

**ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ, ҚУРИШ ВА
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ ВА ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ
ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.Т.09.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

РАСУЛОВ РУСТАМ ХАЯТОВИЧ

**НАМЛАНГАН ЛЁССЛАРНИНГ ЗИЛЗИЛА ТАЪСИРИДА
ЎТА ЧЎКИШ ДЕФОРМАЦИЯСИ ВА ЗАМИН ТУРГУНЛИГИНИ
БАҲОЛАШ**

**05.09.02 – Асослар, пойдеворлар ва ер ости иншоотлари. Кўприклар ва транспорт
тоннеллари. Йўллар, метрополитенлар**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент -- 2018

Фан доктори(DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора наук(DSc)
Content of the abstract of dissertation doctor of science (DSc)

Расулов Рустам Хаятович

Намланган лессларнинг зилзила таъсирида ўта чўкиш деформацияси
 ва замин турғунлигини баҳолаш..... 3

Расулов Рустам Хаятович

Сейсмопросадочная деформация увлажненных лессов и оценка
 устойчивости оснований..... 23

Rasulov Rustam Khayatovich

The seismic subsidence deformation of the humidified loess and an estimation
 of stability of the bases..... 43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
 List of published works..... 47

**ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛЬ ЙЎЛЛАРИНИ ЛОЙИХАЛАШ, ҚУРИШ ВА
ЭКСПЛУАТАЦИЯСИ ИНСТИТУТИ ВА ТОШКЕНТ ШАҲРИДАГИ
ТУРИН ПОЛИТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.27.06.2017.Т.09.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

РАСУЛОВ РУСТАМ ХАЯТОВИЧ

**НАМЛАНГАН ЛЁССЛАРНИНГ ЗИЛЗИЛА ТАЪСИРИДА
ЎТА ЧЎКИШ ДЕФОРМАЦИЯСИ ВА ЗАМИН ТУРГУНЛИГИНИ
БАҲОЛАШ**

**05.09.02 – Асослар, пойдеворлар ва ер ости иншоотлари. Кўприклар ва транспорт
тоннеллари. Йўллар, метрополитенлар**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Техника фанлари бўйича фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2018.4.DSc/T131 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент архитектура-қурилиш институтида бажарилган

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)). Илмий кенгаш веб – саҳифасида www.taui.uz ҳамда «ZiyoNet» ахборот – таълим портали www.ziynet.uz манзилларига жойлаштирилган

Илмий маслаҳатчи:

Маджидов Ином Уришевич

техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Абдуллабеков Қаҳҳорбой Насирбекович

физика-математика фанлари доктори,
профессор, академик

Хасанов Аскар Забиевич

техника фанлари доктори, профессор

Марданов Ботир Марданович

физика-математика фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

**Механика ва иншоотлар сейсмик
мустаҳкамлиги институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент автомобиль йўлларини лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатацияси институти ва Тошкент шаҳридаги Турин политехника университети ҳузуридаги DSc.27.06.2017.T.09.01 рақамли илмий кенгашнинг 2018 йил «___» _____ соат ___ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100060, Тошкент ш., А.Темур шоҳ кўчаси, 20 уй. Тел./факс: (99871) 232-14-79, e-mail: tadi_info@edu.uz).

Диссертация билан Тошкент автомобиль йўлларини лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатацияси институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақам билан рўйхатга олинган). Манзил: 100060, Тошкент ш., А.Темур шоҳ кўчаси, 20 уй. Тел.: (99871) 232-14-79.

Диссертация автореферати 2018 йил «___» _____ куни тарқатилди.
(2018 йил «___» _____ даги ___ рақамли реестр баённомаси).

А. А. Рискулов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси, т.ф.д., доцент

Х.М.Мамарахимов

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш илмий котиби, т.ф.н.

А. А. Ишанходжаев

Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш қошидаги илмий семинар
раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда замонавий осмонўпар бинолар ва мураккаб иншоотларни қуриш, уларнинг мустаҳкамлиги, турғунлиги ва узоқ муддатга чидамлилигини оширишда ҳисобий усулларни такомиллаштириш ҳамда илғор технологиялар ва замонавий техника воситаларини қўллаш етакчи ўринни эгалламоқда. Ривожланган давлатлар, жумладан АҚШ, Япония, Корея, Россия, Хитой ва Ўзбекистонда «Турар жой, гидротехника, йўл, суғориш ва бошқа иншоотларнинг умрбоқийлигини ва сейсмик мустаҳкамлигини таъминлаш замонавий технологиялар ва техника воситаларини қўллаш каби истиқболли йўналишлар орқали амалга оширилмоқда»¹. Шу жиҳатдан намланган лёссларнинг зилзила таъсирида ўта чўкиш деформацияси ва замин турғунлигини тўғри баҳолашга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда иншоот заминидаги грунтларнинг статик ва динамик таъсирлар остидаги мустаҳкамлик ва деформация хусусиятларини инобатга олувчи ҳисоб назарияси ва тажриба усулларини такомиллаштиришга кенг эътибор қаратилмоқда. Шу билан бирга иншоот заминидаги грунтларнинг сейсмик мустаҳкамлиги ва турғунлигини ошириш, динамик куч таъсирда грунтларнинг деформацияланиш хусусиятларини баҳолашнинг самарали усулларини ишлаб чиқиш мазкур соҳани ривожлантиришнинг муҳим масалаларидан бўлиб қолмоқда.

Республикамизда қурилиш саноатини ривожлантириш, қурилаётган объектларнинг сейсмик таъсирга нисбатан мустаҳкамлиги ва турғунлигини таъминлаш тизимларини такомиллаштириш ва барпо этиш чора-тадбирлари амалга оширишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «... аҳолининг коммунал-маиший хизматлар билан узлуксиз таъминланиш даражасини ошириш,... сейсмик бардошлийлик, тежамкор ва самарали замонавий технологияларни босқичма-босқич жорий этиш... аҳолининг турар жой бино ҳамда иншоотларига талаб ва эҳтиёжини таъминлашни тубдан яхшилаш»² вазифалари алоҳида таъкидлаб ўтилган. Мазкур вазифаларни бажаришга шу жумладан иншоот заминидаги лёсс грунтларнинг сейсмик таъсир жараёнида юк кўтариш қобилияти ўзгариши ва уларнинг ўта чўкиш хусусиятини ҳисобга олиш орқали ушбу тармоқларни лойиҳалаш усулларини ривожлантириш муҳим вазифалардан ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони, 2017 йил 2 июндаги ПҚ-340-сон “Ўзбекистон Республикаси уй-жой коммунал хизмат кўрсатиш

¹ Proceedings of the 13th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. – New Delhi, 1994;

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ 49-47-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисидаги Фармони

вазирлиги, кўп хонадонли уй-жой фондидан фойдаланишни назорат қилиш инспекцияси ҳамда “Коммунхизмат” Агентлиги тўғрисидаги низомларни тасдиқлаш ҳақида”ги, 2017 йил 9 августдаги ПҚ-3190-сон “Ўзбекистон Республикаси ҳудуди ҳамда аҳолининг сейсмик хавфсизлиги, қурилиш зилзилабардошлиги ва сейсмология соҳасида илмий тадқиқотлар ўтказишни такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисидаги” Қарорлари ва Вазирлар Маҳкамасининг 2001 йил 24 августдаги 242-сон «Ўзбекистон Республикаси Фавқулотда вазиятларда уларнинг олдини олиш ва ҳаракат қилиш давлат тизимини янада такомиллаштириш тўғрисида»ги қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг IV. «Математика, механика, иншоотлар сейсмодинамикаси ва информатика» ва XIV. «Сейсмология, бинолар ва иншоотлар сейсмик хавфсизлиги ва қурилиш» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи³. Бинолар замини ва грунтли иншоотлар таркибидаги грунтларнинг динамик мустаҳкамлиги ва турғунлигини таъминлаш усуллари ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Californiya University (АҚШ), Los Alamos National Laboratory (АҚШ), Institute of Seismology China (Хитой), Science University of Tokio (Япония), Ibaraki University (Япония), Москва давлат автомобиль-йўллари институти, Санкт-Петербург политехника университети, Б.Е.Веденеев номидаги Бутун иттифоқ Гидротехника илмий-текширув институти (Россия), Евразия давлат университети, Алмата давлат муҳандислик-қурилиш университети, Механика ва иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги институти, Сейсмология институти, Тошкент архитектура-қурилиш институти, Ташкент автомобиль йўллари лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатация институти, Самарканд давлат архитектура-қурилиш институти (Ўзбекистон) томонидан кенг қамровли илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда.

³ Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи: Seed H.B., Harder L.F. SPT-based analysis of cyclic pore pressure generation and undrained residual strength. // Proceedings of the B. Seed memorial Symposium. 1990, Vol.2, P. 351-376; Kokusho T., Tanaka Y. Dynamic properties of gravel layers investigated by in situ freezing sampling. // Proceedings of the ASCE Specialty Conference on Ground Failures under Seismic Conditions. – Atlanta, 1994. pp.121-140; Nigbor R.L., Imai Y. The suspension P-S velocity logging method. Geophysical Characterization of Sites. A special volume by TC10 for XIII ICSMFE. – New Delhi, pp.57-61; Gergianou Y.N., Hight D.W., Burland J.B. Behaviour of clayey sands under undrained cyclic triaxial loading. // J. Geotechnique. 1991, 41. pp. 383-393; BBC (22.05. 2008); <http://www.youtube.com/watch=H9kB4sdvZTo&feature=related>; ИА REGNUM 27.10.15; NEWSru.com 27.10.15; DP.ru 27.10.15; Arshad Sharif (@arsched) 26. 10. 2015; www.bbc.com/news-41981499 PtvktnhzetybtD Bhfyт. вабошқа манбалар асосида ишлаб чиқилган

Сувга тўйинган қумли грунтларнинг динамик турғунлиги муаммолари, сейсмик таъсирда грунтларда юз берувчи деформациялар, тебраниш жараёнида грунт тузилмасининг бузилиши, грунтлар устида динамик тадқиқотлар ўтказишга оид тажриба ускуналар яратиш бўйича жаҳонда олиб борилаётган илмий тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан қуйидаги илмий натижалар олинган: динамик таъсир жараёнида қумли грунтлар тузилмасининг бузилишини баҳолаш усуллари ишлаб чиқилган (California University, АҚШ); сувга тўйинган қумларнинг зичланиш деформациясини тадқиқотлаш асосида иншоот чўкишини баҳолаш мезонлари ишлаб чиқилган (Los Alamos National Laboratory АҚШ), кучли зилзилалар таъсирида қумли грунтлар деформациясини аниқлаш усуллари ишлаб чиқилган (Science University of Tokio, Япония); зилзила таъсирида бўш грунтларнинг зичланиш хусусиятларини баҳолаш мезонлари ишлаб чиқилган (Institute of Seismology China, Хитой); қумли грунтларнинг динамик турғунлигини баҳолашга оид сизиш назарияси яратилган (Москва автомобиль-йўллари университети, Санкт-Петербург политехника университети, Россия Федерацияси), динамик синовлар ўтказишга оид намланган лёссларнинг зилзила таъсирида ўта чўкиш деформацияси ва замин турғунлигини баҳолаш учун янги замонавий асбоб-ускуналар яратилган (Ibaraki University, Япония).

Жаҳонда иншоот замини вазифасини ўтовчи бўш грунтларнинг сейсмик мустаҳкамлиги, умрбоқийлиги ва узлуксиз ишлашини таъминлайдиган усуллар ва технологияларни ишлаб чиқиш бўйича устувор йўналишларда илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда жумладан: грунтларнинг динамик хоссалари ва ташқи кучларнинг ўзаро таъсирини динамик кучларини ҳисобга олган ҳолда такомиллаштириш; сейсмик тўлқинлар тарқалиш жараёнида грунтларнинг зўриқиш-деформация ҳолатини назарий усуллар ёрдамида ҳисоблаш, сейсмик таъсир асосида замин мустаҳкамлигини баҳолашда грунтнинг динамик турғунлиги чегараси ва лёссларнинг ўта чўкишни аниқлаш ҳамда заминнинг юк кўтариш қобилиятини ҳисоблаш усуллари ишлаб чиқиш; грунтнинг турли намланиш ҳолатида “иншоот-грунт” тизимидаги ўзаро таъсир кучини аниқлаш; грунт мустаҳкамлигини оширишда сейсмик таъсирни камайтириш усуллари ишлаб чиқиш; бўш грунтларни сейсмик таъсирда зичланиш ҳолатини аниқлаш ишларига катта аҳамият қаратилмоқда.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Сочилувчан ва боғланишли грунтларнинг динамик хоссаларини ўрганиш, зилзила таъсирида мустаҳкамлик ва деформация кўрсаткичларини ўзгаришини, шунингдек уларни грунтли иншоотлар таркибида ишлаш ҳолатини асослаш бўйича хорижда Seed H.B., Harder L.F., Vaid Y.R., Thomas J., Kokusho T., Tanaka Y., Shannon W.L., Diletrich R.J., Rayatama L., Fukui F., Burland J.B., Абелев М.Ю., Герсеванов Н.М., Маслов Н.Н., Флорин В.А., Гольдштейн М.Н., Денисов Д.Я., Крутов В.И., Иванов П.Л., Мусаэлян А.А., Мавлянов Г.А., Зехниев Ф.Ф., Ахмедов Д.Д., Рузиев А.Р., Григорян А.А., Осипов В.И.,

Абрамова Т.Т., Вознесенский Е.А., Эйслер Л.А., Шкицкий Ю.П. ва бошқалар шуғулланишган.

Республикамизда сочилувчан грунтларда иншоот заминлари ва ушбу грунтлардан муҳандислик иншоотлари барпо этиш муаммоларини назарий ва амалий усуллар ёрдамида тадқиқ қилиш, бўш грунтларнинг сейсмик мустаҳкамлиги, шунингдек, турли иншоотларнинг грунтли муҳит билан алоқадорлиги муаммоларининг кўплаб муҳим амалий масалаларини ҳал этиш бўйича Рашидов Т.Р., Абдуллабеков Қ.Н., Хожметов Г.Х., Расулов Х.З., Хасанов А.З., Садыков А.Х., Шерматов М.Ш., Джураев А., Султанов К.С., Мажидов И.У., Туйчиева М.А., Марданов Б.М., Каюмов А., Частоедов Ю.Н. ва бошқалар томонидан илмий - тадқиқот ишлари олиб борилган.

Лекин кўрсатилган тадқиқотларда зилзила таъсирида боғланишли грунтлар мустаҳкамлиги ва мазкур грунтларда барпо этилувчи иншоот заминининг турғунлиги ва деформацияси масалалари етарли даражада ўрганилмаган. Шундан келиб чиққан ҳолда мазкур иш зилзила жараёнида грунт қаърида вужудга келувчи қолдиқ деформацияни ҳисобга олиш, заминнинг юк кўтариш қобилиятини ҳисоблаш ва ушбу жараёнда пойдевор чуқурлигини белгилаш каби муаммоларнинг илмий – техник ечимларини ишлаб чиқиш етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент архитектура-қурилиш институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг №23 “Намланган лёсс грунтларда сейсмик турғун заминлар ва пойдеворларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш усулларини ривожлантириш” (2008-2016), №16.3 “Бинолар, иншоотлар ва пойдеворларнинг зилзилабардош конструктив тизимларининг янги ҳисоблаш моделларини ишлаб чиқиш ва ривожлантириш алгоритмларини, ҳисоблаш дастурларини яратиш” (2008-2010), №4ОТ-Ф4-75-“Кучли зилзилалар таъсирида лёсс грунтлар мустаҳкамлик хоссаларининг ўзгаришини ҳисобга олиб иншоот заминининг юк кўтариш қобилиятини баҳолаш усулини ишлаб чиқиш” (2017-2020) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади кучли зилзилалар таъсирида лёсс грунтларда юзага келувчи ўта чўкиш деформациясини ва иншоот заминининг юк кўтариш қобилиятини баҳолаш усулларини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

сейсмик ҳудудларда бино ва иншоотлар заминини ҳисоблаш ва лойиҳалашнинг мавжуд усулларини такомиллаштириш;

грунтларнинг сейсмик мустаҳкамлиги ва деформациясини баҳолаш усулларини такомиллаштириш;

сейсмик чўкувчанлик остонаси ва сейсмик чўкиш модулига таъсир этувчи омилларни аниқлаш тажриба усулини ишлаб чиқиш;

иншоотларнинг сейсмик чўкиш деформацияси ва заминнинг юк кўтариш қобилиятини ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш;

сейсмик районларда иншоот замини ва пойдеворини лойиҳалаш, ҳисоблаш ва барпо этиш бўйича норматив ҳужжат ишлаб чиқиш;

Тадқиқотнинг объекти сифатида республикаимиз ҳудудида кенг тарқалган турли физик-механик хоссаларни жамловчи ўта чўкувчан лёсс грунтлари олинган.

Тадқиқотнинг предметини кучли зилзилалар таъсирида лёсс грунтли заминларнинг юк кўтариш қобилияти ва грунтнинг сейсмик чўкиш деформациясини, заминларнинг динамик мустаҳкамлик чегарасини аниқлаш бўйича тадқиқотлар ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида тизимли таҳлил, қурилиш механикаси, грунтлар механикаси, олий математиканинг фундаментал қонун ва қоидалари, экспериментни математик режалаштириш, графо-аналитик усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

намланган лёсслардан ташкил топган заминларнинг зилзила таъсирига нисбатан турғунлигини баҳолашга оид сейсмик мустаҳкамлик мезони – «сейсмик ўта чўкувчанлик остонаси» грунтнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари ва динамик куч таъсирини ҳисобга олган ҳолда ишлаб чиқилган;

лёссли грунтларнинг зилзила таъсирида зичланиш деформациясини аниқлаш юзасидан грунтнинг нисбий чўкишини белгиловчи омиллар асосида «сейсмик ўта чўкиш модули» усули ишлаб чиқилган;

намланган лёсслар устида динамик тадқиқотлар ўтказиш усули тебраниш жараёнида грунтнинг боғланиш кучларининг ўзгаришини ҳисобга олиш эвазига такомиллаштирилган;

намланган лёссли заминларга нисбатан хавфсиз юкнинг миқдорини аниқлаш усули тебраниш жараёнида юзага келувчи инерция кучини ҳисобга олиш асосида такомиллаштирилган;

зилзила таъсирида иншоот заминида юзага келувчи қолдиқли деформацияни аниқлашга оид усул «қатламлаб жамлаш» услубидан фойдаланиш ва инерция кучини ҳисобга олиш асосида такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

лёсс грунтларнинг сейсмик мустаҳкамлигини аниқлаш усули грунтнинг силжишга қарши кўрсаткичларини ҳисобга олиш эвазига такомиллаштирилган;

кучли зилзилалар таъсирида лёсс грунтларда юзага келувчи қолдиқли деформацияни сейсмик ўта чўкиш модули ёрдамида аниқлаш ифодаси ишлаб чиқилган;

сейсмик таъсир остида иншоот заминининг юк кўтариш қобилияти грунтнинг тебраниш жараёнида юзага келувчи инерция кучи таъсирини ҳисобга олиш орқали такомиллаштирилган;

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги тебранма ускунанинг бир вақтнинг ўзида тўртта бир хил грунт намунаси устида тажрибалар ўтказиш имконияти, математик статистика

усулларининг қўлланганлиги ва олинган натижаларни бошқа тажрибалар натижалари билан солиштириш орқали асосланган, назарий тадқиқотлар натижалари тажриба натижалари билан қиёсий таҳлил усулида асослаб берилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти грунтларга сейсмик кучлар таъсир этаётганда уларнинг мустаҳкамлик, турғунлик ва деформация тавсифларини аниқлашнинг янги, мукаммаллашган назарий-амалий усулини ишлаб чиқилганлиги ва ушбу усул грунт деформацияланишининг аниқ кўрсаткичлари асосида грунт тавсифларининг ишончли қийматларини аниқлаш имконини бериши, шунингдек, грунтлар механикасининг қонунлари қўлланилиши жабҳалари аниқланганлиги, тебраниш жараёнида иншоотлар заминида юзага келувчи сейсмик чўкиш деформациясини аниқлашнинг янги, такомиллаштирилган усули ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти замин ва пойдеворларга иншоотлар сейсмик мустаҳкамлиги назариясининг турли усулларини қўллаш йўналишларини очиб беришга имкон яратиш, замин ва пойдеворларда деформация ҳолати пайдо бўлиш механизмларини очиб беришдан иборат бўлиб, улар иншоотлар замини ва пойдеворларини мустаҳкамлик, зилзилабардошлик ва умрбоқийликка ҳисоблашда қўлланиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Намланган лёссларнинг зилзила таъсирида ўта чўкиш деформацияси ва замин турғунлигини баҳолаш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

сейсмик ҳудудларда бино ва иншоотлар заминининг юк кўтариш қобилиятини ҳисоблашнинг такомиллаштирилган усули Ўзбекистон Республикаси Қурилиш вазирлигига қарашли «Қишлоқ қурилиш лойиҳа» МЧЖ томонидан Тошкент шаҳри Бектемир туманидаги иссиқ руҳлаш ва металл конструкция ишлаб чиқариш заводининг қурилишини лойиҳалаш жараёнида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура-қурилиш қўмитасининг 2018 йил 2 апрелдаги 2346а/30-01-сон маълумотномаси). Натижада сейсмик мустаҳкамлик усули бинолар ва гидротехника иншоотларининг сейсмик турғунлигини таъминлашни кенгайтириш имкониятларини яратган;

иншоотлар заминларининг сейсмик турғунлик мезони ва грунтнинг чўкишини баҳолаш усули Сирдарё вилояти Мирзаобод туманида 1000 бошга мўлжалланган йирик шоҳли қорамоллар учун чорвачилик комплексини лойиҳалаш жараёнида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура-қурилиш қўмитасининг 2018 йил 2 апрелдаги 2346а/30-01-сон маълумотномаси). Натижада заминдаги грунтнинг сейсмик мустаҳкамлигини таъминлаш бўйича талаб қилинган зичлик ва намлик кўрсаткичларини таъминлашга эришилган;

лёссларнинг сейсмик чўкувчанлик остонаси ва чўкиш модулини аниқлашнинг тажриба усули Жиззах вилояти Зомин тумани Даштобод

шаҳрида Дехқон бозори комплекси қурилишини лойиҳалаш жараёнида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура-қурилиш қўмитасининг 2018 йил 2 апрелдаги 2346а/30-01-сон маълумотномаси). Натижада намланган лёссларнинг сейсмик чўкувчанлик оstonаси ва чўкиш модулининг тажриба усулини қўллаш ёрдамида заминнинг умумий турғунлигини таъминлашга эришилган;

сейсмик районларда заминга нисбатан хавфсиз юклама ва иншоотнинг чўкиш деформациясини аниқлаш усули Наманган вилояти Поп тумани Чодак қишлоғи Бузчиён посёлкасида бир қаватли турар жой уйлари лойиҳалаш ҳамда қуришда жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура-қурилиш қўмитасининг 2018 йил 2 апрелдаги 2346а/30-01-сон маълумотномаси). Натижада иншоотнинг заминга нисбатан тушадиган юкламаси ва чўкишнинг қолдиқ деформациясини аниқлашга эришилган;

сейсмик районларда иншоотлар турғунлигини пойдевор чуқурлигини ошириш орқали таъминлаш усули “Камолот” спорт комплексини таъмирлашда жорий қилинган (Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура-қурилиш қўмитасининг 2018 йил 2 апрелдаги 2346а/30-01-сон маълумотномаси). Натижада пойдеворларнинг чуқурлигини ошириш орқали иншоотлар турғунлигини таъминлашга эришилган;

намланган лёссларнинг зилзила таъсирида ўта чўкиш деформацияси ва замин турғунлигини баҳолаш усули “Қурилиш меъёрлари ва қоидалари (ҚМК)”нинг 2.01.03 “Бино ва иншоотлар заминлари” бўлимига оид “Сейсмик районларда иншоотлар заминини лойиҳалаш асослари” деб номланган 10-бандига жумладан: “сейсмик районларда пойдевор чуқурлиги”, “заминларнинг юк кўтариш қобилятини баҳолаш” ва “сейсмик ўта чўкиш деформациясини ҳисобга олиш” усуллари киритилган (Ўзбекистон Республикаси Давлат архитектура-қурилиш қўмитасининг 2018 йил 2 апрелдаги 2346а/30-01-сон маълумотномаси). Натижада бино ва иншоотлар заминидagi намланган лёсс грунтларнинг сейсмик мустаҳкамлигини ошириш ёрдамида иншоотларнинг зилзилабардошлигини таъминлаш имконияти яратилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 8 та халқаро (жумладан, 2 та хорижий) ва 15 та республика илмий-техник ва илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 42 та илмий ишлар, жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 15 та мақола, жумладан, 13 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр қилинган. Улардан ташқари, 1та монография чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 184 бет.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган ҳамда илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Сейсмик ҳудудларда заминлар ва пойдеворларни ҳисоблаш ва лойиҳалашнинг замонавий ҳолати**» деб номланган биринчи бобида сейсмик ҳудудларда иншоотлар заминини лойиҳалаш ва барпо қилишнинг ҳозирги кундаги ҳолатининг аналитик таҳлили келтирилган.

Зилзила жараёнида иншоотнинг ер устки қисми шикастланмай сақланган ҳолатда унда кузатилувчи силжиш, оғиш, эгилиш, қийшайиш, ағдарилиш каби деформацияларнинг вужудга келиши замин грунтларининг сейсмик чўкишининг аломати эканлиги ҳақидаги гипотеза олға сурилган.

Агар бинонинг замини кутилаётган тебранишга нисбатан турғун бўлса, у ҳолда юқоридаги ҳолатлар юзага келмайди ва бундай вазиятларда қурилмаларда ёриқлар, бузилишлар ва ҳоказолар иншоотда сейсмик таъсирга нисбатан етарлича тадбирлар қўлланилмаганлиги оқибатида юзага келади. Аслида ер силкиниши жараёни инсонлар ҳалокати ва моддий бойликларнинг йўқотилиши каби оғир оқибатлари билан хавфлидир.

Амалдаги меъёрий ҳужжатларда иншоотларни зилзила таъсирига нисбатан ҳисоблаш ва лойиҳалашда асосий эътибор бинонинг ер усти қисмига қаратилган, унинг замини эса эластик деформацияланувчан жисм деб ҳисобланади. Ушбу ҳолат ҚМҚ 2.01.03-96 нинг 3.1.6- бандида ўз аксини топган. Унда: «...зилзилавий ҳудудларда бунёд этилувчи бино ва иншоотларнинг замини ҚМҚ 2.02.01-98 талабларига амал қилган ҳолда лойиҳалаштирилиши зарур» деб таъкидланади.

Ўз навбатида, ҚМҚ 2.02.01-98 меъёрий ҳужжатда бино ва иншоотлар заминининг биринчи чегаравий ҳолат (яъни заминнинг юк кўтариш қобилияти) бўйича ҳисоблаш лозимлиги қайд этилади (2.3- банд).

Ушбу кўрсатма кўп ҳолларда, айниқса, замин бўш грунтлардан ташкил топган шароитларда амалда кузатилувчи ҳолатларга мос келмайди, чунки зилзила жараёнида юзага келувчи грунтдаги қолдиқ деформация ҳисобга олинмайди.

Иншоот заминидаги грунтнинг сейсмик чўкишини ҳисобга олмаслик кўп ҳолларда қурилиш амалиётида ўзини оқламайди. Ушбу ҳолат юзасидан сўнгги йилларда сайёрамизда юз берган зилзилалар оқибатининг таҳлили, кўплаб иншоотларнинг ер устки қисми деярли зарар кўрмаган ҳолда, уларнинг чўкиш, эгилиш, буралиш, қийшайиш каби ҳолати замин

грунтларининг сейсмик деформацияси натижаси эканлиги исбот талаб этмайди.

Республикамиз теграсида кенг тарқалган лёсс ва лёссимон грунтлар сейсмологлар томонидан зилзила таъсирига нисбатан энг нобоп грунтлардан бири сифатида қайд этилган. Тузилмаси бўйича сув таъсирига нисбатан чидамсиз бўлган ушбу грунтлар қуруқ ҳолатда носейсмик теграларда нисбатан мустаҳкам замин вазифасини ўтайди. Аммо намланиш ва тебраниш таъсирида уларнинг зарралари орасидаги сувга чидамсиз боғланиш кучлари кескин бузилиши ва катта миқдорда ўта чўкиш деформацияси юзага келади.

Бу эса, ўз навбатида, иншоотлар учун ўта хавфли бўлган сейсмик чўкиш кўринишидаги деформациялар пайдо қилади.

Намланган грунтларнинг зилзила таъсирида чўкишида уларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари муҳим роль ўйнайди. Ушбу ҳолатда $P = 3,0 \cdot 10^5$ Па миқдордаги босим таъсирида уларнинг ички ишқаланиш бурчаги 14^0 дан 19^0 гача, заррачалараро боғланиш кучининг миқдори эса $0,05$ дан $3,0 \cdot 10^5$ Па гача ўзгариши кузатилади.

Сейсмик чўкиш ҳолати нисбатан бўш тузилмали грунтларга динамик таъсир этганда юзага келиши мумкин. Шу боис бир вақтнинг ўзида грунтнинг намланиши ва тебранма ҳаракат таъсири иншоотнинг юқори миқдорда сейсмик чўкишини юзага келтиради. Ушбу ҳолат, айниқса, таркибида лойли зарралар миқдори кам бўлган ва асосан, чангсимон зарралардан ташкил топган лёсс ва лёссимон грунтларда нисбатан кўпроқ намоён бўлади ва баъзи ҳолларда кам намланган шароитда ҳам кузатилиши мумкин.

Шу билан бирга, тебраниш жараёнида грунт зарраларини туташтириб турувчи, сувга чидамсиз бўлган боғланиш кучлари сусайиб, баъзи шароитларда бутунлай йўқолиши мумкин. Грунт таркибидаги боғланиш ва ишқаланиш кучларининг сусайиши тебраниш жараёнида деярли бир вақтда юзага келади.

Лёссларнинг юқори намланишида улардаги ички ишқаланиш кучлари кескин камаяди ($10-12$ градусгача), бу эса, ўз навбатида, уларнинг силжишга қаршилиги ва юк кўтариш қобилияти сусайишига олиб келади. Динамик таъсир жараёнида лёсслар тезда зичланиши оқибатида уларнинг ғовакликлари қисқаради ва ушбу жараён иншоотнинг қўшимча сейсмик чўкишига олиб келади. Мазкур ҳолат иншоотдан фойдаланиш даврида маълум сабабларга кўра грунтнинг намланиши оқибатида кескин тус олиши мумкин.

Диссертациянинг “**Лёссларнинг сейсмик чўкишини башоратлаш**” деб номланган иккинчи бобида ушбу грунтларнинг динамик турғунлик мезони – сейсмик чўкувчанлик остонаси ва грунтнинг зилзила таъсирида чўкиш деформациясини баҳолаш усули – сейсмик чўкиш модули назарий жиҳатдан ишлаб чиқилган.

Юқорида қайд этилгандек, лёсснинг сейсмик чўкиш деформацияси динамик таъсир остида грунт қатламлари тузилмасининг бузилиши

оқибатида вужудга келади. Ушбу ҳолатда динамик таъсирнинг миқдори муҳим ҳал қилувчи роль ўйнайди. Шу билан бирга, грунтнинг табиий мустаҳкамлик ҳолати, зичлик ва намлик кўрсаткичлари ҳам маълум даражада аҳамият касб этади. Шубҳасиз, грунтнинг мустаҳкамлиги қанчалик юқори бўлса, сейсмик чўкишни юзага келтирувчи тезланишнинг ҳисобий улуши шунчалик кам бўлади.

Лёссларнинг сейсмик таъсирга нисбатан турғунлигини ифодаловчи мезон (сейсмик чўкувчанлик остонаси)ни баҳолашда қарама-қарши икки куч, яъни: ташқи таъсир (сейсмик тезланиш) ва грунтнинг мустаҳкамлиги (грунтнинг силжишга қаршилиги)нинг мувозанат ҳолати асос қилиб олинган.

Ушбу ҳолатдан келиб чиққан ҳолда сейсмик чўкувчанлик остонаси (a_{lim}) таъсир этаётган сейсмик тезланишнинг грунт мустаҳкамлигини (боғланиш c_w , ишқаланиш φ_w кучлари ва б.) енгилга сарфланувчи қисми эканлиги назарда тутилса, уни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\alpha_{lim} = \xi(\sigma_d \operatorname{tg} \varphi_w + c_w) , \quad (1)$$

бу ерда: ξ – грунтнинг ҳолати ва хоссасига, шунингдек, динамик режимнинг хусусиятига боғлиқ параметр; σ_d – қаралаётган сатҳдан юқорида жойлашган грунт ва иншоотнинг оғирлигидан юзага келувчи зўриқишнинг тик йўналган ташкил этувчиси.

Сейсмик чўкувчанлик остонаси a_{lim} га қуйидагича таъриф бериш мумкин: У шундай динамик таъсирки, унинг миқдоридан кам бўлган тебранишлар остида грунтнинг тузилмаси бузилмайди ва грунт ўзининг мувозанат ҳолатида тебранади. Таъсир этувчи кучнинг миқдори a_{lim} дан ортиши билан грунт тузилмаси бузилиб, сейсмик чўкиш юзага келади.

Грунт тузилмасининг мустаҳкамлиги (боғланиш кучи, ишқаланиш бурчаги ва бошқалар) генетик ва табиий шароитларга боғлиқ равишда бир-биридан кескин фарқланишини назарда тутилса, сейсмик чўкувчанлик остонаси миқдорини ҳар бир алоҳида ҳол учун тажриба усули ёрдамида аниқлаш мақсадга мувофиқдир. Бунинг учун виброкомпрессия асбобидан фойдаланиш яхши натижа бериши тажрибаларимизда кузатилди.

Лёссларнинг сейсмик чўкиш деформациясини баҳолашда эса нисбий кўрсаткич, яъни промиллдан фойдаланиш усули бирмунча қулай бўлиб, унда грунтнинг физик кўрсаткичларини (зарралар ва грунт зичлиги, ғоваклик кўрсаткичлари ва х.) аниқлашга оид тажриба ишларини четлаб ўтган ҳолда, тўғридан-тўғри компрессия тажрибасини ўтказиш кифоя қилади. Лёсснинг нисбий чўкиш миқдорини промиллда акс эттириш, маълум динамик таъсир остида тебратаётган бир метрли грунт қатламининг миллиметр билан ифодаланувчи сейсмик чўкиш модулини ифодалайди.

Лёсс ва лёссимон грунтлар учун сейсмик чўкиш модули турлича бўлиб, бир хил тебраниш таъсирида унинг миқдори грунтнинг тузилмаси ва ҳолатига боғлиқ бўлади.

Лёссларнинг нисбий сейсмик чўкиш деформацияси e_p^c промиллда ифодаланганда компрессия тажрибасининг натижасини қуйидагича тасвирлаш мумкин:

$$e_p^c = \frac{\Delta h}{h} \Delta h, \quad (2)$$

бу ерда: Δh -маълум динамик таъсирда грунт зичланишининг абсолют миқдори; h -грунт намунасининг бошланғич баландлиги.

e_p^c - кўрсаткичи аниқ муҳандислик маъносига эга бўлиб, уни таҳлил қилиш қийинчилик туғдирмайди. Мисол сифатида $e_3^{2000} = 20$ мм деб фараз қилайлик. Бу эса, ўз навбатида, $P=3,0 \cdot 10^5$ Па ташқи юк остидаги бир метрлик грунт қатламига $\alpha = 2000 \text{ mm} / \text{c}^2$ тезланишли тебраниш таъсир эттирилганда 20 мм миқдордаги сейсмик чўкиш юзага келади деган маънони билдиради.

Диссертациянинг “**Сейсмик чўкувчанлик остонаси ва сейсмик чўкиш модулини аниқлашнинг экспериментал асослари**” деб номланган учинчи бобида тажриба ўтказилган 17 турдаги лёсс грунтлар ҳақидаги маълумотлар, тебранма ҳаракат ускунаси, ўлчов асбоблари, сейсмик чўкувчанлик остонаси α_{lim} ва сейсмик чўкиш модулини e_p^c шунингдек, уларга таъсир этувчи омилларни аниқлашга оид тажриба усуллари, тажрибалар натижалари ва уларнинг таҳлиллари баён этилган.

Тадқиқотлар учун Тошкент шаҳри, Тошкент, Қашқадарё ва бошқа вилоятлардан келтирилган лёссларнинг умумий хоссаларини ўзида жамлаган грунтлардан фойдаланилди. Маълумки, ушбу ҳудудлар геоморфологик жиҳатдан турлича бўлиб, 30 м гача қалинликдаги лёсс жинслари қатлами билан қопланган. Ҳосил бўлиши (генетикаси) бўйича улар делювий, пролювий ва аллювий шароитларга тегишли бўлган чангсимон ва оз миқдорда лойли зарралардан ташкил топган. Уларнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари қуйидагича: ички ишқаланиш бурчаги $24^\circ - 28^\circ$ гача, боғланиш кучлари $0 - 0.40 \cdot 10^5$ Па гача ораликда ўзгаради.

Асосий тажриба тадқиқотлари ТАҚИнинг тебранма ускунасида ўтказилди. Ушбу қурилманинг ўзига хос хусусияти тебраниш режими ҳисобланади, яъни ўзгармас частота ва ўзгарувчан амплитуда (ёки аксинча) ҳисобига тебранма ҳаракат тезланишини ҳосил қилиш мумкин. Изланишларимизда зилзила ёзувларига яқин частота (2-10 Гц) ва 0.05-8.0 мм оралиғидаги амплитудалар ҳисобига 6 дан 10 баллгача ораликдаги тезланишлар 0.005-0.8g таъсирида синовлар ўтказилди.

Сейсмик чўкувчанлик остонаси α_{lim} ва сейсмик чўкиш модули миқдорларини аниқлашга оид қуйидаги ягона тажриба усули ишлаб чиқилди.

Тебранувчи плита сиртига тегишли ўлчов асбоблари (репер, индикатор ва б.) билан жиҳозланган 4 та компрессия идиши ўрнатилади. Идишнинг ичи берилган зичлик ва намликдаги грунт намунаси билан тўлдирилади. Грунтнинг бошланғич зичлиги (n_0) аниқланади. Шундан сўнг плита кичик миқдордан бошлаб тебранма ҳаракатга келтирилади. Тебраниш жараёнида индикатор стрелкаси ва тебранма ҳаракат тезланиши узлуксиз кузатиб борилади.

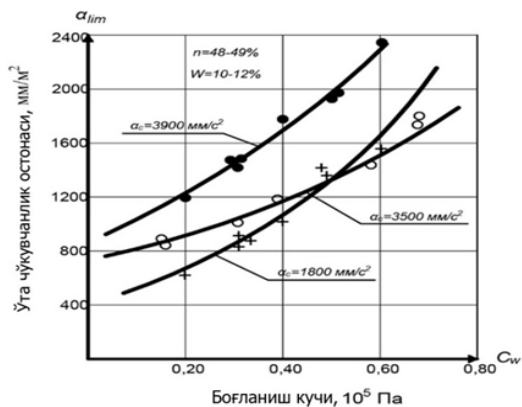
Грунт тузилмасининг бузилиши ва унинг қаърида чўкиш деформациясидан хабар берувчи индикатор стрелкаси ҳаракатининг бошланишига олиб келувчи тезланишнинг миқдори мазкур ҳолатдаги грунт учун сейсмик чўкувчанлик остонаси деб қабул қилинади. Шундан сўнг тадқиқотнинг навбатдаги босқичи, яъни сейсмик чўкиш модулини аниқлаш жараёни бошланади. Бунда тебранма ҳаракат олдиндан белгиланган миқдоргача оширилади ва реперлар ҳаракатларини кузатиш давом эттирилади. Ушбу жараёнда индикаторларнинг кўрсаткичлари бир неча марта қайд этиб борилади. Грунтнинг чўкиш жараёни тугаганлигидан хабар берувчи индикатор стрелкаси ҳаракатининг тўхташ кўрсаткичи миқдоридан фойдаланиб, мазкур тебраниш оқибатида юзага келган грунтнинг сейсмик чўкиш модули юқоридаги (2) ифода ёрдамида ҳисобланади.

Компрессия асбобининг шакли, диаметри ва баландлиги тажриба талаблари ва грунтнинг табиий тузилмаси бузилган ёки бузилмаганлик ҳолатига қараб танланади. Индикаторлар ёрдамидаги ўлчовлар 0.01мм аниқликда бажарилади.

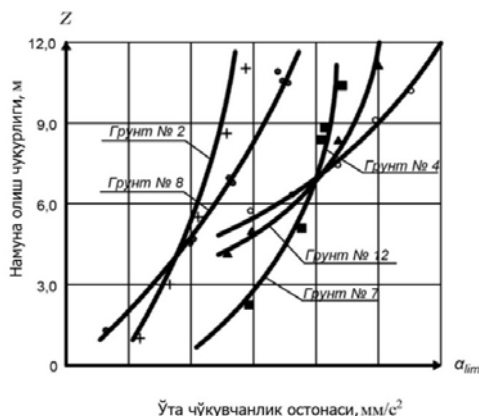
Тебранувчи плитанинг юзаси бир вақтнинг ўзида ўзгармас динамик куч таъсирида 4 тагача ўзаро монанд намуналар устида тажриба ўтказишга имкон беради. Бу эса, ўз навбатида, синов натижаларини таққослаш имконини беради.

Тажрибалар жараёнида динамик таъсир кучи (тезланиш); дастлабки ва тебранишдан сўнг грунт намунасининг баландлиги; грунтнинг дастлабки ва тебранишдан юзага келувчи намуна зичлиги; ғоваклик ва грунтнинг сейсмик чўкувчанлик остонаси ҳақида маълумотлар олинади. Жами 600 дан зиёд тажриба ўтказилган. Уларнинг натижалари боғланган грунтларнинг силжишга қаршилигининг ўртача қийматларини аниқлашга оид математик статистика усули ёрдамида таҳлил қилиб борилди.

Сейсмик чўкувчанлик остонасини ўрганиш бўйича тадқиқотлар ўтказишда асосий эътибор қуйидаги омилларга қаратилди: грунтнинг боғланиш кучи, ички ишқаланиш бурчаги, грунт намлиги, қатлам чуқурлиги, унинг соф оғирлиги ва грунт сиртига қўйилган ташқи юк ва ҳ.

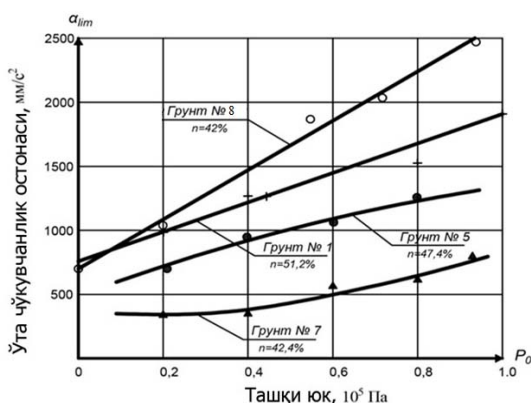


1-расм. Ўта чўкувчанлик остонасининг боғланиш кучига боғлиқлиги

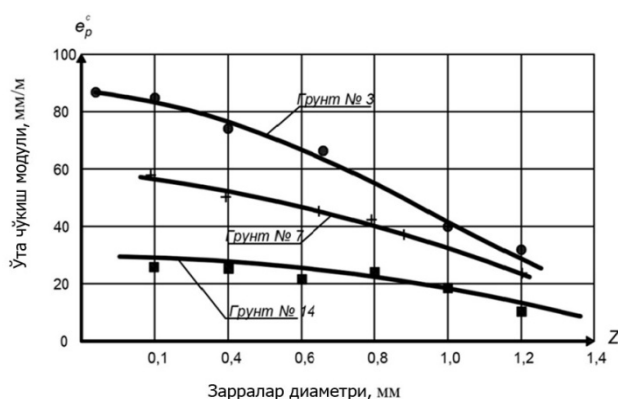


2-расм. Ўта чўкувчанлик остонасининг чуқурлик бўйича ўзгариши

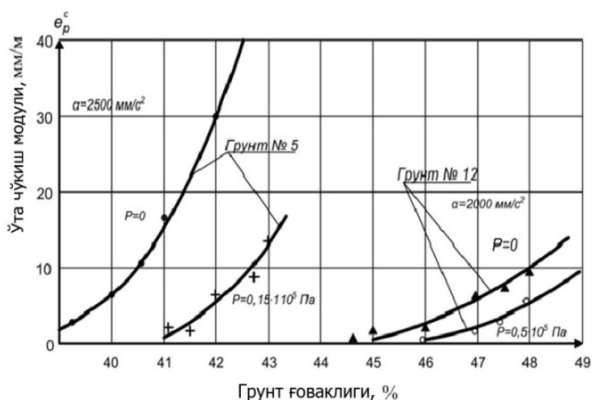
Қатлам қаъри бўйлаб сейсмик чўкувчанлик остонасининг (α_{lim}) ортиб бориши грунтнинг соф оғирлиги, иншоотдан узатилувчи юкдан юзага келувчи зўриқишнинг тик йўналган ташкил этувчиси ва грунтнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари билан боғлиқ эканлиги кўплаб тажрибаларда кузатилди. Бир жинсли лёсслар сер-жинсли лёссларга нисбатан кам турғунликка эга. Шунингдек, грунт таркибида лойли заррачалар миқдорини ортиши унинг мустаҳкамлиги ва сейсмик турғунлигига ижобий таъсир кўрсатади.



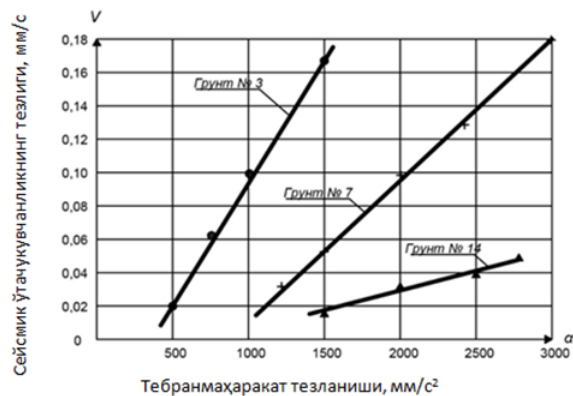
3-расм. Ўта чўкувчанлик остонасининг ташқи юкка боғлиқлиги.



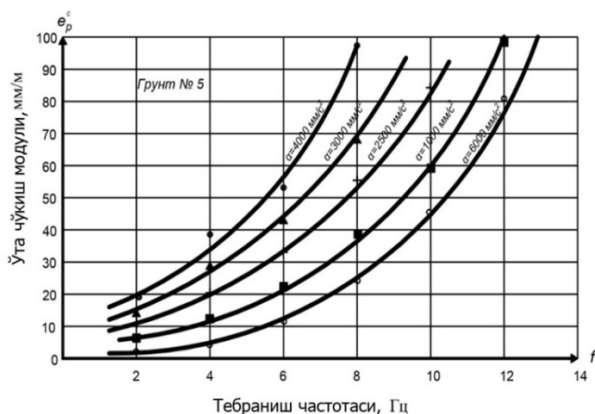
4-расм. Ўта чўкуш модулининг зарралар ўлчамли боғлиқлиги.



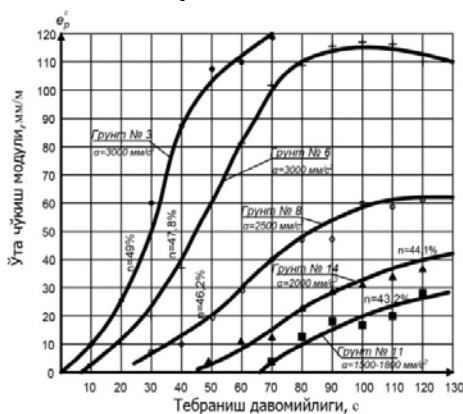
5-расм. Ўта чўкуш модули ва грунт ғовоклиги орасидаги боғлиқлик.



6-расм. Сейсмик ўта чўкувчанлик деформациясининг тезлиги ва тебраниш миқдори орасидаги боғлиқлик.



7-расм. Тебраниш частотасининг ўта чўкуш модулига таъсири.



8-расм. Ўта чўкуш модулининг тебраниш давомийлигига боғлиқлиги.

Лёсслар тузилмасининг бузилиши ва сейсмик чўкиш деформациясининг вужудга келиши қуйидаги шароитлар юзага келиши билан боғлиқлиги аниқланди:

а) грунт зарраларининг ғовак жойлашуви, яъни унинг тебранишдан олдинги зичлиги тебраниш жараёнида эришиладиган зичлик миқдоридан кам бўлиши;

б) тезланиш шаклида ифодаланувчи тебрантирувчи кучнинг миқдори грунтнинг мустаҳкамлик кўрсаткичларига боғлиқ бўлган сейсмик чўкувчанлик остонаси қийматидан юқори бўлиши.

Шу билан бирга, грунт мустаҳкамлигининг ортиши (1-расм), қатлам чуқурлиги (2-расм), ташқи юкнинг миқдори (3-расм) ва зарраларнинг йириклиги (4-расм) ўта чўкувчанлик остонаси миқдорининг ортишига таъсир кўрсатиши ҳам кузатилди.

Зилзила таъсирида грунт қаърида юзага келувчи сейсмик чўкиш деформациясини ёлғиз грунтнинг зичлик ва намлик ҳолати билан баҳолаб бўлмайди, чунки у қатлам қаърида рўй берувчи мураккаб жараёнлар натижасидир.

Зарралари нисбатан бўш боғланган йирик ғовакли лёссларнинг тебраниш жараёнидаги деформацияланиши улар тузилмасининг нотурғунлиги билан ҳам боғлиқ.

Грунт зичлигининг камайиши (5-расм), таъсир кучининг (6-расм) ва юқори частотали тебранишларнинг ортиши (7-расм), шунингдек, тебраниш давомийлигининг узайиши (8-расм) сейсмик чўкиш модули e_p^c нинг миқдорига таъсир кўрсатади. Шу билан бирга, қатлам чуқурлиги билан боғлиқ боғланиш ва ишқаланиш кучларининг ортиши, грунт соф оғирлигининг таъсири натижасида сейсмик чўкиш модули камайиб бориши ҳам тажрибаларда кузатилди.

Диссертациянинг **“Намланган лёсс грунтларда иншоотлар заминининг сейсмик турғунлигини ҳисоблаш”** деб номланган тўртинчи бобида грунтда тебраниш жараёнида юзага келувчи инерция кучини ҳисобга олиб заминга нисбатан ҳавфсиз юк (грунтнинг ҳисобий қаршилиги) миқдорини аниқлаш ва грунтнинг сейсмик чўкиш деформациясини башоратлаш усулларини ишлаб чиқишга оид назарий ёндашув асослари баён этилган.

Иншоот заминининг ҳисобий қаршилигини аниқлашга оид мазкур ёндошув сейсмик тебраниш жараёнида пойдевор остидаги грунт қатламининг мувозанатини бузилишига йўл қўймаслик ҳолатига асосланади. Шу билан бирга ушбу ҳолат тебраниш жараёнида замин қаърида юзага келувчи инерция кучини ҳисобга олади. Маълумки, зилзила жараёнида юзага келувчи инерция таъсири сейсмик коэффициент орқали ифодаланиб унинг миқдори зилзила кучига боғлиқдир. Демак, ушбу таъсир зилзила кучига боғлиқ равишда грунтнинг ҳисобий қаршилигини статик ҳолатига нисбатан бирмунча камайишига сабаб бўлади. Аммо шу билан бирга замин қаъридаги грунтни ўз мустаҳкамлигини сақлаган ҳолда эластик жисм сифатида

тебраниши таъминланади. Ушбу усулнинг қўлланиш шарти қуйидаги тенгсизликнинг бажарилиши билан боғлиқ: $\alpha_{\text{lim}} > \alpha_c$ ($\alpha_{\text{lim}}, \alpha_c$ – мос равишда сейсмик чўкувчанлик остонаси ва сейсмик таъсирининг максимал тезланиши).

Мазкур шарт асосида зилзила таъсирида тебранаётган грунтнинг ҳисобий қаршилигини қуйидаги ифода ёрдамида аниқлаш тавсия этилади:

$$P_x^c = \frac{\pi \gamma_{\text{ўр}} (h_{\text{ф}} + \frac{c_v}{\gamma_{\text{ўр}} t g \varphi})}{(1 + k_c e^{i\omega t}) (ctg \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2})} \quad (3)$$

бу ерда: P_x^c – грунтнинг ҳисобий қаршилиги (заминга нисбатан хавфсиз босим); $\gamma_{\text{ўр}}$ – грунтнинг ўртача зичлиги; $h_{\text{ф}}$ – пойдеворнинг чуқурлиги; c_v – $h_{\text{ф}}$ боғланиш кучи; φ – грунтнинг ички ишқаланиш бурчаги; k_c – сейсмик коэффициент; ω – даврий частота; t – вақт.

Иншоотнинг сейсмик чўкишини башоратлаш масаласи тебраниш жараёнида заминда юзага келувчи деформация микдорини олдиндан ўрганишдир.

Ушбу масаланинг асосида сейсмик зўриқишлар таъсирида иншоот ва грунтнинг соф оғирлигидан юзага келувчи, p_z, p_x, p_y кўринишидаги босимлар остида қатламнинг деформацияси билан боғлиқ ечимларни ҳал этиш ётади.

Иншоотларнинг сейсмик чўкишини башоратлашга оид таклиф этилган усул виброкомпрессия тажрибаси негизида юзага келтирилган қуйидаги ифодага асосланади:

$$\eta_{np}^c = e_p \cdot h_i, \quad (4)$$

бу ерда: η_{np}^c – зилзила таъсирида грунтнинг чўкиши; h_i – замин қаърида ажратилган кичик қатлам қалинлиги; e_p – грунтнинг умумий деформация модули.

Иншоотдан тушувчи юк ва грунт қатламининг соф оғирлиги ҳамда сейсмик чўкувчанлик остонасини назарда тутган ҳолда, грунтнинг сейсмик чўкиш ҳолатини келтириб чиқарадиган босимнинг микдори қуйидагича аниқланади:

$$p_{\text{ош}} = (p_z + p_{np}) k_c \cdot e^{i\omega t} - p_{\text{lim}}, \quad (5)$$

бу ерда: p_{lim} – кучланиш бирлигида ифодаланган сейсмик чўкувчанлик остонаси.

Виброкомпрессия тажрибасидан фойдаланиш, юқорида таъкидлангандек, қатлам қаъридаги деформация модули ўзгариши ва грунтнинг ғовақлик коэффициенти билан боғлиқ дастлабки бир неча тажрибалар ўтказишни четлаб ўтиб, грунт деформациясини тўғридан - тўғри аниқлаш имконини беради.

“Сейсмик районларда грунтнинг ҳисобий қаршилигини ҳисоблаш ва пойдеворни чуқурлаштириш усуллари амалиётда қўлланиши” деб номланган бешинчи бобида иншоотлар заминининг сейсмик чўкувчанлик остонаси, сейсмик чўкиш модули, грунтнинг юк кўтариш қобилияти ва сейсмик чўкиш деформациясини аниқлашга қўйиладиган асосий талабларни

ўз ичига олувчи “Сейсмик ҳудудларда иншоотлар заминини ҳисоблаш бўйича амалий масалаларни ечиш учун кўрсатма” баён этилган.

Заминнинг ҳисобий қаршилиги ва грунтнинг сейсмик чўкиш деформациясини ҳисоблашга оид таклиф этилган усулларнинг амалиётда қўлланилиши аниқ қурилиш майдони маълумотлари асосида конкрет масалалар ечиш мисолида кўрсатилган.

Сейсмик ҳудудларда заминларнинг юк кўтариш қобилиятини ошириш тадбири сифатида пойдеворнинг чуқурлигини ошириш усули таклиф қилинади. Ушбу тадбирнинг афзалликлари қуйидаги омиллар асосида ўз тасдиғини топади: чуқур қатламларда лёсс грунтларнинг сейсмик чўкувчанлик остонаси юқори қийматга эга бўлиши; чуқурлашган сари сейсмик чўкиш модули миқдорининг камайиши; пойдевор таг юзасидан заминга узатилувчи юк миқдорининг камайиши; пойдевор остидаги лёсс грунтлар қатлами қалинлигининг камайиши, шунингдек, пойдеворни чуқурлаштириш билан кўп қаватли ер ости иншоотлари барпо этиш имкониятининг яратилиши ва бошқалар.

Сейсмик районларда пойдеворни чуқурлаштириш усулини грунт мустаҳкамлигини оширишга йўналтирилган бошқа усуллар билан таққослаш натижаси унинг нисбатан арзон ва қулай эканлигини кўрсатди.

ХУЛОСА

«Намланган лёссларнинг зилзила таъсирида ўта чўкиш деформацияси ва замин турғунлигини баҳолаш» мавзусидаги фан доктори (Dsc) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Сейсмик районларда III тоифали грунтлардан ташкил топган заминларни ҳисоблаш ва лойиҳалашга оид ҚМҚ 2.01.03-96 ва ҚМҚ 2.02.01-98 меъёрий ҳужжатнинг талаблари зилзила таъсирида грунтда юз берувчи қолдиқ деформациясини (сейсмик ўта чўкиш) ҳисобга олмаслиги боис етарли эмас сейсмик ҳудудларда бино ва иншоотлар заминининг юк кўтариш қобилиятини ҳисоблашнинг такомиллаштирилган усули меъёрий ҳужжатларга киритилса бино ва иншоотларни сейсмик бардошлиги оширилади.

2. Бино деворларидаги ҳар қандай горизонтал ёриқ бу замин чўкишининг аломатидир, зилзила жараёнида иншоотнинг ер устки қисми шикастланмай сақланган ҳолатдаги силжиш, эгилиш, қийшайиш каби деформациялар эса, шубҳасиз, улар заминининг сейсмик чўкиш натижасида юзага келади ушбу ҳолатда замин грунтларининг юк кўтариш қобилиятини сусайиши ва унда юқори миқдорли чўкиш ҳолатлатлари мумкинлиги имкониятларини яратади.

3. Зилзила шароитида ўта чўкиш деформацияси юзага келувчи йирик ғовакли лёссларни сейсмик жиҳатдан энг нотурғун грунтлар тоифасига киритиш лозим. Динамик таъсирда лёсслар тузилмасининг осон бузилиши,

мустаҳкамлик кўрсаткичлари (боғланиш ва ишқаланиш кучлари)нинг сусайиши замин турғунлиги ва юк кўтариш қобилиятини камайишига олиб келадиган омиллари аниқлашга эришилди.

4. Сейсмик чўкувчанлик остонаси α_{lim} ва сейсмик чўкиш модули e_p^c лёсс грунтларнинг зилзила шароитидаги асосий кўрсаткичлари ҳисобланади.

5. Сейсмик чўкувчанлик остонаси α_{lim} грунтнинг зилзила таъсирига нисбатан қаршилигини акс эттиради ва боғланиш (c_w) ва ички ишқаланиш кучлари (φ_w), шунингдек, ташқи юк таъсирида юзага келувчи зўриқишнинг тик йўналган ташкил этувчиси ва грунтнинг соф оғирлиги билан ифодаланади. Бу эса, ўз навбатида, α_{lim} га грунтнинг динамик қаршилигининг юқори чегараси (мезони) сифатида қарашга имкон беради, яъни ушбу миқдордан кичик таъсирларда лёсснинг тузилмаси бузилмайди ва унда сейсмик чўкиш юзага келмаслигига эришилди.

6. Лёссларнинг сейсмик чўкиш деформацияси тебраниш жараёнида грунт қаърида содир бўлувчи мураккаб жараёнлар ҳосиласи бўлганлиги боис, уни ғоваклик, намлик ва бошқа кўрсаткичлар ёрдамида баҳолаш етарли эмас. Силкиниш жараёнидаги лёссларнинг деформацияси уларнинг нотурғун тузилмаси билан, яъни зарралар орасидаги боғланишларнинг нисбатан бўшлиги тавсифларини аниқлашга эришилган.

7. Сейсмик чўкиш модули e_p^c силкиниш таъсирида грунтнинг нисбий зичлашишини ўзида акс эттиради. Сейсмик чўкиш модулига таъсир этувчи омилларни аниқлаш бўйича ўтказилган кўп сонли тадқиқот натижалари грунтнинг сержинслилиги, таркибида лойли зарраларнинг бўлиши, грунтнинг зичлиги ва тик йўналган зўриқишнинг ортиши, тебранма ҳаракат тезланиши ва юқори частотали тебранишларнинг камайиши e_p^c миқдорининг ортишига олиб келишини кўрсатди.

8. Лёссларнинг мустаҳкамлик ва деформация кўрсаткичлари ўндан ортиқ омилларга боғлиқ равишда кескин ўзгариши боис, сейсмик чўкувчанлик остонаси ва сейсмик чўкиш модулининг ҳар бир алоҳида ҳолат учун асосланган қийматларини виброкомпрессия қурилмасида оддий синовлар ўтказиш йўли билан аниқлаш тавсия қилинади.

9. Заминга нисбатан хавфсиз юк грунтнинг ҳисобий қаршилиги миқдорини сейсмик энергия таъсирини назарда тутган ҳолда аниқлаш усули таклиф этилди. Замин қаъридаги грунтнинг сейсмик чуқишини бартараф этиш мақсадида ушбу усулга пойдевор остида пластик зоналарнинг юзага келмаслик ҳолати асос қилиб олинди.

10. Грунтнинг нисбий деформацияси ва таъсир этувчи юк орасидаги боғлиқликни ифодаловчи виброкомпрессия тажрибалари асосида заминнинг сейсмик чўқишини башоратлаш усули таклиф этилди. Виброкомпрессия ускунасида тажриба ўтказиш жараёнида динамик таъсир билан зичланиш модули орасидаги боғлиқлик автомат равишда ҳисобга олиниши боис грунтнинг физик хоссаларига оид кўплаб омилларни (зарралар зичлиги,

грунт зичлиги, зичланиш коэффициентлари ва χ .) аниқлашга зарурат бўлмаслиги ишлаб чиқилган.

11. Қурилиш майдони жойлашган районда кутиладиган зилзиланинг энг юқори қиймати (α_c), қуриладиган иншоотнинг оғирлиги ва грунтнинг мустаҳкамлик кўрсаткичлари бўйича аниқланувчи сейсмик чўкувчанлик остонасига (α_{lim}), шунингдек, ушбу ҳолатда юзага келиши мумкин бўлган сейсмик чўкиш деформацияларини аниқлашга оид “Сейсмик районларда иншоот заминининг сейсмик ўта чўкувчанлик деформациясини ҳисобга олиш” бўйича кўрсатмалар таклиф этилди.

12. Зилзиланинг кучи α_c қурилиш майдони грунтлари мустаҳкамлигини ифодаловчи сейсмик чўкувчанлик остонаси α_{lim} дан юқори, яъни $\alpha_{сейсм} > \alpha_{lim}$ бўлган ҳолларда α_{lim} нинг миқдорини оширишга йўналтирилган техник тадбирлар қўллашга зарурат туғилади. Мазкур тадбир сифатида ўзининг оддийлиги, арзонлиги ва фойдаланишда махсус қурилмалар талаб этмаслиги билан фарқланувчи, пойдеворни чуқурлаштириш усули таклиф қилинди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.Т.09.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ ПО
ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И ТУРИНСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ В ГОРОДЕ ТАШКЕНТЕ**

ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

РАСУЛОВ РУСТАМ ХАЯТОВИЧ

**СЕЙСМОПРОСАДОЧНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ УВЛАЖНЕННЫХ
ЛЕССОВ И ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ОСНОВАНИЙ**

**05.09.02 – Основания, фундаменты и подземные сооружения.
Мосты и транспортные тоннели. Дороги, метрополитены**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА НАУК (DSc)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент -2018

Тема диссертации доктора наук (DSc) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2018.4.DSc/T131

Диссертация выполнена в Ташкентском архитектурно – строительном институте

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб – странице по адресу www.tau1.uz и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу www.ziyo.net.

Научный консультант:

Маджидов Ином Уришевич
доктор технической наук, профессор

Официальные оппоненты:

Абдуллабеков Қаҳдорбой Насирбекович
доктор физика-математических наук,
профессор, академик

Хасанов Аскар Забиевич
доктор технических наук, профессор

Мардонов Ботир Марданович
доктор физика-математических наук,
профессор

Ведущая организация:

Институт механики и сейсмостойкого строительства

Защита диссертации состоится “_____” _____ 2018 года в _____ часов на заседании Научного совета DSc.27.06.2017.T.09.01 при Ташкентском институте по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог и Туринском политехническом университете в городе Ташкенте (Адрес 100060, г.Ташкент, проспект А.Темура,20. Тел/факс:(99871) 232-14-79, e-mail: tadi.info@edu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог (зарегистрирована № _____). Адрес 100060, г.Ташкент, проспект А.Темура,20. Тел/факс:(99871) 232-14-79

Автореферат диссертации разослан “_____” _____ 2018 года
(реестр протокола рассылки № _____ от “_____” _____ 2018 года)

А.А.Рискулов

Председатель научного совета по присуждению
ученых степеней, д.т.н., доцент

Х.М.Мамарахимов

Ученый секретарь научного совета по
присуждению ученых степеней, к.т.н.

А.А.Ишанходжаев

Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире строительство небоскребов и сооружений со сложными конструктивными решениями, совершенствование методов их расчета на прочность, устойчивость и долговечность, а также применение к ним передовых технологий и технических средств занимают ведущие места. В развитых странах, в частности в США, Японии, Южной Кореи, России и Узбекистане «Долговечность и сейсмическая устойчивость жилых зданий, гидротехнических, дорожных мелиоративных и других сооружений обеспечиваются, посредством применения передовых технологий и технических ресурсов»¹. В этом направлении особое внимание уделяется надежной оценке сеймопросадочной деформации увлажненных лёссов и сейсмической устойчивости оснований сооружений.

В мире разрабатываются научные основы прочности и устойчивости оснований сейсмостойких сооружений. В этом направлении, например, особое внимание уделяется совершенствованию теории расчета и методики исследований, учитывающих прочностные и деформационные свойства грунтов, испытывающих статические и динамические воздействия. Вместе с этим повышение сейсмической прочности и устойчивости грунтов оснований сооружений, разработка эффективных способов оценки деформационных свойств грунтов под динамическим воздействием остаются важнейшими вопросами развития в данной сфере.

В нашей республике уделяется особое внимание развитию строительной индустрии, совершенствованию методов и систем сейсмостойкости строящихся объектов. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 гг. особо подчеркнута: «...повышение степени непрерывного обеспечения населения коммунально-бытовым обслуживанием, ... последовательное внедрение современных сейсмоустойчивых конструкций, экономичных и эффективных технологий, ... в корне улучшить обеспечение жилищной потребности населения»². В качестве выполнения данных задач важнейшим направлением отрасли являются, в частности, совершенствование методов расчета грунтов оснований сооружений, учет изменения несущей способности и сеймопросадочной деформации лёссовых грунтов при сейсмическом воздействии.

Настоящая диссертационная работа в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 г. «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан», в Постановлениях

¹ Proceedings of the 13th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. – New Delhi, 1994;

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ 49-47-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисидаги Фармони.

Президента Республики Узбекистан №340 от 2 июня 2017 г. «Об утверждении Положений о министерстве по жилищно-коммунальному обслуживанию, об инспекции по надзору и эксплуатации многоквартирных жилищных фондов, об Агентстве «Комунхизмат», в ПП-3190 от 9 августа 2017 г. «О мерах по совершенствованию проведения научных исследований в области сейсмологии, сейсмостойкого строительства и сейсмической безопасности населения и территории Республики Узбекистан», в Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан №242 от 24 августа 2011 г. «О дальнейшем совершенствовании государственной системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях Республики Узбекистан», а также другими нормативно-правовыми документами, принятыми в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Исследование проведено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики IV. «Математика, механика, сейсמודинамика сооружений и информатика» и XIV. «Сейсмология, сейсмобезопасность и строительство зданий и сооружений».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации³.

Научные исследования, направленные на разработку методов обеспечения динамической прочности и устойчивости грунтов оснований сооружений, осуществляются ведущими научными центрами и высшими учебными заведениями мира, в частности: California University (США), Los Angeles Laboratory (США), Institute of seismology China (Китай), Science University of Tokyo (Япония), Baraki University (Япония), Московский Государственный автомобильно-дорожный институт, Санкт-Петербургский политехнический университет, Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева (Россия), Евразийский государственный университет (Казахстан), Алматинский Государственный инженерно-строительный университет (Казахстан), Институт механики и сейсмостойкости сооружений (Узбекистан), Институт сейсмологии (Узбекистан), Ташкентский архитектурно-строительный институт (ТАСИ), Ташкентский институт проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог (Узбекистан), Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт (Узбекистан).

³ В обзоре международных научных исследований по теме диссертации использовались: Seed H.B., Harder L.F. SPT-based analysis of cyclic pore pressure generation and undrained residual strength. // Proceedings of the B. Seed memorial Symposium. 1990, Vol.2, P. 351-376; Kokusho T., Tanaka Y. Dynamic properties of gravel layers investigated by in situ freezing sampling. // Proceedings of the ASCE Specialty Conference on Ground Failures under Seismic Conditions. – Atlanta, 1994. pp.121-140; Nigbor R.L., Imai Y. The suspension P-S velocity logging method. Geophysical Characterization of Sites. A special volume by TC10 for XIII ICSMFE. – New Delhi, pp.57-61; Gergianou Y.N., Hight D.W., Burland J.B. Behaviour of clayey sands under undrained cyclic triaxial loading. // J. Geotechnique.1991, 41.pp. 383-393; BBC (22.05.2008); <http://www.youtube.com/watch=H9kB4sdvZTo&feature=related>; ИА REGNUM 27.10.15; NEWSru.com 27.10.15; DP.ru 27.10.15; Arshad Sharif (@arsched) 26. 10. 2015; www.bbc.com/news-41981499 PtvktnhzctybtD Bhfyт. и др.

В результате проведенных в мире исследований по изучению динамической устойчивости и деформации водонасыщенных песков, возникающих при сейсмических воздействиях, нарушения структуры грунта при сотрясениях, а также по разработке приборов и оборудований динамических исследований грунтов получен ряд научных результатов, в том числе: разработаны методы оценки нарушения структуры песков при динамических воздействиях (California University США), на основе исследования сжимаемости водонасыщенных песков установлены критерии осадочной деформации сооружений (Los Angles National Laboratory, США), разработаны методы определения деформации грунтов под воздействием сильных землетрясений (Science University of Tokyo, Япония), установлены влияния избыточных давлений на структурную прочность грунта при сильных сотрясениях (Institute of Seismology China, Китай), созданы теории динамической прочности и устойчивости водонасыщенных песчаных грунтов как в основании, так и в телах сооружений (Московский автомобильно-дорожный институт, Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация), созданы современные приборы для проведения динамических испытаний (Ibaraki University, Япония).

В мире продолжают научные исследования по приоритетным направлениям научных исследований по разработке методов и технологий обеспечения сейсмической прочности, долговечности и непрерывной работы слабых грунтов в основании сооружений. К их числу относятся: совершенствование методов оценки взаимодействия оснований с внешней нагрузкой; разработка теории расчета напряженно-деформируемого состояния грунтов в условиях распространения сейсмических волн; разработка методов обеспечения устойчивости основания при воздействии сейсмических сил: оценки сейсмопросадочной деформации грунта и несущей способности слабых грунтов оснований; разработка методов взаимодействия «грунт-сооружение» с учетом влажности грунта; разработка методов снижения сейсмического воздействия при оценке устойчивости оснований; определение процесса уплотнения слабых грунтов при сейсмических воздействиях и др.

Степень изученности проблемы. Изучением динамических свойств сыпучих и связных грунтов, изменений прочности и деформации грунтов под воздействием землетрясений, а также обоснованием работы грунта в составе земляных сооружений занимались за рубежом: Seed H.B., Harder L.F., Vaid Y.R., Thomas J., Kokusho T., Tanaka Y., Shannon W.L., Diletrich R.J., Rayatama L., Fukui F., Burland J.B., Абелев М.Ю., Герсеванов Н.М., Маслов Н.Н., Флорин В.А., Гольдштейн М.Н., Денисов Д.Я., Крутов В.И., Иванов П.Л., Мусаэлян А.А., Мавлянов Г.А., Зехниев Ф.Ф., Ахмедов Д.Д., Рузиев А.Р., Григорян А.А., Осипов В.И., Абрамова Т.Т., Вознесенский Е.А., Эйслер Л.А., Шкицкий Ю.П. и др.

В нашей республике исследованием проблем оснований сооружений на сыпучих грунтах, возведения инженерных сооружений из таких грунтов,

сейсмической прочности слабых грунтов, взаимодействия разных сооружений с грунтовой средой и другими практически важными вопросами занимались: Рашидов Т.Р., Абдуллабеков Қ.Н., Хожметов Г.Х., Расулов Х.З., Хасанов А.З., Садыков А.Х., Шерматов М.Ш., Джураев А., Султанов К.С., Мажидов И.У., Марданов Б.М., Каюмов А., Частоедов Ю.Н. и др.

В указанных исследованиях недостаточно изучены прочностные свойства связных грунтов под воздействием землетрясений, устойчивость и деформация основания сооружений на таких грунтах. Исходя из этого, настоящее исследование посвящено разработке научно-технических решений учета остаточной деформации в грунтовой толще при землетрясении, расчету несущей способности оснований в сейсмических районах и назначения глубины заложения фундаментов и т.п.

Взаимосвязь диссертационного исследования с планами НИИ вуза, где выполнена диссертация. Настоящее диссертационное исследование выполнено согласно плану научно-исследовательских работ: ТАСИ №23 «Совершенствование методов расчета и проектирования сейсмически устойчивых оснований и фундаментов на увлажненных лёссовых грунтах» (2008-2016) и в рамках проектов: № 16.3 «Разработка новых моделей расчета сейсмостойких конструктивных систем зданий, сооружений и фундаментов, а также создание алгоритмов совершенствования, программ расчёта» (2008-2010), №4 ОТ-Ф4-75 «Разработка метода оценки несущей способности основания сооружений с учетом изменения свойств лёссовых грунтов под воздействием сильных землетрясений» (2017-2020).

Цель исследования заключается в совершенствовании методов: оценки несущей способности основания сооружений и сеймопросадочной деформации лёссовых грунтов при воздействии сильных землетрясений.

Задачи исследования:

совершенствование существующих методов расчета и проектирования оснований сооружений в сейсмических районах;

совершенствование методов оценки сейсмической прочности и деформаций грунтов;

разработка экспериментального метода по определению факторов, влияющих на порог сеймопросадочности и модуля сеймопросадки;

совершенствование методов расчета несущей способности основания и сеймопросадочной деформации сооружений с учетом сейсмических воздействий;

разработка нормативного документа по расчету, проектированию и возведению оснований и фундаментов в сейсмических районах.

Объектом исследования являются широко распространённые на территории республики и представленные различными физико-механическими свойствами лёссовые грунты.

Предмет исследования – исследования по определению несущей способности лёссовых оснований, сеймопросадочной деформации грунта и критерия сеймопрочности основания при сильных землетрясениях.

Методы исследования. В исследованиях применены системный анализ, фундаментальные законы и правила строительной механики, механики грунтов и высшей математики, математическое планирование эксперимента, графоаналитические методы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработан метод критерия сейсмоустойчивости лёссовых грунтов в основании сооружений – «порог сеймопросадочности» с учетом прочностных показателей грунта и силы динамического воздействия;

на базе изучения сжимаемости лёсса при сейсмических воздействиях разработан метод «модуля сеймопросадки», представляемого относительную деформацию грунта;

усовершенствован метод проведения динамических исследований над увлажненными лёссовыми грунтами с учетом изменения связности грунта;

усовершенствован метод определения безопасной нагрузки на основание сооружений с учетом сил инерции при колебаниях;

усовершенствован метод определения остаточной деформации за счет использования методики «послойного суммирования» и учета инерционной силы при сотрясениях.

Практические результаты исследования заключаются:

в усовершенствовании метода определения сейсмической прочности лёссовых грунтов с учетом показателей сопротивления их сдвигу;

в разработке метода определения остаточной деформации основания, возникающей в лёссовых грунтах при сильных землетрясениях, с помощью модуля сеймопросадки грунта;

в усовершенствовании метода несущей способности основания сооружений за счет учета инерционных сил, возникающих в грунте в условиях колебаний;

Достоверность результатов исследования обосновывается возможностью вибрационной установки провести испытания одновременно над четырьмя идентичными образцами грунта, применением метода математической статистики, сопоставлением результатов исследований с результатами опытов других специалистов, сравнением теоретических выводов с результатами экспериментальных исследований с помощью анализа.

Научное и практическое значение результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке нового, усовершенствованного теоретико-экспериментального метода определения прочностных и деформационных характеристик грунтов при сейсмических воздействиях, в возможности достоверного определения показателей грунта в основе уточненных значений его сейсмической деформации, в установлении условий использования законов механики грунтов в динамических исследованиях свойств грунта, в разработке усовершенствованного метода определения сеймопросадочной деформации грунта.

Практическая значимость работы заключается в полученных результатах, позволяющих реально определить области применения различных теорий прочности и сейсмостойкости сооружений в основаниях и фундаментах, выявлять механизмы образования сейсмических деформаций и их значений, а также дают возможность использования их в расчетах оснований и фундаментов сооружений на прочность, сейсмостойкость и долговечность.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов исследования сейсмопросадочной деформации лёсса и несущей способности основания зданий и сооружений:

усовершенствованный метод расчета несущей способности оснований зданий и сооружений в сейсмических районах внедрен в МЧЖ «Қишлоқ қурилиш лойиха» Министерства строительства республики при строительстве завода по выпуску металлоконструкций и горячего оцинкования в Бектемирском районе г. Ташкента (Справка Государственного комитета по архитектуре и строительству РУз за № 2346^а / 30-01 от 2 апреля 2018 г.). В результате достигнута возможность расширения обеспечения сейсмической устойчивости зданий и гидротехнических сооружений;

методы критерия сейсмостойкости оснований сооружений и оценки сейсмодифформации грунта использованы при проектировании животноводческого комплекса на 1000 крупнорогатого скота в районе Мирзобод Сирдарынской области (Справка Государственного комитета по архитектуре и строительству РУз за № 2346^а / 30-01 от 2 апреля 2018 г.). В результате достигнута требуемая плотность и влажность грунта для обеспечения сейсмической прочности основания комплекса;

экспериментальные методы определения порога сейсмопросадочности и модуля сейсмопросадки применены при строительстве рыночного комплекса в городе Даштабад Зааминского района Джизакской области (Справка Государственного комитета по архитектуре и строительству РУз за № 2346^а / 30-01 от 2 апреля 2018 г.). В результате использования экспериментальных методов порога сейсмопросадочности и модуля сейсмопросадки увлажненных лёссов достигнуто обеспечение общей устойчивости комплекса;

методы безопасной нагрузки на основание и определения сейсмопросадочной деформации основания при проектировании и строительстве одноэтажных жилых домов на поселке Бузчиен Попского района Наманганской области. (Справка Государственного комитета по архитектуре и строительству РУз за № 2346^а / 30-01 от 2 апреля 2018 г.). В результате внедрения уточнены нагрузка на основание и остаточная деформация грунта при сейсмических воздействиях на жилые дома.

метод обеспечения сейсмической устойчивости основания путем заглубления подошвы фундамента внедрён при ремонте спортивного комплекса «Камолот» (Справка Государственного комитета по архитектуре и

строительству РУз за № 2346^а / 30-01 от 2 апреля 2018 г.). В результате обеспечена сейсмическая устойчивость комплекса;

методы «глубина заложения фундаментов в сейсмических районах», «оценки устойчивости основания» и «учет сейсмопросадочной деформации грунта» использованы в пункте 10 «Основы проектирования оснований сооружений в сейсмических районах» раздела 1.01.03 «Основания зданий и сооружений» в переработанном нормативном документе «Строительные нормы и правила (КМК)» (Справка Государственного комитета по архитектуре и строительству РУз за № 2346^а / 30-01 от 2 апреля 2018г). В результате обеспечена сейсмостойкость сооружений за счет повышения сейсмопрочности лёссовых грунтов в их основании.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования апробированы на 8 международных (в т.ч. 4 зарубежных) и 15 республиканских научно–технических и научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации всего опубликовано 42 научные работы. Из них 14 научных статей, в том числе 12 в республиканских и 2 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов. Издана 1 монография.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы, приложений. Объем диссертации составляет 184 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, объект исследования, показано соответствие темы диссертации приоритетным направлениям развитие науки и технологий Республики Узбекистан. Изложена научная новизна и практическая значимость результатов, обоснована достоверность полученных результатов. Приведены сведения о внедрении, а также информация по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние расчета и проектирования оснований и фундаментов в сейсмических районах**» приведен аналитический обзор современного состояния проектирования и возведения оснований сооружений в сейсмических районах;

Выдвигается гипотеза о том, что деформация в виде наклона, опрокидывания, искривления сооружений во время землетрясений при сохранности их надземной части, это явный признак сейсмопросадки их оснований.

Если основания здания будут устойчивыми к ожидаемому сотрясению, то с опасностью подземных толчков по отношению к сейсмопросадочной деформации будет покончено. Этого было достаточно, так как страшно не трясение земли само по себе, а те разрушения сооружений из-за

сейсмопросадочной деформации грунтов основания, которые могут вызвать и тем самым создать опасность для жизни людей и сохранения материальных ценностей.

Современное проектирование сейсмостойких зданий нельзя считать совершенным, так как в нем внимание в основном уделяется надземной части зданий, считая при этом, что они возводятся на упруго деформируемом основании.

Это положение получило свое отражение в пункте 3.1.6 КМК 2.01.03-96 где гласится: «Проектирование оснований зданий и сооружений для строительства в сейсмических районах следует производить в соответствии с требованиями КМК 2.02.01-98 «Основания зданий и сооружений».

В свою очередь КМК 2.02.01-98 «Основания зданий и сооружений» рекомендует произвести расчет по первому предельному состоянию, т.е по несущей способности упруго-деформируемого основания (пункт 2.3).

Такое положение часто не соответствует реальности, т.к. в нем не учитываются неизбежные остаточные деформации грунтов, в особенности, когда в основании залегают слабые их разновидности.

Такой подход к проектированию сейсмостойких сооружений без учета сейсмопросадочной деформации грунта оснований в большинстве случаев на практике себя не оправдывает. Для подтверждения этого приводится анализ последствий землетрясений, прошедшие в последние годы на планете, где видна явная роль сейсмопросадочной деформации грунта оснований в повреждениях зданий и сооружений.

Одним из разновидностей слабых в сейсмическом отношении грунтов, широко распространенных в нашей республике, являются лессы, характеризующиеся специфическими особенностями, как в статических, так и сейсмических на них воздействиях. Эти грунты, различные по своей природе при отсутствии замачивания и сотрясения, обладают значительной структурной прочностью и могут служить хорошим основанием. Однако изменение указанных условий приводит к резкому ослаблению их структурных связей и к значительным просадкам.

При сотрясении, в результате потери связности, они способны давать значительные деформации, проявляющиеся в форме сейсмопросадок, опасных для возводимых сооружений.

Весьма важны показатели прочности рассматриваемых грунтов при их замачивании в процессе просадки. Так, в этом случае при нагрузке порядка $P=3,0 \cdot 10^5$ Па угол внутреннего трения изменяется от 14 до 19 градусов, а сцепления в пределах от 0,05 до $3,0 \cdot 10^5$ Па.

Сейсмопосадка может происходить при воздействии на грунт динамической нагрузки, в условиях воздействия внешней нагрузки или же собственного веса самого грунта. При этом наибольшие сейсмопросадки сооружений будут при одновременном замачивании и сотрясении. Из-за малой глинистости лессовых грунтов и высокой их пылеватости, действующие в них водно-коллоидные связи, обуславливающие их

связность, относительно слабы – проявляются они лишь при низкой влажности грунта.

В процессе колебания грунта цементирующие его связи в виде структурного сцепления нарушаются, в определенных условиях, может снижаться до нуля. Одновременно резко падают пластичная связность грунта и действующие в нем силы трения. При обильном увлажнении лесса его угол внутреннего трения резко снижается (до 10-12 градусов). Соответственно снижается и сопротивляемость сдвигу и, как следствие, прочность и несущая способность грунта. Под воздействием динамической нагрузки лесс резко уплотняется, пористость его уменьшается и в процессе этого сооружение получает дополнительную сейсмическую осадку (сейсмопросадку).

Для рассматриваемого случая наименее надежны те лессы, которые по тем или иным причинам могут быть замочены в период работы сооружения.

Во второй главе диссертации «Прогноз сейсмопросадочной деформации лессовых грунтов» разработаны критерий динамической устойчивости лесса - **порог сейсмопросадочности** и метод оценки сейсмопросадочной деформации грунта – **модуль сейсмопросадки**.

Возникновение сейсмопросадочной деформации вследствие нарушения структурной прочности увлажненной лессовой толщи при динамическом воздействии происходит далеко не во всех случаях и с разной степенью интенсивности. Значительную роль при этом принадлежит интенсивности самого сейсмического воздействия. С другой стороны, немаловажное значение может иметь также природное состояние плотности-влажности грунта. Очевидно, чем выше прочность грунта, тем меньшим по величине оказывается расчетное ускорение, вызывающее сейсмопросадочную деформацию толщи.

Принцип сопоставления двух сил: сопротивления (прочность грунта) и воздействия (сейсмические силы) положен в основу разработки критерия сейсмической устойчивости (порог сейсмопросадочности) грунта.

Порог сейсмопросадочности (α_{lim}) как некоторое предельное ускорение, которое погашается внутри грунтовой толщи силами действующих в ней сопротивлений и в первую очередь, как показал анализ, силами сцепления

(c_w) и внутреннего трения (φ_w), т.е:

$$\alpha_{lim} = \xi(\sigma_d \operatorname{tg} \varphi_w + c_w), \quad (1)$$

где ξ - параметр, связанный со свойством и состоянием грунта, а также характером динамического режима; σ_d - динамическое нормальное напряжение от веса грунта, лежащего выше рассматриваемого горизонта и веса сооружений;

При этом условии порог сейсмопросадочности рассматривается как некоторое ускорение, ниже которого структура грунта не нарушается и сейсмопросадочная деформация не происходит.

Учитывая весьма разнообразные прочностные свойства грунтов (сцепления, угол трения и т.п.) и зависимость их от природного состояния

(плотности, влажности, консистенции, крупности частиц, величина нормального напряжения, глубина рассматриваемого горизонта и т.п.), самым надежным способом определения порога сеймопросадочности является определение его значения путем лабораторных исследований для каждого конкретного случая. В связи с этим предложена методика экспериментального определения его величины на виброкомпрессионном приборе.

Сеймопросадочная деформация лессов, происходящих при их сотрясении проще всего и нагляднее может изображаться через показатель относительной деформации. При выражении этой величины в промилле мы будем оперировать модулем сеймопросадки, который соответствует осадке в миллиметрах метрового пласта грунта при его сотрясении под нагрузкой.

Степень сеймопросадки различна для разновидностей лесса, как и прочих из класса глинистых, определяется их составом и состоянием.

При выражении модуля сеймопросадки в промилле мы будем оперировать модулем сеймопросадки, который соответствует осадке в миллиметрах метрового пласта грунта при его сотрясении под нагрузкой P :

$$e_p^c = 1000 \frac{\Delta h}{h}, \quad (2)$$

где Δh - абсолютная величина уплотнения образца грунта при сотрясении; h - начальная высота образца грунта, обжатого без возможности бокового расширения давлением P .

Показатель e_p^c имеет определенный инженерный смысл и весьма прост в расчетах. Допустим в качестве примера, что $e_3^{2000} = 20$ мм. Отсюда следует, что метровый слой определенного грунта при приложении к нему вибрации с ускорением $\alpha = 2000 \text{ mm/c}^2$ под нагрузкой $P = 3,0 \cdot 10^5$ Па дает сеймопросадку в 20 мм.

В третьей главе диссертации «Экспериментальная основа определения порога сеймопросадочности и модуля сеймопросадки» приведены сведения о 17 разновидностей лессовых грунтов, подверженных исследованию, методика и техника экспериментальных исследований; результаты опытов по выяснению факторов, влияющих на порог сеймопросадочности α_{lim} и модуль сеймопросадки грунта e_p^c .

Для исследования использованы грунты с различными генетическими свойствами, отобранные из г. Ташкента, Ташкентской, Кашкадарьинской и др. областей, которые отвечают всему набору признаков лессов. Эти территории покрыты лессовой породой, толщиной в пределах 1-30 и более метров, в зависимости от геоморфологических происхождений. Грунты по генетическим признакам относятся к делювиально-пролювиальным и аллювиальным, представлены пылеватыми суглинками и супесями, реже глинами. Прочностные показатели следующие: угол внутреннего трения от 24^0 до 28^0 , общее сцепление изменяется в пределах от 0 до $0,40 \cdot 10^5$ Па.

Экспериментальные исследования проводились на вибрационной установке системы ТАСИ. Характерной особенностью этой установки является режим колебания, позволяющий проводить опыты при заданном ускорении, за счет изменения амплитуды колебания при постоянном значении частоты, принимаемой близкой к частоте сейсмического проявления (1-10 Гц). Применительно к целевому назначению исследований, основные опыты проводились при частотах 2-10 Гц и амплитуде в пределах 0,05 - 8,0 мм при соответствующих ускорениях колебательного движения 0,005- 0,8 g, что соответствует сейсмическим ускорениям от 6 до 10 баллов.

Экспериментальное определение порога сеймопросадочности α_{lim} и модуля сеймопросадки e_p^c производится на одном и том же опыте по следующей методике.

Грунт с заданной плотностью и влажностью загружается в опытный сосуд вибрационной установки, который оснащается соответствующими измерительными приборами (репера, индикаторы и т.д.). Уточняется начальная плотность грунта (n). Затем вибрирующая плита, начиная с малой величины подвергается колебанию.

Производится непрерывное наблюдение за индикаторами, установленными на верху стержней поверхностных и глубинных реперов. Фиксируется момент начала движения стрелки индикатора и соответствующее к нему ускорение колебания, что и принимается за порог сеймопросадочности для данного грунта в его данном состоянии. Далее, наблюдение продолжается за движениями реперов, фиксируя при этом процесс осадки грунта до ее затухания, по которой определяются величина модуля сеймопросадки.

В зависимости от требования к состоянию грунта (нарушенная или ненарушенная структура) в качестве опытного сосуда используются различные его формы и высоты.

Репера представляют собой тонкую перфорированную пластинку, к середине которой завинчен алюминиевый стержень, на другом конце стержня имеется небольшое заглубление для установки ножки индикатора. Замер производился индикатором часового типа с точностью 0,01 мм

Большая площадь вибрационной плиты позволяла установить на ней одновременно до 4 компрессионных приборов с грунтами, что является важным для сопоставления результатов проводимых опытов.

В процессе опытов производились контрольные измерения: интенсивности динамического воздействия; высоты образца до, в процессе и после сотрясения; изменения пористости грунта до и после опыта; порога сеймопросадочности грунта.

В общей сложности были проведены более 600 опытов, обработка результатов которых производилась с помощью метода математической статистики для установления осредненного значения сопротивления сдвигу глинистых пород.

При проведении исследований по изучению порога сейсмопросадочности было уделено основное внимание на следующие факторы: сцепление грунта, угла внутреннего трения, влажности грунта, глубине толщ, собственному весу грунта и внешней нагрузка на грунт.

Установлено, что порог сейсмопросадочности лесса (α_{lim}) возрастает по мере повышения значения сцепления (рис.1) и заглубления в толщу грунта (рис.2), что вытекает из характера линейной зависимости собственного веса грунта, нормального напряжения от веса сооружений (рис.3).

Выявлено, что однородный лесс всегда менее устойчив в динамическом отношении, чем разнородный состав. Наличие глинистых частиц в составе грунта благотворно влияет на его прочность и сейсмостойчивость.

Установлено, что нарушение структуры и возникновение сейсмопросадочной деформации лессов имеют место в случае соблюдения следующих условий:

а) рыхлое сложение частиц, при котором плотность грунта до начала сотрясения, вызывающего нарушение его структуры, была бы больше плотности, достигаемой после уплотнения под данным воздействием;

б) интенсивность сотрясения, выражающаяся в виде ускорения, должна быть больше величины порога сейсмопросадочности, определяемого прочностными характеристиками лесса;

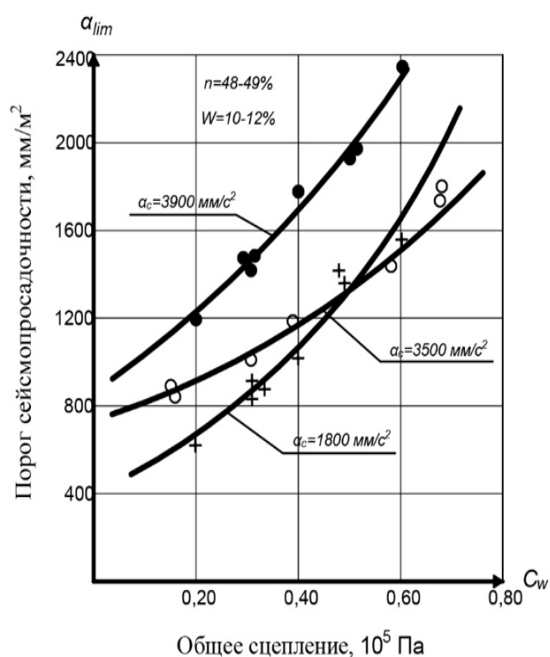


Рис 1. Зависимость порога сейсмопросадочности от сцепления грунта в условиях колебаний

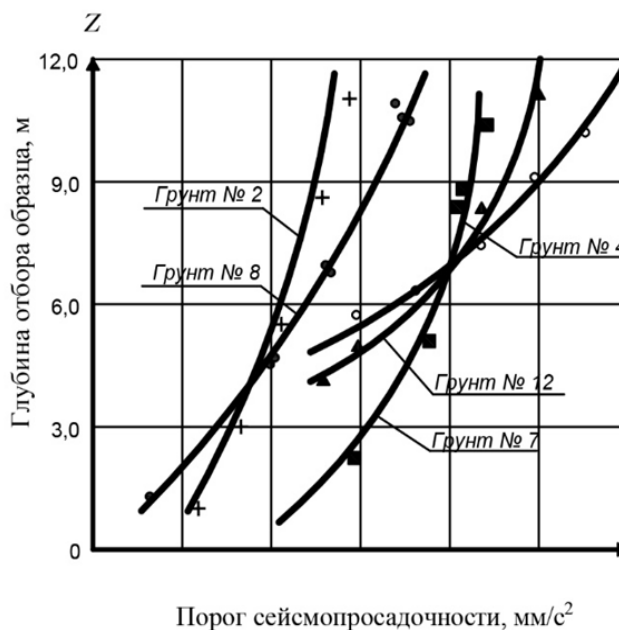


Рис 2. Изменения порога сейсмопросадочности по глубине толщ для разных грунтов.

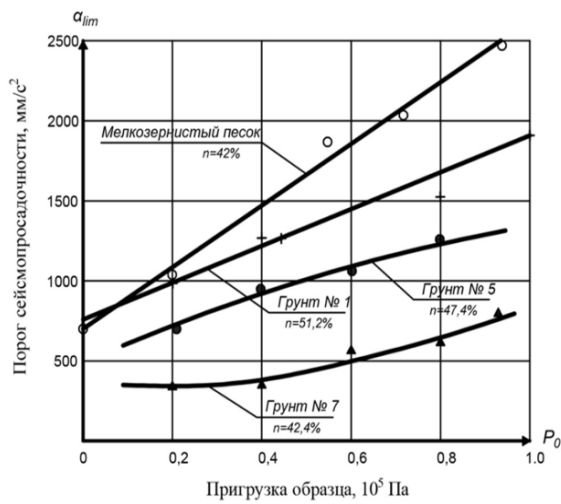


Рис 3. Любое нагружение поверхности грунта способствует возрастанию порога сейсмостойкости

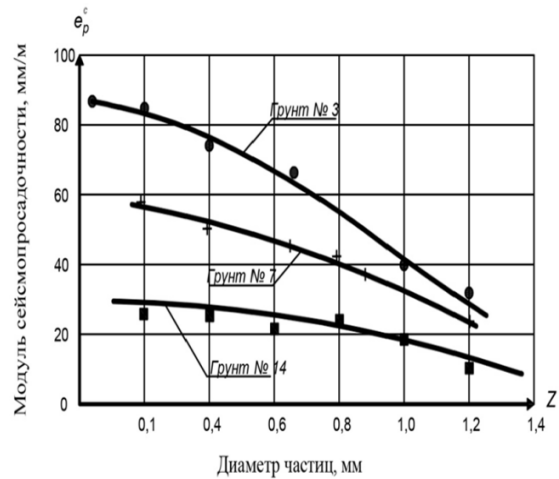


Рис 4. Зависимость модуля сейсмостойкости от крупности грунтовых частиц.

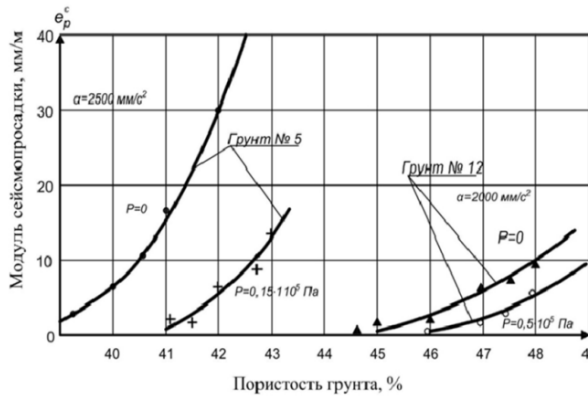


Рис 5. Влияние внешней нагрузки на значения модуля сейсмостойкости при различных плотностях лесса.

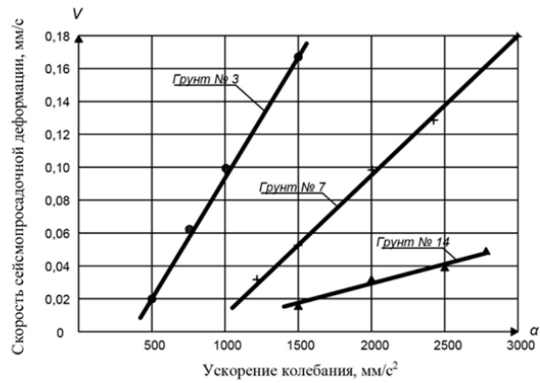


Рис 6. Линейная зависимость между скоростью сейсмостойкостной деформации лесса и ускорением колебаний.

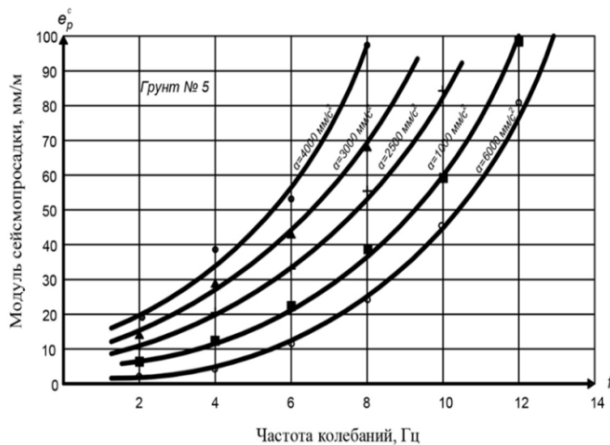


Рис 7. Влияние частоты колебаний на значение модуля сейсмостойкости

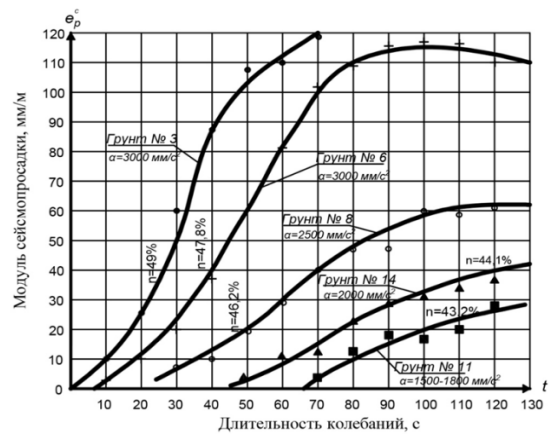


Рис 8. Характер изменения модуля сейсмостойкости лессов от длительности колебаний при различных колебаниях.

Обнаружено также, что пригрузка толщи (нормальное сжимающее напряжение) оказывает благотворную роль в обеспечении сейсмостойкости колеблющегося лесса.

Сеймопросадочная деформация лессов является результатом весьма сложных процессов, протекающих в толще грунта, которые нельзя оценить по отдельным показателям, например по пористости или влажности и т.п. Деформация грунта при сотрясении оказывается связанной с неустойчивой его структурой, которая выражается характерной для таких грунтов слабой связностью структурных элементов.

Модуль сеймопросадки e_p^c увеличивается с уменьшением размера частиц (рис.4) и при малых плотностях грунта (рис.5), воздействием на грунт колебаний с повышенным ускорением (рис.6). Увеличение значения модуля сеймопросадки лесса (e_p^c) происходит также при колебаниях с высокой частотой (рис.7) и продолжением длительности сотрясения (рис.8). Модуль сеймопросадки уменьшается с глубиной толщ, что является следствием повышения значения общего сцепления и трения в глубоких горизонтах, а также влияния веса вышележащей толщ грунта.

В четвертой главе диссертации «Расчет оснований сооружений на увлажненных лессовых грунтах в сейсмических районах» изложены основные положения разработанных методов определения безопасной нагрузки на основание с учетом инерционной силы, возникающей при колебании грунта и прогноза сеймопросадочной деформации основания.

В основе предлагаемого метода определения безопасной нагрузки на грунт положено требование о не допущении образования пластических зон под фундаментом. Такое требование к определению безопасной нагрузки основывается соблюдением условия: $\alpha_{lim} > \alpha_c$ (где α_{lim} , α_c – соответственно порог сеймопросадочности и максимальное сейсмическое ускорение колебания грунта).

В соответствии с этим, безопасная нагрузка на основание в сейсмических районах предлагается определить по формуле:

$$P_{без}^c = \frac{\pi \gamma_{cp} (h_{\phi} + \frac{c_v}{\gamma_{cp} \tan \varphi})}{(1 + k_c e^{i\omega t}) (\text{ctg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2})}, \quad (3)$$

где $P_{без}^c$ – предельно безопасная нагрузка на основание (расчетное сопротивление грунта); γ_{cp} – осредненная плотность грунта; $h_{зал}$ – глубина заложения фундамента; c_v – сцепление грунта; φ – угол внутреннего трения грунта; k_c – коэффициент сейсмичности; ω – круговая частота; t – время.

Задача по прогнозу сеймопросадки сооружений – это задача по прогнозу деформации грунтов основания и осадка его поверхности под воздействием приложенных к ней динамических нагрузок.

В рассматриваемых условиях задача связывается с деформацией толщ в результате уплотнения слагающих ее пластов грунта под влиянием сейсмических напряжений, возникающих в толще при ее сотрясении в условиях воздействия давлений p_z, p_x, p_y от веса сооружений.

Предложенный метод прогноза сейсмопросадки сооружений, основанный на непосредственном использовании виброкомпрессионной кривой конкретного грунта основывается на выражении:

$$\eta_{np}^c = e_{p-общ} \cdot h_i, \quad (4)$$

где η_{np}^c - сейсмопросадка грунта в пределах активной зоны основания; h_i - толщина элементарного слоя; $e_{p-общ}$ - модуль общей деформации грунта.

При учете веса самой толщи и порога сейсмопросадочности величина давления, вызывающего сейсмопросадку грунта определяется:

$$p_{общ} = (p_z + p_{np})k_c \cdot e^{i\alpha} - p_{lim}, \quad (5)$$

где p_{lim} - порог сейсмопросадочности, выраженный в напряжениях

Использование в рассматриваемых целях виброкомпрессионной кривой автоматически учитывает зависимость модуля сжатия от динамической нагрузки, исключая при этом пересчеты величин деформации грунта под нагрузкой на значения коэффициента пористости, как это делается в других аналогичных статических методах.

В пятой главе диссертации «Выводы диссертации в практике строительства» приведены «Указания для решения практических задач по расчету оснований сооружений в сейсмических районах», которые включают основные требования к определениям порога сейсмопросадочности, модуля сейсмопросадки, безопасной нагрузке (расчетному сопротивлению грунта) и сейсмопросадочной деформации оснований сооружений.

Практическое использование предложенных методов расчета безопасной нагрузки на основание и сейсмопросадочной деформации грунта показаны в решениях задач на основе данных конкретных площадок.

В качестве мероприятия повышения несущей способности основания в сейсмических районах предлагается способ увеличения глубины заложения фундамента, позволяющего простейшими средствами в значительной мере снять опасность сейсмопросадочной деформации сооружений, возводимых на лессовых грунтах. Целесообразность увеличения заглубления фундаментов как антисейсмопросадочного мероприятия определяется следующими факторами: повышением порога сейсмопросадочности и понижением модуля сейсмопросадки лессовых грунтов на более глубоких горизонтах толщи; уменьшением величины безопасной нагрузки на основание у подошвы фундамента; уменьшением глубины остающейся под фундаментом толщи лессовых грунтов и т.п.

Произведены сравнительные показатели стоимости различных антисейсмопросадочных мероприятий на 1м^3 объема работ нулевого цикла, по которым следует, что предлагаемый метод на много дешевле относительно других мероприятий, в настоящее время используемых в строительстве с иным назначением. Это способствует к выводу о том, что с

увеличением глубины заложения фундаментов здания до 6,0 – 6,5м не только уменьшается стоимость сооружения в условиях обеспечения его устойчивости в связи со снятием возможности проявления деформации сейсмопросадки, но одновременно обеспечивается возможность устройства высоких подвальных помещений, столь необходимых для цивилизованных городов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации доктора наук ((Dsc) на тему “Сейсмопросадочная деформация увлажненных лессови оценка устойчивости оснований” представлены следующие выводы:

1. Требования КМК 2.01.03-96 и КМК 2.02.01-98 к расчету и проектированию оснований, сложенных из грунтов III категорий в сейсмических районах являются недостаточной, т.к в них отсутствуют учет неизбежной деформации (сейсмопросадка) грунта при колебании земли.

Учёт совершенственного метода определения несущей способности основания способствует повышению сейсмостойкости сооружений.

2. Любая горизонтальная трещина на стенах это признак осадки основания, а деформация в виде неравномерного оседания, наклона, искривления и опрокидывания при сохранности надземной части сооружения, происходящая при землетрясениях явный признак сейсмопросадки их основания, что свидетельствует о снижении несущей способности о снижений и развитии сейсмопросадочной деформации грунта.

3. Лессовые макропористые грунты, обладающие свойством сейсмопросадки при сотрясении, следует отнести к наименее устойчивым в сейсмическом отношении грунтам. Сказанное подтверждается сравнительно легко нарушением структуры лессов и снижением их прочностных свойств (связность, сил внутреннего трения) при соответствующих сотрясениях, что способствует уменьшению сопротивляемости сдвигу и, как следствие, прочности и несущей способности основания.

4. Порог сейсмопросадочности α_{lim} и модуль сейсмопросадки e_p^c являются основными показателями сейсмопросадочной деформации грунта.

5. Порог сейсмопрочности α_{lim} представляет собой сопротивление грунта сейсмическим воздействиям и обуславливается прочностными свойствами грунта, такими как: сил сцепления (c_w) и внутреннего трения (φ_w), а также нормальными сжимающими напряжениями от веса сооружений и глубиной толщи. При этом порог сейсмопросадочности следует рассмотреть как критерий динамического сопротивления лесса, ниже которого структура грунта не нарушается и сейсмопросадочная деформация грунта не происходит.

6. Сейсмопросадочная деформация лесса является результатом весьма сложных процессов, протекающих в толще грунта, которые нельзя оценить по отдельным показателям, например по пористости или влажности и т.п. Деформация лесса при сотрясении связана с неустойчивой его структурой, которая выражается характерной для таких грунтов слабой связностью структурных элементов.

7. Модуль сейсмопросадки e_p^c представляет собой относительное уплотнение грунта под действием сотрясения. Проведенные многочисленные экспериментальные исследования по выяснению параметров, влияющих на модуль сейсмопросадки показали, что его величина увеличивается с разнородностью состава грунта и количеством глинистых частиц; повышением плотности грунта и нормальных напряжений; возрастанием ускорения и высокочастотных колебаний.

8. В связи с значительным разнообразием природной структуры лесса и резкой изменчивостью его прочностных и деформационных свойств и с целью получения наиболее обоснованных значений порога сейсмопросадочности и модуля сейсмопросадки рекомендуется определить их экспериментально, путем проведения простых испытаний на виброкомпрессионном приборе.

9. Предложен метод определения безопасной нагрузки на основе (расчетное сопротивление грунта) с учетом воздействия сейсмических инерционных сил. Во избежание нежелательных последствий, связанных с сейсмопросадочной деформацией основания в основе метода положено требование о не допущении образования пластических зон под фундаментной зоне.

10. Предложен метод прогноза сейсмопросадки оснований сооружений на основе виброкомпрессионной кривой в виде зависимости относительной деформации грунта от нормального напряжения. Использование в рассматриваемых целях виброкомпрессионной кривой автоматически учитывает зависимость модуля сжатия от динамических нагрузок, исключая при этом дополнительные пересчеты величин деформации образцов под нагрузкой на значения коэффициента пористости, как это делается в других аналогичных методах.

11. Разработаны указания для учета сейсмопросадочных деформаций увлажненных лессов при проектировании и строительстве сооружений в сейсмических районах, согласно которым решение проблемы исходит из рассмотрения соотношений максимального значения ожидаемого сейсмического ускорения (α_c), свойственного для данного района и порога сейсмопросадочности (α_{lim}) грунта конкретной строительной площадки.

12. В случаях, когда значение сейсмического ускорения α_c будет больше порога сейсмопросадочности α_{lim} , то есть в условиях $\alpha_{сейсм} > \alpha_{lim}$ следует пользоваться техническими мероприятиями, направленными на повышение

величины порога сейсмостойкости грунта. В качестве антисейсмостойкого мероприятия предлагается метод заглубления подошвы фундамента, отличающийся своей простотой, дешевизной и не требующий специальных оборудований при пользовании.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.27.06.2017.T.09.01 AT TASHKENT INSTITUTE OF DESIGN,
CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF AUTOMOTIVE ROADS
AND TURIN POLYTECHNICAL UNIVERSITY IN TASHKENT**

TASHKENT ARCHITECTURALLY-BUILDING INSTITUTE

RASULOV RUSTAM KHAYATOVICH

**SEISMIC SUBSTANCE DEFORMATION OF THE HUMIDIFIED LOESS
AND ESTIMATION OF STABILITY OF THE BASES**

**05.09.02 - Bases, foundations and underground constructions.
Bridges and transport tunnels. Roads, subways**

**DISSERTATION ABSTRACT
OF SCIENCES (DSc) IN TECHNICS**

Tashkent-2018

The subject of doctoral dissertation is registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan № B2018.4.DSc/T131

The doctoral dissertation was carried out in Tashkent architecturally - building institute

Abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is placed on web - page of Scientific Council at the address (www.tayi.uz) and information –educational portal «ZiyoNet» at the address (www.ziynet.uz).

Scientific consultant:

Madjidov Inom Urishevich

doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Abdullabekov Kharbay Nasirbekovich

doctor of physical and mathematical sciences, professor, academic

Khasanov Askar Zabiyeovich

doctor of technical sciences, professor

Mardonov Botir Mardonovich

doctor of physical and mathematical sciences, professor

**Leading organization
Stability of constructions**

Institute of mechanics and seismic

The defense of the dissertation will take place on “ _____ ” _____ 2018 in _____ at _____ o'clock at the meeting of Scientific Council Awarding Scientific Degrees DSc.27.06.2017 T.09.01 at Tashkent Institute of Design, Construction and Maintenance of Automotive Roads and Turin Polytechnical University in Tashkent (Address: 100060, Tashkent, A.Temur street, 20. Phone: (99871) 232-14-79, e-mail: tadi info@edu.uz).

The dissertation is registered in the Information-resource centre (IRC) of Tashkent Institute of Design, Construction and Maintenance of Automotive Roads (registration number № _____). Address: 100060, Tashkent, A.Temur Street, 20. Phone: (99871) 232-14-79.

Abstract of the dissertation sent out on “ _____ ” _____ ” 2018
(mailing report № _____ on “ _____ ” _____ 2018)

A.A.Riskulov

Chairman of the Scientific Council for awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Docent

Kh.M.Mamarakhimov

Scientific secretary of Scientific Council for awarding scientific degrees, Candidate of Technical Sciences

A.A.Ishanhodjayev

Chairman of the academic seminar under the Scientific Council for awarding scientific degrees, Doctor of Technical Sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of DSc.thesis)

The aim of the research consists in perfection of methods: estimations of bearing ability of the basis of constructions and seismic subsidence deformations loess soils at influence of strong earthquakes.

Object of research is given to loess subsidence soils are widespread on the territories of the republic, which are characterized by various physic and mechanical properties.

The subject of research make researches by definition of bearing ability of the loess bases, subsidence deformations of a soil and criterion of dynamic stability (a threshold of a subsidence) of the basis at strong earthquakes.

Scientific novelty of research consists in the following:

The method of criterion of seismic-durability of a soil bases (a threshold seismic-stability) seism stability of loess in the basis of constructions - «a threshold» with the account strength indicators of a soil and force of dynamic influence is developed;

On the basis of studying of compressibility of loess at seismic influences the method «the module of seismic subsidence», a soil represented relative deformation is developed;

The method of carrying out of dynamic researches over humidified loess soils taking into account change of connectivity of a soil is improved;

The method of definition of safe loading on the basis of constructions taking into account forces of inertia is improved at fluctuations;

The method of definition of residual deformation at the expense of technique use «level-by-level summation» and the account of inertial force is improved at concussions.

Introduction results of research On the basis of scientific results of research seismic subsidence deformations of loess and bearing ability of the basis of buildings and constructions:

the advanced method of calculation of bearing ability of the bases of buildings and constructions in seismic areas is introduced objects of LLCs «Designing of rural building» the Ministries of building of Republic at factory building on release of hot galvanizing factory and manufacturing of metal structures on the Sholikor of Bektemir area (the Inquiry of the State committee on architecture and building Republic of Uzbekistan for № 2346^a / 30-01 from April, 2nd 2018y). Possibility of expansion of maintenance of seismic stability of buildings and hydraulic engineering constructions is as a result reached;

methods of criterion of seismodurability of the bases of constructions and an estimation of seismodeformation of a soil used at designing of a cattle-breeding complex on 1000 goals cattle in area Mirobod of Sirdarya region (the Inquiry of the State committee on architecture and building Republic of Uzbekistan for № 2346^a / 30-01 from April, 2nd 2018y). Demanded density and humidity of a soil for maintenance of seismic durability of the basis of a complex are As a result reached

Experimental methods of definition of a threshold seismic-stability and the module seismic substance are applied at building of a market complex in the city of Dashtabad of Zaamin area of the Dzhizak region (the Inquiry of the State committee on architecture and building Republic of Uzbekistan for № 2346^a / 30-01 from April, 2nd 2018y). As a result of use of experimental methods of a threshold c seismic-stability and the module substance the humidified loess it is reached maintenance of the general stability of a complex;

The Methods of safe loading on basis and definition of seismic threshold basis deformations in designing and building of one-stored apartment houses settlement Buzchien of Pop area of the Namangan region. (The inquiry of the State committee on architecture and building Republic of Uzbekistan for № 2346^a / 30-01 from April, 2nd 2018y.). As a result of introduction are specified loading on the basis and residual deformation of a soil at seismic influences on apartment houses.

the method of maintenance of seismic stability of the basis by depending base soles is introduced at repair of a sports complex «Camolot» (The inquiry of the State committee on architecture and building Republic of Uzbekistan for № 2346^a / 30-01 from April, 2nd 2018y.). Seismic stability of a complex is As a result provided;

methods «depth location the bases in seismic area, an estimation of stability of the basis "and" the account seismic threshold of a soil deformations» are used in point 10 «Bases of designing of the bases of constructions in seismic areas» section 1.01.03 "Of the Basis of buildings and constructions» in processed «Building norm and a rule (QMQ)» Republic of Uzbekistan (the Inquiry of the State committee on architecture and building Republic of Uzbekistan for № 2346^a / 30-01 from April, 2nd 2018y.). As a result provided-seismic stability of the constructions at the expense of increase in seismic durability loss soils in their bases.

The Publication of the results The main content of dissertation is published in 42 scientific works, including 2 in international magazines, 14 annotations in International and Republican Conferences. It is published also 1 monograph.

Structure and the volume of the dissertation The dissertation consists of an introduction, five chapters, general conclusions and recommendations, the list of references, which includes 164 names and appendices. It contains 184 pages of typewritten text including 61 figures and 13 tables.

НАШР ЭТИЛГАН ИШЛАР РЎЙЎАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I – бўлим

1. Расулов Х.З., Садиков А.Х., Расулов Р.Х. Оползень разжижения в лессовых склонах и откосах. (Монография). –Ташкент, Изд-во “CREDO PRINT”, 2014. – 172 с.

2. Rasulov R.Kh. Seismic subsidence deformation of moisturized loess.J. “European Science Review” March-April, Austria, Vienna, 2016. – 290-292 p. (05.00.00; № 3).

3. Rasulov R.Kh. Dept location of the foundations in seismic areas. J. “European Science Review” March-April, Austria, Vienna, 2016. – 293-294 p. (05.00.00; № 3).

4. Расулов Р.Х. Влияние влажности грунта и внешней пригрузки на величину модуля сейсмопросадки лесса . Ж. «Проблемы механики», Тошкент-2015, №1 с. 82 -84 (05.00.00; №6)

5. Расулов. Р.Х., Ташходжаев А.У. Зависимость порога сейсмопросадочности от прочности грунта. Ж. «Проблемы механики», Тошкент-2015, №1 с. 23 -26 (05.00.00; №6)

6.Расулов Р.Х. Влияние интенсивности и характера динамического воздействия на величину модуля сейсмопросадки лесса. // Журнал «Меъморчилик ва курилиш муаммолари». – Самарканд: Изд-во СамГАСИ, 2015. №1. – С.88-90 (05.00.00; №14).

7. Расулов Р.Х. Роль собственного веса грунта и внешней пригрузки в значение порога сейсмопросадочности лесса. Ж. «Архитектура. Строительство. Дизайн.» Тошкент-2015, №1. С. 49-51 (05.00.00; №4)

8. Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Галиева Д.Н.. Сцепление грунта как фактор снижающий модуль сейсмопросадки лесса. // Журнал «Меъморчилик ва курилиш муаммолари». – Самарканд: Изд-во СамГАСИ-2015, №2. – С.59-60 (05.00.00; №14).

9. Расулов Р.Х. Роль длительности колебаний в значении модуля сейсмопросадки лессовых грунтов. // Журнал «Меъморчилик ва курилиш муаммолари».– Самарканд: Изд-во СамГАСИ-2015, №2. – С.104-105 (05.00.00; №14).

10. Расулов Р.Х., Галиева В.Н., Дусатов Б.Э. Сейсмопросадочная деформация сооружений при различных глубинах заложения фундаментов в примерах. // Журнал «Меъморчилик ва курилиш муаммолари».–Самарканд: Изд-во СамГАСИ-2015, №3. – С.43-47 (05.00.00; №14).

11. Rasulov H.Z., RasulovR.H., TahxodjayevA.U.Tebbranma xarakat ta'siridagruntning siljishga qarshiligi. Ж. «Архитектура.Строительство.Дизайн.» Тошкент-2015, №2. С.39-42 (05.00.00; №4).

12. Мажидов И.У., Расулов Р.Х. Роль влажности в сеймопросадочной деформации лессовых грунтов. // Ж. «Меъморчилик ва курилиш муаммолари». – Самарканд: Изд-во СамГАСИ-2016, № 3 - С. 49-51 (05.00.00; №14).

13. Мажидов И.У., Расулов Р.Х. Изменение сеймопросадочной деформация лессов по глубине толщи в свете полевых исследований. // Ж. «Меъморчилик ва курилиш муаммолари». – Самарканд: Изд-во СамГАСИ-2016. № 2 - С. 78-81 (05.00.00; №14).

14. Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Тошхужаев А.У., Галиева Д.Н. Прочность увлажненных лессов при сотрясениях. // Ж. Архитектура. Строительство. Дизайн. – Ташкент: ТАСИ-2017, № 3-4. – С.119-123 (05.00.00; №4)

15. Rasulov H., Rasulov R., Tashxodjayev A., Umarov D. Zilzila talafotida zamin gruntlarining roli. // Ж. Архитектура. Строительство. Дизайн. – Ташкент: ТАСИ-2017. № 3-4. – С.123-129 (05.00.00; №4).

II – бўлим

16. Расулов Р.Х. Сеймопросадочная деформация лессов и методы ее определения // Журнал «Вестник КаздорНИИ» Алматы-2015. №1-2. – С. 64-70

17. Расулов Р.Х. Влияние гранулометрического состава и плотности грунта на величину модуля сеймопросадки лесса // Журнал «Вестник КаздорНИИ» Алматы-2015. №1-2. – С. 58-63.

18. Rasulov Kh., Rasulov R. Increment of seismicity of the building area depending on soil conditions. // Extended Abstracts of the 15th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Japan: Japanese Geotechnical Society, 2015. P.88.

19. Usmanxodjayev I.I., Tashxodjayev A.U., Rasulov R.H. Dept of the diluted zone in the loessial bases at seismic influences. // Extended Abstracts of the 15th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Japan: Japanese Geotechnical Society, 2015. P.90.

20. Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Усманходжаев И.И., Ташходжаев А.У. Критическое ускорение колебания грунта. // «Проблемы механики и строительства транспортных сооружений» Труды II-Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию академика Айталиева Ш.М. – Алматы-2015. – 132-136.

21. Расулов Р.Х., Ташходжаев А.У. Напряженное состояние грунтовой толщи при распространении в ней сейсмических волн. // «Проблемы механики и строительства транспортных сооружений» Труды II-Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию академика Айталиева Ш.М. – Алматы-2015. – 143-146.

22. Расулов Х.З., Расулов Р.Х. Определение разжижаемой зоны в склонах при сейсмическом колебании. // Труды юбилейной Международной научной конференции, посвященной 50-летию Института сейсмологии

им.Г.А.Мавлянова АН РУз,-Ташкент, Институт сейсмологии АН Уз. Октябрь, 2016. – С.573-576

23. Мажидов И.У., Расулов Р.Х. Ташходжаев А.У. Влияние прочности грунта на величину модуля сейсмопросадки лесса. // Труды Международной научно—технической конференции «Прочность конструкций, сейсмодинамика зданий и сооружений», -Ташкент: Институт Механики и сейсмостойкости сооружений,2016,12-14 сентябрь.-С.559-562

24.Мажидов И.У., Расулов Р.Х.Натурные исследования влияния динамической нагрузки на изменение плотности грунта// Труды юбилейной Международной научной конференции, посвященной 50-летию Института сейсмологии им.Г.А.Мавлянова АН РУз, -Ташкент, Институт сейсмологии АН Уз. Октябрь, 2016, -С.568-572.

25. Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Ташходжаев А.У. Прогноз сейсмопросадочной деформации лессовых грунтов. Международная научно-техническая конференция “Прочность конструкций, сейсмодинамика зданий и сооружений” -Ташкент, 12-14 сентября 2016. –С.563-565.

26. Расулов Р.Х. Натурные исследования сейсмопросадочной деформации лессовых грунтов. // Сборник докладов Международной научной конференции «Геофизические методы решения актуальных проблем современной сейсмологии»-Ташкент, Узбекистан, 15-16 октября 2018 г., -С.473-476.

27. Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Бабажанов М. Зилзила таъсирида иншоот заминига нисбатан хавфсиз юк микдорининг ўзгариши // “Курилишда геотехника масалаларининг замонавий усуллари ва технологияси” Респ. Илмий-амалий анжуман Материаллари. -Ташкент, ТАҚИ, 2014. –С.63-69.

28. Расулов Р.Х., Расулов С.А. Исследование факторов, влияющих на величину модуля сейсмопросадки лессовых грунтов. // “Курилишда геотехника масалаларининг замонавий усуллари ва технологияси” Респ. Илмий-амалий анжуман Материаллари. -Ташкент, ТАҚИ, 2014.-С.108-117.

29. Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Норматов М. Исследование факторов, влияющих на порог сейсмопросадочности грунта // “Курилишда геотехника масалаларининг замонавий усуллари ва технологияси” Респ. Илмий-амалий анжуман Материаллари. -Ташкент, ТАҚИ, 2014.-С.92-99.

30. Расулов Р.Х. Пойдевор чуқурлиги ва иншоот турғунлиги. //”Геомеханика фанининг ютуқлари” мавзусидаги Республика илмий – амалий тадқиқот семинари материаллари. – Ташкент: ТАҚИ,2006.- С. 26-29.

31. Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Садыков А.Х. Порог сейсмопросадочности лессовых грунтов. // “Курилишда геотехника масалаларининг замонавий усуллари ва технологияси” Респ. Илмий-амалий анжуман Материаллари. -Ташкент, ТАҚИ, 2014. –С.56-63

32. Расулов Р.Х. Повышение порога сейсмопросадочности лесса путем заглубления фундамента // «Проблемы сейсмической опасности и риска в Узбекистане, обеспечение безопасности населения при землетрясениях»

Труды и тезисы Республиканской научно-практической конференции – Ташкент, 2015. – С. 23-25.

33. Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Жураев К. Зависимость модуля сейсмопросадки от влажности грунта. // «Проблемы сейсмической опасности и риска в Узбекистане, обеспечение безопасности населения при землетрясениях» Труды и тезисы Республиканской научно-практической конференции – Ташкент, 2015. – С. 30-33.

34. Расулов Х.З., Расулов Р.Х. Прогноз сейсмопросадочной деформации лессовых грунтов. // Ўзбекистонда геотехниканинг долзарб муаммолари ва уларнинг амалий ечимлари. Республика илмий - амалий анжуман материаллари (I – қисм). Тошкент архитектура қурилиш институти, 2016. -С. 29-34.

35. Мажидов И.У., Расулов Р.Х. Зависимость модуля сейсмопросадки лесса от гранулометрического состава и плотности грунта. // Ўзбекистонда геотехниканинг долзарб муаммолари ва уларнинг амалий ечимлари. Республика илмий - амалий анжуман материаллари (I – қисм). Тошкент архитектура қурилиш институти, 2016. – С. 34-39.

36. Расулов Р.Х., Нарбаев С.М., Расулов С., Юлдашев С. О значениях критического ускорения для разных грунтов. // Ўзбекистонда геотехниканинг долзарб муаммолари ва уларнинг амалий ечимлари. Республика илмий - амалий анжуман материаллари (I – қисм). Тошкент архитектура қурилиш институти, 2016. – С. 77-78.

37. Хожметов Г.Х., Rasulov R.X. Sochiluvchan gruntlardan barpo etilyvchi to'g'onning tebranma xarakat ta'siriga nisbatan turg'unligi. // “Ўзбекистонда геотехника муаммолари ва уларнинг замонавий ечимлари” . Республика илмий – амалий анжумани материаллари. -Тошкент: ТАҚИ, 2018, 16-17 апрель. - С.59 - 61.

38. Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Артққбаев Д.Ж. Порог сейсмопросадочности как критерий устойчивости структуры лессовых грунтов. // “Ўзбекистонда геотехника муаммолари ва уларнинг замонавий ечимлари” . Республика илмий – амалий анжумани материаллари. -Тошкент: ТАҚИ, 2018, 16-17 апрель. – С. 63 - 69.

39. Расулов Х.З., Расулов Р.Х. Сейсмик районларда грунтнинг ҳисобий қаршилиги. // “Ўзбекистонда геотехника муаммолари ва уларнинг замонавий ечимлари” . Республика илмий – амалий анжумани материаллари. -Тошкент: ТАҚИ, 2018, 16-17 апрель. – С. 63 - 76.

40. Хожметов Г.Х., Расулов Р.Х., Шерниязов Н. Сейсмик тўлқин таъсирида грунт қатламининг зўриқиши. // “Ўзбекистонда геотехника муаммолари ва уларнинг замонавий ечимлари” . Республика илмий – амалий анжумани материаллари. -Тошкент: ТАҚИ, 2018, 16-17 апрель. – С. 76 - 78.

41. Расулов Х.З., Расулов Р.Х., Артықбаев Д. Деформация увлажненных лессов при сейсмических воздействиях. // Сборник докладов для Республиканской научно-практической конференции на тему “Механика

деформируемых твердых тел”. – Тошкент: Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, 2018, 25 октября. – С.312-316.

42. Расулов Х.З., Расулов Р.Х. Прогноз сейсмопросадочной деформации увлажненных лессов. // Сборник докладов для Республиканской научно-практической конференции на тему “Механика деформируемых твердых тел”. – Тошкент: Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, 2018, 25 октября. – С.338-343.

Авторефератнинг ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги нусхалари « ТАЙИ
Хабарномаси» илмий-техник журнали тахририятида тахрирдан ўтказилди

Бичими 84x60¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси. Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи 2,5. Адади 100. Буюртма № 30.

«Тошкент кимё-технология институти» босмахонасида чоп этилди.
100011, Тошкент, Навоий кўчаси, 32-уй.

