

Топырақ массивінің DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қадаларымен өзара әрекеттесуін зерттеу

Аңдатпа. Ұсынылып отырған мақалада DDS технологиясын пайдалану арқылы орнатылған бұрғыланып толтырылған қадалардың эксперименттік және есептік көтергіш қабілеттерінің көрсеткіштерін, статикалық сынау мен нормативтік есептеулер бойынша салыстырылған. Соңдай-ақ Drilled Displacement System (DDS) әдісі бойынша орналастырылған қадалардың айналасындағы топырақ үлгілерінің компрессиялық сынау нәтижелері ұсынылған. Деформация модулінің, ішкі үйкеліс бұрышының және ілінісу сияқты топырақтың деформациялық қасиеттерінің бұрғыланып толтырылған қаданың диаметріне тәуелділігі анықталды. DDS технологиясын пайдалану арқылы орнатылған бұрғыланып толтырылған қадалардың бүйір бетінің топырағының жұмыс шартының коэффициенті, дәстүрлі және ұсынылып отырған DDS әдісі бойынша орналасқан бұрғыланып толтырылған қадалардың сандық модельдеу нәтижесі негізінде алынған. DDS инновациялық технологиясының сипаттамасы, бұрғылау шнегінің бұрғылау және топырақты ығыстыру кезіндегі жұмысының түсіндірмелері мен жалпы жоғарыда аталған технологияның артықшылықтары мен оның экономикалық тиімділігі көрсетілген.

Түйін сөздер: қада, статикалық сынақ, лабораториялық сынақ, көтергіш қабілеті, бұрғыланып толтырылған қада.

DOI: doi.org/10.32523/2616-7263-2022-141-4-19-29

Кіріспе

Заманауи құрылыс инженерлер мен жобалаушылар алдына үлкен мәселелерді шешу үшін инновациялық талаптар қойылады, сол себептен ескірген дәстүрлі шешімдердің орнын экономикалық және экологиялық жағынан тиімді, энергоүнемдеуші жаңа технологиялар мен бірге бұрғыланып толтырылған қадалы іргетастарды орнататын технологиялар алмастырды.

Қадалы іргетас Қазақстан аумағындағы құрылыс алаңдарында ең сұранысқа ие іргетас түрі болып табылады. Қадалы іргетастардың кеңінен қолданылу мақсаты биік ғимараттар мен имараттардан түсетін жүктердің артуына байланысты бұрғыланып толтырылатын қаданың көтергіш қабілетін қамтамыз етуімен түсіндіріледі. Бұрғыланып толтырылған қадалы іргетастарды орнатуға байланысты пайда болған жаңа технологиялар мен құрылыстар жобалаушыларға қазіргі уақыттағы нормативті құжаттардың, сонымен бірге заманауи технологиялар арқылы қадалы іргетастарды орнату бойынша ұсыныстардың жоқтығына байланысты нормативті құжаттарды жетілдіру қажеттілігін туындатады.

Бұл мақалада Drilled Displacement System (әрі қарай DDS) немесе Full Displacement Pile (FDP) заманауи қадаларды орналастыру технологияларын зерттеудің нәтижелері ұсынылды. DDS технологиясы қадалардың көтергіш қабілетін ғана арттырып қоймай, жер жұмыстарының уақытын, жұмыс күші мен қаржыны үнемдеуге мүмкіндік береді [1]. Бұрғыланып толтырылған қадаларды DDS технологиясын қолдану арқылы орнату соңғы онжылдықта Еуропа мен АҚШ-та танымал бола бастады [2]. Аталған технология Қазақстанның құрылыс саласының іргетас құрылымында практикалық қызығушылық тудыратын BAUER неміс құрылыс машина жасау

компаниясының өнімдерінің бірі болып саналады. Бұл технологияның негізгі артықшылықтары:

- қадаларды дайындаудың жоғарғы өнімділігі;
- жоғары экономикалық тиімділігі;
- қаданы орнатар кездегі діріл мен шудың болмауы;
- қадалардың жоғарғы көтергіш қабілеті [3].

Жоғарыда айтылған артықшылықтарға қарамастан, бұл технологияның кемшілігі – қолданыстағы ғимараттар мен имараттардың іргетастарына әсер ету қаупі, сондықтан бұл әдісті қалалық тығыз құрылыс жағдайында қолдану ұсынылмайды.

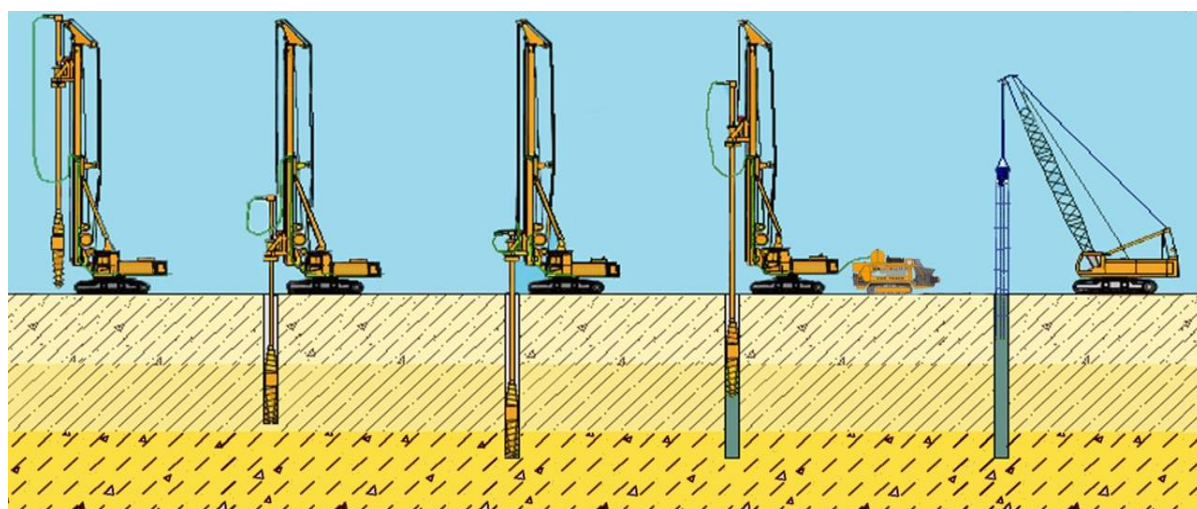
Ұсынылып отырған жұмыстың мақсаты – DDS әдісі бойынша орнатылатын бұрғыланып толтырылған қадалардың эксперименттік (статикалық жүктеме арқылы сынау) және есептік (нормативтік есептік жолымен) көтергіш қабілеттері арасындағы көрсеткіштерінің үлкен айырмашылығын ажырату, сонымен қатар осы технология арқылы қадалардың көтергіш қабілетін талдау.

DDS технологиясының артықшылықтары

Бұрғыланған қадаларды DDS технологиясы бойынша орнату жұмыстарының реттілігі төмендегі операциялардан тұрады (1-сурет):

- бұрғылау жабдығын бұрғылау нүктесіне орнату;
- бұрғылау құралын тығыздау жүйесімен жобалық белгіге дейін батыру;
- ұңғыманы кейіннен бетон қоспасымен толтыра отырып және бұрғылау құралын бір мезгілде шығарып, бетон сорғыны қосу;
- жобалық белгіге дейін арматуралық қаңқаны ұңғымаға батыру.

DDS технологиясының айрықша ерекшелігі - бұрғылау құрылғысы болып табылады (1-сурет). Бұрғылау құралымен бұрғылау кезінде, бұрғылаумен бір мезгілде ұңғыманы ығыстыру жүргізіледі, соның нәтижесінде топырақты қазусыз радиалды тығыздау жүргізіледі, жоғары қарай жүргізу кезінде қабырғалар қосымша тығыздалады [4].



1. Бұрғылау шнегін нүктеге орнату

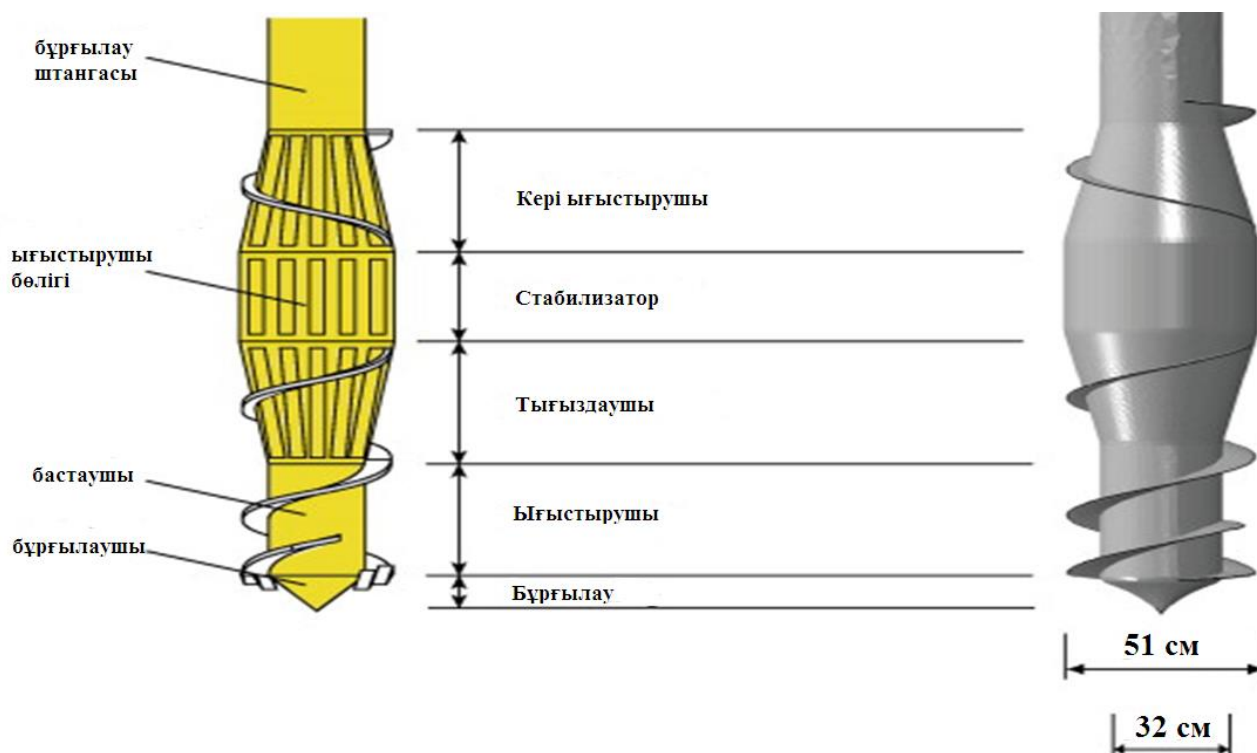
2. Бұрғылау құралын тығыздау жүйесімен жобалық белгіге дейін батыру

3. Бетонды бір мезгілде айдай отырып бұрғылау құралын алу

3. Кранның көмегімен діріл тиегішпен армокаркасты батыру

1-сурет. Бұрғыланып толтырылған қаданы DDS инновациялық технологиясы арқылы орнату

Бұл технология диаметрі 0,6 м-ге дейінгі қадаларды 30 м тереңдікке дейін орнатуға мүмкіндік береді. Өнімділікті есептеу кезінде: қада диаметрін, қоса беріліп отырған айналу моментінің шамасын, басу күшін және топырақтың тығыздығы (топырақ беріктігі, топырақтың тығыздалуы, бетон сорғыштың қуаты) сияқты параметрлерді ескеру қажет.



2-сурет. DDS технологиясының бұрғылау шнегінің сипаттамасы

DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қаданы статикалық сынау

Көтергіш қабілетінің нақты және жобалық мәндерінің арасындағы айырмашылықтарды анық көрсету үшін DDS қадаларына статикалық сынақтар жүргізілді. Екі құрылыс алаңында жалпылай алғанда саны 14 дана DDS технологиясы арқылы бұрғыланып толтырылған қадалар сыналды. Бірінші Хан-Шатыры құрылыс нысанында 11 қада сыналды, соның ішінде ұзындығы 18 м, диаметрі 410 мм 8 қада, ұзындығы 10 м және диаметрі 500 мм болатын 2 қада және де ұзындығы 18 м, диаметрі 600 мм 1 қада сыналды (1- кесте). Екінші «KGS» ЖШС -тің өндірістік базасы» құрылыс алаңында саны 3 бұрғыланып толтырылған қада сыналды, ұзындығы 2,5 м, диаметрі 500 мм.

Инженерлік-геологиялық ізденістерге сәйкес құрылыс алаңының геологиялық жағдайы: 2-ИГЭ (инженерлік-геологиялық элемент, ары қарай ИГЭ) – аллювиалды орташа төрттік шөгінді сазды топырақтардың кезектесетін араласуы түрінде кездеседі, 3-ИГЭ - сазды және сазды-құмды топырақтар, және де 4-ИГЭ - сазды және сазды шөгінділер түрінде ұсынылған орта төрттік шөгінділер орналасады [5].

Қадаға гидравликалық домкраты (маркалы СМЈ-158А) арқылы қадамы 400 кН және 200 кН максималды 2800 кН-ға дейін жүктеме жүртелді. Гидравликалық домкраттың күші сорғы станциясынан сұйықтықтың жеткізілуімен реттеледі және техникалық манометрмен қадағаланып отырды. Қадалардың жылжуы 0,01 мм дәлдік класы бар, жерге бекітілген қозғалмайтын реперлік жүйеде орнатылған прогибомермен өлшенді. Реперлік жүйе арқалықтар мен қадалар жүйесінің қозғалысынан тәуелсіз орналастырылды.

Қаданың жүктемесі 800 кН мен 400 кН қадам аралығында босатылды.

Қазақстан Республикасының «5.01-03-2002 Қадалы іргетастар» құрылыс нормалары мен ережелеріне сәйкес шөгуді қадағалау бойынша шектеулер мен регламенттері қабылданды [6,7].

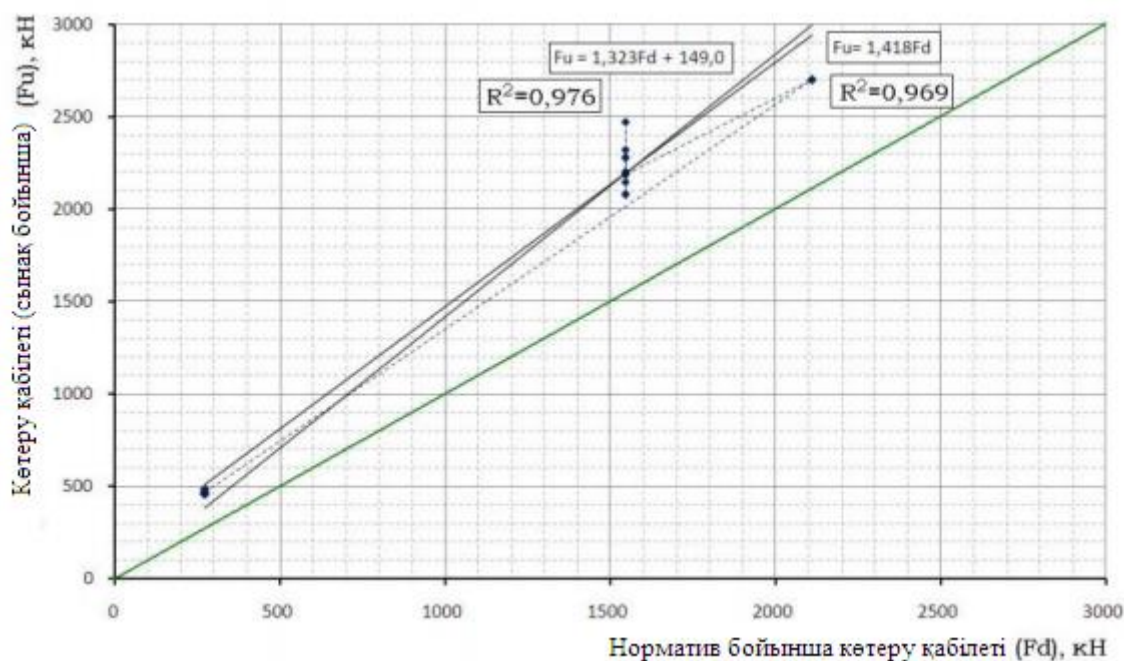
DDS қадасының есептік және эксперименттік көтергіш қабілеттерінің көрсеткіштерін салыстыру

DDS технологиясымен бұрғыланып толтырылған қаданың есептік және эксперименттік көтергіш қабілеттерінің көрсеткіштері 1-кестеде ұсынылған. Кестеде көрсетілгендей, есептік және эксперименттік көтергіш қабілеттерінің көрсеткіштері арасында елеулі айырмашылық бар.

DDS технологиясымен бұрғыланып толтырылған қаданың эксперименталды F_u және есептік F_d көтергіш қабілеттерінің салыстырмалы диаграммасы 2 - суретте көрсетілген. Салыстырмалы диаграммада көрсетілгендей, диагональдан жоғары орналасқан барлық нүктелер эксперименттік көтергіш қабілетінің көрсеткіштері, норматив бойынша анықталған көтергіш қабілеттерінің көрсеткіштерінен үлкен екендігін көрсетеді.

1-кесте. Көтергіш қабілетінің жеке көрсеткіштерін салыстыру

№	Қаданың геометриялық өлшемдері	Қада нөмірі	Көтеру қабілеті, кН		$k=F_u/F_d$ коэффициенті
			Эксперименттік F_u	Есептік F_d	
1	L=17 м d=410 мм	№1	2280	1545	1,48
2		№2	2150	1545	1,39
3		№3	2325	1545	1,50
4		№4	2475	1545	1,60
5		№5	2200	1545	1,42
6		№6	2080	1545	1,35
7		№7	2190	1545	1,42
8	L=17 м d=600 мм		2700	2110	1,28
9	L=2 м d=500 мм	№1	470	272	1,73
10		№2	490	272	1,80
11		№3	460	272	1,69



2-сурет. DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қаданың эксперименттік F_u және есептік F_d көтеру қабілеттерін салыстыру [11].

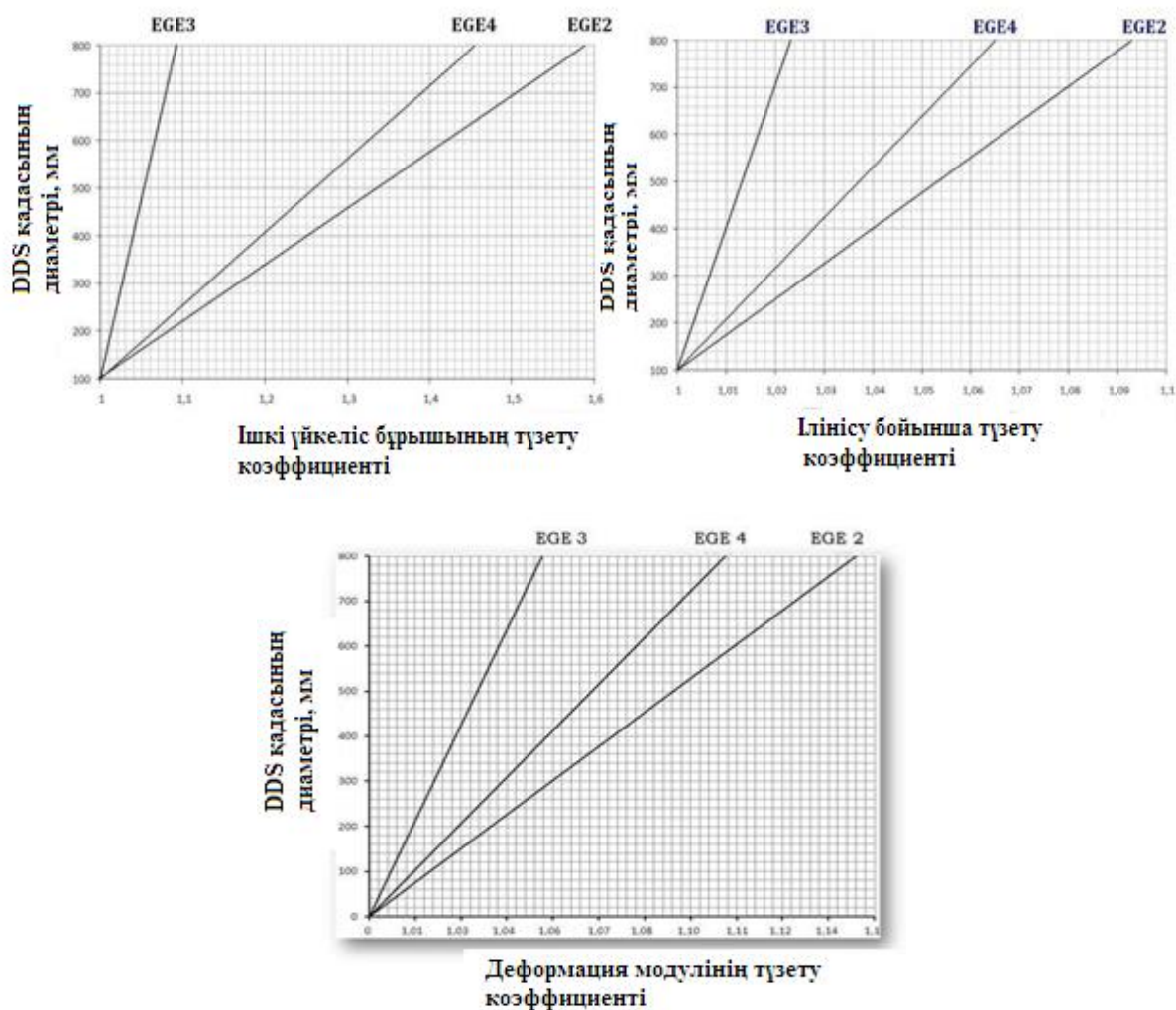
Қада айналасындағы топырақты лабораториялық зерттеу

Қада айналасындағы топырақ массивін зертханалық зерттеудің мақсаты - радиалды тығыздаудың топырақтың физика-механикалық қасиеттеріне әсерін анықтау болды. Топырақтың физика-механикалық қасиеттерін зерттеу үшін «Хан-Шатыры сауда-ойын-сауық орталығы» құрылыс алаңынан әртүрлі диаметрде қолданылған DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қадаларды орнатқанға дейін және кейін топырақ үлгілері алынды. Зертханалық зерттеулерге арналған топырақ үлгілері қадалардың бүйір беті бойынша топырақтың тығыздалу аймағын анықтау мақсатында қадалардың шетінен 0,1, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 және 1 м дейінгі қашықтықта DDS қадаларына статикалық сынақтар жүргізгеннен кейін іріктелді. Тереңдігі 0,5 м аралықпен тереңдігі 10 м дейінгі 30-дан астам сынақ ұңғымасы бұрғыланды. Ұңғымалар арасындағы қашықтық қадалардан алыстығына байланысты 0,2-1,2 м құрады.

Зертханалық сынақтар МемСт (мемлекеттік стандарт) 12248-96 сәйкес жүргізілді [9].

Сынақ нәтижелері радиалды тығыздау аймағын анықтау, сондай-ақ кездейсоқ элементтерді (кездейсоқ мәндер) анықтау мақсатында статистикалық өңдеуге ұшырады, оның себебі топырақты бүлінбеген күйде алу күрделілігі немесе өлшеу құралдарының қателігі болуы мүмкін.

Сынақ нәтижелері бойынша 2-ИГЭ үшін радиалды тығыздау аймағы 0,6-0,8 м, ал 3-ИГЭ және 4-ИГЭ 0,4-0,6 м құрады. Деформация модулінің, ішкі үйкеліс бұрышының және ілінісу коэффициентінің алынған мәндері 3-суретте графикалық түрде көрсетілген. Номограммаларды қолдана отырып, деформация модулін, ішкі үйкеліс бұрышын және ілінісу коэффициентін жобалау сатысында DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қадалардың диаметріне байланысты түзетуге болады [8].



3-сурет. Топырақ сипаттамаларын түзетуге арналған номограммалар [11].

DDS технологиясының экономикалық тиімділігі

DDS технологиясының экономикалық тиімділігін анықтау үшін Қазақстандық нормативтер мен зерттеу нәтижелері бойынша қадалар есебі жүргізілді. 2-кестеде қадаларға жобалық жүктемелерге сүйене отырып, нормативтер бойынша және ұсынылған әдістеме бойынша анықталған DDS қадаларының ұзындығы көрсетілген: №1 объект үшін 150 т, №2 объект үшін 25 т. Көріп отырғанымыздай, 1-объектіде қаданың көтергіштік қабілетін нормативтер бойынша анықтаған жағдайда қаданың талап етілетін Ұзындығы 18 м құрайды, ұсынылған әдістемені пайдалану кезінде қаданың ұзындығы 12 м дейін қыстарды. 2-объектіде нормативтер бойынша қаданың ұзындығы 2м, ұсынылған әдістеме бойынша 1,2 м.

3-кестеде DDS қадалар құрылғысының заманауи бағаларына негізделген экономикалық әсерді есептеу көрсетілген.

2-кесте. DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қадаларының ұзындықтарын есептеу [11, 12].

Қадаларының ұзындықтары/ (Қаданың көтергіш қабілеті, кН)	
№1-нысан (d=410 мм)	№2-нысан (d=500 мм)

норматив бойынша	ұсынылған әдіс бойынша	норматив бойынша	ұсынылған әдіс бойынша
1545 кН/15 м	1556 кН/ 12 м	272 кН/ 2 м	274 кН/ 1,2 м

Бұл жағдайда біз DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қадаларды өндірудің жалпы шығындарын 20-40% - ға қысқарта отырып, айтарлықтай экономикалық нәтижеге қол жеткіздік [13].

3-кесте. Экономикалық тиімділік

Параметрлер	1м ³ қада құрылысы-ның бағасы, USD	1м ³ қада материалының бағасы, USD	1 қадаға жұмсала-тын жалпы шығындар, USD	Шығын айырмасы, %
№1-нысан	300	100	3000	-
	300	100	2400	-
№2-нысан	300	100	630	-
	300	100	380	-
Экономикалық тиімділігі	№ 1-нысан		600 USD	20%
	№ 2-нысан		250 USD	40%

Қорытынды

1. Әр түрлі диаметрдегі DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қадаларға статикалық сынақтар жүргізілді, олардың нәтижелері бойынша қадалардың эксперименттік және нормативтік көтергіш қабілеттеріне салыстырмалы талдау жүргізілді. DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қадалардың көтеру қабілеттерінің эксперименттік мәндері орташа есеппен есептік мәндерден 1,5 есе көп, бұл өз кезегінде DDS технологиясының ресурстарының толық қолданылмағандығын көрсетеді.

2. Деформация модулінің, ілінісу мен ішкі үйкеліс бұрышының DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қадаларының диаметріне тәуелділігін сипаттайтын номограммалар алынды. Параметрлерді түзетуді, зерттелген құрылыс нысандарының жағдайларына ұқсас инженерлік геологиялық жағдайларда диаметрі 410-дан 600 мм-ге дейінгі DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қадаларды жобалау кезінде қолдануға болады.

Алынған радиалды тығыздау өлшемдері сандық модельдеуде қолданылды.

3. DDS технологиясы бойынша орнатылған бұрғыланып толтырылған қадалардың көтергіш қабілеттерін анықтаудың ұсынылған әдіс арқылы 20-40 % экономикалық тиімділігіне қол жеткізілді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Zhusupbekov A., Bazarbayev D., Matsumoto T. Analysis of the Static Test of Boring Piles Through FDP (Full Displacement Pile) Technology // Л. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ХАБАРШЫСЫ. – Астана, Қазақстан, 2013. – Б. 4. – URL: <http://dspace.enu.kz/handle/data/9762>. (өтініш берген күні 14.06.2013). – электронды журнал
2. Basu P., Prezzi M., Basu D. Drilled Displacement Piles – Current Practice and Design // DFI Journal The Journal of the Deep Foundations Institute. Hawthorne, USA, 2010. – P. 3-20. – мақала
3. Rad S.H., Ghareh S., Eslami A. Experimental and field studies on the behavior of drilled displacement piles // Innovative Infrastructure Solutions 6, №188 – Springer Nature Switzerland, 2021. – P. 1-11. doi.org/10.1007/s41062-021-00557-2. – мақала
4. Султанов Г.А., Жусупбеков А.Ж., Лукпанов Р.Е., Енкебаев С.Б. Сравнение работы традиционной бурунабивной сваи с работой сваи устраиваемой методом раскатки по результатам численного моделирования // Материалы республиканской научно-практической конференции ЕНУ им. Л.Н.Гумилева. - Астана, Казахстан, 2010. – С. 219-226 – конференция еңбектері
5. Alibekova, N., Bukenbayeva D. About the engineering-geological conditions of Astana // Proc. 6th Asian Young Geotechnical Engineers Conf. - Bangalore, India, 2008. P. 188-192. – конференция еңбектері
6. СНиП РК 5.01-03-2002 Свайные фундаменты. М.: KAZGOR. 2003 – құрылыс нормалары мен ережелері
7. СН РК 5.01-01-2013 Основание и фундаменты. М.: Параграф. С. 23, 2021. - құрылыс нормалары мен ережелері
8. Султанов Г.А., Жусупбеков А.Ж., Лукпанов Р.Е., Енкебаев С.Б. Лабораторные исследования модуля деформации грунта вокруг сваи устраиваемой методом раскатки // Материалы республиканской научно-практической конференции ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. - Астана, Казахстан, 2010. – С. 214-219. - конференция еңбектері
9. ГОСТ 12248-96 Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М.: ИПК Издательство стандартов. С.5, 2005 – мемлекетаралық стандарт
10. Султанов Г.А., Жусупбеков А.Ж., Лукпанов Р.Е., Енкебаев С.Б. Определение зависимости между экспериментальными и расчетными значениями несущих способностей свай вытеснения // Материалы республиканской научно-практической конференции ЕНУ им. Л.Н.Гумилева. - Астана, Казахстан, 2010. С. 226-232 - конференция еңбектері
11. Жусупбеков А.Ж., Лукпанов Р.Е., Исина А.З., Алдунгарова А.К. Исследование взаимодействия грунтового массива со сваями вытеснения // Геомеханика және жаратылыстану пәндерін оқыту проблемалары атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары. С. 223-228 - конференция еңбектері
12. Zhussupbekov A., Iwasaki Y., Omarov A., Tanyrbegenova G., Akhazhanov S. (2019). Complex of static loading tests of bored piles. International Journal of GEOMATE, 2019, 16(58), pp. 8–13. – халықаралық журнал
13. Zhussupbekov A., Alibekova N., Akhazhanov S., Sarsembayeva A. (2021). Development of a unified geotechnical database and data processing on the example of Nur-Sultan City. Applied Sciences (Switzerland), 2021, 11(1), pp. 1–20, 306. – халықаралық журнал

А.Б. Исакулов¹, А.Ж. Жусупбеков², Б.Р. Исакулов³,
С.Б. Исакаков¹

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

²Национальный исследовательский университет «Московский государственный строительный университет», Москва, Российская Федерация

³Баишев Университет, Актобе, Казахстан

Исследование взаимодействия грунтового массива с буронабивными сваями, устраиваемыми по технологии DDS

Аннотация. В предлагаемой статье сравниваются показатели экспериментальной и расчетной несущей способности буронабивных свай, установленных с использованием технологии DDS по статическим испытаниям и нормативным расчетам. Также представлены результаты компрессионных испытаний образцов грунта вокруг размещенных свай по методу Drilled Displacement System (DDS). Установлена зависимость деформационных свойств грунта, таких как модуль деформации, угол внутреннего трения и сцепление, от диаметра буронабивной сваи. Коэффициент условий работы грунта боковой поверхности буронабивных свай, установленных с использованием технологии DDS, получен на основе результатов численного моделирования буронабивных свай, расположенных по традиционному и предлагаемому методу DDS. Описана инновационная технология DDS, пояснена работа бурового шнека при бурении и вытеснении грунта и показаны преимущества вышеназванной технологии и ее экономическая эффективность в целом.

Ключевые слова: сваи, статическое испытание, лабораторное испытание, несущая способность, буронабивные сваи.

A.B. Issakulov¹, A.Zh. Zhussupbekov², B.R. Issakulov³,
S.B. Iskakov¹

¹ L.N. Gumilev Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

² National Research University "Moscow State University of Civil Engineering", Moscow, Russian Federation

³ Baishev University, Aktobe, Kazakhstan

Investigation of the interaction of a soil massif with bored piles arranged using DDS technology

Abstract. The article compares the indicators of experimental and calculated bearing capacity of bored piles installed using DDS technology, according to static tests and normative calculations. The article also presents results of compression tests of soil samples around the placed piles using the Drilled Displacement System (DDS) method. The authors established dependence of the deformation properties of the soil, such as the modulus of deformation, the angle of internal friction and adhesion, on the diameter of the bored pile. The coefficient of working conditions of the soil of the lateral surface of bored piles installed using DDS technology is obtained based on the results of numerical modeling of bored piles located according to the traditional and proposed DDS method. The article describes the innovative DDS technology, explanations of the operation of the drilling auger during drilling and displacement of soil, and in general, the advantages of the above-mentioned technology and its economic efficiency.

Keywords: piles, static testing, laboratory testing, bearing capacity, bored piles.

References

1. Zhussupbekov A., Bazarbayev D., Matsumoto T. Analysis of the Static Test of Boring Piles

Through FDP (Full Displacement Pile) Technology // L.N. Gumilev atyndagy Euraziya ылтык universitetinin HABARSHYSY. – Astana, Kazakstan, 2013. – B. 4. – URL: <http://dspace.enu.kz/handle/data/9762>. (Application date 14.06.2013) – electronic journal

2. Basu P., Prezzi M., Basu D. Drilled Displacement Piles – Current Practice and Design // DFI Journal The Journal of the Deep Foundations Institute. Hawthorne, USA, 2010. – P. 3-20. – article

3. Rad S.H., Ghareh S., Eslami A. Experimental and field studies on the behavior of drilled displacement piles // Innovative Infrastructure Solutions 6, №188 – Springer Nature Switzerland, 2021. – P. 1-11.doi.org/10.1007/s41062-021-00557-2. – article

4. Sultanov G.A., ZHusupbekov A.ZH., Lukpanov R.E., Enkebaev S.B. Sravnenie raboty tradicionnoj buronabivnoj svai s rabotoj svai ustraivaemoj metodom raskatki po rezul'tatam chislenного modelirovaniya // Materialy respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferencii ENU im. L.N.Gumileva. - Astana, Kazahstan, 2010. – С. 219-226. – Precedings of the conferences

5. Alibekova, N., Bukenbayeva D. About the engineering-geological conditions of Astana // Proc. 6th Asian Young Geotechnical Engineers Conf. - Bangalore, India, 2008. P. 188-192. – Precedings of the conferences

6. SNiP RK 5.01-03-2002 Svajnye fundamenty. M.: KAZGOR. 2003 – Building codes and regulations

7. SN RK 5.01.-01-2013 Osnovanie i fundamenty. M.: Paragraf. S. 23, 2021. - Building codes and regulations

8. Sultanov G.A., Zhusupbekov A.ZH., Lukpanov R.E., Enkebaev S.B. Laboratornye issledovaniya modulya deformacii grunta vokrugsvai ustraivaemoj metodom raskatki // Materialy respublikanskoj nauchno- prakticheskoy konferencii ENU im. L.N.Gumileva. - Astana, Kazahstan, 2010. – S. 214-219. - Precedings of the conferences

9. GOST 12248-96 Metody laboratorного opredeleniya harakteristik prochnosti i deformiruemosti. M.: IPK Izdatel'stvo standartov. S.5, 2005. – International standard

10. Sultanov G.A., Zhussupbekov A.ZH., Lukpanov R.E., Enkebaev S.B. Opredelenie zavisimosti mezhdru eksperimental'nymi i raschetnymi znacheniyami nesushchih sposobnostej svaj vytesneniya // Materialy respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferencii ENU im. L.N.Gumileva. - Astana, Kazahstan, 2010. S. 226-232. - Precedings of the conferences

11. Zhussupbekov A.ZH., Lukpanov R.E., Isina A.Z., Aldungarova A.K. Issledovanie vzaimodejstviya gruntovogo massiva so svayami vytesneniya // Geomekhanika zhane zharatylystanu panderin okytu problemalary atty halykaralyk gylymi-tazhiribelik konferenciya materialdary. S. 223-228. - Precedings of the conferences

12. Zhussupbekov A., Iwasaki, Y., Omarov, A., Tanyrbergenova G., Akhazhanov S. (2019). Complex of static loading tests of bored piles. International Journal of GEOMATE, 2019, 16(58), pp. 8–13. – International Journal

13. Zhussupbekov A., Alibekova N., Akhazhanov S., Sarsembayeva A. (2021). Development of a unified geotechnical database and data processing on the example of Nur-Sultan City. Applied Sciences (Switzerland), 2021, 11(1), pp. 1–20, 306. – International Journal.

Авторлар туралы мәлімет:

Исакулов А.Б. – Құрылыс кафедрасының докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Жусупбеков А. Ж. – техника ғылымдарының докторы, профессор, Мәскеу мемлекеттік құрылыс университеті ұлттық зерттеу университетінің «Топырақтар механикасы және геотехника» кафедрасының консультанты, Мәскеу, Ресей Федерациясы.

Исакулов Б.Р. – техника ғылымдарының докторы, доцент, Баишев Университеті, Ақтөбе, Қазақстан.

Искаков С.Б. – Құрылыс кафедрасының докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия

Ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.

Issakulov A. – Ph.D. student in Construction, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

Zhussupbekov A. – Professor, Doctor of Technical Sciences, Consultant of Department of Soil Mechanics and Geotechnics of Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia.

Issakulov B. – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Baishev University, Aktobe, Kazakhstan.

Iskakov S. – Ph.D. student in Construction, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.