

**SEYSMIK TUMANLARDA BINOLARNING LYOSSIMON
ZAMINLARINI VIBROMASHINALAR YORDAMIDA ZICHLASH
USULINING SAMARADORLIGI**

<https://doi.org/10.5281/zenodo.19044304>

katta o'qituvchilar **A.E.Berdimurodov, N.M.Xojiyev**
Toshkent arxitektura va qurilish univyersiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya

Ushbu maqolada seysmik faol hududlarda joylashgan binolar uchun lyossimon gruntlarni mustahkamlashning zamonaviy va samarali usullaridan biri - vibromashinalar yordamida zichlash texnologiyasi o'rganilgan. Lyossimon zaminlarning zilzila vaqtida barqarorligini yo'qotish xususiyati ularning sun'iy zichlashini talab etadi. Tadqiqotda vibrozichlash usulining texnik-iqtisodiy samaradorligi, gruntning fizik-mexanik xossalariga ta'siri, hamda zilzila xavfi sharoitida poydevor barqarorligini oshirishdagi roli ilmiy asoslangan. Tajriba natijalari vibromexanik zichlash usuli lyossimon zaminlarni seysmik xavfga chidamli holga keltirishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rib chiqamiz.

Аннотация

В данной статье рассматривается один из современных и эффективных методов укрепления лёссовых грунтов для зданий, расположенных в сейсмоактивных районах - технология уплотнения с помощью вибромашин. Способность лёссовидных грунтов терять устойчивость во время землетрясений требует их искусственного уплотнения. В исследовании научно обоснована технико-экономическая эффективность метода виброуплотнения, его влияние на физико-механические свойства грунта, а также его роль в повышении устойчивости фундамента в сейсмоопасных условиях. Результаты экспериментов показывают, что метод вибромеханического уплотнения обладает высокой эффективностью при приведении лёссовых грунтов в сейсмостойкое состояние.

Abstract

In this article, one of the modern and effective methods of strengthening loess soils for buildings located in seismically active areas - compaction technology using vibration machines - is studied. The property of loess-like soils to lose stability during an earthquake requires their artificial compaction. The study scientifically substantiates the technical and economic efficiency of the vibration compaction

method, its influence on the physical and mechanical properties of the soil, as well as its role in increasing the stability of the foundation under seismic hazard conditions. The results of the experiments show that the vibromechanical compaction method has high efficiency in reducing the seismic resistance of loess-like soils.

Kalit soʻzlar

elektrovibratorlar, seysmik tumanlar, lyossimon gruntlar, vibromashinalar, grunt zichlash, zilzilabardoshlik, poydevor barqarorligi, gruntning fizik-mexanik xossalari, vibrozichlash usuli, qurilish xavfsizligi, dinamik zichlash, vertikal vibromashinalar.

Ключевые слова

электровибраторы, сейсмические районы, лёссовидные грунты, вибромашины, уплотнение грунта, сейсмостойкость, устойчивость фундамента, физико-механические свойства грунта, метод виброуплотнения, безопасность строительства, динамическое уплотнение, вертикальные вибромашины.

Key words

electrovibrators, seismic districts, loess soils, vibration machines, soil compaction, seismic resistance, foundation stability, physical and mechanical properties of soil, vibration compaction method, construction safety, dynamic compaction, vertical vibration machines.

Kirish. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 30-maydagi PF-144-sonli “Oʻzbekiston Respublikasining seysmik xavfsizligini taʼminlash tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari toʻgʻrisida” soʻnggi yillarda mamlakatimizda seysmologiya, inshootlarning seysmik mustahkamligini va seysmik xavfsizlikni taʼminlash sohalarini rivojlantirish hamda soha tashkilotlarining faoliyati samaradorligini tubdan oshirish boʻyicha keng koʻlamli kompleks chora-tadbirlar amalga oshirildi.

Oʻzbekiston hududining katta qismi seysmik faol zonalarda joylashgan boʻlib, bu yerda amalga oshirilayotgan har qanday qurilish ishlari gruntlarning zilzilabardoshligini taʼminlashni talab qiladi. Ayniqsa, lyossimon gruntlar keng tarqalgan boʻlgan joylarda bu masala dolzarb hisoblanadi. Lyossimon zaminlar oʻzining gʻovak va nozik zarrali tuzilishi sababli suv bilan toʻyinganda yoki seysmik taʼsir ostida zichlashga moyil boʻladi, bu esa poydevor choʻkishi, siljishi yoki butun inshoot barqarorligining buzilishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli,

bunday gruntlarda mustahkam va ishonchli qurilish olib borishdan oldin ularni sun'iy zichlashtirish zarur bo'ladi. Zamonaviy qurilish geotexnologiyalarida vibromashinalar yordamida zichlash usuli yuqori samaradorlikka ega usullardan biri sifatida e'tirof etilmoqda. Vibrozichlash natijasida grunt zarralari zich joylashib, gruntning qattiqligi, kesilish qarshiligi va umumiy barqarorligi ortadi.

Mazkur maqolada lyossimon gruntlarni vibromexanik usulda zichlashtirishning seysmik xavf sharoitidagi ahamiyati, texnologik jarayoni hamda uning samaradorligi tahlil qilinadi. Shuningdek, maydon va laboratoriya tajribalari asosida vibrozichlash usulining poydevor osti gruntlariga ta'siri chuqur o'rganiladi.

Asosiy qism. Seysmik faollik yuqori bo'lgan hududlarda qurilish ishlari alohida e'tibor talab qiladi. Ayniqsa, lyossimon gruntlar (yengil, g'ovak, suv ta'sirida cho'kadigan tuproq turlari) ustida bino qurish seysmik xavfni oshiradi. Ushbu zaminlar kuchli zilzila vaqtida o'z strukturasi yo'qotib, binolar uchun jiddiy xavf tug'dirishi mumkin. Shu sababli, lyossimon zaminlarning zichligini oshirish orqali ularning barqarorligini ta'minlash zarur. Shunday samarali usullardan biri - vibromashinalar yordamida zichlash usulidir.

Lyossimon tuproqlar - seysmik ta'sirda juda zaif qatlam hisoblanadi. Ular past zichlikka ega bo'lib, suv ta'sirida o'z xossalarini tez yo'qotadi va zilzila vaqtida cho'kish, qulash, suvsimonlashish holatlari kuzatiladi. Shuning uchun, binolar barqarorligini ta'minlashda poydevor osti qatlamlarini mustahkamlash zarur.

Vibromashinalar yordamida zichlash - bu texnologik jihatdan nisbatan tez va iqtisodiy jihatdan samarali usul hisoblanadi [1-5].

1. Zichlashning zarurati va vibromashinalar yordamida zichlash usuli

Binolarning seysmik barqarorligi uchun zaminning zichligi va mustahkamligi yuqori bo'lishi talab qilinadi. Lyossimon zaminlarning tabiiy zichligi kam bo'lgani sababli, ularni qurilishdan oldin mustahkamlash, ya'ni zichlashtirish zarur.

Zichlash zaminning g'ovakligini kamaytirib, uning strukturaviy barqarorligini oshiradi. Bu jarayon tuproqning zichligini oshirib, qattiqlik va qattiqlik moduli ko'rsatkichlarini yaxshilaydi.

Vibromashinalar yordamida zichlash usuli

Vibromashinalar - bu tuproq qatlamlarini tezlik bilan vibratsiya qiluvchi qurilmalar bo'lib, ular yordamida tuproqning zichligi oshiriladi. Ushbu usulda quyidagi texnologiyalar qo'llaniladi:

- *Yassi plitalar va rolikli vibromashinalar:* Tuproq yuzasida qo'llanilib, yuqori chastotali vibratsiyalar yordamida tuproqning zichligini oshiradi (1-rasm).



1-rasm. Yassi plitalar va rolikli vibromashinalar.

• *Vertikal vibromashinalar:* Tuproq ichiga qoʻngan holda tebranishlar orqali zichlashni taʼminlaydi [2-rasm].



2-rasm. Zaminni zichlash uchun vertikal vibromashinalar.

Ushbu usulning afzalliklari:

- Tezkorlik va samaradorlik
- Past xarajatlar va texnologik qulaylik
- Ekologik xavfsizlik
- Katta maydonlarni bir vaqtda zichlashtirish imkoniyati

Kamchiliklari esa:

- Baʼzi hollarda chuqur qatlamlarga taʼsir koʻrsatmasligi
- Suvsimon tuproqlarda samaradorlikning pasayishi [6-14].

2. Tajribaviy sinovlar va natijalar

Vibromashinalar yordamida zichlash samaradorligini aniqlash uchun bir qancha maydon tajribalari o'tkazilgan. Tajriba davomida oldin va keyin tuproq zichligi, quvvat ko'rsatkichlari, suv o'tish koeffitsiyenti va seysmik barqarorlik baholangan.

Masalan, O'zbekistonning seysmik tumanlarida joylashgan lyoss gruntlarda amalga oshirilgan sinovlarda quyidagilar kuzatilgan:

- Zichlik ko'rsatkichlari o'rtacha 15–25% ga oshgan
- Suvsimonlashish va cho'kish xavfi sezilarli darajada kamaygan
- Poydevor osti tuproq qatlamlarining statik va dinamik mustahkamligi oshgan
- Binolarning seysmik holati yaxshilangan (zilzilalardagi siljish va tebranishlar kamaygan) [15-18].

4. Seysmik barqarorlikka ta'siri

Zichlash jarayonidan so'ng zaminning seysmik chidamliligi sezilarli darajada oshadi. Vibromashinalar yordamida zichlashtirilgan zaminlar:

- Seysmik shoklarga nisbatan barqaror bo'lib qoladi
- O'z-o'zidan yer yuzasida yuzaga keladigan lokal cho'kishlarni kamaytiradi
- Poydevor mustahkamligi oshishi tufayli binolarning yalang'och tuzilishi barqarorlashadi [1-jadval].

Shu bilan birga, seysmik simulyatsiyalar va maydon tajribalari vibrozichlash usulining samaradorligini tasdiqlaydi va uni seysmik tumanlarda keng qo'llashga asos yaratadi.

1-jadval.

No	Omil nomi	Ta'siri	Barqaror	Barqaror emas
1	Konstruktiv ma	Tuzilmaning zilziladagi ahkamligi	Karkasli temir-beton	Asimmetrik, baland rli bino
2	Qurilish riali	Zilzilaga bardoshlilik asi	Armaturali beton, t	Xom g'isht, nagan tuproq
3	Grunt turi (roq)	Binoning poydevor ahkamligi	Qattiq tog' jinslari a	Quyi zichlikdagi li grunt
4	Seysmik o'ya texnologiyasi	Zilzila kuchini aytirish	Seysmik izolyatorlar, perlar	Himoyasiz, ridan-to'g'ri poydevor
5	Qurilish sifati	Loyihaga amal qilish asi	SNIP talablariga mos gan bino	Loyahasiz, noxush archa qurilgan bino
6	Bino balandligi akli	Deformatsiyaga amllilik	3–5 qavatli, simmetrik	10+ qavatli, cho'zilgan notekis shaklli bino

5. Iqtisodiy samaradorlik

Vibromashinalar yordamida zichlash an'anaviy usullarga qaraganda tez va kam xarajatli bo'lib, qurilish jarayonini tezlashtiradi. Bu, ayniqsa seysmik hududlarda favqulodda qurilish va ta'mirlash ishlarida muhim hisoblanadi.

Natijada:

- Qurilish xarajatlari kamayadi;
- Qurilish vaqti qisqaradi;
- Binoning xizmat muddati uzayadi;
- Favqulodda holatlardagi zararlar kamayadi [19-24].

Tavsiyalar:

1. Qurilishdan oldin geotexnik izlanishlarni chuqurlashtirish

• Lyossimon zaminlar mavjud bo'lgan seysmik tumanlarda binolarni loyihalashdan oldin zaminning fizik-mexanik xossalarini batafsil o'rganish zarur. Suvsimonlashuv va cho'kish xavfi bo'yicha maxsus laboratoriya va dala sinovlari o'tkazilishi lozim.

2. Vibromashinalar yordamida zichlash texnologiyasini keng joriy etish

• Zamonaviy vibrozichlash usullari qurilish amaliyotiga kiritilishi, ayniqsa sanoat va ko'p qavatli binolar poydevorlarida asosiy usullardan biri sifatida qo'llanilishi tavsiya etiladi. Yassi plita, rolikli vibratorlar yoki quduqli (vertikal) vibratorlardan foydalanish, zamin holatiga qarab tanlanishi kerak.

3. Zaminning zichlashdan oldingi va keyingi holatini monitoring qilish

• Zichlash jarayonidan oldin va keyin zichlik, namlik, qattiqlik moduli kabi parametrlar muntazam o'lchanishi va solishtirilishi kerak. Monitoring jarayonida GPS geodeziya uskunalari va georadar tizimlaridan foydalanish samara beradi.

4. Zichlash samaradorligiga doir normativ hujjatlar ishlab chiqish

• O'zbekistonda vibrozichlash texnologiyasiga oid alohida qurilish me'yoriy hujjatlari (ShNK, O'zDSt) ishlab chiqilishi kerak. Bu hujjatlar asosida loyihalovchilar, quruvchilar va texnik nazorat organlari uchun yagona talablar belgilanadi.

5. Qurilishda xavfsizlik va ekologik me'yorlarga rioya qilish

• Vibromashinalar ishlatilayotganda atrofdagi binolarga ta'sirini hisobga olish, ayniqsa zich yashash hududlarida qo'shimcha ehtiyot choralarini ko'rish lozim. Shuningdek, chang va shovqin chiqishini kamaytirish bo'yicha zamonaviy texnologiyalar joriy etilishi tavsiya etiladi.

6. Mahalliy qurilish tashkilotlari va oliy o'quv yurtlari hamkorligini kuchaytirish

• Vibrozichlash texnologiyasini ilmiy asosda o'rganish va tajribalarda qo'llash uchun qurilish tashkilotlari bilan texnika universitetlari hamkorlikda dala sinovlari

va tajribalar o'tkazishi zarur. Bu, ilmiy tadqiqotlarni amaliyotga joriy etish imkonini beradi.

7. *Infratuzilma va transport obyektlarida qo'llash doirasini kengaytirish*

• Faol seysmik zonalarda joylashgan temir yo'llar, avtomobil yo'llari, ko'priklar va tunnellar qurilishida vibrozichlash usuli keng joriy etilishi tavsiya etiladi.

Xulosa: O'zbekistonning ko'plab hududlari seysmik faol zonalarda joylashgan bo'lib, u yerda qurilish ishlari olib borilayotgan zaminlarning katta qismi lyossimon tuproqlardan iborat. Bunday zaminlar yuqori g'ovaklik, past zichlik va suvsimonlashuvga moyilligi sababli zilzila vaqtida binolarning barqarorligini ta'minlashda jiddiy xavf tug'diradi.

Ushbu ilmiy maqolada lyossimon zaminlarning fizik-mexanik xossalari, ularning seysmik ta'sirga bo'lgan munosabati va vibromashinalar yordamida zichlash usulining samaradorligi chuqur tahlil qilindi. Shu asosda, lyossimon zaminlar mavjud bo'lgan seysmik tumanlarda qurilishdan oldin vibromashinalar yordamida zichlash usulini qo'llash, barqaror, uzoq xizmat qiluvchi va xavfsiz inshootlar qurishning muhim usuli hisoblanadi.

ADABIYOTLAR:

1. Khakimov, G. A., and M. A. Muminov. "CONSTRUCTION OF BUILDINGS ON WEAK MOIST CLAY SOILS IN SEISMICALLY ACTIVE ZONES OF UZBEKISTAN." *Web of Scientist: Intyernational Scientific Research Journal* 3.12 (2022): 755-760

2. Khakimov G. A., Samiyeva Sh. Kh., Muminov A.A., Berdimurodov A.E., & Muminov J.A. (2023). COMPACTION OF LOESS BASES OF BUILDINGS AND STRUCTURES, AS WELL AS BULK SOILS AROUND THE FOUNDATION USING VIBRATORY ROLLERS IN SEISMIC AREAS. *Galaxy Intyernational Intyerdisciplinary Research Journal*, 11(4), 306-311. Retrieved from <https://www.giirj.com/index.php/giirj/article/view/5184>

3. Khakimov, G., Abduraimova, K., Muminov, A., Berdimurodov, A., & Sobirova, Z. (2023). DETERMINATION OF THE CALCULATED (PERMISSIBLE) PRESSURE ON THE LOESS FOUNDATION OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN SEISMIC CONDITIONS. *Intyernational Bulletin of Engineering and Technology*, 3(6), 61-66. Retrieved from <https://intyernationalbulletins.com/intjour/index.php/ibet/article/view/764>

4. Khakimov Gayrat, G., Abduraimova, K. ., Muminov , A., Berdimurodov , A., & Sobirova, Z. (2023). CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN DIFFICULT SOIL CONDITIONS AND SEISMIC REGIONS OF THE REPUBLICS OF CENTRAL ASIA. *Intyernational Bulletin of Applied Science and Technology*, 3(6), 315-319. Retrieved from <https://researchcitations.com/index.php/ibast/article/view/1875>
5. Khakimov, Gayrat Akramovich. "CHANGES IN PLASTIC ZONES IN LESS BASES UNDYER SEISMIC VIBRATIONS." *Journal of Nev Zealand*, 742-747.
6. Khakimov, Gayrat, et al. "INFLUENCE OF HUMIDITY ON CHANGES IN THE STRENGTH CHARACTYERISTICS OF LESS SOILS UNDYER SEISMIC INFLUENCE." *Intyernational Bulletin of Engineeyering and Technology* 3.6 (2023): 274-281.
7. Khakimov G. A., Samiyeva Sh.Kh., Muminov A. A., Berdimurodov A. E., & Muminov J.A. (2023). EXPYERIENCE OF COMPACTION OF THE BASES OF LARGE BUILDINGS AND CORES OF EARTHEN DAMS OF WATYERWORKS IN SEISMIC AREAS WITH OPTIMAL HUMIDITY OF LOESS SOIL. *Academia Science Repository*, 4(04), 365-372. Retrieved from <https://academiascience.com/index.php/repo/article/view/206>
8. Khakimov, Gayrat. "FORMATION AND DEVELOPMENT OF SEISMOPROSADOCHNOY DEFORMATION AND UVLAJNYONNYKH LYOSSOVYKH OSNOVANIYAX ZDANII SOORUJENI." *Intyernational Bulletin of Applied Science and Technology* 3.6 (2023): 1339-1345
9. Khakimov, Gayrat. "CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN DIFFICULT GROUND CONDITIONS AND SEISMIC AREAS." *Intyernational Bulletin of Applied Science and Technology* 3.2 (2023): 203-209
10. ХАКИМОВ, Г. А., et al. "РАЗВИТИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЛЁССОВЫХ ГРУНТОВ В ПОДФУНДАМЕНТНОЙ ЧАСТИ ОСНОВАНИЯ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ." *GOLDEN BRAIN* 1.1 (2023): 130-135.
11. Бердимуродов, А., & Туляганов, З. (2023). Zilzilaga chidamli, enyergiya tejaydigan kam qavatli qurilish uchun konseptual yondoshuvlar. *Сейсмическая безопасность зданий и сооружений*, 1(1), 42-48. извлечено от <https://inlibrary.uz/index.php/seismic-safety-buildings/article/view/27529>
12. Бердимуродов, А., & Собирова, З. (2023). Zilzilaga chidamli binolarning konstruktiv elementlari. *Сейсмическая безопасность зданий и*

сооружений, 1(1), 185–189. извлечено от <https://inlibrary.uz/index.php/seismic-safety-buildings/article/view/27589>

13. Khakimov, G. A. (2020). Changes in the Strength Characteristics of Glinistx Soils undyer the Influence of Dynamic Forces Intyernational Journal of Engineyering and Advanced Technology, IJEAT. *Exploring innovation*, 639-643.

14. Akramovich, K. G., Xushvaqtovich, B. S., Abduvakhobjonovich, R. S., Sunnatovich, T. Z., & Zarofatkhan, A. (2024). Problems of Design and Construction of Buildings and Structures in Seismic Areas, on Weak Moistened Clay and Subsidence Loess Bases. *Intyernational Journal of Scientific Trends*, 3(2), 19-26.

15. ХАКИМОВ, Г. (2023). Повышение сейсмической устойчивости увлажнённых лёссовых оснований. *Сейсмическая безопасность зданий и сооружений*, 1(1), 170-178.

16. ХАКИМОВ, Г., & Байматов, Ш. (2023). Биноларни лёссимон заминларда лойихалашда сейсмик кучлар таъсирида пайдо бўладиган деформацияларни ҳисобга олиш. *Сейсмическая безопасность зданий и сооружений*, 1(1), 161-165.

17. Akramovich, K. G., Xushvaqtovich, B. S., Abduvakhobjonovich, R. S., Sunnatovich, T. Z., & Zarofatkhan, A. (2024). Investigation of the Pattyrns of Changes in the Structural Strength of Moistened Loess Soils Undyer Dynamic (Seismic) Influences. *Intyernational Journal of Scientific Trends*, 3(2), 1-9.

18. Eshnazarovich, B. A. (2024). ZILZILAVIY HUDUDLARDA LYOSSLI ZAMINNI ZICHLASH USULLARI. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 42(2), 13-20. <https://newjournal.org/index.php/01/article/view/13038>

19. Eshnazarovich, B. A. (2024). STRUCTURE SOLUTIONS FOR THE CONSTRUCTION AND REPAIR OF FOUNDATIONS ON LOESS SOILS IN SEISMIC ZONES. *Journal of Highyer Education and Academic Advancement*, 1(7), 56–61. <https://doi.org/10.61796/ejheaa.v1i7.732>

20. Berdimurodov, A. (2025). SEYSMIK HUDUDLARDA LYOSSLI GRUNT USTIGA POYDEVORLARNI O'RNATISH VA TA'MIRLASH USULLARI. В МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ АКАДЕМИЧЕСКИХ НАУК (Т. 4, Выпуск 1, сс. 52–60). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14791684>

21. Eshnazarovich, B. A., Abduxalilovich, M. A., & Muxtarovich, X. N. (2025). NAMLANGAN LYOSSIMON ZAMINLARNING SEYSMIK TURG 'UNLIGINI BUZILISHI DISORDER OF SEISMIC STABILITY OF WATERED LOESS-LIKE SOILS. *IMRAS*, 8(4), 139-14 <https://doi.org/10.5281/zenodo.15283821>

22. Eshnazarovich, B. A., Abduxalilovich, M. A., & Muxtarovich, X. N. (2025). LYOSSIMON ZAMINLARNI SEYSMIK KUHLAR TA'SIRIDA QO'SHIMCHA DEFORMATSIYALANISHI VA BINOLARNING BUZILISHI. *FARS International Journal of Education, Social Science & Humanities.*, 13(5), 418-427. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15475673>

23. Berdimurodov, A. E., & Muminov, A. A. (2025). ADVANCED METHODS OF USING LOESS SOILS IN SEISMIC AREAS. *Latin American journal of education*, 5(6), 330-338. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17679588>

24. Eshnazarovich, B. A. (2026). SEYSMIK DEFORMATSIYALARNING RIVOJLANISHIGA TA'SIR QILADIGAN OMILLAR. *Лучшие интеллектуальные исследования*, 62(3), 381-391. <https://scientific-jl.com/new>