 76В. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3561-8850 , e-mail: Laziz218@mail.ru

**OLTIN VA KO'MIR LAXMLARIDA ANKER MAHKAMLOVCHINING ADGEZIV
MUSTAHKAMLANISH FUNKSIYALARI**

Toshov B.R., Muminov R.O., To'xtayev B.I.

*Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
Navoiy, O'zbekiston Respublikasi*

Doi: 10.5281/zenodo.15744296

ANNOTATSIYA

Kelib tushgan:

2025-04-11

Ko'rib chiqilgan:

2025-04-14

Qabul qilingan:

2025-04-29

Chop etilgan:

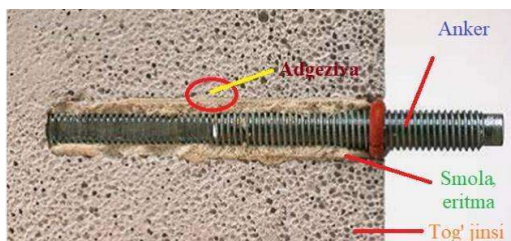
2025-06-30

Ushbu ilmiy maqola tog'-kon sanoati, qurilish va geotexnika kabi muhim muhandislik sohalarida geomexanik muhitning mustahkamligini ta'minlash va turli xil injenerlik inshootlarining barqarorligini oshirishning fundamental ahamiyatini tahlil qilingan. Maqolada ta'kidlanishicha, mustahkamlovchi tarkiblar bu borada kritik rolni o'ynaydi va ularning mustahkamlovchi funksiyalari bir qator fundamental ilmiy prinsiplarga asoslanadi. Shuningdek, maqolada mustahkamlovchi tarkiblarning ta'sir mexanizmlari ilmiy konsepsiyalar va qonuniyatlar asosida chuqur tahlillari keltirilgan. Bundan tashqari, ankerni mahkamlash uchun eritma, tog' jinsi o'rtasidagi adgeziya kuchlarining ularning o'zaro siljishiga qarshilik ko'rsatishi va elastiklik nazariyasi qonunlari haqida ma'lumotlar ko'rib chiqilgan.

KALIT SO‘ZLAR mahkamlovchi elementlar, ankerlar, adgeziv ta'sir, yopishtirish kuchlanishlari, mahkamlovchi eritma, yopishtirish mustahkamligi, fizik-mexanik xossalari.

Kirish

Tog'- kon sanoati, qurilish va geotexnika sohalarida mustahkamlikni ta'minlash va inshootlarning barqarorligini oshirish muhim ahamiyatga ega [1]. Mahkamlovchi ankerlar (1-shakl) bu borada asosiy rolni o'ynaydi va ularning mustahkamlovchi funksiyalari bir nechta ilmiy prinsiplarga asoslanadi:



1-rasm. Anker mahkamlagich, metall dan yasalgan mahkamlash elementi.

1. Kuchlanishlarni qayta taqsimlash - mahkamlovchi elementlar, masalan, ankerlar, qoziqlar yoki armaturalar, tog' jinsi yoki tuproq massividagi kuchlanishlarni o'zlariga qabul qilib, zaif zonalar yoki bo'shliqlar atrofidagi kuchlanish konsentratsiyasini kamaytiradi. Bu esa massivning umumiy barqarorligini oshiradi va deformasiyalanishning oldini oladi. Bu jarayon muhitning muvozanat holatiga intilishi va elastiklik nazariyasi qonunlari bilan izohlanadi [2].

2. Massivning birgalikdagi ishlashini ta'minlash - mahkamlovchi elementlar va atrofdagi material o'rtasidagi mustahkam bog'lanish natijasida ular birgalikda bir butun kabi ishlaydi. Bu esa massivning umumiy mustahkamligini sezilarli darajada oshiradi. Masalan, anker eritmasi va tog' jinsi o'rtasidagi adgeziya kuchlari ularning o'zaro siljishiga qarshilik ko'rsatadi va yuklamaning keng maydonga tarqalishiga yordam beradi (1-shaklga qarang). Bu holat kompozitsion materiallar mexanikasi prinsiplariga asoslanadi [3].

3. Deformasiyalanishning cheklanishi - mahkamlovchi elementlar massivning deformasiyalanish qobiliyatini cheklaydi. Ular siljishlar, cho'zilishlar va boshqa deformasiya turlariga qarshilik ko'rsatib, inshootlarning geometrik shaklini saqlab qolishga yordam beradi. Bu, ayniqsa, kovlash ishlari olib borilayotgan hududlarda yoki tik nishabliklarda muhim ahamiyatga ega. Materiallar qarshiligi fani va

deformasiyalanish mexanikasi bu jarayonni tahlil qilishda qo'llaniladi [4].

4. Yoriqlarning rivojlanishiga to'sqinlik qilish - mahkamlovchi elementlar mavjud yoriqlarning kengayishi va yangi yoriqlarning paydo bo'lishiga to'sqinlik qiladi. Ankerlar yoki armaturalar yoriqlarning ochilishiga qarshilik ko'rsatib, ularning o'lchamlarini cheklaydi va massivning parchalanib ketishining oldini oladi. Bu esa materiallarning sinish mexanikasi va mustahkamligi nazariyasi bilan izohlanishi mumkin [5].

5. Suvning filtrasiyasini kamaytirish - ba'zi mahkamlovchi usullar, masalan, sementlash yoki maxsus qorishmalar bilan in'ektsiyalash, tog' jinsi yoki tuproq massividagi g'ovaklikni kamaytirib, suvning filtrasiyasini sekinlashtirishi mumkin. Bu esa massivning mustahkamligini pasaytiruvchi gidrodinamik bosimni kamaytiradi va eroziya jarayonlarining oldini oladi. Hidrogeologiya va tuproq mexanikasi bu jarayonlarni o'rganadi.

Materiallar va usullar

Ankerlovchi eritmaning adgeziv ta'siri funksiyalari. Ankerni mustahkam o'rnatishdagi qo'llaniladigan eritmaning asosiy vazifasi anker teshigining devorlaridagi tog' jinsi massivini anker sterjenining tanasi bilan mustahkam bog'lash orqali ankerning tayanch va mustahkamlash funksiyalarini bajarishini ta'minlashdan iboratdir (1-shaklga qarang). Bu bog'lanish mexanik qulflanish, adgeziya va friksion qarshilik kabi murakkab fizik-kimyoviy jarayonlar orqali amalga oshiriladi. Eritma qotish jarayonida tog' jinsining notekis yuzasiga va anker sterjenning sirt tuzilishiga (masalan, rezbalar) kirib borib, ularni o'zaro mustahkam bog'laydi (1-shaklga qarang). Ankerlovchi eritmaning adgeziv ta'siri anker boltining sirt yuzasi bilan atrofdagi tog' jinsi (yoki boshqa muhit) o'rtasida mustahkam molekulyar bog'lanishlar hosil qilish qobiliyatiga asoslanadi. Bu jarayon adgeziya deb ataladi va u kontaktidagi ikki xil materialning molekullari o'rtasidagi fizik-kimyoviy o'zaro ta'sirlar natijasida yuzaga keladi (1-shaklga qarang). Shu bilan birga, ankerlovchi eritma muayyan darajada kesish qarshiligi va cho'zilish qarshiligi kabi mexanik xossalarga ham ega bo'lib, anker sterjeni bilan kompozitsion tarzda ishlab, atrofdagi tog' jinsi massivini yanada mustahkamlaydi. Eritma tog' jinsidagi mavjud yoriqlarni qisman to'ldirishi, bo'shliqlarni kamaytirishi va tog' jinsi zarrachalari o'rtasidagi

aloqani mustahkamlashi mumkin. Bu esa tog' jinsining bir butunligini oshiradi va uning deformasiyalanishga qarshiligini yaxshilaydi [5-6].

Adgeziyaning asosiy mexanizmlari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Van der Vaals kuchlari - bu kuchlar barcha molekular o'rtasida mavjud bo'lgan zaif elektromagnit o'zaro ta'sirlardir. Garchi alohida Van der Vaals kuchlari zaif bo'lsada, katta kontakt yuzalarida ularning umumiy ta'siri sezilarli bo'lishi mumkin va ankerni mahkamlovchi eritmaning tog' jinsini anker bilan bog'lanishida muhim rol o'ynaydi (2-rasm).



2-rasm. Tog' jinslarini polimer smolalar yordamida mustahkamlashi.

Kimyoviy bog'lanishlar - ba'zi hollarda, ayniqsa reaktiv komponentlarni o'z ichiga olgan ankerni mahkamlovchi eritmalar qo'llanilganda, anker va tog' jinsining sirt molekularlari bilan kovalent yoki ionli kabi kuchli kimyoviy bog'lanishlar hosil bo'lishi mumkin. Bunday bog'lanishlar adgeziya mustahkamligini sezilarli darajada oshiradi.

Elektrostatik o'zaro ta'sirlar - kontaktdagi materiallarning sirtlarida zaryadlar mavjud bo'lganda, ular o'rtasida elektrostatik tortishish kuchlari yuzaga kelishi mumkin, bu ham adgeziyaga hissa qo'shadi [7].

Diffuziya - ba'zi polimer (2-shaklga qarang) asosli ankerni mahkamlovchi eritmalar tog' jinsining yoki ankerning sirt qatlamlariga molekulyar darajada kirib borishi mumkin, bu esa interfazaviy hududda mustahkam bog'lanish hosil qilishiga olib keladi. Ankerlovchi eritmaning adgeziv ta'siri ankerning tog' jinsiga yuklamani samarali o'tkazishi va anker tizimining umumiy mustahkamligi uchun muhim ahamiyatga ega. Yuqori adgeziya kuchlari anker va tog' jinsi o'rtasidagi siljishga qarshilikni oshiradi va ankerning tortib olinishiga yoki siljishiga yo'l qo'ymaydi (1-shaklga qarang).

Mahkamlovchi tarkibning yopishtiruvchi ta'siri - mahkamlovchi tarkibning asosiy vazifasi anker

boltini atrofdagi tog' jinslari bilan mustahkam yopishtirish orqali ankerning ishonchli mahkamlanishini ta'minlash va tog' jinslardan ankerga yuklamani samarali o'tkazishdir. Bu yopishtiruvchi ta'sir bir nechta fizik-kimyoviy mexanizmlar orqali amalga oshiriladi.

Mexanik mustahkamlanish - mahkamlovchi eritma qotish jarayonida anker boltining sirtidagi notekisliklar (rezbalar, g'adir-budurlik) va atrofdagi tog' jinsi yuzasidagi g'ovaklar, yoriqlar va notekisliklarga kirib boradi (1-shaklga qarang). Qotishdan so'ng hosil bo'lgan qattiq struktura anker va tog' jinsi o'rtasida mexanik mustahkamlanishni ta'minlaydi. Bu esa ularning o'zaro siljishiga qarshilik ko'rsatadi. Anker boltining sirt tuzilishi va eritmaning reologik xossalari (oquvchanligi, yopishqoqligi) bu jarayonning samaradorligiga ta'sir qiladi.

Friksion qarshilik - ankerga tortish kuchi qo'yilganda, anker va mahkamlovchi tarkib, shuningdek, mahkamlovchi tarkib va tog' jinsi o'rtasidagi kontakt yuzalarida ishqalanish kuchlari paydo bo'ladi. Bu kuchlar ankerning siljishiga qarshilik ko'rsatadi va yopishtirish mustahkamligining muhim qismini tashkil etadi. Normal bosim (eritmaning qotishi natijasida hosil bo'ladigan siqish kuchlari) va kontakt yuzalarining g'adir-budurligi friksion qarshilikning kattaligini belgilaydi [8].

Kimyoviy bog'lanish - ba'zi maxsus mahkamlovchi eritmalar (masalan, reaktiv sintetik smolalar asosidagilar) anker va jins materiallari bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib, mustahkam kovalent yoki ionli bog'lanishlar hosil qilishi mumkin. Bunday bog'lanishlar yopishtirish mustahkamligini sezilarli darajada oshiradi va ayniqsa yuqori yuklamalarga mo'ljallangan anker tizimlarida qo'llaniladi.

Anker va tog' jinsi o'rtasida mexanik mustahkamlikni hisoblash:

$$P = \pi d \tau l \quad (1)$$

Agar yemirilish mahkamlovchi tarkib va anker o'rtasidagi kontakt bo'yicha sodir bo'lganda 1-ifoda ankerning yon sirti maydoni πdl va tog' jinsining siljish mustahkamligi chegarasi (τ , MPa) ko'paytmasiga teng bo'lgan tortib olish kuchini ifodalaydi. Bu holatda yemirilish aynan anker va eritma o'rtasidagi adgezion yoki friksion bog'lanishlarning yetarli emasligi natijasida sodir bo'ladi deb faraz qilinadi [9].

$$P = \pi D \tau l \quad (2)$$

Agar yemirilish mahkamlovchi tarkib va tog' jinslari o'rtasidagi kontakt bo'yicha sodir bo'lganda 2-ifoda skvajinaning ichki sirt maydoni $\pi d l$ va mahkamlovchi tarkibning siljish mustahkamligi chegarasi (τ) ko'paytmasiga teng bo'lgan tortib olish kuchini ifodalaydi. Bu holatda yemirilish eritma va atrofdagi tog' jinsi o'rtasidagi bog'lanishlarning yetarli emasligi natijasida sodir bo'ladi deb faraz qilinadi.

Bu yerda:

P — ankerni tortib olish kuchi, kN;

d — anker diametri, mm;

l — ankerni o'rnatish uzunligi, mm;

D — skvajinaning diametri, mm;

τ — tog' jinsining siljish mustahkamligi chegarasi, MPa.

Keltirilgan (1) ifoda ankerni tortib olish kuchini baholashning soddalashtirilgan usuli taqdim etilgan. Ushbu usul bir qator muhim farazlarga asoslanadi:

Biriktirish kuchlanishlarining bir tekis taqsimlanishi - ifodalar ankerning o'rnatish uzunligi bo'ylab mustahkamlash kuchlanishlari (τ) bir tekis taqsimlangan deb faraz qilamiz. Aslida esa, yuklamaning uzatilishi notekis bo'lishi mumkin, ayniqsa ankerning boshiga yaqin qismlarida kuchlanishlar yuqoriroq bo'ladi. Bu notekislik tog' jinsining elastik-plastik xossalari, mahkamlovchi eritmaning qotish jarayonidagi uyushishi va ankerning deformasiyalanishi kabi omillar bilan bog'liq bo'ladi [10].

Yemirilishning aniq chegara bo'ylab sodir bo'lishi - ifodalar yemirilish aynan mahkamlovchi tarkib va anker yoki tog' jinsi o'rtasidagi kontakt bo'yicha sodir bo'ladi deb faraz qilamiz. Aslida esa, yemirilish tog' jinsining o'zida, mahkamlovchi tarkibning ichida yoki ushbu chegaralarning kombinatsiyasida sodir bo'lishi mumkin. Tog' jinsining mustahkamligi, yoriqlarning mavjudligi va mahkamlovchi tarkibning xossalari yemirilish mexanizmiga ta'sir qiladi (2-shaklga qarang).

Materiallarning izotropligi va gomogenligi - ifodalarda anker, mahkamlovchi tarkibi va tog' jinsi izotrop (barcha yo'nalishlarda bir xil xossalarga ega) va gomogen (hajm bo'yicha bir xil xossalarga ega) xossalarga ega bo'ladi. Real sharoitlarda esa, tog' jinslari anizotrop va geterogen bo'lishi mumkin, bu esa yopishtirish mustahkamligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Anker tortilganda mahkamlovchi tarkibdagi kuchlanishlarning notekis taqsimlanishi - ushbu (1) va (2) ifodalar anker tortilganda mahkamlovchi tarkibdagi kuchlanishlarning bir tekis taqsimlanishi haqidagi soddalar farazga asoslanadi. Ammo amalda bunday soddalar faraz haqiqiy holatni to'liq aks ettirmaydi. Ankerga tortish kuchi qo'yilganda, mahkamlovchi tarkibdagi kuchlanishlarning

taqsimlanishi ankerning o'rnatish uzunligi bo'ylab notekis bo'ladi va bunga bir qator muhim omillar ta'sir ko'rsatadi [11].

Mahkamlovchi tarkibning fizik-mexanik xossalari - eritmaning elastiklik moduli, siljish mustahkamligi chidamliligi va qotish jarayonidagi uyushishi kabi xossalari kuchlanishlarning taqsimlanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Qattiqroq eritmalar yuklamani ankerning boshiga yaqin qismida ko'proq qabul qiladi, yumshoqroq eritmalar esa yuklamani ankerning butun uzunligi bo'ylab biroz tekisroq taqsimlashi mumkin.

Atrof - muhitdagi tog' jinsining geotexnik xossalari - tog' jinsining elastiklik moduli, siljish mustahkamligi, yoriqlanganlik darajasi, g'ovakligi va suv bilan to'yinganligi kabi xossalari anker va tog' jinsi o'rtasidagi o'zaro ta'sirga va kuchlanishlarning taqsimlanishiga ta'sir qiladi. Zaif yoki yoriqlangan jinslarda kuchlanishlarning konsentratsiyasi yuqoriroq bo'lishi mumkin.

Skvajina va ankerning geometrik parametrlari va sirt holati - skvajinaning diametri va ichki sirtining g'adir-budurligi, ankerning diametri va sirtining holati (masalan, rezbalarning mavjudligi) mexanik qulflanish va friksion qarshilikka ta'sir qiladi. Skvajina va anker diametri o'rtasidagi farq eritmaning qalinligini belgilaydi, bu esa yuklamaning uzatilish samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi.

Ankerning mexanik xossalari - anker materialining elastiklik moduli va geometrik shakli (masalan, po'lat sterjen yoki armatura) uning deformasiyalanish qobiliyatini belgilaydi, bu esa mahkamlovchi tarkibdagi kuchlanishlarning taqsimlanishiga ta'sir qiladi.

O'rnatish texnologiyasi va sharoitlari - ankerni o'rnatish jarayonidagi bosim, eritmaning in'eksiya qilinish usuli va qotish sharoitlari (harorat, namlik) yopishtirish sifatiga va kuchlanishlarning taqsimlanishiga ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Kuchlanishlarning notekis taqsimlanishini tahlil qilishning ahamiyati - kuchlanishlarning haqiqiy taqsimlanishini aniqlash anker mustahkamlagichlarini loyihalashtirishda va ularning ishonchligini baholashda muhim ahamiyatga ega. Soddalashtirilgan usullar ankerning umumiy ko'tarish qobiliyatini baholash uchun foydali bo'lsada, ular mahkamlovchi tarkibdagi mahalliy yuklamalarni va yemirilish ehtimolini to'liq aks ettirmaydi. Kuchlanishlarning notekis taqsimlanishini inobatga olgan holda loyihalashtirish ankerning optimal uzunligini aniqlashga, yemirilishning oldini olishga va mustahkamlash tizimining umumiy samaradorligini oshirishga yordam beradi [12].

Kuchlanishlarning taqsimlanish ifodasi quyidagicha topilishi mumkin:

$$\tau(x) = ce^{\frac{z}{d}\sqrt{\frac{BK}{E}}} \quad (3)$$

bu yerda 3-ifodadagi parametrlarning fizik ma'nosi quyidagicha:

$\tau(x)$ - Ankerning o'rnatish boshidan x masofada joylashgan mahkamlovchi tarkibning anker sirtiga ta'sir qiluvchi tangensial (siljish) kuchlanishi. Bu kuchlanish yuklamaning ankerdan tog' jinsiga uzatilishini ta'minlaydi, MPa;

c - Интеграция доимийси bo'lib, chegaraviy shartlardan (masalan, ankerning boshidagi yuklama yoki uchidagi kuchlanish) aniqlanadi. U yuklamaning umumiy kattaligi va taqsimlanish xarakteriga bog'liq, MPa;

d - Ankerning diametri. Kattaroq diametr kontakt yuzasini oshiradi va yuklamaning uzatilishi uchun ko'proq maydon yaratadi, mm;

z - Ankerlarning o'rnatishlar soni, ta

E - Anker materialining elastiklik moduli. Yuqoriroq elastiklik moduli ankerning kamroq deformasiyalanishini anglatadi, bu esa kuchlanishlarning taqsimlanishiga ta'sir qiladi, MPa;

K - Umumiy siljish qattiqligi. K ning yuqoriroq qiymati anker va tog' jinsi o'rtasidagi mustahkamroq bog'lanishni va yuklamaning tezroq uzatilishini ko'rsatadi, MPa. Umumiy siljish qattiqligi quyidagi ifodadan topish mumkin:

$$K = \frac{K_1 K_2}{K_1 + K_2} \quad (4)$$

bu yerda: K_1 - Anker tarkibining (ya'ni mahkamlovchi eritmaning) siljish qattiqligi. Eritmaning qattiqligi yuklamaning taqsimlanishida muhim rol o'ynaydi, MPa;

K_2 - Atrofdagi tog' jinsining siljish qattiqligi. Tog' jinsining qattiqligi ham yuklamaning qabul qilinishi va taqsimlanishiga ta'sir qiladi, MPa [13].

Ushbu 4 - ifoda anker tortilganda mahkamlovchi tarkibdagi tangensial kuchlanishning ($\tau(x)$) ankerning o'rnatish boshidan bo'lgan masofaga (x) bog'liqligini ifodalaydi shuningdek eksponensial taqsimlanish qonuniyatini aks ettiradi va bir qator murakkab mexanik-matematik modellarning yechimi sifatida ko'riladi. Uning asosida quyidagi ilmiy prinsiplar yotadi:

Elastiklik nazariyasi - anker va atrofdagi tog' jinsi muhitlari elastik materiallar sifatida qaratiladi. Yuklama qo'yilganda ularda deformasiyalanish va kuchlanishlar vujudga keladi.

Siljish qattiqligi - K termini anker va tog' jins o'rtasidagi siljishga qarshilik ko'rsatish qobiliyatini

ifodalaydi. U mahkamlovchi tarkibning (K_1) va atrofdagi tog' jinsining (K_2) siljish qattiqliklari bilan bog'liq. Umumiy siljish qattiqligi (K) anker va tog' jinsi o'rtasidagi bog'lanishning qanchalik mustahkamligini ko'rsatadi [14].

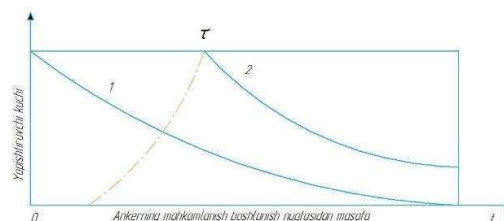
Yuklamaning uzatilish mexanizmi - yuklama ankerning boshidan o'rnatish uzunligi bo'ylab siljish kuchlanishlari orqali tog' jinsiga uzatiladi. Bu jarayon davomida ankerning o'zi ham elastik deformasiyalanadi.

Natijalar va muhokama

Differensial tenglamalar kuchlanishlarning taqsimlanishini tahlil qilish uchun muvozanat shartlari (3-shakl), deformasiya muvofiqligi shartlari va materiallarning konstitutiv munosabatlarini ifodalovchi differensial tenglamalar tuziladi va yechiladi. (2) ifoda ana shunday differensial tenglamaning yechimidan kelib chiqadi.

3 - Shakldagi 1-egri chiziq to'liq mahkamlangan anker holatida tangensial kuchlanishlar ankerlash boshida maksimal bo'lib, anker oxiriga qarab asta-sekin kamayadi. Bu anker butun uzunligi bo'ylab yukni tog' jinsiga samarali o'tkazishini anglatadi. 2 - egri chiziq esa qisman bog'lanish yo'qotilganda (masalan, tog' jinsida yoriqlar paydo bo'lishi yoki smolaning tog' jinsi bilan yetarli darajada bog'lanmasligi tufayli) ankerlash boshidagi tangensial kuchlanishlar keskin oshadi, keyin cho'qqiga yetadi va pasaya boshlaydi. Ankerning oxirgi qismida tangensial kuchlanishlar to'liq bog'langan anker holatiga qaraganda ancha past bo'lishi mumkin. Bu anker yukni tog' jinsiga o'tkazish uchun o'z uzunligidan to'liq foydalanmasligini ko'rsatadi.

Grafikda tog' jinsini mustahkamlash uchun ishlatiladigan anker bo'ylab kuchlanishlarning taqsimlanishini ko'rsatadi. Anker tortilganda mahkamlovchi tarkibdagi tangensial kuchlanishning anker bo'ylab manfiy eksponental egri chizig'i bo'yicha taqsimlanishi kuzatiladi.



3-rasm. Anker uchastkasi bo'ylab tangensial kuchlanishning eksponensial taqsimlanish grafigi

(τ) - tangensial kuchlanishlarning taqsimlanishi, 1 - ankerni o'rnatish uzunligi, 1 - egri chiziq kuchlanishlarning dastlabki taqsimlanishini, 2 -

egri chiziq yuqori yuklamadagi kuchlanishlarning taqsimlanishini ko'rsatadi.

Buning sababi shundaki, tortish kuchi ankerning boshiga yaqin qismida eng yuqori bo'ladi va bu qismdagi mahkamlovchi tarkib yuklamaning katta qismini o'z zimmasiga oladi. Ankerning uchiga yaqinlashgan sari, yuklama atrofdagi tog' jinsiga uzatilib boradi va mahkamlovchi tarkibdagi tangensial kuchlanishlar kamayadi. Eksponensial shakl yuklamaning progressiv ravishda uzatilishini va ankerning uzunligi bo'ylab kuchlanishlarning kamayib borishini aks ettiradi.

Xulosa

Grafikdan ankerning samarali ishlashi va tog' jinsini mustahkamlash uchun ankerning butun uzunligi bo'ylab tog' jinsi bilan ishonchli bog'lanishni ta'minlash naqadar muhimligini ko'rish mumkin. Bog'lanishning yo'qotilishi anker boshida kuchlanishlarning konsentraciyasiga va

uning yuk ko'tarish qobiliyatining pasayishiga olib kelishi mumkin. Amaliy muhandislik hisob-kitoblarida esa, yuqorida keltirilgan barcha omillarni inobatga olgan holda murakkabroq chiziqli-nochiziqli modellashirish usullari va empirik ma'lumotlar ham qo'llanilishi mumkin. Mahkamlovchi tarkibning yopishtiruvchi ta'siri murakkab fizik-kimyoviy jarayonlar majmuidan iborat bo'ladi. Keltirilgan soddalashtirilgan ifodalar yopishtirish mustahkamligini baholash uchun foydali bo'lsada, ularning cheklanishlarini inobatga olish va anker tizimlarini loyihalashtirishda murakkabroq modellashirish usullarini qo'llash zarur. Anker eritmasi esa anker tizimining ajralmas qismi bo'lib, uning asosiy roli anker va tog' jinsi o'rtasida mustahkam bog'lanishni ta'minlashdan iboratdir. Mahkamlovchi tarkiblarning mustahkamlovchi funksiyalari murakkab fizik-mexanik jarayonlarga asoslanadi va ularning samaradorligi muhandislik geologiyasi prinsiplarini chuqur tushunishni talab qiladi.

ADHESIVE REINFORCEMENT FUNCTIONS OF ANCHOR FASTENERS IN GOLD AND COAL MINES

Toshov B.R., Muminov R.O., To'xtayev B.I.

*Navoi State University of Mining and Technology,
Navoi, Uzbekistan*

ABSTRACT

Received:
2025-04-11
Revised:
2025-04-14
Accepted:
2025-04-29
Published:
2025-06-30

This scientific article analyzes the fundamental importance of ensuring the stability of the geomechanical environment and enhancing the stability of various engineering structures in crucial engineering fields such as mining, construction, and geotechnics. The article emphasizes that reinforcing structures play a critical role in this regard, and their reinforcing functions are based on a number of fundamental scientific principles. Furthermore, the article provides an in-depth analysis of the influence mechanisms of reinforcing structures based on scientific concepts and laws. In addition, information on anchor grout, the resistance of adhesion forces between rock mass and grout to their mutual displacement, and the laws of elasticity theory are considered.

KEY WORD

Reinforcing elements, anchors, adhesive effect, bonding stresses, reinforcing grout, bond strength, physical and mechanical properties.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Poderney, R.Yu. Analysis of the current state of the quarry machinery market in the world / R.Yu. Poderney // Mining Industry. - 2013. - №4 (110). - 48-54 pp.
2. Sidorenko A. A., Aparin A. G., Dmitriev P. N. Improvement of the method for calculating the parameters of anchor support for workings of coal mines in the zones of influence of closely spaced coal seams // News of Higher Educational Institutions. Mining Journal. 2022; 3: 82–94 (In Russian). DOI: 10.21440/0536-1028-2022-3-82-94.
3. Peng S.S. Longwall mining. CRC Press, 2019. Available from: <https://doi.org/10.1201/9780429260049>.
4. Sui W., Hang Y., Ma L., Wu Z., Zhou Y., Long G., Wei L. Interactions of overburden failure zones due to multiple-seam mining using longwall caving. Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 2015; 74: 1019–1035. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10064-014-0674-9>

5.Karsakova N.Z., Sherov K.T., Absadykov B.N., Sikhimbayev M.R., Tussupbekova G.M. The issues of improving the technology for machining the large diameter holes of the large-scale parts of the technological equipment. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2023, 2023(2), pp. 126-133. DOI/10.32014/2023.2518-170X.287.

6.Suchowerska Iwanec A.M., Carter J. P., Hambleton J. P. Geomechanics of subsidence above single and multi-seam coal mining. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2016; 8 (3): 304–313. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2015.11.007>.

7.Muminov R.O., Ruzibaev A.N., Juraev N.N., Ravshanov J.R., Kuziev D.A. Development of measures to enhance the rotation and feed mechanism of a drill rig 2024 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • ugol' – russian Coal Journal, 2024, № 1, pp. 94-99 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-1-94-99>.

8.Zubov V.P.. Status and directions of improvement of development systems of coal seams on perspective Kuzbass coal mines. Zapiski Gornogo instituta = Journal of Mining Institute. 2017; 225: 92. (In Russ.) Available from: <https://doi.org/10.18454/pmi.2017.3.292>.

9.Okhunjon Sayfidinov and Bognar Gabriella. "Review on relationship between the universality class of the Kardar-Parisi-Zhang equation and the ballistic deposition model." International Journal of Applied Mechanics and Engineering 26, no. 4 (2021).

10.Nikiforov A.V., Vinogradov E.A., Kochneva A.A. Analysis of multiple seam stability. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019; 10(2): 1132–1139.

11.Abdualizov N.A., Raikhanova G.E., Vinogradov A.V., Zhuraev A.Sh. Gornyi Zhurnal, 2023(12) 88–93. DOI:10.17580/gzh.2023.12.14

12.Golubev D.D. Application of pillarless mining technologies for the development of mineral deposits on gentle and self-igniting coal seams // Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal). 2020; 7: 64–77. doi: <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2020-7-0-64-77>.

13.Mark C., Chase F.E., Pappas D.M. Multiple-seam mining in the United States: design based on case histories. New Technology for Ground Control in Multiple-Seam Mining. 2007; 2007–110: 15–27.

14.Mislibaev I.T., Makhmudov A.M., Makhmudov Sh.A. Theoretical generalization of operating modes and modeling of operational performance of excavators. Mining information and analytical bulletin. 2021. No. 1. With. 102-110. <http://dx.doi.org/10.25018/0236-1493-2021-1-0-102-110>

Mualliflar haqida ma'lumot:

Toshov Buri Radjabovich	–	Head of the Department of "Engineering mechanics", Candidate of Technical Sciences, Navoi state university of mining and technology, Uzbekistan; E-mail: toshov_b@mail.ru , ORCID: https://orcid.org/0009-0006-4058-1702
Muminov Rashid Olimovich	–	Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Muhandislik mexanikasi" kafedrası professori, texnika fanlari doktori, 210100, Navoiy viloyati, Karmana tumani, Chutqara massivi, O'zbekiston mfy, Qizilqum ko'chasi 154-uy. ORCID: https://orcid.org/0009-0003-6281-9847 , e-mail: rashid_81@mail.ru
To'xtaev Bobirjon Isomitdinovich	–	Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti "Muhandislik mexanikasi" kafedrası katta o'qituvchisi, 210100, Navoiy viloyati, Navoiy shahri, Parda Ochilova ko'chasi 22 uy 12 – xonadon ORCID: https://orcid.org/0009-0008-4739-6862 , e-mail: boburjont999@gmail.com

КОНСТРУКТИВНОЕ РАЗВИТИЕ УДАРНО-ПОВОРОТНЫХ БУРОВЫХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПЕРФОРАТОРОВ И АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИХ ПОРШНЕ-УДАРНОГО МЕХАНИЗМА

Аннакулов Т.Ж., Отажонов Б.О.

*Ташкентский государственный технический университет,
Ташкент, Узбекистан.*

Doi: 10.5281/zenodo.15744321

АННОТАЦИЯ

Получено:

2025-05-03

Пересмотрено:

2025-05-12

Пересмотрено:

2025-05-27

Опубликовано:

2025-06-30

В данной статье представлен перечень определенных запатентованных типов перфораторов, предназначенных для бурения горных пород ударно-поворотным способом. Для каждого из найденных технических решений приведено краткое описание с указанием их уникальных особенностей и характеристик.

В результате критического анализа структурных схем представленных перфораторов были сформулированы новые исследовательские задачи, важные для науки и практики. Реализация этих задач позволит получить научные знания о применении новых типов поршневых ударных узлов в ударно-поворотных буровых машинах, а также приблизиться к реализации идеи снижения негативных факторов, воздействующих на операторов в эксплуатационных условиях.