

УО'К: 622.235:622.233

 10.70769/3030-3214.SRT.3.4.2025.34

**PORTLATISH ISHLARIDA DETONATORNI SKVAJINADAGI ZARYADNING
MAQBUL KO'RSATGICHALARIGA JOYLASHTIRISH ORQALI TOG'
JINSLARINING MAYDALANISH DARAJASINI OSHIRISH**



**Alimov Shoxriddin
Muxammadovich**

Olmaliq davlat texnika instituti,
"Konchilik ishi" kafedrasi v.b.,
doshenti, Olmaliq, O'zbekiston
E-mail: alimov_shm@mail.ru



**Axmedov Ulug'bek
Azamat o'g'li**

Olmaliq davlat texnika instituti,
"Konchilik ishi" kafedrasi
assistenti, Olmaliq, O'zbekiston
E-mail:
akhmadovulugbek@gmail.com



**Kayirbayev Isa Baxtiyar
uli**

Olmaliq davlat texnika instituti,
magistrant, Olmaliq, O'zbekiston
E-mail: isakayirbayev@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada ochiq konlarda olib boriladigan burg'ilab-portlatish ishlarida detonatorning skvajinadagi joylashuv holatining tog' jinslarining maydalanish darajasiga ta'siri ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Detonatorni skvajinadagi zaryadning pastki qismida, markazida va boshqa muqobil holatlarda joylashtirish natijasida hosil bo'ladigan kuchlanish to'lqinlari, energiya taqsimoti hamda portlash samaradorligi solishtirib o'r ganilgan. Nazariy tahlillar va amaliy tajribalar asosida zaryad uzunligining markaziga joylashtirilgan detonator portlash energiyasidan samaraliroq foydalanish imkonini berishi, noo'lcham tog' jinslari miqdorini kamaytirishi va tog' jinslarining bir xil hamda mayda bo'laklanishini ta'minlashi aniqlangan. Tadqiqot natijalari portlatish parametrlarini optimallashtirish orqali konlarda qazib olish samaradorligini oshirish mumkinligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Skvajina, portlovchi modda, detonator joylashuvi, portlatish ishlari, tog' jinslarining maydalanishi, portlash energiyasi, kuchlanish to'lqinlari, noo'lcham tog' jinsi, detonatsiya tezligi, ochiq kon ishlari.

**ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕТОНАТОРА НА ДРОБЛЕНИЕ ПОРОДЫ
НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ ВАЖНАЯ РОЛЬ**

**Алиев Шохриддин
Мухамматович**

Доцент кафедры горного дела,
Алмалыкский государственный
технический институт,
Алмалык, Узбекистан.

**Ахмедов Улугбек
Азамат углы**

Ассистент кафедры горного
дела, Алмалыкский
государственный технический
институт, Алмалык, Узбекистан

**Каирбаев Иса Бахтияр
улы**

Алмалыкский государственный
технический институт,
магистрант, Алмалык,
Узбекистан

Аннотация. В статье рассматривается влияние расположения детонатора в скважинном заряде на степень дробления горных пород при проведении буровзрывных работ в условиях открытых горных работ. Проанализированы различные варианты размещения детонатора в скважине (в нижней части заряда, в центральной зоне и другие положения) и их влияние на распределение напряжений и энергии взрывной волны. На основе теоретических исследований и результатов промышленных испытаний установлено, что размещение детонатора в центре заряда обеспечивает более равномерное распределение энергии взрыва, способствует снижению выхода негабаритных кусков и повышает эффективность дробления горных пород. Полученные

результаты подтверждают возможность оптимизации параметров взрыва и повышения производительности горных работ за счёт рационального выбора схемы размещения детонаторов.

Ключевые слова: Скважина, взрывчатое вещество, детонатор, размещение детонатора, дробление горных пород, энергия взрыва, напряжённое состояние, негабаритная порода, скорость детонации, открытые горные работы.

THE EFFECT OF DETONATOR PLACEMENT ON ROCK CRUSHING DURING EXPLOSIVE OPERATIONS IS IMPORTANT IN OPEN MINING

Alimov Shokhriddin
Mukhammadovich

Associate Professor, Department of
Mining, Almalyk State Technical
Institute, Almalyk, Uzbekistan.

Akhmedov Ulugbek
Azamat ulgli

Assistant Professor, Department of
Mining, Almalyk State Technical
Institute, Almalyk, Uzbekistan

Kairbaev Isa Bakhtiyor
uli

Almalyk State Technical Institute,
Master's student, Almalyk,
Uzbekistan

Abstract. This paper investigates the effect of detonator placement within a borehole charge on rock fragmentation during blasting operations in open-pit mining. Different detonator positioning options, including placement at the bottom of the charge and at its central section, are analyzed with respect to stress distribution and explosive energy utilization. Theoretical analysis and field test results demonstrate that positioning the detonator at the center of the charge provides a more uniform distribution of blast energy, reduces the proportion of oversized rock fragments, and improves overall fragmentation efficiency. The findings indicate that optimizing detonator placement can significantly enhance blasting performance and increase the productivity of mining operations.

Keywords: Borehole, explosive, detonator placement, rock fragmentation, blasting operations, explosion energy, stress distribution, oversized rock, detonation velocity, open-pit mining.

Kirish. Tog‘ jinslarining xususiyatlarini hisobga olgan holda, portlovchi moddaning xususiyatlari, portlash parametrlari, detonatorni skvajina pastki qismiga joylashtirgandagi hamda detonatorni skvajinadagi zaryad uzunligining markaziga joylashtirganda portlatish ishlarini har tomonlama tahlilini qilish mumkinligi belgilandi. Detonatorni skvajinadagi zaryad uzunligining markaziga joylashtirilganda to‘liq diapazonda pastki detonatorga qaraganda maydarоq maydalanishini ko‘rish mumkin. Portlovchi skvajinalarda ikki xil holatda, o‘rta va pastki qismiga joylashtirilgan detonatorlar tahlili ko‘p olimlar tomonidan o‘rganilgan. Portlovchi skvajinani vertikal holatda joylashtirib daslabki portlash kuchlanish holatlari tahlil qilinganda ko‘p sonli natijalar shuni ko‘rsatadi, pog‘onani portlatishda skvajinada detonatorlarni zaryad uzunligining markaziga joylashtirish bilan portlovchi pog‘ona yonida uch o‘qli cho‘zilish bilan tavsiflangan kuchlanish konsentratsiyasining zonasini yaratadi, detonatorlarni skvajina pastki qismiga joylashtirilganda esa bu holat hosil bo‘lmaydi. Bundan

tashqari, zaryad uzunligining markaziga joylashgan detonatorlar zaryadning pastki qismiga joylashtirilgan detonatorga qaraganda pog‘ona zaboyi yaqinida ikki o‘qli taranglik bilan katta kuchlanish konsentratsiyasining zonasini hosil qiladi [1, 2]. Uch o‘qli va ikki o‘qli kuchlanishlar bir o‘qli kuchlanishga qaraganda tog‘ jinisini maydalash uchun yaxshiroq ekanligini hisobga olsak, zaryad uzunligining markaziga joylashgan detonatorda uch o‘qli va ikki o‘qli taranglikka ega bo‘lgan bu qismlar yaxshiroq maydalanishga erishishga yordam beradigan muhim omil hisoblanadi. Qoyali va yarim qoyali tog‘ jinsli konlarda portlatish muhim ahamiyatga ega. Portlatishning eng muhim natijalaridan biri sifatida rudaning maydalanish darajasiga ta’sir qilishdir. Tog‘ jinslarini massiv holatdan maydalangan holatga o‘tkazish rudani massivdan ajratib olish darajasini oshirishi mumkin. Tog‘ jinslarining maydalanishi, portlatish parametrlari hamda holatlarini optimallashirish orqali yaxshilanishi mumkin, masalan: burg‘ilash rejasi, tinqinlash, qo‘sishma burg‘ilash, detonatorni joylashtirish

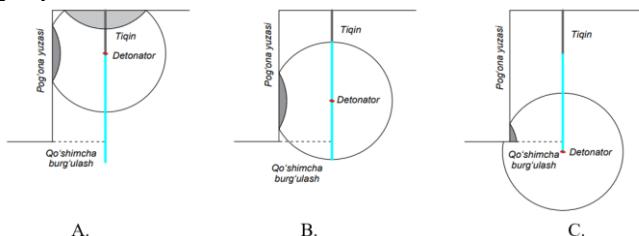
holati va qisqa seklashtirish vaqtি orqali erishiladi [3].

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Detonator joylashuv holatlarini o'zgartirish orqali optimallashtirilgan portlashlarni amalga oshirish mumkin bo'lgan usul bo'lib, u ko'plab olimlar tomonidan sifatli tahlil bilan amalga oshirilgan. Detonator joylashish holati skvajina atrofidagi tog' jinsidagi kuchlanish va energiya taqsimatiga katta ta'sir ko'rsatishi va portlovchi modda zaryadi uzunligining markazida joylashgan detonator holati skvajina markazidan yuqorida joylashgan detonatorga qaraganda kuchlanish va energiya taqsimotini yaxshiroq ko'rsatishi aniqlangan. Konlarni ochiq usulda qazib olishda detonator holatining portlatish natijalariga ta'siri ham o'rganilgan. Olimlar tomonidan detonatorlarning to'liq miqyosida portlashining sinovlarini ham o'tkazib o'rganilgan, skvajinadagi zaryad uzunligining markaziga joylashtirilgan detonatorning holati odatdagи detonator joylashuviga, ya'ni zaryadning asosidan 1-2 m balandlikka o'rnatilganda nisbatan noo'lcham tog' jinlarini chiqishini 30% ga kamayishiga va o'rtacha bo'laklar o'lchamining chiqishini 11-30% gacha oshishi aniqlangan. Yuqoridagi tavsifga ko'ra, detonator joylashish holatining portlash natijalariga ta'sirini o'rganish uchun tadqiqotlar o'tkazilgan. Konlarni ochiq usulda qazib olishda portlatish sinovlarini o'tkazish jarayonida skvajinadagi zaryad uzunligining markaziga joylashtirilgan detonatorning portlash ko'rsatkichlari asosiga joylashgan detonatorning portlatish ko'rsatkichlariga qaraganda yaxshiroq maydalanish darajasini keltirib chiqarishini ko'rsatadi.

Nazariy tadqiqotlari shuni ko'rsatadi, detonator joylashishi tog' jinslarining maydalanishida muhim rol o'ynaydi. Portlovchi skvajinadagi zaryad markazida joylashgan detonator tog' jinslarining maydalanishida sezilarli yaxshilanishga olib keladi. Kuchlanishning taqsimlanishi va energiya samaradorligi yuqori portlovchi modda detonatsiyasi natijasida hosil bo'lgan portlash to'lqini energiyasining yoki kuchlanishning taqsimlanishi detonatorning joylashuviga bog'liq bo'lib, silindrisimon zaryad bilan hech qachon sferik shaklga aylanmaydi [4]. Detonatsiya vaqtি T_d detonatsiya tezligi (V_D), detonatorning joylashishi va zaryad uzunligiga quyidagicha:

$$T_d = \frac{L_{\max}}{V_D}$$

bu yerda L_{\max} - detonatordan portlovchi modda zaryadining asosigacha bo'lgan maksimal masofa [5]. Portlash vaqtি qisqaroq bo'lganda portlovchi moddaning umumiyligi energiyasi qisqa vaqt ichida qamrab olinadi va tog' jinsi massiviga chiqariladi, natijada energiya konsentratsiyasi yuqori bo'ladi.



1-rasm. Detonatorning zaryadlangan skvajinadagi uchta holatlarida portlash kuchlarining taqsimlanishi ko'rsatilgan.

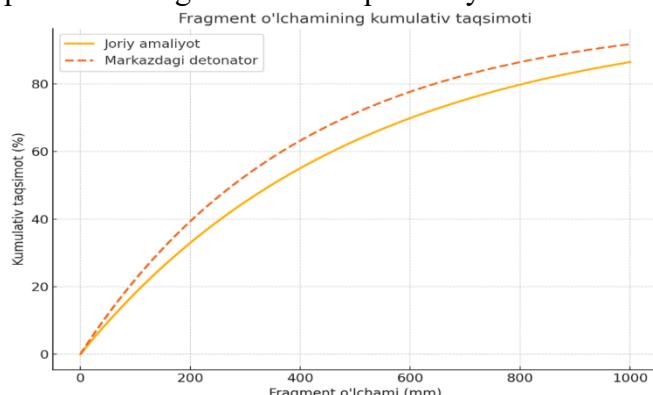
Detonatorning uchta turli A, B va C holatlarida kuchlanishning taqsimlanishi ko'rsatilgan. Qora doiralar (yoki yoyslar) siqilish kuchlanish to'lqinlarining frontlarini, kulrang yoki qorong'i sohalar esa qaytgan cho'zilish to'lqinlarini ko'rsatadi. Chunki tog' jinsining cho'zilishdagi mustahkamligi ko'pincha uning siqilishdagi mustahkamligidan ancha kichik bo'ladi; odatda cho'zilishdagi yuklanish tog' jinslarini portlatishda tog' jinslarining darz ketishidan 8-15 marta ustunlik qiladi. Shuni e'tiborga olgan holda, 2-rasm detonatorning turli holatlarida kuchlanish taqsimoti va energiya samaradorligi bo'yicha quyidagi nuqtalarni topishimiz mumkin:

A) Kuchlanish dastlab pog'onaning yuqori qismida tarqaladi, u yerdan qaytgan cho'zuvchi to'lqinlar tog' jinslari bo'laklarini yuqoriga qarab maydalanishini taminlaydi. Shunga ko'ra, pog'onaning yuqori qismida u yerdagi cho'zuvchi kuchlanish to'lqini ta'sirida darsliklar paydo bo'lishi mumkin. Shu bilan birga, detonatsiya natijasida yuzaga keladigan zarba to'lqini skvajina zaryadiga tarqalishi kerak. Zarb to'lqini tiqinning yuqori uchiga yetib kelganda tiqin teshikdan otilib chiqadi. Bu otilib chiqishdan keyin detonatsiya natijasida hosil bo'lgan gazlar ham otilib chiqishi kerak, bu esa portlash energiyasining yo'qolishiga olib keladi.

B) Zo'riqish dastlab portlatiladigan tog' jinsiga taqsimlanadi. Xususan, cho'zuvchi to'lqinlar

faqat masivda joylashgan va detonatsiya energiyasi asosan parchalash uchun tog‘ jinsiga ta’sir etadi. Bizga shu kerak. Shunday qilib, portlovchi modda portlashi tugagunga qadar energiya yo‘qotilishi kam yoki umuman bo‘lmaydi.

C) Kuchlanish dastlab pog‘ona asosining ostida taqsimlanadi va cho‘zilishdagi buzilish pog‘ona asosining sathidan boshlanadi. Asos ostida erkin sirt yo‘qligi sababli, siqilish to‘lqinlari asosan seysmik to‘lqinlar shaklida tog‘ jinslarining uzoq maydoniga tarqaladi va massivdagi tog‘ jinslari parchalanishiga katta hissa qo‘shmaydi.



2-rasm. Portlatish ishlarida detonatorlarning joylashishining tog‘ jinsining maydalanishiga ta’siri grafigi.

Natijalar va muhokama. Karyerlarda portlatish ishlarida tog‘ jinslarining maydalanishiga ta’sir etuvchi tog‘ jinslarining holati, portlash xususiyatlari va portlash parametrlari kabi omillar vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi muqarrar. Portlatish ishlarida maydalanish natijalarini taqqoslash uchun tog‘ jinslarining xususiyatlari va solishtirma zaryad maydalanishiga ta’sir qiluvchi eng muhim omillardan biri ekanligi taxmin qilingan. Portlatishda qo‘llaniladigan portlovchi modda turi va portlovchi skvajina parametlariga bog‘liq hamda portlatish ikki turdag‘i detonator joylashuvini o‘z ichiga oladi: skvajinadagi zaryadning markaziga joylashgan detonator va zaryadning asosidan 1-2 m balandlikda joylashgan detonator. Skvajinadagi zaryad uzunligining markaziga joylashgan detonator uchun o‘rtacha o‘lcham 193-223 mm oralig‘ida o‘zgarib turadi va o‘rtacha 205,7 mm ni tashkil etadi deb olinsa, skvajina asosidan 1-2 metr uzoqlikda joylashgan detonator portlatish uchun minimal o‘lcham 221 mm ni tashkil etilgan, bu zaryadning o‘rtasida joylashgan detonatorga qaraganda 7,4% ga

katta. Shuningdek, zaryadning o‘rtasida joylashgan detonator 20% dan 30% gacha massasi asosga joylashtirilgan detonatornikiga qaraganda kichikroq bo‘ladi.

Bundan tashqari, skvajinadagi zaryad uzunligining o‘rtasida joylashgan detonator uchun noo‘lchamli yaniy $L>1$ m bo‘laklarning o‘rtacha foizi asosga nisbatan 1-2 m balandlikda joylashgan detonator nisbatan 55,4% ga kamayadi. Boshqa tomondan, asosga nisbatan 1-2 m uzoqlikda joylashga detonator uchun mayda bo‘laklar foizi $L<2,5$ sm 6,54 dan 7,87% gacha o‘zgarib, o‘rtacha 7,01% ni tashkil etadi, asosga nisbatan 1-2 m uzoqlikda joylashga detonator uchun esa 6,08-6,41% oralig‘ida bo‘lib o‘rtacha 6,2% ni tashkil etadi. Bu esa zaryadning o‘rtasida joylashgan detonator uchun asosga nisbatan 1-2 m uzoqlikda joylashga detonatorga nisbatan mayda bo‘laklarning 13% ga oshishini ko‘rsatadi. Bo‘lak o‘lchamlari uchun tasvirni qayta ishlash cheklanganligi sababli 2,5 sm dan kichik bo‘lgan bo‘laklarni aniq ajratib bo‘lmaydi. Bunda 2,5 sm dan kichik bo‘lgan bo‘laklar portlatishda mayda bo‘laklar sifatida qaralgan. Zaryadning o‘rtasida joylashgan detonatorli portlatishlarning solishtirma zaryadi $0,99-1,09 \text{ kg/m}^3$ oralig‘ida o‘zgaradi, asosga nisbatan 1-2 m uzoqlikda joylashga detonatorli portlatishlarning solishtirma zaryadi esa $1,05-1,25 \text{ kg/m}^3$ oralig‘ida o‘zgaradi. Zaryadning o‘rtasida joylashgan detonatorning solishtirma zaryadlari, asosga nisbatan 1-2 m uzoqlikda joylashga detonatornikidan kichik bo‘lishiga qaramasdan, zaryadning o‘rtasida joylashgan detonator qo‘llanilgan portlashlar mayda bo‘laklarni hosil qilgan. Bu balandlik zaryad uzunligining o‘rtasida joylashgan detonator joylashuvining maydalanishga qo‘shgan hissasini yoritadi.

Xulosa. Kuchlanish to‘lqinlari tahlili asosida shunday xulosa qilish mumkinki, zaryad markazida joylashgan detonator, detonatorning odatdag‘i joylashuviga nisbatan quyidagi afzallikkarga ega: Skvajinadagi butun portlovchi modda zaryadini portlatganda tog‘ jinsida kuchlanish to‘lqini energiyasi ko‘proq taqsimlanadi. Detonatsiyalanish vaqt taxminan 40% ga qisqaradi, natijada parchalanadigan tog‘ jinsida energiya konsentrasiysi va kuchlanish amplitudasi yuqori bo‘ladi.

Detonatorning markazida joylashgan holati pog‘ona zaboyi yaqinida uch o‘qli taranglik bilan

kuchlanish konsentratsiyasi sohasini berishi, asosga nisbatan 1-2 m balandlikda joylashgan detonator holati esa bermasligi aniqlandi. Bundan tashqari, portlatgichning markazida joylashgan holati, asosga

nisbatan 1-2 m balandlikda joylashgan detonator holatiga qaraganda portlash zonasida ikki o'qli taranglik bilan katta kuchlanish konsentratsiyasi maydonini hosil qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

- [1] Ylitalo, R., & Zhang, Z. X. (2021). Effect of detonator position on rock fragmentation: Full-scale field tests at Kevitsa open pit mine. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 147, 104918. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2021.104918>
- [2] Zhang, Z. X. (2014). Effect of double-primer placement on rock fracture and ore recovery. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 71, 208–216. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2014.03.020>
- [3] Zhang, Z. X. (2016). Rock fracture and blasting: Theory and applications. Oxford: Elsevier.
- [4] Zhang, Z. X. (2005). Increasing ore extraction by changing detonator positions in LKAB Malmberget mine. International Journal of Blasting and Fragmentation, 9(1), 29–46. <https://doi.org/10.1080/13855140500082600>
- [5] Шамаев, М. К., & Алимов, Ш. М. (2021). Обеспечение устойчивости бортов при ведении буровзрывных работ. Central Asian Journal of Theoretical and Applied Sciences, 2(4), 83–88.
- [6] Алимов, Ш. М., & Ташкулов, А. А. (2022). Обоснование оптимальных параметров эффективного регулирования степени дробления. Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural and Social Sciences, 2(5/2), 475–487.