

ЛИТЕРАТУРА

1. Еремеев П.Г. Предотвращение лавинообразного (прогрессирующего) обрушения несущих конструкций уникальных большепролётных сооружений при аварийных воздействиях / П.Г. Еремеев // Строительная механика и расчёт сооружений. – 2006. – № 2.

2. ASCE 7_02, "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, 2002 edition," American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2002.

3. ENV 1991_2_7: 1998. Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Accidental actions due to impact and explosions. – Brussels: CEN, 1998.

4. Перельмутер А.В. Расчёт монолитных жилых зданий на прогрессирующее обрушение в среде системы «SCAD OFFICE».

5. МДС 20-2.2008 «Временные рекомендации по обеспечению безопасности большепролётных сооружений от лавинообразно (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях» / Департамент градостроительной политики, развития и реконструкции г. Москвы / Москва 2008.

УДК 624.155.15(088.8)

Сивуда Г.Г., Азаров Д.А.

Научный руководитель: доцент Пчелин В.Н.

ПОВЫШЕНИЕ К.П.Д. УДАРА ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ СООТНОШЕНИЯ МАСС УДАРНОЙ ЧАСТИ МОЛОТА И ПОГРУЖАЕМОЙ СВАИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПОГРУЖЕНИЯ СОСТАВНЫХ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИХ СВАИ

С учетом мирового финансового и энергетического кризисов правительство республики особый упор делает на разработку и широкое внедрение в производство энергоэкономичных технологий.

В свайном фундаментостроении важное место в решении поставленной задачи отводится совершенствованию нового сваебойного оборудования, обеспечивающего погружение в грунт не менее 80% свай заводского изготовления и характеризующегося невысоким коэффициентом полезного действия (К.П.Д.) удара [1].

К.П.Д. η в общем случае представляет собой долю совершенной полезной работы (энергии) от затраченной полной подведенной работы (энергии) и определяется по выражению:

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^n F_i \delta_i}{mghn} \quad (1)$$

где F_i – сила сопротивления грунта статическому погружению сваи в период i -го удара, Н;

δ_i – величина погружения сваи (осадка) от действия i -го удара, м;

m – масса ударной части сваебойной установки, кг;

h – высота свободного падения ударной части, м;

n – количество ударов на погружение сваи, шт.;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Для определения энергоёмкости и величины К.П.Д., к сожалению, нельзя воспользоваться теоретическими положениями механики при свободном соударении упругих тел, так как процесс погружения тел свай происходит в более сложных условиях (некоторая масса грунта присоединяется к массе свай, нарушая правильность результатов вычисления К.П.Д. по классическим формулам теории удара) и зависит от значительного числа влияющих факторов, в том числе и от формы соударяемых тел и условий соударения. В общем случае погружение сваи можно представить как процесс соударения

трех тел – ударной части молота; сваи и массива грунта, протекающего в условиях пластической деформации грунта.

В связи с отсутствием данных, необходимых для обобщающего теоретического анализа, для определения энергоёмкости и К.П.Д. погружения забивных свай сотрудниками БрГТУ использовался метод экспериментального изучения забивки свай и разрушения грунта под сваями в лабораторных и в производственных условиях [1].

Результаты лабораторных испытаний приведены на рис. 1 и показывают, что абсолютные значения К.П.Д. η погружения свай при изменении соотношения масс ударной части и погружаемой сваи $\mu = \frac{m}{m_c} = 0,5...9,0$ и высоте падения груза $h = 0,25...1,25$ м колеблются в пределах 15...45%.

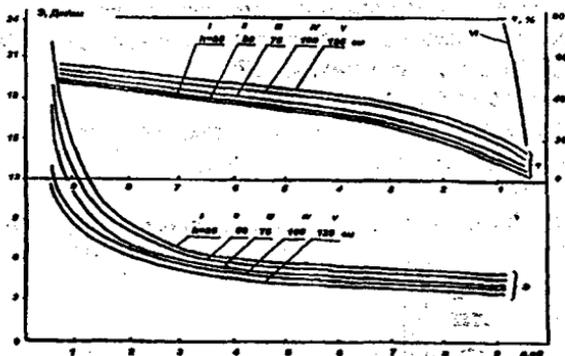


Рис. 1 – Графики зависимости полной удельной энергоёмкости (Э) и К.П.Д. (η) погружения свай от соотношения масс ударных грузов и свай (μ) и высоты сбрасывания грузов (h):
 I-V – реальные условия соударения при наличии пластических деформаций грунтов;
 VI – идеальный удар свободных абсолютных упругих тел

Графики на рис.1 показывают, что наиболее целесообразным соотношением масс ударного груза и сваи является $\mu = 1...4$, так как дальнейшее увеличение μ уже мало влияет на η и Э, а уменьшение μ ниже единицы дает повышенные значения энергоёмкости Э и низкие величины К.П.Д. η погружения свай. Причем увеличение μ от единицы до двух позволяет повысить К.П.Д. удара в 2,3 раза.

Увеличение μ может быть достигнуто посредством увеличения массы ударной части молота или уменьшением массы погружаемой сваи или ее части, взаимодействующей с ударной частью молота.

Возможность увеличения массы ударной части молота ограничивается грузоподъемностью копра или копровой установки, поэтому наиболее целесообразным на практике является уменьшение массы погружаемой части сваи, взаимодействующей с ударной частью молота, что может быть реализовано в случае применения составных телескопических свай (рис.2). При этом, кроме повышения К.П.Д. удара, обеспечивается снижение энергозатрат на преодоление сил трения по боковой поверхности, что можно подтвердить рассмотрением простого примера, представленного на рис. 2, 3.

Определим энергозатраты на погружение составной сваи отдельным (рис. 2) и традиционным (рис. 3) способами. При отдельном способе вначале погружается наружная часть сваи, а затем – внутренняя (рис.: 2). При традиционном способе внутренняя часть выдвигается из наружной части до проектного положения и жестко фиксируется относительно наружной части; после чего составная свая погружается на проектную отметку (рис. 3).

Энергозатраты на погружение составной сваи определяются по выражению [2]:

$$E = \sum F_i H_i \quad (2)$$

где F_i – средняя несущая способность сваи в пределах i -го слоя грунта, кН;

H_i – толщина i -го слоя грунта, м,

$$F_i = (F_i^1 + F_i^2) / 2, \quad (3)$$

где F_i^1, F_i^2 – несущая способность сваи по грунту основания при входе и перед выходом из i -го слоя грунта, соответственно, кПа.

$$F_i^j = K(R_{zi} \cdot A + K_1 \cdot U \sum_{k=1}^i \tau_k \cdot h_k), \quad (4)$$

где K – коэффициент однородности грунта строительной площадки ($k = 0,9-1$, см. [2]);

R_{zi} – лобовое сопротивление грунта зондированию в i -ом слое, кПа;

A – площадь поперечного сечения сваи, m^2 ;

h_i – толщина i -го слоя грунта, м;

K_1 – коэффициент проработки грунта, учитывающий неполноту контакта сваи с грунтом в процессе забивки, принимается по табл. 8, [2];

U – периметр сваи, м;

τ – величина бокового сопротивления грунта зондированию в i -ом слое грунта, кПа.

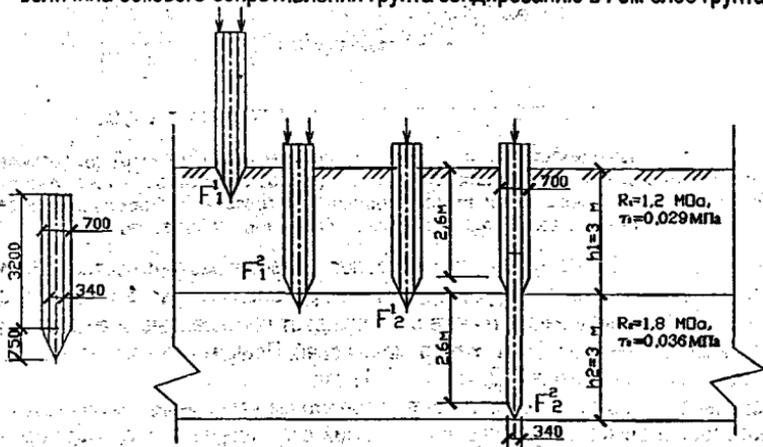


Рис. 2 – Схема к определению энергозатрат на погружение составной сваи в грунт раздельным способом

Рассмотрим раздельный способ погружения составной сваи (рис.2).

Для первого слоя.

$$A = 3,1416 \cdot 0,7^2 / 4 = 0,3848 \text{ м}^2$$

$$F_1^1 = 1 \cdot R_{z1} \cdot A = 1 \cdot 1200 \cdot 0,3848 = 461,8 \text{ кН}$$

$$F_1^2 = 461,8 + 0,5 \cdot 2,199 \cdot 29 \cdot 2,6 = 544,7 \text{ кН}$$

$$U = 3,1416 \cdot 0,7 = 2,199 \text{ м.}$$

$$F_1 = (461,8 + 544,7) / 2 = 503,3 \text{ кН}$$

Для второго слоя

$$A = 3,1416 \cdot 0,34^2 / 4 = 0,091 \text{ м}^2$$

$$U = 3,1416 \cdot 0,34 = 1,068 \text{ м.}$$

$$F_2^1 = 1800 \cdot 0,091 = 163,8 \text{ кН}$$

$$F_2^2 = 163,8 + 36 \cdot 0,6 \cdot 1,068 \cdot 2,6 = 223,8 \text{ кН}$$

$$F_2 = (163,8 + 223,8) / 2 = 193,8 \text{ кН}$$

$$E = 503,3 \cdot 2,6 + 193,8 \cdot 2,6 = 1890,46 \text{ кДж}$$

Рассмотрим традиционный способ погружения составной сваи (рис.3).

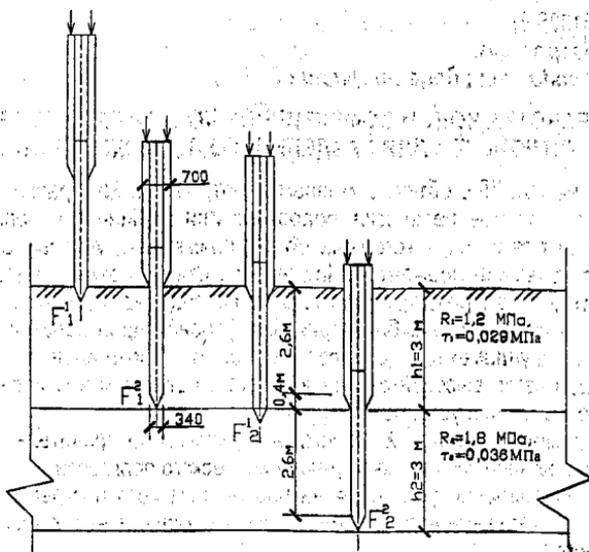


Рис. 3 – Схема к определению энергозатрат на погружение составной сваи в грунт традиционным способом

Для первого слоя.

$$A = 3,1416 \cdot 0,34^2 / 4 = 0,091 \text{ м}^2 \quad F_1 = 0,9 R_{с1} A = 1 \cdot 1200 \cdot 0,091 = 109,2 \text{ кН}$$

$$F_2 = 109,2 + 0,5 \cdot 1,068 \cdot 29 \cdot 3 = 155,7 \text{ кН} \quad U = 3,1416 \cdot 0,34 = 1,068 \text{ м}$$

$$F_1 = (109,2 + 155,7) / 2 = 132,5 \text{ кН}$$

Для второго слоя

$$A = 3,1416 \cdot 0,7^2 / 4 = 0,2938 \text{ м}^2 \quad F_2 = 1800 \cdot 0,091 + 1200 \cdot 0,2938 + 46,5 = 562,9 \text{ кН}$$

$$F_2 = 163,8 + 352,6 + 36 \cdot 0,6 \cdot 1,068 \cdot 2,6 + 29 \cdot 0,6 \cdot 2,199 \cdot 2,6 = 675,9 \text{ кН}$$

$$U = 3,1416 \cdot 0,7 = 2,199 \text{ м}$$

$$F_2 = (562,9 + 675,9) / 2 = 619,4 \text{ кН}$$

$$E = 132,5 \cdot 3 + 619,4 \cdot 2,6 = 2007,9 \text{ кДж}$$

В случае применения раздельного погружения удельное снижение энергозатрат ΔE составляет: $\Delta E = (2007,9 - 1890,46) / 100 / 2007,9 = 5,8\%$

Таким образом, раздельное погружение составных, телескопических свай забивкой позволяет снизить энергозатраты:

- за счет снижения сил трения по боковой поверхности на 5...6%;

- за счет увеличения соотношения масс ударной части молота и погружаемой части сваи (благодаря чему повышается К.П.Д. удара молота) примерно в 2,3 раза.

На основании вышесказанного главной задачей, обеспечивающей получение подтвержденного испытаниями и расчетами снижения энергоемкости забивки свай, является разработка новых конструкций молотов для погружения составных, телескопических свай.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернюк В.П., Пчелин В.Н., Шташевская Н.А. Технология строительства в особых условиях (курс лекций). – Брест: Издательство БрГТУ, 2005. – 132 с.

2. Чернюк В.П., Пчелин В.Н., Юськович Г.И., Семенюк С.М. Методические указания к проведению практических занятий по курсу «Технология строительства в особых условиях» и выполнению раздела дипломного проекта «Технологическая карта на производство свайных работ» для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство дневной и заочной форм обучения». – Брест: УО «БрГТУ», 2008. – 48 с.