

УДК 69.059;624.15;725

*О.М. Галінський, к.т.н.; О.М. Чернухін, к.т.н.;
С.А. Марчук; В.М. Хоменко, НДІБВ, Київ***ВПЛИВ ВІБРАЦІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ
СТАДІОНУ ТА ПРИЛЕГЛІ БУДІВЛІ ПРИ
ВИКОНАННІ РОБІТ ІЗ ВЛАШТУВАННЯ
ПАЛЬ ТА ДЕМОНТАЖУ БУДІВЕЛЬНИХ
КОНСТРУКЦІЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ
НСК «ОЛІМПІЙСЬКИЙ» У КИЄВІ****АНОТАЦІЯ**

Розглянуто розповсюдження вібрації в ґрунті, що виникає при бурінні свердловин буровими установками та руйнуванні залізобетонних конструкцій гідромолотами на базі екскаваторів, та її вплив на розташовані поруч будівельні конструкції при виконанні робіт з реконструкції НСК «Олімпійський» у м. Києві. Розглянуто заходи зі зменшення впливу вібрації від дії бурових машин та гідромолотів на існуючі будівельні конструкції.

Ключові слова: вібрація, ґрунт, будівельні конструкції, бурова установка, гідромолот, віброізоляція.

При виконанні робіт із реконструкції НСК «Олімпійський» у м. Києві будівельні конструкції стадіону та розташовані поблизу будівлі зазнають значного вібраційного впливу від роботи машин та механізмів, що працюють на будівельному майданчику.

На території НСК виконувався великий обсяг робіт із руйнування існуючих залізобетонних конструкцій, серед яких: 20 пілонів та 20 ригелів трибун верхнього ярусу стадіону, 80 ригелів трибун нижнього ярусу, 3 підпірні стіни з боку Черепанової гори, 4 ростверки освітлювальних опор та інші конструкції із загальним об'ємом руйнування понад 6000 м³. Також здійснювалось буріння понад 2,5 тисяч свердловин діаметром 620-800 мм і глибиною до 25,7 м під палі будівель «зони вболівальників», «VIP-зони» та «холодної зони» та діаметром до 1000 мм для влаштування нових підпірних стін з боку Черепанової гори. Ці роботи виконувались при великій концентрації машин та механізмів на обмежених площах у стислих умовах.

Роботи з руйнування залізобетонних конструкцій, які виконувались гідралічними молотами на

базі екскаваторів, та роботи з буріння у ґрунті свердловин під палі важкими буровими установками були одним із джерел найбільш суттєвих вібраційних впливів на конструкції НСК «Олімпійський».

Вібрація негативно впливає на будівельні конструкції, викликаючи в них додаткові напруження, які сприяють появі пошкоджень, та може викликати осадку фундаментів. Найчастіше і досить швидко руйнування об'єкта настає при вібраційних впливах за умов резонансу.

Додатковим чинником, що ускладнював виконання будівельних робіт, було те, що деякі прилеглі до стадіону будівлі, особливо льодовий коток «Крижинка», вже до початку робіт із реконструкції НСК мали пошкодження у вигляді тріщин у несучих конструкціях, а пілони трибун верхнього ярусу висотою 15 м не мали достатньої стійкості.

У зв'язку з цим постало питання про визначення впливу вібрації на будівельні конструкції.

Для вивчення впливу вібрації на фундаменти пілонів стадіону, які є одними з найбільш відповідальних будівельних конструкцій, та на існуючі будівлі спорткомплексу НДІБВ було виконано вимірювання вібрації, що виникає від буріння свердловин та руйнування ростверків освітлювальних опор.

Найбільш несприятливі умови склалися при бурінні свердловин ТОВ «БМК Планета-Міст» при влаштуванні паль під будівлю «зони вболівальників», будівельний майданчик якої знаходився біля пілону по осі 710 у котловані глибиною до 10 м. Стіни котловану з боку пілонів були закріплені тимчасовою підпірною стіною з трьома ярусами анкерів. Підпірна стіна знаходилась між буровою машиною та пілонами на відстані 6-10 м від фундаментів пілонів верхнього ярусу трибун стадіону (рис. 1).

Свердловини діаметром 620 мм та 800 мм, глибиною до 20 м нижче дна котловану виконувались буровими установками BAUER BG 36 під захистом металевої обсадної труби за технологією «випередження забою».

Технологія «випередження забою» передбачає вдавлення металевої обсадної труби в ґрунт та подальше виймання ґрунту шнековим буром. Ця технологія дозволяє знизити вплив процесу буріння свердловини на розташовані навколо будівельні конструкції. Обсадна труба складається із секцій двометрової довжини, які подаються до

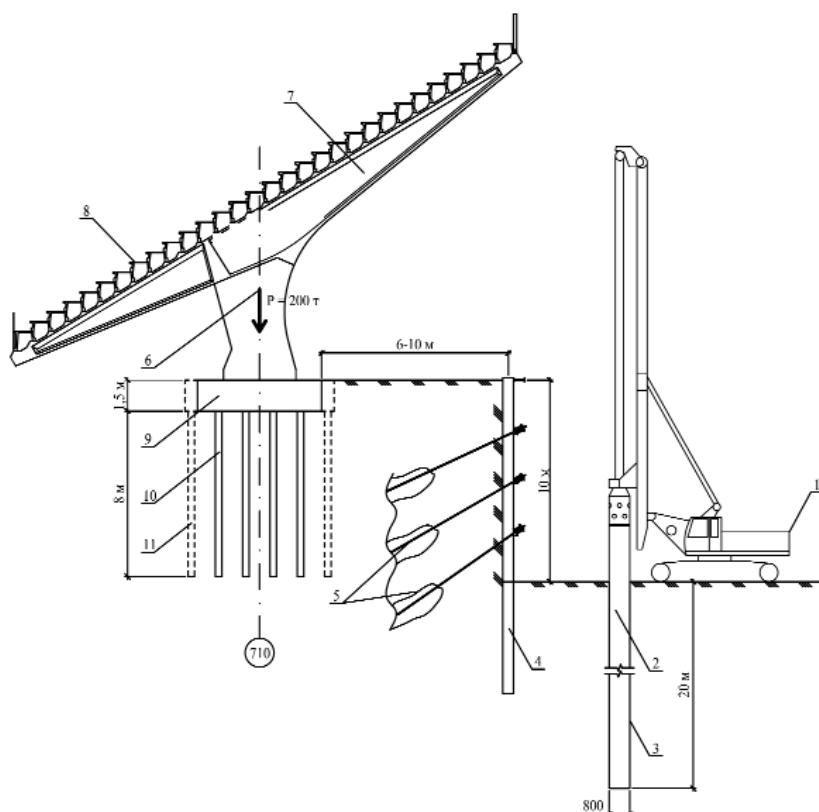


Рис. 1. Буріння свердловини буровою установкою BAUER BG 36 біля підпірної стіни

«зони вболівальників»:

- 1 – бурова установка BAUER BG 36;
- 2 – обсадна труба;
- 3 – свердловина діаметром 800 мм;
- 4 – тимчасова шпунтова підпирна стіна «зони вболівальників»;
- 5 – ґрунтові анкери;
- 6 – пілон трибун верхнього ярусу загальною вагою зі складками та ростверком близько 200 т;
- 7 – консоль (ригель) пілону;
- 8 – залізобетонна складка;
- 9 – ростверк пілону;
- 10 – палі пілону (8 шт);
- 11 – додаткові палі пілону (10 шт).

свердловини за допомогою лебідки, встановленої на штанзі бурової установки.

Ґрунт, який виймався із свердловини, обертальними рухами шнека струшувався у відвал біля бурової установки. Такий спосіб очищення шнека спричиняє значну вібрацію, яка перевищує вібрацію від самого процесу буріння, тому НДІБВ було рекомендовано використовувати захватні засоби для зняття ґрунту зі шнека при його зворотному обертанні.

Бурова установка BAUER BG 36 під час струшування ґрунту зі шнека зображена на рис. 2. Основні технічні характеристики бурової установки BAUER BG 36 наведено в таблиці 1

При реконструкції НСК «Олімпійський» також виконувались роботи з руйнування чотирьох залізобетонних ростверків фундаментів освітлю-

вальних опор. Ростверк фундаменту освітлювальної опори представляв собою монолітний залізо-

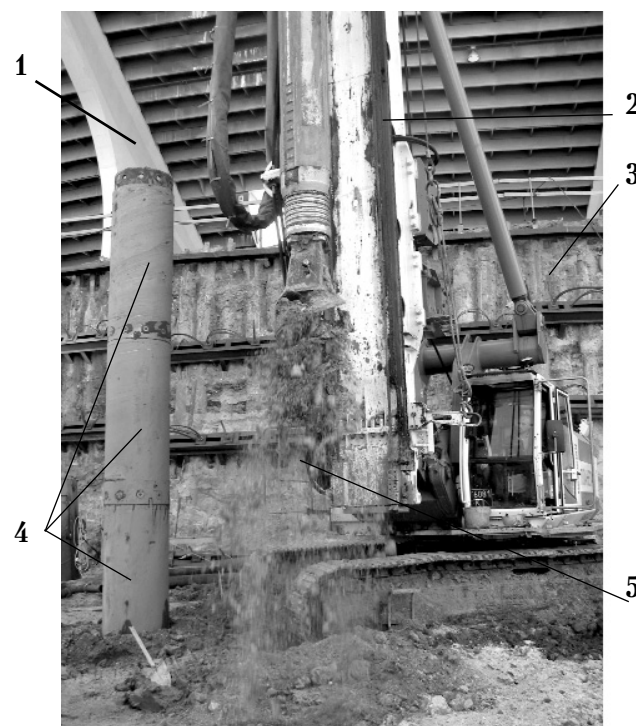


Рис. 2. Бурова установка BAUER BG 36 під час струшування ґрунту зі шнека: 1 – пілон трибун верхнього ярусу стадіону; 2 – бурова установка BAUER BG 36; 3 – тимчасова підпирна стіна «зони вболівальників»; 4 – секції обсадної труби; 5 – ґрунт, який струшується зі шнека.

Таблиця 1. Основні технічні характеристики бурової установки BAUER BG 36

Характеристика	Значення
Потужність двигуна, кВт	354
Обертальний момент, кНм	367
Споряджена маса, т	115
Макс. глибина буріння, м	68,6
Макс. діаметр буріння, м	2,3



Рис. 3. Руйнування ростверка фундаменту освітлювальної опори №4 в межах осей 320-330: 1 – екскаватор; 2 – гідромолот; 3 – ростверк фундаменту освітлювальної опори; 4 – пілон трибун верхнього ярусу стадіону.

бетонний масив діаметром 6,8 м, висотою 1,5 м і об'ємом близько 55 м³. Відстань від ростверків до пілонів трибун верхнього ярусу складала 16 м, а від одного з цих ростверків до будівлі льодового катку «Крижинка» – 8 м.

Роботи з руйнування ростверку освітлювальної опори виконувались ТОВ «Техбудмеханіка».

Руйнування виконувалося гідравлічним молотом INDECO HP2500, що має енергію удару до 3,5 кДж, який навішувався на стрілу екскаватора (рис 3). Основні технічні характеристики гідравлічного молота INDECO HP2500 наведено в таблиці 2.

Відкидання бетонного лому у відвал виконувалося екскаватором із ковшем «зворотна лопата» об'ємом 1 м³.

Під час вимірювання вібрації в зоні навколо ростверку освітлювальної опори машини та механізми, не задіяні в демонтажу, не працювали.

Таблиця 2. Основні технічні характеристики гідравлічного молота INDECO HP2500

Характеристика	Значення
Вага молота в робочому стані, кг	1500
Діаметр робочого органу, мм	130
Регульований тиск молота, бар	115-140
Регульований тиск екскаватора, бар	180
Енергія удару, Дж	3120
Кількість ударів за хвилину	420-870

Вимірювання вібрації від робіт із буріння свердловин та руйнування ростверків освітлювальних опор виконувалося за допомогою вимірювача шуму та вібрації ВШВ-003-М2 (рис. 4), основні технічні характеристики якого наведено в таблиці 3.

У приладі використовується принцип перетворення звукових і механічних коливань досліджуваних об'єктів у пропорційні електричні сигнали, які потім підсилюються та вимірюються. Результатом вимірювання вібрації приладом ВШВ-003-М2 є віброшвидкість.

Показником допустимого впливу вібрації на будівельні конструкції є амплітуда коливань цих конструкцій. Згідно зі СНиП 2.02.05-87 «Фундаменти машин с динамічними навантаженнями» [2] для фундаменту пілонів трибун верхнього ярусу стадіону максимально допустима амплітуда коливань складає 0,15 мм.

Таблиця 3 Основні технічні характеристики вимірювача шуму та вібрації ВШВ-003-М2

Характеристика	Значення
Робочий діапазон частот, Гц	1 - 10000
Динамічний діапазон вимірювання віброшвидкості, мм/с	3·10 ² до 5·10 ⁴
Відносна похибка вимірювання віброшвидкості, %	± 10
Габаритні розміри, см	28x24x10
Маса, кг	4,5

У відповідності з «Руководством по вибропогружению свай-оболочек и шпунта вблизи существующих зданий и сооружений» [3] за відомим значенням віброшвидкості було знайдено значення амплітуди залежністю:

$$A = \frac{V}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

де: A – амплітуда коливань, мм, V – віброшвидкість, мм/с, f – частота коливань, Гц.

Частота коливань бурової машини складала $f = 0,53$ Гц.

Частота коливань гідромолота складала $f = 10$ Гц.

У результаті вимірювань було отримано показники, які зведено в таблицю 4.

За даними таблиці побудовано графіки залежності амплітуди коливань від відстані до збуджувача вібрації (рис. 5).

З наведеного графіка виходить, що амплітуда коливань ґрунту біля пілону трибун верхнього ярусу при струшуванні ґрунту зі шнека бурової машини на відстані 11,5 м складала 0,45 мм, що у

відповідності з [2] перевищує допустиму норму у 3 рази, а амплітуда коливань ґрунту на відстані 18 м була значно нижчою і складала 0,21 мм, що перевищує допустиму норму у 1,4 рази.

Амплітуда коливань ґрунту біля фундаменту пілону верхнього ярусу трибун стадіону від руйнування ростверка освітлювальної опори гідравлічним молотом на відстані 16 м складала всього 0,07 мм, що не перевищувало допустимої норми.



Рис. 4. Руйнування ростверка освітлювальної опори в осях 480-490 двома екскаваторами з гідро молотами: 1 – гідромолот на базі екскаватора; 2 – ростверк фундаменту освітлювальної опори №1; 3 – вимірювач вібрації ВШВ-003-М2.

Таблиця 4. Результати вимірювань амплітуди вібраційних коливань у ґрунті

Відстань від збуджувача вібрації, м	Віброшвидкість v, мм/с	Амплітуда коливань ростверка пілону A, мм
При бурінні свердловини $f = 0,53$ Гц		
1	1,5	0,45
8	0,63	0,19
11,5	0,33	0,1
18	0,13	0,04
При струшуванні ґрунту зі шнека $f = 0,53$ Гц		
1	4,50	1,4
8	3,00	0,9
11,5	1,50	0,45
18	0,70	0,21
При руйнуванні ростверка освітлювальної опори гідромолотом $f = 10$ Гц		
1	50,24	0,8
8	22,00	0,35
14	10,00	0,16
16	4,40	0,07

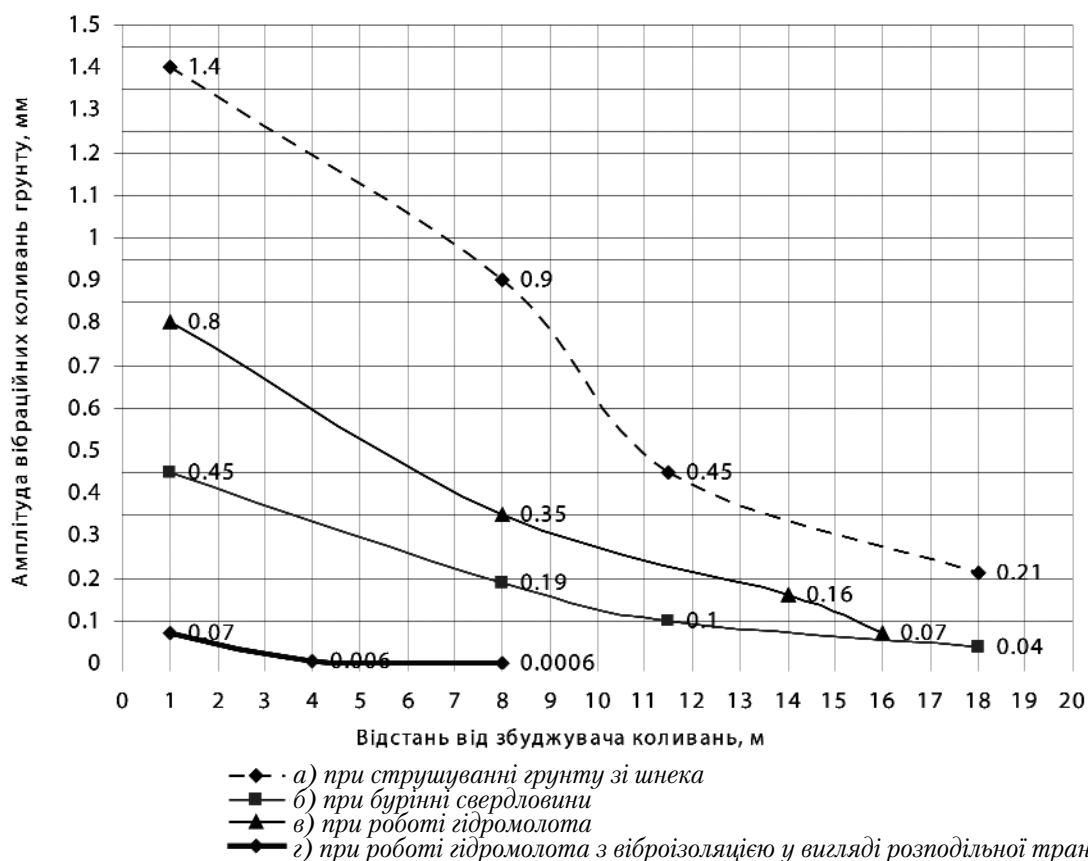


Рис. 5 Графік зміни амплітуди коливань ґрунту в залежності від відстані до збуджувача коливань

Амплітуда коливань ґрунту при руйнуванні ростверка освітлювальної опори на відстані 11,7 м і більше знаходиться в межах допустимої норми.

Оскільки льодовий коток «Крижинка» знаходився на відстані 8 м від ростверка освітлювальної опори і мав пошкодження несучих конструкцій у вигляді тріщин, було вирішено вжити заходів зі зменшення впливу вібрації від роботи гідромолота.

Для цього було влаштовано віброізоляцію ростверка освітлювальної опори у вигляді розподільної траншеї у ґрунті з вібропоглинаючим заповнювачем із дерев'яної тирси. Траншея шириною 0,7 м та глибиною 2 м була влаштована впритул до ростверка освітлювальної опори (рис. 6).

Таблиця 5. Результати вимірювань амплітуди коливань із влаштованою віброізоляцією

Відстань від збуджувача вібрації, м.	Віброшвидкість v , мм/с	Амплітуда коливань A , мм
0 (на ростверку)	61,2	0,97
1	4,50	0,07
4	0,36	0,006
8	0,04	0,0006

У результаті вимірювань вібрації при руйнуванні ростверка освітлювальної опори з влаштованою віброізоляцією було отримано показники, які зведено в таблицю 5.

Графік за даними таблиці 4. наведено на рис. 5 г.

З графіка видно, що амплітуда коливань ґрунту біля фундаменту будівлі льодового котка «Крижинка» з улаштуванням віброізоляції у вигляді траншеї, заповненої тирсою, зменшилась майже до нульового значення і складала лише 0,0006 мм, а відразу за вібропоглинаючою траншеєю амплітуда зменшилась в 10 разів до 0,07 мм.

З виконаних вимірювань вібраційних коливань ґрунту виходить, що найбільша амплітуда коливань зафіксована при струшуванні ґрунту зі шнека бурової машини, яка у середньому в 1,75 разів більша ніж від роботи гідромолота на тій же відстані від збуджувача вібрації.

Висновки:

1. Амплітуда вібраційних коливань ґрунту біля ростверка пілону при струшуванні ґрунту зі шнека бурової машини складала 0,45 мм, що перевищувало норму у 3 рази. При цьому підпірна анкерна стіна «зони вболівальників» та підсилення пілона

додатковими палями стримувало переміщення пілона.

2. Використання методу струшування ґрунту зі шнека біля існуючих будівель і споруд недопустимо, оскільки приводить до надмірних додаткових вібраційних навантажень на будівлю. При роботі біля існуючих будівель і споруд необхідно використовувати додаткові захватні пристрої для видалення ґрунту зі шнека бурової установки.

3. Амплітуда вібраційних коливань фундаменту пілона від роботи гідравлічного молота була меншою ніж при струшуванні ґрунту зі шнека бурової установки і складала 0,07 мм, що не перевищує допустимих норм.

4. Для зниження вібраційних коливань від роботи гідромолота при руйнуванні ростверка освітлювальної опори, який знаходився на відстані 8 м від будівлі льодового котка «Крижинка», була влаштована віброізоляція у вигляді траншеї у ґрунті глибиною 2 м і шириною 0,7 м з вібропоглинаючим заповнювачем із дерев'яної тирси, що дозволило зменшити амплітуду коливань фундаменту льодового котка до 0,0006 мм.

5. При демонтажі будівельних конструкцій гідромолотами для запобігання розповсюдженню вібраційних коливань у ґрунті та впливу на розташовані поруч будівлі та споруди доцільно відмежовувати їх від джерела вібрації за допомогою влаштування траншей із вібропоглинаючим заповнювачем, наприклад, із дерев'яної тирси.

6. Амплітуда вібраційних коливань ґрунту від дії гідромолота без віброізоляції конструкцій в середньому в 1,75 раза нижча ніж від коливань при струшуванні ґрунту зі шнека бурової машини.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 2300-93 *Вібрація. Терміни та визначення.*
2. СНиП 2.02.05-87 *Фундаменты машин с динамическими нагрузками.*
3. *Руководство по вибропогружению свай-оболочек и шпунта вблизи существующих зданий и сооружений, М., 1981.*

АННОТАЦІЯ

Рассмотрено распространение вибрации в грунте, возникающей при бурении скважин буровыми установками и разрушении железобетонных конст-



Рис. 6. Розподільна траншея з вібропоглинаючим заповнювачем із дерев'яної тирси: 1 – дерев'яна тирса; 2 – ростверк фундаменту освітлювальної опори.

рукцій гідромолотами на базі екскаваторів, и ее влияние на расположенные рядом строительные конструкции во время выполнения работ по реконструкции НСК «Олимпийский» в г. Киеве. Рассмотрены мероприятия по уменьшению влияния вибрации от действия буровых машин и гидромолотов на существующие строительные конструкции.

Ключевые слова: вибрация, грунт, строительные конструкции, буровая установка, гидромолот, виброизоляция.

ANNOTATION

Were considered a distribution of vibration in the ground, which arises during drilling boreholes with drilling rigs and the destruction of reinforced concrete constructions with hydrohammers based on hydraulic excavators and its impact on adjacent building structures during execution phase on reconstruction NSK «Olympic» in Kiev. Were considered arrangements to reduce the impact of vibration from the action of drilling machines and hydrohammers on the existing building structures.

Keyword: Vibration, ground, building structures, drilling rig, hydrohammer, vibration isolation.