

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.18/30.12.2019.Т.09.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

КАЮМОВ ДИЛШОД АБДУБАКИЕВИЧ

**ШЎРЛАНГАН ГРУНТЛИ ЙЎЛ ПОЙИ ИШЧИ ҚАТЛАМИНИНГ
ТАКРОРИЙ ЮКЛАМАЛАР ТАЪСИРИДА ҲИСОБИЙ
КЎРСАТКИЧЛАРИНИ АСОСЛАШ**

**05.09.02 - Асослар, пойдевор ва ер ости иншоотлари. Кўприklar ва
транспорт тоннеллари. Йўллар, метрополитенлар**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2022 йил

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of the doctor of philosophy (PhD) on
technical sciences**

Каюмов Дилшод Абдубакиевич

Шўрланган грунтли йўл пойи ишчи қатламининг такрорий юкламалар
таъсирида ҳисобий кўрсаткичларини асослаш3

Каюмов Дилшод Абдубакиевич

Обоснование расчетных характеристик засоленных грунтов рабочего слоя
земляного полотна под влиянием подвижных нагрузок23

Kayumov Dilshod Abdubakievich

Substantiation of the calculated characteristics of saline soils of the working layer
of the subgrade under the influence of moving loads43

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works.....47

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.18/30.12.2019.Т.09.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

КАЮМОВ ДИЛШОД АБДУБАКИЕВИЧ

**ШЎРЛАНГАН ГРУНТЛИ ЙЎЛ ПОЙИ ИШЧИ ҚАТЛАМИНИНГ
ТАКРОРИЙ ЮКЛАМАЛАР ТАЪСИРИДА ҲИСОБИЙ
КЎРСАТКИЧЛАРИНИ АСОСЛАШ**

**05.09.02 - Асослар, пойдевор ва ер ости иншоотлари. Кўприклар ва
транспорт тоннеллари. Йўллар, метрополитенлар**

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тош кент – 2022 йил

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.3.PhD/T1872 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tstu.uz) ва «Ziyouet» Ахборот-таълим порталида (www.ziyouet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Худайкулов Рашидбек Мансуржонович
техника фанлари бўйича фалсафа доктори,
(PhD), доцент

Расмий оponentлар:

Джаббаров Саидбурхан Тулаганович
техника фанлари доктори, (DSc), профессор

Расулов Рустам Хаятович
техника фанлари доктори, (DSc), доцент

Етакчи ташкилот:

Наманган муҳандислик-қурилиш институти

Диссертация химояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.18/30.12.2019.T.09.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2022 йил "5" 02 соат 12³⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100167, Тошкент, Одилхожаев кўчаси 1-уй. Тел./факс: (998-71) 277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Диссертация билан Тошкент давлат транспорт университети Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (050 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100167, Тошкент, Одилхожаев кўчаси 1-уй. Тел./факс: (998-71) 277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Диссертация автореферати 2022 йил "21" 01 кuni тарқатилган.
(2021 йил "17" 12 даги 11 рақамли реестр баённомаси).



А.А. Рискулов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

Р.М. Худайкулов
Илмий даражалар берувчи илмий
кенгаш котиби, (PhD), доцент

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

Кириш (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда турли муҳандислик иншоотларини, шу қатори автомобиль йўлларини лойиҳалаш ва қуришда шўрланган грунтлардан фойдаланиш муаммосига катта эътибор қаратилмоқда. Бу борада, муаммони ҳал қилиш билан жаҳоннинг ҳар хил мамлакатлари жумладан, Австралия, АҚШ, Мексика, Миср, Покистон, Россия, Ҳиндистон, Эрон, Қозоғистон, Ўзбекистон каби, шунингдек Европанинг бир қатор давлатларини кўплаб йўлчи мутахассислари шуғулланиб келишмоқда. Ушбу йўналишда транспорт масаласи ривожланган мамлакатларнинг аксариятида автотранспорт воситаси таъсиридаги қисқа вақт кўп марта такрорий юклама остидаги йўл пойи шўрланган грунтларнинг физик-механик ҳоссаларини ўзгариш қонуниятларини ўрганиш долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

Жаҳоннинг ҳар хил ривожланган давлатларида тузларни грунтларнинг физик-механик ҳоссаларига таъсирини тадқиқ қилиш, шўрланган грунтларнинг деформация ва механик тавсифларини аниқлаш усулларини такомиллаштириш, шўрланган грунтли автомобиль йўлларининг йўл пойи тавсифларини асослаш каби ишлар билан шуғулланиб, илмий-амалий тадқиқотлар олиб борилмоқда. Натижада буларни ҳаммаси ўз ўрнида шўрланган грунтларда автомобиль йўлларини лойиҳалаш, қуриш ва ундан фойдаланиш бўйича ишончли таклифлар ишлаб чиқиш имконини бермоқда.

Республикамызда қурилиш соҳасида хусусан автомобиль йўлларини қурилишида иқтисодий тежамкорлик ва ишончли технологияларни ишлаб чиқиш шунингдек, амалиётга тадбиқ этиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, бир қанча ижобий натижаларга эришилмоқда. Мамлакатимизда автомобиль транспортини қулай ва хавфсиз ҳаракатланиши учун автомобиль йўлларини асосларини мустаҳкамлаш, шунингдек янги усуллар ва технологияларни ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда. Мазкур масалалар республика ҳудудида шўрланган грунтлар тарқалган ҳудудларда жаҳон стандарти талабларига жавоб берадиган автомобиль йўлларини қурилишини, ҳамда автомобиль йўллари ва йўл пойини таъмирлараро муддатини қисқартириш, таъмирлаш масалалари учун сарф-харажатларни камайтириш, шунингдек иқтисодий тежамкор технологиялардан фойдаланиш муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 27 ноябрдаги ПҚ-4035-сонли “Автомобиль йўлларини қуриш ва улардан фойдаланиш соҳасида ишларни ташкил этишнинг илғор хорижий услубларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида” ги қарорида келтирилган автомобиль йўлларининг сифатини ва хизмат кўрсатиш муддатларини оширишни таъминлайдиган, йўл қурилишида қўлланиладиган замонавий инновацион

технологиялар ва материалларни жорий этиш¹, шунингдек Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 9 декабрдаги ПФ-5890-сонли “Ўзбекистон Республикаси йўл ҳўжалиги тизимини чуқур ислох қилиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги фармонида келтирилган республиканинг географик жойлашувини ҳисобга олган ҳолда замонавий автомобиль йўллари тармоғини ривожлантириш мамлакатимиз иқтисодиётининг рақобатбар-дошлигини оширишда, республика транспорт салоҳиятини ривожлантиришда ва экспорт имкониятларини кенгайтиришда биринчи даражали вазифа ҳисобланиши, ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялар ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг IV. «Геология-минералогия, сейсмология, сейсмик барқарорлик, гидрометрология, хавфсизлик ва фавқулотда вазиятлар муаммолари» устувор йўналишига мос равишда бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.

Ҳозирги вақтда тизимли илмий-тадқиқот ишлари грунтлар таркибидаги тузларни миқдори ва сифатини автомобиль ва темир йўлларининг йўл пойига, шунингдек бино ва иншоотларнинг турғунлигига, уларни физик-механик ҳоссаларига таъсирини ўрганишга йўналтирилган.

Олиб борилган тадқиқотларни ўрганиш натижалари шуни кўрсатадики, грунтларнинг шўрланиш манбалари, тузларни грунтларнинг физик-механик ҳоссаларига таъсирини ўрганиш бўйича чет эл олимларидан: S. Liu, Qian Nigui, Herve Vallejo Manuel, D.Y. Wang, Shrestha Jagat K., Katti Anand R., G.P. David, МДХ олимларидан Бартоломей И.Л., Карпушко М.О., Киялбаев А.К., Ковда В.А., Грот А.И., Сиденко В.М., Жайсанбаев А.С., Швецов В.А., Болдырев Г.Г., Новичков Г.А., Мельников Р.В., Телтаев Б.Б.; Ўзбекистонлик олимлардан Агзамова И.А., Бабаханов П.Б., Мавлонов Г.А., Косимов С.М., Ступакова Л.Ф., Қаландаров Т.Х., Каюмов А.Д., Худайкулов Р.М. ва бошқалар илмий-тадқиқот ишлари олиб борганлар.

Ҳозирги вақтда автомобиль йўлларини бикр ва нобикр йўл тўшамаларини лойиҳалашда, амалдаги МКН 44-2008 ва МКН 46-2008 каби меъёрий ҳужжатларда шўрланган грунтли автомобиль йўлларида йўл тўшамаларини лойиҳалашда кўп маротаба қисқа вақт такрорланувчи юкламаларни грунтларнинг механик ва деформацион кўрсаткичларига таъсири ҳисобга олинмайди. Шунингдек амалдаги тадқиқотларни таҳлили шуни кўрсатадики, кўп марта қисқа вақт такрорланувчи юкламаларни таъсирида йўл пойи шўрланган грунтларнинг физик-механик ҳоссаларини ўзгариш қонуниятлари устида илмий тадқиқот изланишлари олиб борилиши

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 27 ноябрдаги ПҚ-4035-сонли “Автомобиль йўлларини куриш ва улардан фойдаланиш соҳасида ишларни ташкил этишнинг илғор хорижий услубларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида” ги Қарори

лозим, бугунги кунда мазкур масала юзасидан ишончли таклифлар ишлаб чиқилмаган ва етарлича ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлар режалари билан боғлиқлиги.

Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат транспорт университетида Ўзбекистон Республикаси Транспорт вазирлиги тасарруфидаги Автомобиль йўллари кўмитасига қарашли “Автомобиль йўллари илмий тадқиқот институти” илмий-тадқиқот ишлари режасининг 2013-2018 йиллардаги ИҚН 84-13 “Ўзбекистоннинг турли регионларида автомобиль йўллари грунтларининг зичлик нормалари бўйича йўриқнома, ИҚН 121-17 “Юқори намликдаги грунтлардан автомобиль йўллариининг пойини қуриш бўйича йўриқнома”, 2018 йилда ишлаб чиқилган МШН 29-2007 “Автомобиль йўллари кўтармаларининг зичланганлик даражасини назорат қилишнинг технологик қоидалари” га ўзгартириш ва қўшимча №2 мавзусидаги меъёрий хужжатларни ишлаб чиқиш доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади қисқа вақт кўп маротаба такрорланувчи юкламалар таъсири остида ишловчи, йўл пойи кўтармалари ишчи қатламидаги шўрланган грунтларни ҳисобий кўрсаткичларини асослашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

қисқа вақт кўп маротаба такрорланувчи юкламалар таъсирида ишловчи йўл пойи кўтармалари ишчи қатламидаги шўрланган грунтларнинг физик-механик хоссаларини асослаш учун мавжуд ечимларни такомиллаштириш;

лаборатория шароитида йўл пойи ишчи қатламидаги шўрланган грунтларни ҳисобий кўрсаткичларини аниқлашдан келиб чиқиб, қисқа вақт кўп маротаба таъсир қилувчи юкламаларни турли хил намлик ва зичликдаги шўрланган грунтларнинг физик-механик хоссаларига таъсирини аниқлаш;

мавжуд автомобиль йўлларида дала шароитида қисқа вақт кўп маротаба юкламаларни таъсирини ҳисобга олиб йўл пойи кўтармалари ишчи қатламидаги шўрланган грунтларни ҳисобий кўрсаткичларини аниқлаш;

қисқа вақт кўп маротаба такрорланувчи юкламалар таъсири остида ишловчи йўл пойи ишчи қатламидаги шўрланган грунтларни аниқланган ҳисобий кўрсаткичларидан амалда фойдаланишда олинадиган иқтисодий самарадорликни аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Ўзбекистон Республикаси ҳудудида жойлашган, шўрланган грунтлар тарқалган туманлардан ўтувчи автомобиль йўллари танлаб олинган.

Тадқиқот предмети автомобиль йўллариининг йўл пойидаги шўрланган грунтларга такроран ва қисқа вақт юкламалар таъсиридаги уларнинг физик-механик хоссалари ҳисобланади.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот ўтказиш жараёнида шўрланган грунтларнинг зичлик ва намлик нормалари ўрганилди, шунингдек лаборатория ва дала шароитида тажриба участкаларида шўрланган грунтларнинг физик-механик хоссалари аниқланди. Натижаларни қайта ишлашда математик статистика усулларида фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

йўл пойи ишчи қатламидаги шўрланган грунтларга юклама қисқа вақт кўп маротаба такроран таъсир қилганда, уларнинг физик-механик ҳоссаларини аниқлаш учун амалдаги тузилмавий ечим такомиллаштирилган;

автомобиль йўллари пойидаги шўрланган грунтларга қисқа вақт кўп маротаба юклама такроран таъсир қилиши натижасида уларнинг физик-механик ҳоссаларини ўзгариш қонуниятлари аниқланган;

транспорт воситалари таъсирида йўл пойидаги шўрланган грунтларга юклама қисқа вақт такроран таъсир қилиши натижасида уларни ҳисобий кўрсаткичларининг қийматлари юкломани таъсир сонига боғлиқ равишда камайиши аниқланган;

шўрланган грунтли йўл пойига кўп маротаба қисқа вақт юкломалар такроран таъсир қилиши натижасида грунтларнинг физик-механик кўрсаткичлари орасидаги ўзаро экспериментал боғлиқликлари аниқланган;

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

дала ва лаборатория шароитида йўл пойи ишчи қатламидаги шўрланган грунтларга юклама қисқа вақт кўп марта такроран таъсир қилганда, уларнинг амалдаги ҳисобий кўрсаткичларини аниқлаш усуллари такомиллаштирилган;

йўл пойи ишчи қатламидаги шўрланган грунтларни ишлаш шароитига боғлиқ равишда юкломанинг кўп маротаба қисқа вақт таъсир сонини ҳисобга олиб йўл кўтармаларининг мустаҳкамлик ва деформацион кўрсаткичларини белгилаш асосида ишончли таклифлар ишлаб чиқилган;

диссертация тадқиқотида келтирилган шўрланган грунтларни мустаҳкамлик ва деформацион тавсифлари асосида ишлаб чиқилган ишончли таклифларни амалда қўллаш орқали автомобиль йўллари хизмат муддати 30-35 % га узайтирилган;

шўрланган грунтлар тарқалган ҳудудларда нобикр йўл тўшамаларини лойиҳалашда юкломани қисқа вақт кўп маротаба такроран таъсир қилишини ҳисобга олиб тадқиқот таклифларидан фойдаланилганда 27,5 % иқтисодий самарадорликга эришилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги ўтказилган илмий ва амалий тадқиқотлар “Грунтшунослик” ва “Грунтлар механикаси”, шунингдек “Автомобиль йўллари қидирув ва лойиҳалаш” фанларининг тартиб қоидаларига асосланганлиги, дала ва лаборатория шароитларида ўтказилган тажриба тадқиқот ишларида замонавий асбоб-ускуна ҳамда жихозлар қўлланилганлиги, назарий жиҳатдан қўлга киритилган натижаларни амалиётда жорий этилганлиги ва адекватлиги, олинган натижалар ваколатли ташкилотлар томонидан тасдиқланганлиги билан изоҳланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ишлаб чиқилган тузилмавий ечим ва кўп маротаба қисқа вақт такрорланувчи юклама, шунингдек, шўрланган грунтларнинг физик-механик кўрсаткичлари орасидаги функционал аналитик боғлиқликлар билан асосланади шунингдек, йўл кўтармасидаги шўрланган грунтларининг зичлик ва намлик нормалари, шўрланиш даражаси ва йўл кўтармаси тузилмасини ҳисоблаш назариясини такомиллаштирилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти шўрланган грунтларнинг кўп маротаба қисқа вақт таъсир қилувчи юкламалар тасири остидаги ҳисобий кўрсаткичларини ҳисобга олиб йўл тўшамасининг тузилмасини белгилаш тўшаманинг хизмат муддатини узайтиришга олиб келишдан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Шўрланган грунтли йўл пойи ишчи қатламининг такрорий юкламалар таъсирида аниқланган ҳисобий кўрсаткичлари асосида:

автомобиль йўл пойи кўтармаси турғунлигини ҳисоблашда ҳисобий кўрсаткичларини грунтларнинг намлиги ва зичлаштириш коэффициентига боғлиқлигининг аналитик ифодалари “Автомобиль йўллари илмий тадқиқот институти” томонидан ишлаб чиқилган ИҚН 84-13 (идоравий қурилиш нормалари) “Ўзбекистонни турли регионларида автомобиль йўллари грунтларини зичлик нормалари бўйича йўриқнома”, ИҚН 121-17 (идоравий қурилиш нормалари) “Юқори намликдаги грунтлардан автомобиль йўллари пойини қуриш бўйича йўриқнома”, МШН 29-2007 (муассасавий қурилиш нормалари) “Автомобиль йўллари кўтармаларининг зичланганлик даражасини назорат қилишнинг технологик қоидалари” га ўзгартириш ва қўшимча №2 каби соҳа меъёрий ҳужжатларига жорий қилинган (Транспорт вазирлиги ҳузуридаги Автомобиль йўллари Қўмитаси тасарруфидаги Автомобиль йўллари илмий тадқиқот институти унитар корхонаси томонидан 08 ноябрь 2021 йилдаги №10/3-809 сонли маълумотномаси). Натижада ҳисоб ишлари асосида автомобиль йўл пойи кўтармасининг устуворлигини оширишга эришилган;

нобикр турдаги автомобиль йўллари йўл тўшамаси тузилмасини диссертация иши натижаларида олинган шўрланган грунтларнинг ҳисобий кўрсаткичларидан фойдаланиб лойиҳаланганда йўл тўшамасининг хизмат муддатини узайишига, таъмирлаш ва сақлаш жараёнларида меҳнат сарфини камайишига, қурилиш сарф харажатларини тежалиши натижасида 1 км узунликдаги автомобиль йўли учун 185 млн. сўм иқтисодий самарадорликга эришилган (Транспорт вазирлиги ҳузуридаги Автомобиль йўллари Қўмитаси берилган 17 ноябрь 2021 йилдаги №02/4469-6578 сонли маълумотномаси).

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 3 та халқаро ва 7 та республика илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 15 та илмий иш чоп қилинган бўлиб, шулардан 2 та “Scopus” базасига кирган нашрларда, 5 та нуфузли хорижий илмий журналларда, 5 та ОАК тавсия этган журналларда, 3 та мақола халқаро ва республика илмий амалий анжуманларга оид тўпламларда нашр этилган. Республика миқёсидаги 3 та меъёрий ҳужжатни тайёрлашда фойдаланилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 102 бет.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, муаммонинг ўрганилганлик даражаси келтирилган, тадқиқот мақсади, вазифалари, объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **“Муаммонинг ҳолати ва тадқиқотнинг вазифалари”** деб номланган биринчи бобида асосан шўрланган грунтлар таркибида тузларнинг миқдори, шўрланган грунтлар ҳосил бўлишининг асосий омиллари, грунтлардаги тузларнинг ҳоссалари ва муҳандислик иншоотлари мустаҳкамлигига таъсири, шўрланган грунтларнинг турлари, шўрланиш даражалари, автомобиль йўлларини қуришда шўрланган грунтларнинг яроқлилиги, шўрланган туманларда йўл пойининг турғунлигини ўрганиш бўйича ишланмалар, транспорт воситаларидан автомобиль йўлига тушувчи юкламани қисқа вақт кўп марта таъсирида грунт ҳолатини ўзгариши тўғрисида маълумотлар келтирилган.

Шўрланган грунтлар ҳосил бўлишининг асосий омиллари ер юзасига яқин ётган минераллашган грунт сувлари ва тузли тоғ жинсларидир. Жойларда сув оқшининг имкони йўқлиги ва буғланиш жараёни ёғингарчилик миқдоридан кўп бўлиши шўрланишнинг асосий шартини ҳисобланади. Шунинг учун шўрланган грунтлар сув оқмайдиган текисликларда, чўл ва чўл-адир ва адирли ҳудудларда учрайди.

Ўзбекистоннинг табиий шароитида ҳар хил миқдорли ва сифатли шўрланган грунтлар учрайди. Шўрланишда иштирок этувчи энг кўп тарқалган тузлар қуйидагилардир: NaCl , $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3 , $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, CaCO_3 ва $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Йўл пойи грунтларида, тузларнинг рухсат берилган миқдори, уларнинг қулай намликда зичлаштирилган грунт ғовақларини тўлдирувчи сувда эриши мумкин бўлган миқдори билан аниқланади ва шўрланган грунтларнинг шўрланиш даражаси ва йўл пойида ишлатишга яроқлилиги бўйича тавсифланади.

Таъкидлаш жоизки, кучли шўрланган грунтлардан йўл пойини қуришда, қўшимча тадбирлар сифатида, юқори қатлами кейинчалик шўрланмаслиги учун кўтарма баландлигини ошириш, ҳимоя қатламчаларини қуриш, грунт сувлари сатҳини пасайтириш билан амалга оширилади. Ўта кучли шўрланган грунтларнинг манфий таъсирини ҳар-хил кимёвий бирикмаларни қўшиш йўли билан нейтраллаштирилади.

Йўл пойи ишчи қатлами (фаол қатлам) қисқа вақт кўп марта таъсир қилувчи юкламалар, шунингдек йўл пойининг сув-иссиқлик тартиби таъсирида бўлади. Йўл пойининг сув-иссиқлик тартибини йўл кўтармаси

мустаҳкамлигига таъсирини ўрганиш натижалари шуни кўрсатадики, Ўзбекистон шароитида, суғориладиган ҳудудларда ишчи қатламнинг асосий намланиш манбалари суғориш ишлари ва ер ости сувларининг тартиби билан маҳкам боғлиқ деган хулосага олиб келади.

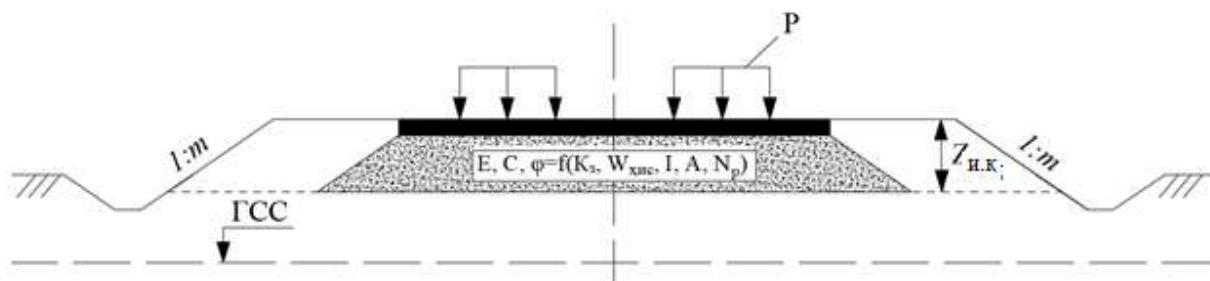
Кўп маротаба такрорланувчи юклама билан грунтларни деформацияланиш қонуниятларига грунтнинг ҳоссаи ва ҳолатидан ташқари юкламани қўйилиш тартиби ҳам таъсир қилади.

Таъкидланганлардан қисқа вақт кўп маротаба такрорланувчи юкламанинг таъсири грунтларда жуда мураккаб (юкни статик таъсирига нисбатан) ўзгаришларни олиб келади. Грунтга кўп маротаба юклама қўйиш натижасида грунтларда ҳосил бўладиган жараёнлар тавсифи жуда кўп омилларга боғлиқ бўлади.

Шундай қилиб, автомобиль йўллариининг йўл пойини лойиҳалаш муаммоларига оид олиб борилган илмий тадқиқотлар, меъёрий ҳужжатларнинг таҳлили, йўл пойи шўрланган грунтларнинг ҳисобий кўрсаткичлари, хусусан кўп марта ва қисқа вақтли юкламалар таъсирида мустаҳкамлик ва деформация ҳоссаларини ўзгариши керакли даражада ўрганилмаганини кўрсатади.

Диссертациянинг **“Грунтларга кўп маротаба ва қисқа вақт юклама таъсир қилганда қолдиқ деформацияни ҳосил бўлиш шароити ва ривожланишини баҳолашга назарий ёндашувлар”** деб номланган иккинчи бобида шўрланган грунтли йўл кўтармаларининг ҳисобий кўрсаткичларини белгилаш бўйича тузилмавий ечим, шўрланган грунтларнинг мустаҳкамлик ва деформация кўрсаткичлари грунтнинг ҳоссалари ҳамда юкламанинг ҳолатига боғлиқлиги, грунтларга кўп марта ва қисқа вақт юклама таъсир қилганда қолдиқ деформацияни ҳосил бўлиш шароити ва ривожланишини баҳолашга назарий ёндашувлар, ўрганишлар келтирилган.

Шўрланган грунтлар тарқалган ҳудудларда йўл пойи ишчи қатламини кўп маротаба қисқа вақт такрорланувчи юклама таъсирида ишлаши жараёнини таҳлили натижасида шўрланган грунтларнинг механик кўрсаткичлари ва уларни ўзаро боғлиқлигини тавсифловчи чизма (1-расм) шакллантирилди.



1-расм. Шўрланган грунтдан иборат йўл пойининг кўндаланг кесим чизмаси

P – йўл тўшамасига автомобилдан тушувчи юк; Z_{ϕ} – фаол қатлам, м; $ГСС$ – грунт суви сатҳи, м; E – эластиклик модули, МПа; φ – ички ишқаланиш

бурчаги, град; С-боғланиш кучи, МПа; K_3 – йўл пойидаги грунтнинг зичлигини тавсифловчи зичланиш коэффициентини; W_{xuc} –синов вақтидаги грунтларнинг ҳисобий намлиги; I –шўрланиш тури; A -шўрланиш миқдори; N_p –қопламага транспорт воситаларидан кўп марта ва қисқа вақт таъсир қилувчи юкларнинг таъсир сони.

1-расмда келтирилган йўл пойи кўндаланг кесимининг чизмасини таҳлили йўл тўшамасини лойихалашда фойдаланиладиган, унинг остидаги шўрланган грунтларнинг мустаҳкамлиги, шунингдек деформация кўрсаткичлари уларнинг зичлиги, намлиги, шўрланиш миқдори ва турига ҳамда транспортдан тушаётган юкларнинг ҳолатига боғлиқ бўлишини кўрсатади. Бу боғлиқликни қуйидаги функционал боғланиш орқали ифодалаш мумкин, яъни:

$$\left. \begin{aligned} E &= f_1(K_3, W_{xuc}, I, A, N_p); \\ C &= f_2(K_3, W_{xuc}, I, A, N_p); \\ \varphi &= f_3(K_3, W_{xuc}, I, A, N_p), \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Диссертация ишида қўйилган мақсад ва вазифалардан келиб чиқиб, (1) ифодада келтирилган K_3 , W_{xuc} , I , A ва N_p ларнинг қийматларини алоҳида ва биргалликда мустаҳкамлик кўрсаткичлари C , φ ва деформацион кўрсаткич E га таъсирини ўрганиш керак бўлади.

“Грунтшунослик” ва “Грунтлар механикаси”га оид адабиётларни таҳлили қисқа вақт кўп мартаба такрорланувчи юклама таъсири остида грунтларнинг ҳолатини қуйидагича тасаввур қилиш мумкин эканлигини кўрсатади:

-йиғилиш порогидан кичик бўлган уринма кучланиш таъсирида амалда қолдиқ деформация йиғилмайди;

-йиғилиш порогидан катта, аммо қандайдир қийматдан кичик бўлган уринма кучланишда маълум қонунга асосан юк қўйиш сонини ортиши билан қолдиқ деформациянинг йиғилиши бошланади;

- кўп мартаба юк қўйилишида, уринма кучланиш мустаҳкамликдан катта бўлса йиғилиш жадаллиги тез ўсади, бу грунтнинг аста-секин бузилишидан дарак беради.

Қисқа вақт кўп мартаба юкларнинг таъсири остида қолдиқ деформациясини ҳосил бўлиши ва йиғилишини қуйидагича тушинтириш мумкин:

Юклама таъсирида грунт таркибидаги иккита элементлар орасида параллел жойлашган қаттиқ ва қовушқоқ боғлиқликлар ҳаракатга келади. Шўрланган грунтларда қаттиқ боғлиқлик сифатида минерал заррачалар ва туз кристалларидан иборат грунт скелети, шунингдек грунт зарралари юзасига адсорбланишган кучли модифицирланган боғланган сувларнинг пленкаси кўрилади, қовушқоқ боғлиқлик сифатида – ғоваклик сувлари ва боғланган сувнинг пленкаси кўрилади. Қаттиқ боғлиқликни хоссалари вақт омилига боғлиқ эмас, қовушқоқ боғлиқликни хоссалари эса боғлиқ бўлади.

Агар грунтга таъсир қилувчи юк қаттиқ боғлиқликнинг қаршилигидан ортиб кетмаса, унда грунтда деформация кузатилмайди. Агар грунтга қўйилган юк элементдаги қаттиқ боғлиқликнинг ишқаланиш қаршилигидан ортиб кетса, унда уни сурилиши юз беради. Натижада тизимнинг қаршилиги камайиши мумкин ва бу қовушқоқ боғлиқликда қайтмас деформацияни келтириб чиқаради. Нормал юкни ортиши сабабли қаттиқ боғлиқликни қаршилиги ошмагунча унда деформация давом этади.

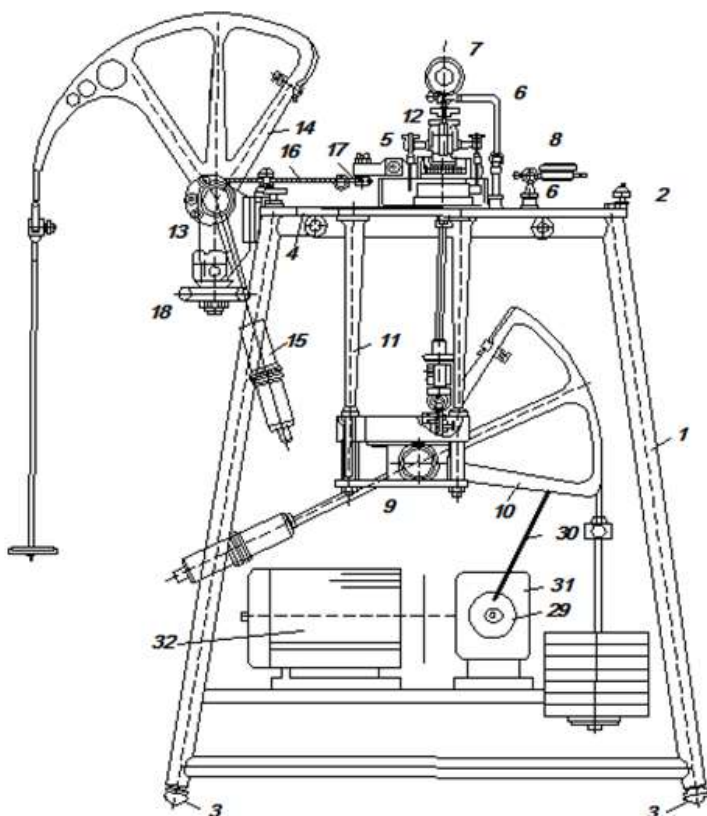
Бир маротаба юклама қўйилишида қовушқоқ боғлиқликдаги қайтмас деформация жуда кам бўлади. Юкни кўп маротаба қўйилиши деформациясини йиғилишига олиб келади.

Таклиф қилинган назарий тушунча йўл пойидаги шўрланган грунтларда қандайдир кучланганлик ҳолатгача қолдиқ деформация ҳосил бўлмаслигини, агар, кучланиш қаттиқ боғлиқликдаги унинг ҳосил бўлган қаршилигидан катта бўлса, унда ҳар бир юклама қўйилишида қолдиқ деформацияси (қовушқоқ боғлиқликда орқага қайтмас деформация ҳисобига) ҳосил бўлишини ва у қисқа вақт давом этувчи юкламанинг таъсир сонини ортиши билан йиғилиб боришини аниқ кўрсатади.

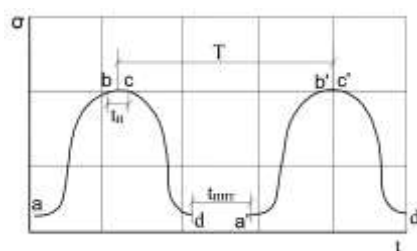
Диссертациянинг **“Шўрланган грунтларнинг экспериментал тадқиқотларини усуллари”** деб номланувчи учинчи бобида шўрланган грунтларга қисқа вақт кўп маротаба юклама қўйиш учун ишлаб чиқилган асбобнинг тузилиши, шўрланган грунтларни тажриба учун тайёрлаш, экспериментларни режалаштириш, статик юклама остида шўрланган грунтларнинг ҳисобий кўрсаткичларини аниқлаш, дала ва лаборатория шароитида юкламани қисқа вақт кўп маротаба таъсири остида шўрланган грунтларни синаш ва уларнинг натижалари ҳақида маълумотлар келтирилган.

Грунтларга қисқа вақт ва кўп маротаба юк қўйиш учун махсус асбоб ишлаб чиқилган. Бу асбобнинг асоси сифатида грунтларни сурилишга қаршилигини аниқлашда ишлатиладиган ГПП-30 (Маслов-Лурье тузилмаси) асбобидан фойдаланилди (2-расм).

Юкламани юкланиш схемаси (3-расм) қуйидаги участкалардан иборат: ab – вертикал кучланишни ўсиш вақти, bc – максимал вертикал кучланишни таъсир вақти – t_n , cd – вертикал кучланишни камайиш вақти. da' – кучланишлар орасидаги интервал вақти - $t_{инт}$.



2-расм. Юклама кўп марта қисқа вақт таъсир қилувчи ГП-30 асбобни умумий кўриниши



3-расм. Юкламани юкланиш схемаси

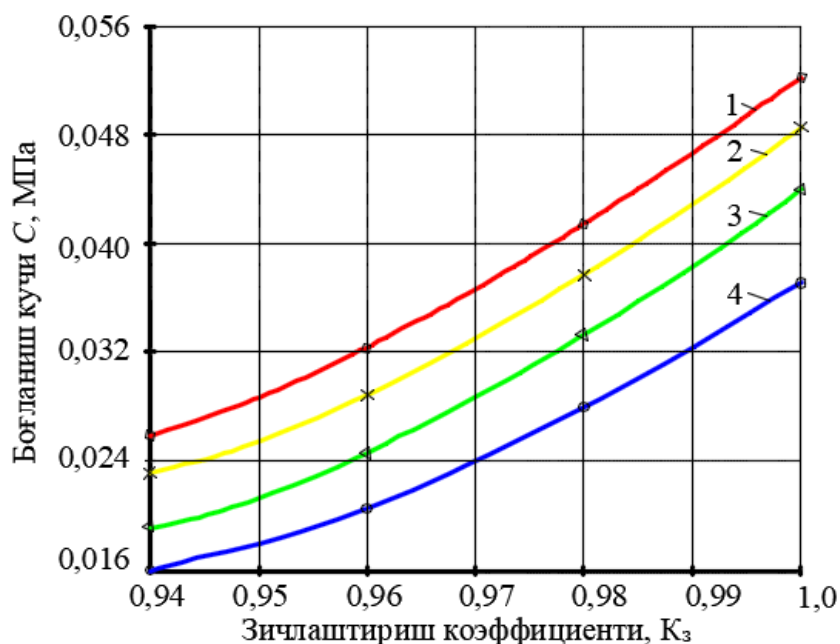
Кўп маротаба қисқа вақт такрорланувчи юк таъсирида шўрланган грунтлар устида олиб борилган тажрибалар Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университетининг «Гидрогеология ва муҳандислик геологияси» кафедрасининг “Геотехнология” лабораториясида ва “Автомобиль йўллари илмий тадқиқот институти”нинг махсус йўл лабораториясида бажарилди. Грунтларнинг кимёвий таркиби “ГИДРОИНГЕО” ДК ва “O'ZGASHKLITI” DUKдаги кимёвий лабораторияда аниқланди.

Лаборатория шароитида сульфат ва хлорид-сульфатли ўртача шўрланган оғир чангли супесли грунтдан юқорида келтирилган усул билан намлиги $W=W_{кул}$ ва зичлаштириш коэффициенти 0,94; 0,96; 0,98; 1,00 бўлган намуна тайёрланди, кейин уларни арритир ёрдамида $0,55W_{ок} \div 0,75W_{ок}$ намликкача намланди. Намуналарга кўп маротаба қисқа вақт таъсир қилувчи юклама кўйишдан олдин, яъни статик юк остида $N=0$ да уларни ҳисобий тавсифлари: боғланиш кучи C (4-расм), ички ишқаланиш бурчаги φ (5-расм) ва эластиклик модули E (6-расм) аниқланди.

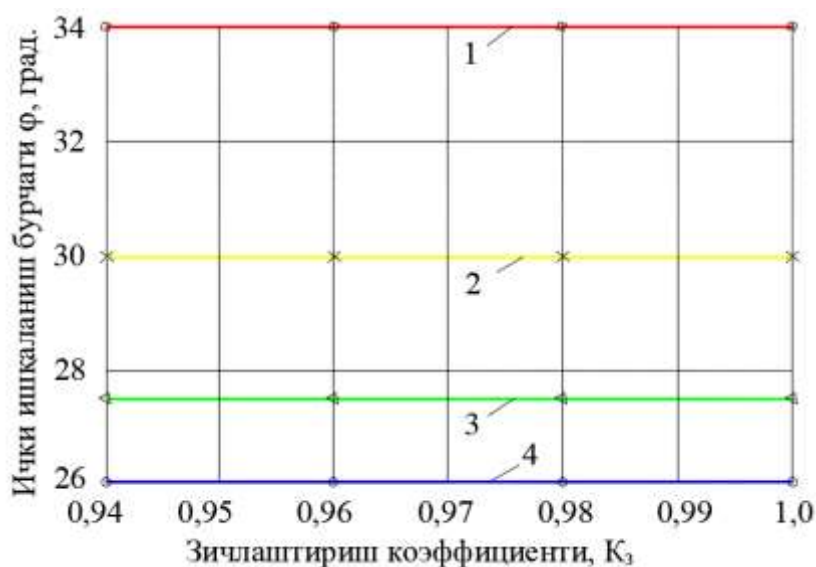
Кўп маротаба қисқа вақт таъсир қилувчи юкламани сульфат ва хлорид-сульфатли ўртача шўрланган енгил чангли супесни 1-жадвалда келтирилган хоссаларига таъсири уларни ўрганиш учун ишлаб чиқарилган ГОСТларга мос равишда ўрганилиб, ўртача қийматлари аниқланди.

1-жадвалда келтирилган шўрланган грунтларнинг физик-механик хоссаларини, зичлаштириш коэффициенти $K_3=0,97$ бўлганда, қисқа вақт ва кўп

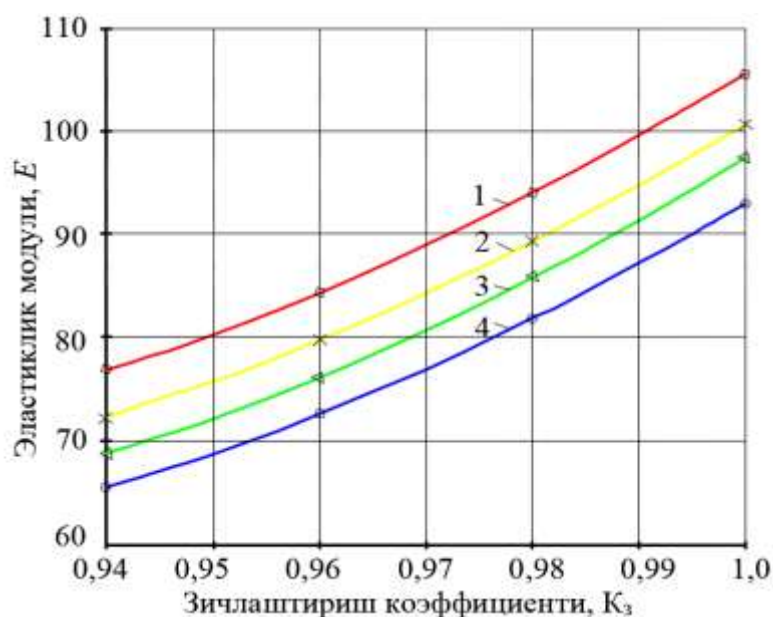
марта такрорланувчи юкламанинг таъсир сонига боғлиқлигини қуйида келтирилган графиклар билан ифодалаш мумкин.



4-расм. Шўрланган грунтнинг боғланиш кучини зичлаштириш коэффициентини ва намликка боғлиқлиги: N=0; 1-0,55 W_{ок}; 2-0,60 W_{ок}; 3-0,65 W_{ок}; 4-0,7W_{ок}



5-расм. Шўрланган грунтнинг ички ишқаланиш бурчагини зичлаштириш коэффициентини ва намликка боғлиқлиги: N=0; 1-0,55 W_{ок}; 2-0,60 W_{ок}; 3-0,65 W_{ок}; 4-0,7 W_{ок}



6-расм. Шўрланган грунтнинг эластиклик модулини зичлаштириш коэффициенти ва намликка боғлиқлиги:
 $N=0$; 1- $0,55 W_{ок}$; 2- $0,60 W_{ок}$; 3- $0,65 W_{ок}$; 4- $0,7 W_{ок}$

1-жадвал

Юкламани сульфат ва хлорид-сульфатли ўртача шўрланган оғир чангли супеснинг хоссаларига таъсири

Грунт хоссалари	Қисқа вақт ва кўп марта такрорланувчи юкламанинг таъсир сони $\sum N_p$ бўлганда							
	0	1	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6
Нисбий кўпчиш, Δh , %	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,75	1,78	1,8
Кўпчиш босими, R_k , МПа	0,022	0,022	0,023	0,023 5	0,024	0,0245	0,0258	0,025
Фильтрация коэффициенти, K_f , 10^{-4} м/сут	3,0	3,0	3,5	3,9	4,2	4,5	4,7	5,0
Бўкиш $R_{бўк}$, мин	16	16	15	14	13	12,7	12,3	12
Ультратовушнинг ўтиш тезлиги v , м/мкс $\cdot 10^{-2}$	0,043	0,043	0,043	0,043	0,435	0,0437	0,0439	0,044
Эзишда мустаҳкамлик чегараси $R_{эз}$, МПа	18,5	18,5	18,0	17,5	17,0	16,5	16,3	16,0
Динамик қовишқоқлик коэффициенти, $\eta \cdot 10^9$, Па \cdot с	2,8	2,8	2,7	2,6	2,5	2,3	2,5	2,2

$$\Delta h = \Delta h_0(1+0,2052\ln N_p), \% \quad (2)$$

$$P_k = P_{k,0}(1+0,009\ln N_p), \text{ МПа} \quad (3)$$

$$K_\phi = K_{\phi,0} (1+0,0443\ln N_p), 10^{-4} \text{ м/сут} \quad (4)$$

$$R_{\text{бўк.}} = R_{\text{бўк.0}}(1-0,018\ln N_p), \text{ мин.} \quad (5)$$

$$v = v_0(1+0,0021\ln N_p), \text{ м/мкс} \cdot 10^{-2} \quad (6)$$

$$R_{\text{эз.}} = R_{\text{эз.0}}(1-0,01\ln N_p), \text{ МПа} \quad (7)$$

$$\eta = \eta_0(1-0,014 \ln N_p), \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (8)$$

буерда: $\Delta h_0=1,4425 \%$; $P_{k,0}=0,0223 \text{ МПа}$; $K_{\phi,0}=3,15 \cdot 10^{-4} \text{ м/сут}$; $R_{\text{бўк.0}}=15,575 \text{ мин.}$; $v_0=0,0429 \text{ м/мкс} \cdot 10^{-2}$; $R_{\text{эз.0}}=18,389 \text{ МПа}$; $\eta_0=2,78 \text{ Па} \cdot \text{с}$.

Шўрланган грунтларнинг хоссаларини кўп маротаба ва қисқа вақт таъсир қилувчи юклама остида ўзгаришини ўрганиш бўйича ўтказилган тажриба натижаларини математик йўл билан қайта ишланди. Бунда вариация коэффициенти, аниқлик кўрсаткичи ва корреляция коэффицентлари аниқланди.

Ҳисобланган корреляция коэффицентлари шўрланган грунтнинг ҳамма хоссалари учун $R > 0,85$ бўлишини кўрсатади, яъни грунт хоссалари ва кўп маротаба қисқа вақт такрорланувчи юклама орасида узвий боғлиқлик мавжуд.

Кўп маротаба такрорланувчи юклама билан шўрланган грунтларни синаш натижасида олинган натижаларни қайта ишлангандан сўнг ҳар бир юклама учун нисбий қолдиқ деформацияни $U_{\text{кол}}^N$ юклама қўйилиш миқдорига ($\lg N$) боғлиқлик графиги чизилди. 7-расмларда, мисол сифатида намунани намлиги $W=0,6W_{\text{ок}}$, зичлаштириш коэффициенти 1,0, $f=1\text{ Гц}$ бўлганда ҳар хил такрорланувчи вертикал юк қийматида шўрланган грунтни синаш натижалари келтирилган.

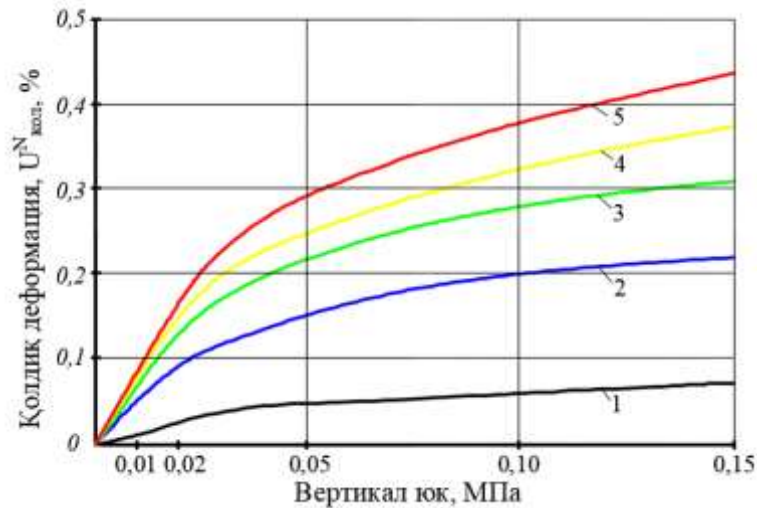
Намунага қўйилган қисқа вақт таъсир қилувчи юкнинг миқдори ва шўрланган грунтнинг ҳолатига қараб “қолдиқ деформация” эгриси аввал ўсувчи ва кейин сўнувчи эгрилардан иборат бўлади.

Қолдиқ деформациясининг йиғиндисини қисқа вақтли юк қўйилиш миқдорига боғлиқлигини энг кичик квадратлар усули билан аниқланди ва у қуйидаги кўринишга эга:

$$U_{\text{кол}}^{(N)} = U_{\text{кол}}^1 + \alpha \lg N \quad (9)$$

бу ерда $U_{\text{кол}}^{(N)}$ - N қўйилиш миқдоридан кейинги нисбий қолдиқ деформация; $U_{\text{кол}}^1$ - бир маротаба юк қўйилгандан кейинги нисбий қолдиқ деформация; α – қолдиқ деформациянинг йиғилиш жадаллигини акс эттирувчи коэффицент.

Қолдиқ деформациянинг йиғилиш жадаллигини акс эттирувчи коэффицент вертикал юк ва унинг таъсир сонининг ортиши билан ортиб боради.



7-расм. Шўрланган грунтларни қолдик деформациясини вертикал юкга ва қисқа вақтли юкламанинг қўйилиш сонига боғлиқлиги: $W=0,60W_{ок}$; $\gamma_{ск}=1,77$ г/см³; $f=1$ Гц; 1- $N=10^2$; 2- $N=10^3$; 3- $N=10^4$; 4- $N=10^5$; 5- $N=10^6$

Дала шароитидаги тадқиқотларнинг асосий вазифаси лаборатория тадқиқотларининг натижаларини тасдиқлашдан иборатдир. Дала шароитида тадқиқотлар Сирдарё вилоятидаги давлат аҳамиятига эга бўлган II тоифадаги 4P25-“А373 автойўли - Сайхун қ. - Бахт ш. - Қозоғистон Республикаси чегараси” автомобиль йўлининг 43-45 км да ва Жиззах вилоятидаги маҳаллий аҳамиятга эга бўлган IV тоифадаги 4K261-“4P38 автойўли-Қозоғистон Республикаси чегараси” автомобиль йўлининг 3-5 км да амалга оширилди.

Тажриба участкаси ва мавжуд автомобиль йўллариининг йўл пойининг шўрланган грунтларини ички ишқаланиш бурчаги φ ва боғланиш кучи C нинг қийматлари бир текислик бўйича айлангириб кескич асбоби ёрдамида аниқланди. Зичланган грунтларни эластиклик модули E ни аниқлашда ПДУ МГ-4 асбобидан фойдаланилди. Лаборатория ва дала шароитида ўтказилган тажрибаларнинг натижаларини умумлаширилган қийматлари 2-жадвалда келтирилган.

Сульфат ва хлорид-сульфатли ўртача шўрланган супесли грунтлар тарқалган ҳудудларда йўл тўшамасининг тузилмасини лойиҳалашда 2-жадвалда келтирилган йўл пойи шўрланган грунтларининг ҳисобий кўрсаткичларидан фойдаланиш мумкин. Лекин бу жадвалдан фойдаланиш ноқулай ҳисобланади. Чунки уларда ҳисобий кўрсаткичларнинг қийматлари зичланиш коэффициентлари ($K_3=0,94-1,00$), намлик ($W_x=0,55-0,70W_{ок}$) ва кўп марта ва қисқа вақт такрорланувчи юкламанинг таъсир сонлари ($N_p=1, 10^1, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, 10^6$) дискрет бўлганда берилган. Йўл тўшамасини лойиҳалашда кўп ҳолларда K_3 , W_x ва N_p ларни оралиқ қийматларида ҳисобий

**Кўп маротаба қисқа вақт таъсир қилувчи юклама таъсири остидаги
сульфат ва хлорид-сульфатли ўртача шўрланган супесли грунтларнинг
мустаҳкамлик ва деформация тавсифлари**

Намлик , W/W _{ок}	Зичлаш -тириш коэффи - циенти, K _з	Юк кўп маротаба ва қисқа вақт таъсир қилгандаги грунтларнинг мустаҳкамлик ва деформацион тавсифлари, ΣN_p						
		1-стат	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶
0,55	0,94	<u>27/62</u> 0,028	<u>26/61</u> 0,027	<u>25/60</u> 0,026	<u>24/59</u> 0,025	<u>23,2/58</u> 0,024	<u>21,8/56</u> 0,023	<u>21/55</u> 0,022
	0,96	<u>27/67</u> 0,036	<u>26/66</u> 0,035	<u>25/65</u> 0,033	<u>24/64</u> 0,032	<u>23,2/63</u> 0,030	<u>21,8/61</u> 0,028	<u>21/60</u> 0,026
	0,98	<u>27/74</u> 0,044	<u>26/73</u> 0,042	<u>25/72</u> 0,040	<u>24/71</u> 0,038	<u>23,2/70</u> 0,036	<u>21,8/68</u> 0,035	<u>21/67</u> 0,034
	1,00	<u>27/80</u> 0,054	<u>26/79</u> 0,052	<u>25/78</u> 0,050	<u>24/77</u> 0,048	<u>23,2/76</u> 0,046	<u>21,8/74</u> 0,044	<u>21/73</u> 0,042
0,60	0,94	<u>23/49</u> 0,019	<u>22,2/45</u> 0,018	<u>21,4/42</u> 0,017	<u>20,7/41</u> 0,016	<u>20/40</u> 0,016	<u>19,3/38</u> 0,015	<u>19/37</u> 0,015
	0,96	<u>23/52</u> 0,027	<u>22,2/49</u> 0,026	<u>21,4/47</u> 0,024	<u>20,7/46</u> 0,023	<u>20/45</u> 0,022	<u>19,3/43</u> 0,020	<u>19/42</u> 0,018
	0,98	<u>23/56</u> 0,036	<u>22,2/55</u> 0,034	<u>21,4/54</u> 0,033	<u>20,7/53</u> 0,031	<u>20/52</u> 0,030	<u>19,3/50</u> 0,028	<u>19/49</u> 0,026
	1,00	<u>23/62</u> 0,043	<u>22,2/61</u> 0,041	<u>21,4/60</u> 0,039	<u>20,7/59</u> 0,038	<u>20/58</u> 0,037	<u>19/56</u> 0,036	<u>19/55</u> 0,034
0,65	0,94	<u>21/42</u> 0,016	<u>20/40</u> 0,014	<u>19/38</u> 0,013	<u>18/36</u> 0,012	<u>18/35</u> 0,011	<u>17,5/34</u> 0,010	<u>17,5/33</u> 0,010
	0,96	<u>21/46</u> 0,024	<u>20/44</u> 0,022	<u>19/42</u> 0,020	<u>18/40</u> 0,018	<u>18/39</u> 0,017	<u>17,5/38</u> 0,016	<u>17,5/37</u> 0,015
	0,98	<u>21/50</u> 0,032	<u>20/48</u> 0,030	<u>19/46</u> 0,028	<u>18/44</u> 0,026	<u>18/40</u> 0,024	<u>17,5/40</u> 0,023	<u>17,5/39</u> 0,022
	1,00	<u>21/54</u> 0,040	<u>20/50</u> 0,038	<u>19/49</u> 0,036	<u>18/48</u> 0,034	<u>18/44</u> 0,032	<u>17,5/42</u> 0,031	<u>17,5/41</u> 0,030
0,70	0,94	<u>19/35</u> 0,014	<u>19,5/33</u> 0,012	<u>18,5/31</u> 0,011	<u>18/29</u> 0,010	<u>18/28</u> 0,010	<u>17/27</u> 0,009	<u>17/26</u> 0,008
	0,96	<u>19/39</u> 0,022	<u>19,5/37</u> 0,020	<u>18,5/35</u> 0,018	<u>18/33</u> 0,016	<u>18/32</u> 0,014	<u>17/31</u> 0,013	<u>17/30</u> 0,011
	0,98	<u>19/43</u> 0,030	<u>19,5/41</u> 0,028	<u>18,5/39</u> 0,026	<u>18/37</u> 0,024	<u>18/36</u> 0,022	<u>17/34</u> 0,020	<u>17/33</u> 0,019
	1,00	<u>19/47</u> 0,037	<u>19,5/45</u> 0,035	<u>18,5/43</u> 0,033	<u>18/41</u> 0,032	<u>18/40</u> 0,031	<u>17/38</u> 0,030	<u>17/37</u> 0,028

Изох: суратда: чапда ички ишқаланиш бурчаги, град.; ўнгда – эластиклик модули, МПа; махражда – боғланиш кучи, МПа.

кўрсаткичларнинг қийматларини аниқлаш керак бўлади. Шунинг учун ҳисобий кўрсаткичларнинг оралиқ қийматларини куйида келтирилган омилларга боғлиқлик ҳолда аниқ белгилаш имконини берувчи аналитик ифодалар олишга ҳаракат қилинди.

Натижада сульфат ва хлорид-сульфатли ўртача шўрланган супесли грунтларнинг ҳисобий кўрсаткичларини K_3 , W_x ва N_p ларга боғлиқлигини кўрсатувчи куйидаги ифодалар олинди.

Боғланиш кучини аниқлаш учун:

$$C = C_0(1 - 0,016 \ln N_p) - \Delta C_w^I (W_{\text{хис}} - 0,725 W_{\text{хис}}^2 - 0,330) + \Delta C_{K_3}^I (K_3^2 - 1,596 K_3 + 0,616), \text{ МПа} \quad (10)$$

Ички ишқаланиш бурчагини аниқлаш учун:

$$\varphi = \varphi_0(1 - 0,016 \ln N_p) - \Delta \varphi_w^I (W_{\text{хис}} - 0,662 W_{\text{хис}}^2 - 0,349), \text{ град} \quad (11)$$

Эластиклик модулини аниқлаш учун:

$$E = E_0(1 - 0,008 \ln N_p) - \Delta E_w^I (W_{\text{хис}} - 0,648 W_{\text{хис}}^2 - 0,353) + \Delta E_{K_3}^I (K_3 - 1,084 K_3 + 0,294), \text{ МПа} \quad (12)$$

бу ерда: $C_0 = 0,054$; $\Delta C_w^I = 0,965$; $\Delta C_{K_3}^I = 1,25$; $\varphi_0 = 27^\circ$; $\Delta \varphi_w^I = 302^\circ$; $E_0 = 62,25$;

$\Delta E_w^I = 926$ $\Delta E_{K_3}^I = 1100$ МПа мос равишда шўрланган грунтларнинг намлиги, шўрланиш миқдори ҳамда зичлаштириш коэффициентига боғлиқ бўлган коэффицентларнинг қийматлари.

Олинган ифодалар ҳақиқатдан ҳам ўрганилаётган жараёнларни керакли аниқликда ифодалай олишини билиш учун ноадекват ва «қайта тикланиш» дисперсиялари аниқланди. Бунинг учун Фишер мезони куйидаги ифода билан топилди:

$$F_p = S_{\text{АД}}^2 / S_{\text{ҚАЙ.ТИКЛ}}^2 \quad (13)$$

Аниқланган кўпчилик физик-механик хоссаларининг корреляция коэффицентларининг қийматлари келтирилган ҳолатлар учун $R = 0,87$ бўлди, бу эса тақлиф қилинаётган тенгламалар кечаётган жараёнларни керакли аниқликда ва яхши ифода этишини билдиради.

Диссертациянинг **“Шўрланган грунтларни мустаҳкамлик ва деформацион хоссаларини баҳолашда кўп марта такрорланувчи юкламани ҳисобга олишни амалий усуллари”** деб номланувчи тўртинчи бобида нобикр йўл тўшамаларини лойиҳалашда шўрланган грунтларнинг мустаҳкамлик ва деформация хоссаларини аниқлаштиришдан олинган иқтисодий самарадорликни ҳисоблашга доир мисол келтирилган.

Кўп маротаба қисқа вақт такрорланувчи юклама таъсиридаги йўл пойи шўрланган грунтларнинг аниқлаштирилган ҳисобий тавфсифлари (E_N , φ_N ва C_N) МКН 46-2008 да келтирилган E , φ ва C қийматлари билан солиштирилганда уларга нисбатан кичик эканлиги аниқланди. Шу сабабли, шўрланган грунтли худудларда нобикр йўл тўшамасини ҳисоблаш яъни, амалда қўллаш йўл тузилмаси мустаҳкамлигини талаб қилинганга нисбатан

камайишига олиб келади ва йўл тўшамасининг хизмат муддати меъёрадагидан кам бўлади.

Аниқлаштирилган ҳисобий тавсифларидан олинадиган иқтисодий самарадорликни аниқлаш учун диссертация ишида мисол келтирилган. Келтирилган ҳисоб ишларидан, диссертация ишида таклиф қилинган автомобиль йўл пойи шўрланган грунтларни аниқлаштирилган ҳисобий кўрсаткичларининг қийматларини амалда жорий қилиниши натижасида автомобиль йўллари қопламасини таъмирлараро муддатини бир неча йилга узайтирилди ва натижада 1 км йўл учун 185 млн. сўм иқтисодий самара олинди.

ХУЛОСА

“Шўрланган грунтли йўл пойи ишчи қатламининг такрорий юкламалар таъсирида ҳисобий кўрсаткичларини асослаш” мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертация иши бўйича олиб борилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Шўрланган грунтли йўл пойи ишчи қатламига қисқа вақт кўп маротаба юкламалар таъсир қилганда грунтларнинг ҳисобий кўрсаткичлари ва уларнинг ҳоссалари билан ўзаро боғлиқлигини тавсифловчи, шунингдек функционал боғлиқликлар олиш имконини берувчи чизма шакллантирилди.

2. Йўл пойи ишчи қатламига қисқа вақт кўп маротаба юкламалар таъсир қилиши натижасида шўрланган грунт зарраларнинг ўзаро туташ жойида кучланишни қисқа вақт тақсимланишини юз бериши натижасида қолдиқ деформацияни вужудга келишини тушунтириб берувчи гипотеза ишлаб чиқилди.

3. Тажриба-тадқиқот ишлари натижасида қисқа ва кўп маротаба такрорланувчи юклама таъсирида қолдиқ деформацияни йиғилиши ва уни ошиб бориш сабаблари аниқланди. Қолдиқ деформациянинг йиғилиши юкламанинг миқдорига, шўрланган грунтнинг турига, намлиги ва зичлигига боғлиқ.

4. Кўп маротаба қисқа вақт такрорланувчи юкламалар таъсирида шўрланган грунтларнинг ҳисобий кўрсаткичларини қийматлари унинг таркибидаги тузнинг турига, миқдорига, намлиги-зичлигига, юкламани қўйилиш сони ва юк миқдорига боғлиқ ҳолда статик юклама таъсиридагига нисбатан кичик эканлиги маълум бўлди.

5. Шўрланган грунтли худудларда автомобиль йўллари нобиқр йўл тўшамаларини қалинлигини ҳисоблашда мазкур диссертация тадқиқот ишларида аниқланган кўп маротаба қисқа вақт юклама таъсири натижасида олинган грунтларнинг ҳисобий кўрсаткичлари қийматларидан фойдаланиш лозим.

6. Ўтказилган тажриба-тадқиқот жараёнларида олинган синов натижалари яъни, қисқа вақт кўп маротаба юкламалар таъсирида шўрланган грунтларнинг аниқлаштирилган ҳисобий кўрсаткичлари таркибидаги туз миқдори ва тури, зичлиги ва намлиги бўйича дифференциалланди. Олинган

натижаларни амалда қўллаш учун бир қатор меъёрий ҳужжатлар ишлаб чиқилди ва қўшимчалар киритилди.

7. Диссертация тадқиқотларида аниқлаштирилган шўрланган грунтларнинг ҳисобий кўрсаткичларини амалда йўл тўшамасини қалинлигини ҳисоблашда жорий қилиниши натижасида автомобиль йўллари қопламасини хизмат муддати ва таъмирлараро муддати бир неча йилга узайди ва 1 км автомобиль йўл учун 185 млн. сўм иқтисодий самара олинди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.18/30.12.2019.Т.09.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

КАЮМОВ ДИЛШОД АБДУБАКИЕВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОЛЁННЫХ ГРУНТОВ
РАБОЧЕГО СЛОЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОДВИЖНЫХ
НАГРУЗОК**

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

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ
(PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2022

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2020.3.PhD/T1872.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте научного совета www.tstu.uz и в информационно-образовательном портале «Ziyounet» по адресу www.ziyounet.uz

Научный руководитель:	Худайкулов Рашидбек Мансуржанович доктор философии по техническим наукам, (PhD), доцент
Официальные оппоненты	Джаббаров Саидбурхан Тулаганович доктор технических наук, (DSc), профессор Расулов Рустам Хаятович доктор технических наук, (DSc), профессор
Ведущая организация	Наманганский инженерно-строительный институт

Защита диссертации состоится «5» 02 2022 г. в 12³⁰ часов на заседании Научного совета DSc.18/30.12.2019.T.09.01 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167, г. Ташкент, улица Адълходжаева, 1. Тел./факс: (998-71) 277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (зарегистрирована № 059) (Адрес: 100167, г. Ташкент, улица Адълхожаев, 1. 1. Тел./факс: (998-71) 277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Автореферат диссертации разослан «21» 01 2022 года.
(реестр протокола рассылки № 11 от «17» 12 2021 года).



А.А. Рискулов
Председатель научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

Р.М. Худайкулов
Ученый секретарь научного совета
по присуждению ученых степеней,
(PhD), доцент

И.С. Садиков
Председатель Научного семинара
при научном совете по присуждению
ученых степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Проблема использования засоленных грунтов при проектировании и строительстве различных инженерных сооружений, в том числе автомобильных дорог, имеет большое значение во всем мире. Многие специалисты дорожники со всего мира, таких как Австралия, Египет, Индия, Иран, Казахстан, Мексика, Пакистан, Россия, США, Узбекистан, а также ряд европейских стран, работают над решением этой проблемы. Поэтому в большинстве странах с развитой транспортной системой изучение закономерностей изменения физико-механических свойств засоленных грунтов при многократном и кратковременном воздействии транспортного средства является актуальной задачей.

В различных развитых странах мира изучаются и проводятся научно-практические исследования по влиянию солей на физико-механические свойства грунтов, разрабатываются и совершенствуются методы определения деформационно-механических характеристик засоленных грунтов, обосновываются характеристики засоленных грунтов дорожного полотна автомобильных дорог. Результаты исследований в свою очередь, позволяют разрабатывать надежные рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации дорог в засоленных грунтах.

В республике, в сфере строительства, в частности в сфере строительства автомобильных дорог проводятся широкомасштабные мероприятия по разработке и внедрению в практику экономически выгодных и надежных технологий. В нашей стране особое внимание уделяется укреплению оснований дорог для комфортного и безопасного движения автомобильного транспорта, а также разработке новых методов и технологий. Эти вопросы имеют большое значение при строительстве автомобильных дорог, отвечающих международным стандартам, в районах с засоленными грунтами, а также сокращения межремонтных сроков дорог и земляного полотна, снижения стоимости ремонтных работ, а также применения экономичных технологий.

Данное диссертационное исследование направлено на повышение качества и срока службы автомобильных дорог, что предусмотрено Указом Президента Республики Узбекистан от 27 ноября 2018 г. № ПП-4035 «О мерах по внедрению передовых зарубежных методов организации работ в сфере строительства и эксплуатации автомобильных дорог»² внедрение современных инновационных технологий и материалов, используемых в дорожном строительстве, а также развитие современной дорожной сети с учетом географического местоположения страны, указанного в Указе Президента Республики Узбекистан от 9 декабря 2019 года УП-5890 «О мерах

² Постановление Президента Республики Узбекистан от 27 ноября 2018 г. № ПП-4035 «О мерах по внедрению передовых зарубежных методов организации работ в области строительства и эксплуатации автомобильных дорог»

по глубокому реформированию системы дорожного хозяйства Республики Узбекистан» является приоритетом в наращивании потенциала, строительства, реконструкции и капитального ремонта и содержания автомобильных дорог общего пользования, а также реализации задач, поставленных другими нормативными документами.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнялось в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий Республики Узбекистан IV. «Проблемы геологии и минералогии, сейсмологии, сейсмостойкости, гидрометеорология, безопасности и чрезвычайных ситуаций».

Степень изученности проблемы.

В настоящее время систематические исследования направлены на изучение количества и качества солей в грунтах, их влияния на устойчивость автомобильных и железных дорог, а также зданий и сооружений, их физико-механических свойств.

Результаты исследования показывают, что научно-исследовательские работы по изучению источников засоления грунтов, влияния солей на физико-механические свойства грунтов проводили зарубежные ученые S. Liu, Qian Ni-gui, Herce Vallejo Manuel, D.Y. Wang, Shrestha Jagat K., Katti Anand R., G.P. David, из СНГ Бартоломей И.Л., Карпушко М.О., Киялбаев А.К., Ковда В.А., Грот А.И., Сиденко В.М., Жайсанбаев А.С., Телтаев Б.Б., Швецов В.А., Болдырев Г.Г., Новичков Г.А., Мельников Р.В.; узбекские ученые Агзамова И.А., Бабаханов П.Б. Мавлянов Г.А., Касымов С.М., Ступакова Л.Ф., Каландаров Т.Х., Каюмов А.Д., Худайкулов Р.М. и другие.

В настоящее время при проектировании жёстких и нежестких дорожных одежд в действующих нормативных документах, такие как МКН 44-2008 и МКН 46-2008 не учитывают влияние многократных кратковременных нагрузок на механические и деформационные характеристики засоленных грунтов земляного полотна автомобильных дорог. Анализ проведенных исследований также показывает, что закономерности изменения физико-механических свойств засоленных грунтов под воздействием многократных кратковременных нагрузок изучены недостаточно, а также не разработаны надежные рекомендации по изучаемому вопросу, и в настоящее время необходимо провести научные исследования по этой проблеме.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.

Диссертационная работа выполнена в Ташкентском государственном техническом университете в рамках исследований для разработки нормативных документов в 2013-2018 гг. по теме ИКН 84-13 «Инструкция по нормам плотности грунтов насыпи автомобильных дорог в различных регионах Узбекистана, ИКН 121-17 «Инструкция по сооружению земляного полотна автомобильных дорог из грунтов повышенной влажности»,

дополнение №1 к МШН 29-2007 «Правила контроля технологических норм степени уплотнения насыпей автомобильных дорог» «Научно-исследовательским институтом автомобильных дорог» Комитета автомобильных дорог при Министерстве транспорта Республики Узбекистан.

Целью исследования является обоснование расчетных характеристик засоленных грунтов в рабочем слое насыпей земляного полотна работающих под воздействием кратковременных повторяющихся нагрузок.

Задача исследования:

совершенствование существующих решений по обоснованию физико-механических свойств засоленных грунтов в рабочем слое земляного полотна под воздействием кратковременных повторяющихся нагрузок;

определение влияния кратковременных многократных нагрузок на физико-механические свойства засоленных грунтов различной влажности и плотности на основе определения расчетных характеристик засоленных грунтов в рабочем слое земляного полотна в лабораторных условиях;

определение расчетных характеристик засоленных грунтов в рабочем слое насыпей земляного полотна с учетом влияния кратковременных многократных нагрузок в полевых условиях на существующих дорогах;

определить экономическую эффективность, получаемую при практическом использовании расчетных характеристик засоленных грунтов в рабочем слое земляного полотна под воздействием кратковременным многократно повторяющихся нагрузок.

Объектом исследования являются автомобильные дороги, проходящие по участкам с засоленными грунтами на территории Республики Узбекистан.

Предмет исследования – физико-механические свойства засоленных грунтов земляного полотна автомобильных дорог под воздействием кратковременных многократных нагрузок.

Методы исследования. В ходе исследования были изучены нормы плотности и влажности засоленных грунтов, а также определены физико-механические свойства засоленных грунтов в лабораторных и полевых условиях. При обработке результатов использовались математико-статистические методы.

Научная новизна исследования: усовершенствована существующая конструктивная решения для определения физико-механических свойств засоленных грунтов в рабочем слое земляного полотна при многократном кратковременном воздействии нагрузок;

определены закономерности изменения физико-механических свойств засоленных грунтов при воздействии на земляное полотно автомобильных дорог многократных кратковременных повторяющихся нагрузок;

определено, что под воздействием кратковременных многократно повторяющихся нагрузок от транспортных средств значения расчетных характеристик засоленных грунтов в рабочем слое земляного полотна уменьшаются в зависимости от количества приложений нагрузки;

определены экспериментальные корреляционные связи между физико-механическими характеристиками засоленных грунтов земляного полотна в результате воздействия многократных кратковременных нагрузок;

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

усовершенствованы методы определения расчетных характеристик засоленных грунтов рабочего слоя земляного полотна под воздействием многократных кратковременных нагрузок в полевых и лабораторных условиях;

в зависимости от условий эксплуатации засоленных грунтов в рабочем слое земляного полотна разработаны надежные рекомендации, основанные на определении прочностных и деформационных характеристик насыпей с учетом многократных кратковременных нагрузок;

срок службы автомобильных дорог продлевается на 30-35 % за счет практического применения надежных рекомендаций, разработанных на основе прочностных и деформационных характеристик засоленных грунтов, представленных в диссертационном исследовании;

при проектировании нежестких дорожных одежд в территориях распространения грунтов засоленных с применением рекомендаций по учету воздействия многократных кратковременных нагрузок достигнута экономическая эффективность на 27,5 %.

Достоверность результатов исследования основана на закономерности «Грунтоведения» и «Механики грунтов», а также «Изысканий и проектирования автомобильных дорог», использовании современного оборудования и инструментов в полевых и лабораторных экспериментах, практическом применении и адекватности теоретических результатов, объяснено одобрением уполномоченных организаций.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научные значения результатов исследования обоснованы разработанным конструктивным решением и функциональными аналитическими зависимостями между расчетными характеристиками, а также усовершенствованием теории расчета дорожной конструкции с учетом норм плотности, влажности, количеством засоления и многократной кратковременной повторяющейся нагрузки.

Практическая значимость результатов исследования заключается в увеличении срока службы дорожных одежд, путем использования расчетных характеристик засоленных грунтов при назначении конструкции дорожных одежд с учетом количества воздействия многократной кратковременной нагрузки.

Внедрение результатов исследования. На основе разработанных расчетных характеристик засоленных грунтов рабочего слоя земляного полотна:

аналитические выражения зависимости расчетных характеристик грунтов от их влажности и коэффициента уплотнения при расчете

устойчивости земляного полотна автомобильных дорог внесены в следующие нормативные документы разработанные Автомобильно-дорожном научно-исследовательском институтом: ИКН 84-13 «Инструкция по нормам плотности грунтов насыпи автомобильных дорог в различных регионах Узбекистана, ИКН 121-17 «Инструкция по сооружению земляного полотна автомобильных дорог из грунтов повышенной влажности», дополнение №1 к МШН 29-2007 «Правила контроля технологических норм степени уплотнения насыпей автомобильных дорог» (Справка №10/3-809 от 08 ноября 2021г. НИИАД комитет по автомобильным дорогам при Министерстве Транспорта Республики Узбекистан). В результате на основе расчетов достигнуто повышение устойчивости насыпи земляного полотна автомобильных дорог.

при проектировании конструкции дорожной одежды с использованием расчетных характеристик засоленных грунтов, полученных в результате диссертационной работы позволяет продления срока службы дорожных одежд, снижение трудозатрат в процессе ремонта и обслуживания, суммы экономической эффективности составляет 185 мил. сум за 1 км дороги в результате экономии затрат на строительство (справка №02/4469-6578 от 17 ноября 2021 г. Комитет по автомобильным дорогам при Министерстве Транспорта Республики Узбекистан).

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 3 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 15 научных работ, в том числе 2 публикации в базе данных «Scopus», 5 в престижных зарубежных научных журналах, 5 в журналах рекомендованных ВАК, 3 статей в сборниках республиканских международных конференциях. Использованы при разработке 3 нормативных документов республики.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 102 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость проведенного исследования, сформулированы цель и задачи исследования, выявлены объект и предмет исследования, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научные и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов и их научная и практическая значимость, внедрение в практику результатов исследования, сведения об опубликованных работах и по структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Состояние вопроса и задачи исследования»** приведены основные сведения о количестве солей в засоленных грунтах, основные факторы засоления грунтов, свойства солей в

грунтах и влияние их на прочность инженерных сооружений, типы засоленных грунтов, степени засоления, пригодность засоленных грунтов для дорожного строительства, изучены разработки по устойчивости земляного полотна в засоленных районах, данные об изменении состояния грунтов под воздействием кратковременных многократных нагрузок от транспортных средств.

Основным фактором образования засоленных грунтов являются минерализованные грунтовые воды и засоленные породы, залегающие близко к поверхности. Основное условие засоления - это невозможность протока воды местами и то, что процесс испарения превышает количества осадков. Поэтому засоленные грунты встречаются на водонепроницаемых равнинах, пустынях, полупустынях и холмистых местах.

В естественной среде Узбекистана встречаются засоленные грунты разного количества и качества. Наиболее распространенные соли, участвующие в засолении: NaCl , $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3 , $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, CaCO_3 и $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

В грунтах земляного полотна допустимое количество солей определяется количеством воды, которую они могут растворить при заполнении пор уплотненного грунта при оптимальной влажности, и характеризуется засоленностью засоленных грунтов и их пригодностью для использования на земляном полотне.

Следует отметить, что при строительстве земляного полотна из сильнозасоленных грунтов в качестве дополнительной меры проводится увеличение высоты насыпи для предотвращения дальнейшего засоления верхнего слоя, сооружение защитных прослоек, понижение уровня грунтовых вод. Негативное воздействие сильно засоленных грунтов нейтрализуется добавлением различных химических добавок.

Рабочий слой земляного полотна (активный слой) находится под воздействием кратковременных многократных нагрузок, а также водно-теплового режима земляного полотна. Результаты исследования влияния водно-теплового режима земляного полотна на прочность дорожной насыпи показывают, что в условиях Узбекистана основные источники влаги в рабочем слое на орошаемых территориях тесно связаны с орошением и режимом подземных вод.

Помимо свойств и состояния грунта, на законы деформирования грунтов при многократных нагружений влияет и их режим.

Эффект повторной нагрузки в течение более короткого периода времени, чем указано выше, вызывает очень сложные (по сравнению со статическим эффектом нагрузки) изменения в грунтах. Описание процессов, происходящих в грунтах в результате многократных нагрузок на грунты, будет зависеть от многих факторов.

Таким образом, научные исследования по проектированию автомобильных дорог, анализ нормативной документов, расчетные характеристики засоленных грунтов земляного полотна, в частности,

изменение прочностных и деформационных свойств под воздействием многократных и кратковременных нагрузок, недостаточно изучены.

Во второй главе диссертации, озаглавленной «**Теоретические подходы к оценке условий и развития остаточных деформаций при многократных и кратковременных нагружениях грунтов**», представлено конструктивное решение для определения расчетных характеристик засоленных грунтов, зависимость прочности и деформации засоленных грунтов от свойств грунта и состояния нагрузки, теоретические подходы к оценке условий и развития остаточных деформаций грунтов под воздействием многократных и кратковременных нагрузок.

В результате анализа процесса работы рабочего слоя земляного полотна, под воздействием многократных кратковременных нагрузок на участках с засоленными грунтами была сформирована схема, описывающая механические свойства засоленных грунтов и их взаимосвязь (рисунок 1).

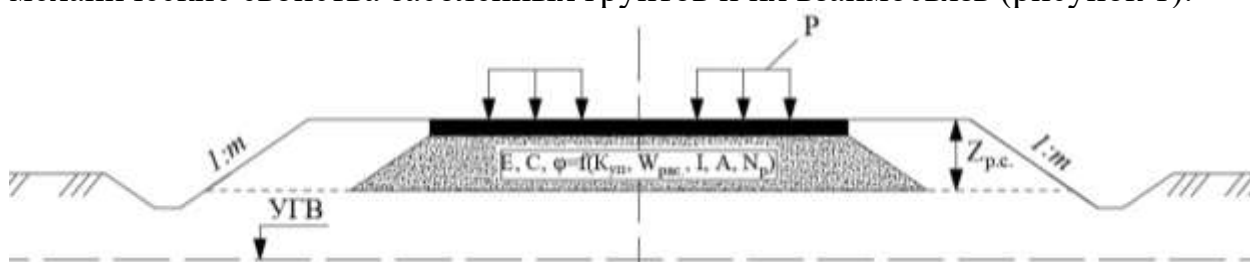


Рис.1. Схема земляного полотна из засоленного грунта в поперечном профиле

P – нагрузка от колеса автомобиля на дорожную одежду; Z_{р.с.} - рабочий слой, м; УГВ-уровень грунтовых вод, м; E - модуль упругости, МПа; φ-угол внутреннего трения, град; C - сила сцепления, МПа; K_y-коэффициент уплотнения, характеризующий плотность грунтов земляного полотна; W_{расч} - расчетная влажность грунтов на момент испытаний; I - тип засоления; A - количество засоления; N_p– число многократных кратковременных нагрузок воздействующих на покрытие от транспортных средств.

Анализ приведенного на рис.1 конструктивного решения показывает, что используемые при проектировании конструкции дорожных одежд прочностные и деформационные показатели засоленных грунтов зависят от его плотности, влажности, типа и количества солей, а также количества кратковременного многократного воздействия нагрузки. Эту функциональную зависимость можно записать по следующему:

$$\left. \begin{aligned} E &= f_1(K_y, W_{расч}, I, A, N_p); \\ C &= f_2(K_y, W_{расч}, I, A, N_p); \\ \varphi &= f_3(K_y, W_{расч}, I, A, N_p); \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Исходя из целей и задач диссертации, необходимо изучить влияние значений K_y , $W_{расч}$, I , A и N_p , приведенных в формуле (1), на показатели прочности C , φ и деформации E отдельно и вместе.

Анализ литературы по “Грунтоведению” и “Механики грунтов” показывают, что состояние грунтов при воздействии многократном кратковременной нагрузки можно представить следующим образом:

- при действующих касательных напряжениях, меньших порога накопления остаточные деформации практически не накапливаются;

- при касательных напряжениях, больших порога накопления, но меньших некоторого значения, которое можно назвать прочностью при многократном нагружении, происходит накопление остаточных деформаций с увеличением числа приложений нагрузки в соответствии с некоторым законом;

- при касательных напряжениях, больших прочности при многократном нагружении интенсивность накопления резко возрастает, что свидетельствует о постепенном разрушении грунта.

Образование и накопление остаточной деформации под воздействием многократных нагрузок за короткий промежуток времени можно объяснить следующим образом:

Под воздействием нагрузки срабатывают параллельно расположенные жесткие и вязкие связи между двумя элементами грунта. В засоленном грунте роль жестких связей выполняет грунтовый скелет, состоящий из минеральных зерен и кристалл солей, а также сильно модифицированные пленки связанной воды, адсорбированные на поверхности грунтовой частицы, роль вязких связей – поровая вода и пленки связанной воды. Свойства жестких связей не зависят от временных факторов, свойства вязких связей зависят.

Если действующая нагрузка на грунт не превысит сопротивления жесткой связи, то в грунте деформации не наблюдается. Если к грунту будет приложена такая нагрузка, при которой превысит сопротивление в элементе трения жесткой связи, то произойдет его смещение. В результате сопротивление системы может снизиться и это вызовет необратимую деформацию в вязкой связи. Деформация будет продолжаться до тех пор, пока не возрастет сопротивление жесткой связи вследствие увеличения в ней нормального усилия.

При однократном приложении нагрузки необратимая деформация вязкой связи будет незначительной. Многократное же приложение нагрузки вызовет накопление деформации.

Таким образом, предложенные теоретические представления наглядно показывают, что до некоторого напряженного состояния остаточные

деформации в засоленном грунте не возникнут. Если же напряжения, возникающие в жесткой связи, превысят их сопротивление, то при каждом приложении нагрузки будет образовываться остаточная деформация (за счет необратимой деформации в вязкой связи), которая будет накапливаться с увеличением количества приложений кратковременной нагрузки.

В третьей главе диссертации под названием **«Методы экспериментального исследования засоленных грунтов»**, приведены сведения о структуре разработанного инструмента передающего кратковременной многократной нагрузки на грунты, порядок подготовки и образцов для испытания засоленных грунтов, планирование экспериментов, определение расчетных параметров засоленных грунтов под статической нагрузки и приведены результаты о полевых и лабораторных исследованиях грунтов под воздействием при кратковременных многократных воздействиях нагрузок.

Разработан специальный прибор для приложения многократной кратковременной нагрузки на грунт. В качестве основы для этого был использован прибор ГПП-30 (конструкция Маслова-Лурье), используемый для определения сопротивления грунта сдвигу (рис. 2).

Схема нагружения нагрузки (рис. 3) состоит из следующих участков: ab - время увеличения вертикального напряжения, bc - время воздействия максимального вертикального напряжения - t_n , cd - время уменьшения вертикального напряжения, da' - интервал времени между напряжениями $t_{инт}$.

Опыты проводились на засоленных грунтах под воздействием многократных кратковременных нагрузок в лаборатории «Геотехнология» кафедры «Гидрогеологии и инженерной геологии» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова и в специальной дорожной лаборатории Научно-исследовательского института автомобильных дорог. Химический состав грунтов определялся в химической лаборатории ГП «ГИДРОИНГЕО» и ГУП «O'ZGASHKLITI».

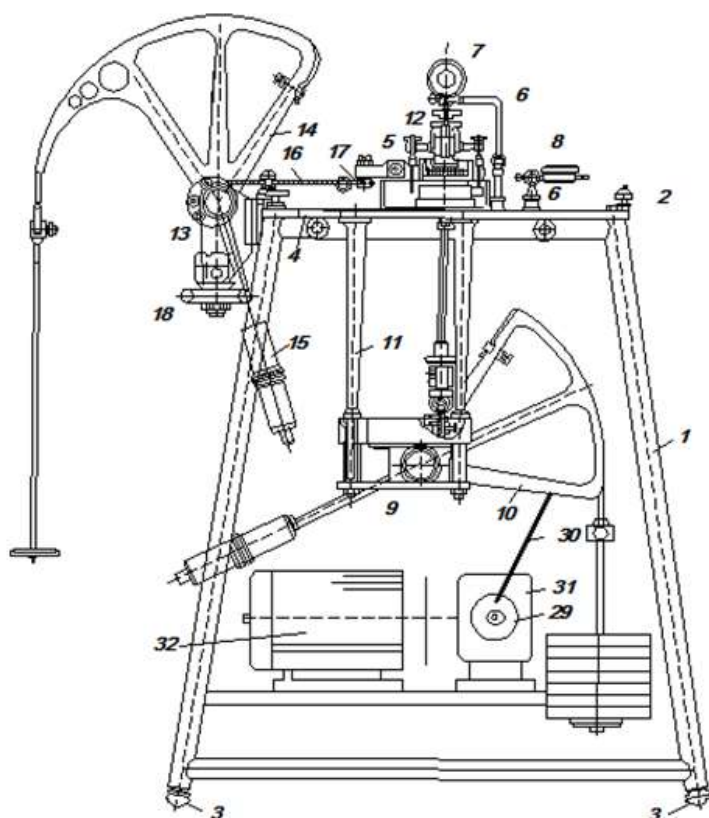


Рис. 2. Общий вид прибора ГП-30, передающую многократную кратковременную нагрузку

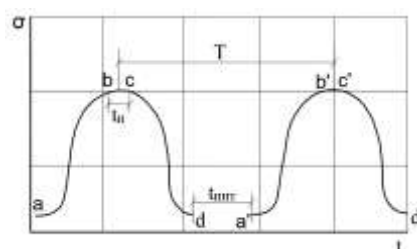
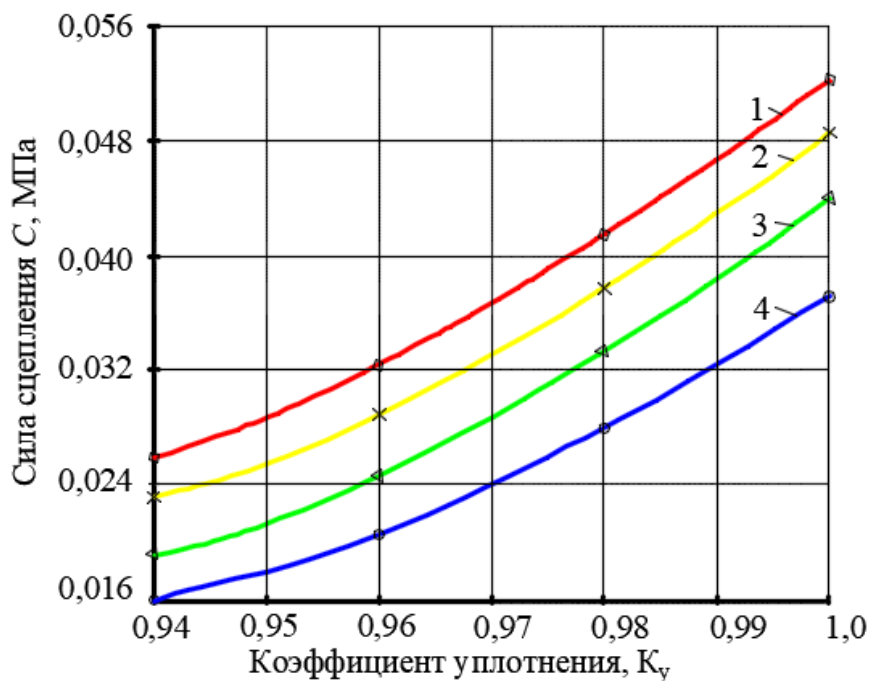


Рис. 3. Схема загрузки - нагрузки

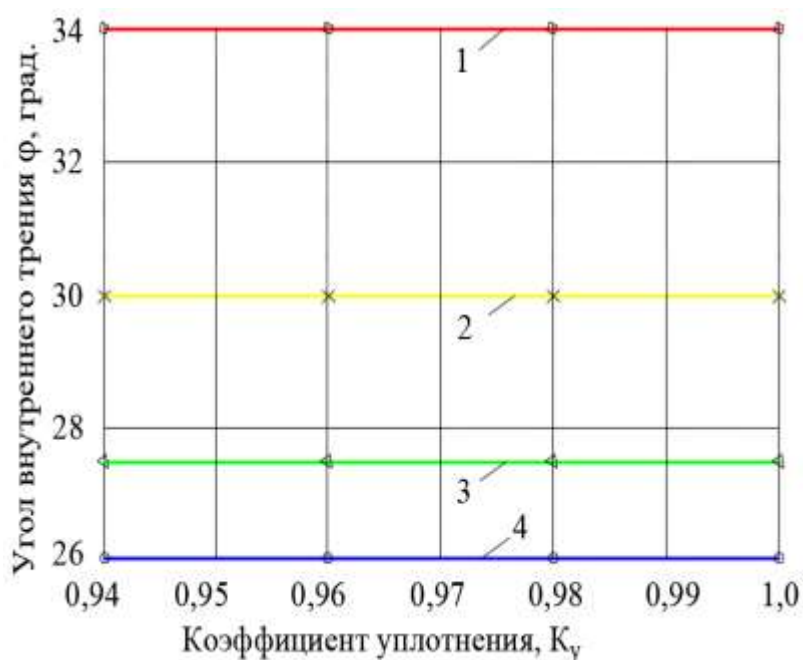
В лабораторных условиях при влажности $W = W_{\text{опт}}$ и коэффициенте уплотнения 0,94; 0,96; 0,98; 1,00 были приготовлены образцы, затем они были увлажнены до содержания влаги $0,55W_T \div 0,75W_T$ с использованием арретира. Перед приложением кратковременной многократной нагрузки на образцы, под статической нагрузкой при $N=0$, определены их расчетные характеристики: сила сцепления C (рис. 4), угол внутреннего трения φ (рис. 5) и модуль упругости E (рис. 6).

Влияние многократных кратковременных нагрузок на свойства средnezасоленных легких пылеватых супесей с сульфатных и хлоридно-сульфатных засолениях, представлено в таблице 1, а их средние значения определены в соответствии с разработанными для их исследования ГОСТами.

Физико-механические свойства засоленных грунтов, приведенные в табл. 1, могут быть выражены следующими выражениями в зависимости от количества воздействий кратковременных и повторяющихся нагрузок при коэффициенте уплотнения $K_y = 0,97$.



**Рис. 4. Зависимость силы сцепления от коэффициента уплотнения и влажности засоленного грунта: $N = 0$;
1-0,55 W_T ; 2-0,60 W_T ; 3-0,65 W_T ; 4-0,7 W_T**



**Рис. 5. Зависимость угла внутреннего трения засоленного грунта от коэффициента уплотнения и влажности: $N=0$;
1-0,55 W_T ; 2-0,60 W_T ; 3-0,65 W_T ; 4-0,7 W_T**

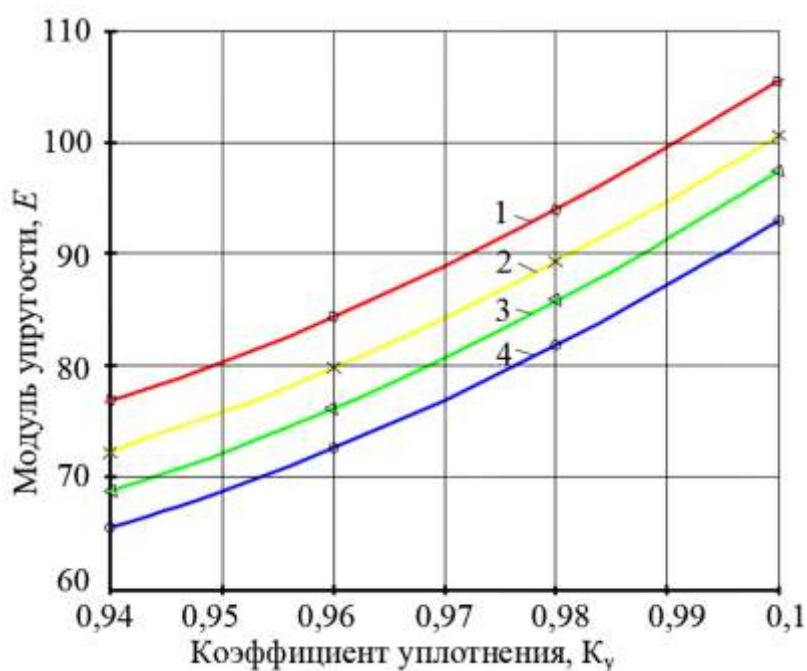


Рис. 6. Зависимость модуля упругости засоленного грунта от коэффициента уплотнения и влажности: N=0; 1-0,55 W_T ; 2-0,60 W_T ; 3-0,65 W_T ; 4-0,7 W_T

Таблица 1

Влияние нагрузки на свойства сульфатных и хлоридно-сульфатных средnezасоленных тяжелых пылеватых супесей.

Свойства грунта	Количество повторяющейся кратковременной и многократной нагрузки при $\sum N_p$							
	0	1	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6
Относительное набухание, $\Delta h, \%$	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,75	1,78	1,8
Давление набухания, $P_n, \text{Па}$	0,02 2	0,022	0,023	0,0235	0,024	0,0245	0,0258	0,025
Коэффициент фильтрации, $K_f, 10^{-4} \text{ м/сут}$	3,0	3,0	3,5	3,9	4,2	4,5	4,7	5,0
Размокание $R_{\text{размок}}, \text{мин}$	16	16	15	14	13	12,7	12,3	12
Скорост прохода ультразвука $v, \text{м/мкс} \cdot 10^{-2}$	0,04 3	0,043	0,043	0,043	0,435	0,0437	0,0439	0,044
Предел прочности при раздавливании $R_{\text{разд}}, \text{МПа}$	18,5	18,5	18,0	17,5	17,0	16,5	16,3	16,0
Коэффициент динамической вязкости, $\eta \cdot 10^9, \text{Па} \cdot \text{с}$	2,8	2,8	2,7	2,6	2,5	2,3	2,5	2,2

$$\Delta h = \Delta h_0(1+0,2052\ln N_p), \% \quad (2)$$

$$P_v = P_{v,0}(1+0,009\ln N_p), \text{ МПа} \quad (3)$$

$$K_\phi = K_{\phi,0}(1+0,0443\ln N_p), 10^{-4} \text{ м/сут} \quad (4)$$

$$R_{\text{размок.}} = R_{\text{размок.0}}(1-0,018\ln N_p), \text{ мин.} \quad (5)$$

$$v = v_0(1+0,0021\ln N_p), \text{ м/мкс} \cdot 10^{-2} \quad (6)$$

$$R_{\text{разд.}} = R_{\text{разд.0}}(1-0,011\ln N_p), \text{ МПа} \quad (7)$$

$$\eta = \eta_0(1-0,014\ln N_p), \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (8)$$

где: $\Delta h_0=1,4425\%$; $P_{v,0}=0,0223$ МПа; $K_{\phi,0}=3,15 \cdot 10^{-4}$ м/сут; $R_{\text{размок.0}}=15,575$ мин.; $v_0=0,0429$ м/мкс $\cdot 10^{-2}$; $R_{\text{разд.0}}=18,389$ МПа; $\eta_0=2,78$ Па \cdot с

Математически обработаны результаты экспериментов по изучению свойств засоленных грунтов при многократном и кратковременном нагружении. При этом определялись коэффициент вариации, точность и коэффициенты корреляции.

Рассчитанные коэффициенты корреляции показывают, что $r_k > 0,85$ для всех свойств засоленного грунта, т.е. существует интегральная корреляция между свойствами грунта и повторяющейся кратковременной нагрузкой.

После обработки результатов, полученных при испытании засоленных грунтов с повторным нагружением, был построен график относительной остаточной деформации от величины вертикальной и кратковременной многократной приложении нагрузки ($\lg N_p$). На рисунке 7 показаны результаты испытаний засоленного грунта при различных значениях повторяющейся вертикальной нагрузки, когда влажность образца составляет $W = 0,6W_t$, $K_y=1,0$, $f = 1$ Гц.

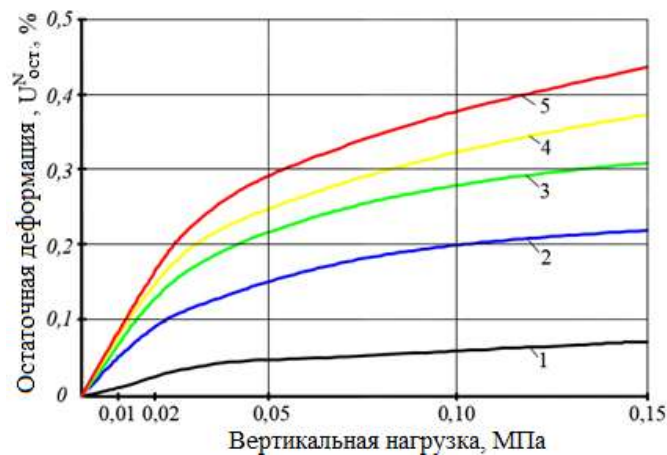


Рис. 7. Зависимость остаточной деформации от вертикальной нагрузки и количества кратковременной многократной нагрузки:

$W=0,60W_t$; $\gamma_{ск}=1,77$ г/см³; $f=1$ Гц; 1- $N=10^2$; 2- $N=10^3$; 3- $N=10^4$; 4- $N=10^5$; 5- $N=10^6$

В зависимости от состояния засоленного грунта и величины кратковременной нагрузки кривая «остаточной деформации» состоит сначала из возрастающих, а затем убывающих кривых.

Зависимость суммы остаточных деформаций от величины кратковременного нагружения определялась методом наименьших квадратов и выглядит таким образом:

$$U_{кол}^{(N)} = U_{кол}^1 + \alpha \lg N \quad (9)$$

где $U_{кол}^{(N)}$ - относительная остаточная деформация после N нагружений; $U_{кол}^1$ - то же после однократного приложения нагрузки; α - коэффициент отражающий интенсивности накопления остаточной деформации.

Коэффициент отражающий интенсивности накопления остаточной деформации увеличивается с увеличением вертикальной нагрузки и количеством его приложения.

Основная задача полевых исследований - проверка результатов лабораторных исследований. Полевые исследования проведены на автомобильной дороге государственного значения II категории 4Р25- «А373 автодорога - к. Сайхун. - г. Бахт - Граница Республики Казахстан» в 43-45 км в Сырдарьинской области и на автомобильной дороге местного значения IV категории 4К261-«4R38 автодорога - граница Республики Казахстан» в 3-5 км в Джизакской области.

Значения угла внутреннего трения φ и силы сцепления засоленных грунтов C на опытных участках и земляного полотна существующих автомобильных дорог определялись с помощью режущего инструмента, вращающегося в плоскости. Модуль упругости E уплотненных грунтов определялся на приборе ПДУ МГ-4. Обобщенные значения результатов лабораторных и полевых экспериментов приведены в таблице 2.

При проектировании конструкции дорожной одежды на участках распространения сульфатных и хлоридно-сульфатных средnezасоленных грунтов можно использовать расчетные характеристики засоленных грунтов земляного полотна, приведенные в таблице 2. Но пользоваться этой таблицей неудобно. В таблице 2 значения расчетных характеристик даны в зависимости от дискретных значений коэффициента уплотнения ($K_y=0,94-1,00$), влажности ($W_p=0,55-0,70W_T$) и количества воздействий многократной и кратковременной повторяющейся нагрузки ($N_p=1, 10^1, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, 10^6$). Однако при проектировании дорожной одежды часто необходимо определять значения расчетных характеристик в промежуточных значениях K_y , $W_{рас}$ и N_p . Поэтому были предприняты попытки получить аналитические выражения, позволяющие точно определять промежуточные значения рассчитываемых показателей в зависимости от перечисленных выше факторов.

Таблица 2

Прочностно-деформационные характеристики сульфатных и хлоридно-сульфатных среднезасоленных грунтов под воздействием многократной кратковременной нагрузки

Влажность, W/W_T	Коэффициент уплотнения, K_y	Прочностно-деформационные характеристики сульфатных и хлоридно-сульфатных среднезасоленных грунтов под воздействием многократной кратковременной нагрузки ΣN_p						
		1-стат	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6
0,55	0,94	$\frac{27}{62}$ 0,028	$\frac{26}{61}$ 0,027	$\frac{25}{60}$ 0,026	$\frac{24}{59}$ 0,025	$\frac{23,2}{58}$ 0,024	$\frac{21,8}{56}$ 0,023	$\frac{21}{55}$ 0,022
	0,96	$\frac{27}{67}$ 0,036	$\frac{26}{66}$ 0,035	$\frac{25}{65}$ 0,033	$\frac{24}{64}$ 0,032	$\frac{23,2}{63}$ 0,030	$\frac{21,8}{61}$ 0,028	$\frac{21}{60}$ 0,026
	0,98	$\frac{27}{74}$ 0,044	$\frac{26}{73}$ 0,042	$\frac{25}{72}$ 0,040	$\frac{24}{71}$ 0,038	$\frac{23,2}{70}$ 0,036	$\frac{21,8}{68}$ 0,035	$\frac{21}{67}$ 0,034
	1,00	$\frac{27}{80}$ 0,054	$\frac{26}{79}$ 0,052	$\frac{25}{78}$ 0,050	$\frac{24}{77}$ 0,048	$\frac{23,2}{76}$ 0,046	$\frac{21,8}{74}$ 0,044	$\frac{21}{73}$ 0,042
0,60	0,94	$\frac{23}{49}$ 0,019	$\frac{22,2}{45}$ 0,018	$\frac{21,4}{42}$ 0,017	$\frac{20,7}{41}$ 0,016	$\frac{20}{40}$ 0,016	$\frac{19,3}{38}$ 0,015	$\frac{19}{37}$ 0,015
	0,96	$\frac{23}{52}$ 0,027	$\frac{22,2}{49}$ 0,026	$\frac{21,4}{47}$ 0,024	$\frac{20,7}{46}$ 0,023	$\frac{20}{45}$ 0,022	$\frac{19,3}{43}$ 0,020	$\frac{19}{42}$ 0,018
	0,98	$\frac{23}{56}$ 0,036	$\frac{22,2}{55}$ 0,034	$\frac{21,4}{54}$ 0,033	$\frac{20,7}{53}$ 0,031	$\frac{20}{52}$ 0,030	$\frac{19,3}{50}$ 0,028	$\frac{19}{49}$ 0,026
	1,00	$\frac{23}{62}$ 0,043	$\frac{22,2}{61}$ 0,041	$\frac{21,4}{60}$ 0,039	$\frac{20,7}{59}$ 0,038	$\frac{20}{58}$ 0,037	$\frac{19,3}{56}$ 0,036	$\frac{19}{55}$ 0,034
0,65	0,94	$\frac{21}{42}$ 0,016	$\frac{20}{40}$ 0,014	$\frac{19}{38}$ 0,013	$\frac{18}{36}$ 0,012	$\frac{18}{35}$ 0,011	$\frac{17,5}{34}$ 0,010	$\frac{17,5}{33}$ 0,010
	0,96	$\frac{21}{46}$ 0,024	$\frac{20}{44}$ 0,022	$\frac{19}{42}$ 0,020	$\frac{18}{40}$ 0,018	$\frac{18}{39}$ 0,017	$\frac{17,5}{38}$ 0,016	$\frac{17,5}{37}$ 0,015
	0,98	$\frac{21}{50}$ 0,032	$\frac{20}{48}$ 0,030	$\frac{19}{46}$ 0,028	$\frac{18}{44}$ 0,026	$\frac{18}{40}$ 0,024	$\frac{17,5}{40}$ 0,023	$\frac{17,5}{39}$ 0,022
	1,00	$\frac{21}{54}$ 0,040	$\frac{20}{50}$ 0,038	$\frac{19}{49}$ 0,036	$\frac{18}{48}$ 0,034	$\frac{18}{44}$ 0,032	$\frac{17,5}{42}$ 0,031	$\frac{17,5}{41}$ 0,030
0,70	0,94	$\frac{19}{35}$ 0,014	$\frac{19,5}{33}$ 0,012	$\frac{18,5}{31}$ 0,011	$\frac{18}{29}$ 0,010	$\frac{18}{28}$ 0,010	$\frac{17}{27}$ 0,009	$\frac{17}{26}$ 0,008
	0,96	$\frac{19}{39}$ 0,022	$\frac{19,5}{37}$ 0,020	$\frac{18,5}{35}$ 0,018	$\frac{18}{33}$ 0,016	$\frac{18}{32}$ 0,014	$\frac{17}{31}$ 0,013	$\frac{17}{30}$ 0,011
	0,98	$\frac{19}{43}$ 0,030	$\frac{19,5}{41}$ 0,028	$\frac{18,5}{39}$ 0,026	$\frac{18}{37}$ 0,024	$\frac{18}{36}$ 0,022	$\frac{17}{34}$ 0,020	$\frac{17}{33}$ 0,019
	1,00	$\frac{19}{47}$ 0,037	$\frac{19,5}{45}$ 0,035	$\frac{18,5}{43}$ 0,033	$\frac{18}{41}$ 0,032	$\frac{18}{40}$ 0,031	$\frac{17}{38}$ 0,030	$\frac{17}{37}$ 0,028

Примечание: в числителе: угол внутреннего трения слева, град.; справа - модуль упругости, МПа; в знаменателе - сила сцепления, МПа.

В результате были получены следующие формулы, свидетельствующие о том, что расчетные значения сульфатных и хлоридно-сульфатных среднезасоленных грунтов зависят от $K_{уп}$, $W_{рас}$ и N_p .

Для определения силы сцепления:

$$C=C_0(1-0,016\ln N_p)-\Delta C_w^I(W_{расч}-0,725W_{расч}^2-0,330)+\Delta C_{K_y}^I(K_y^2-,596K_y+0,616), \text{МПа} \quad (10)$$

Для определения угла внутреннего трения:

$$\varphi = \varphi_0(1-0,016\ln N_p) - \Delta\varphi_w^I(W_{расч} - 0,662W_{расч}^2 - 0,349), \text{град} \quad (11)$$

Для определения модуля упругости:

$$E=E_0(1-0,008\ln N_p)-\Delta E_w^I(W_{расч}-0,648W_{расч}^2-0,353)+\Delta E_{к.у}^I(K_y-1,084K_y+0,294), \text{МПа} \quad (12)$$

где: $C_0=0,054$; $\Delta C_w^I=0,965$; $\Delta C_{K_y}^I=1,25$; $\varphi_0=27^\circ$; $\Delta\varphi_w^I=302^\circ$; $E_0=62,25$;

$\Delta E_w^I=926$ $\Delta E_{к.у}^I=1100$ МПа значения коэффициентов соответственно в зависимости от влажности засоленных грунтов, количества засоления и коэффициента уплотнения.

Определены неадекватность и "воспроизводимость" полученных зависимости, чтобы гарантировать, что полученные зависимости действительно могут представлять изучаемые процессы с требуемой точностью. Критерий Фишера для этого был найден со следующим выражением:

$$F_P = S_{АД}^2 / S_{ВОСПР}^2 \quad (13)$$

Значения коэффициента корреляции определенных многих физико-механических свойств для данных случаев составило $R = 0,87$, это означает, что предложенные уравнения с необходимой точностью хорошо выражают протекающие процессы.

В четвертой главе диссертации «**Практические методы учета повторной нагрузки при оценке прочностных и деформационных свойств засоленных грунтов**» приведен пример расчета экономической эффективности при использовании прочностных и деформационных характеристик засоленных грунтов при проектировании нежёстких дорожных одежд.

Выяснилось, что расчетные характеристики (E_N , φ_N и C_N) засоленных грунтов под воздействием многократных кратковременных нагрузок были относительно малыми по сравнению со значениями E , φ и C , приведенными в МКН 46-2008. По этому, расчет нежёстких дорожных одежд на участках распространения засоленных грунтов, т.е. применение на практике, приводит к снижению прочности дорожной конструкции по сравнению с требуемой, а срок служба дорожного покрытия будет меньше, чем нормативный.

В диссертации приводится пример определения экономической эффективности, полученный на основе предложенных расчетных характеристик. В результате практической реализации значений расчетных характеристик, предложенных в диссертационной работе, интервал между ремонтами дорог был увеличен на несколько лет, и в результате на 1 км дороги сумма экономической эффективности составил 185 млн сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании исследования диссертации доктора философии (PhD) по теме “Обоснование расчетных характеристик засоленных грунтов рабочего слоя дорожного полотна под влиянием подвижных нагрузок” были сделаны следующие выводы:

1. Предложена схема позволяющая характеризовать взаимосвязи, а также получить функциональные зависимости между расчетными характеристиками засоленных грунтов рабочего слоя и его свойствами при воздействии на него кратковременной многократной нагрузки.

2. Разработана гипотеза, объясняющая причины изменения связей в месте контакта частиц засоленного грунта и образования остаточной деформации в результате кратковременного перераспределения напряжения при воздействии кратковременных многократных нагрузок на рабочий слой земляного полотна.

3. В результате экспериментальных исследований выявлены причины накопления и увеличения остаточной деформации под воздействием кратковременного и многократного нагружения. Накопление остаточной деформации зависит от нагрузки, вида засоления, влажности и плотности грунта.

4. Значения расчетных характеристик засоленных грунтов при воздействии многократных кратковременных нагрузок меньше, чем при воздействии статических нагрузок, и зависят от вида и количества соли, плотности-влажности и количества приложения нагрузок.

5. При расчете толщины нежесткой дорожной одежды автомобильных дорог на участках с засоленными грунтами необходимо использовать значения расчетных характеристик грунтов, полученных в результате многократного кратковременного нагружения, которые были выявлены в исследовательской работе данной диссертации.

6. Полученные результаты в процессе проведения опытов, т.е. уточненные расчетные характеристики засоленных грунтов под влиянием кратковременного многократного нагружения нагрузок дифференцировались по количеству и типу солей, плотности и влажности засоленных грунтов. Для практического применения результатов разработан ряд нормативных документов и дополнения к ним.

7. В результате внедрения расчетных показателей засоленных грунтов в практике, выявленных в диссертационном исследовании, при расчете толщины дорожных одежд увеличен срок службы покрытия и межремонтный срок автомобильных дорог на несколько лет и получен экономический эффект 185 млн. сум. на 1 км автомобильных дорог.

**SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREES DSc.18/30.12.2019.T.09.01 AT THE TASHKENT STATE
TRANSPORT UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

KAYUMOV DILSHOD ABDUBAKIEVICH

**SUBSTANTIATION OF THE CALCULATED CHARACTERISTICS OF
SALINE SOILS OF THE WORKING LAYER OF THE SUBGRADE
UNDER THE INFLUENCE OF MOVING LOADS**

**05.09.02 – Basements, foundations and underground structures.
Bridges and transport tunnels. Roads, subways**

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent -2022

The theme of doctor the philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.3.PhD/T1872.

The dissertation has been prepared at the Tashkent State Transport University.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website www.tstu.uz and on the website of "ZiyoNet" Informational and educational portal www.ziynet.uz.

Scientific adviser:

Hudaykulov Rashidbek Mansurjanovich
Doctor of philosophy (PhD), docent.

Official opponents:

Jabbarov Saidburkhan Tulaganovich
doctor of technical sciences, (DSc), professor

Rasulov Rustam Hayatovich
doctor of technical sciences, (DSc), docent

Leading organization:

Namangan engineering construction institute

The defense of the dissertation will be held at the meeting the Scientific Council under the Tashkent State Transport University DSc.18/30.12.2019.T.09.01 2022 "5" 02 hours at 12³⁰
(Address: 100167, Tashkent, Odilkhojaeva, 1. Tel/fax: (99871) 293-57-54, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru)

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the Tashkent State Transport University (is registered number No. 056) (Address: 100167, Tashkent, st. Adylkhodzhaeva, 1. Tel/fax: (99871) 293-57-54, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru)

Abstract of the dissertation sent on the "21" of 01 2022 y.
(Mailing report No. 11 on "17" 12 2021 y.)



A.A. Riskulov
Chairman of the scientific council
awarding scientific degree, doctor of
technical sciences, professor

R.M. Hudoykulov
Scientific secretary of scientific council
awarding scientific degrees, doctor of
philosophy, docent

I.S. Sadikov
Chairman of the academic seminar
under the scientific council awarding
scientific degrees, doctor of technical
sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the study is to substantiate the design characteristics of saline soils in the working layer of the embankments of the subgrade working under the influence of short-term repetitive loads

The tasks of research:

improvement of existing solutions to substantiate the physical and mechanical properties of saline soils in the working layer of the subgrade under the influence of short-term repetitive loads;

determination of the effect of short-term repeated loads on the physical and mechanical properties of saline soils of different moisture and density based on the determination of the design characteristics of saline soils in the working layer of the subgrade in laboratory conditions;

determination of the design characteristics of saline soils in the working layer of the subgrade, taking into account the effect of short-term repeated loads in the field on existing roads;

to determine the economic efficiency obtained in the practical use of the calculated characteristics of saline soils in the working layer of the subgrade under the influence of short-term repetitive loads.

The objects of research were the use of highways located in the territory of the Republic of Uzbekistan passing through areas with saline soils.

The scientific novelty of the research is as follows:

the existing design solution for determining the physical and mechanical properties of saline soils in the working layer of the subgrade under repeated short-term loads has been improved;

the regularities of changes in the physical and mechanical properties of saline soils when exposed to the subgrade of highways by repeated short-term repetitive loads have been determined;

it was determined that under the influence of short-term repetitive loads from vehicles, the values of the design characteristics of saline soils in the working layer of the subgrade decrease depending on the number of load applications;

experimental correlations between the physical and mechanical characteristics of saline soils of the subgrade as a result of exposure to repeated short-term loads have been determined.

The practical results of the study are as follows:

improved methods for determining the design characteristics of saline soils of the working layer of the earthen half under the influence of repeated short-term loads in field and laboratory conditions;

depending on the operating conditions of saline soils in the working layer of the subgrade, reliable recommendations have been developed based on determining the strength and deformation characteristics of embankments, taking into account multiple short-term loads;

with the use in practice of reliable recommendations for the development of strength and deformation characteristics of saline soils based on the dissertation research, the service life of highways was extended by 30-35%;

when designing non-rigid road pavements in saline areas using recommendations for taking into account the impact of repeated short-term loads, economic efficiency was achieved by 27.5%.

Scientific and practical significance of research results. The scientific values of the research results are substantiated by the developed constructive solution and functional analytical dependencies between the design characteristics, as well as the improvement of the theory of calculating the road structure, taking into account the norms of density, moisture, the amount of salinity and multiple short-term repetitive loads.

The practical significance of the research results is to increase the service life of road pavements by using the calculated characteristics of saline soils when assigning a pavement structure, taking into account the amount of exposure to multiple short-term loads.

Approbation of research results. A total of 15 scientific papers on the topic of the dissertation were published, of which 2 were discussed in publications included in the database "Scopus", 5 in prestigious foreign scientific journals, 5 in journals recommended by the Republic and the HAC, 3 articles at international and national scientific conferences.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, references and appendices. The volume of the dissertation is 102 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Зафаров О.З., Каюмов Д.А., Каюмов А.Д. Автомобиль йўллари грунтларининг зичлик нормалари // Меъморчилик ва қурилиш муаммолари илмий-техник журнал, Самарқанд-2018, №4, 43-44 б. (05.00.00);

2. Каюмов А.Д., Зафаров О.З., Каюмов Д.А. Приток воды в грунт земляного полотна автомобильных дорог от атмосферных осадков // Меъморчилик ва қурилиш муаммолари илмий-техник журнал, Самарқанд-2019, №1, 97-101 б. (05.00.00);

3. Каюмов А.Д., Каюмов Д.А. Механизм нарушения прочности связей между структурными элементами засоленных грунтов под воздействием подвижной нагрузки // Механика муаммолари, Ўзбекистон журнали 1-2 Тошкент-2020 й. 54-59 б. (05.00.00);

4. Худайкулов Р.М., Каюмов А.Д., Салимова Б.Д., Каюмов Д.А. Влияние подвижных нагрузок на физико-механические свойства засоленных грунтов // Вестник Наука и образования, журнал №4(82). Часть 1, Москва-2020 16-18 стр;

5. Kayumov D.A., Karshiboev A.I. Water-heat order development dynamics of salined ground road // International journal of innovations in engineering research and technology, Journal Impact Factor: 7.525, Volume 7, Issue 11, India - 2020.

II бўлим (II часть; II part)

6. Каюмов А.Д., Қаландаров Т.Х., Раджабов У., Амиров Т., Махмудова Д.А., Худайкулов Р.М., Холияров У.А., Каюмов Д.А. ИҚН 84-13 Ўзбекистоннинг турли регионларида автомобиль йўллари кўтармасининг грунтларини зичлик нормалари бўйича йўриқнома // “Ўзавтойўл” ДАК АЙИТИ, Тошкент, 2015 й., 28 бет;

7. Каюмов А.Д., Комилов С.И., Худайкулов Р.М., Каюмов Д.А., Махмудова Д.А., Аблакулов А., Душанов Р., Холияров У.А., Зафаров О.З. ИҚН 121-17 Юқори намликдаги грунтлардан автомобиль йўллариининг пойини қуриш бўйича йўриқнома // “Ўзавтойўл” ДАК, АЙИТИ, Тошкент, 2018 й., 84 бет;

8. Каюмов А.Д., Душанов Р.О., Раджапов У., Каюмов Д.А., Худайкулов Р.М. МШН 29-2007 “Автомобиль йўллари кўтармаларининг зичланганлик даражасини назорат қилишнинг технологик қоидалари”га қўшимчалар №1 // “Ўзавтойўл” ДАК, АЙИТИ, Т., №2 2018 йил 4 б;

9. Каюмов А.Д., Каюмов Д.А. Уплотнение лёссовых грунтов при реконструкции автомобильных дорог Ташкента // Ўзбекистон архитектураси ва қурилиши илмий-техник журнал. – Тошкент, 1996. - № 1. -18 б. (05.00.00);

10. Салямова К.Д., Худайкулов Р.М., Каюмов Д.А. Напряженное состояние дорожной одежды и экспериментальные исследования армирующей сетки // Вестник БелГУТ Наука и транспорт, журнал —№2 2019 г., 14-18 стр.;

11. Салямова К.Д., Каюмов Д.А. К расчету дорожной одежды с учетом напряженно-деформированного состояния армирующей сетки // Вестник КаздорНИИ, журна № 1-2 2019.- 159-168 стр.;

12. Каюмов А.Д., Зафаров О.З., Каюмов Д.А. Изучение влияния капиллярного увлажнения на плотность засоленных грунтов // Актуальные научные исследования в современном мире журнал, выпуск 1(45), часть-2, Переяслав-Хмельницкий 2019., 119-124 стр;

13. Салямова К.Д., Каюмов Д.А. Задача о напряженном состоянии дорожной одежды с армирующей сеткой // Халқаро илмий-техник анжуман материаллари тўплами. ТАЙЛҚЭИ, Тошкент-2019 й., 126-128 б.

14. Худайкулов Р.М., Каюмов А.Д., Каюмов Д.А. Возвышение бровки земляного полотна над уровнем грунтовых вод в условиях Узбекистана // Журнал Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте, выпуск №15, Ташкент-2020, 258-260 стр;

15. Каюмов А.Д., Худайкулов Р.М., Каюмов Д.А. Теория влияния кратковременных многократных нагрузок на прочностные и деформационные свойства уплотненного засоленного грунта // Транспорт шёлкового пути, журнал выпуск №3, Ташкент-2020, 45-48 стр.

16. Kayumov A., Hudaykulov R., Makhmudova D. and Kayumov D. Impact of repeated loads on saline soils of earth roadbed // For taking part in the II International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO-2021) April 1-3, 2021 in Tashkent.

17. Hudaykulov R.M., Makhmudova D,A., Kayumov D,A. and Zafarov O. Z. “Filter leaching of salt soils of automobile roads // For taking part in the II International Scientific Conference, Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering (CONMECHYDRO-2021) April 1-3, 2021 in Tashkent;

18. Каюмов А.Д., Каюмов Д.А. Исследования увлажнения грунта земляного полотна автомобильных дорог // Республика миқёсидаги илмий-амалий конференция, мақолалар тўплами. НамМҚИ Наманган-2021 й., 407-411 б.

Авторефератнинг ўзбек, рус ва инглиз тиллардаги нусхалари «ТДТУ Хабарномаси» илмий-техника журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди.

Nusha ko'paytiruvchi: YTT «**Rizayev M.X.**».
Bosishga ruxsat etildi: 14.01.2022y.
Bichimi: 21x30¹/₂. Adadi: 65 nusha.
Toshkent, Farovon 4-tor ko'cha, 35.
Tel: (+998) 97 737 23 01