

УДК 624.131(175)

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СВАЙ В ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ХОДЖЕЙЛИЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КАРАКАЛПАКСТАН

И.К. Аимбетов, Р.Р. Доспанов

Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, г. Нукус, Республика Узбекистан
e-mail: izzet_chf@mail.ru, raxim.dospanov@gmail.com

В статье представлены результаты расчетов несущей способности забивных железобетонных "висячих" свай в инженерно-геологических условиях Ходжейлийского района. Расчеты проведены для 55 точек, расположенных в различных участках района. Нагрузочная способность свай по грунтам определена с использованием действующих строительных норм и правил. Исследования охватывают сваи длиной 3,0; 5,0 и 8,0 м, с поперечным сечением 25x25; 30x30 и 40x40 см. Также были построены горизонтальные геолого-литологические срезы района на глубинах 3, 5 и 8 м, а также литологический разрез территории. В ходе исследования охвачена территория площадью 110 км².

Ключевые слова: свай, несущей способности свай, геолого-литологические срезы.

BEARING CAPACITY OF REINFORCED CONCRETE PILES IN ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS OF THE HOJELI DISTRICT OF THE REPUBLIC OF KARAKALAKSTAN

I. Aimbetov, R. Dospanov

Karakalpak Scientific Research Institute of Natural Sciences of the Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Nukus, Republic of Uzbekistan
e-mail: izzet_chf@mail.ru, raxim.dospanov@gmail.com

The article presents the results of calculations of the bearing capacity of driven reinforced concrete "hanging" piles in the engineering and geological conditions of the Hoxeli district. Calculations were made for 55 points located in various parts of the district. The bearing capacity of piles on soils is calculated according to the formula of the current building codes and regulations. Calculations were carried out for piles with a length of 3.0, 5.0 and 8.0 m. The cross section of the piles was assumed to be 25x25; 30x30 and 40x40 cm. Horizontal geological and lithological sections of the Khojaly district were constructed at a depth of 3; 5; and the 8m and lithological section of the district territory. During the research, 110 square kilometers of the territory were covered.

Keywords: piles, bearing capacity of piles, geological and lithological crosses.

Введение. Ходжейлийский район расположен на современной аллювиально-дельтовой равнине реки Амударья, на её левом берегу. На востоке и северо-востоке район ограничен рекой, а на юго-западе и западе — границей с Республикой Туркменистан. На севере и северо-западе от города простирается аллювиально-дельтовая равнина. Площадь района составляет 550 км², в нём находятся 26 поселковых и 10 аульных сходов граждан. По состоянию на 1 июля 2019 года численность населения составляла 121,8 тыс. человек. Город Ходжейли является административным центром района и связан с Нукусом автомобильными дорогами первого класса.

Стоит отметить, что в определённых условиях проектирование свайных фундаментов может быть более экономичным и надёжным решением по сравнению с ленточными фундаментами, особенно для многоэтажных зданий, где передаются значительные нагрузки, а верхние слои грунтов обладают недостаточной несущей способностью.

Для эффективного проектирования свайных фундаментов в Ходжейлийском районе необходима систематизированная информация о несущей способности этих фундаментов. В результате анализа архивных данных инженерно-геологических изысканий была определена несущая способность забивных железобетонных «висячих» свай для 55 точек района [8].

Изыскания в Ходжейлийском районе в основном проводились до глубины 8-10 м, где залегают аллювиальные грунты четвертичного возраста.

Цель. На основе расчетов несущей способности железобетонных висячих свай различной длины и поперечного сечения необходимо установить закономерности изменения этой способности в зависимости от длины свай и характеристик грунтов. Также планируется составить горизонтальные геолого-литологические срезы Ходжейлийского района на глубинах 3, 5 и 8 м с использованием ГИС-технологий в масштабе 1:25000.

Материалы и методы. Для расчетов свай использовались данные инженерно-геологических изысканий, проведенных местными организациями, а также результаты исследований Каракалпакского научно-исследовательского института естественных наук Академии наук Республики Узбекистан. Основой для расчетов стали физико-механические характеристики грунтов, извлеченные из архивных материалов. В результате систематизации этих данных были обработаны результаты исследований в 55 точках Ходжейлийского района [9].

Для оценки несущей способности висячей сваи (F_d) по грунтам была использована следующая формула [2]:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + \mu \sum \gamma_{cf} f_i h_i), \quad (1)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый $\gamma_c = 1$;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, принимаемое по таблице 1 [2];

A – площадь обитания на грунт сваи, кв. м, принимаемая по площади поперечного сечения камуфлетного уширения по его наибольшему диаметру или по площади сваи-оболочки нетто;

μ – наружный периметр поперечного сечения сваи, м;

f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта основания на боковой поверхности, кПа [2];

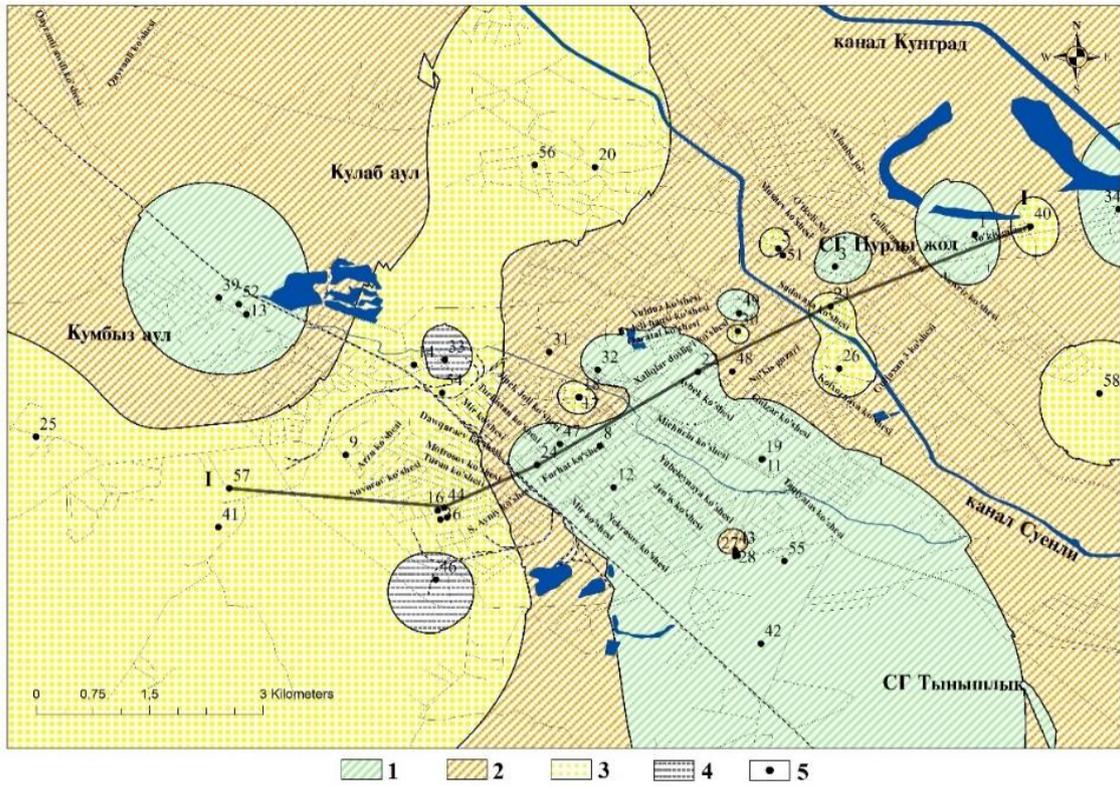
h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасавшегося с боковой поверхностью сваи, м;

$\gamma_{cR} \cdot \gamma_{cf}$ – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта [2].

В расчетах приняты следующие значения коэффициентов: $\gamma_{cR} = 1,0$; $\gamma_{cf} = 0,5$ [2].

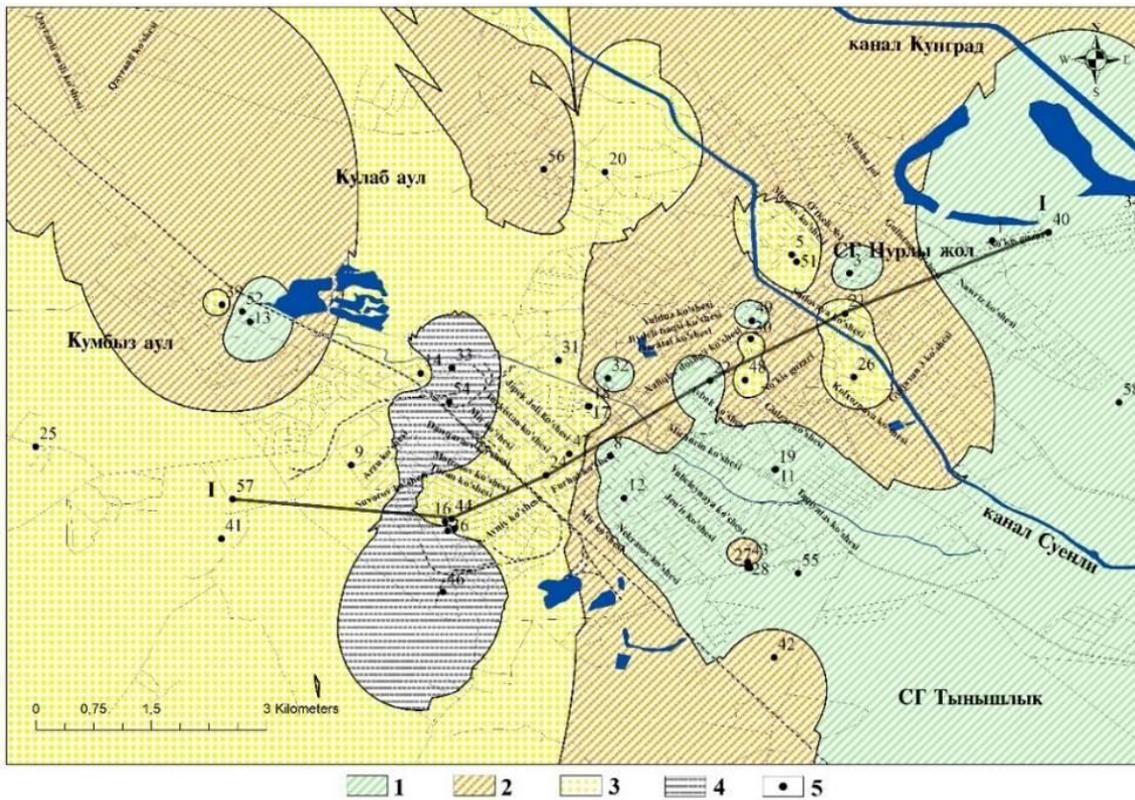
На рисунках 1–3 представлены карты, иллюстрирующие горизонтальные геолого-литологические срезы района. Анализ инженерно-геологических изысканий показывает, что на глубине 3–8 м в большинстве участков района преобладают суглинки и супеси. В некоторых местах встречаются пески, а в отдельных точках обнаружены глины.

Геолого-литологический профиль района по линии I-I показан на рисунке 4. Из этого профиля видно, что грунты Ходжейлийского района состоят из песков, супесков, суглинков и глин аллювиального происхождения четвертичного возраста. Средние значения физико-механических показателей грунтов представлены в таблице 1.



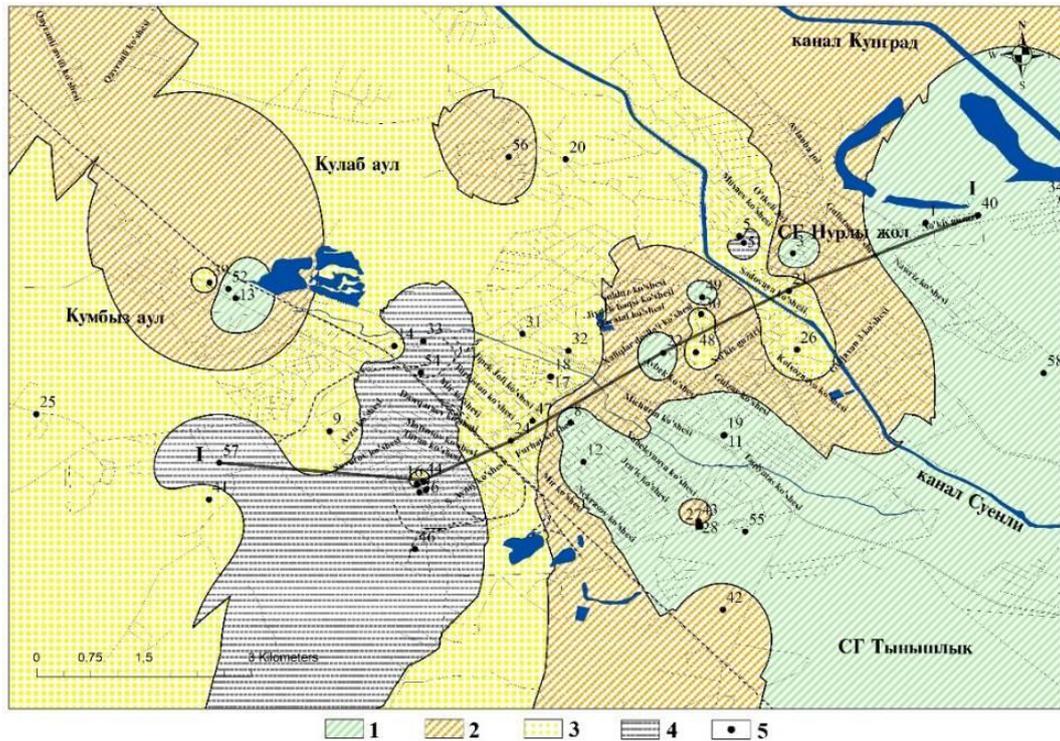
1 – суглинок; 2 – супесь; 3 – песок; 4 – песок; 5 – скважина

Рисунок 1. – Горизонтальный геолого-литологический срез Ходжейлийского района по глубине 3,0 м



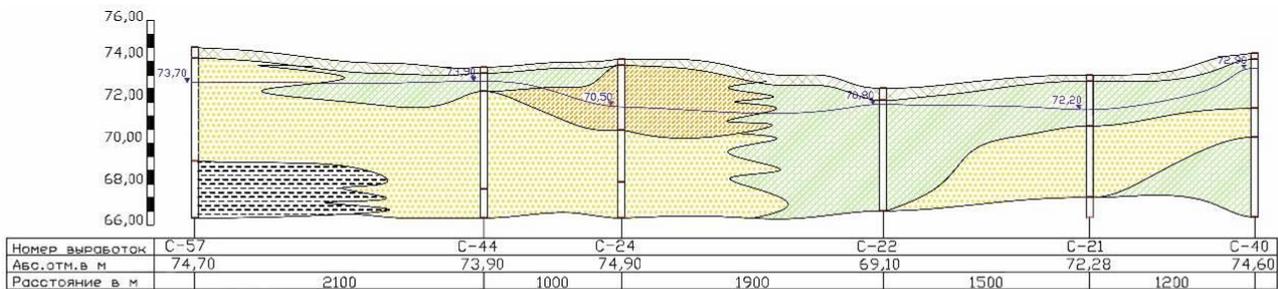
1 – суглинок; 2 – супесь; 3 – песок; 4 – песок; 5 – скважина

Рисунок 2. – Горизонтальный геолого-литологический срез Ходжейлийского района по глубине 5,0 м



1 – суглинок; 2 – супесь; 3 – песок; 4 – песок; 5 – скважина

Рисунок 3. – Горизонтальный геолого-литологический срез Ходжейлийского района по глубине 8,0 м.



Условные обозначения

Насыпной грунт Супесь Суглинок Глина Песок

Рисунок 4. – Геолого- литологический профиль по линии I-I

Таблица 1. – Средние значения физико-механических показателей грунтов

Вид грунта	Коэффициент пористости	Модуль деформации, МПа	Угол внутреннего трения, град.	Сцепление, МПа	Показатель текучести
Песок	0,748	8,53	36	0,0083	
Супесь	0,77	9,73	25	0,012	0,86
Суглинок	0,76	7,61	24	0,0142	0,46
Глина	0,76	9,06	21	0,0146	0,31

При расчетах длина свай была принята 3,0; 5,0; и 8,0 м. Поперечное сечение свай было принято равным 25x25; 30x30 и 40x40 см.

На рисунках 5–7 представлены результаты расчетов несущей способности свай по грунтам.

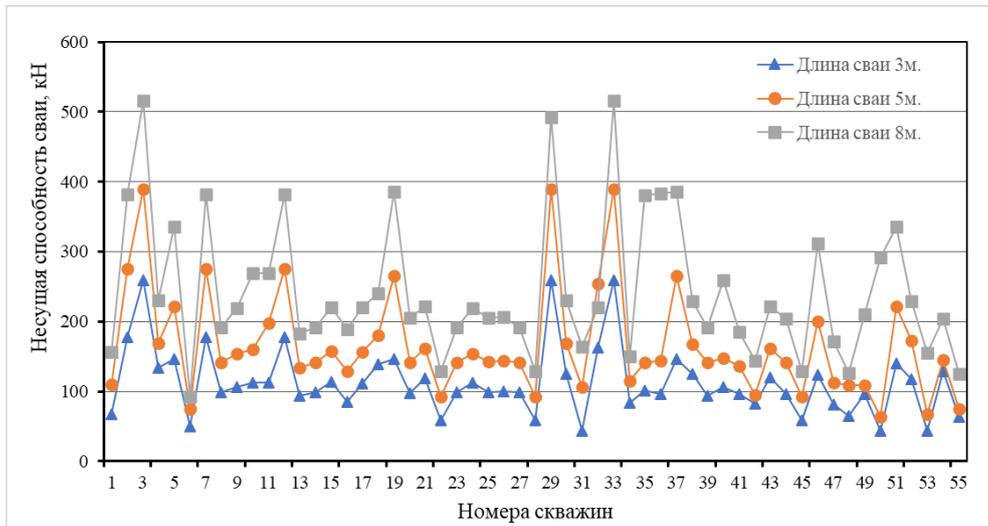


Рисунок 5. — Несущая способность свай Ходжейлийского района. Поперечное сечение 25x25 см

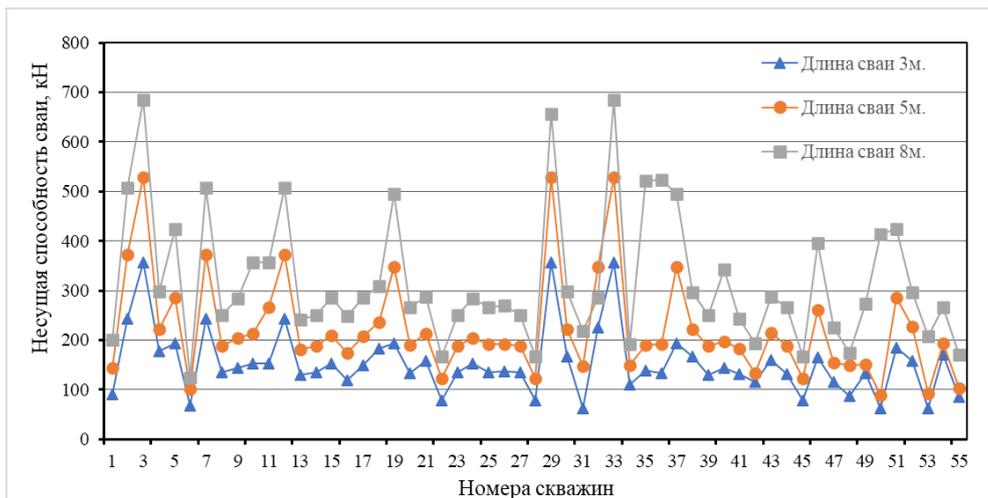


Рисунок 6. — Несущая способность свай Ходжейлийского района. Поперечное сечение 30x30 см

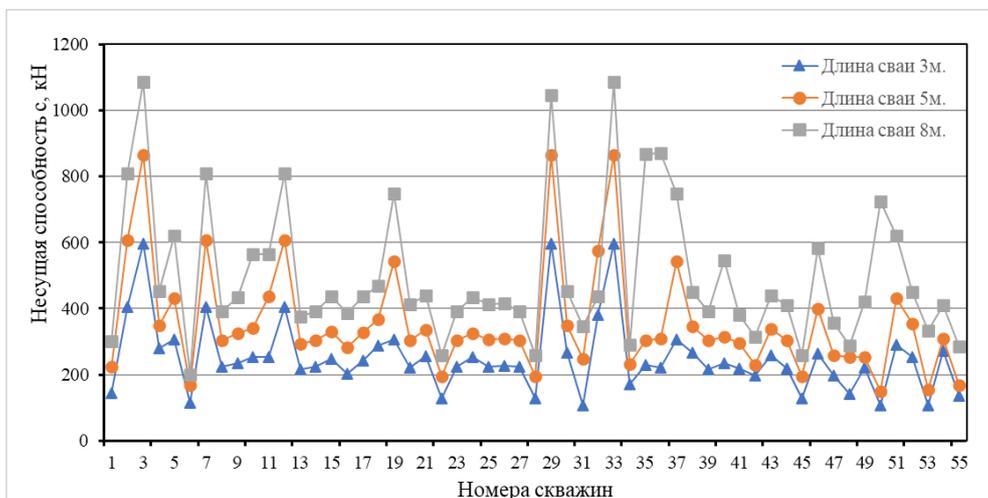


Рисунок 7. — Несущая способность свай Ходжейлийского района. Поперечное сечение 40x40 см

В таблице 2 представлены максимальные, минимальные и средние значения несущей способности висячих свай различной длины с поперечными сечениями 25x25, 30x30 и 40x40 см.

Таблица 2. – Несущая способность забивной сваи (кН)

Максимальные, минимальные и средние значения	Поперечное сечение 40x40 см			Поперечное сечение 30x30 см			Поперечное сечение 25x25 см		
	Длина сваи, м			Длина сваи, м			Длина сваи, м		
	3,0	5,0	8,0	3,0	5,0	8,0	3,0	5,0	8,0
максимальные	595	864	1084	356	528	684	260	390	517
минимальные	106	150	200	61	88	124	44	63	93
средние	306	418	584	185	257	367	135	190	276

На рисунке 5 показаны зависимости несущей способности свай с поперечными сечениями 25x25, 30x30 и 40x40 см от их длины. Эти зависимости аппроксимируются нелинейными функциями, выпуклыми в сторону оси длины сваи. Это связано с увеличением усилий трения между сваей и грунтом по боковой поверхности при углублении сваи.

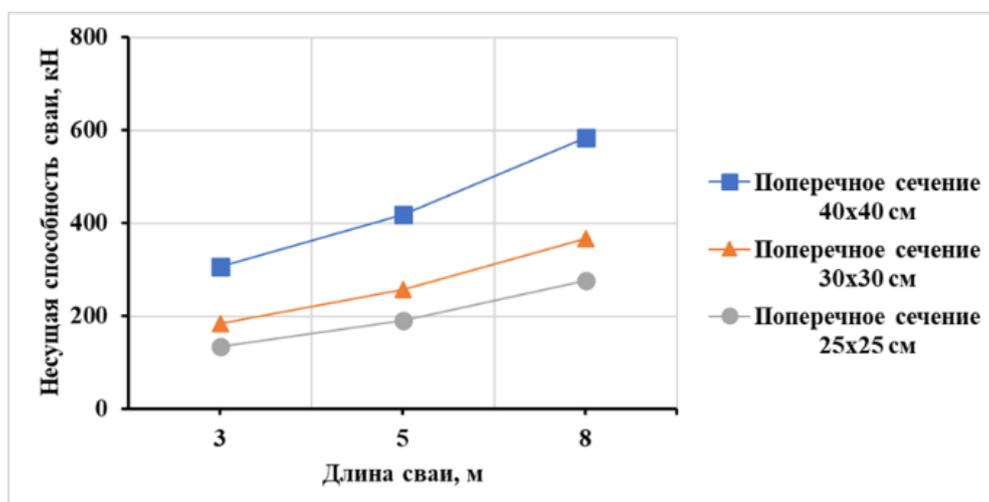


Рисунок 8. – Зависимости средней несущей способности забивной висячей сваи от длины сваи

Заключение. Результаты расчетов несущей способности забивных висячих железобетонных свай в инженерно-геологических условиях Ходжейлийского района показали, что в зависимости от длины и поперечного сечения несущая способность в среднем варьируется от 135 до 584 кН. При этом минимальная несущая способность составляет 44 кН, а максимальная – 1084 кН.

Зависимости несущей способности свай с поперечными сечениями 25x25, 30x30 и 40x40 см от их длины демонстрируют нелинейные зависимости, выпуклые в сторону оси длины сваи. Это связано с увеличением усилий трения между сваей и грунтом по боковой поверхности при углублении сваи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аимбетов И.К. Инженерно-геологические основы строительства зданий и сооружений на засоленных грунтах Каракалпакстана. – Нукус: Илим, 2020. – 287 с.

2. КМК 2.02.03-98. Свайные фундаменты.
3. КМК 2.02.01-98. Основания зданий и сооружений.
4. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 479 с.
5. Тер-Мартirosян З.Г. Механика грунтов. – М.: АСВ, 2005. – 488 с.
6. Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: АСВ, 1994. – 527 с.
7. Цытович Н.А. Механика грунтов. – М.: Высш. шк., 1983. – 288 с.
8. Izzet A., Rakhim D. Assessment of salinization of soils and groundwater of the Khojaly district (Southern Aral sea region) //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 407. – С. 02013.
9. Аимбетов И.К., Доспанов Р.Р. Несущая способность железобетонных свай в инженерно-геологических условиях ходжейлийского района. Архитектура. Қурилиш. Дизайн илмий-амалий журналы. – №1 –С. 240–245.