UO‘K 622.453

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ГРУНТА, ВОЗНИКАЮЩИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВЗРЫВОВ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Шерали Рауфович Уринов

Доктор технических наук, профессор кафедры экономики и вычислительной техники Института ИСФТ Международной школы финансовых технологий и наук

Нурханов Хусан Альмирза угли

Доцент кафедры геологии и горного дела Каршинского государственного технического университета

Мансурова Севара Абдикарим кизи

Ташкентский государственный технический университет. Факультет геологии, разведки и горного дела и металлургии. Аспирант кафедры горного дела,

Баротов Васлиддина Нусрата угли

Ташкентский государственный технический университет. Факультет геологии, разведки и горного дела и металлургии. Старший преподаватель кафедры горного дела.

Annotatsiya: Ushbu maqola tog'-kon sanoatidagi portlashlar natijasida hosil bo'lgan seysmik to'lqinlarning yer tebranishlariga ta'sirini o'rganadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tebranish tezligi portlovchi materialning zaryad miqdori, portlash geometriyasi va zaryad chuqurligiga bog'liq. Analitik va eksperimental natijalar maksimal tebranish tezligi zaryad massasining kvadrat ildiziga mutanosib ekanligini tasdiqlaydi. Bundan tashqari, portlatishning optimal parametrlarini tanlash va seysmik ta'sirni minimallashtirish uchun monitoring tizimlaridan foydalanish zarurati isbotlangan. Ushbu tadqiqot tog'-kon sanoatida xavfsizlikni oshirish va portlatish jarayonlari samaradorligini oshirishga qaratilgan.

Kalit so'zlar: Seysmik ta'sir, yer tebranishi, tebranish tezligi, portlovchi zaryad, zaryad chuqurligi, geologik sharoitlar, seysmik monitoring, zaryad uzunligi, seysmik to'lqinning susayishi, chuqur portlash, qarshilik kuchi.

Аннотация: В данной статье изучено влияние сейсмических волн, возникающих в результате взрыва в горнодобывающей промышленности, на колебания земли. Исследования показывают, что скорость колебаний зависит от количества заряда взрывчатого вещества, геометрии взрыва и глубины заложения заряда. Аналитические и экспериментальные результаты подтверждают, что максимальная скорость колебаний пропорциональна квадратному корню из массы заряда. Также обоснована необходимость

ISSN 3030-3907

выбора оптимальных параметров взрыва и использования систем мониторинга для минимизации сейсмического воздействия. Данная работа направлена на повышение безопасности в горнодобывающей промышленности и повышение эффективности взрывных процессов.

Ключевые слова: Сейсмическое воздействие, вибрация грунта, скорость вибрации, взрывной заряд, глубина заряда, геологические условия, сейсмический мониторинг, длина заряда, затухание сейсмических волн, глубинное взрывание, сила сопротивления.

Annotation: This article examines the impact of seismic waves generated by explosions in the mining industry on ground vibrations. Research indicates that the vibration velocity depends on the charge amount of the explosive material, the blast geometry, and the charge depth. Analytical and experimental results confirm that the maximum vibration velocity is proportional to the square root of the charge mass. Additionally, the necessity of selecting optimal blasting parameters and using monitoring systems to minimize seismic impact is substantiated. This study aims to enhance safety in the mining industry and improve the efficiency of blasting processes.

Key words: Seismic impact, ground vibration, vibration velocity, explosive charge, charge depth, geological conditions, seismic monitoring, charge length, seismic wave attenuation, deep blasting, resistance force.

Kirish

Konchilik sanoatida seysmik ta'sirni o‘rganish juda dolzarb vazifadir. Sanoat portlashi natijasida yuzaga keladigan seysmik to‘lqinlar yer tebranishini hosil qiladi. Shu bois seysmik to‘lqinlarning parametrlarini o‘rganishda yer tebranish tezligi atroflicha o‘rganilib chiqiladi.

Shuning uchun tebranish tezligiga ta’sir qiluvchi asosiy omil sifatida portlovchi modda zaryadining miqdori (q) va shu zaryad bilan kuzatuv nuqtasi orasidagi masofa (R) bog‘liq deb qaraladi. Biroq har bir hududning individual xususiyatlari tufayli tezlikka ta’sir qiluvchi boshqa omillar ham mavjud. Ular quyidagilardan iborat: hudud geologiyasi (jinslarning fizik-mexanik xossalari, qatlam tuzilishi, namlik darajasi, tektonik buzilishlar, darzdorlik), seysmik to‘lqinlarning so‘nish xossasi, hudud relyefi (portlatish va kuzatuv nuqtalari orasidagi balandlik farqlari), portlatish usuli, zaryad shakli, zaryadning joylashish chuqurligi, portlovchi moddaning o‘rtacha sarfi, shpur va tiqin uzunligi, portlovchi modda turi va boshqa omillar.

Ammo konchilik sanoatida o‘tkazilgan tajribalar shuni ko‘rsatadiki, seysmik to‘lqin intensivligining o‘zgarishi portlatilgan tog‘ jinsining fizik-mexanik xususiyatlariga emas, balki asosan zaryad shakli, zaryad chuqurligi va geometrik

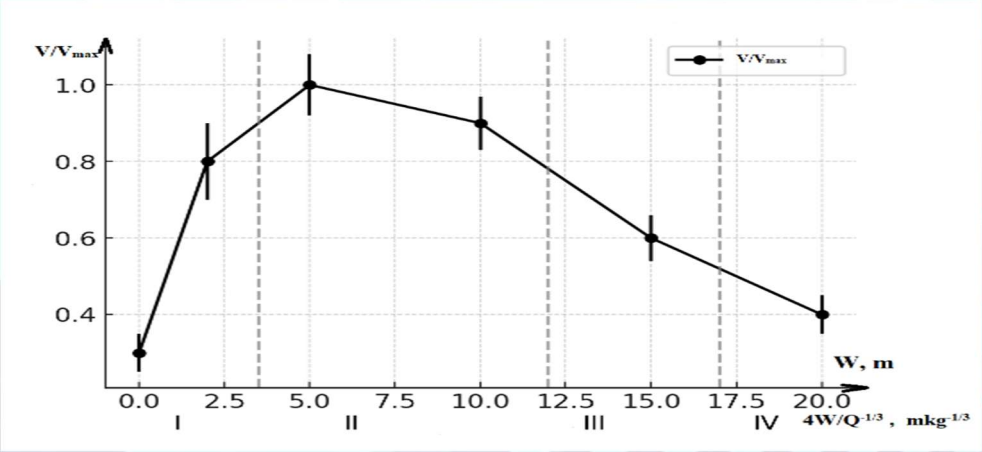
ISSN 3030-3907

sharoitlar bilan bog‘liqligi aniqlangan. Ushbu maqola seysmik to‘lqin tebranish tezligining portlash manbaasiga bog‘liqligini ilmiy tahlil qilishga bag‘ishlangan.

Adabiyotlar tahlili va metodlar: Karerlarni portlatganda yuzaga keladigan seysmik to‘lqinlarni A. Nikolaev va G. David seysmik to‘lqinlarning tarqalishi, portlash hodisalarining fizik modellari va seysmik monitoring tizimlarini rivojlantirish bo‘yicha tadqiqotlar olib borgan bo‘lsa, D. Steeples portlashlarning atrof-muhitga va yaqin hududdagi inshootlarga ta’sirini minimallashtirishga qaratilgan tadqiqotlar olib borgan.

Seysmik ta’sirni oldindan bashorat qilish kon loyihalash bosqichida juda muhimdir. Barcha omillarni hisobga olish deyarli imkonsiz bo‘lgani sababli, ehtimoliy yer tebranish tezliklarini taxminiy baholash uchun matematik va statistik usullardan foydalanish talab etiladi. Statistik tahlil asosida olingan formulalar loyihalashda va mavjud konlarda portlash xavfini baholashda foydali bo‘lishi mumkin. Masalan, portlatish natijasida yuzaga keladigan maksimal tebranish tezligi zaryad massasining kvadrati bilan proportsional bog‘liq bo‘lishi aniqlangan. Bu muhandislarga xavfsizlik choralarini ko‘rish va inshootlarga zarar yetkazilishining oldini olishga imkon beradi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, yer yuzasiga yaqin joylashgan portlashlar nisbatan katta amplitudali va qisqa davomiylikdagi tebranishlarni keltirib chiqaradi, chuqur joylashgan portlashlar esa uzoq masofaga tarqaluvchi past amplitudali to‘lqinlarni hosil qiladi. Bundan tashqari, seysmik monitoring tizimlari real vaqtda ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish imkonini beradi. Masalan, zamonaviy akselerometrlardan foydalangan holda tebranish tezligi, spektral tarkib va vaqt bo‘yicha o‘zgarishlar aniq o‘lchanib, portlatish ishlari xavfsizligi yanada oshirilishi mumkin. Ushbu yondashuvlar kon loyihalashda muhim ahamiyat kasb etadi.



1-rasm. Siljish tezligining zaryad chuqurligiga bog‘liqligi

I bosqichda chuqurlik kichik bo‘lganda, zaryad yer yuzasiga yaqin joylashtirilsa, siljish tezligi tez o‘sadi va maksimal qiymatga yetadi. Bu joyda

ISSN 3030-3907

zaryad ta’sirida tuproq yoki boshqa materiallar yuqoriga otiladi va katta chuqur hosil bo‘ladi.

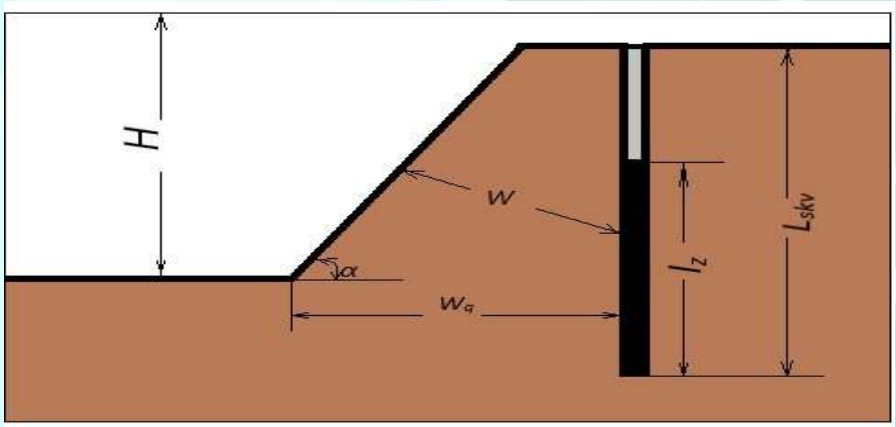
II bosqichda chuqurlik oshganda, ya’ni zaryad chuqurroq ko‘milganda, yuzadagi ta’sir kamayadi, ammo baribir yoriqlar paydo bo‘lishi mumkin.

III bosqichda chuqurlik yanada katta bo‘lganda, yuzaga ta’sir qilmaydi, shuning uchun siljish tezligi pasayadi.

IV bosqichda yuzada hech qanday buzilish ro‘y bermaydi va portlash ta’siri yer yuzasiga chiqmaydi. Bunda, agar zaryad yer yuzasiga juda yaqin bo‘lsa, katta zarba hosil bo‘ladi. Chuqurlik oshgani sari bu ta’sir kamayadi, yoriqlar paydo bo‘lishi mumkin. Yetarlicha chuqurda esa, zaryad energiyasi yuzaga chiqmaydi va hech qanday buzilish bo‘lmaydi.

Zaryad qanchalik chuqur joylashtirilsa, uning yuzadagi seysmik ta’siri ham shunchalik o‘zgaradi. Agar zaryad tuproq yoki qumli gruntga joylashtirilsa, eng katta siljish tezligi yuzaga yaqin joylashgan bo‘lib, Reley to‘lqinlari orqali uzatiladi. Chuqurlik ortgani sari dastlab tezlik tez o‘sadi, so‘ngra shu holatda qoladi va undan keyin sekin-asta pasayadi (1-rasm).

Natijada, portlashning yer yuzasiga ta’siri avval kuchayib, keyin kamayishi kuzatiladi. Ushbu grafik zaryadning ko‘milish chuqurligi (gorizontal o‘qda) va yuzaki to‘lqinlarning siljish tezligi (vertikal o‘qda) orasidagi bog‘liqlikni ko‘rsatmoqda.



2-rasm. Karyer pog’onaning ko‘ndalang kesimi.

H – pog‘ona balandligi; α – qiyalik burchagi; l_z – zaryad uzunligi; l_{skv} – skvajina uzunligi; W – zaryadning eng kichik qarshilik chizig’i; W_q – skvajina zaryadidan pog’ona qiyalik burchagigacha bo’lgan masofa.

Amaliy tajribalar shuni ko‘rsatadiki, agar qarshilik kuchi yengib o‘tilsa, tezlik eng kichik qarshilik chizig’iga to‘g‘ri proportsional o‘zgaradi:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{W_1}{W_2} \qquad (1)$$

ISSN 3030-3907

Ushbu ifodaga ko‘ra, tebranish tezligi zaryad massasining kvadrat ildiziga proportsional bo‘lsa, (2) tenglama kelib chiqadiki, maksimal ruxsat etilgan zaryad massasi (berilgan kritik tezlik chegarasida) eng kichik qarshilik chizig’ining kvadratiga proportsional bo‘ladi:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = (\frac{W_1}{W_2})^2 \qquad (2)$$

Shunday qilib, eng kichik qarshilik chizig’i qiymatini o‘zgartirish orqali seysmik ta’sirning intensivligiga sezilarli darajada ta’sir qilish mumkin. Boshqa sharoitlar bir xil bo‘lsa, eng kichik qarshilik chizig’i kamayishi bilan tezlik ham kamayadi.

Albatta, bu usuldan foydalanish portlatish natijalarining cheklovlari bilan bog‘liq. Juda kichik qarshilik chizig’i bo‘lsa, portlashlar samarasiz bo‘lishi va hatto zaryadning to‘liq portlamasligi ehtimoli mavjud. Juda katta qarshilik chizig’i. esa jinsning maydalanish sifatini sezilarli darajada yomonlashtiradi.

Bir xil chuqurlikdagi bir xil zaryadlarni portlatishda seysmik ta’sir nafaqat eng kichik qarshilik chizig’i va zaryad massasiga, balki ularning orasidagi masofaga ham bog‘liq. Yassi jins qatlamlarida yoki ochiq maydondagi portlashlarda bu bog‘liqlik quyidagi ifoda bilan tasvirlanadi:

$$v_x = \frac{40}{r^{1.2}} \sqrt{nQ_1[1 + \frac{(n-1)a}{6\sqrt[3]{Q_1}}]};\ \text{agar}\ a \le 6\sqrt[3]{Q_1}$$

$$v_x = \frac{40n\sqrt{Q_1}}{r^{1.2}};\ \text{agar}\ a > 6\sqrt[3]{Q_1}. \qquad (3)$$

bu yerda:

v_x - yo‘nalish bo‘yicha tezlik, sm/s; Q_1 - bitta zaryad massasi, kg; a - zaryadlar orasidagi masofa, m; n - zaryadlar soni.

Muhokama va natija: Ushbu tenglamalar shuni ko‘rsatadiki, agar zaryadlar orasidagi masofa ortib borsa, seysmik ta’sir pasayadi. Biroq, bu pasayish ma’lum chegaraga yetganda barqarorlashadi va $0 \le a \le 6\sqrt[3]{Q_1}$ shartiga mos keladi (3-rasm).



3-rasm. Tebranish tezligi va zaryadlar orasidagi masofa o’rtasidagi bog’liqlik

ISSN 3030-3907

- Qizil kesma $a = 6\sqrt[3]{Q_1}$ chegara qiymatini ko'rsatadi.

•Moviy chiziq tebranish tezligining qanday o'zgarishini ifodalaydi:

$a \leq 6\sqrt[3]{Q_1}$ bo'lsa, $v_x$eksponensial ravishda ortib boradi.

a. $a > 6\sqrt[3]{Q_1}$ bo'lsa, v_x barqaror qoladi.

Xulosa: Konchilik sanoatida portlash natijasida yuzaga keladigan seysmik to‘lqinlar yer tebranishiga ta’sir qiladi. Ushbu tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, seysmik to‘lqinlarning intensivligi portlovchi modda zaryadi miqdori va portlash manbaasining geometriyasi bilan chambarchas bog‘liq. Zaryad chuqurligi ortgani sari tebranish tezligi dastlab oshadi, so‘ngra pasayadi va ma’lum bir chegaradan keyin yer yuzasiga ta’siri kamayadi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, maksimal tebranish tezligi zaryad massasining kvadrat ildiziga proportsional bo‘lib, bu holat portlash natijasida yuzaga keladigan zararni kamaytirish yoki oldindan bashorat qilish imkonini beradi. Shuningdek, l.n.s. qiymatini optimallashtirish orqali seysmik ta’sirni nazorat qilish mumkin. Ammo haddan tashqari kichik yoki katta l.n.s. portlash samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Shu bois, portlatish jarayonida optimal parametrlarni tanlash va seysmik monitoring tizimlaridan foydalanish xavfsizlik choralarini kuchaytirish hamda atrof-muhitga ta’sirni minimallashtirishga yordam beradi. Kelajakda portlashlar natijasida hosil bo‘ladigan seysmik to‘lqinlarni yanada chuqurroq o‘rganish va yangi modellashtirish usullarini ishlab chiqish portlovchi moddalar samaradorligini oshirishga va konchilik sanoatida xavfsizlikni ta’minlashga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Я.И. Цейтлин, Н.И. Смолий. Сейсмические и ударные воздушные волны промышленных взрывов // Москва «Недра» 1981. 27-29 ст.

2. X.A. Nurkhonov, S.A. Mansurova, Sh.R. Urinov // Scientific analysis of the dependence of seismic waves on distance and time during the explosion process// Web of scientist: international scientific research journal // volume 6, Issue 2, February, 2025. 53-58 b.

3. Cheng, P., & Chen, G. (2010). Shock Wave Propagation in Gaseous Explosions. Journal of Fluid Mechanics, 180(5), 381-397.

4. Goodwin, M. (1998). Fundamentals of Blast Waves and Their Effects on Structures. Journal of Engineering Mechanics, 124(6), 614-620.

5. Kholodov, S., & Zhidkov, A. (2015). Dynamics of Shock Waves and Their Influence on Structural Materials. Shock and Vibration, 22(4), 25-35.

ISSN 3030-3907

6. Morse, P. M., & Feshbach, H. (1953). Methods of Theoretical Physics. McGraw-Hill.
7. U.S. Army Corps of Engineers (1986). Design of Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions. U.S. Government Printing Office.
8. Zhang, W., & Zhang, L. (2018). Numerical Simulation of Shock Wave Propagation in Explosions. International Journal of Impact Engineering, 119, 129-137.
9. Simpson, P. (2010). An Introduction to Blast Wave Mechanics. Applied Mechanics Reviews, 61(4), 45-50.
10. Braid, C., & Green, D. (2007). Shock Waves and Blast Effects on Concrete and Steel Structures. Structural Engineering Journal, 51(2), 70-82.
11. X.A.Nurxonov,. Mansurova S.A., Urinov SH.R., Nomdorov R.U., Karimov Yo.L., Boymurodov N.A. // Study of the influence of layering and fracturing of rocks on the stability of slopes. International Conference on "Research Integration on World of Semantics" (Canada) Volume , September 2023. 322-341 bet.

ISSN 3030-3907