

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Кафедра „Прикладна механіка та матеріалознавство”

«ДО ЗАХИСТУ»
Завідувач кафедри

_____ Ракша С.В.
(підпис) (ПІБ)

20 ____ р. _____ « ____ »

ДИПЛОМНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
(шифр) (назва)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Тема: «Дослідження та аналіз показників ефективності роботи дизель-молота на базі
екскаватора Э-10011»

Theme « Research and analysis of performance indicators of the diesel hammer based on the
excavator E-10011.»

ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ

Керівник дипломного проекту ст.викл. _____ Посмітюха О.П.
(посада) (підпис) (ПІБ)

Керівник розділу з БЖД професор _____ Саблін О.І.
(посада) (підпис) (ПІБ)

Нормоконтролер ст.викл. _____ Посмітюха О. П.
(посада) (підпис) (ПІБ)

Виконавець, студент групи ПМ1826 _____ Антонишен О. Г.
(посада) (підпис) (ПІБ)

Student _____ Antonyshen Oleksandr
(Family, name)

Дніпро
2020

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
Факультет транспортна інженерія кафедра: «Прикладна механіка та матеріалознавство»

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри

_____ (підпис)

” ____ ” _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

до магістерської дипломної роботи на здобуття ОКР «магістр»

студента групи ПМ1826 Антонишен Олександр Геннадійович
(номер групи) (прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема магістерської роботи «Дослідження та аналіз показників ефективності роботи дизель-молота на базі екскаватора Э-10011.»

Затверджена наказом по університету № 820 ст від ” 10 ” жовтня 2019 р.
2. Термін подання студентом закінченої роботи 10.12.2020 р.

3. Вихідні дані до магістерської роботи: Базова машина: Екскаватор Э-10011. Вид дизель-молота: трубчастий, штанговий. Метод занурення: ударний, вібраційний, віброударний.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань до розробки) Вступ. Методи занурення паль у ґрунт. Види дизель-молотів. Критерії показників ефективності параметрів дизель-молота та порівняння з параметрами інших видів занурення паль. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки. Бібліографічний список

5. Перелік креслень (демонстраційного матеріалу)
Тема та задачі роботи. Методи занурення паль Типи дизель-молотів Критерії показників ефективності дизель-молотів. Висновки

6. Розділи та консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	професор Саблін О.І.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва розділів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання розділів проекту (роботи)	Примітка
	Вступ.		
1	Методи занурення паль у ґрунт.		
2	Види дизель-молотів.	12-18.10.20120	виконано
3	Критерії показників ефективності параметрів дизель-молота та порівняння з параметрами інших видів занурення паль.		
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	09-15.11.2020	виконано
	Загальні висновки та рекомендації.		
	Бібліографічний список.	30.11-06.12.2020	виконано

7. Дата видачі завдання 01 листопада 2019 року

Керівник завдання _____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис)

РЕФЕРАТ

Кількість томів: 1

В пояснювальній записці всього 64 сторінок

Найменування роботи: «Дослідження та аналіз показників ефективності роботи дизель-молота на базі екскаватора Э-10011»

Ілюстрації: схем 4, рисунків 7

графіків 8, фотографій 3

таблиць 9.

Ключові слова: дизель-молот, паля, вібраційний, удар, оболонка, кінцевик.

Текст реферату:

Дана робота присвячена розгляданню питань розробки та проектування машини для ударного занурення паль з покращеними техніко-економічними показниками.

При розробці використовуються результати досліджень на математичних моделях. Ці результати дадуть змогу вибору основних параметрів, таких як енергія удару та кількість ударів за хвилину.

Мета роботи – обґрунтування параметрів палезанурювальних машин на прикладі дизель-молота на базі екскаватора Э-10011.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. МЕТОДИ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬ У ГРУНТ	8
1.1 Ударний спосіб занурення паль	8
1.2 Вібраційний спосіб занурення паль	10
1.3 Вібродударний спосіб занурення паль	12
1.4 Спосіб занурення паль вібровдавленням	12
1.5 Занурення паль загвинчуванням	14
1.6 Занурення паль методом підмиву ґрунту	15
1.7 Занурення паль методом електроосмосу	17
1.8 Процеси, що відбуваються в ґрунті у разі занурення паль	17
2. ВИДИ ДИЗЕЛЬ-МОЛОТІВ ДЛЯ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬ	20
2.1 Штанговий дизель-молот	20
2.2 Трубчастий дизель-молот	21
3. КРЕТЕРІЇ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАРАМЕТРІВ ДИЗЕЛЬ-МОЛОТА ТА ПОРІВНЯННЯ З ПАРАМЕТРАМИ ІНШИХ ВИДІВ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬ	28
3.1 Методика визначення параметрів віброшвидкості та віброприскорення	28
3.2 Методика визначення оптимальної енергії ударів дизель-молота	33
3.3 Визначення оптимальної енергії удару дизель-молота з урахуванням витрат палива	36
3.4 Визначення залежності ККД удару дизельного молота від глибини занурення палі	42
3.5 Розрахунок чистого часу занурення паль	43
3.6 Аналіз залежностей використаної роботи дизель-молота від величини занурення забивних паль в ґрунт	46

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Дослідження та аналіз показників ефективності роботи дизель- молота на базі екскаватора Э-10011	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Антонишчен							
Перевірив	Посмітюха						4	64
Н. контр.	Посмітюха					ДНУЗТ, гр. ПМ1826		
Затв.	Ракша							

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЗАБИВАННІ ПАЛЬ ДИЗЕЛЬ-МОЛОТОМ	49
4.1 Основні правила ведення палезабивних робіт	49
4.2 Санітарно-гігієнічні умови праці	54
4.2.1 Утримання виробничо-побутових приміщень	54
4.2.2 Освітлення	56
4.2.3 Робота в різних кліматичних умовах	56
4.2.4. Вентиляція	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	60
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	62

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						5
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Будівництво є однією з важливих галузей в житті людства. Воно потребує значних матеріальних та енергетичних ресурсів.

Враховуючи значні обсяги споживання енергії в процесі будівництва, матеріалоемність обладнання, дефіцит енергоресурсів та постійно зростаючу їх вартість, питання енергоефективності технологічних процесів при будівництві, а також покращення масогабаритних показників обладнання є актуальними.

Одну із перших дій в технологічному процесі будівництва займає процес створення фундаментів зокрема забивання паль.

Засоби, якими занурюються палі можна розділити на три основні групи:

- машини ударної дії або молоти;
- машини вібраційної дії або віброзанурювачі;
- машини вдавлюючої дії.

За типом приводу машини для занурення паль можна поділити на:

- пароповітряним приводом;
- з приводом від енергії внутрішнього згорання палива;
- з електроприводом.

Основними недоліками перших двох типів машин є:

- невелика частота ударів, низька продуктивність, велика втрата кінетичної енергії на стиснення повітря, велика металоємність конструкції;
- необхідність постійного спостереження за роботою цих машин та їх обслуговування;
- забруднення навколишнього середовища вихлопними газами від згорання дизельного пального;
- низький ККД.

Основною складністю для застосування електроприводу в машинах для занурення паль є особливості режиму роботи, пов'язаного з постійними пусковими

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						6
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

режимами електродвигуна, що призводять до низьких енергетичних показників та завищення габаритної потужності, що веде до перегріву пусковими струмами.

На сьогоднішній час використовуються крім ударного метода занурення паль, так званий буро-залівний метод, при якому вибурюється порожнина потім заливається цементна суміш, і за допомогою вібраторів погрузається каркас з арматури.

Цей метод та метод вдавлювання є пріоритетною та використовується при будівництві в забудованих районах.

Дана робота присвячена розгляданню питань розробки та проектування машини для ударного занурення паль з покращеними техніко-економічними показниками.

При розробці використовуються результати досліджень на математичних моделях. Ці результати дадуть змогу вибору основних параметрів, таких як енергія удару та кількість ударів за хвилину.

Мета роботи – обґрунтування параметрів палезанурювальних машин на прикладі дизель-молота на базі екскаватора Э-10011.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						7
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 МЕТОДИ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬ У ГРУНТ

З розвитком будівельного виробництва значно розширилося застосування фундаментів, що споруджуються без виїмки ґрунту. Це, передусім, забивні палі й блоки різного поперечного перерізу і подовжнього профілю. Їх типові представники: залізобетонні забивні призматичні та пірамідальні палі й блоки.

Набивні палі та фундаменти виготовляються на місці будівництва в пробитих або виштампуваних свердловинах і котлованах. Штучні основи без виїмки ґрунту споруджують шляхом поверхневого трамбування важкими трамбівками, глибинного віброущільнення, улаштуванням піщаних і ґрунтових паль, вибухом.

На сьогоднішній день нараховуються такі методи занурення паль у ґрунт [3]:

- ударний метод;
- з застосуванням вібрації;
- віброударний метод;
- метод вібровдавлювання;
- загвинчування;
- занурення внаслідок підмиву ґрунтів;
- з застосуванням електроосмосу.

Всі перераховані вище способи занурення паль мають свої особливості, які слід розглянути більш детально.

1.1 Ударний спосіб занурення паль

Ударний метод передбачає передачу палі поступальної енергії, завдяки якій вона занурюється в товщу ґрунту, витісняючи його частина назовні або ущільнюючи його. Для цього використовують складні і важкі механізми – ударні самохідні або рейкові установки. Для їх пересування по будівельному майданчику необхідна рівна поверхня, тому попередньо територію необхідно вирівняти. Паля утримується у вертикальному положенні завдяки копра, своєрідним стріл [3].

На перших етапах занурення здійснюється повільно, щоб можна було контролювати правильний кут нахилу. На саму палю впливає штанговий або трубчастий молот. При однаковій вазі трубчастий молот має в 2-3 рази вищу силу

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						8
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

удару, ніж штанговий. Щоб палейне обладнання не зруйнувало палю, застосовується спеціальний наголовник. Занурення триває до тих пір, поки паля не досягне проектної глибини.

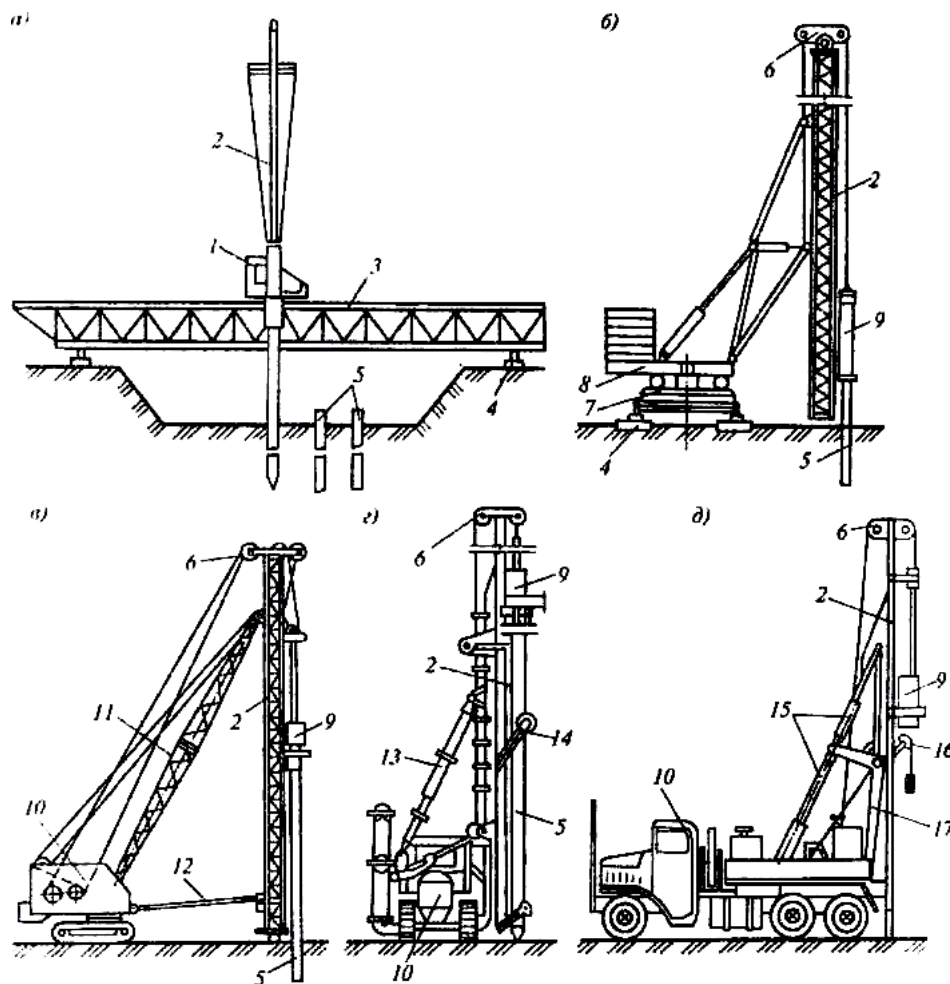


Рис.1.1 Приклад ударного способу занурення палей палейними копровими установками

а) мостова; б) рейкова універсальна; в) на базі екскаватора; г) на тракторі; д) на автомобілі;

1 - кабіна; 2 - копрові щогла; 3 - міст; 4 - рейковий шлях; 5 - паля;
 6 - оголовок з блоками; 7 - ходовий візок; 8 - поворотна платформа; 9 - молот;
 10 - базова машина; 11 - стріла; 12 - розпірка; 13 - гідроциліндр; 14 - висувний механізм;
 15 - гідроциліндр підйому і нахилу стріли; 16 - механізм підйому палі;
 17 - рухома рама

До головних переваг методу відносять:

- можливість проведення робіт на будь-якому типі ґрунту;

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- висока швидкість і продуктивність монтажних робіт;
- підвищення несучих властивостей фундаменту, так як палі, занурюючись в ґрунт, ущільнюють його в зоні на 2-3 діаметра навколо себе;
- роботи можна проводити практично в будь-яку погоду.

1.2 Вібраційний спосіб занурення палі

Завдяки вібрації, яка передається на палю спеціальним обладнанням, значно знижується сила тертя і опір ґрунту. Саме тому для занурення палі на проектну глибину часто потрібно набагато менше зусиль, ніж при забиванні. Не можна забувати, що при вібрації так само, як і при ударному способі, здійснюється ущільнення ґрунту приблизно на 1,5-3 діаметра палі (все залежить від типу ґрунту), так що можна говорити про появу додаткових несучих здібностей [4].

Даний спосіб передбачає використання віброзанурювачів. Такі установки через наголовник передають на палю механічні вібрації певної частоти. Завдяки подібному впливу ґрунт стає як би пливкого, і паля починає занурюватися під дією власної ваги. Якщо мова йде про довгих важких палях, то використовують низькі частоти, для легких невеликих палі більше підійдуть високі частоти (більше 1500 коливань в хвилину).

Процес занурення починається з установки віброзанурювача в початкове положення, кріплення палі і її вирівнювання по вертикалі. Перед початком робіт рекомендується виконати пробне включення, щоб переконатися у відсутності відхилень від вертикалі [4].

Вібраційний метод занурення палі рекомендують використовувати в наступних випадках:

- піщані і водонасичення ґрунти. Палі-оболонки, металевий шпунт і залізобетонні палі в цьому випадку занурюються зі швидкістю 3,5-7 м / хв;
- на маловлажних і щільних ґрунтах спосіб також застосовуємо, але для цього доведеться попередньо пробурити свердловину;

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						10
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- при зануренні в глинисті і важкі суглинисті ґрунти за 15-30 см до досягнення проектної глибини краще переходити на ударний спосіб.

Необхідно врахувати, що в умовах щільної міської забудови, вібрація повинна використовуватися тільки в нерезонансних режимах. Бажано, щоб частота коливань була не вище 40-50 Гц [4].

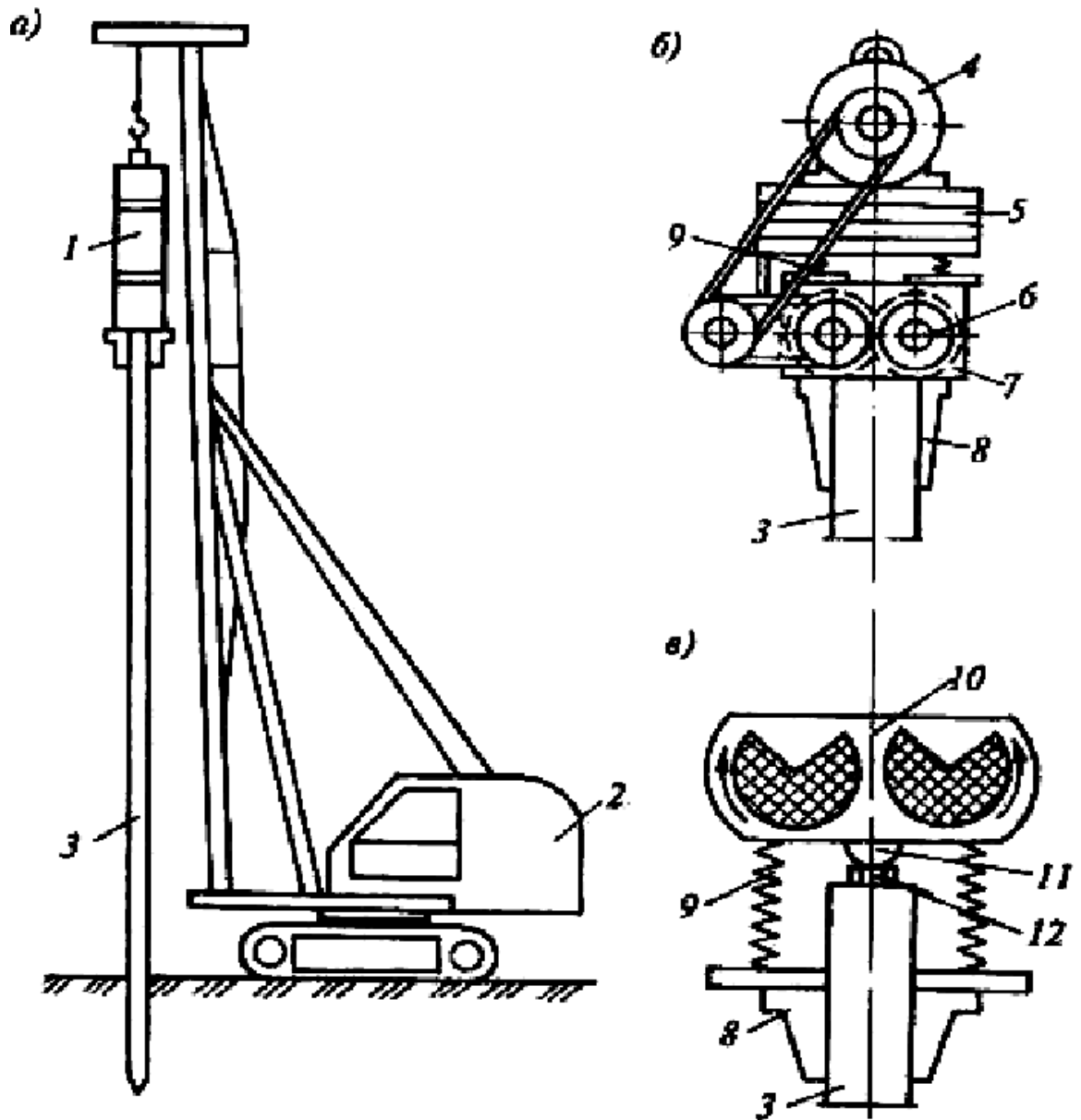


Рис.1.2 Віброзанурення паль

- а - палезанурююча установка; б - віброзанурювач з підресореним привантажувачем; в - вібромолот;
- 1 - віброзанурювач; 2 - екскаватор; 3 - палля; 4 - електродвигун;
 5 - привантажувальна плита; 6 - вібратор; 7 - дебаланси; 8 - оголовок;
 9 - пружини; 10 - ударна частина з електродвигуном; 11 - бойок;
 12 - ковадло

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.3 Вібродарний спосіб занурення паль

Як випливає з назви, цей метод передбачає комбінування вібраційного і ударного навантаження. На палю одночасно впливають і коливання, і удари, що дозволяє їй швидко і відносно легко входити в ґрунт. Такий спосіб використовують на щільних ґрунтах, де інший метод виявиться нерезультативним.

Установка, яка здійснює вібродарне занурення, має дві рами: на одній розташовується електрогенераторний ударний апарат, на другий – стріла з віброзанурювачем. Віброданурювач з'єднується зі палею за допомогою наголівника, далі відбувається позиціонування палі і запуск механізму. Подібним способом можна занурювати палі довжиною до 6 м.



Рис.1.3 Приклад вібродарного способу занурення паль

1.4 Спосіб занурення паль вібровдавлюванням

Метод вдавлювання використовується на особливо твердих і щільних ґрунтах (за винятком скельних порід), для занурення паль суцільного і трубчастого перетину невеликої довжини (3-5 м). В основі методу – вплив на палю статичного навантаження. При роботах використовується спецтехніка, яка займає досить місця, тому реалізація способу можлива тільки на ділянках, де в розпорядженні є хоча б 500 м² площі [2].

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						12
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спочатку палю в вертикальному положенні розміщують в направляючій стрілі установки, а фундамент стовбур фіксують затискачами. Паля поглиблюється на метр, після чого на її голову опускають оголовник, який і буде передавати тиск на палю через систему блоків від базової машини (екскаватор, трактор). Це тиск змушує палю поступово занурюватися в ґрунт. Якщо паля не може досягти необхідної глибини, за допомогою обладнання її трохи піднімають, знову опускають і продовжують вдавлювання.

Як різновид методу вдавлювання, використовують вібровдавлювання. Цей спосіб комбінує вібраційний спосіб і метод вдавлювання. На палю впливають відразу дві сили. Установка, яку виробляють роботи, складається з електрогенератора (працює від тракторного або екскаваторного двигуна), двохбарабанної лебідки, що направляє стріли з віброзанурювачем і блоків, через які до віброзанурювачів підходить вдавлюють канат від лебідки.



Рис.1.4 Приклад способу занурення палей вібровдавлюванням

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						13
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У позначеному місці віброзанурювач піднімає палю і встановлює її на ту точку, де буде відбуватися занурення. Паля захищається наголовником. При включенні установки паля починає занурення під дією вібрації, власною вагою, маси віброзанурювача, маси трактора або іншої техніки. Зручно, що для установки не треба готувати шляху переміщення. Спосіб підходить для роботи з палями довжиною до 6 м [3].

1.5 Занурення палей загвинчуванням

Метод використовуються для гвинтових палей. Вони складаються з двох частин: сталевий наконечник з прилеглими до нього гвинтовими пластинами (забезпечує легке входження в ґрунт) і сам стовбур палі зі сталі або залізобетону. Загвинчування використовують при будівництві мостів, ліній ЛЕП та інших об'єктів з великим навантаженням. Оптимально спосіб підходить для застосування на нещільні або підтоплюються ґрунтах, може використовуватися в умовах будь-якого клімату. Гвинтові палі можна вкручувати навіть в зонах з щільною забудовою.

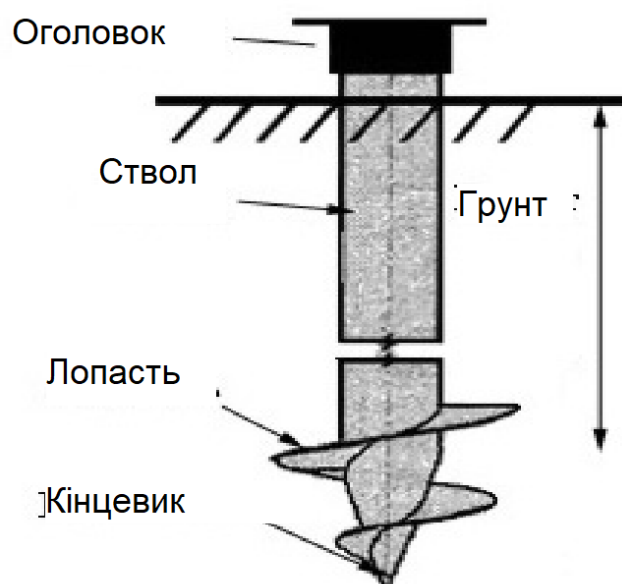


Рис. 1.5. Схема гвинтової палі

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Загвинчування відбувається завдяки спеціальному обладнанню, яке встановлюється на раму автотягача. На приводі установки палю кріплять в інвентарній оболонці (не за допомогою оголовки). Крутний момент від обладнання завдяки трансмісії переходить на палю, вона починає обертатися і занурюватись в ґрунт. Якщо ґрунт занадто щільний, то допускається невелике підняття палі і повторний запуск механізму. Після того, як необхідна глибина досягнута, паля розтискається [3].

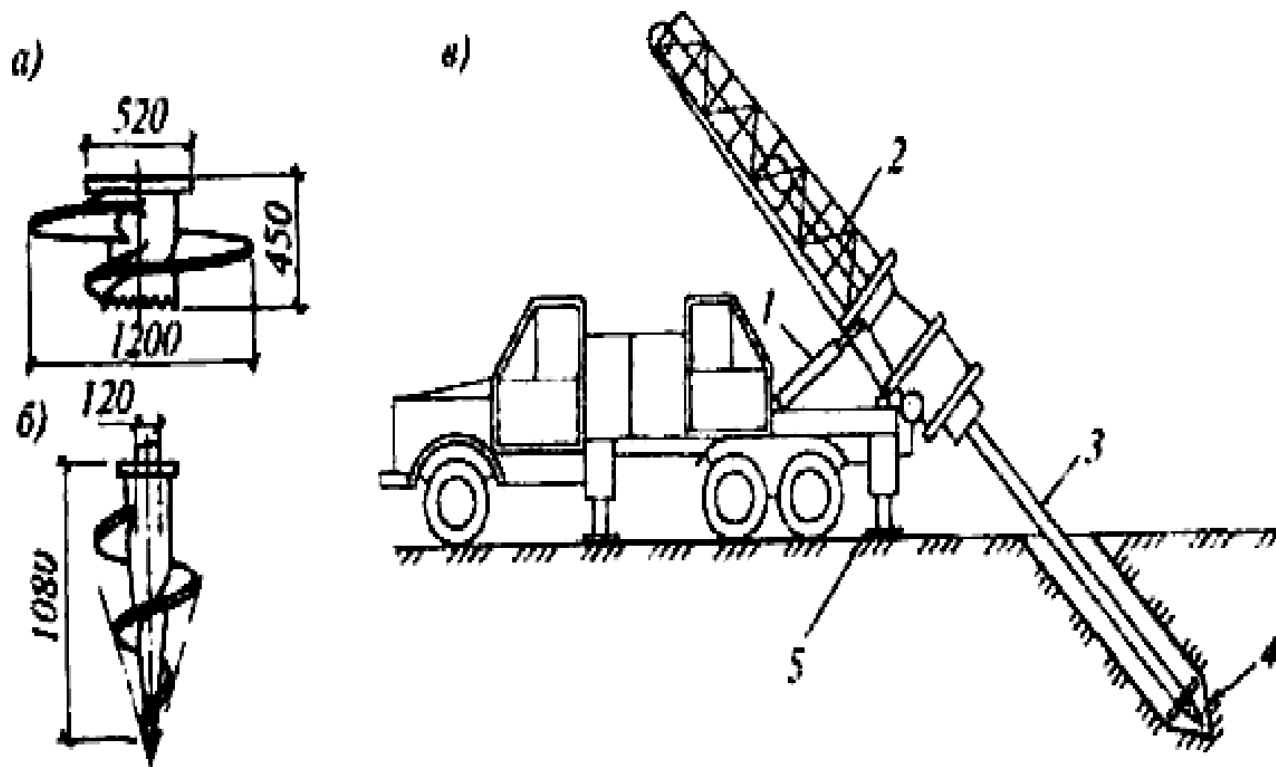


Рис.1.6 Схема процесу загвинчування палі

а - конструкція кінцівка при зануренні в слабкі ґрунти; б - конструкція кінцівка при зануренні в щільні ґрунти;

в - схема занурення палі:

1 - редуктор нахилу робочого органу; 2 - робочий орган (кабестан); 3 - паля; 4 - інцівка палі; 5 - виносні опори

1.6 Занурення палей методом підмиву ґрунту

Метод підмиву ґрунту використовується на сипучих і пухких ґрунтах (Піщані і супіщані ґрунти) для установки палей великого діаметра і довжини. Не допускається використовувати метод на ґрунтах при загрозі просадки прилеглих

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

будівель. Спосіб базується на змочуванні ґрунту і подальшому зниженні сили тертя, завдяки чому паля легко входить в ґрунт під дією власної маси і маси молота, встановленого на неї [4].

В кінцівка або бічні стінки палі вбудовуються трубки, по яких подається вода під високим напором (близько 0,5 МПа). Під впливом води ґрунт стає більш м'яким, податливим, пухким і вимивається. Опір ґрунту палі знижується, вода також розмиває прилеглі стінок палі шари ґрунту, знижуючи силу тертя. Трубки подачі води мають діаметр 38-62 мм. Бічний підмив (забезпечується 2 або 4 трубками з боків палі, на 30-40 см вище вістря) більш ефективно знижує силу тертя стінок палі в порівнянні з центральним підмивом (забезпечується одно- або багатоструменеві кінцівки по центру палі).

Зрозуміло, що про високої несучої здатності в цьому випадку мова не йде, тому часто спосіб підмиву комбінують з ударним способом. В цьому випадку знижуються витрати і підвищується надійність облаштування фундаменту [4].

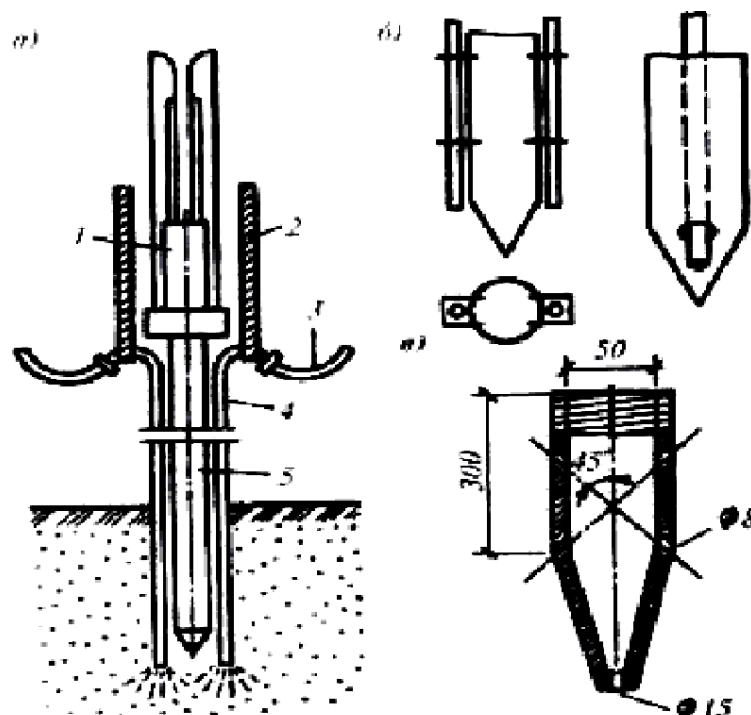


Рис.1.7 Підмив ґрунту для занурення палі

а - занурення квадратних палі з підмивом ґрунту; 1 - молот; 2 - трос, який підтримує подмивніе трубки; 3 - напірний шланг; 4 - подмивніе трубки; 5 - паля;
б - розташування підмивних трубок; в - кінцівка підмивної труби

						ДІТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк. 16
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

1.7 Занурення палі методом електроосмосу

Метод електроосмосу не можна вважати самостійним – це, скоріше, спосіб спрощення процесу занурення палі. Добре підходить для щільних і водонасичених глинистих ґрунтів і суглинків. Суть методу полягає в з'єднанні двох палі в електричну мережу. Уже занурена паля грає роль анода, а ще не забита – катода. При включенні струму ґрунт близько анода втрачає вологу – вона переходить в зону біля катода. У більш вологий ґрунт, як відомо, занурити палю набагато простіше. Занурення здійснюється ударним методом або вдавленням [7].

1.8 Процеси, що відбуваються в ґрунті у разі занурення палі

У процесі занурення палі спостерігається витіснення в боки і вглиб деякого об'єму ґрунту в результаті чого відбувається зміна його структури і фізико-механічних характеристик. Це призводить до ущільнення навколишнього палю ґрунту, що особливо характерно для пухких та середньої щільності пісків, а також ненасичених водою пілуватоглинистих ґрунтів. Глини і суглинки, у яких усі пори заповнені водою, ущільнюються лише в результаті віджимання порової води. Основна деформація ґрунту розвивається у вигляді зміщення твердих частинок у боки і вгору, утворюючи на поверхні навколо палі випор ґрунту. Під час випаровування пілувато-глинистого ґрунту відбувається порушення його природної структури, що супроводжується зниженням міцності. Ґрунт, який переміщається вгору, здатний піднімати раніше забиті палі, що істотно знижує їхню несучу здатність. З огляду на це, після підняття палі потрібно добити їх до проектного положення. Особливо істотно знижується міцність пілувато-глинистих ґрунтів, що примикають безпосередньо до бічної поверхні палі, оскільки вода, віджата з пор ґрунту, переміщується вгору по цій поверхні. У наслідок чого, різко зменшується тертя палі об ґрунт, що сприяє її зануренню під час ударів. Отже, якщо по мірі заглиблення палі в піски і насичені водою пілувато-глинисті ґрунти вона зустрічає все більший опір і відмова (занурення палі від одного удару молота) все зменшується, то у міру занурення в тиксотропні насичені водою глини і суглинки

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						17
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відмова часто збільшується. Логічно вважати, що чим більший опір має ґрунт зануренню палі, тобто чим менша відмова, тим більше навантаження можна передати на палю. Із цієї причини відразу після занурення палі в насиченні водою пилувато-глинисті ґрунти вона має найбільшу несучу здатність.

Практика свідчить, що після занурення палі треба дати «відпочити», не піддаючи її статичним і динамічним впливам протягом деякого часу після занурення. За цей час оточуюча палю вода поступово переміститься від її бічної поверхні, а внаслідок тиксотропних властивостей ґрунту міцність його навколо палі з часом відновиться, а несуча здатність збільшиться. Якщо після цього здійснити по палі удари пальовим молотом, аналогічно ударам під час забивання, відмова, як правило, у багато разів буде менша. Ця відмова називається дійсною відмовою.

Під час забивання ж спостерігається виробнича відмова, часто звана «помилковою відмовою». У пісках «помилкова відмова» під час забивання палі буває менше дійсної, у наслідок того, що в процесі занурення палі під її вістря утворюється ядро ущільненого ґрунту, яке перешкоджає зануренню палі під час ударів молота [6].

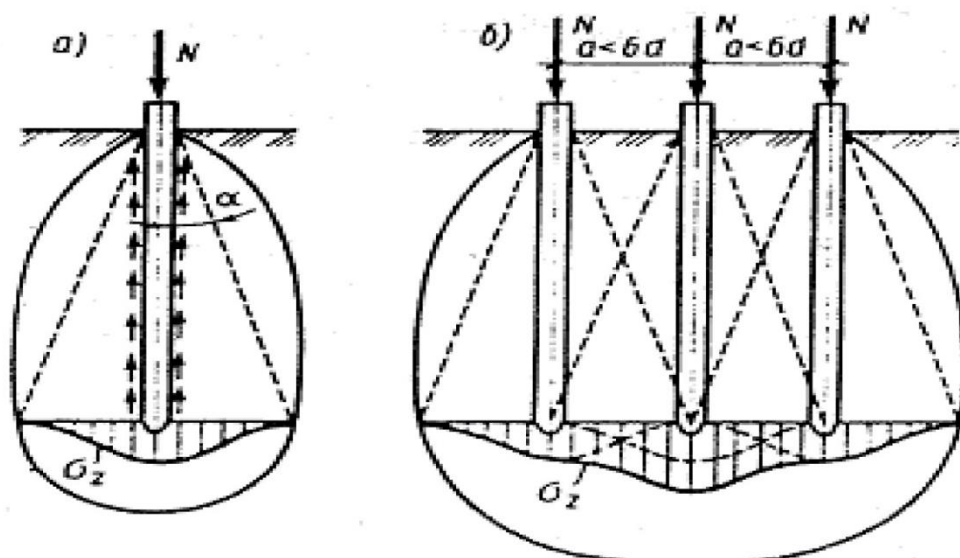


Рис 1.8. Схеми передачі навантаження на ґрунт основи:

a – одиночною палею; *б* – групою палей

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Під час «відпочинку» палі відбувається релаксація напружень у піску та опір її занурення знижується. Необхідна тривалість «відпочинку» палі залежить від виду і характеристики ґрунту: зазвичай для пісків і супісків – один тиждень, для суглинків до 14 днів, для глин – не менше 20 днів. Застосування підмиву для занурення палей у піски призводить до їхнього розмивання. Під впливом динамічних впливів пісок навколо палей ущільнюється.

Під час улаштування набивних палей явища, що відбуваються в масиві ґрунту, значною мірою залежать від застосовуваної технології.

Використання буріння для влаштування свердловин призводить до розущільнення ґрунту навколо палей, що істотно знижує несучу здатність таких палей порівняно з забивними. Ще більшою мірою знижується несуча здатність буронабивних палей, коли в забої залишається шлам.

Для збільшення несучої здатності таких палей ущільнюють ґрунт як під вістрям, так і навколо бічної поверхні. З цією метою застосовують камуфлетні вибухи, механічне трамбування, електродинамічний ефект та ін [6].

Висновки. Розглянуті такі методи занурення палей у ґрунт: ударний метод, з застосуванням вібрації, віброударний метод, метод вібровдавлювання, загвинчування, занурення внаслідок підмиву ґрунтів, з застосуванням електроосмосу.

Всі перераховані вище способи занурення палей мають свої особливості, які були розглянуті більш детально, проведений порівняльний аналіз та визначені найбільш ефективні методи при різних умовах.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						19
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ВИДИ ДИЗЕЛЬ-МОЛОТІВ ДЛЯ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬ

Дизель-молот є прямодіючим двигуном внутрішнього згорання, що працює за принципом двотактного дизеля. Ударна частина молота під час здійснення робочого ходу стискає укладене в циліндр повітря, значно підвищуючи його температуру. Водночас у циліндр подається пальна суміш (дизельне паливо), яка вибухає й відкидає ударну частину вгору, здійснюючи холостий хід. Під час падіння ударної частини робочий цикл повторюється. За типом напрямних для ударної частини дизель-молоти розподіляються на штангові й трубчасті.

2.1 Штанговий дизель-молот

У штангових молотах ударною частиною є циліндр, що переміщується по двох напрямних штангах (рис. 2.1).

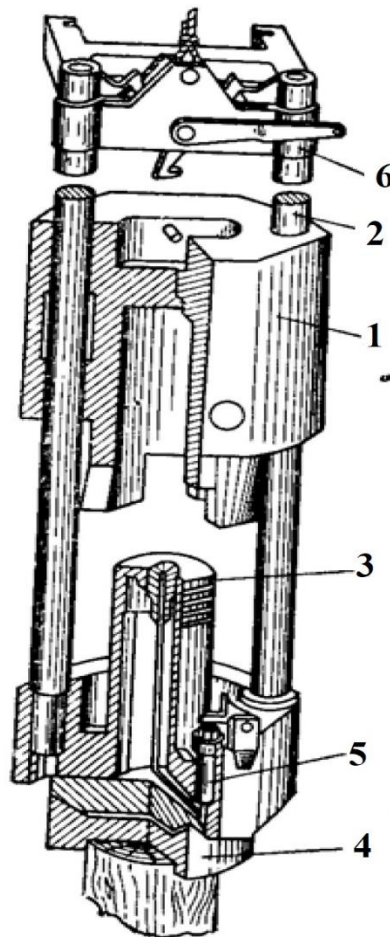


Рис. 2.1. Штанговий дизель-молот

1 – циліндр; 2 – напрямні штанги; 3 – поршень;
4 – наголовник; 5 – важіль паливного насоса; 6 – «кішка» для захоплення й підняття циліндра

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Молоти такого типу мають невеликі габарити й масу ударної частини 600...2500 кг, а також низький ККД і енергію удару до 20 кДж, тому їх використовують здебільшого для забивання легких дерев'яних паль.

Класифікація ударного обладнання, що використовується в пальових роботах, виконується виходячи з його конструкційних особливостей, згідно з якими виділяють дизель молоти трубчастого і нафтового типу.

В якості направляючого елемента ударної частини молота, в конструкціях штангового типу використовуються дві вертикальні штанги, тоді як в трубчастих агрегатах - нерухомо зафіксована труба [12].

Також палебійні молоти діляться на групи виходячи з маси ударної частини. Виділяють молоти з бойком вагою:

- до 0,6 тонн - легкі;
- до 1,8 тон - середні;
- понад 2.5 тонн - важкі.

2.2 Трубчастий дизель-молот

У трубчастих молотах одиничного дії ударна частина становить поршень, який переміщується всередині циліндра й напрямної труби і створює тиск (компресію) в циліндрі. Молот підвішують на напрямній стрілі копра. Його запускають за допомогою спеціального механізму – «кішки», яка входить у зачеплення з кільцевої виточенням поршня. «Кішка», що переміщується лебідкою вгору по напрямній копра, піднімає ударну частину й автоматично скидає її на заданій висоті. Падаючий поршень натискає на важіль паливного (плунжерного) насоса, який впорскує паливо в камеру згорання. У камері під дією удару поршня об шабот горюча суміш розбризкується й запалюється. Від тиску утворюваних газів поршень підкидається вгору, а вихлоп викидається в атмосферу через отвори в циліндрі.

За кордоном поширені трубчасті дизель-молоти, маса ударної частини окремих зразків яких у середніх умовах може сягати 10...15 т, а енергія удару –

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						21
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

400кДж. Використовуються й трубчасті дизель-молоти подвійної дії, що вирізняються в 1,5...2 рази більшою частотою ударів.

Основними перевагами дизель-молотів є незалежність від зовнішніх джерел енергії, швидке підготування до роботи, невисока вартість виготовлення, простота й зручність експлуатації в умовах будь-яких температур, висока продуктивність.

Конструкції трубчастого типу представлені на рисунку 2.2.

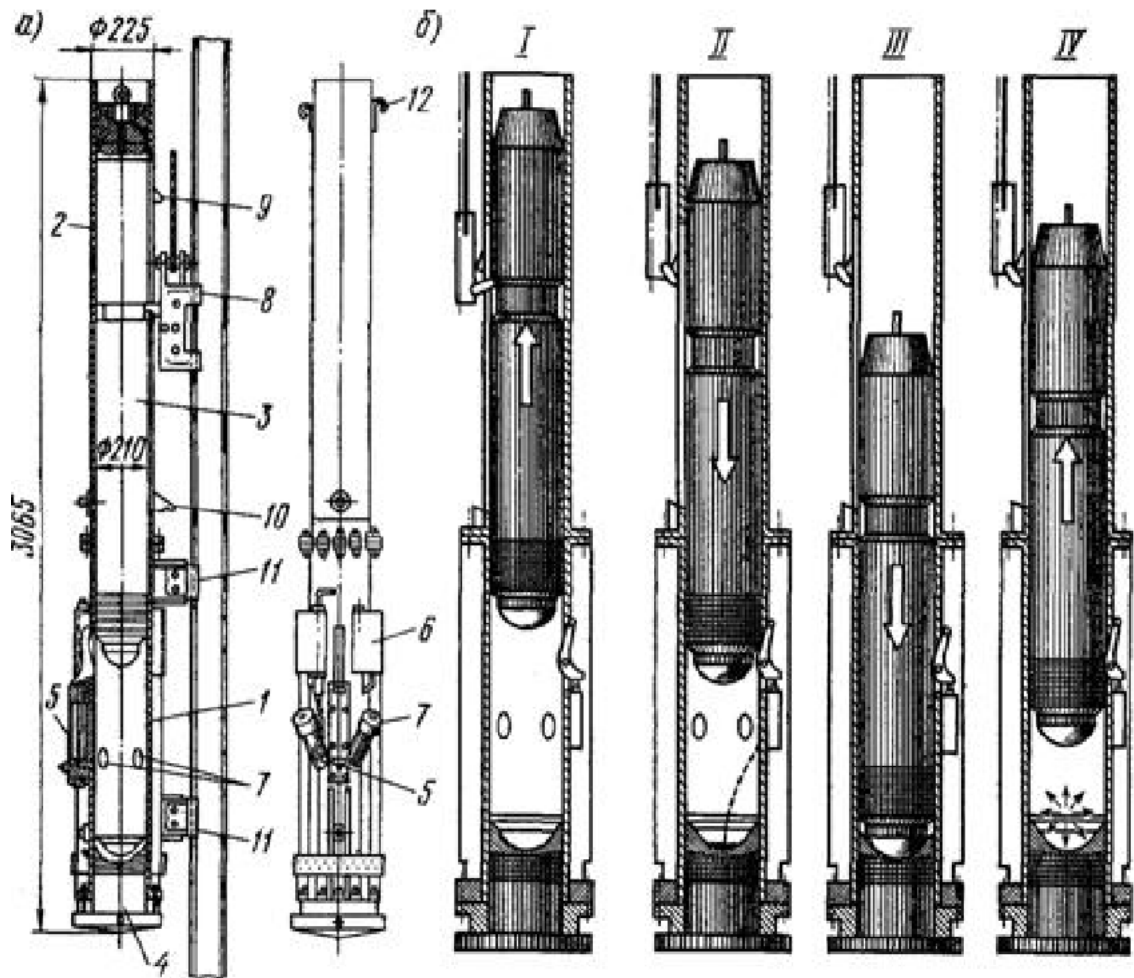


Рис. 2.2. Трубчастий дизель-молот
а - будова молота; б - схема роботи

Трубчасті дизель-молоти мають ряд переваг в порівнянні з нафтовими. При однаковій вазі енергія удару такого молота в 2-3 рази більше, ніж у штангового. Це пояснюється тим, що висота підйому ударної частини значно більша, а також тим,

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

що паливо згорає після удару, який посилюється вибухом газів, що утворюються в камері згорання.

Трубчастий молот (рис. 2.2) складається з наступних основних частин: робочого циліндра 1, направляюча циліндра 2 і поршня 3, який є ударною частиною. В робочий циліндр знизу вставлений вільно шабот 4, що має циліндричну форму, який може переміщатися уздовж робочого циліндра (тому при нанесенні поршнем ударів по шаботу вони не передаються циліндру). У нижній частині шабота угвинчений штир, що фіксує розташування молота по осі палі. У верхній частині шабота є сферичне заглиблення, розміри якого відповідають розмірам бойка поршня. У це заглиблення надходить паливо, що подається насосом. Паливний насос 5 змонтований на робочому циліндрі між вихлопними патрубками 7 і з'єднаний з резервуаром для палива 6 паливопроводом. На шаботі і поршні встановлені компресійні кільця [12].

Для підйому по напрямних щогли копра і запуску дизель-молота при скиданні його служить пусковий пристрій - кішка 8, а на бічній поверхні циліндра є поздовжня проріз, в яку входить важіль кішки для підняття поршня, упори для підйому всього молота кішкою 10, що скидає упор для утримання важеля кішки при скиданні поршня 9 і підймальні гаки для приєднання троса при підйомі всього молота лебідкою копра 12.

Молот переміщається по щоглі копра по напрямних лапам, до яких прикріплені захвати 11, що заходять за полки швелерів напрямних щогл.

Поршень, шабот, наголовник і паля під впливом удару рухаються вниз, а спрямовує циліндр відстає від них і затримується на щоглі копра, в той час як паля продовжує опускатися. Коли рух палі і рухомих елементів молота припиняється, циліндр під дією власної ваги падає на фланець шабота, завдаючи по ньому удари.

Для пуску молота поршень за допомогою кішки піднімають вгору і при цьому відкриваються всмоктувально-вихлопні патрубки 5, через які в циліндр надходить повітря. Дійшовши до верху (положення І), поршень автоматично від'єднується від кішки і під дією власної ваги починає рухатися вниз. Не доходячи до

					ДІТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						23
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

всмоктувально-вихлопних патрубків, поршень відводить убік важіль паливного насоса, який подає паливо в сферичне поглиблення шабота 3 (положення II). Рухаючись далі вниз, поршень закриває всмоктувально-вихлопні патрубки, стискає повітря, що заповнює камеру згоряння, яка утворюється поверхнями робочого циліндра, поршня і шабота (положення III).

Таблиця 2.1 Параметри копрового устаткування

Параметри	Тип копрового устаткування										
	Трубчастий					Штанговий					
	СП-75А	СП-76А	СП-77А	СП-78А	СП-79	СП-60	СП-60А	СП-4	СП-5	СП-6В	СП-7
Маса ударної частини, кг	1250	1800	2500	3500	5000	240	250	1250	1800	2500	3000
Максимальна потенціальна енергія ударної частини, кДж	40	56	82	115	160	1,7	1,75	14,7	21,2	36,7	56,0
Маса занурюючих паль, т	1,2...3	1,8...5	2,5...6,5	3,5...8	5...10	0,4	0,4	3,2	3,2	3,2	3,2
Маса молота, т	2,7	3,85	5,6	7,8	10,0	0,4	0,4	2,5	3,1	4,2	4,7
Габаритні розміри, мм:											
довжина	750	800	920	1000	1000	1980	2200	915	915	950	950
ширина	600	600	730	950	950	550	500	905	915	1100	1100
висота	440	4400	5200	5500	5500	500	550	3850	4000	4560	4560

Внаслідок стиснення повітря нагрівається до температури, достатньої для займання газів. У момент удару поршня по шабота паливо розпорошується з нагрітим повітрям. Гази, що утворилися від згоряння палива, підкидають поршень вгору (положення IV) для повторення циклу.

Трубчасті молоти мають водяне охолодження. У нижній частині робочого циліндра перебуває водяний бак, охолоджувальний циліндр, а у верхній частині поршня встановлений масляний бак, що подає автоматично в процесі роботи молота масло для змащення. Ці пристрої забезпечують практично безперервну

роботу дизельного молота. Технічні характеристики дизельних молотів наведені в таблиці 2.1.

Копрове встаткування монтується на гусеничному екскаваторі типу Э-10011 з пневматичним управлінням, призначена для занурення в ґрунт паль завдовжки: цільних - до 12 метрів, складових - до 24 метрів забивних і бурозабивним способами, для проходки лідерних свердловин обертальним способом навісним буровим приводом за допомогою шнека. Ефективність виробництва палювих робіт багато в чому залежить від правильності вибору копрів і копрового обладнання, спеціального технологічного оснащення і пристосувань, що забезпечують працездатність установок в будь-яких кліматичних і ґрунтових умовах. Цей вибір повинен бути зроблений з урахуванням прийнятої технології і термінів виробництва палювих робіт, природно-кліматичних та ґрунтових умов, конструктивних рішень палювих фундаментів і необхідної продуктивності установок [12].

При виборі і техніко-економічному обґрунтуванні кількості і конструкцій копрів в складі комплексу палебийного обладнання необхідно враховувати необхідну точність і якість легкої промисловості, оптимальну технологію і організацію робіт в межах палювого поля, можливість комплексної механізації виробництва палювих робіт в зимових умовах.

Як занурювачі на копрі можуть використовуватися трубчасті СП-75А, СП-76А, СП-77А, СП-78А, СП-79 і штангові СП-60, СП-60А, СП-4, СП-5, СП-6В, СП-7.

Основними факторами, що визначають вибір копрів і палювого обладнання, є: маса і довжина занурюються паль, конфігурація палювого поля і розташування паль, гідрогеологічні умови, фізико-механічні характеристики ґрунтів, товщина мерзлого шару, необхідна точність занурення паль, терміни здійснення палювих робіт.

Кожна машина, призначена для виробництва палювих робіт, має свою область раціонального застосування. Ефективність використання того чи іншого

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						25
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

типу копрів обґрунтовується порівнянням їх техніко-економічних показників (вартість, працемісткість).

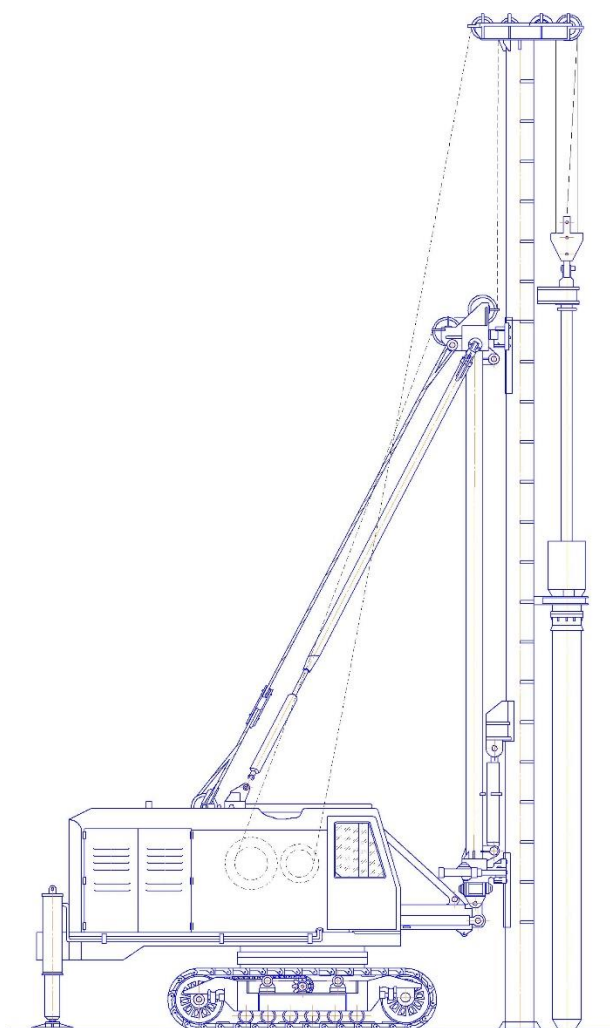


Рис. 2.3 Копрове обладнання на базі гусеничного екскаватора типу Э-10011

Устаткування змінного типу у вигляді навісних копрових стріл встановлюють на екскаватори практично без переробки останніх. Змінні копрові стріли навісного та підвісного типів найбільш поширені: їх виконують у вигляді вертикально розташованої ґратчастої конструкції, виготовленої з металевих куточків або з труб, з направляючими для захоплення паливних молотів, занурювача, наголовники. Копрові стріли навісного типу забезпечують занурення палів на вильоти від осі обертання екскаватора до 4-6 метрів і не вимагають застосування пристроїв для п'яти копровий стріли на ґрунт в процесі підтягання і

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						26
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наведення паль. При роботі на великих вильотах застосовують копрові стріли підвісного типу [12].

Висновки. Проведений аналіз основних факторів, що визначають вибір копрів і пальового обладнання, таких як маса і довжина паль що занурюються, конфігурація пальового поля і розташування паль, гідрогеологічні умови, фізико-механічні характеристики ґрунтів, товщина мерзлого шару, необхідна точність занурення паль, терміни здійснення пальових робіт.

Описані конструкції трубчастих та штангових дизель-молотів, описані відмінності та переваги кожного.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						27
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. КРЕТЕРІЇ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАРАМЕТРІВ ДИЗЕЛЬ-МОЛОТА ТА ПОРІВНЯННЯ З ПАРАМЕТРАМИ ІНШИХ ВИДІВ ЗАНУРЕННЯ ПАЛІ

У сучасних умовах розвитку будівництва і урбанізації відстані між спорудами, необхідні для безпечного зведення палювих фундаментів скорочуються. Доводиться зводити палюві фундаменти в умовах щільної міської забудови, що негативно позначається на розташованих в безпосередній близькості від будівництва вже існуючих будівель. На ці будівлі виявляються сильні вібраційні впливи, які оцінюються за допомогою віброшвидкості і віброприскорення, що може руйнувати окремі вузли будови, такі як фундамент, перекриття, стіни, несучі колони, про що докладно розповідається в іноземних джерелах. [1-5] Тому необхідно з'ясувати, що викликає ці вібраційні впливи, і що потрібно робити, для безпечного будівництва в умовах щільної міської забудови.

3.1 Методика визначення параметрів віброшвидкості та віброприскорення

Віброшвидкість і віброприскорення - це значення вібрації, прямо пов'язане з силою, що викликала вібрацію.

Віброприскорення характеризує силову динамічну взаємодію, яке викликає механізм під час роботи. У нашому випадку при забиванні або вдавлюванні палі в ґрунт [15].

Частота збурюючої сили

$$f = \frac{n}{t}, \quad (3.1)$$

де n – кількість ударів одиницю часу;

t – час.

Жорсткість системи «дизель-молот»-«паля»-«ґрунт»

$$Kz = Gz \cdot S, \quad (3.2)$$

де Gz - коефіцієнт пружнього рівномірного тиску на ґрунт;

S – площа поперечного перетину палі.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						28
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Амплітуда віброзміщення фундаменту преса

$$A_{m\phi} = \frac{F_m}{K_z - m_\Sigma \omega^2}, \quad (3.3)$$

де F_m – збурююча сила, Н;

K_z – жорсткість системи «дизель-молот»-«паля»-«грунт», Н/м;

m_Σ – маса системи «дизель-молот»-«паля», кг;

ω – окружна частота збурюючої сили, c^{-1} .

Приведений радіус палі і відносна відстань від джерела вібрації до розрахункової точки [14]

$$r_0 = \sqrt{\frac{S}{\pi}}, \quad (3.4)$$

$$\delta = \frac{r}{r_0}, \quad (3.5)$$

де r – відстань від джерела вібрації до розрахункової точки, м.

Амплітуда віброзміщення

$$A_{mr} = A_{m\phi} \left(\frac{1}{\delta(1+(\delta^2-1)^2)} + \frac{\delta^2-1}{(\delta^2+1)\sqrt{3}\delta} \right). \quad (3.6)$$

Середньоквадратичне і амплітудне значення віброшвидкості на відстані r від джерела вібрації.

$$v_{mr} = 2\pi f A_{mr}, \quad v = \frac{v_{mr}}{\sqrt{2}}.$$

Середньоквадратичне і амплітудне значення віброприскорення на відстані r від джерела вібрації.

$$a_{mr} = 2\pi f v_{mr}, \quad a = \frac{a_{mr}}{\sqrt{2}}.$$

На основі вищевикладених формул розглянемо віброприскорення для основних методів забивання паль:

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						29
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- дизель-молот;
- віброзанурювач;
- гідромолот;
- молот одиночної дії.

У дизель-молотів сила удару становить 40-165 кН, ударна ж частина важить 1,8-3 тони.

Віброзанурювач діє зі збурюючою силою 10-50 кН, ударною частиною в 5 тон, і частотою 24 Гц.

У гідромолотів сила удару становить 60 кН, ударна частина важить 3-7 тон, частота ударів гідромолотів, як і у дизельних становить в середньому 300 ударів в хвилину.

Молоти одиночної дії мають масу ударної частини 2-6 т, число ударів в 1 хв у більшості моделей цих молотів не перевищує 30. У таких молотах робота витрачається тільки на підняття ударної частини, яка під власною вагою падає на оголовок палі, тим самим забиваючи її в ґрунт.

У молотів подвійної дії до власної ваги ударної частини додається змушує сила.

Для розрахунку обрані середні значення параметрів всіх видів механізмів забивання палей в ґрунт. А також підібрані середні розміри палей з сортаменту. Для розрахунків приймаємо палі круглого перетину діаметрів: 25, 30, 35, 40, 45 см і вага рівний 1 тонні [10].

Коефіцієнт пружного рівномірного стиску ґрунту прийнятий рівним $G_z = 6.86 * 10^7$.

Розрахунки проводилися для кожного виду механізмів, враховуючи різні розміри палей, прийнявши відстані від джерела вібрації до точки вимірювання рівні: 10, 25, 50, 100, 150 метрів.

Значення всіх розрахункових параметрів, а також віброшвидкості і віброприскорень для відстані 25 метрів наведені в таблиці 3.1.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						30
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 Значення розрахункових параметрів, віброшвидкості і віброприскорень для відстані 25 метрів від найближчої будівлі

Вид молота	D палі, см	S, м2	Час тота, Гц	г, м	параметр δ	Amг, м	A швидкості М	v, м/с	A прискорення, М	a, м/с2	Средние значения, а, м/с2
Дизель-молот	25	0,049	5	25	200	0,01001	0,3143237	0,22226	9,8697635	6,978976722	2,134334 284
	30	0,071	5	25	166,6667	0,002368	0,0743444	0,05257	2,3344133	1,65067946	
	35	0,096	5	25	142,8571	0,001327	0,0416782	0,02947	1,3086963	0,925388052	
	40	0,126	5	25	125	0,000913	0,0286533	0,02026	0,8997123	0,63619264	
	45	0,159	5	25	111,1111	0,000689	0,0216381	0,0153	0,679437	0,480434544	
Вібросанурювач	25	0,049	24	25	200	1,51E-05	0,0022794	0,00161	0,3435491	0,24292589	0,304183 991
	30	0,071	24	25	166,6667	1,7E-05	0,0025553	0,00181	0,3851347	0,272331382	
	35	0,096	24	25	142,8571	1,88E-05	0,0028384	0,00201	0,42781	0,302507383	
	40	0,126	24	25	125	2,08E-05	0,0031373	0,00222	0,4728475	0,334353705	
	45	0,159	24	25	111,1111	2,3E-05	0,0034605	0,00245	0,5215642	0,368801597	
Гідромолот	25	0,049	5	25	200	0,004237	0,1330274	0,09406	4,1770608	2,95362803	1,315735 138
	30	0,071	5	25	166,6667	0,002972	0,0933248	0,06599	2,9303991	2,072105103	
	35	0,096	5	25	142,8571	0,001092	0,0343008	0,02425	1,077046	0,761586563	
	40	0,126	5	25	125	0,000663	0,0208198	0,01472	0,6537425	0,462265781	
	45	0,159	5	25	111,1111	0,000472	0,0148218	0,01048	0,4654038	0,329090213	
Одиночної дії	25	0,049	0,5	25	200	0,000492	0,0015461	0,00109	0,0048546	0,003432744	0,002235 416
	30	0,071	0,5	25	166,6667	0,000373	0,0011708	0,00083	0,0036763	0,002599512	
	35	0,096	0,5	25	142,8571	0,000295	0,0009265	0,00066	0,0029093	0,002057207	
	40	0,126	0,5	25	125	0,000241	0,000757	0,00054	0,002377	0,001680782	
	45	0,159	0,5	25	111,1111	0,000202	0,0006336	0,00045	0,0019896	0,001406836	

Згідно з розрахунками, найменші вібраційні навантаження досягаються на відстані 54м від будівлі. А допустима швидкість вібрації при частотах до 10Гц становить 5мм/с. Максимальні допустимі віброприскорення для фундаментів складають від 0,5 до 1 м/с². Як видно з середнім значенням віброприскорень для різних розмірів паль з таблиці 3.1, при забиванні паль з використанням дизельного молота перевищення відбуватися в два рази, також сильно перевищує нормальний показник і гідромолот.

Провівши ті ж розрахунки для відстаней рівних 10, 50, 100 і 150 метрам, був отриманий графік залежності віброприскорень, що викликаються різними типами механізмів забивання паль, від відстані до будови рис.3.1.

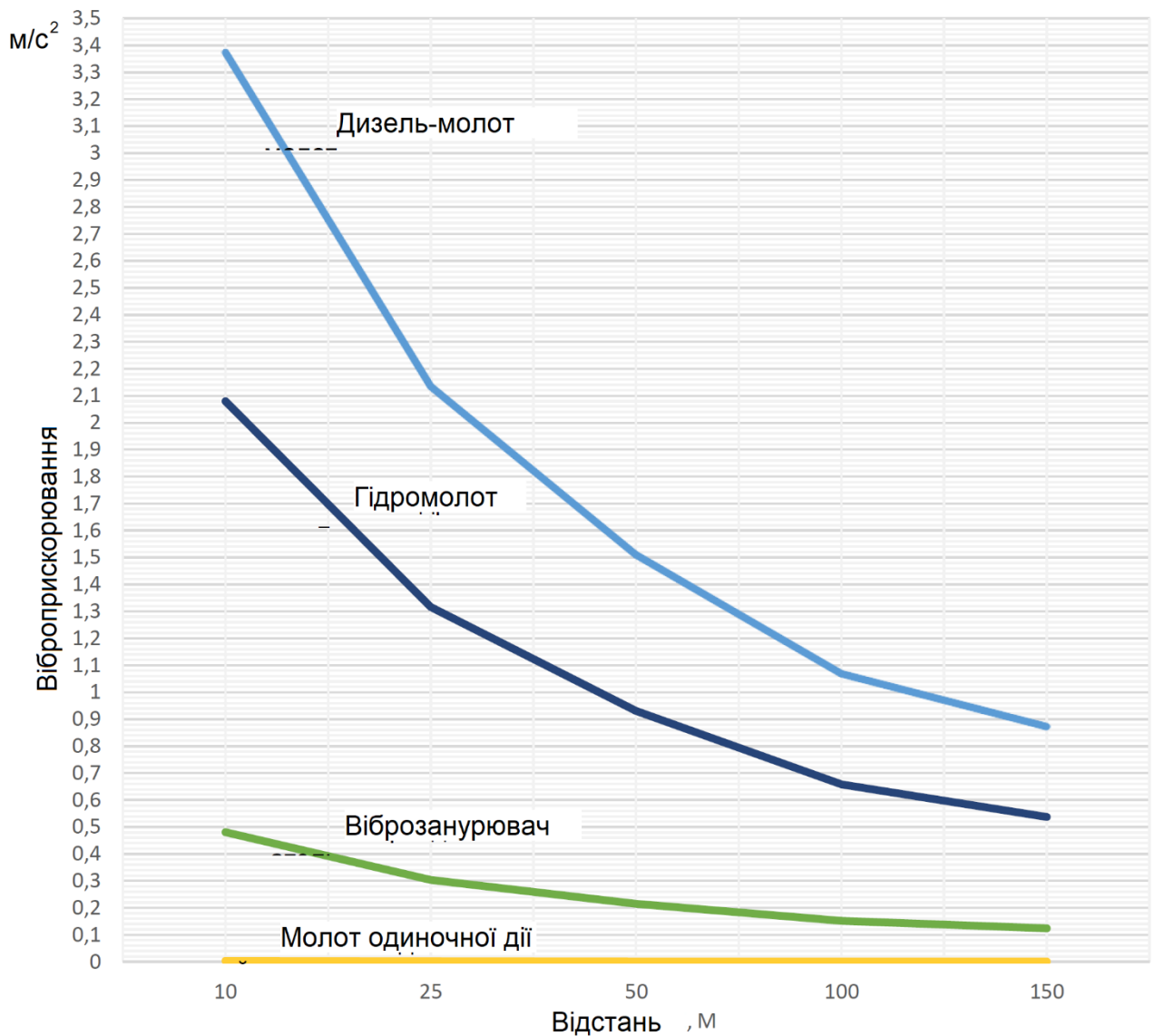


Рис. 3.1 Залежність віброприскорень, що викликаються різними типами механізмів забивання паль, від відстані до будов

З графіка видно, що інтенсивність вібрацій зменшується зі збільшенням відстані від місця забивання паль до існуючих будівель.

При введенні в ґрунт забивних паль з використанням дизель- молотів і гідромолотів виявляються колосальні вібраційні впливи, і безпечним в даному випадку є розташовувати будівельні майданчики на відстанях великих 150-200 метрів від вже існуючих будівель і споруд.

Віброзанурювач необхідно використовувати на відстанях від 25 метрів, але варто також врахувати, що при тривалому впливі вібрації, і також при резонансі,

що виникає при використанні відразу декількох палейбійних механізмів, окремі частини будівлі або споруди можуть відчувати вібраційні навантаження в 2-10 разів перевищуючі вібрації основи ґрунту [10].

Без будь-яких обмежень можна використовувати забивні палі за допомогою молота одиночної дії, проте він мало ефективний. У сучасних будівельних матеріалів механічні напруги, відповідні пікового значення швидкості 10 мм / с.

Висновки. З проведеного дослідження визначено, що за допомогою віброзанурювача і молота одиночної дії можна уникнути критичних вібраційних навантажень на будівлі при забиванні палей в умовах міської забудови.

Для забивання палей за допомогою віброзанурювача використовується дуже велика кількість енергії, тому він економічно теж не вигідний у використанні, а також як уже говорилося, віброприскорення які він надає дуже близько знаходяться до нормальних, некритичним значенням.

Гідромолот і дизель-молот безпечно використовувати тільки на відстанях великих 150-200 метрах від будівель і конструкцій, а такі відстані не підходять для щільної міської забудови, для якої вибирається найбільш раціональний у використанні вид палей.

3.2 Методика визначення оптимальної енергії ударів дизель-молота

Експериментальні дослідження в польових умовах показали, що при забиванні фундаментних блоків з великою площею нижньої основи до 1,5м², ефективні дизельні молоти з вагою ударної частини 25 ... 60 кН і силою удару від 100 ... 600 кДж.

Для дизельних молотів з урахуванням маси серцевини доцільно наступне співвідношення:

$$\frac{m_M}{m_H + m_{об}} = 0,6 \dots 0,9, \quad (3.7)$$

де m_M – маса ударної часті дизель-молота;

m_H – маса оголовка;

$m_{об}$ – маса оболонки.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						33
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виходячи із залежності (3.7) можливо визначити допустиму масу наголівника (за умови, що маса оболонки становить $m_{об} = 1500$ кг) $m_H \approx 2941$ кг.

Найбільша енергія удару молота

$$\mathcal{E} = m_M g H_1 = 2500 \times 10 \times 3,2 = 80000 \text{ Нм} = 80 \text{ кДж}, \quad (3.8)$$

де H_1 – висота падіння ударної частини молота, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

З урахуванням ККД молота $\eta = 0,85$ і значенням $g = 9,81$ м/с² розрахункова енергія удару молота:

$$\mathcal{E}_p = 2500 \times 9,81 \times 3,2 \times 0,85 = 66708 \text{ Нм} = 66,7 \text{ кДж}.$$

Для визначення правильності вибору молота обчислюємо коефіцієнт застосовності K_{Π} :

$$K_{\Pi} = g(m_M + m_H + m_{об}) / \mathcal{E}_p. \quad (3.9)$$

З урахуванням технічної характеристики універсального оголовка $m_H = 1450$ кг.

Маса оболонки становить 1500 кг. При цих даних коефіцієнт застосовності буде $K_{\Pi} = 0,8$.

Крім того умови застосовності дизель-молотів оцінюються по відношенню маси ударної частини молота до маси занурюваних оболонок. Для дизель-молота це співвідношення повинно знаходитися в межах 0,6 ... 0,9.

У процесі занурення оболонок необхідно проводити такі виміри [12]:

- а) кількість ударів молота на кожні 10 см занурення оболонок і загальна кількість ударів;
- б) фактична висота падіння ударної частини молота;
- в) час занурення оболонок і пустотілих блоків;
- г) контроль вертикальності занурення блоків;
- д) відмова оболонки в момент стабілізації деформації ґрунту тобто кінцевого отримання ущільненої зони.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						34
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянемо для прикладу установки з ударами підвищеної енергії, оснащені дизель-молотами СП-47 СП-47А з масою ударної частини 2500 ... 5000 кг. Енергія удару досягала 80 ... 120 кДж.

З метою визначення оптимальної енергії ударів для забивання збірних залізобетонних блоків або оболонок з площею нижньої основи не більше 1 ... 1,3м² за умови бездефектного їх занурення.

При зануренні оболонок за допомогою навісного обладнання з вільно падаючим вантажем масою 5000 кг і силою удару від 80 до 150 кДж, ефективність занурення оболонок зростає і відмова на початку і кінці забивання відповідно 20 і 5 мм при енергії удару 80 кДж, а при енергії удару до 150 кДж - 100 і 20мм.

При подальшому збільшенні енергії удару важливу роль в забезпеченні бездефектності занурення грають: жорсткість амортизатора, щільність і вологість ґрунту, а також закрита серцевина, застосування якого не тільки перешкоджає проникненню ґрунту всередину оболонки, але і оберігає нижню частину від руйнування [11].

При огляді оболонок на різних стадіях занурення виявлено, що бездефектність занурення на потрібну глибину дотримується при товщині амортизаційного шару гуми 100 ... 150мм, що відповідає розрахунковій величині. При цьому енергія удару знаходиться в межах 160кДж.

Результати аналітичних досліджень показують, що для підвищення ефективності забивання оболонок енергії одиничного удару повинна бути збільшена в 2 ... 3 рази в порівнянні з зануренням паль.

Було встановлено, що зі збільшенням енергії удару при зануренні оболонок, сумарна витрата енергії ударів молота знижується. На основі статистичної обробки даних експериментів, ця залежність може визначатися таким виразом:

$$\Sigma \epsilon = \frac{(K \times \epsilon_{CD} + \epsilon_1) \epsilon_3}{\epsilon_{CD} - \epsilon_2}, \quad (3.10)$$

где $\Sigma \epsilon$ - сумарний витрата енергії;

ϵ_{CD} - енергія одиничного удару;

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						35
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

К - безрозмірний коефіцієнт, що дорівнює 0,18;

Динамічні параметри

$\mathcal{E}_1=2,4 \cdot 10^6$ Дж.

$\mathcal{E}_2=0,035 \cdot 10^6$ Дж.

$\mathcal{E}_3 =0,015 \cdot 10^5$ Дж.

В результаті дослідження, було встановлено, що оптимальна енергія ударів молота при зануренні блоків в маловологі суглинки становить 90 ... 130 кДж.

У разі перекоосу блоку вертикальність занурення забезпечу нахилом щогли копра.

Висновок. В результаті аналізу сформульована методика визначення основних параметрів обладнання для занурення забивних блоків.

3.3 Визначення оптимальної енергії удару дизель-молота з урахуванням витрат палива

Для достовірного розрахунку напружень в палях при забиванні і відмов паль необхідно знати повну енергію удару молота по палі. В даний час існують кілька формул, запропонованих дослідниками для визначення даного параметра дизель-молотів. Загальним недоліком цих рішень є те, що вони не дозволяють визначати енергію вибуху горючої суміші з урахуванням витрат (обсягу) палива, що подається в камеру згоряння дизель-молота при ударах по палі. Необхідність обліку зазначеного параметра викликана тим, що висота підскоку (підйому) ударної частини дизель-молота при забиванні палі збільшується в міру підвищення витрати палива, що впорскується в його камеру згоряння. Тому висота підйому ударної частини дизель-молота, а отже, і енергія його ударів по палі регулюються шляхом зміни витрати (обсягу) палива, що подається в камеру згоряння молота [11].

Для визначення енергії вибуху горючої суміші з урахуванням витрат палива, що подається в камеру згоряння дизель-молота, розглянемо рішення відповідної задачі. В якості вихідної фізичної основи завдання приймемо поетапний порядок

					ДІТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						36
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зміни процесу взаємодії контактуючих елементів при ударі дизель-молота по палі (рис.3.2). Зміст етапів даного процесу представлено в таблиці 3.2.

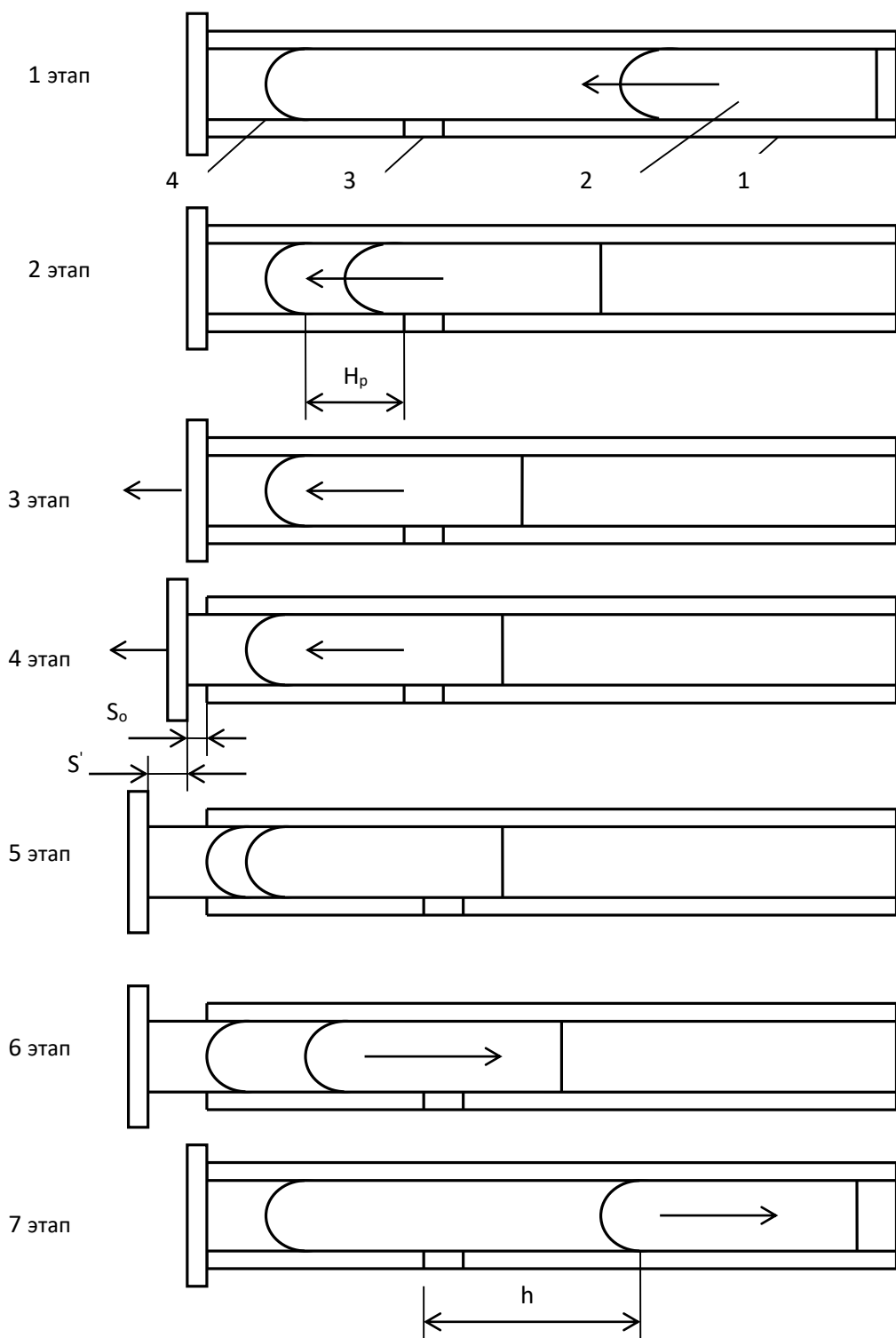


Рис.3.2 Етапи процесу ударної взаємодії дизель-молота і палі:

1 - циліндр; 2 - поршень; 3 - вихлопної патрубков; 4 - шабот

Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 3.2 Етапи процесу взаємодії елементів, які вдаряються при ударі дизель-молота по палі

Етап	Зміст етапу
1	Поршень (ударна частина) дизель-молота падає з певної висоти і долає тертя об стінки циліндра
2	Поршень перекидає вихлопні патрубкі циліндра і, рухаючись вниз, додатково долає ще й опір повітря стиску. Стиснення повітря відбувається в відповідності до закономірностями політропної процесу на ділянці довжиною H_p
3	Удар поршня по шаботу дизель-молота
4	В процесі ударного контакту до вибуху горючої суміші поршень, шабот, наголовник, амортизатор і паля переміщуються разом на величину S_o . Ударом поршня розпорошується паливо, що знаходиться в камері згоряння молота, далі воно, перемішуючись з нагрітим від стиснення повітрям, запалюється і відбувається вибух горючої суміші з виділенням газів
5	Відбувається розширення газів вниз з наданням додаткового тиску на шабот, наголовник, амортизатор і паля. Розширення газів відбувається при відриві шаботу від поршня і підпорядковується закономірностям політропної процесу. розширення газів протікає до зупинки палі на ділянці довжиною, рівній відмови палі S'
6	Відбувається розширення газів в протилежну сторону. Поршень піднімається вгору і долає тертя об стінки циліндра. До відкриття вихлопних патрубків розширення газів протікає відповідно до закономірностями політропної процесу. Розширення газів вгору охоплює ділянку завдовжки, рівній $(S_o + H_p)$
7	Поршень продовжує рухатися вгору, відкриваються вихлопні патрубкі, відбувається вихлоп відпрацьованих газів і в циліндр поступає свіже повітря, в результаті чого тиск в циліндрі знижується. Поршень, переміщуючись вгору на величину h , зупиняється. Тиск в циліндрі при цьому досягає атмосферного або близького до нього значення.

H_p - робочий хід поршня (циліндра) дизель-молота.

S_o - відстань, в межах якого поршень, шабот, наголовник, амортизатор і паля при ударі переміщуються разом.

S' - частина повного відмови палі, в межах якого відбувається розширення газів після вибуху горючої суміші в камері згоряння молота.

h - відстань від низу вихлопного патрубку до точки зупинки поршня (ударної частини) дизель-молота.

Представлений порядок зміни процесу взаємодії елементів, які вдаряються дійсний для трубчастого молота. Нехтуючи несуттєвими особливостями роботи штангового молота, можна поширити даний порядок і на штанговий молот.

На основі викладеного для процесу розширення газів (після вибуху горючої суміші в камері згоряння дизель-молота) в напрямку руху палі, рівняння політропи

$$P_s / P_e = (V_k / V_s)^n, \quad (3.11)$$

де P_s - тиск газів при об'ємі V_s , кПа;

P_e - тиск вибуху горючої суміші (максимальне) в камері згоряння дизель-молота, кПа;

V_k - обсяг камери згоряння дизель-молота, м³;

V_s - об'єм газів на прикінці їх розширення в напрямку руху палі, м³;

n - показник політропи розширення газів.

З урахуванням рівняння (3.11) формула по визначенню енергії вибуху горючої суміші, що йде на занурення палі, може бути представлена в вигляді:

$$E = (P_e V_k - P_s V_s) / (n - 1). \quad (3.12)$$

Обсяг камери згоряння V_k і обсяг газів V_s можна визначити відповідно за формулами

$$V_k = \frac{A H_p}{\varepsilon - 1}, \quad (3.13)$$

$$V_s = V_k + A S' = A \left(\frac{H_p}{\varepsilon - 1} + S' \right), \quad (3.14)$$

де A - площа поперечного перерізу циліндра дизель-молота, м²;

ε - ступінь стиснення повітря.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						39
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переміщення S' менше повної відмови палі, може бути виражено у вигляді залежності

$$S' = k_s S, \quad (3.15)$$

де k_s - коефіцієнт, що визначає частку переміщення S' від повної відмови палі S .

З огляду на залежність (3.15) і приймаючи $\frac{H_p}{\varepsilon-1} = \alpha$, формули (3.13) і (3.14) можна представити у вигляді

$$V_k = A\alpha, \\ V_s = V_k + AS' = A(\alpha + k_s S).$$

Під час вибуху горючої суміші тиск P_e в камері згоряння трубчастого дизель-молота може досягати 7 - 8 МПа. Визначення даного параметра розрахунковим шляхом в даний час ускладнене відсутністю відповідного методу.

Відома лише формула, що дозволяє визначати тиск вибуху суміші природного газу і повітря при їх запаленні. З огляду на данну обставину, приймемо гіпотезу про пряму пропорційність тиску P_e обсягу палива V_t , яка всприскується в камеру згоряння дизель-молота.

Відповідно до прийнятої гіпотези залежність між зазначеними параметрами можна представити у вигляді

$$P_B = k_B V_t, \quad (3.16)$$

де k_B – коефіцієнт пропорційності, кПа/л.

З огляду на залежність (3.16), з рівняння політропи (3.11) можна отримати формулу щодо визначення тиску P_s у вигляді

$$P_s = P_B \left(\frac{V_k}{V_s}\right)^n = k_B V_t \left(\frac{V_k}{V_s}\right)^n. \quad (3.17)$$

Формула (3.17) може бути остаточно записана у вигляді

$$P_s = k_B V_t \left(\frac{\alpha}{\alpha + k_s S}\right)^n. \quad (3.18)$$

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						40
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер, беручи до уваги вищезазначені формули, вираз (3.12) за визначенням енергії вибуху горючої суміші E , що йде на занурення палі, остаточно можна представити у вигляді

$$E = [(A_B k_B V_t \alpha) / (n - 1)] - \left(1 - \left(\frac{\alpha}{\alpha + k_S S}\right)^{n-1}\right). \quad (3.19)$$

З урахуванням формули (3.19) формула по визначенню повної енергії удару дизель-молота при забиванні палі

$$E = GH(k + \cos\alpha - k' \sin\alpha - 1) + \left[\frac{A_B k_B V_t \alpha}{n-1}\right] - \left(1 - \left(\frac{\alpha}{\alpha + k_S S}\right)^{n-1}\right) - 60P_\epsilon V_t. \quad (3.20)$$

Для випадку забивання вертикальних палі формулу рекомендується використовувати у вигляді

$$E = GHk + \left[\frac{A_B k_B V_t \alpha}{n-1}\right] \left(1 - \left(\frac{\alpha}{\alpha + k_S S}\right)^{n-1}\right) - AH_p P_{\text{и}}, \quad (3.21)$$

де $P_{\text{и}}$ - умовний тиск у вигляді відносини $\frac{60P_B}{\epsilon} - 1$, який дорівнює 450 кПа для трубчастих молотів, 263 кПа для штангових молотів.

Таблиця 3.2 Значення коефіцієнтів k_ϵ і k_S для деяких дизель-молотів

Тип і марка дизель-молота	Коефіцієнт k_ϵ , кПа/л	Коефіцієнт k_S
Трубчастий СП-75А	$19.53 \cdot 10^5$	0.6
Трубчастий СП-76А	$15.7 \cdot 10^5$	
Штанговий СП-4	$60.33 \cdot 10^5$	0.4
Штанговий СП-5	$33.8 \cdot 10^5$	

Висновки. Формули дозволяють проводити розрахунок повної енергії удару дизель-молота з урахуванням витрат палива в його камері згорання.

Перевірка формули (3.20) полягала у визначенні коефіцієнтів k_g і k_s , що входять в неї. Значення коефіцієнтів k_g і k_s , встановлені на основі результатів експериментальних досліджень, представлені в таблиці 3.2.

3.4 Визначення залежності ККД удару дизельного молота від глибини занурення палі

У зв'язку з щільною заселеністю мегаполісів основна частка будівництва припадає на зведення багатоповерхових будівель, у яких в якості несучої конструкції, що сприймає навантаження від будівлі і передавальної її на підставу, виступає фундамент палі. Тому дуже важливо знання технологічного циклу занурення палі і характеру зміни параметрів обладнання для паливних робіт, що дозволить підвищити продуктивність установки фундаментів. З цією метою в розділі досліджується залежність ККД удару молота від глибини занурення забивний палі в глинистий ґрунт [8].

Для того, щоб перейти до визначення ККД удару дизельних молотів, необхідно задати параметри палі, ґрунту та палебійного дизель-молота, а також провести розрахунок несучої здатності палі у ґрунті.

Для розрахунку ККД удару молота пропонуємо наступну формулу

$$\eta_y = \frac{F_d S_a}{E^B}, \quad (3.22)$$

де η_y - ККД удару молота.

Відзначимо, що при малих F_d значеннях E^B не реалізується повністю.

В свою чергу

$$E^B = E\eta_M, \quad (3.23)$$

де η_M - ККД молота;

E - повна енергія удару на один удар;

В загальному вигляді залежність ККД удару молота від глибини занурення палі представлено на рис. 3.3.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						42
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

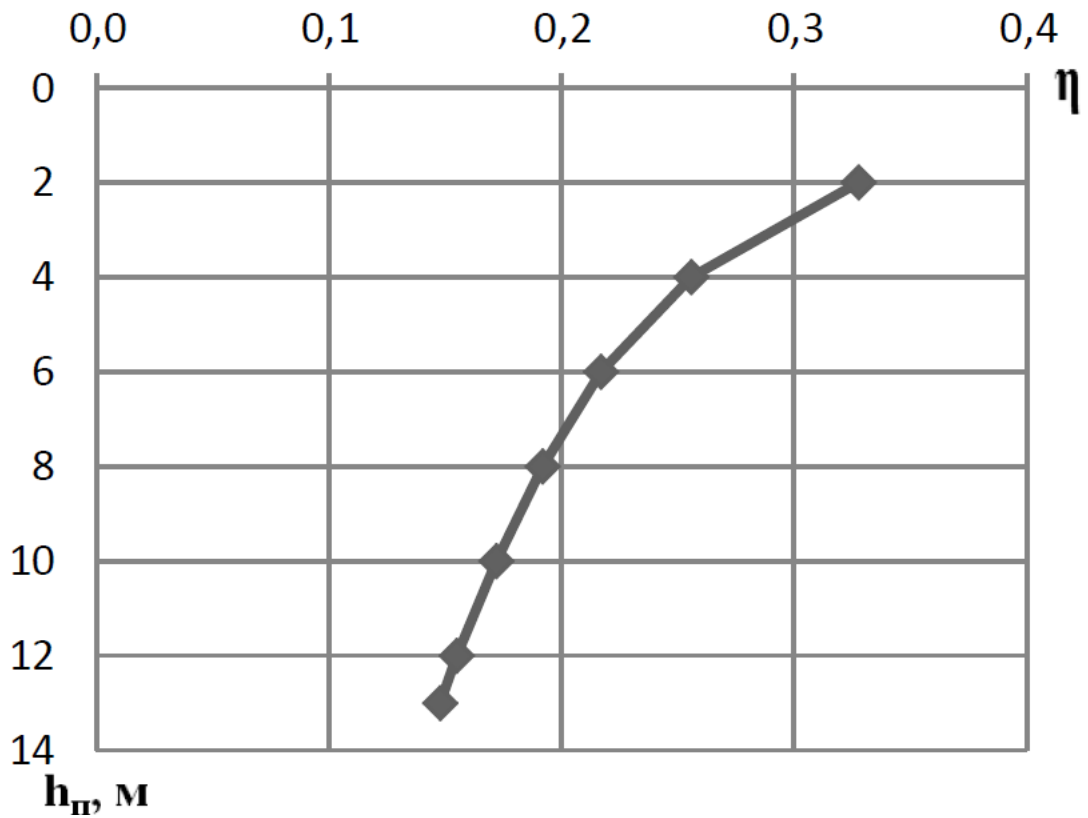


Рис. 3.3 Залежність ККД удару молота від глибини занурення палі

3.5 Розрахунок чистого часу занурення палі

Чистий час занурення палі записується у вигляді [8]

$$t_{чп} = \int_{l_0}^{l_{п}} \frac{dz}{V(z)}, \quad (3.24)$$

при

$$V(z) = v^* S_a \geq V_{min}, \quad (3.25)$$

де L_n - глибина забивання палі;

$V(z)$ - швидкість занурення палі;

v^* - частота впливів (ударів, коливань) занурювача;

S_a - відмова (подача, т. е. занурення палі від одного впливу);

z - ордината (поточна глибина занурення),

l_0 - глибина занурення без забивання, під власною вагою палі і молота з наголовником;

V_{min} - мінімальна швидкість занурення з умови забезпечення прийнятною продуктивності.

На рис.3.4 зображений інтеграл чистого часу занурення палі як еюра швидкостей по глибині забивання.

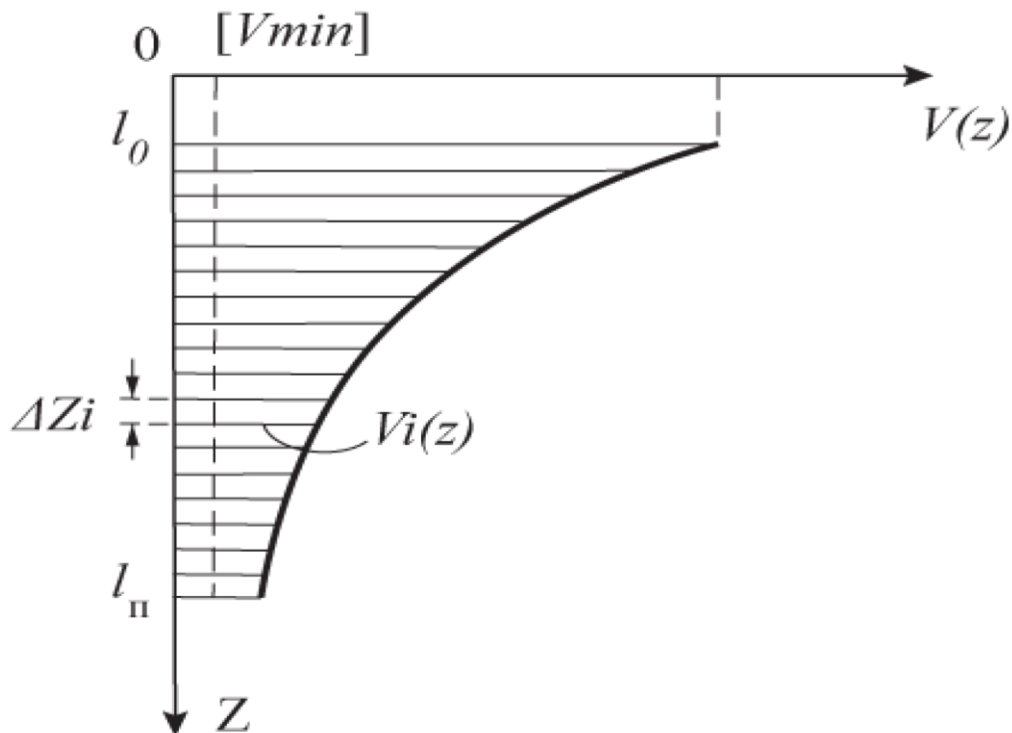


Рис. 3.4 Залежність швидкості забивання палі від глибини її занурення у вигляді еюри

На практиці рекомендуємо застосувати метод пошарового підсумовування часу забивання.

Чистий час занурення палі визначаємо за формулою

$$t_{чп} = \sum t_i = \sum \frac{h_i}{V_i}, \quad (3.26)$$

$$V_i = S_a v, \quad (3.27)$$

де V_i - середня швидкість занурення в даному i -му шарі ґрунту;

v - частота ударів молота;

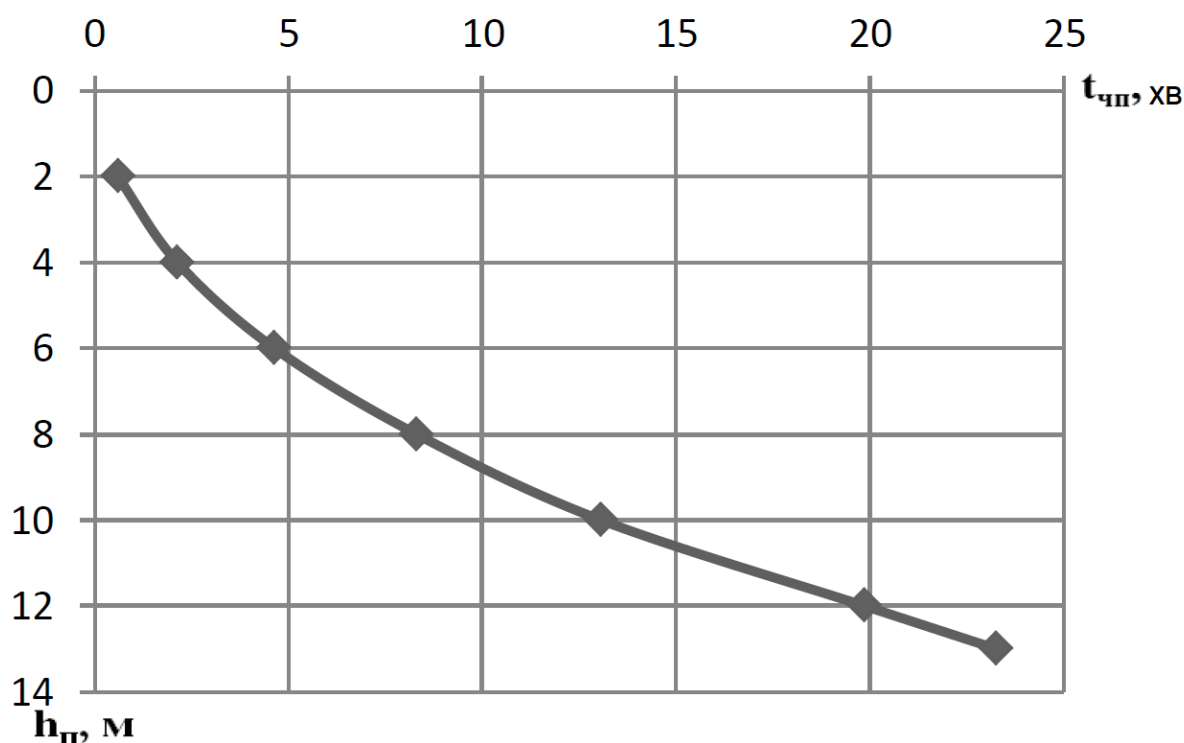


Рис. 3.7 Залежність чистого часу забивання палі від глибини її занурення

3.6 Аналіз залежностей використаної роботи дизель-молота від величини занурення забивних палей в ґрунт

У загальному випадку занурення палі можна уявити як процес зіткнення трьох тіл - ударної маси молота, маси палі з урахуванням наголівника і нерухомої частини молота і масиву ґрунту, що протікає в умовах пластичної деформації ґрунту (рис. 3.8).

Робота, здійснена ударною масою m_y за один удар, дорівнює кінетичної енергії молота масою $m_y + m_n$, палі масою m_c і наголівника масою $m_{наг}$ після нанесення удару (рис. 3.8, в):

$$A = \frac{m_y + m_n + m_c + m_{наг}}{2} V^2, \quad (3.28)$$

де m_y – маса ударної частини молота;

m_n – маса нерухомої частини молота;

m_c – маса палі;

висновки про характер зміни розрахункових опорів ґрунту, ККД удару дизельних молотів.

Дослідження має точковий характер і може бути використано для більш глибокого вивчення зміни ККД удару пальових молотів.

					ДІТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						48
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ЗАБИВАННІ ПАЛЬ ДИЗЕЛЬ-МОЛОТОМ

4.1 Основні правила ведення палезабивних робіт

Згідно НПАОП 63.21-1.03-96. [15] Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг і на інших об'єктах дорожнього господарства (32090).

Монтаж копра (збирання, піднімання, вивішування і переміщення), а також його демонтаж необхідно виконувати за існуючою в паспорті схемою чи за проектом, затвердженим головним інженером будівельної організації під безпосереднім наглядом майстра, механіка чи виконробу.

Із вежі копра перед її підніманням (опусканням) повинні бути усунені всі незакріплені деталі, інструмент та інші предмети.

При підніманні (опусканні) копра, зібраного в горизонтальному положенні, повинні бути припинені всі роботи в радіусі, рівному довжині підйимальної конструкції плюс 5 м.

Якщо з тих чи інших причин треба припинити піднімання копра, то останній встановлюється на підведені під нього шпальні кліті, а лебідка розвантажується. Забороняється довго утримувати піднімальну ферму копра гальмом лебідки.

Гранична маса молоту і маса палі для даного копра зазначаються на фермі копра або його рамі. Забороняється перевищувати граничні маси і вимикати обмежувач вантажопідйомності.

Підтягання палі виконується тільки через відповідний блок, що закріплений біля основи копра, по прямій лінії в межах видимості моториста лебідки.

Для забивання похилих палей дозволяється застосовувати тільки універсальні чи спеціально пристосовані копри.

Робочі майданчики копра і сходів для піднімання з ухилом до 75° повинні мати поручні висотою не менше 1000 мм.

На прямовисних сходах, а також на сходах з кутом нахилу до обр'ю понад 75° при висоті понад 5 м улаштовуються, починаючи із 3 м, огорожі у вигляді дуг

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						49
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(кілець) на відстані один від одного не більше 1000 мм з поздовжніми зв'язками (стрічками).

Стальні канати і такелажні пристрої, що застосовуються на пальових роботах, повинні відповідати вимогам "Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів" ДНАОП 0.00-1.03-93 [17]. Коефіцієнт запасу міцності канату при механічному приводі — не менше 6, при ручному — 4,5.

Кожна копрові установка повинна бути обладнана звуковою сигналізацією, яку необхідно включати перед пуском пальового молоту.

Пересування копра повинно здійснюватися по рейкових коліях або надійній горизонтальній основі під наглядом майстра чи виконробА. Стан колій для пересування копра необхідно перевіряти перед початком зміни і в процесі роботи. Під час роботи копер необхідно закріплювати на рейках протиугінними пристроями.

Пересувати або повертати копри дозволяється тільки при вимкнутій подачі пари (стислого повітря).

Піднімання палі разом із надітим на неї палебійним снарядом дозволяється при достатній вантажопідйомності лебідки.

В іншому випадку паля і палебійний снаряд повинні підійматися окремо.

При підніманні палю необхідно утримувати від розгойдування і крутіння за допомогою відтяжок. Вантажопідйомний гак необхідно комплектувати із замикаючим пристроєм.

При зрізуванні верхівок не забитих до кінця паль необхідно вжити заходів проти раптового падіння частини зрізуваної палі.

Установка паль і палебійного устаткування проводиться без перерви до повного їх закріплення на місці. Залишати їх підвішеними не допускається. При неможливості закінчити установку та закріплення, вантаж, що підіймається (паля, молот), повинен бути опущений на тверду основу.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						50
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При забиванні паль на суші чи воді робота копра із підмостей естакади або плавзасобів дозволяється при наявності проекту виконання робіт з урахуванням охорони праці, затвердженого головним інженером організації, що буде.

Для подачі пари (стислого повітря) повинні застосовуватися жорсткі пароповітряні трубопроводи з шарнірним з'єднанням. Гнучкі паропровідні шланги високого тиску використовуються тільки в межах копра і повинні мати мінімальну довжину.

Шланги, які підводять пару чи стисле повітря до копра, повинні випробовуватися на міцність тиском, що перевищує робочий в 2 рази.

З'єднання парових (повітряних) шлангів один із одним і з пальовим молотом виконується не менше ніж двома хомутами. Забороняється застосовувати дротяні скрутні.

При забиванні паль плаваючим копром необхідно забезпечити надійне його розчалення останнього до якорів, що закріплені на березі чи дні водойми. Постійний зв'язок з берегом повинен здійснюватися за допомогою чергового човна, катера чи по надійному пішохідному містку.

Плаваючий копер повинен бути забезпечений рятувальними плавзасобами (човен, круги, пояси).

Забивання паль з криги дозволяється по спеціально розробленому проекту виконання робіт, затвердженому головним інженером будівельної організації, при цьому робочий майданчик повинен бути очищеним від снігу.

Складати палі та інші матеріали на кризі дозволяється при достатній міцності крижаного покриву і на відстані не менше 25 м від місця забивки.

Забороняється знаходитися під піднятим пальовим молотом, навіть якщо він закріплений.

Під час перерви в роботі пальовий молот повинен бути опущений в нижнє положення і закріплений на стрілі копра.

На барабані лебідки завжди повинно залишатися не менше двох витків канату. Лебідка повинна бути укомплектована канатоукладачем.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						51
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При забивці палі дизель-молотом необхідно: заливати в бачок молота відфільтроване дизельне паливо; не допускати підскакування ударної частини до верхньої траверси; негайно припиняти роботи при виявленні погнутості напружених штанг.

Забороняється запускати дизель-молот, наливаючи на головку поршня бензин.

Закріплювати віброзанурювач на оголовку палі або оболонці допускається за спеціально розробленими для даного типу віброзанурювача і палі (оболонки) кресленнями.

До початку роботи і не менше 2 раз в зміну необхідно ретельно оглядати віброзанурювач: болтові з'єднання, зварні шви наголовника, кінцеві гайки, з'єднання проводів і інші деталі.

При виявленні замикання на корпус віброзанурювача або яких-небудь інших несправностей роботу необхідно припинити і вжити заходів для їх усунення. Не допускається забивати палі при нещільному з'єднанні її із наголовником, а також при наявності бокових коливань і стуку.

Віброзанурювач дозволяється включати після опускання його на палю і ослаблення підтримуючих поліспастів. Ослаблений стан поліспастів повинен зберігатися протягом всієї роботи віброзанурювачів. При кожній перерві в роботі вібратор необхідно вимикати.

Вантажопідйомність використовуваного для віброзанурювача крану повинна складати не менше подвоєної сумарної ваги віброзанурювача і занурюваної палі (оболонки).

Підіймати і опускати підмивні труби, пристрій для вилучення ґрунту з порожнини оболонки і труб необхідно спеціальними лебідками або кранами.

Пробурені свердловини для установки буровставних або буродобивних палей повинні бути перекриті щитами.

При улаштуванні свердловин підричним способом слід дотримуватися вимог "Єдиних правил безпеки при вибухових роботах" [ДНАОП 0.00-1.17-92](#) [18].

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						52
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Баби для ручного забивання паль повинні бути укомплектовані достатньою кількістю ручок: масою до 100 кг — чотирма, понад 100 кг — шістьма. Ручки повинні бути гладкими, мати переріз овальної форми і розташовуватися по периметру баби рівномірно і з достатнім зазором, щоб уникнути ушкодження пальців працюючих.

При забиванні паль із підвісних підмостей останні повинні бути ретельно перевірені на міцність, стійкість і розчалені канатами. Забороняється улаштовувати підмості висотою понад 3 м.

При забиванні паль за допомогою коловороту чи лебідки необхідно дотримуватися таких вимог:

- коловорот чи лебідка повинні бути надійно закріплені;
- підшипник коловороту повинен бути міцним і надійно закріплюватися в тілі коловороту і захоплюватися хомутами;
- аншпуги повинні бути міцними, виготовленими з пружного і в'язкого дерева;
- лебідка повинна мати храпову заскочку з пружиною і стрічкове гальмо, що перешкоджають зворотному обертанню барабана лебідки.

Забороняється використовувати лебідку при наявності будьяких несправностей, а також лебідки, що не мають гальм.

При вилученні загнившої частини дерев'яної палі або опорної стійки моста необхідно вжити такі заходи безпеки:

- паля (стійка), що ремонтується, звільняється від всіх навантажень;
- перед зняттям поперечних і поздовжніх горизонтальних зв'язків замість їх повинні бути поставлені необхідні тимчасові додаткові зв'язки і кріплення, що забезпечують стійкість опори;
- при ремонті опор рух по мосту повинен бути обмеженим в межах, що виключають перевантаження конструкції опори, чи закритим.

При ремонті всього комплексу дерев'яних опор, паль і стійок без розбирання прогінної конструкції необхідно вивішувати прогінні конструкції у порядку черговості на тимчасові опори.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						53
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Санітарно-гігієнічні умови праці

Особливості палезабивних робіт полягають у тому, що вони виконуються під відкритим небом при значних коливаннях температури і вологості повітря, іноді на великій відстані від населених пунктів, що значно обмежує можливості надання своєчасної медичної допомоги. Досить часто робота і відпочинок ускладнюються появою комах або тварин, контакти з якими можуть привести до виникнення інфекційних захворювань або погіршення стану здоров'я.

На палезабивних роботах праця і побут працівників тісно пов'язані, тому здоров'я і працездатність їх багато в чому залежать від організації харчування, побуту та відпочинку.

4.2.1 Утримання виробничо-побутових приміщень

Всі виробничі об'єкти повинні бути забезпечені гардеробними, шафами для спецодягу і спецвзуття, приміщеннями для відпочинку і харчування, душовими або лазнями, умивальниками і пральнями, медичним пунктом, кімнатами особистої гігієни жінок, туалетами тощо.

Виробничі і побутові приміщення, а також обладнання і інвентар, що знаходяться в них, необхідно утримувати у чистоті згідно з вимогами інструкції по санітарному утриманню приміщень і обладнання виробничих підприємств. Інструменти повинні утримуватись у чистоті і зручних для користування місцях.

Цементну або цегляну підлогу на місцях постійного знаходження працівників необхідно покривати еластичними теплоізоляційними настилами або дерев'яними решітками.

У всіх приміщеннях необхідно мати внутрішнє опорядження, яке б включало накопичення і сорбцію парів токсичних речовин і дозволяло прибирати їх будь-яким способом (вакуумним, вологим), а також підлогу з неслизькою поверхнею, яка легко очищається. Прибирати підлогу необхідно регулярно 1 раз на зміну.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						54
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розлиті на підлогу паливно-мастильні матеріали і токсичні речовини потрібно негайно видалити. У душових та гардеробних приміщеннях стінки і перегородки необхідно облицьовувати на висоту не менш 2,5 м вологостійкими матеріалами, які легко піддаються миттю і чищенню гарячою водою. Для миття підлоги і стін слід встановити крани з шлангом.

Кількість душових сіток визначається залежно від кількості працюючих у найбільш численній зміні згідно ДБН В.2.5.-28-2006. Кількість води на одну людину приймається 60 л. Тривалість роботи душової не повинна перевершувати 45 хвилин.

Їдальні можуть бути розміщені в адміністративно-побутових комбінатах або за їх межами. Відстань від виробничих приміщень до їдальні повинно бути не більше 300 м при перерві тривалістю 30 хвилин і не більше 600 м – при перерві тривалістю 1 година. Кількість посадочних місць у їдальні залежить від кількості працівників і приймається такою, щоб тривалість перебування у їдальні не перевершувала 20 хвилин, а у буфеті – 12 хвилин. На кожні 50 посадочних місць необхідно мати один умивальник.

Всі виробничі майданчики і територію селищ необхідно утримувати в чистоті. Збирати і зберігати виробничі та побутові відходи необхідно у спеціально відведених та пристосованих для цієї мети місцях. Ховати їх або знищувати треба у встановленому порядку.

Сміттеві ями і контейнери повинні обладнуватись кришками, які щільно закриваються. Відходи отруйних речовин і речовин, що розкладаються, слід зберігати, транспортувати і знищувати з дотриманням санітарних правил.

Сміттеві ями, контейнери і туалети необхідно влаштовувати не ближче 30 м від виробничих і житлових приміщень у місцях, щоб уникнути забруднення навколишнього середовища.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						55
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.2 Освітлення

Природне і штучне освітлення території, виробничих та допоміжних будівель необхідно забезпечувати згідно з нормами природного і штучного освітлення. У виробничих і службових приміщеннях з постійним перебуванням працівників для денних робіт необхідно передбачати природне освітлення. В світлових отворах будинку необхідно передбачати пристосування і пристрої (сонцезахисні козирки, жалюзі, штори, тощо), які б усували на робочому місці засліплюючу дію прямого і відбитого світла.

Освітлення постійних робочих місць необхідно забезпечувати стаціонарними джерелами загального освітлення: лампами розжарювання або люмінесцентними лампами. У разі недостатності загального освітлення робочі місця повинні бути забезпечені місцевим освітленням.

На випадок раптового відключення штучного освітлення об'єкти робіт безперервного виробництва, а також робочі місця з підвищеною небезпекою необхідно забезпечити аварійним освітленням з рівнем освітленості не нижче 10% від встановлених норм для даного виду виробництва. Аварійне освітлення повинно мати незалежне джерело живлення.

4.2.3 Робота в різних кліматичних умовах

При виконанні палезабивних робіт у різні періоди року і у різних природно – географічних умовах одним з основних параметрів, що впливають на здоров'я та працездатність робітників є кліматичні умови праці і побуту.

До кліматичних умов належать температура (t , $^{\circ}\text{C}$), відносна вологість (ϕ , %), і швидкість повітря (V , м/с) та атмосферний тиск (P , Па). Кліматичні умови, при яких не виникають неприємні відчуття холоду або перегріву, зветься комфортними.

Температура повітря при палезабивних роботах в Україні змінюється в досить широких межах від -40°C зимою до $+45^{\circ}\text{C}$ літом. При цьому здоров'я і працездатність людини зберігається тому, що температура її тіла залишається

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						56
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

постійною в межах $t = 36 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$. Це відбувається за рахунок терморегуляції - тобто спроможності людини підтримувати стабільну температуру свого тіла незалежно від температури повітря. Терморегуляція здійснюється за рахунок двох складових теплообмін процесів: теплопродукції і тепловіддачі.

Теплопродукція здійснюється за рахунок вироблення організмом тепла (під час роботи, окислення їжі). Основним джерелом тепла в організмі є печінка. Тепло переноситься в інші органи і частини тіла за допомогою крові. Трудова діяльність людини пов'язана з додатковою витратою енергії, джерелом якої є харчові продукти. За одиницю виробленої або спожитої енергії та енергетичної цінності харчових продуктів використовується калорія (кал) або кілокалорія (ккал).

Механічний еквівалент 1 ккал становить 4187 Дж. Теплопродукція є результатом хімічної реакції окислення, тому кількість виробленого тепла напряму залежить від кількості спожитого кисню. Основний обмін людини, тобто споживання кисню натщесерце в стані м'язового спокою, дорівнює 200 – 250 мл/хв., що відповідає енергетичним витратам 1 – 1,2 ккал/хв.

Комфортною для людини є температура повітря $t = 22 \dots 24^{\circ}\text{C}$. При цих температурах споживання кисню і, як слідство, величина теплопродукції стабільна (зона байдужості рис. 4.1). Якщо температура знижується нижче $+15^{\circ}\text{C}$ спостерігається зростання теплопродукції (нижня зона підвищеного обміну рис. 4.1).



Рис. 4.1 Вплив температури повітря на споживання кисню

При температурах вище $+25^{\circ}\text{C}$ спочатку спостерігається зниження теплопродукції для запобігання перегріву організму (зона зниженого обміну), а потім при температурах більше $33 - 35^{\circ}\text{C}$ захисні функції організму вичерпуються і починається різкий зріст вироблення тепла організмом (верхня зона підвищеного обміну). Це дуже небезпечно і може призвести до перегріву організму. Таким чином терморегуляція теплопродукцією відіграє позитивну роль лише при температурах до $+33^{\circ}\text{C}$.

Видалення надлишків тепла виконується за рахунок тепловіддачі. При низьких температурах вона виявляється у зменшенні перерізу периферичних кровоносних судин, відтоку крові до внутрішніх органів і зменшенні тепловіддачі. При високих температурах переріз кровоносних суд збільшується, що сприяє збільшенню тепловіддачі. Кровообіг кисті і передпліччя при низькій температурі може зменшитися в 4 рази, а при високій – збільшиться в 5 разів.

Відведення надлишків тепла в основному виконується конвекцією, випромінюванням і потовипаровуванням.

На долю конвекції, тобто нагріву повітря, яке контактує з поверхню тіла людини, припадає близько 30% відданого тепла.

Між двома тілами з різною температурою існує передача теплової енергії без нагріву повітря. Це теплообмін випромінюванням. При цьому питома потужність випромінювання пропорційна четвертому ступеню абсолютної температури. На долю випромінювання припадає біля 45% відданого тепла.

Навіть в комфортних умовах людина втрачає до 0,6 л води в добу за рахунок потовиділення. При випаровуванні 1 кг поту від організму відводиться 2450 Дж тепла. В умовах жаркого клімату при температурі повітря більше 33°C відведення тепла, що утворюється в організмі і отриманого від зовнішніх джерел за рахунок конвекції і випромінювання, різко зменшується. Основним шляхом відведення тепла при цьому є винесення його за рахунок потовипаровуванням.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						58
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.4. Вентиляція

У всіх виробничих приміщеннях необхідно мати вентиляцію згідно з вимогами будівельних норм і правил. Приміщення, де проводяться роботи з шкідливими речовинами 1 і 2 класів небезпеки, необхідно обладнувати окремою вентиляційною системою, не пов'язаною з вентиляцією інших приміщень.

Концентрація шкідливих речовин і аерозолів у повітрі робочої зони не повинна бути вище встановлених чинними нормами. У виробничих приміщеннях, де можливо виділення вибухонебезпечних або токсичних речовин, необхідно організувати контроль складу повітря залежно від класу небезпеки шкідливої речовини. У разі виявлення отруйних газів або пари, концентрації яких можуть шкідливо вплинути на здоров'я людини, роботи в них необхідно зупинити, а працюючих вивести у безпечне місце.

Висновки. Розглянуті умови безпечного проведення палезабивних робіт, як поблизу забудов, так і на відкритій місцевості.

Проведений аналіз належних санітарно-гігієнічних умов праці при палезабивних роботах коли праця і побут працівників тісно пов'язані, здоров'я і працездатність їх багато в чому залежать від організації харчування, побуту та відпочинку.

Проведений аналіз основних факторів, що визначають вибір копрів і пальового обладнання, таких як маса і довжина паль що занурюються, конфігурація пальового поля і розташування паль, гідрогеологічні умови, фізико-механічні характеристики ґрунтів, товщина мерзлого шару, необхідна точність занурення паль, терміни здійснення пальових робіт.

Описані конструкції трубчастих та штангових дизель-молотів, описані відмінності та переваги кожного.

					ДІТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						59
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Розглянуті такі методи занурення палів у ґрунт: ударний метод, з застосуванням вібрації, віброударний метод, метод вібровдавлювання, загвинчування, занурення внаслідок підмиву ґрунтів, з застосуванням електроосмосу.

Всі перераховані вище способи занурення палів мають свої особливості, які були розглянуті більш детально, проведений порівняльний аналіз та визначені найбільш ефективні методи при різних умовах.

З проведеного дослідження визначено, що за допомогою віброзанурювача і молота одиночної дії можна уникнути критичних вібраційних навантажень на будівлі при забиванні палів в умовах міської забудови.

Для забивання палів за допомогою віброзанурювача використовується дуже велика кількість енергії, тому він економічно теж не вигідний у використанні, а також як уже говорилося, віброприскорення які він надає дуже близько знаходяться до нормальних, некритичним значенням.

Гідромолот і дизель-молот безпечно використовувати тільки на відстанях великих 150-200 метрах від будівель і конструкцій, а такі відстані не підходять для щільної міської забудови, для якої вибирається найбільш раціональний у використанні вид палів.

Сформульована методика визначення основних параметрів обладнання для занурення забивних блоків.

Визначені формули, що дозволяють проводити розрахунок повної енергії удару дизель-молота з урахуванням витрат палива в його камері згоряння.

Побудовані графіки зміни суми розрахункового опору ґрунту під нижнім кінцем палів і розрахункового опору *i*-го шару ґрунту основи на бічній поверхні палів. Крім того, визначена несуча здатність палів по ґрунту.

Представлена методика розрахунку зміни ККД удару молота для трьох показників текучості глинистого ґрунту. Виявлені залежності дозволили зробити

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						60
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

висновки про характер зміни розрахункових опорів ґрунту, ККД удару дизельних молотів.

Дослідження має точковий характер і може бути використано для більш глибокого вивчення зміни ККД удару пальових молотів.

					ДІТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						61
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Крутов В.И., Тропп В.Б. Фундаменты из забивных блоков. - К. Будівельник, 1967. - 120 с.
2. Хмара Л.А., Осипчук В.И., Пантелеенко В.И. Исследование процесса погружения фундаментов-оболочек в грунтовое основание. Ж. "Механизация строительства", №6, 1995.-с.13-15.
3. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Погружение тонкостенных фундаментов-оболочек в грунтовое основание.// Всеукраїнський міжвідомчий збірник наукових праць Гірничі, Будівельні, Дорожні та Меліоративні машини. Випуск №58, Київ - 2002.-С.44-50.
4. Хмара Л.А. Пантелеєнко В.І. Дослідження та розробка копрового обладнання для занурення тонкостінних фундаментів-оболонок при спорудженні нульового циклу будівель різного призначення // Вісник Українського Державного Університету Водного Господарства та Природокористування. Частина 6. Машинознавство, математичне моделювання. Збірник наукових праць, Випуск 5, Рівне – 2002- С. 94-102.
5. Хмара Л.А., Пантелеєнко В.І. Дослідження і визначення основних параметрів обладнання для занурення фундаментів-оболонок.// Вісник Придніпровської Державної Академії Будівництва та Архітектури, №1, 2002.- С.52-56.
6. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Высокоэффективное оборудование для погружения фундаментов-оболочек в грунт.// Строительство, материаловедение, машиностроение. -Днепропетровск: ПГАСиА. - 2002.- Випуск 15, Часть 3 - С.95-96.
7. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Исследование взаимодействия системы "молот-наголовник-оболочка-грунт" с грунтовым основанием.// Сб. науч. тр. Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. Випуск 15. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование. 2002.- С.161-170.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						62
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Хмара Л.А. Пантелеєнко В.І. Методика вибору та призначення раціональних параметрів обладнання для занурення фундаментів-оболонок // Збірник наукових праць, Української Державної Академії Залізничного Транспорту, Випуск 50, Харків –2002. -С. 10-16.
9. Хмара Л.А., Пантелеєнко В.І. Создание копрового оборудования для погружения фундаментов-оболочек // Механизация строительства, №1, Москва-2003.- С. 4-7.
10. Хмара Л.А., Пантелеєнко В.І. Исследование качественных закономерностей процесса погружения фундаментов-оболочек в грунт // Строительство, материаловедение, машиностроение. -Днепропетровск: ПГАСиА. - 2003.- Выпуск 22, Часть 2 - С. 236-240.
11. Хмара Л.А., Пантелеєнко В.І. Исследование, разработка и создание высокоэффективного копрового оборудования для погружения фундаментов-оболочек // Сб. науч. тр. ХНАДУ Автомобильный транспорт, серия Совершенствование машин для земляных и дорожных работ. Выпуск 11, Харьков-2003.- С. 24-26.
12. Хмара Л.А., Пантелеєнко В.І. Исследование и разработка высокоэффективного оборудования для погружения тонкостенных фундаментов-оболочек в грунтовое основание // Строительные и дорожные машины, №6, Москва - 2003.-С. 37-40.
13. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко Госстрой СССР. СНиП II – 22 – 81. Строительные нормы и правила. Часть II. - М: Стройиздат, 1983 - 39с.
14. "Єдині правила безпеки при вибухових роботах" [ДНАОП 0.00-1.17-92](#).
15. НПАОП 63.21-1.03-96. Правила охорони праці при будівництві, ремонті та утриманні автомобільних доріг і на інших об'єктах дорожнього господарства (32090).
16. "Численные методы в инженерных исследованиях", В.Е. Красевич, К.Х. Зеленский, В.И. Гречко.-К.:Высшая школа, 1986.-263с.

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						63
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. ДНАОП 0.00-1.03-93 "Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів" .

18. ДНАОП 0.00-1.17-92 "Єдиних правил безпеки при вибухових роботах".

					ДІПТ. 630000. 302. МРПЗ	Арк.
						64
Зміна	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		