

ENGINEERING AND IT

UDC 62-192

DOI 10.36074/2663-4139.15.07

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ВІБРАЦІЙНИХ МАЙДАНЧИКІВ

ЧЕЧЕЛЬ Євгенія Ігорівназдобувач вищої освіти факультету автоматизації інформаційних технологій
Київський національний університет будівництва та архітектури**Науковий керівник:****ORCID ID: 0000-0002-6543-0701****ДЕЛЕМБОВСЬКИЙ Максим Михайлович**канд. техн. наук, доцент кафедри машин і обладнання технологічних процесів
Київський національний університет будівництва та архітектури

УКРАЇНА

Анотація.

Вібраційні машини, як і будь-яке інше будівельне обладнання, повинні задовольняти високі технічні вимоги до обладнання за наступними критеріями: висока надійність (високий коефіцієнт надійності), довговічність, ефективність (значні амплітуди коливань мас за незначних енергозатрат), відповідність санітарним нормам, миттєвість досягнення встановленого режиму роботи, тощо).

Ключові слова: вібраційна машина; експлуатація; надійність; напрацювання.

Зростаючі темпи розвитку промисловості, необхідність вигравати конкуренцію на ринку виробництва продукції не лише на території України, а й поза її межами, усе це вимагає впровадження високоефективного обладнання, яке б характеризувалось низькими затратами енергії, високою надійністю та якістю продукції. Безпосередньо ці тенденції зачепили і вібраційні технології. Під час формування бетонних виробів їх відносять до числа основних технологічних процесів у виробництві будівельних матеріалів, де широко застосовуються вібраційні технології й устаткування. Чи найважливішу роль відіграє коефіцієнт надійності вібраційних площадок будівельної індустрії.

Провідним етапом отримання залізобетонних конструкцій на будівельному об'єкті, безперечно є їх виготовлення. Процес створення залізобетонних конструкцій потребує застосування відповідних технічних рішень. Одним з цих рішень є вібраційні майданчики, які виконують основну задачу під час створення якісних залізобетонних

© Чечель Є.І., 2020
© Chechel Ye., 2020<https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/2663-4139>
<https://doi.org/10.36074/2663-4139.15.07>

конструкцій. Ефективність роботи вібраційних майданчиків - це запорука забезпечення стабільного виконання повного технологічного процесу під час виготовлення залізобетонних конструкцій.

Вібромайданчики в основному використовуються в будівельній індустрії для виготовленні бетонних та залізобетонних виробів. Їхня робоча ефективність в певній мірі залежить від урахування діючих сил системи і надійності роботи елементів вібраційних майданчиків. На даний момент практично відсутні усі роботи по розробці методів оцінки надійності вібраційних майданчиків у різних режимах їх роботи. Однак на практиці експлуатації вібраційних майданчиків будівельної індустрії засвідчує частий вихід із ладу деталей та вузлів даних машин, що значно знижує їхню роботопридатність у передбачених технологією режимів роботи. В результаті такого процесу виробу, які відформовані можуть бути бракованими. Тому, на даний час актуальною є проблема показників надійності, визначення їхніх критеріїв та вдосконалення конструкції елементів вібромайданчиків. Одною із основних вимог до вібраційних майданчиків і взагалі до різних вібраційних машин, ущільнюючим бетонні суміші, - є забезпечення у всіх точках форми з бетонною сумішшю амплітуди коливань однакової величини і одного напрямку. Дане дотримання цієї вимоги може гарантувати нам рівномірність ущільнення у всіх точках виробу, а також, і його міцність.

Зазвичай, у будівельній промисловості збірного залізобетону найчастіше, застосовують віброплощадки з круговими, з вертикально спрямованими і з горизонтально спрямованими коливаннями.

У віброплощадках з круговими коливаннями бетонна суміш з формою зазнає поступальних коливань з круговою траєкторією, що лежать у вертикальній площині. Для забезпечення показників надійності роботи вібраційного майданчику даного типу необхідно дотримуватися основної вимоги, а саме: вісь дебалансного валу повинна збігатися з віссю, що проходить через центр ваги віброуючих мас (віброустановки, форми і частини бетонної суміші, яка бере участь у вібрації і є складовою 25-40% усієї бетонної суміші у формі). У разі порушення даної вимоги, тобто траєкторії кругових коливань окремих точок бетонної суміші, форми і віброплощадки, мають властивість перетворюватися в еліпси з різним співвідношенням і нахилом їхніх осей.

У вібраційних майданчиках з вертикально спрямованими синусоїдальними коливаннями бетонної суміші, рух спрямовується перпендикулярно до піддону, а також дотичних стінок форми. Описані вібраційні майданчики відрізняються тільки за рівномірним розподілом амплітуд коливань, який забезпечує досить хороше ущільнення бетонної суміші для виготовлення плоских і широких залізобетонних виробів відносно невеликої висоти. Даний процес і забезпечив їхнє широке розповсюдження.





Рис 1. Вібраційний майданчик ВБ-10В

У вібраційних майданчиків із вертикально спрямованими синусоїдальними коливаннями та із механічним приводом застосовують шестерні синхронізатори, завдяки яким відбувається забезпечення синфазності та обертання обох валів кожного вібратора, а у дворядних - обох рядів вібраторів. Дані вібромайданчики, які забезпечують вертикально спрямовані коливання, мають частоту 3000 кол / хв і амплітуду 0,4-0,6 мм.

Єдиний недолік розглянутих вібромайданчиків полягає в тому, що вони потребують шестерні синхронізатори, а це може призвести до ускладнення конструкції розглянутої машини, а також до збільшення витрати потужності і зниження ККД приводу. До недоліків слід також віднести наявність шуму, який часто перевищує допустимі норми.

Під час виконання корисної роботи в період експлуатації вібраційні майданчики, як правило, піддаються зовнішнім та внутрішнім впливам, що призводить до зміни її параметрів, до виходу з ладу деталей, вузлів, що натомість призводить до простою такої машини в цілому. Період простою вібраційної машини внаслідок відмови призводить до простою всієї технологічної лінії, і тому витрати на відновлення працездатності досягають величин, сумарних з витратами на створення нових вібраційних майданчиків. Підвищення надійності вібраційних майданчиків має важливе значення, для цього необхідно визначити причини негативних впливів, реакції таких машин на цей вплив та подальше врахування відповідних даних при створенні нових вібраційних майданчиків [2, 3].



Вузли, деталі і складальні частини вібраційних майданчиків працюють у специфічних умовах – висока запиленість повітря, вплив температурних умов, високі вібраційні навантаження. Відповідно до сучасних досліджень [2, 4], під час роботи вібраційних майданчиків на них впливають комплексно різні види енергії, впливаючи тією чи іншою мірою на надійність їх роботи. Як правило, у більшості випадків, суттєво впливають на надійність декілька видів енергії, але провідне місце, що може вплинути на працездатність, належить одному-двом видам енергії (рис. 2). Для вібраційних майданчиків головним видом є механічна енергія, під впливом якої відбувається вплив на металоконструкції і деталі статичне та втомлювальне, знос місць контакту і пар, що піддаються тертю.

Для вібраційних майданчиків характерні відмови металоконструкцій і деталей, що викликані втомлюваністю. Процес втомленості руйнування за своєю структурою досить складний, відрізняється багатостадійністю, залежністю характеристик втомленості від властивостей матеріалів, конструктивних і технологічних особливостей деталей та умов їх експлуатації. Характеристики втомленості мають за своєю структурою досить значне розсіювання.



Рис 2. Вплив на вібраційні майданчики різних видів енергії.

Дослідження втомлювальності можна розділити на три групи, кожній з яких властиві свої методи опрацювання та інтерпретації результатів. Перша група характеризується дослідженням останньої стадії руйнування від втомленості гарантованому навантаженні за постійно діючим значенням параметрів циклу. За



допомогою граничних значень амплітуди навантаження та відповідними числовими циклами будуються криві втомлюваності (криві Веллера). У відповідності за допомогою основних експериментальних досліджень [4] цього періоду розроблені методи розрахунку на втомленість при стаціонарних навантаженнях.

Дослідження другої групи є продовженням розгляду останньої стадії втомлювального руйнування, істотно уточнюється діапазон режимів навантаження, особливо навантаження зі змінними значеннями параметрів циклів. У цій групі розробляються експериментальні методи дослідження експлуатаційних режимів навантаження, методи схематизації навантажень. Відповідно для проведення аналізу експериментальних даних і розробки аналітичних залежностей можуть застосовуватися різні гіпотези підсумування ушкоджень. У процесі згаданого вище, широке поширення отримує гіпотеза лінійного підсумування ушкоджень. З метою включення експлуатаційного режиму навантаження у залежність підсумування ушкоджень, вводиться корегувальний множник, що дозволяє підвищити точність розрахунків. Можуть створюватися устаткування для проведення випробування матеріалів як із застосуванням схематизованих режимів нестационарних навантажень, так і з безпосереднім відтворенням реалізації окремих процесів навантаження. Впроваджуються устаткування, що мають можливість для реєстрації напруги в експлуатаційних умовах, вдосконалюються методи схематизації навантажень, створюються стенди для випробування деталей, вузлів і складальних елементів та вібраційних майданчиків в цілому.

У третій групі продовжується подальше дослідження утомленості на всіх стадіях – субмікроскопічної, мікроскопічної, макроскопічної. Розбіжності у протіканні руйнування на окремих стадіях не дають нормальної можливості побудувати єдину модель процесу. Тому дійсно якісну модель процесу на початковій стадії руйнування від втомлюваності можна описати на базі сучасної теорії втомлюваності, але для кількісного опису необхідне експериментальне визначення характеристик втомленості, зокрема циклів до утворення макротріщин і параметрів його розсіювання.

Відповідно, дані проведення дослідження можна розділити на два напрямки: металофізичний і прикладний. У такому випадку до першого, досліджуючого фізичну сутність руйнування від втомленості, відносять роботу, що пояснює явища втомленості на базі теорії дислокації і вакансій, статичної теорії міцності, структурно-енергетичної теорії, теорії накопичення пластичних деформацій. Описуючи якісну сторону втомного процесу руйнування, результати робіт цього напрямку не забезпечують достатньо точних кількісних співвідношень. У іншому напрямку приймають дослідження закономірностей явищ втомленості у залежності від

показників режиму навантаження та особливостей досліджуваної конструкції вібраційного майданчика. До таких досліджень відносять вивчення впливу на опір втомленості асиметрії навантаження, частоти навантаження, величини діючих напруг, визначення мінімальних меж напруги та пошкоджуються. Відповідно, до іншого напрямку відносяться роботи, результатами яких є різні припущення підсумування циклічних пошкоджень.

Дослідження явищ втомленості певною мірою розвивається за другим напрямком, так як збільшуються можливості вібраційних майданчиків, посилюються вимоги до міцності конструкцій. Відповідно, на рис. 3 наведена схема, що дає змогу висвітлити взаємозв'язок прогресуючих аналітичних і експериментальних методів другого напрямку досліджень та їх впровадження.

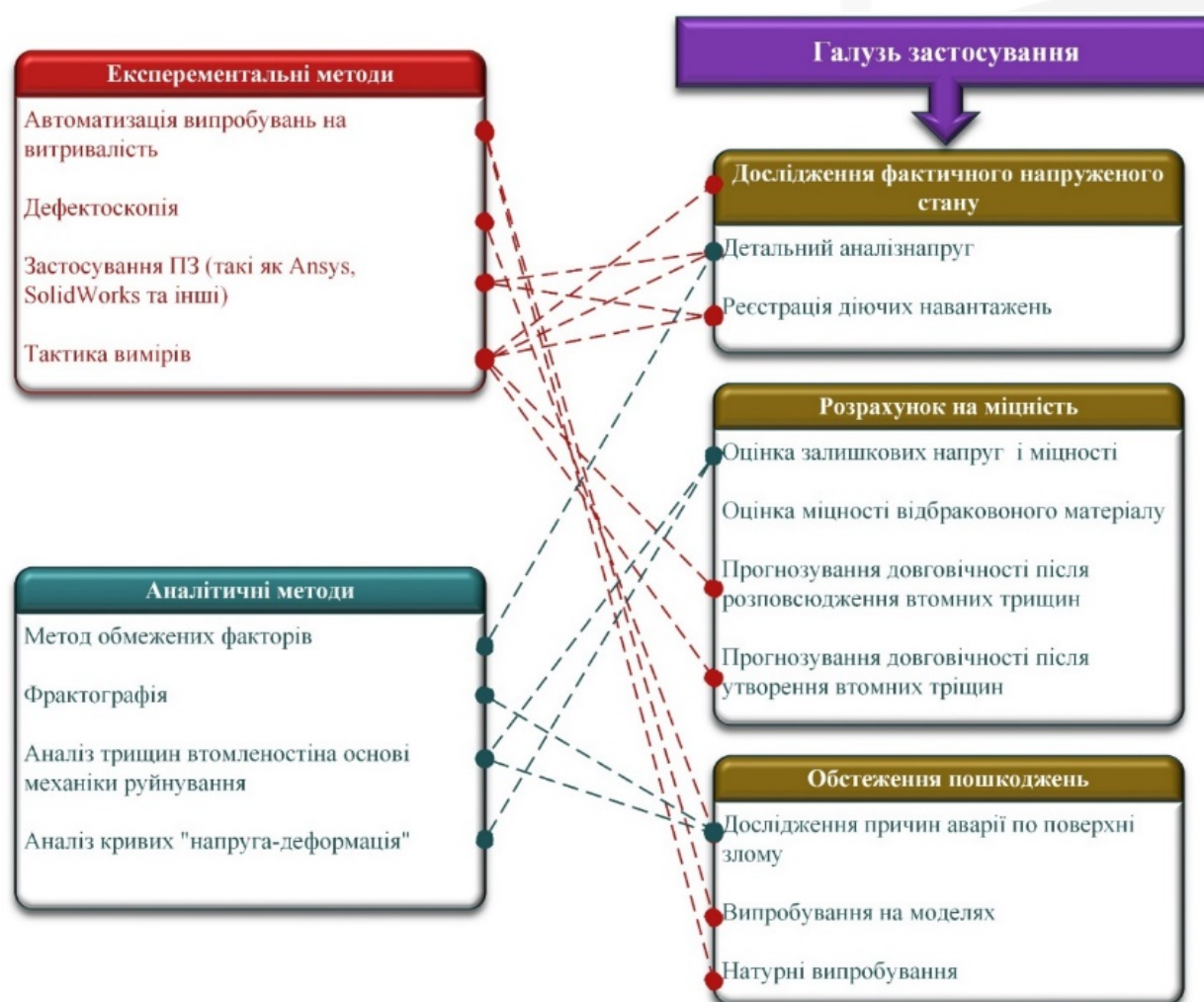


Рис 3. Методи дослідження довговічності матеріалів і конструкцій вібраційних майданчиків



У процесі виконання роботи вібраційним майданчиком на нього впливають навантаження, що викликають втомне руйнування та проводиться до основи ряду гіпотез. Гіпотеза лінійного підсумування напруги Пальмгрена-Майнера набула в цьому випадку найбільшого поширення.

Для підвищення надійності вібраційних майданчиків необхідно провести широке дослідження втомлювальності з метою розробки розрахункових та експериментальних методів оцінки надійності і довговічності деталей на стадіях проектування, конструювання виробництва і експлуатації; проведення оцінки варіантів застосування різноманітних матеріалів, конструктивних особливостей технологічного процесу виготовлення методики експлуатаційних і прискорених досліджень; виділення основних показників технічної експлуатації.

Оптимізація параметрів, що впливають на роботу вібраційних майданчиків дуже складна і проблемна. Для цього потрібно проводити численні теоретичні та експериментальні дослідження, які повинні базуватися на результатах, опублікованих в наукових та фахових громадах.

Оглянувши вище вказані вібраційні майданчики, можна зробити висновок, що вимоги для підвищення коефіцієнту надійності призвели до необхідності розвитку методів нового розрахунку.

Отже, підсумовуючи, одним із основних шляхів підвищення надійності вібраційних майданчиків та й машин в цілому є:

- обґрунтований вибір матеріалів та деталей, та широке використання методів їхнього зміцнення;
- широке застосування уніфікованих і стандартизованих елементів;
- створення машин і їх структурних схем із мінімальною кількістю складових елементів, кожен з яких має високу надійність;
- планування системи технічних оглядів та обслуговування конструкцій;
- спорядження конструкції контрольними та сигнальними пристроями, що запобігають виникненню аварійних ситуацій;

контролювати резервування — введення у конструкцію додаткових елементів, що не є край необхідними, але дублюють роботу найважливіших робочих елементів машини.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

- [1] Beenken, W., Gock, E., & Kurrer, K. E. (1996). The outer mechanics of the eccentric vibration mill. *International Journal of Mineral Processing*, 437-446.
- [2] Делембовський, М., & Клименко, М. (2020). Забезпечення надійності вібраційних майданчиків будівельної індустрії з урахуванням методів аналізу. *Збірник наукових праць ЛОГОС*, 26-28. <https://doi.org/10.36074/09.10.2020.v2.06>
- [3] Назаренко, І.І., Свідерський, А.Т. & Делембовський, М.М. (2013). Дослідження надійності карданних валів вібромашин будівельної індустрії. *Вібрації в техніці та технологіях. ВНАУ*. (3 (71)), 72–77.
- [4] Делембовський, М., & Клименко, М. (2020). Методи підвищення надійності та ефективності вібраційних машин будівельної індустрії. *Матеріали конференцій МЦНД*, 48-49. <https://doi.org/10.36074/23.10.2020.v1.04>.
- [5] Свідерський, А.Т., & Делембовський М.М. (2010) Критерії оцінки якості віброплощадок. *Техніка будівництва. Київ КНУБА*. (24), 24–27.
- [6] Назаренко, І.І., & Делембовський, М.М. (2013). Забезпечення надійності віброуціплюючих машин при проектуванні, конструюванні, виготовленні та експлуатації. *Техніка будівництва. Київ: КНУБА*. (11), 60–64.
- [7] Назаренко, І.І., Свідерський, А.Т., & Делембовський, М.М. (2015). Исследование надежности вибромашин строительной индустрии. *Механизация строительства. Москва: БИБЛИО-ГЛОБУС*. (3 (849)), 44–49.

RESEARCH OF RELIABILITY INDICATORS OF VIBRATION SITES

CHECHEL Ye., *Student of the Faculty of Information Technology Automation*
Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture

SCIENTIFIC ADVISOR:

DELEMBOVSKIY M., *Ph.D., Associate Professor of Machinery and Equipment of Technological Processes*
Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture

UKRAINE

Abstract. Vibrating machines, like any other construction equipment, must meet high technical requirements for equipment according to the following criteria: high reliability (high reliability factor), durability, efficiency (significant amplitudes of mass oscillations with low energy consumption), compliance with sanitary standards, instant achievement set operating mode, etc.).

Keywords: *vibrating machine; operation; reliability; operating time.*

