

Лазуткин С.Л., Лазуткина Н.А.
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: lslmurom62@yandex.ru

Состояние исследований динамики системы «дизель-молот-свая-грунт»

Аналитические исследования энергетического баланса и динамики системы «дизель-молот-свая-грунт» были проведены Г.Я. Клебановым [1,2]. Исследования проведены на основе анализа энергетического баланса системы и рассмотрения диаграмм рабочего цикла дизель-молота. В результате исследований получена величина индикаторной работы цикла.

Влияние параметров индикаторного процесса на погружающую способность дизель-молота определено в зависимости от усилий взаимодействий между грунтом, свайей и молотом. Эта зависимость установлена в результате решения совместной задачи динамики системы «молот-свая-грунт». Рассмотрены два возможных вида удара: мягкий, т.е. пластичный; и упругий с отскоком ударной части. Было принято допущение, что сила сопротивления грунта в процессе одного удара постоянна и движение в этом участке равнозамедленное, т.е. движение происходит под действием постоянной силы.

Допущения, принятые Г.Я. Клебановым, выглядят достаточно обоснованными, тем более, что результаты его аналитических исследований хорошо подтверждены в процессе испытаний экспериментального образца дизель-молотов. Аналитические исследования Г.Я. Клебанова дали возможность получить зависимости технических показателей устройства от конструктивных, силовых и энергетических параметров дизель-молотов. Это оказалось возможным благодаря тому, что была учтена динамика не только падающей части молота, а всей системы «молот-свая-грунт». Ю.В. Дмитриевичем и Г.П. Рязанцевым были проведены экспериментальные исследования гидромолота двойного действия с энергией удара 20000Дж. [3]. В процессе исследований проверялись полученные ранее расчетные формулы для определения перемещений, скоростей ударной части и давление жидкости в гидросистеме. Устанавливалась работоспособность машины. В начале были замерены параметры характеризующие процесс работы гидромолота, а затем проверялась эффективность его работы при забивке железобетонных свай. В результате экспериментальных исследований, также как и в результате аналитических, были выявлены только кинематические и динамические характеристики ударной части молота. Полученные экспериментальные данные хорошо сходятся с результатами аналитических исследований.

Аналитико-экспериментальные исследования процессов погружения свай различными рабочими органами проведены Б.В. Гончаровым. В результате автором установлено, что наибольшей погружающей способностью обладают трубчатые дизель-молоты, которые при равных весах ударной части имеют погружающую способность в 2-2,5 раза больше, чем штанговые.

Экспериментальные работы по вдавливанию свай позволили установить, что:

-при погружении свай вдавливанием энергия затрачивается в основном на пластическое деформирование грунта, и потери на упругие деформации минимальны;

-оптимальными скоростями погружения свай в глинистые грунты вдавливанием являются скорости в интервале 0,8-16 м/мин. Кроме того, этот метод имеет следующие положительные стороны: обеспечивается непрерывность процесса погружения с минимальными затратами энергии, и при этом отсутствуют динамические нагрузки на сваю, обеспечивается сравнительно простой контроль усилия вдавливания, а, следовательно, и несущей способности свай. Единственным недостатком вдавливающих рабочих органов является необходимость при увеличении погружающей способности в значительном весе оборудования, воспринимающем реактивное усилие грунта [2]. Автором проведено так же исследование вибрационного, вибровдавливающего и виброударного процессов погружения свай. Произведено сравнение исследуемых процессов погружения свай различными рабочими органами в условиях одной площадки по скорости погружения, энергоемкости и оценивалось влияние метода погружения на несущую способность свай. При этом сваи погружались на равную глубину до величины

сопротивления, ниже минимальной погружающей способности сравниваемых рабочих органов. Данные о скоростях и энергоёмкости погружения свай приведены в таблице [4].

Таблица 1 – Сравнение скорости и энергоёмкости процесса погружения свай различными рабочими органами

Наименование параметра	Единица измерения	Тип оборудования				
		вибратор	Вибровдавливание	Вибромолот	Дизель-молот	Вдавливание
1	2	3	4	5	6	7
Время погружения на глубину 3 м	мин.	7,0	4,7	3,5	2,5	2,2
Осадка свай за рабочий цикл	Мм	0,25	0,35	0,7	20	-
Способность погружения свай на последнем метре	м/мин.	0,10	0,22	0,25	1,10	1,32
Затраты энергии на осадку свай за один цикл	кгм	115	210	245	800	-
Удельные энергозатраты на тонну несущей способности	кгм/м	$66 \cdot 10^3$	$48 \cdot 10^3$	$46 \cdot 10^3$	$5,2 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$

Из таблицы видно, что основной показатель процесса погружения - осадка свай за рабочий цикл зависит от величины энергии, передаваемой свае. Наибольшей энергоёмкостью обладает вибрационный процесс погружения, а при вибровдавливании и виброударном процессе энергозатраты меньше, но они так же велики по сравнению с ударным методом и вдавливанием, при котором энергозатраты наименьшие. Проведенные автором аналитические и экспериментальные исследования позволили разработать методику расчета времени погружения свай, провести сравнение погружающей способности различных рабочих органов, получить сравнительные данные энергоёмкости процессов погружения свай. При решении задач использовалось уравнение энергетического баланса системы «рабочий орган-свая-грунт» и допущение, что приращение сопротивления свай пропорционально энергии, затраченной на пластическое деформирование грунта, а также волновая теория ударного процесса погружения свай.

Итак, проведенный выше анализ показал, что при исследовании сваепогружающих устройств применяются аналитический, экспериментальный и аналитико-экспериментальный методы и наиболее предпочтительней является последний. При этом представляется целесообразным не ограничиваться определением кинематических и динамических характеристик, а довести исследования до определения основных выходных показателей машин. Наличие этих показателей обеспечивает возможность оптимизации конструктивных, силовых и энергетических параметров, разработку экспериментального образца и его экспериментальную проверку в оптимальной области с дальнейшей разработкой методики инженерного расчета и технических условий на проектирование опытного промышленного образца.

Литература

1. Клебанов Г.Я. Исследование цилиндро-поршневой группы дизель-молота специального назначения с целью повышения его эффективности. Дисс. канд. техн. наук 1972.
2. Клебанов Г.Я. Исследование энергетического баланса и динамики системы «молот-свая-грунт» ВНИИСтройДорМаш.-М., 1971 92с
3. Дмитриевич Ю.В., Рязанцев Г.П. Экспериментальные исследования гидромолота двойного действия с энергией удара 2000 кгм Стройдормаш. 52 М. 1971.
4. Гончаров Б.В. Технология и механизация свайных работ в массовом строительстве. Дисс.докт. техн. наук 1968.