



**QOLMOQIR KARYERIDA REPER KUZATUVLARI ASOSIDA BORT
DEFORMATSIYALARINI ERTA BAHOLASH VA XAVF DARAJASINI ANIQLASH**

Erkaboyeva Sarvinoz Ilxom qizi

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti doktoranti

Toshtemirov Umarali Tulqin o'g'li

*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali Konchilik ishi
kafedrası dotsenti texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)*

Annotatsiya. Ushbu tezisda Qolmoqir karyeri bortlarida reper kuzatuvlari asosida deformatsiya jarayonini erta baholash va xavfli uchastkalarni ajratish masalasi ko'rib chiqildi. Tadqiqotda 2025-yil fevral–iyul oylarida olingan reper o'lchovlari tahlil qilinib, vertikal siljish tezligi, umumiy siljish amplitudasi va vaqt bo'yicha trend belgilariga asoslangan amaliy baholash yondashuvi taklif etildi. Kuzatuv natijalari ayrim reperlarda qisqa muddat ichida keskin siljishlar yuzaga kelganini ko'rsatdi: Rp015 nuqtasida umumiy siljish 232 mm gacha, Rp019 nuqtasida vertikal siljish tezligi 14,1 mm/kun gacha, Rp003 nuqtasida esa 197 mm gacha umumiy deformatsiya qayd etildi. Bunday holat Qolmoqir karyeri sharoitida bort turg'unligini oddiy vizual kuzatuv bilan emas, balki reper ma'lumotlarini tezlik, yo'nalish va takrorlanish belgisi bo'yicha raqamli baholash orqali nazorat qilish zarurligini ko'rsatadi. Tezida reper kuzatuvlarini QVDXI xavf indeksi va TARP qaror tizimi bilan bog'lash orqali xavfli zonalarini erta aniqlash hamda kon ishlarini geomekanik holatga mos ravishda boshqarish taklif qilindi.

Kalit so'zlar: Qolmoqir karyeri, reper kuzatuv, bort deformatsiyasi, vertikal siljish, xavf indeksi, geomekanik monitoring, TARP, karyer xavfsizligi.

Qolmoqir karyeri kabi yirik va chuqurlashib borayotgan ochiq konlarda bort turg'unligi ishlab chiqarish xavfsizligining eng muhim ko'rsatkichlaridan biridir. Karyer chuqurlashgani sari tog' jinslari massivida kuchlanishlar qayta taqsimlanadi, yoriqlar ochilishi faollashadi, portlatish ishlari natijasida lokal bo'shashishlar paydo bo'ladi va ayrim uchastkalarda siljish tezligi keskin ortishi mumkin. Shuning uchun bort holatini faqat loyiha burchaklari yoki umumiy geologik tavsif asosida baholash yetarli bo'lmaydi. Amaliy jihatdan eng ishonchli axborotlardan biri reper nuqtalarining davriy koordinata o'zgarishidir, chunki reper kuzatuvlari real bort yuzasida sodir bo'layotgan siljishning miqdori, yo'nalishi va tezligini bevosita ko'rsatadi.

Qolmoqir karyerida bajarilgan reper kuzatuvlarida Rp003, Rp004, Rp005, Rp006, Rp013, Rp014, Rp015, Rp019, Rp020, Rp021–Rp026 hamda temiryo'lga yaqin Rp067–Rp069 nuqtalari bo'yicha koordinata va balandlik o'zgarishlari qayd etilgan. Kuzatuvlar fevral oyining o'rtalaridan iyul oyining oxirigacha davom etgan bo'lib, bu davr bort deformatsiyasining qisqa muddatli sakrashlari va nisbatan barqarorlashgan oralig'ini solishtirish imkonini beradi. Ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, eng katta xavf belgisi pastki va o'rta bort zonalarida joylashgan ayrim reperlarda kuzatilgan. Jumladan, Rp015 nuqtasida 2025-yil 21-fevral kuni umumiy siljish 232 mm ga yetgan, vertikal o'zgarish esa



-93 mm ni tashkil qilgan. Rp019 nuqtasida shu sanada vertikal siljish tezligi -14,1 mm/kun bo'lib, bu bort massasida faol pastga siljish jarayoni borligini ko'rsatadi. Rp003 nuqtasida 197 mm umumiy siljish, Rp004 nuqtasida esa 142 mm siljish qayd etilishi yuqori bort zonasida ham lokal deformatsiya maydoni mavjudligini bildiradi.

Mazkur natijalar asosida reper kuzatuvlarini uch darajali xavf mezonini bo'yicha baholash maqsadga muvofiq deb hisoblandi. Birinchi daraja — shartli barqaror holat bo'lib, vertikal siljish tezligi 0,8 mm/kun gacha bo'lgan nuqtalarni qamrab oladi. Ikkinchi daraja — ogohlantiruvchi holat; bunda siljish tezligi 0,8–1,5 mm/kun oralig'ida bo'ladi va o'lchovlar oralig'ini qisqartirish talab etiladi. Uchinchi daraja — kuchaytirilgan nazorat yoki xavfli holat; bunda siljish tezligi 1,5 mm/kun dan yuqori bo'lib, portlatish, transport harakati va qazish frontining yaqinlashuvi bo'yicha cheklovlar ko'rilishi kerak. Qolmoqir karyeri reper ma'lumotlarida 1,5 mm/kun dan yuqori qiymatlar ko'p uchragani sababli, kuzatuv tizimi faqat qayd etuvchi emas, balki boshqaruv qarorini shakllantiruvchi tizimga aylantirilishi zarur.

Tadqiqotning amaliy yangiligi reper kuzatuvlarini QVDXI — Qolmoqir vertikal deformatsiya xavfi indeksi bilan bog'lashdan iborat. Bunda har bir reper nuqtasi bo'yicha vertikal siljish tezligi, umumiy siljish amplitudasi, siljishning takrorlanishi, nuqtaning bortdagi joylashuvi va ishlab chiqarish obyektlariga yaqinligi birgalikda baholanadi. Agar reperda bir martalik siljish katta bo'lsa, lekin keyingi o'lchovlarda barqarorlashish kuzatilsa, u nazorat zonasida qoldiriladi. Aksincha, siljish qiymati o'rtacha bo'lsa ham, u bir necha kuzatuv davomida bir xil yo'nalishda takrorlansa, ushbu nuqta xavotirli zona sifatida ajratiladi. Aynan shu yondashuv Qolmoqir karyeri sharoitida muhim, chunki bort deformatsiyasi har doim birdaniga katta ko'chish sifatida namoyon bo'lmaydi; ko'pincha u sekin, ammo yo'nalishi barqaror bo'lgan siljishlar bilan boshlanadi.

Reper kuzatuvlarini TARP qaror tizimi bilan bog'lash kon ishlarini xavfsiz olib borishda alohida ahamiyatga ega. Masalan, Rp015, Rp019, Rp003 kabi nuqtalarda tezlik va umumiy siljish yuqori bo'lgan davrlarda xavfli sektor bo'yicha qo'shimcha geodezik o'lchov, vizual yoriqlarni tekshirish, drenaj holatini baholash va portlatish parametrlarini yumshatish zarur. Agar keyingi o'lchovlarda tezlanish saqlansa, texnika harakati cheklanadi, ishchi maydon vaqtincha xavfsiz masofaga suriladi va bort geometriyasi qayta tahlil qilinadi. Shu tariqa reper ma'lumotlari faqat hisobot uchun emas, balki real ishlab chiqarish qarori uchun ishlatiladi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, Qolmoqir karyerida bort turg'unligini boshqarishda eng xavfli jihat alohida reperdagi katta siljishning o'zi emas, balki siljish tezligi, yo'nalishi va vaqt bo'yicha takrorlanishidir. Shu sababli monitoring tizimida har bir reper bo'yicha "oxirgi o'lchov" emas, balki butun trend tahlil qilinishi kerak. Rp015 va Rp019 nuqtalaridagi keskin o'zgarishlar pastki bort zonasida qo'shimcha geomekanik nazoratni talab qilsa, Rp003 va Rp004 nuqtalaridagi siljishlar yuqori bortdagi strukturaviy zaiflashgan uchastkalarni aniqlash zarurligini ko'rsatadi. Temiryo'lga yaqin Rp067–Rp069 reperlari esa transport infratuzilmasi xavfsizligini baholash uchun alohida kuzatuv guruhiga kiritilishi lozim.

Xulosa qilib aytganda, Qolmoqir karyerida reper kuzatuvlari bort deformatsiyasini erta aniqlashda asosiy amaliy manba hisoblanadi. Tezisdan taklif etilgan yondashuvning



ilmiy yangiligi reper siljishlarini faqat koordinata farqi sifatida emas, balki xavf indeksi, trend va boshqaruv qarori bilan bog'langan geomekanik ko'rsatkich sifatida baholashdan iborat. Amaliy ahamiyati esa shundaki, ushbu metod yordamida xavfli sektorlar erta ajratiladi, portlatish va transport rejimi geomekanik holatga moslashtiriladi, ishchi zonalarda xavfsizlik darajasi oshiriladi hamda bort turg'unligi bo'yicha qarorlar subyektiv kuzatuvga emas, aniq o'lchov natijalariga asoslanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Read J., Stacey P. Guidelines for Open Pit Slope Design. — Collingwood: CSIRO Publishing, 2009. — 512 p.
2. Hoek E., Bray J.W. Rock Slope Engineering. — London: Institution of Mining and Metallurgy, 1981. — 358 p.
3. Wyllie D.C., Mah C.W. Rock Slope Engineering: Civil and Mining. — London: Spon Press, 2004. — 456 p.
4. Stacey T.R. New slope stability considerations for deep open pit mines // Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy. — 2003. — Vol. 103, No.6. — P. 373–389.
5. Carlà T., Farina P., Intrieri E., Ketizmen H., Casagli N. Integration of ground-based radar and satellite InSAR data for the analysis of an unexpected slope failure in an open-pit mine // Engineering Geology. — 2018. — Vol. 235. — P. 39–52.
6. Rose N.D., Hungr O. Forecasting potential rock slope failure in open pit mines using the inverse-velocity method // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. — 2007. — Vol. 44, No.2. — P. 308–320.
7. Osasan K.S., Stacey T.R. Automatic prediction of time to failure of open pit mine slopes based on radar monitoring and inverse velocity method // Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. — 2014. — Vol. 6, No.4. — P. 1–10.
8. Stead D., Eberhardt E., Coggan J.S. Developments in the characterization of complex rock slope deformation and failure using numerical modelling techniques // Engineering Geology. — 2006. — Vol. 83, No.1–3. — P. 217–235.