



<https://doi.org/10.71031/qhsi.2025.v1.i1.001>

ТОПЫРАҚТЫ НЫҒАЙТУ ҮШІН ГЕОСИНТЕТИКАЛЫҚ МАТЕРИАЛДАРДЫ ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ

<https://orcid.org/0000-0001-8553-3081> **А.Түлебекова**^{1*}, <https://orcid.org/0000-0003-0093-0008> **А.Жанкина**¹,
<https://orcid.org/0000-0009-1071-7156> **А.Илюбаева**¹, <https://orcid.org/0009-0007-2844-6361> **А.Джумабаев**¹

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті (Сәулет-құрылыс факультеті,
Астана, Қазақстан Республикасы)

*Корреспондент автор: krasavka5@mail.ru

Аңдатпа. Шөгу топырақтың сыртқы жүктемелердің әсерінен көлемі мен пішінін өзгерту қабілетімен сипатталады, бұл оның бетінде орналасқан құрылымдардың деформациясына әкелуі мүмкін. Бұл құбылыс әсіресе ылғалдылық өзгерген кезде немесе жүктеме әсер еткеннен кейін айтарлықтай шөгуге бейім саз және Лай шөгінділері сияқты әлсіз және тұрақсыз топырақтарға қатысты. Мұндай топырақтарда автожолдар мен басқа да инфрақұрылымдық объектілерді салу кезінде жағымсыз салдардың алдын алу үшін нығайту және тұрақтандыру әдістерін, оның ішінде геосинтетикалық материалдарды қолдануды қолдану қажет. Бұл материалдар негіздің беріктік сипаттамаларын жақсартуға және деформация қаупін азайтуға көмектеседі. Жол жағалауы-бұл көлік құралдарынан жүктемелерді жолдың негізіне біркелкі бөлуге арналған инженерлік құрылым. Ол материалдардың бірнеше қабаттарынан тұрады, олардың әрқайсысы жол құрылымының беріктігі мен тұрақтылығын қамтамасыз етуде өз функцияларын орындайды. Маңызды аспект-үйінді жүктемелерді көлік қозғалысынан топырақтың терең тығыздалған және қатты қабаттарына тиімді беру үшін жобалануы керек. Мақалада шөгінді топырақты далалық сынау нәтижелері және соңғы элементтер әдісімен есептеу нәтижелері келтірілген. Сынақ әдістері мен шарттары, сондай-ақ жолдың құрылымдық-технологиялық шешімі сипатталған. Бұл әдістеменің тиімділігі оны әртүрлі инженерлік-геологиялық жағдайларда қолдану мүмкіндігіне байланысты. Сынақ нәтижелері топырақтың шөгуінің жүктемеге тәуелділігін көрсететін графиктер түрінде ұсынылған.

Түйінді сөздер: топырақтың шөгуі, статикалық жүктеме, тығыздалу, геосинтетикалық тор

Кіріспе

Автомобиль жолдары инфрақұрылымы басқа инфрақұрылымдық салалармен қатар экономикалық, сыртқы саяси, әлеуметтік және басқа да мақсаттарға қол жеткізудің, адамдардың өмір сүру сапасын арттыруды қамтамасыз етудің маңызды құралы болып табылады. Бүгінгі таңда Қазақстан Республикасындағы жалпы пайдаланымдағы автомобиль жолдарының ұзындығы 96 мың шақырымды құрайды. Осыған байланысты жобалау кезінде шөгу деформацияларының пайда болу мүмкіндігін ескеру қажет, бұл төтенше шаралар кешенін қабылдауды талап етеді [1]. Біріншіден, негіздің жеткіліксіз тығыздалуы салдарынан су құрылыстарының бастарының, жағалау тіректерінің, топырақ шөгінділерінің айтарлықтай деформациялары орын алатыны, соның салдарынан беткейлер бұзылып, жолдарда шұңқырлар пайда болатыны анықталды [2].

Жыл сайын шөгу топырақтарына жүздеген инженерлік құрылыстар салынады, олардың қызмет ету мерзімі бірнеше есе қысқарады, жөндеу және қалпына келтіру шығындары бастапқы құнына жетеді [3]. Шөгінді топырақты нығайтудың және олардың кейінгі шөгуіне жол бермейтін бірнеше тиімді әдістер бар [4]:

– Құрылыс басталғанға дейін топырақ негіздерін тығыздау. Ол төсеу, дірілдеу, бұрмалауды қолдану арқылы жүзеге асырылады;

– Әлсіз топырақты тығызырақ (құм, қиыршық тас, қиыршық тас) топыраққа ішінара немесе толық ауыстыру;

– Жүктемені терең қабаттарға беретін топырақ қадаларының құрылысы;

– Құмды және қиыршық тасты жастықтарды, дренаждарды, су өткізбейтін перделерді орнату;

– Цементтеу, силикаттандыру, шайырлау, топырақты саздау;

– Топырақты электр тогының энергиясымен, жылу агрегаттарымен термиялық бекіту [5];

– натрий карбоксиметилцеллюлозасын тұрақтандыру, шөгуді азайту, топырақтың беріктігі мен тұрақтылығын арттыру үшін пайдалану;

– топырақтың физикалық және механикалық қасиеттерін тиімді жақсартатын дәстүрлі емес тұрақтандырғыштарды, соның ішінде наноматериалдарды, қызыл балшықты, НЕС, гидрофобты тұрақтандырғышты, EN-1, SH [6].

Бұл технологияларды қолдану топырақтың қысылуы мен шөгуін айтарлықтай төмендетуге мүмкіндік береді. Ең қолайлы әдіс топырақтың түріне, пайда болу тереңдігіне және құрылыс алаңының инженерлік-геологиялық жағдайына байланысты таңдалады.

Әдістеме

Зерттелетін нысан Алматы облысындағы Іле Алатауының етегінен солтүстікке қарай созылып жатқан тау етегіндегі еңісті жазықта орналасқан [7]. Геологиялық-литологиялық қиманы егжей-тегжейлі анықтау үшін трасса осі бойынша тереңдігі 6,0 м дейінгі 51 барлау ұңғымасы өтті, барлығы 199,0 м өтті. Ұңғымалардың абсолютті белгілері 631,59 – 680,70 м. Трасса учаскесі жер бетінен топырақ-өсімдік қабатымен ұсынылған, қуаты 0,2 м. Төменде қатты-сұйық консистенциядан ашылған қуаты 6,0 м-ге дейінгі саздақтар, сондай-ақ қуаты 1,5 м-ге дейінгі қатты құмды саздақтар жатыр. Төменде орташа ірі және ірі ашылған қуаты 0,6 м-ден құм қабаттары бар. Үйінді топырақ қиылысатын қолданыстағы автомобиль жолдарында кездеседі. Құрамында қиыршық тас пен қиыршық тас бар жартылай қатты саздақпен ұсынылған. Максималды ашылған қуаты 3,2 м. Зерттеу кезеңінде жер асты сулары тереңдікте 1,0 - 7,8 м ашылды. Топырақтың физика-механикалық қасиеттері 1 және 2 кестелерде келтірілген.

Кесте 1 – Топырақтың физика-механикалық қасиеттері

Параметр атауы	№						
	ИГЭ – 2a	ИГЭ – 2b	ИГЭ – 2v	ИГЭ – 2d	ИГЭ – 3a	ИГЭ – 4v	ИГЭ – 4g
1	2	3	4	5	6	7	8
Аққыштық шегі, %	26,9	26,3	27,1	27,3	20,7	-	-
Икемділік шегі, %	18,8	18,7	18,9	19,0	16,9	-	-
Икемділік индексі, %	8,1	7,6	8,2	8,3	3,8	-	-
Өтімділік индексі, %	<0	0,38	0,62	0,94	<0	-	-
Табиғи ылғалдылық, %	12,2	21,6	24,0	26,7	4,6	-	-
Топырақ бөлшектерінің тығыздығы, г/см ³	2,71	2,70	2,71	2,71	2,69	-	-

Кесте 1 жалғасы

Топырақ тығыздығы, г/см ³	1,61	1,91	1,94	1,84	1,61	1,62	1,88
Құрғақ топырақтың тығыздығы, г/см ³	1,45	1,57	1,57	1,45	1,54	-	-
Қуыс коэффициенті	0,86	0,72	0,73	0,87	0,74	-	-
Ылғалдылық дәрежесі	-	-	-	0,97	-	-	-
Өткізгіштік коэффициенті	-	-	-			7,4	-
Құрғақ күйдегі табиғи көлбеу бұрышы, град.	-	-	-			35	38
Топырақтың кедергісі, кПа	318,0	145	98	98	294	400	500

Кесте 2 – Топырақ сипаттамаларының нормативтік және есептік мәндері

№ ИГЭ	Топырақтың меншікті салмағы, кН/м ³			Ілінісу, кПа			Ішкі үйкеліс бұрышы, град.			Деформация модулі, МПа
	norm	PII	PI	norm	CI	CI	norm	γII	γI	
2a	1,61	1,61	1,58	<u>22,0</u> 16,0*	<u>22,0</u> 16,0*	<u>15,0</u> 11,0*	<u>22,0</u> 16,0*	<u>22,0</u> 16,0*	<u>19,0</u> 14,0*	<u>13,7</u> 7,8*
2b	1,91	1,91	1,87	25,0	25,0	17,0	21,0	21,0	18,0	<u>15,5*</u> 13,5*
2v	1,94	1,94	1,90	21,0	21,0	14,0	18,0	18,0	16,0	<u>13,0*</u> 12,2*
2d	20,3	20,3	20,1	13,0	13,0	8,7	5,0	5,0	4,3	7,7
3a	1,61	1,61	1,58	<u>13,0</u> 11,0*	<u>13,0</u> 11,0*	<u>9,0</u> 7,0*	<u>24,0</u> 21,0*	<u>24,0</u> 21,0*	<u>21,0</u> 18,0*	<u>10,6</u> 7,0*
4v	1,62	1,62	1,59	1,0	1,0	0,7	35,0	35,0	32,0	30,0
4g	1,88	1,88	1,84	1,0	1,0	0,7	38,0	38,0	34,0	30,0

*- бөлгіште судың қаныққан күйіндегі топырақтың сипаттамалары көрсетілген

Еге-2a (қатты және жартылай қатты саздақ) және 3a (қатты құмды саздақ) топырақтары шөгу қасиеттеріне ие. Бастапқы шөгу қысымы 0,125 - >3,0 кг / см² құрайды. Өз салмағынан түсу 5 см-ден аспайды. шөгу бойынша топырақ жағдайының түрі-I (бірінші). Зерттеудің блок-схемасы 1 суретте көрсетілген.



Сурет 1 – Зерттеу жұмысының схемасы

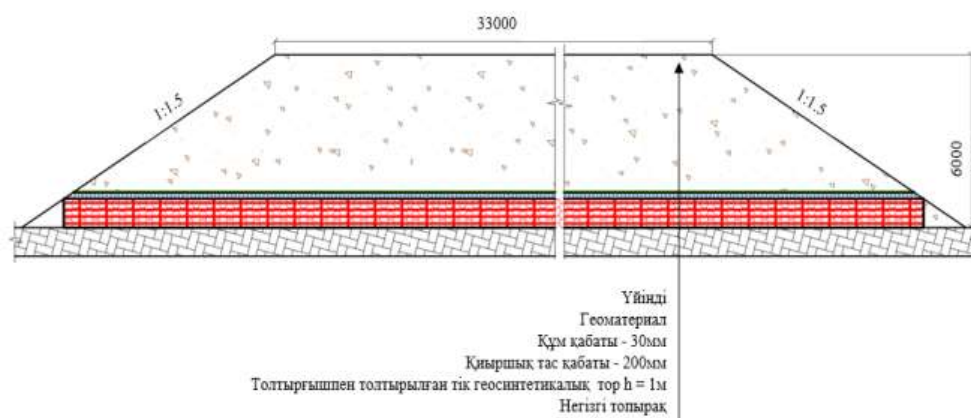
Қарғалы өзені арқылы өтетін көпір өткелі объектісіне қадаларды сынау акустикалық дефектоскопияның бұзбайтын әдісімен темірбетонды бұрғылау қадаларының тұтастығын (үзілмейтіндігін) заттай экспресс бақылау жүргізу жолымен қадалардың ұзындығы мен тұтастығын зерттеу мақсатында жүргізілді.

Қаданың жердегі жүктегі қозғалысы тәуелділігін белгілей отырып, жердегі қадалардың көтергіштігі мен деформациялану қабілетін анықтау мақсатында ПК 244+77 жол көпірінің № 3 тіреуінің № 3 бұрғылау қадасының шегініс жүктемесі бар статикалық сынақтар жүргізілді.

Қаданы жүктеудің әрбір сатысында барлық аспаптар бойынша есептеулер (сынақ апараты) алынды, бірінші сағат 15 мин аралықпен, одан әрі қаданың орнын ауыстыру (шөгу) әлсірегенге дейін 30 мин аралықпен, оны шартты тұрақтандыру деп атады.

Қадалар жобасына сәйкес қадаларды шартты тұрақтандыру үшін оның топырақта қозғалу жылдамдығы (шөгу) қабылданды, МЕМСТ 5686-2012 сәйкес, жүктеменің осы сатысында соңғы 60 минуттық бақылаулар үшін 0,1 мм-ден аспайды. Қаданы жүктемес бұрын аспаптардан нөлдік санақ алынды. Бірінші санақ жүктемені қолданғаннан кейін бірден алынып тасталды. Әр кезеңнің экспозиция уақыты, біріншісінен сегізіншіге дейін, қысым жүктемелерінің астында әр кезең үшін 120 минутты құрады. Тоғызыншы кезеңде экспозиция уақыты 270 минутты құрады. Құрылымдық-технологиялық шешім GeoSM өндірушісінің "Геофлакс" геосинтетикалық торын қолдану арқылы қабылданды (сурет 2).

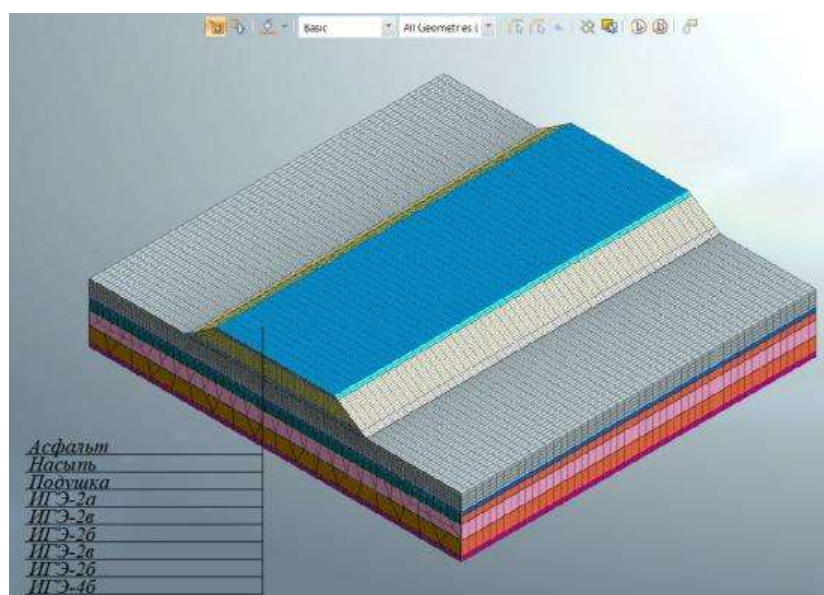
Топырақтың шөгуі кейбір жерлерде мүмкін, өйткені EGE-2 топырақтары шөгу қасиеттеріне ие. Құлау тұрғысынан геотехникалық жағдайлар I (бірінші) және II (екінші) типке жатады. Жобаланған жолдың барлық қиылыстарында қиыршық тас негізі бар асфальтбетон жабыны бар. Асфальтбетонның қалыңдығы 0,11-ден 0,38 м-ге дейін. Жол төсемдерінің конструкцияларын жобалау бір - бірімен байланысты және бір-біріне қарама-қайшы келмеуі керек екі кезеңнен тұрады: жобалау және есептеу. Жол киімдерін жобалау Жергілікті ресурстар негізінде ең қолайлы материалдарды таңдаудан және жұмыстарды ұйымдастырудан, жеке қабаттардың мөлшерін тиісті түрде анықтаудан және оларды тереңдікке қоюдан тұрады. Үйіндіге арналған конструктивті шешімдер 2-суретте көрсетілген.



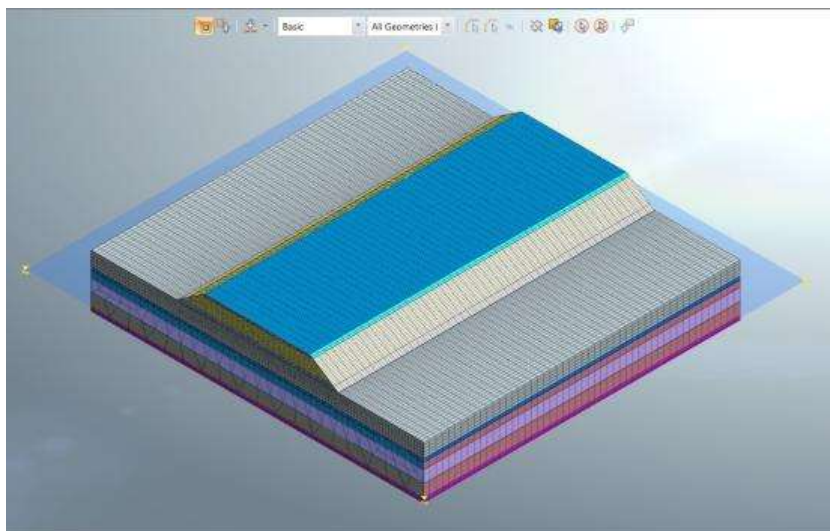
Сурет 2 – Жалпы конструктивті шешім

Көлемді сіңіру принципі бойынша дренаж қабаты қабатқа түсетін су оның кеуектеріне толық сыйып кететін жағдайларда салынады. Бұл жағдайда мұндай қабаттардан су шығарылмайды, ал қабаттардың өзі тек жол киімдерінің астына қойылады. Қалыңдығы капиллярлық көтерілу биіктігіне дейін белгілі бір қоры бар дренажды қабаттағы су жол төсеміне зиянды әсер етпейді. Дренаж конструкциясын таңдау опцияларды техникалық-экономикалық салыстыру негізінде жүзеге асырылуы керек. Геогрид топырақтың тұрақтылығын едәуір арттыратын берік матрац негізін қамтамасыз етеді. Геогрид қолданудың әсері үйінді денесінде және геогрид қабатында пайда болады.

Құрылымдық-технологиялық шешімді тексеру үшін GTS NX Midas бағдарламалық кешенін қолдана отырып есептеу жүргізілді (сурет 3-5).

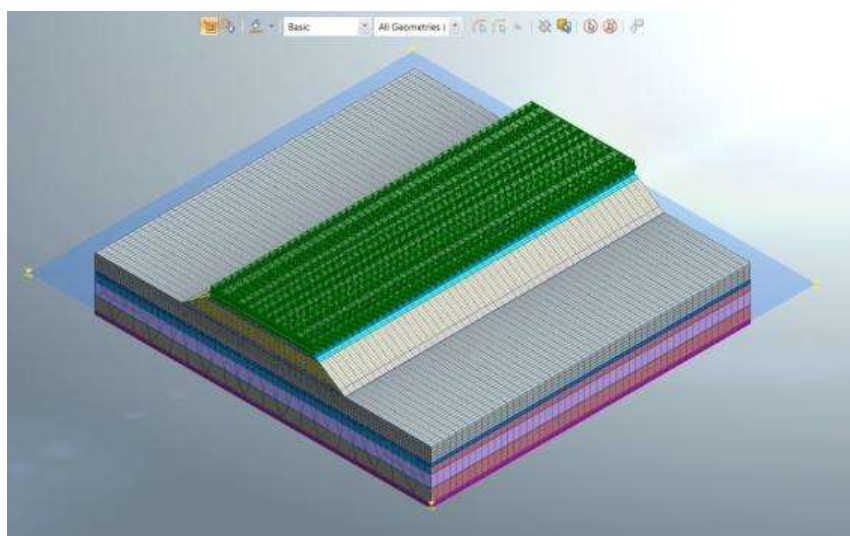


Сурет 3 – Есептік модель



УГВ

Сурет 4 – Жер асты су деңгейі бар есептік модель



Сурет 5 – Автомобиль көлігінен жүктеме ҚР ҚН EN 1991-1-1:2002/2011 сәйкес 5 кН/м^2 қабылданды.

Нәтижелер және талқылау

ҚР ЕЖ 5.01-103-2013 (4.5.5-тармақ) сәйкес қысымды жүктемелер кезінде F_u қадаларының шекті кедергісі үшін осы жағдайлар туындаған кезде, жүргізілген сынақтардың нәтижелері бойынша 239,0 тк жүктемені қабылдау керек.

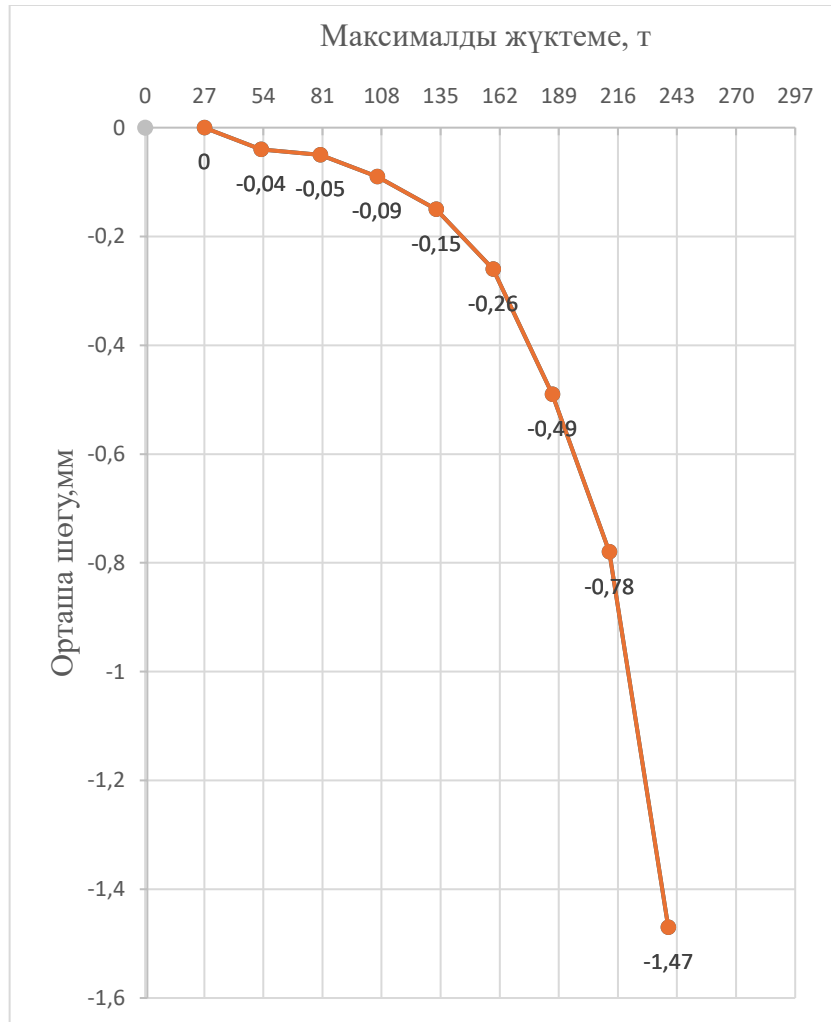
Статикалық сынақ нәтижелері №3 тіректегі №3 қаданың жүк көтергіштігі топырақ бойынша максималды қысымды жобалық жүктемені қабылдау үшін жеткілікті екенін көрсетті.

Сынақ нәтижелері 3-кестеде және 6 -7 – суреттерде келтірілген.

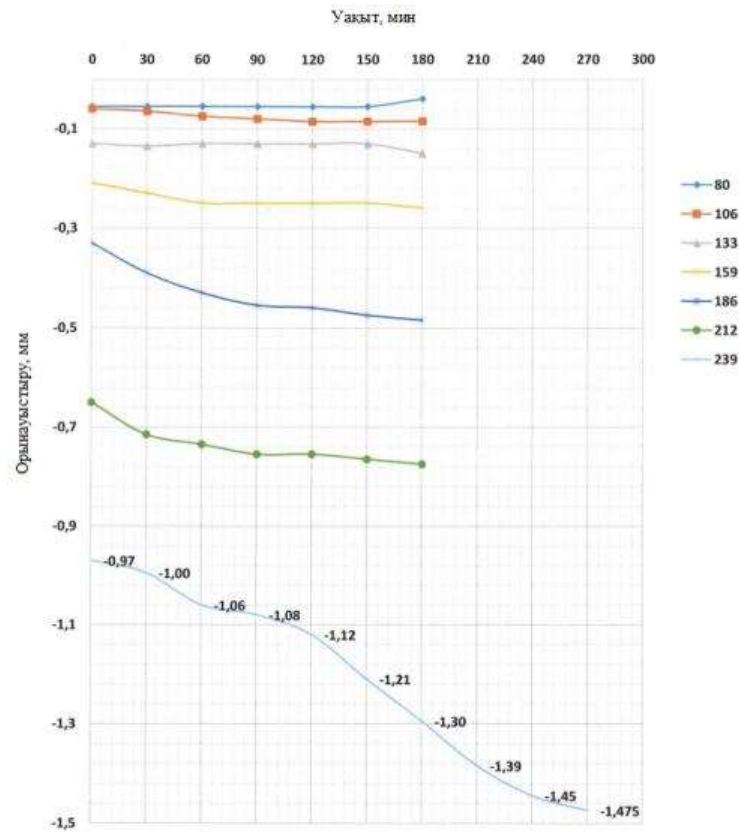
Кесте 3 – Статикалық сынақтардың нәтижелері

Участок	жүктеме кезеңінің №	Қаданың №	Максималды жүктеме, т	Орташа шөгу, мм
ПК 244+77	1	3	27	0,00
	2	3	53	0,04

	3	3	80	0,05
	4	3	106	0,09
	5	3	133	0,15
	6	3	159	0,26
	7	3	186	0,49
	8	3	212	0,78
	9	3	239	1,47
	10	3	265	



Сурет 6 – Сынақтың барлық кезеңдеріндегі бұрғылау қадаларының жалпы шөгудің нәтижелер кестесі

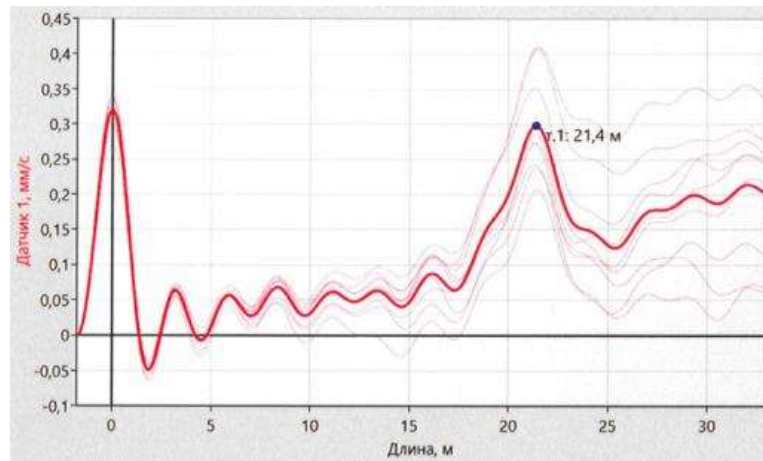


Сурет 7 – Жүктеу қадамдары арқылы бұрғылау қадасының шөгу нәтижелерінің графигі

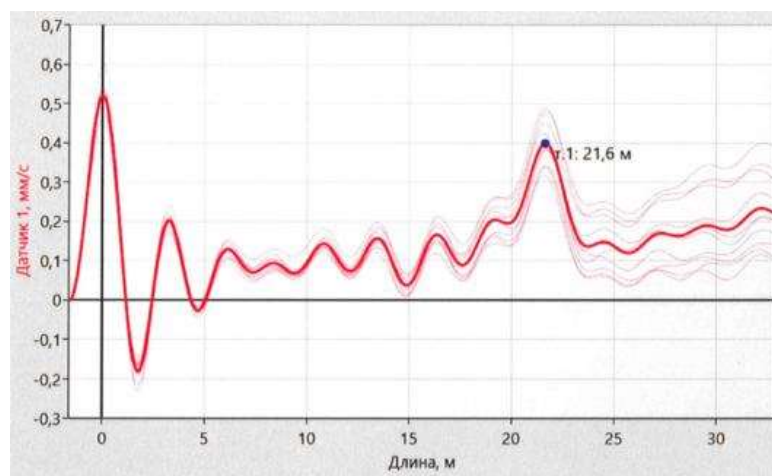
Қадалардың тұтастығын сынау нәтижелері 4-кестеде және 8, 9-суреттерде көрсетілген.

Кесте 4 – Сынақ нәтижелері

Орналасқан жері	Тірек No.	Қада No.	Қаданың ұзындығы, м	Тест нәтижесі
ПК 244+77	1	1	21,4	қанағаттанарлық
		2	21,6	қанағаттанарлық
		3	21,0	қанағаттанарлық
		4	21,3	қанағаттанарлық
		5	21,6	қанағаттанарлық
		6	21,6	қанағаттанарлық
		7	21,0	қанағаттанарлық
		8	21,6	қанағаттанарлық
		9	21,3	қанағаттанарлық
	2	10	21,5	қанағаттанарлық
		1	13,6	қанағаттанарлық
		2	13,5	қанағаттанарлық
		3	13,6	қанағаттанарлық
		4	13,5	қанағаттанарлық
		5	13,9	қанағаттанарлық

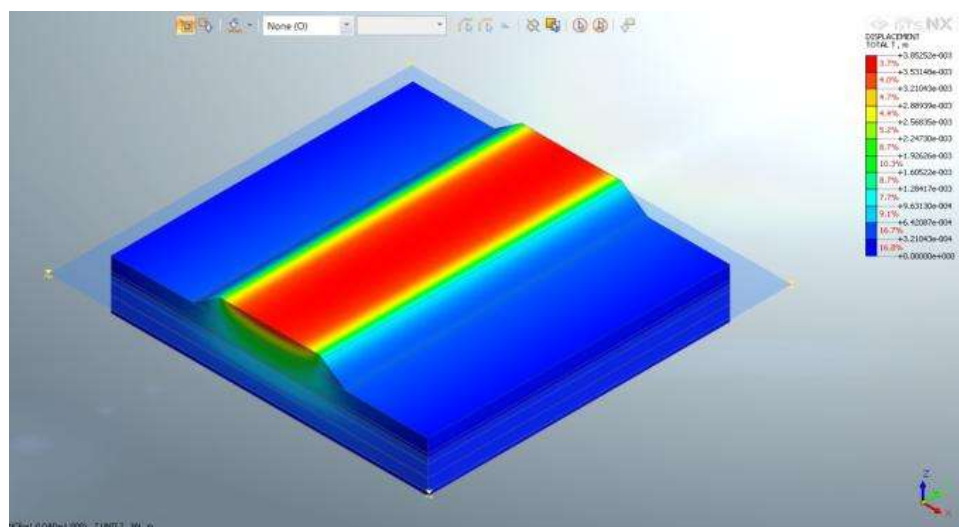


Сурет 8 – №1 қаданың денесі арқылы толқынның өтуін талдау



Сурет 9 – №2 қаданың денесі арқылы толқынның өтуін талдау

GTS NX Midas бағдарламалық кешенін қолдана отырып, үйіндінің жалпы қозғалысын есептеу нәтижелері қозғалыс кезінде максималды деформация 3,8 мм болатындығын көрсетті (сурет-10).



Сурет 10 – Үйіндінің автомобиль көлігі динамикасынан жалпы орын ауыстыруы

Қорытынды

Шөгінді топырақты нығайтудың тиімді әдістерінің бірі-геосинтетикалық материалдарды қолдану. Бұл материалдар жоғары беріктікке және геотехникалық тұрақтылыққа ие, бұл топырақ негізіндегі шөгу мен деформация ықтималдығын азайтады.

Осыған байланысты зерттеуде ең жоғары сенімділікпен Күрделі топырақ жағдайында автомобиль жолын салуды қамтамасыз етуге бағытталған бірқатар іс шаралар жүргізілді.

Зерттеу барысында конструктивті – технологиялық шешім негізінде мынадай қорытындылар жасалды:

1. Шөгінді топырақтардың физика-механикалық қасиеттеріне талдау жасалды.
2. Кешенді зерттеулер жүргізілді. Статикалық қадаларды сынау нәтижелері топырақтың көтергіштігі максималды жүктеме үшін жеткілікті екенін көрсетті ($P_{max}=239$ тк, $S=1,47$ мм). Қадалардың тұтастығын сынау нәтижелері қанағаттандырылды.
3. Сандық модельдеу жол үйіндісінің тұрақтылығын анықтауға мүмкіндік береді. Жол үйіндісінің тұрақтылығын сандық модельдеу көлік қозғалысы кезінде максималды деформацияның 3,8 мм екенін көрсетті.

Әдебиеттер тізімі

1. Луцаева Т.Т., Васильева Л.В. Испытание грунтов по строящемуся объекту “Большая Алматинская кольцевая дорога (БАКАД)”: Инженерно-геологические работы. Алматы: Проектно-изыскательский институт ТОО “Казахский Промтранспроект,” 2021. Р. 17.
2. Хардигов П.Г. Статическое испытание грунтов по строящемуся объекту “Большая Алматинская кольцевая дорога (БАКАД)”: Статическое испытание. Алматы, 2020. Р. 21.
3. Houston, S.L.; Houston, W.N.; Lawrence, C.A. Collapsible Soil Engineering in Highway Infrastructure Development. J. Transp. Eng. 2002, 128, 295–300, doi:10.1061/(APE)0733-947X(2002)128:3(295).
4. Development Roads Committee of the Ministry of Industry and Innovative. Automobile Roads; Available online: <https://www.gov.kz/memleket/entities/roads/activities/252?lang=ru>. (In Russian) .
5. Government of the Republic of Kazakhstan. State Program Infrastructural Development Republic of Kazakhstan "Nurly Zhol for 2020 – 2025; Available online: <https://primeminister.kz/ru/gosprogrammy> (accessed on 9 December 2020). (In Russian).
6. KGS, LTD. Working Project «Big Almaty Ring Road Construction». Technical report; 2020.

Авторлар туралы мәліметтер:

Түлебекова Әсел Серікқызы - «Құрылыс» кафедрасының профессорі, Ph.D., Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, krasavka5@mail.ru

Жанкина Айжан - «Құрылыс» кафедрасының PhD, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, zhankina_aizhan@mail.ru

Илюбаева Амина - «Құрылыс» кафедрасының магистр, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, amina-bidaik@mail.ru

Джумабаев Атоғали Аленович- «Құрылыс» кафедрасының профессорі, т.ғ.д, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, atagali@list.ru

Информация об авторах:

Түлебекова Асель Сериковна - профессор кафедры «Строительство», Евразийский Национальный Университет имени Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан, krasavka5@mail.ru

Жанкина Айжан - PhD кафедры «Строительство», Евразийский Национальный Университет имени Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан, zhankina_aizhan@mail.ru

Илюбаева Амина – магистр кафедры «Строительство», Евразийский Национальный Университет имени Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан, amina-bidaik@mail.ru

Джумабаев Атогали Аленович- «Құрылыс» кафедрасының профессорі, д.т.н., », Евразийский Национальный Университет имени Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан, atagali@list.ru

Information about authors:

Tulebekova Assel - PhD, Professor of Civil Engineering, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, krasavka5@mail.ru,

Zhankina Aizhan – PhD of Civil Engineering, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, zhankina_aizhan@mail.ru

Ilyubayeva Amina - Master of Civil Engineering department, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, amina-bidaik@mail.ru

Jumabayev Atogali- - Dr., Professor of Civil Engineering, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, atagali@list.ru

Авторлардың қосқан үлесі:

Түлебекова А.– концепция, анализ, құрылым, өңдеу.

Жанкина А.– визуализация, мәліметтерді жинау, интерпретация, есептеу.

Илюбаева А. - визуализация, есептеу.

Джумабаев А. - методология, ресурстар.

Вклад авторов:

Түлебекова А.-концепция, анализ, структура, обработка.

Жанкина А. - методология, ресурсы.

Илюбаева А.-визуализация, сбор данных, интерпретация, расчет.

Джумабаев А.-визуализация, вычисление.

Author contributions:

Tulebekova A. – concept, analysis, structure, editing.

Zhankina A.- visualization, data collection, interpretation, calculation.

Ilyubayeva A.– – visualization, calculation.

Jumabayev A. – methodology, resources.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА

А.Түлебекова¹, А. Илюбаева^{1*}, А.Сериков^{1}, А.Жанкина^{1***}**

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Республика Казахстан

Аннотация. Просадочность характеризуется способностью грунта изменять свой объем и форму под воздействием внешних нагрузок, что может приводить к деформациям конструкций, расположенных на его поверхности. Это явление особенно актуально для слабых и нестабильных грунтов, таких как глинистые и иловые отложения, которые имеют склонность к значительным просадкам при изменении влажности или после воздействия нагрузки. Для предотвращения нежелательных последствий при строительстве автодорог и

других инфраструктурных объектов на таких грунтах необходимо использовать методы укрепления и стабилизации, в том числе применение геосинтетических материалов. Эти материалы способствуют улучшению прочностных характеристик основания и снижению рисков деформаций. Дорожная насыпь представляет собой инженерное сооружение, предназначенное для равномерного распределения нагрузок от транспортных средств на основание дороги. Она состоит из нескольких слоев материалов, каждый из которых выполняет свою функцию в обеспечении прочности и стабильности дорожной конструкции. Важным аспектом является то, что насыпь должна быть спроектирована так, чтобы эффективно передавать нагрузки от движения транспорта на глубоко уплотненные и твердые слои грунта. В статье представлены результаты полевых испытаний просадочных грунтов и результаты расчетов методом конечных элементов. Описаны методы и условия испытаний, а также конструктивно-технологическое решение дороги. Эффективность этой методики зависит от возможности ее применения в различных инженерно-геологических условиях. Результаты испытаний представлены в виде графиков, показывающих зависимость просадки грунта от нагрузки.

Ключевые слова: просадка грунта, статическая нагрузка, уплотнение, геосинтетическая георешетка.

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF GEOSYNTHETIC MATERIALS FOR SOIL STRENGTHENING

A.Tulebekova¹, A. Zhankina¹, A. Ilyubayeva¹

¹Department of Civil Engineering, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan

Abstract. Shrinkage is characterized by the ability of soil to change volume and shape under the influence of external loads, which can lead to the deformation of the structures located on its surface. This phenomenon is particularly true for weak and unstable soils, such as clay and silty sediments, which tend to settle significantly with changes in moisture content or after loading. To prevent adverse effects, constructing roads and other infrastructure projects on such soils requires strengthening and stabilization techniques, including geosynthetics. These materials help improve the base's strength characteristics and reduce the risk of deformation. An embankment is an engineering structure designed to distribute loads from vehicles on the road base evenly. It consists of several layers of materials, each with the function of providing strength and stability to the road structure. An important aspect is that the embankment must be designed to effectively transfer the loads from vehicle traffic to the deeply compacted and hard soil layers. The paper presents the results of field tests of sedimentary soils and the results of finite element calculations. The test methods and conditions as well as the structural and engineering solution of the path are described. The effectiveness of this technique depends on the possibility of its application in different engineering-geological conditions. The test results are presented in the form of graphs showing the dependence of soil subsidence on load.

Keywords: ground subsidence, static load, compaction, geosynthetic geogrid.



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) licence (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).