

ШИФР: ВІБРОЗАХИСТ-2026

СТУДЕНТСЬКА НАУКОВА РОБОТА

на тему:

«Віброзахист конструкцій перекриття будівлі посту очистки та сортування
насіння від впливу технологічного обладнання»

Виконав:

студент магістр 2 курсу групи БЦІ-2404м

Головко Ілля Юрійович

Науковий керівник:

Мар'єнков Микола Григорович

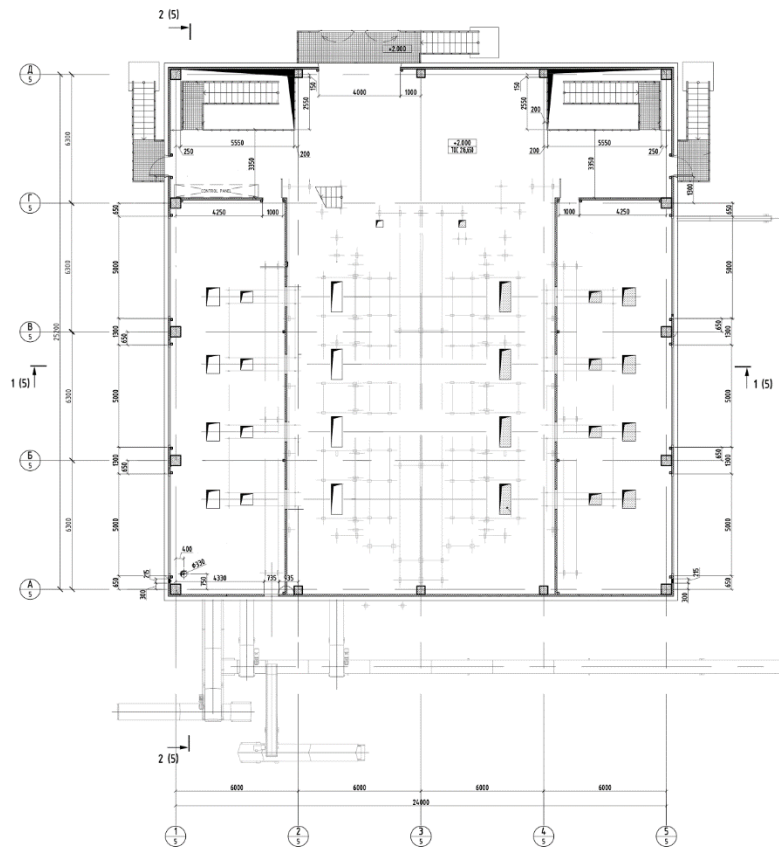
ЗМІСТ

1. ВСТУП.....	3
2. РЕЗУЛЬТАТИ НАТУРНИХ ДИНАМІЧНИХ ОБСТЕЖЕНЬ КОНСТРУКЦІЙ.....	5
2.1 МЕТА ТА ЗАДАЧІ ОБСТЕЖЕНЬ.....	5
2.2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ОБСТЕЖЕНЬ.....	5
2.3 СХЕМИ РОЗМІЩЕННЯ ВІБРОДАТЧИКІВ.....	6
2.4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	7
3. РОЗРАХУНОК ЧАСТОТ ВЛАСНИХ КОЛИВАНЬ КОНСТРУКЦІЙ ПЕРЕКРИТТЯ.....	8
4. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ВІБРОІЗОЛЯЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	10
5. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	11
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	13

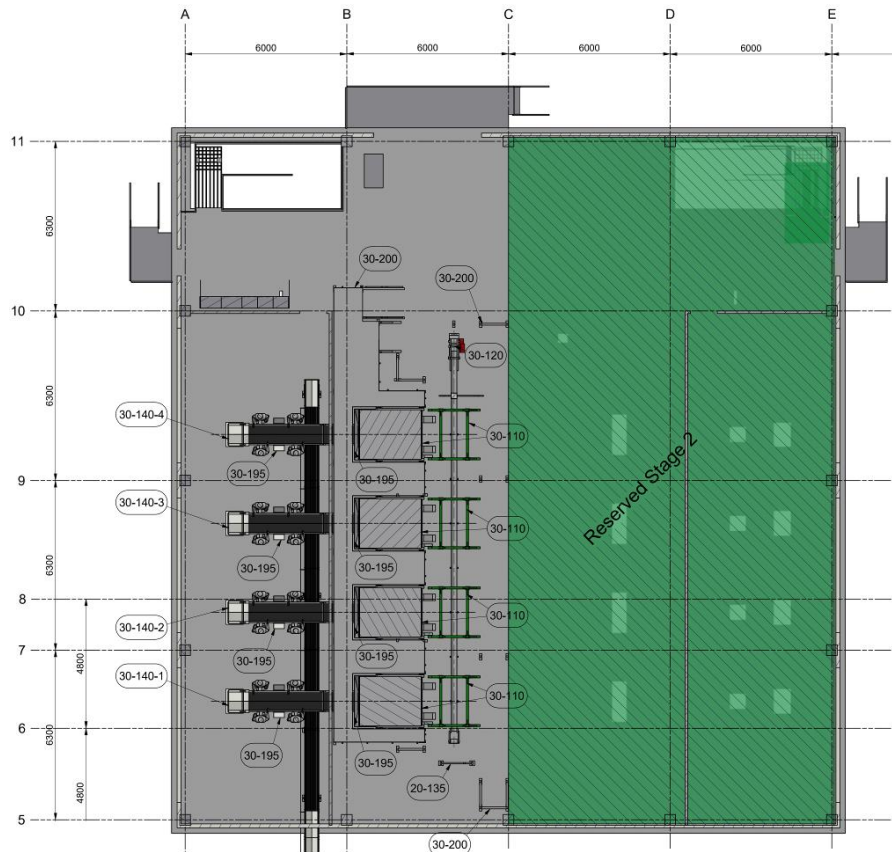
1. ВСТУП

Об'єктом дослідження є несучі конструкції будівлі посту очистки та сортування комплексу кондиціонування насіння сільськогосподарських культур, розташованого в м. Кам'янець-Подільський.

У процесі експлуатації будівлі встановлено наявність підвищених рівнів вібрації конструкцій перекриття, що виникають при роботі віброактивного технологічного обладнання, зокрема лінії хаскерів A&K HUSKER Series II, встановлених на позначці +2,000 (рисунк 1 та 2).



(Рис. 1.1) План будівлі на позначці +2,000 м



(Рис. 1.2) Схема розміщення обладнання лінії
очистки листястеблевої маси та сортування на позначці
+2,000

Вплив динамічних навантажень від роботи обладнання повинен враховуватись при проектуванні та оцінці експлуатаційної надійності конструкцій відповідно до вимог нормативних документів [1].

Забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель при дії динамічних впливів регламентується чинними будівельними нормами [2].

Основними джерелами динамічного впливу в будівлі є:

- лінія хаскерів;
- конвеєрне обладнання;
- компресорні установки.

Згідно з положеннями динаміки будівельних конструкцій, наближення частот зовнішнього впливу до власних частот системи може призводити до виникнення резонансних явищ і зростання амплітуди коливань [3].

Метою роботи є визначення фактичних динамічних характеристик конструкцій перекриття та розробка

рекомендацій щодо зниження рівня вібрацій і забезпечення безпечної експлуатації будівлі.

2. РЕЗУЛЬТАТИ НАТУРНИХ ДИНАМІЧНИХ ОБСТЕЖЕНЬ КОНСТРУКЦІЙ

2.1 Мета та задачі обстежень

Метою натурних вібродинамічних обстежень є визначення фактичних параметрів коливань несучих конструкцій будівлі при дії віброактивного технологічного обладнання.

Основними задачами досліджень є:

вимірювання параметрів коливань конструкцій перекриття;

визначення амплітуд віброприскорень;

встановлення частот вимушених та власних коливань;

оцінка рівня динамічного впливу на конструкції будівлі.

оцінка рівня динамічного впливу на конструкції відповідно до нормативних вимог [1].

2.2 Методика проведення обстежень

Дослідження динамічної роботи будівлі виконувались шляхом натурних вимірювань коливань конструкцій із застосуванням віброметричної апаратури (Рисунок 2.1).

Реєстрація вібрацій здійснювалась у вертикальному та горизонтальних напрямках у характерних точках будівлі, зокрема на плиті перекриття та опорних конструкціях обладнання. Обробка отриманих сигналів проводилась методом спектрального аналізу, що дозволило визначити основні частотні характеристики коливань

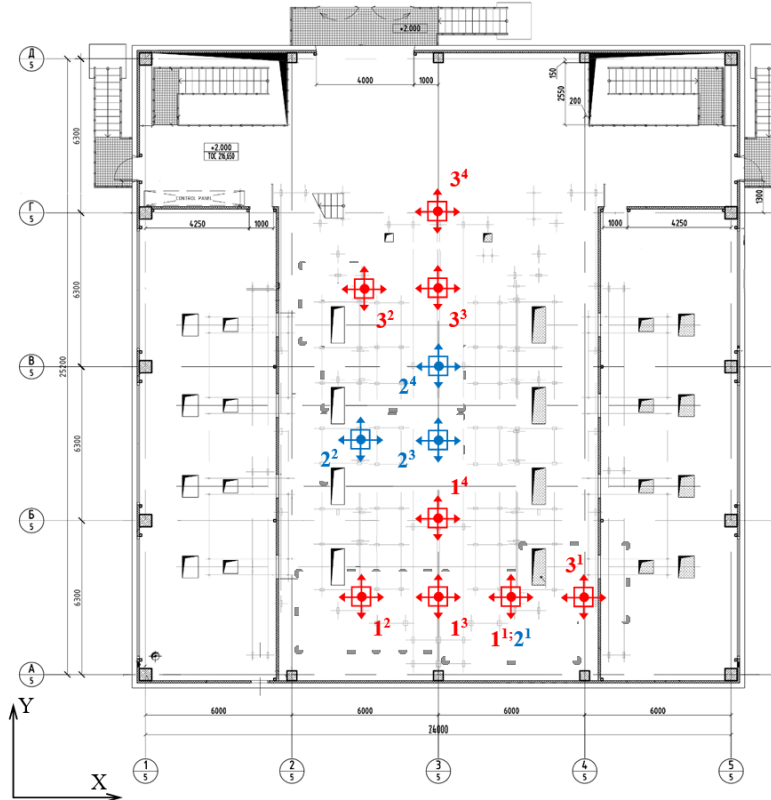


(Рис. 2.1) Загальний вигляд вібровимірювальної апаратури

2.3 Схеми розміщення вібродатчиків

Для визначення параметрів коливань конструкцій було реалізовано ряд схем розміщення вібродатчиків. Датчики встановлювались у характерних точках плити перекриття, у прогонах між колонами, а також на опорних конструкціях технологічного обладнання, зазначено на рисунку 2.2.

Такий підхід дозволив отримати детальну інформацію про розподіл вібрацій у конструкціях та оцінити вплив обладнання на різні елементи будівлі.



(Рис. 2.2) Схема розміщення вібродатчиків на перекритті

2.4 Результати експериментальних досліджень

За результатами вібродинамічних обстежень встановлено, що максимальні значення віброприскорень плити перекриття на позначці +2,000 досягають:

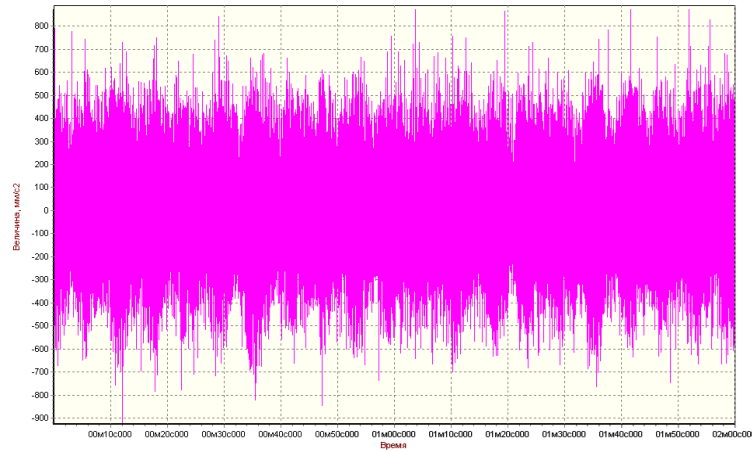
0,86 м/с² у вертикальному напрямку;

0,12 м/с² у горизонтальних напрямках.

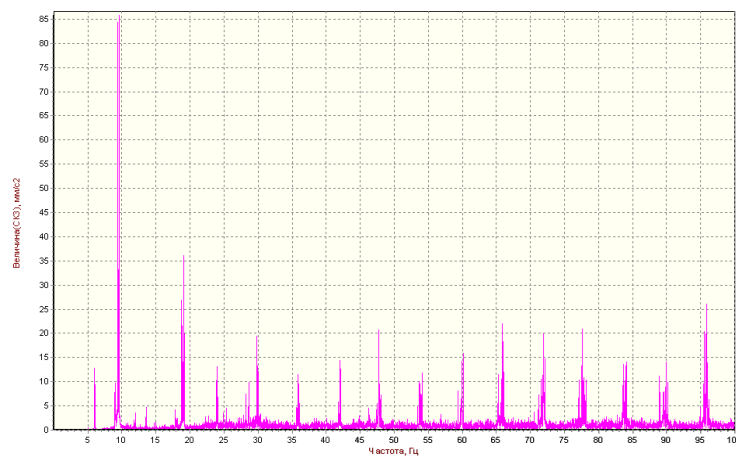
Переважаючі частоти вимушених коливань конструкцій знаходяться в діапазоні 6–99 Гц, що відповідає характеристикам роботи технологічного обладнання.

Власні частоти коливань плити перекриття визначені в межах 14–16 Гц, що підтверджується результатами спектрального аналізу коливань конструкцій (на рисунках 2.3 та 2.4 зазначено амплітудний спектр коливань плит).

Згідно з положеннями динаміки будівельних конструкцій, наближення частот зовнішнього впливу до власних частот системи може призводити до виникнення резонансних явищ [3].



(Рис. 2.3) Амплітудний спектр коливань плити перекриття (а)



(Рис. 2.4) Амплітудний спектр коливань плити перекриття (б)

3. РОЗРАХУНОК ЧАСТОТ ВЛАСНИХ КОЛИВАНЬ КОНСТРУКЦІЙ ПЕРЕКРИТТЯ

Для оцінки динамічної роботи конструкцій перекриття будівлі було виконано визначення частот власних коливань. Це необхідно для аналізу можливості виникнення резонансних явищ при дії віброактивного технологічного обладнання.

На основі наданих проектних матеріалів та результатів обстежень було розроблено просторову розрахункову модель фрагмента будівлі, яка включає несучі конструкції перекриття та технологічне обладнання.

Розрахункова модель враховує:

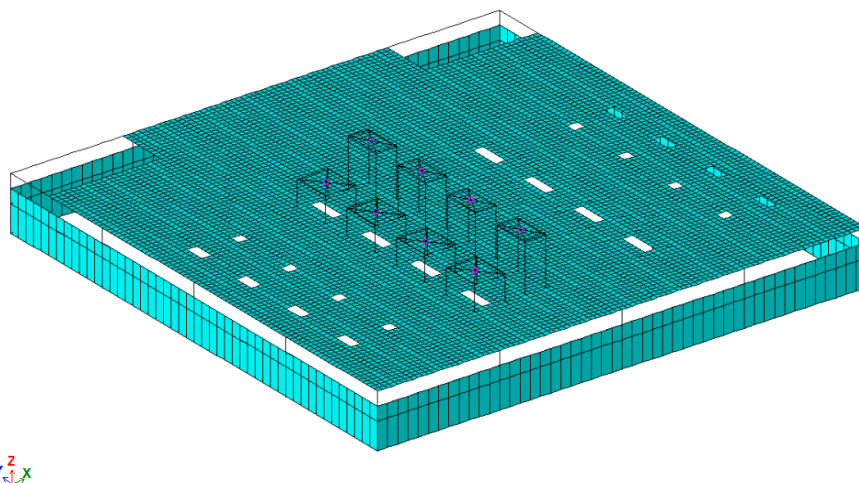
геометричні характеристики конструкцій;

фізико-механічні властивості матеріалів;

навантаження від власної ваги та технологічного обладнання;

динамічні впливи при роботі хаскерів.

Розрахунок динамічних характеристик виконувався з використанням програмного комплексу для інженерного аналізу, що дозволяє визначати власні частоти та форми коливань конструкцій відповідно до вимог нормативних документів [4].



(Рис. 3.1) Розрахункова динамічна модель конструкцій будівлі

За результатами розрахунку встановлено, що власні частоти коливань плити перекриття знаходяться в межах 14–16 Гц.

Отримані значення добре узгоджуються з результатами натурних вібродинамічних обстежень, що підтверджує адекватність прийнятої розрахункової моделі та достовірність отриманих результатів.

Встановлено, що діапазон частот збудження від роботи технологічного обладнання складає 6–99 Гц, що частково перекриває область власних частот конструкцій.

Згідно з положеннями динаміки будівельних конструкцій, збіг або наближення частот зовнішнього впливу до власних частот системи може призводити до виникнення резонансних явищ та збільшення амплітуди коливань [3].

Таким чином, аналіз показує наявність потенційної небезпеки розвитку резонансних режимів роботи конструкцій перекриття при певних режимах роботи обладнання.

Отримані результати є основою для розробки заходів щодо зниження рівня вібрацій та забезпечення безпечної експлуатації будівлі.

4. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ВІБРОІЗОЛЯЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Аналіз результатів вібродинамічних обстежень показав, що робота технологічного обладнання, зокрема хаскерів, призводить до виникнення значних динамічних навантажень на конструкції перекриття.

Основними джерелами вібрацій є:
хаскери A&K HUSKER Series II;
конвеєрне обладнання;
допоміжні механізми.

Згідно з результатами досліджень, максимальні значення віброприскорень плити перекриття досягають $0,86 \text{ м/с}^2$, а діапазон частот вимушених коливань становить 6–99 Гц .

Для зниження рівня передачі вібрацій від обладнання на конструкції будівлі необхідно застосування ефективних заходів віброзахисту.

Ефективність віброізоляції визначається співвідношенням між частотою збудження та власною частотою системи «обладнання – віброізоляція». Згідно з рекомендаціями динаміки будівельних конструкцій, для досягнення ефективного віброзахисту необхідно, щоб власна частота системи була значно меншою за частоту збурення [3].

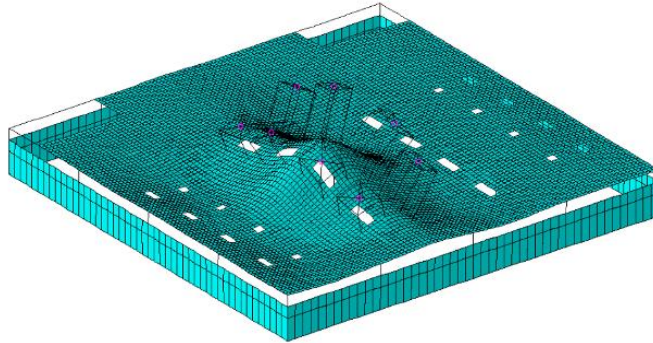
Ураховуючи, що мінімальні частоти збудження складають близько 6 Гц, доцільно приймати власну частоту системи «обладнання – віброізолятори» на рівні 1,5–3 Гц. Це дозволяє уникнути резонансних явищ і забезпечити зниження амплітуди коливань, що передаються на конструкції.

З урахуванням наведеного, для зниження динамічного впливу рекомендується застосування пружних віброізолюючих елементів (гумових або комбінованих опор), які встановлюються під обладнанням.

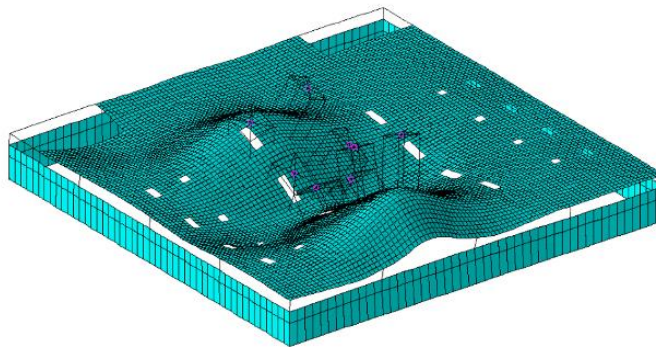
За результатами досліджень встановлено, що застосування віброізоляції дозволяє зменшити рівні віброприскорень:

у 1,6–2,1 рази у вертикальному напрямку;
у 11–14 разів у горизонтальних напрямках .

Це свідчить про високу ефективність застосування віброзахисних заходів.



(Рис 4.1) Порівняння коливань опор обладнання та плити перекриття(А).



(Рис 4.1) Порівняння коливань опор обладнання та плити перекриття (Б).

5. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У результаті виконаних вібродинамічних обстежень та розрахунків встановлено, що несучі конструкції перекриття будівлі зазнають суттєвого динамічного впливу від роботи технологічного обладнання, зокрема лінії хаскерів.

Максимальні значення віброприскорень плити перекриття на позначці +2,000 досягають $0,86 \text{ м/с}^2$ у вертикальному напрямку та $0,12 \text{ м/с}^2$ у горизонтальних напрямках .

Встановлено, що переважаючі частоти вимушених коливань знаходяться в діапазоні 6–99 Гц, при цьому власні частоти коливань конструкцій перекриття складають 14–16 Гц. Така близькість частот створює умови для можливого

виникнення резонансних явищ, що може призводити до збільшення амплітуди коливань конструкцій [3].

За результатами аналізу встановлено, що рівні вібрації на робочих місцях персоналу не перевищують допустимих значень відповідно до санітарних норм, однак вплив вібрацій на конструкції будівлі потребує врахування при подальшій експлуатації .

З метою зниження рівня вібрацій та запобігання їх негативному впливу на конструкції будівлі рекомендовано застосування віброізолюючих пристроїв під технологічним обладнанням.

Встановлено, що використання віброізоляції дозволяє зменшити рівні віброприскорень:

у 1,6–2,1 рази у вертикальному напрямку;

у 11–14 разів у горизонтальних напрямках .

Таким чином, застосування віброзахисних заходів є ефективним засобом підвищення експлуатаційної надійності будівлі та забезпечення безпечних умов її функціонування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. – Київ: Мінбуд України, 2006.
2. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – Київ, 2018.
3. Біляєв М.М., Кузнецов В.Г. Динаміка та стійкість будівельних конструкцій. – Київ: КНУБА, 2010.
4. ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. Настанова з розрахунку будівель на динамічні навантаження.