



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



Л. Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА
GUMILYOV EURASIAN
NATIONAL UNIVERSITY



Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2015»
атты X Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
X Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2015»

PROCEEDINGS
of the X International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2015»

УДК 001:37.0
ББК72+74.04
Ғ 96

Ғ96

«Ғылым және білім – 2015» атты студенттер мен жас ғалымдардың X Халық. ғыл. конф. = X Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2015» = The X International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2015». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie-2015/>, 2015. – 7419 стр. қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-9965-31-695-1

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001:37.0
ББК 72+74.04

ISBN 978-9965-31-695-1

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2015

6. Noval. Пластинчатые теплообменники для рекуперации тепловой энергии в вентиляционных установках. Справочник по проектированию, монтажу и эксплуатации – 12/ 2013, 40 с.

УДК 624.1

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СВАЙ И СРАВНЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ С НАТУРНЫМИ ДАННЫМИ

Трахпанова Маржан Галымовна

marzhan_t_g@mail.ru

магистрант кафедры «Проектирование зданий и сооружений» ЕНУ
им.Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

Абстракт

В статье изложены результаты численного моделирования динамических процессов при динамических испытаниях грунтов сваями.

Введение

Одним из методов испытаний свай на строительных площадках Казахстана является метод испытания динамической нагрузкой согласно ГОСТ 5686-94 [1]. В статье описаны результаты численного моделирования данного вида испытаний в ПК Plaxis. Численное моделирование, основанное на методе конечных элементов, позволяет достаточно точно, а главное быстро производить аналитические расчеты и прогнозирования различных геотехнических задач. Целью исследований являлось моделирование динамических процессов при динамических испытаниях грунтов сваями, в результате которых происходит ударное воздействие на окружающий сваю грунтовый массив.

1. Исходные данные

За начальные условия моделирования были приняты гидрогеологические условия, представленные в Таблице 1. Численное моделирование было проведено для двух свай сечением 30х30 см и длиной 10,5 м. Острые сваи находятся в суглинистых грунтах – слой №5 (см. Таблицу 1).

Таблица 1. Физико-механические свойства грунтов исследуемого объекта

№	Описание грунтов	Мощность слоя, м	Е, МПа	с, кПа	φ, град.	ρ, г/см ³
1	Насыпной грунт	0,5	-	-	-	-
2	Песок гравел	1,4	15,0	0	35	2,00
3	Супесь	1,5	7,0	46	21	2,05
4	Суглинок	4,6	7,0	45	20	2
5	Суглинок	12	14,0	53	21	1,86

2. Численное моделирование в ПК Plaxis

Свая моделировалась в аксисимметричной постановке [2]. При данном моделировании внимание фокусировалось на неизменных деформациях, возникающих под концом сваи при динамическом нагружении. Для более реалистического моделирования, песчаные грунты были смоделированы в Модели Упрочняющегося Грунта (МУГ), для суглинистых грунтов достаточно применение Модели Мора-Кулона (ММК).

Граничные условия стенок модели были заданы в виде шарнирно-подвижных опор со свободным перемещением по оси у, перемещение по оси х = 0. Основание модели задано в

виде сплошной заделки, перемещение по осям $x, y = 0$. В программном комплексе Plaxis данный вид граничных условий задается автоматически, поскольку подходит для решения большинства геотехнических задач.

Сетка конечных элементов генерируется автоматически программой и представляет собой систему треугольников. Грунтовые основания и свая были смоделированы 15-ти узловыми конечными элементами. В основе метода построения лежит устойчивый принцип триангуляции, с помощью которого находятся оптимальные размеры сетки (Рисунок 1).

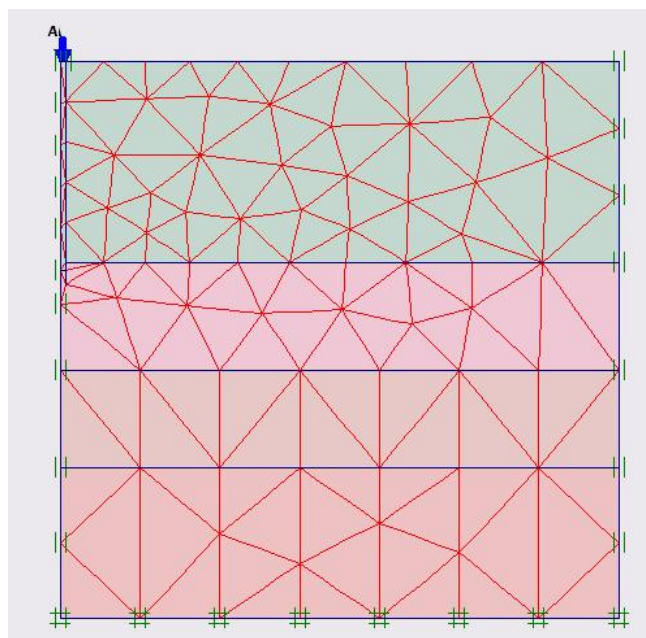


Рисунок 1 – Расчётная модель с сеткой конечных элементов

Элементы интерфейса, играющие роль разделения между системой сваи и системой грунта были смоделированы по всей боковой поверхности сваи и занижены на 0,5м от нижнего конца сваи, рисунок 2. Это обеспечивает погружение сваи (проскальзывание через толщу грунта) при воздействии динамических ударных нагрузок.

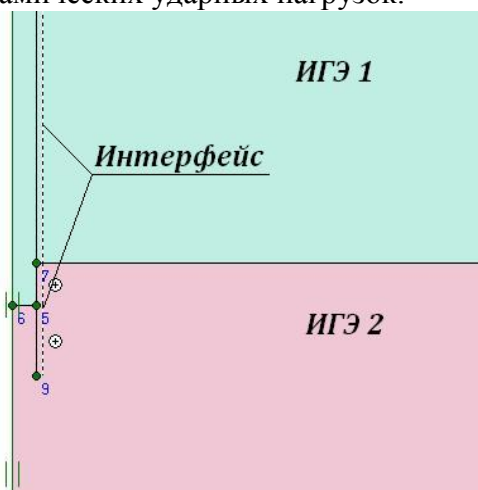


Рисунок 2 – Моделирование интерфейса

Для моделирования ударного воздействия (динамической нагрузки), на сваю была приложена нагрузка (Система А), которая позволяет создать кратковременные загрузки, задаваемые во время расчета.

До начала расчета были определены начальные условия, к которым относятся начальное геометрическое строение подземных вод и начальное состояние эффективных напряжений.

Основные расчетные параметры модели Мора-Кулона для инженерно-геологических элементов приняты на основе инженерно-геологических изысканий, описанных выше. Понижающий коэффициент интерфейса принят 1, поскольку при забивке свай происходит уплотнение грунта по боковой поверхности. Для моделирования нелинейных деформаций было принято решение использовать модель упрочняющегося грунта для грунтов расположенных на уровне подошвы сваи и ниже конца сваи. Параметры для МУГ приняты согласно рекомендациям PLAXIS исходя из основных параметров модели ММК. Тип поведения грунтов, включая пески, был принят как недренированный, поскольку процесс динамического нагружения протекает мгновенно по сравнению с процессом консолидации. Свая была смоделирована в линейной упругой модели, параметры которой представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры моделирования сваи

Параметры	Модель	Тип поведения	γ_{dry}	Модуль деформации	Коэффициент Пуассона	Интерфейс
Ед. изм.	-	-	$\frac{к}{Н/м^3}$	$кН/м^2$	-	-
Свая	Линейная упругая	непроницаемый	$\frac{2}{4}$	$3 \cdot 10^7$	0,1	1

Анализ МКЭ состоит из трех фаз. В первой фазе расчета моделируется свая, а также природные напряжения, обусловленные силами гравитации. Во второй фазе создается мгновенная нагрузка за промежуток времени 0,01 секунда, симулирующая динамическое нагружение сваи. В третьей фазе задается нулевое значение нагрузки. Последние две фазы представляют собой динамический расчет. После чего, повторяем фазы 2 и 3, симулируя два залого по 3 и 5 ударов.

Силы системы А в программном комплексе Plaxis указываются в единицах силы, отнесенных на единицу площади (кН/м²). Для перехода от значений загрузки или расчетных сопротивлений грунта (кН) к полосовым силам (кН/м²) воспользуемся зависимостью: для гидравлического молота ННК-5А $\sum M_{LoadA} = \frac{F_d}{\pi r^2} = \frac{8,755 \cdot 9,8}{3,14 \cdot 0,17^2} = 947 \text{ кН/м}^2$.

2. Полученные результаты моделирования

На рисунке 3 представлена конечная деформация сетки конечных элементов, увеличенная в 200 раз.

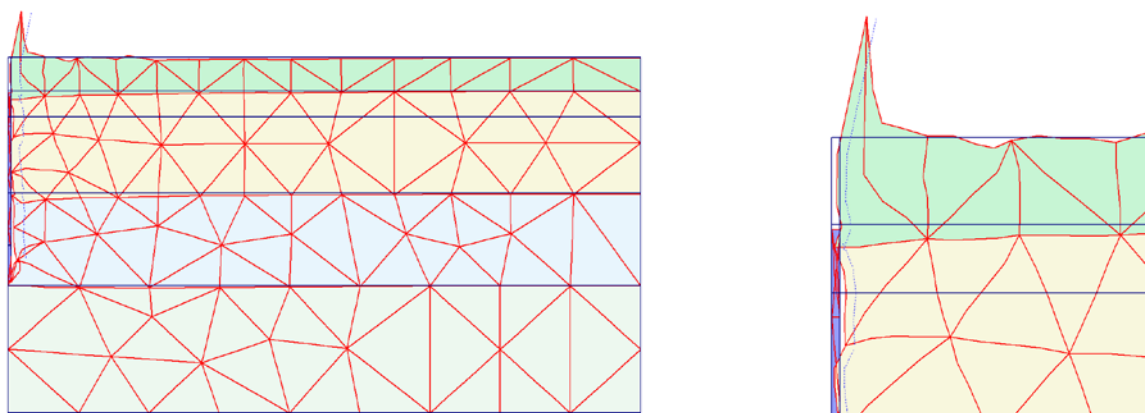


Рисунок 3 – Деформация сетки конечных элементов

На рисунках 4 и 7 представлены диаграммы распределения вертикальных деформаций от трех и пяти ударов (3+5). Из диаграмм следует, что максимальная осадка сваи в результате

ударной нагрузки составляет: на объекте 1 – 10,87мм – после трех ударов и 7,08мм – после пяти ударов; на объекте 2 – 11,09мм – после трёх ударов и 12,47мм – после пяти ударов.

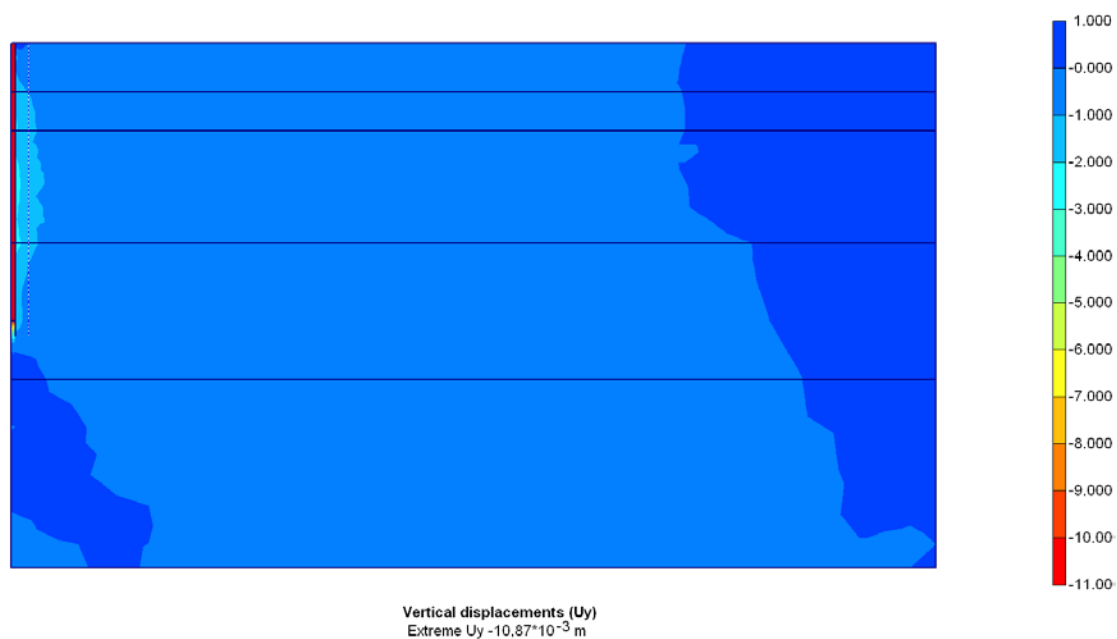


Рисунок 4 – Вертикальная деформация первого залога (три удара) Свая 1

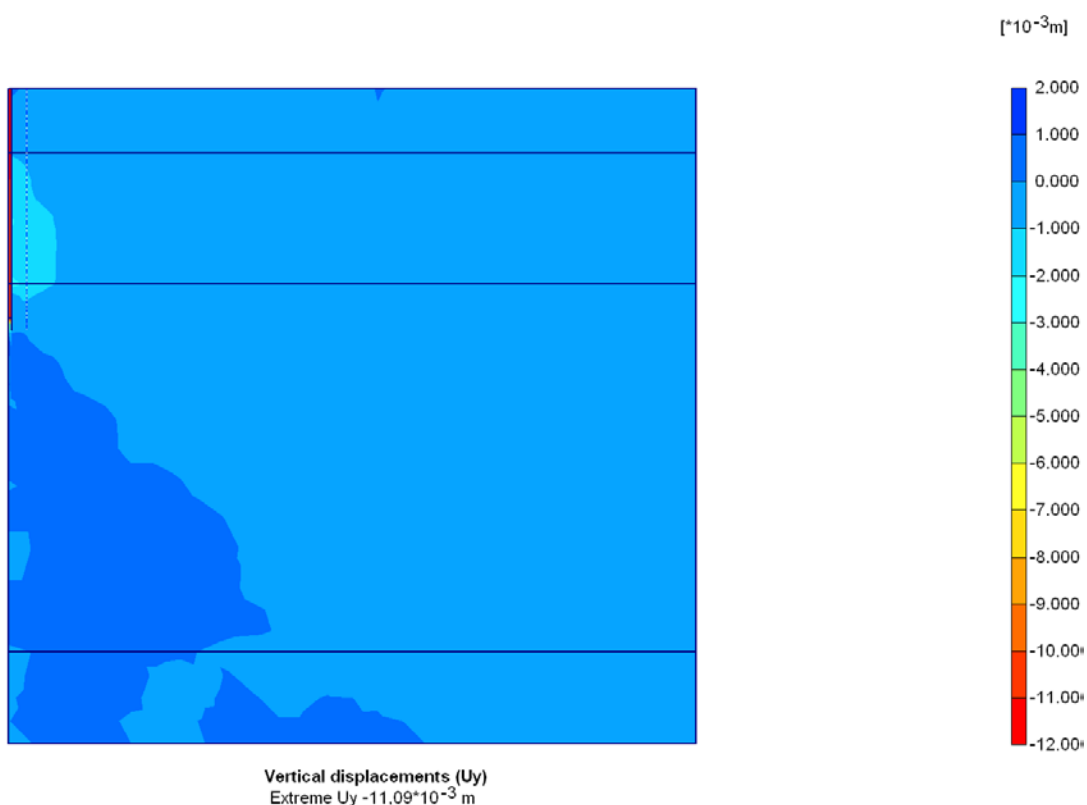


Рисунок 5 – Вертикальная деформация первого залога (три удара) Свая 2

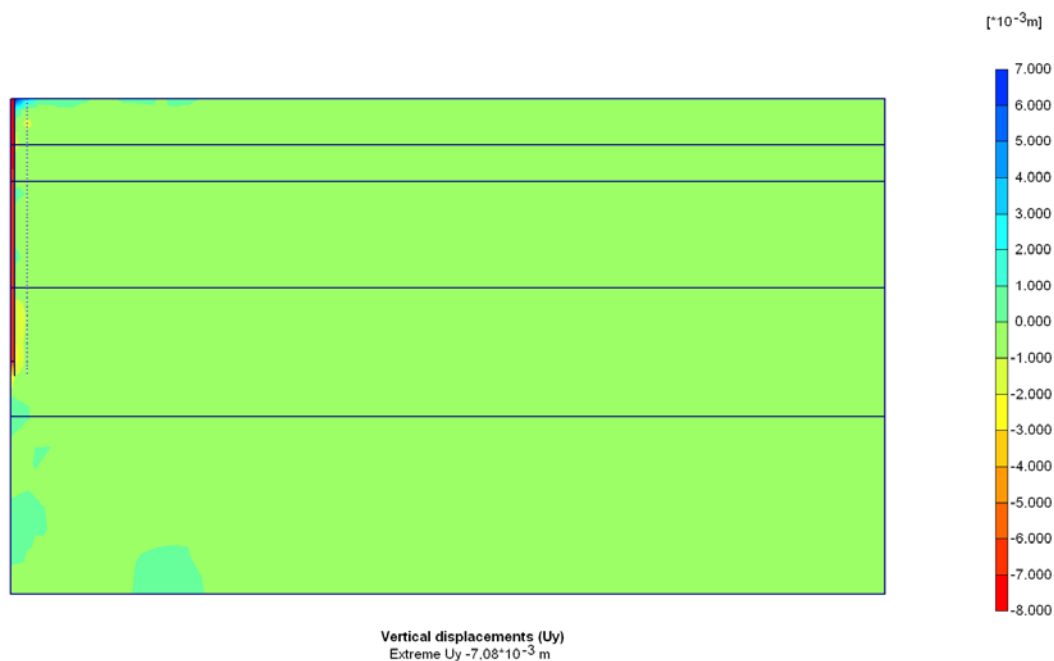


Рисунок 6 – Вертикальная деформация второго зала (пять ударов) Свая 1

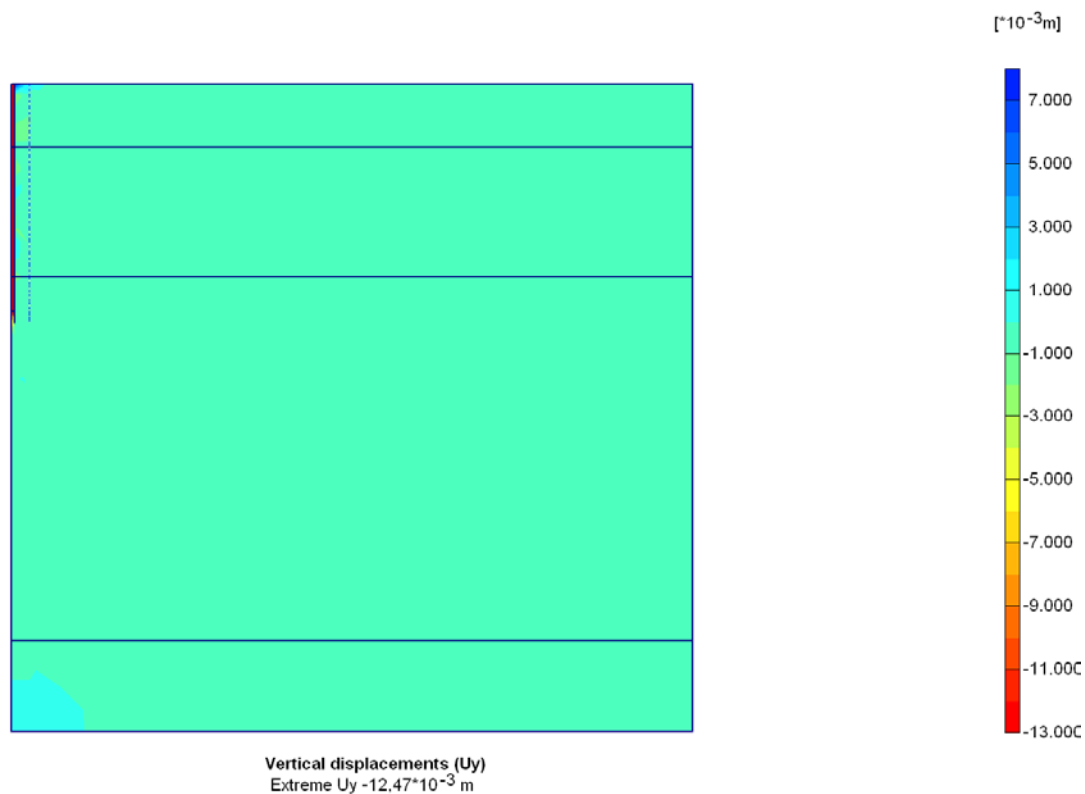


Рисунок 7 – Вертикальная деформация второго зала (пять ударов) Свая 2

Результаты численного моделирования также представлены в графическом отображении распределения осадок по времени от прилагаемых нагрузок – трех и пяти ударов (рисунки 8 и 9). Представленные диаграммы так же характерны для свай стойки и висячей свай.

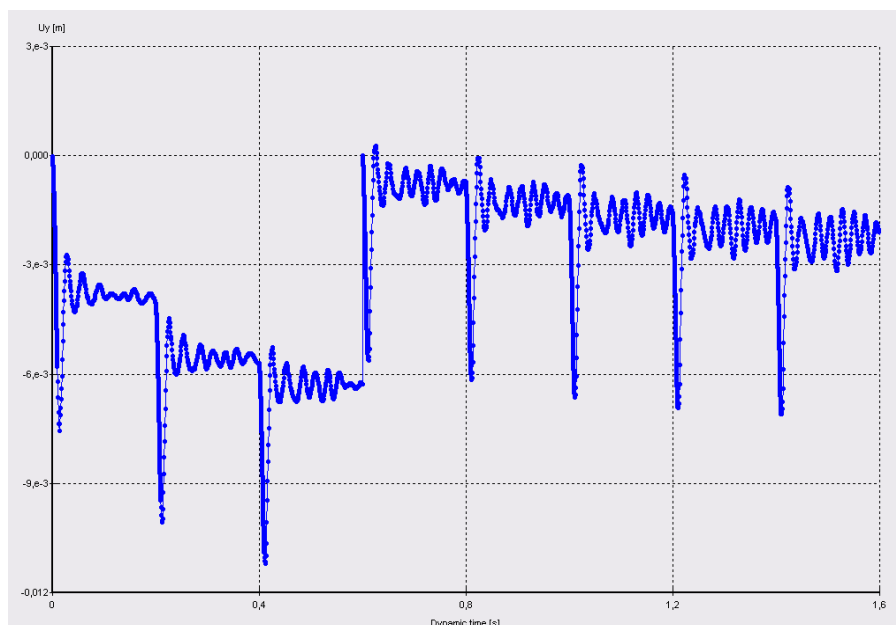


Рисунок 8 – Распределение осадки по времени от трех и пяти ударов сваи 1

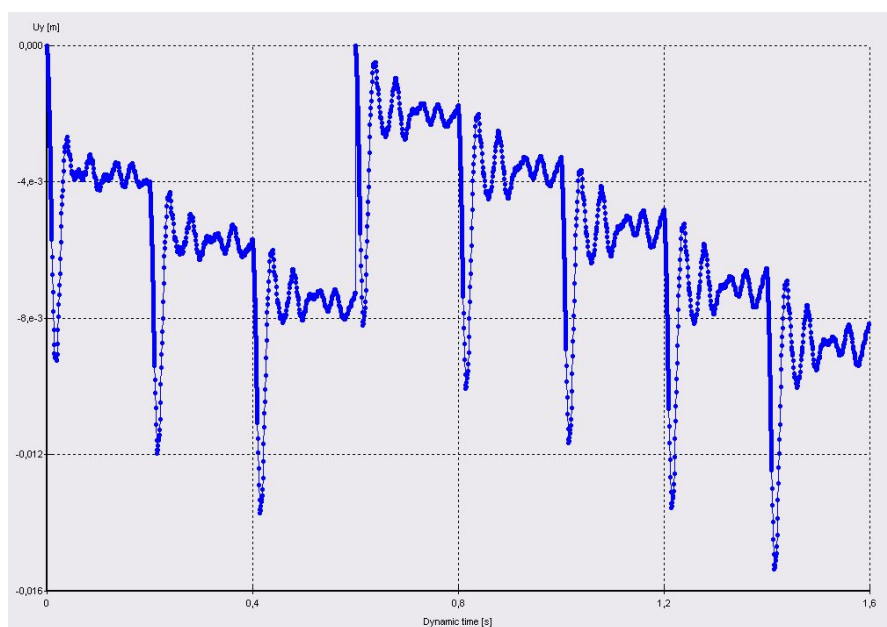


Рисунок 9 – Распределение осадки по времени от трех и пяти ударов сваи 2

Осадка головы сваи и среднее значение отказов по трем и пяти ударам полученные по результатам численного моделирования представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения отказов сваи по результатам моделирования МКЭ

Залог/ кол-во ударов	Удар	Погружение головы сваи, см	Средний отказ сваи, см
Свая 1			
1/3	1	5,8	0,36
	2	9,47	
	3	10,87	
2/5	1	5,42	0,14
	2	5,99	
	3	6,51	
	4	6,91	

	5	7,08	
Свая 2			
1/3	1	5,69	0,37
	2	9,4	
	3	11,09	
2/5	1	5,52	0,25
	2	7,36	
	3	8,92	
	4	10,67	
	5	12,47	

На рисунке 10 показаны кривые зависимости перемещения от количества ударов за каждые 3 и 5 ударов.

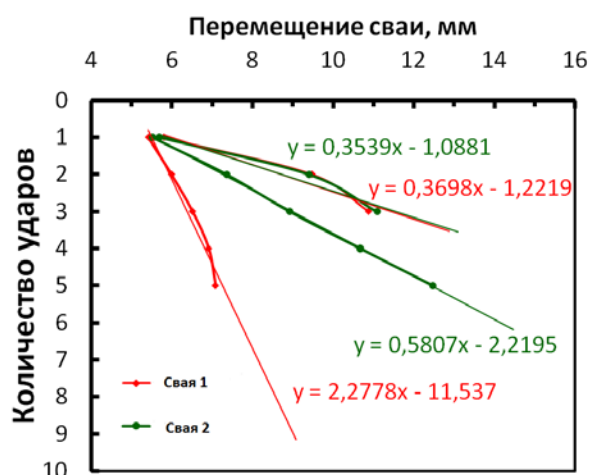


Рисунок 10 – Осадка сваи за каждый удар от трёх и пяти залогов

Из рисунка видно, что в сваях, заглубленных в песчаные грунты, перемещение от трёх ударов значительно больше, чем от пяти ударов (Свая 1). Это может быть связано с тем, что при забивке после отдыха происходит уплотнение песчаных грунтов под остриём сваи и с увеличением количества ударов, осадка сваи уменьшается. После отдыха глинистые грунты под остриём сваи находятся в уплотнённом состоянии. С увеличением количества ударов остриё сваи начинает прорезать грунт и соответственно осадка сваи увеличивается.

3. Заключение

1. Получены диаграммы динамического воздействия на сваю, показывающие затухание вибрации сваи во времени, а так же характер изменения осадки в зависимости от грунтов погружения сваи.

2. Результаты моделирования МКЭ показали, что вертикальная деформация сваи в песчаных грунтах с увеличением количества ударов уменьшается, а в глинистых грунтах увеличивается. При этом относительное напряжение около свайного массива в песчаных грунтах в основном сосредоточено на уровне острия сваи, а в глинистых грунтах распределяется по всей длине сваи.

Список использованных источников

1. ГОСТ 5686-94 Методы полевых испытаний сваями;
2. Plaxis Version 8. Dynamic Manual.

УДК 624.15

**К ВОПРОСУ ИСПЫТАНИЯ ГРУНТА СВАЯМИ ПО ТРЕБОВАНИЯМ
ЗАРУБЕЖНЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ**