

ҚҰРЫЛЫС
СТРОИТЕЛЬСТВО
CONSTRUCTIONDOI 10.51885/1561-4212_2022_3_52
MFTAA 67.11.29**Н.Т. Алибекова¹, А.К. Тлеубаева¹, А.К. Абишева¹, А.К. Алдунгарова², М. Мимура³**¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан*E-mail: nt_alibekova@mail.ru,**E-mail: akmaral_alim@mail.ru,**E-mail: abish_assem@mail.ru,*²Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан*E-mail: liya_1479@mail.ru**³Киото Университет, Киото қ., Япония*E-mail: mimura_tamoru.3r@kyoto-u.ac.jp***ШАҢДЫ-САЗДЫ ТОПЫРАҚТАРДЫҢ БЕРІКТІК ЖӘНЕ ДЕФОРМАЦИЯЛЫҚ
СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ АҚҚЫШТЫҚ КӨРСЕТКІШІНЕ ТӘУЕЛДІЛІГІН ТАЛДАУ****АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПЫЛЕВАТО-ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ ОТ ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕКУЧЕСТИ****DEPENDENCE OF THE STRENGTH AND DEFORMATION CHARACTERISTICS OF SILTY
CLAY SOILS ON THE YIELD INDEX**

Аңдатпа. Қарқынды заманауи құрылыстың жаппай сипатымен топырақтың физикалық-механикалық қасиеттерін жедел анықтау қажет. Дегенмен, инженерлік-геологиялық ізденістерді қысқа мерзімде орындау және жүргізу қажеттілігіне байланысты үлкен дәрежеде қателіктер зерттеулердің аз санымен есептік сипаттамаларды алу кезінде туындайды, бұл қателік есептік сипаттамалардың жоғарылауына да, төмендеуіне де әкелуі мүмкін, әсіресе шаңды-сазды топырақтардың, өйткені мұндай топырақтардың зертханалық сынақтары басқалармен салыстырғанда ұзағырақ. Шаңды-сазды топырақтар көбінесе олардағы судың құрамы мен мөлшеріне байланысты. Сонымен қатар, топырақтың ылғалдылығы, консистенциясы сияқты сипаттамалар бір зерттелген қабаттың ішінде де айтарлықтай өзгеретінін атап өткен жөн. Топырақтың ылғалдылығы топырақты өңдеу әдісіне және топырақтың тығыздалу қабілетіне айтарлықтай әсер етеді. Зерттеудің мақсаты әртүрлі генетикалық түрдегі құмдақ пен саздың беріктік және деформациялық сипаттамаларының корреляциялық аққыштық көрсеткішіне тәуелділігін талдау болып табылады. Тәуелділіктерге корреляциялық талдау Павлодар қаласының аумағында түрлі ұйымдар орындаған инженерлік-геологиялық ізденістер бойынша техникалық есептер негізінде жүргізілді. Зерттеу шаңды-сазды топырақтардың механикалық сипаттамаларын неғұрлым жылдам анықтау үшін диапазонды кеңейтуге мүмкіндік беретін тәуелділік теңдеулерін алды.

Түйін сөздер: шаңды-сазды топырақ, топырақтың қасиеттері, инженерлік-геологиялық ізденістер, топырақтың ылғалдылығы, корреляциялық тәуелділік, беріктік және деформациялық сипаттамалар, аққыштық көрсеткіші.

Аннотация. При массовом характере интенсивного современного строительства требуется оперативное определение физико-механических свойств грунтов. Однако, из-за необходимости выполнения и проведения в короткий срок инженерно-геологических изысканий в большой степени ошибки возникают при получении расчетных характеристик при малом количестве исследований,

при том, что погрешность может приводить как к завышению расчетных характеристик, так и занижению, в особенности пылевато-глинистых грунтов, так как лабораторные испытания таких грунтов более длительны в сравнении с другими. Пылевато-глинистые грунты чаще зависят от состава и содержания в них воды. Кроме того, необходимо отметить, что такие характеристики как влажность грунта, консистенция существенно меняются даже в пределах одной исследуемой толщи. Влажность грунта оказывает значительное влияние на способ разработки грунта и на способность грунтов к уплотнению. Целью исследования является анализ корреляционных зависимостей прочностных и деформационных характеристик супесей и глин различных генетических типов от показателя текучести. Корреляционный анализ зависимостей был проведен на основе технических отчетов по инженерно-геологическим изысканиям, выполненными различными организациями на территории г. Павлодар. В ходе исследования получены уравнения зависимостей, позволяющие расширить диапазон для более стремительного определения механических характеристик пылевато-глинистых грунтов.

Ключевые слова: пылевато-глинистый грунт, свойства грунта, инженерно-геологические изыскания, влажность грунта, корреляционные зависимости, прочностные и деформационные характеристики, показатель текучести.

Abstract. With the massive nature of intensive modern construction, it is necessary to quickly determine the physical and mechanical properties of soils. However, due to the need to perform and conduct engineering and geological surveys in a short time when obtaining design characteristics with a small number of studies, errors largely occur, despite the fact that the error can lead to both overestimation of the calculated characteristics and underestimation, especially of dusty clay soils, since laboratory tests of such soils are longer than others. Silty-clay soils often depend on the composition and content of water in them. In addition, it should be noted that such characteristics as soil moisture, consistency change significantly even within the same studied stratum. Soil moisture has a significant impact on the way the soil is excavated and on the ability of soils to compact. Correlation analysis of dependencies was carried out on the basis of technical reports on engineering and geological surveys carried out by various organizations in the territory of Pavlodar. In the course of the research, dependency equations were obtained that allow expanding the range for faster determination of the mechanical characteristics of pulverized clay soils.

Keywords: silty clay soil, soil properties, engineering and geological surveys, soil moisture, correlation dependences, strength and deformation characteristics, flow index, engineering and geological surveys.

Кіріспе. Павлодар қаласы аумағының инженерлік-геологиялық жағдайы аудандарға бөлінген, олардың арасында Ертіс өзенінің алқабына қарай денудациялық көлдік-аллювиалды, жайпақ толқынды және аздап еңкіш жазық басым. Бетінің жазықтық сипаты әлсіз дәрежеде тегіс дөңгелектенген батпақтанған және тұзды төмендеумен, ұсақ көл бассейндерімен бұзылады. Ауданда төрт кіші аудан ерекшеленеді, олардың арасында қабат қуаты 0,4-тен 9,0 м-ге дейінгі құмдақ топырақтардан құралған жоғарғы төрттік және осы заманғы жастағы ($V_d Q_{III-IV}$) эолдық-делювиалды шөгінділерден және қуаты 1,0-ден 30÷50 м-ге дейінгі сазды топырақтардан құралған павлодарлық тастопшасының неоген жасындағы көлдік-аллювиалды шөгінділерден тұратын (N_{1-2pv}), көлдік-аллювиалды қазаншұңқырлар басым.

Топырақтың барлық түрлерінің, соның ішінде шанды-сазды топырақтың қасиеттері олардағы судың құрамы мен құрамына байланысты екенін атап өткен жөн. Осыған байланысты көптеген шетелдік және отандық ғалымдар шанды-сазды топырақтардың ылғалдылығы олардың механикалық қасиеттеріне тікелей әсер ететінін анықтады. Соның нәтижесінде шанды-сазды топырақ сипаттамаларының олардың ылғалдылығына әртүрлі корреляциялық тәуелділігі анықталды [1-3].

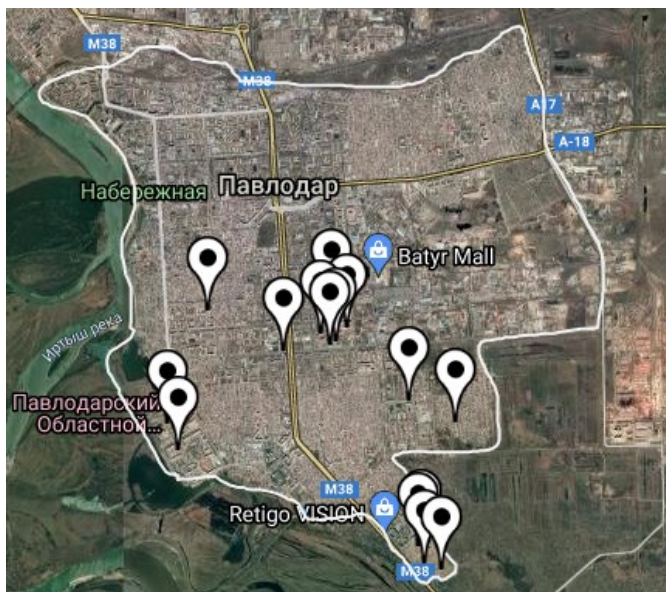
Қазақстан Республикасының мемлекеттік нормативтеріне, атап айтқанда ҚР ЕЖ 5.01-102-2013 [4, 4.3.2 – 4.3.10 т.] сәйкес беріктік және деформациялық сипаттамалар зертханалық сынақтардың нәтижелері бойынша анықталады, сондай-ақ далалық сынақтардың нәтижелері бойынша (штампармен, пресиометрлермен, шурфтарда немесе қазаншұңқырларда топырақ діңгектерінің қимасында, статикалық зондтау әдісімен сынау)

анықталуы мүмкін.

ҚР ЕЖ 5.01-102-2013 [4] далалық және зертханалық сынақтарды орындау мүмкін болмаған жағдайда «I және II жауапкершілік деңгейлеріндегі құрылыстардың негіздерін алдын ала есептеу үшін, сондай-ақ III жауапкершілік деңгейіндегі құрылыстардың негіздерін түпкілікті есептеу үшін және тиісті негіздеме кезінде II жауапкершілік деңгейіндегі құрылыстарды түпкілікті есептеу үшін пайдалануға жол берілетін (техникалық жағынан күрделі емес құрылыстар, негіз деформацияларына сезімтал емес құрылыстар және т.б.)» құрамында 5 %-дан аспайтын органикалық заттар бар және $0 \leq I_L \leq 0,75$ шегінде ылғалдылық дәрежесі $S_R \geq 0,8$ болатын шаңды-сазды топырақтардың нормативтік беріктік және деформациялық сипаттамалары ұсынылған [4, 4.3.16 т.]. Алайда, ҚР ЕЖ 5.01–102–2013 [4] бұл кестелік деректер бұрынғы КСРО аумағының әртүрлі аймақтарында анықталған топырақты далалық сынау нәтижелері бойынша анықталғанын және «есептік мән ретінде осы сынақтардың орташаландырылған емес, кепілдендірілген ең төменгі мәндері қабылданғандықтан әрқашан белгілі бір аймақтың нақты жағдайларына сәйкес келмейдітінін айта кеткен жөн. Өйткені топырақтың ылғалдылығы, консистенциясы сияқты сипаттамалар тіпті зерттелетін бір қалыңдықта да айтарлықтай өзгеріп отырады. Қателіктер көбінесе зерттеу саны аз болған кезде есептік сипаттамаларды алған кезде туындайды, ал қателік есептік сипаттамалардың жоғарылауына да, төмендеуіне де әкелуі мүмкін» [5]. Бұдан бөлек, құрылыс процесінде алаңның геологиялық жағдайлары айтарлықтай өзгеруі мүмкін.

Сондықтан шаңды-сазды топырақтардың анықталатын беріктік және деформациялық сипаттамаларының ауқымын аққыштық көрсеткішіне I_L байланысты кеңейту үшін соңғы уақытта Павлодар қаласының аумағында жүргізілген инженерлік-геологиялық ізденістер нәтижелеріне талдау жасалды. Павлодар қаласының аумағындағы инженерлік-геологиялық ізденістер бойынша есептерді талдау нәтижесінде бірқатар жағдайларда беріктік және деформациялық сипаттамалардың мәндері нормативтік көздер бойынша қабылданғандығы анықталды, бұл өз кезегінде қабылданған мәндердің орындылығын әрдайым анық көрсете бермейді. Осыған байланысты нормативтік көздер бойынша қабылданған мәндер зерттеу ауқымынан алынып тасталды. Зерттеу ауқымы тек зертханалық жолмен алынған нәтижелер бойынша қабылданды.

Зерттеу әдістері. Корреляциялық тәуелділіктерді жою үшін Павлодар қаласының аумағында 2014 жылдан 2021 жылға дейін орындалған инженерлік-геологиялық зерттеулер бойынша мұрағаттық есептер қарастырылды (1-сурет).

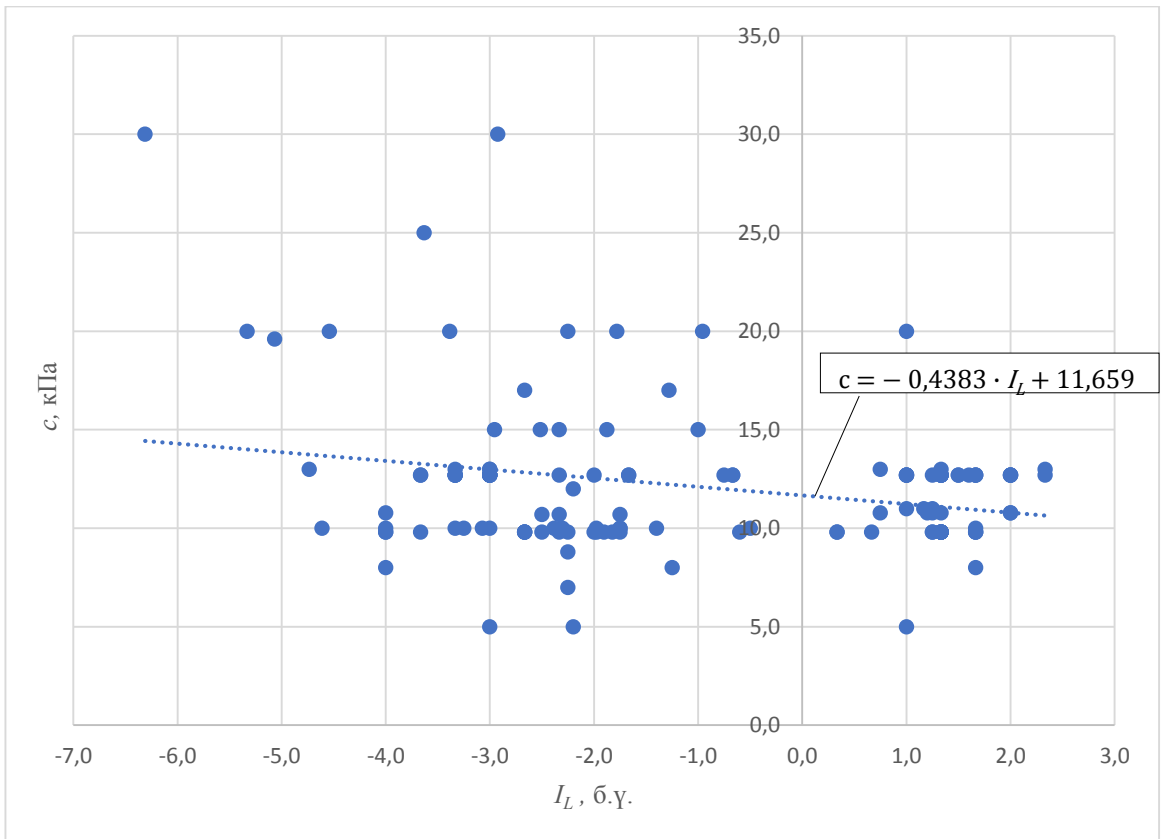


1-сурет. Павлодар қаласының схемалық картасы (инженерлік-геологиялық ізденіс объектілерімен)

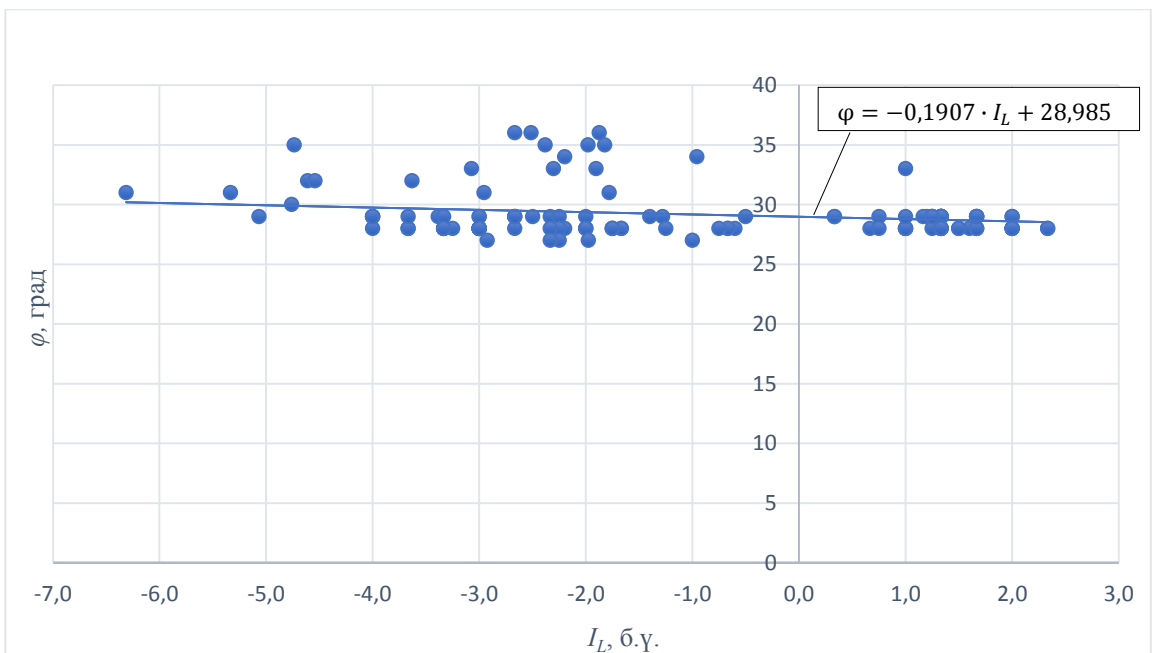
Осы техникалық есептердің негізінде Excel-MS бағдарламалық кешенінде топырақтың генезисі, әртүрлілігі, жасы, олардың физикалық-механикалық сипаттамалары, кеңістіктік орналасуы, инженерлік-геологиялық элементтің табаны мен төбесінің орналасуы туралы ақпаратты қамтитын, 445 инженерлік-геологиялық ұңғымадан тұратын деректер базасы құрылды.

Зерттеуде шегінде адамның инженерлік-шаруашылық қызметі жүзеге асырылатын, 20 м тереңдікке дейін құрамы бойынша көп қабатты дисперсті топырақ қабатымен сипатталатын денудациялық көлдік-аллювиалды жазық қарастырылады.

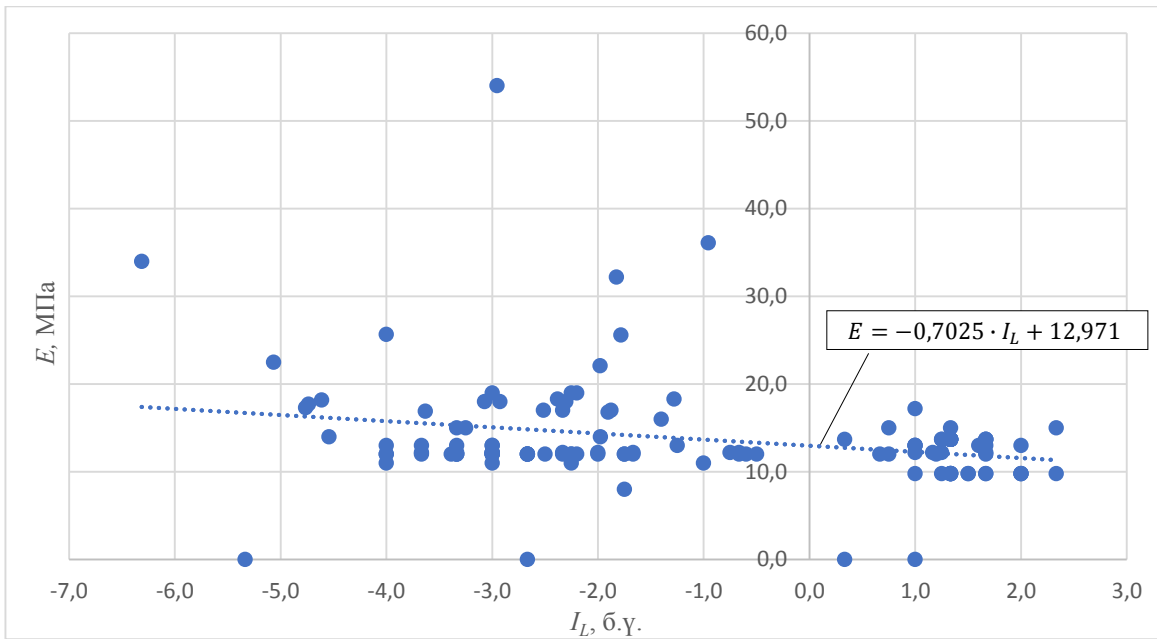
Нәтижелер және талқылау. Зерттеу барысында аққыштық көрсеткіші мәндерінің неғұрлым кең ауқымын қамтитын беріктік және деформациялық сипаттамалардың корреляциялық тәуелділіктерін анықтау үшін $-6,3 \leq I_L \leq 2,3$ ауқымындағы ($V_d Q_{III-IV}$) құмдақ топырақтың эолдық-делювиалды инженерлік-геологиялық элементтері (2-4 суреттер) және $-0,4 \leq I_L \leq 0,5$ ауқымындағы (N_{1-2pv}) көлдік-аллювиалды сазды топырақтың (5-7-суреттер) инженерлік-геологиялық элементтері қарастырылды (1-кесте). Сондай-ақ, осы топырақтарды зерттеу негізінде $-6,3 \leq I_L \leq 2,3$ болғанда эолдық-делювиалды құмдақтардың және $-0,4 \leq I_L \leq 0,5$ болғанда көлдік-аллювиалды саздардың беріктік және деформациялық сипаттамаларының нормативтік мәндері анықталды (2-кесте).



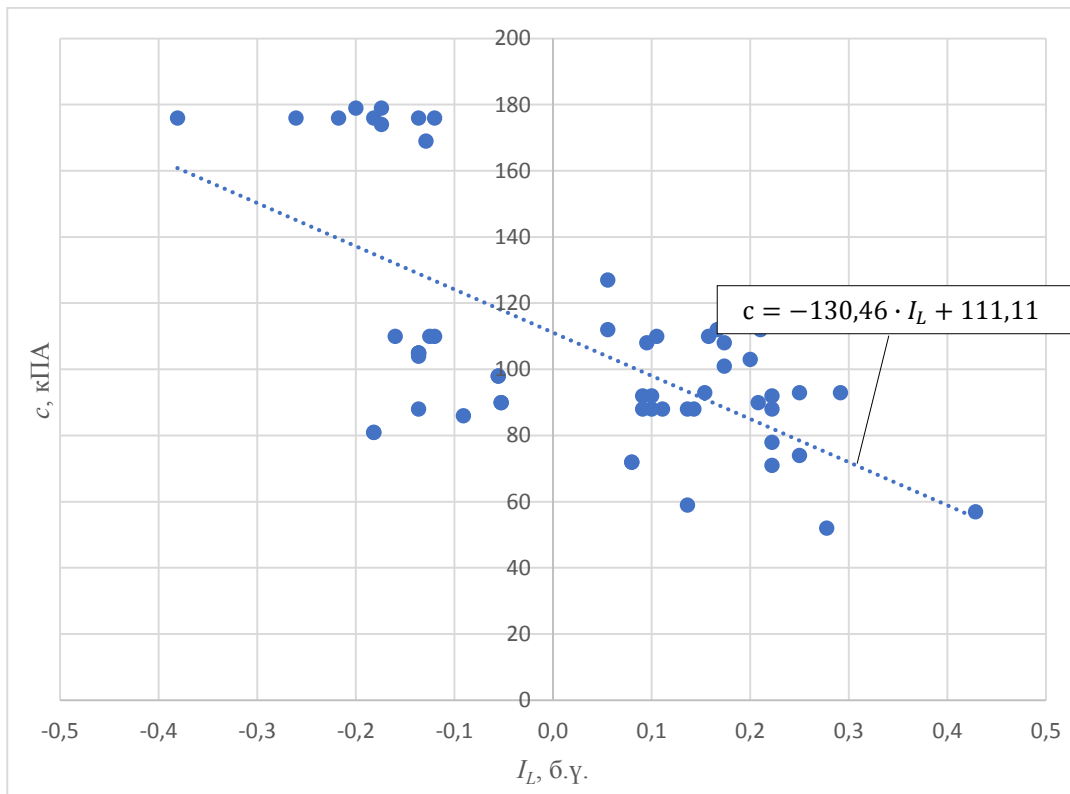
2-сурет. Эолдык-делювиалды құмдақтар үшін $c = f(I_L)$ тәуелділік кестесі



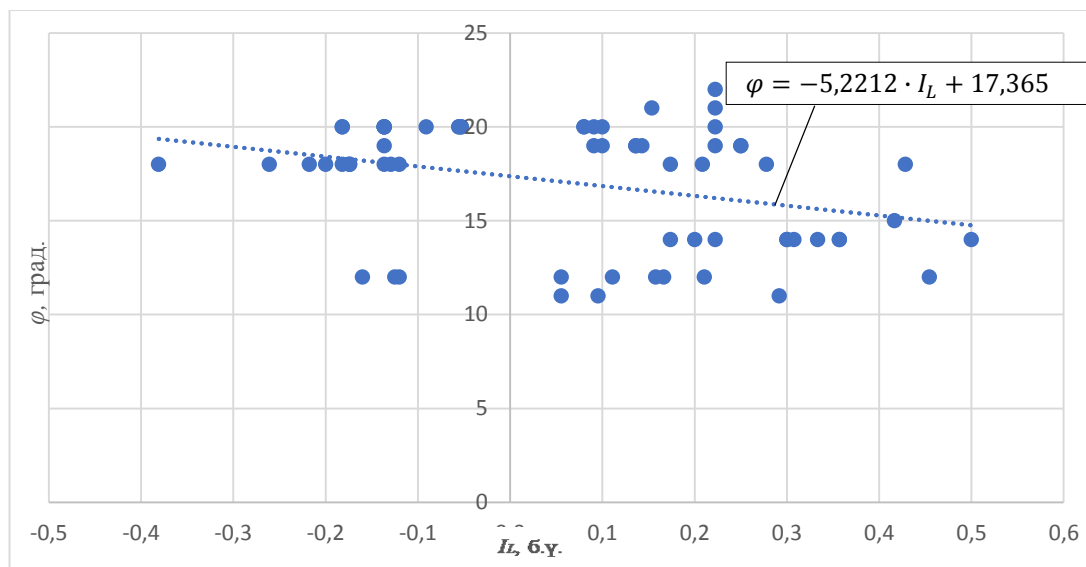
3-сурет. Эолдық-делювиалды құмдақтар үшін $\varphi = f(I_L)$ тәуелділік кестесі



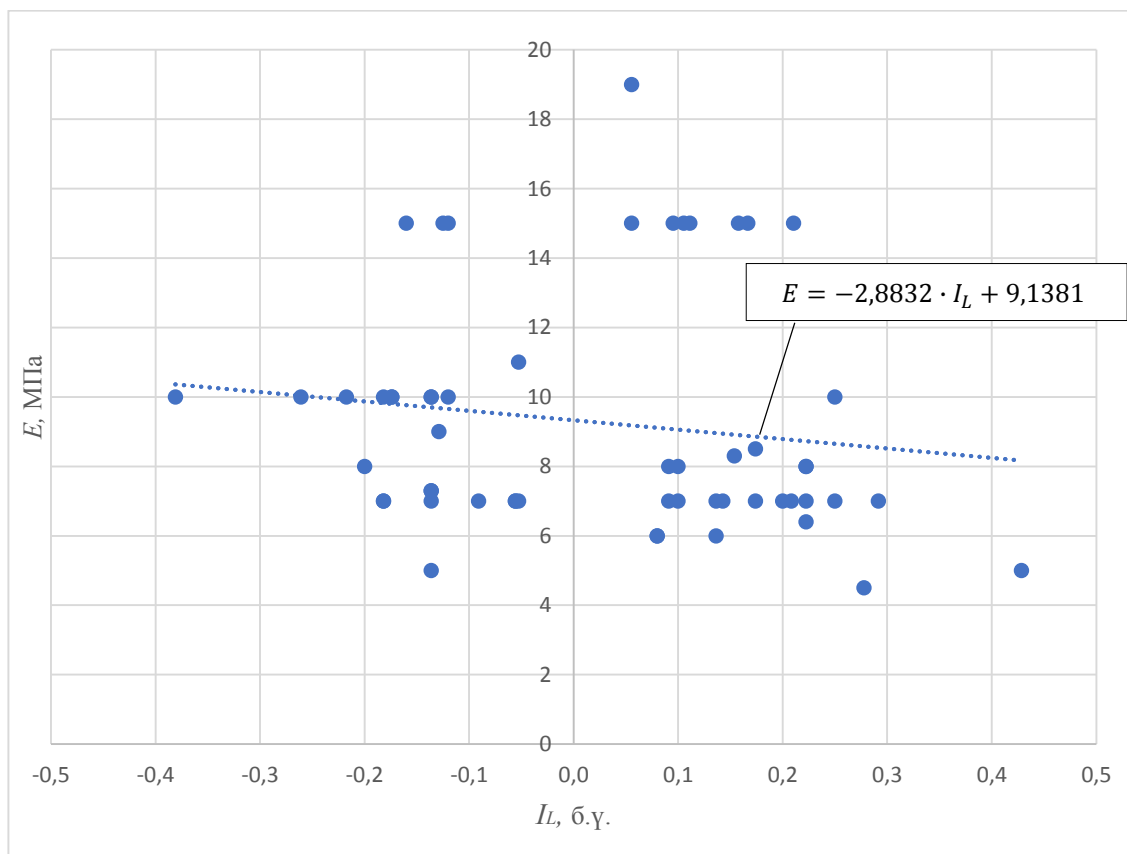
4-сурет. Эолдық-делювиалды құмдақтар үшін $E = f(I_L)$ тәуелділік кестесі



5-сурет. Көлдi сазды топырақтар үшiн $c = f(I_L)$ тәуелдiлiк кестесi



6-сурет. Көлдi сазды топырақтар үшiн $E = f(I_L)$ тәуелдiлiк кестесi



7-сурет. Көлді сазды топырақтар үшін $E = f(I_L)$ тәуелділік кестесі

1-кесте. Инженерлік-геологиялық есептердің деректерін талдау бойынша алынған корреляциялық тәуелділіктер

Топырақтың генетикалық түрі	Топырақ түрі	Топырақ сипаттамаларының белгілері	Формула
Эолдық-делювиалды	Құмдақтар	c , кПа	$c = 11,659 - 0,4383 \cdot I_L$
		φ , град	$\varphi = 28,985 - 0,1907 \cdot I_L$
		E , МПа	$E = 12,971 - 0,7025 \cdot I_L$
Көлді-аллювиалды	Саз	c , кПа	$c = 111,11 - 130,46 \cdot I_L$
		φ , град	$\varphi = 17,365 - 5,2212 \cdot I_L$
		E , МПа	$E = 9,1381 - 2,8832 \cdot I_L$

Кесте 2. Павлодар қ. аумағында эолдық-делювиалды құмдақтар мен көлдік-аллювиалды саздардың беріктік және деформациялық сипаттамаларының өңірлік нормативтік мәндері

Топырақтың генетикалық түрі	Топырақ сипаттамаларының белгілері	Кеуектілік коэффициенті e -ге тең топырақ сипаттамалары							
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05	
эолдық-делювиалды құмдақтар	$I_L < 0$	c , кПа	15	13	12	11	-	-	-
		φ , град	30	29	28	27	-	-	-
		E , МПа	15	14	13	11	-	-	-
	$0 \leq I_L \leq 1,0$	c , кПа	-	13	12	11	-	-	-
		φ , град	-	29	28	27	-	-	-
		E , МПа	-	13	12	10	-	-	-
	$I_L > 1,0$	c , кПа	-	12	12	11	-	-	-
		φ , град	-	28	28	27	-	-	-
		E , МПа	-	11	10	10	-	-	-
көлдік-аллювиалды саздар	$I_L < 0$	c , кПа	-	-	141	128	94	-	-
		φ , град	-	-	20	19	16	-	-
		E , МПа	-	-	11	10	9	-	-
	$0 \leq I_L \leq 0,25$	c , кПа	-	-	103	95	92	-	-
		φ , град	-	-	17	17	16	-	-
		E , МПа	-	-	10	9	9	-	-
		c , кПа	-	-	-	75	74	-	-
		φ , град	-	-	-	16	14	-	-

	0,25 < I_L ≤ 0,5	E , МПа	-	-	-	6	6	-	-
--	--------------------------	-----------	---	---	---	---	---	---	---

Жүргізілген зерттеу топырақ қалыңдығының сипаттамалары зертханалық деректерді жүйелі талдау негізінде құрылған корреляциялық тәуелділіктерді анықтау арқылы тиімді түрде қалыптасуы мүмкін екенін көрсетті.

Қорытынды. Павлодар қаласы⁴ аумағында инженерлік-геологиялық ізденістерінің есептері бойынша корреляциялық талдау барысында шанды-сазды топырақтардың беріктік және деформациялық сипаттамаларының аққыштық көрсеткішіне тәуелділігі алынды. $c = f(I_L)$, $\varphi = f(I_L)$, $E = f(I_L)$ корреляциялық тәуелділіктер $-6,3 \leq I_L \leq 2,3$ ауқымындағы құмдақтар мен $-0,4 \leq I_L \leq 0,5$ ауқымындағы сазды топырақтар үшін қолайлы.

Алынған тәуелділіктер шанды-сазды топырақтардың механикалық қасиеттерін анықтау ауқымын кеңейтуге мүмкіндік береді, сондай-ақ ғимараттар мен құрылыстардың іргетастарын есептеу кезінде негізгі сипаттамаларға жататын деформация модулінің, ішкі үйкеліс бұрышының және меншікті ілінісінің параметрлерін байланыстырады. Олардың дұрыс анықталуы құрылыстың қауіпсіздігін, сондай-ақ экономикалық тиімділігін де айтарлықтай қамтамасыз етеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Алибекова Н.Т. Анализ геотехнических свойств грунтов г. Астаны для оптимизации длин свай. Диссертация на соискание академической степени доктора философии (PhD). – Астана, 2009.
2. Воронцов Е.А. Особенности методики инженерно-геологических изысканий в условиях плотной городской застройки: на примере города Москвы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2002.
3. Тюнина Н.В. Особенности применения метода инженерно-геологических аналогий при изысканиях на городских территориях: на примере города Москвы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Москва, 2008.
4. Ахажанов С.Б. Разработка геоинформационной базы данных для устройства буронабивных свай в г. Нур-Султан. Диссертация на соискание ученой степени доктора PhD. – Нур-Султан, 2019.
5. Нгуен К.Х. Методика выбора оптимальных фундаментов высотных зданий в условиях г. Хошимина. Диссертация на соискание степени кандидата технических наук. – Санкт-Петербург, 2008.
6. Капралов Е. Г., Кошкарев А. В., Тикунов В. С. Геоинформатика учебник для вузов; Под ред. В.С. Тикунова. - М.: Академия, 2005. - 480 с.
7. Лапина И.К., Маталина Е.Н., Секачев Р.Г., Троицкая Р. Г., Хайбуллина Л. А., Ярина Н. Ф. Большой энциклопедический словарь. - М.: АСТ, Астрель, 2008. - 1247 с.
8. Dirk Burghardt. Automatisierung der kartographischen Verdrängung mittels Energiemini-mierung. Der Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften der Technischen Universität Dresden zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.) Dissertation. – Dresden, 2010. - S 10.
9. Дышлок С.С., Николаева О.Н., Ромашова Л.А. К вопросу формализации процесса создания тематических карт в гис-среде // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий (СГУГиТ) -2015. - Вып. №2 (30). – С.78-85.
10. Абдрашитова Р. Н. Инженерно-геологические карты: Учебное пособие / Р. Н. Абдрашитова, А. В. Матусевич. – Тюмень: ТИУ, 2016.
11. Мангушев Р.А. Принципы формирования застройки с учетом разнотипности зданий и напластования грунтов, определяющих выбор фундаментов. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. - Санкт-Петербург, 1993.
12. Морарескул Н.Н. Заварзин Л.Г. Опыт типизации оснований фундаментов в районах массовой застройки. – Л.: ЛНДТП, 1984. – 270 с.
13. Жусупбеков А.Ж., Алибекова Н.Т., Ахажанов С.Б., Шакирова Н.У., Алпысова А.Б.

Геотехническая геоинформационная система Астаны // Основания, фундаменты и механика грунтов, №6, 2018. – С.25-28.

14. A.Zh. Zhussupbekov, N.T. Alibekova. Geotechnical zoning territory of new capital Astana // Geotechnical and Geophysical Site Characterization 4 - Proceedings of the 4th International Conference on Site Characterization 4, ISC-4, V.2. 2013 – pp. 1537-1542.
15. Жусупбеков А.Ж., Алибекова Н.Т., Феоктистов С.В., Ивасаки Ё., Мимура М. Современный подход к исследованию геотехнических свойств грунтов при формировании застройки города // Сборник трудов научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Б.И.Далматова «Актуальные вопросы геотехники при решении сложных задач нового строительства и реконструкции», Санкт-Петербург, Россия, 10-12 ноября, 2010. – С.305-308.

References

1. Alibekova N.T. Analiz geotekhnicheskikh svojstv gruntov g. Astany dlya optimizacii dlin svaj. Dissertaciya na soiskanie akademicheskoy stepeni doktora filosofii (PhD). – Astana, 2009.
2. Voroncov E.A. Osobennosti metodiki inzhenerno-geologicheskikh izyskanij v usloviyah plotnoj gorodskoj zastrojki: na primere goroda Moskvy. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. – Moskva, 2002.
3. Tyunina N.V. Osobennosti primeneniya metoda inzhenerno-geologicheskikh analogij pri izyskaniyah na gorodskih territoriyah: na primere goroda Moskvy. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata geologo-mineralogicheskikh nauk. – Moskva, 2008.
4. Ahazhanov S.B. Razrabotka geoinformacionnoj bazy dannyh dlya ustrojstva buronabivnyh svaj v g. Nur-Sultan. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora PhD. – Nur-Sultan, 2019.
5. Nguen K.H. Metodika vybora optimal'nyh fundamentov vysotnyh zdaniy v usloviyah g. Hoshimina. Dissertaciya na soiskanie stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. – Sankt-Peterburg, 2008.
6. Kapralov E. G., Koshkarev A. V., Tikunov V. S. Geoinformatika uchebnyk dlya vuzov; Pod red. V.S. Tikunova. - M.: Akademiya, 2005. - 480 s.
7. Lapina I.K., Matalina E.N., Sekachev R.G., Troickaya R. G., Hajbullina L. A., YArina N. F. Bol'shoj enciklopedicheskij slovar'. - M.: AST, Astrel', 2008. - 1247 s.
8. Dirk Burghardt. Automatisierung der kartographischen Verdrangung mittels Energiemini-mierung. Der Fakultat fur Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften der Technischen Universitat Dresden zur Erlangung des akademischen Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.) Dissertation. – Dresden, 2010. - S 10.
9. Dyshlyuk S.S., Nikolaeva O.N., Romashova L.A. K voprosu formalizacii processa sozdaniya tematiceskikh kart v gis-srede // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologij (SGUGiT) -2015. - Vyp. №2 (30). – S.78-85.
10. Abdrashitova R. N. Inzhenerno-geologicheskie karty: Uchebnoe posobie / R. N. Abdrashitova, A. V. Matusevich. – Tyumen': TIU, 2016.
11. Mangushev R.A. Principy formirovaniya zastrojki s uchetom raznotipnosti zdaniy i naplastovaniya gruntov, opredelyayushchih izbor fundamentov. Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk. - Sankt-Peterburg, 1993.
12. Moraeskul N.N. Zavarzin L.G. Opyt tipizacii osnovanij fundamentov v rajonah massovoj zastrojki. – L.: LNDTP, 1984. – 270 s.
13. Zhussupbekov A.ZH., Alibekova N.T., Ahazhanov S.B., SHakirova N.U., Alpysova A.B. Geotekhnicheskaya geoinformacionnaya sistema Astany // Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov, №6, 2018. – S.25-28.
14. A.Zh. Zhussupbekov, N.T. Alibekova. Geotechnical zoning territory of new capital Astana // Geotechnical and Geophysical Site Characterization 4 - Proceedings of the 4th International Conference on Site Characterization 4, ISC-4, V.2. 2013 – pp. 1537-1542.
15. Zhussupbekov A.ZH., Alibekova N.T., Feoktistov S.V., Ivasaki YO., Mimura M. Sovremennyy podhod k issledovaniyu geotekhnicheskikh svojstv gruntov pri formirovanii zastrojki goroda // Sbornik trudov nauchno-tekhnicheskoy konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya B.I.Dalmatova «Aktual'nye voprosy geotekhniki pri reshenii slozhnyh zadach novogo stroitel'stva i rekonstrukcii», Sankt-Peterburg, Rossiya, 10-12 noyabrya, 2010 – S.305-308.