
УДК 667.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОСТОРОВИХ КОЛИВАНЬ ФОРМОУТВОРЮЮЧОЇ ПОВЕРХНІ ВІБРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

Назаренко І.І., Дєдов О.П., Дьяченко О.С.

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

***Анотація:** За дослідженнями конструктивних і технологічних параметрів віброустановок для ущільнення бетонних сумішей, була спроектована конструкція вібраційної установки з просторовими коливаннями з пневматичними навісними збудниками коливань, що не мають примусової синхронізації. Реалізація складного просторового руху формуютьючої плити в цій установці здійснюється завдяки несиметричному встановленню вібраторів на рамі, а також резонансних явищ в конструкції. Було виконано динамічний аналіз даної конструкції зі змінною робочою частотою пневматичних вібраторів, і за його результатами досліджено величини і розподіл амплітуд просторових коливань по площі формуютьючої плити вібраційної установки. Проведені дослідження підтвердили виникнення в плиті резонансних явищ. Ці резонансні явища були використані для підвищення ефективності і зменшення енергоємності ущільнення бетонної суміші.*

***Ключові слова:** вібраційна установка, формуютьюча плита, пневматичні вібратори, просторові коливання, середні амплітуди коливань по площі*

Останні тенденції розвитку галузі виробництва будівельних матеріалів і конструкцій спрямовані на зменшення витрат енергетичних ресурсів при збереженні високої якості виконання процесів з їх виготовлення.

Вібраційний метод ущільнення є основним при виготовленні бетонних і залізобетонних виробів, і являє собою одну з найбільш відповідальних операцій. Тому до вібраційних машин, які використовують для ущільнення бетонних сумішей пред'являють високі вимоги, такі як простота конструкції, висока надійність, а також забезпечення низької енергоємності і високої ефективності ущільнення. Через широке застосування збірних конструкцій в наш час і збільшення номенклатури виробів, які підлягають ущільненню, виникла проблема їх формування, оскільки відсутні віброустановки для ущільнення виробів великих розмірів, застосування режимів і параметрів ущільнення, які не відповідають реальним процесам, що відбуваються в суміші.

Дослідженням і розробці вібраційних установок з просторовими коливаннями присвячено ряд робіт [1-3]. В роботі [1] авторами розглянуто розробка і впровадження віброустановки з коловими коливаннями, експериментально підтверджена ефективність цього типу машин. В праці [2] описана конструкція і принцип дії вібраційної установки для формування бетонних сумішей, складена розрахункова схема системи і рівняння руху рами і форми. В даний час при рішенні задач такого класу є сенс користуватися дослідженнями вібраційних установок методом скінченних елементів[3]. Це дає змогу визначити переміщення конструкції під навантаженням і без нього, визначити місця концентрації напружень, що значно підвищує точність і якість досліджень. Роботу [4] присвячено дослідженню впливу перехідного резонансу на амплітуди коливань вібраційної системи(машини). Також великий вплив на віброустановку має так звана самосинхронізація вібраційних збудників коливань, оскільки вони не мають примусової синхронізації. Дослідженню проблеми неточності самосинхронізації вібраторів присвячено роботу [5]. При цьому розглянуто вплив жорсткості конструкції на явище самосинхронізації при роботі двох вібраторів. Стійка самосинхронізація двох працюючих вібраторів залежить від пружних елементів, коефіцієнтів їх пружності і констант демпфування[6].

За попередньо проведеними аналізом і дослідженням конструкцій віброустановок для ущільнення бетонних сумішей, а також оцінки конструкцій і приводів віброзбудників коливань, що присутні на ринку, було спроектовано вібраційну установку зі складним рухом формоутворюючої плити, з несиметричним встановленням навісних пневматичних збудників коливань[7].

Конструкцію вібраційної установки, що пропонується, представлено на рис.1. Вона складається з зварної рами 1 трубчастого перерізу, що встановлено на пружних опорах 2, з навареною поверх пластиною 3, на рамі закріплено навісні пневматичні вібраційні збудники коливань 4. Рама установки з плитою безпосередньо і є піддоном, на якому формуються бетонні вироби.

Реалізація складного руху формоутворюючої плити (просторових коливань) в цій установці здійснюється завдяки несиметричному встановленню вібраторів на рамі, а також резонансних явищ в конструкції при зміні частот коливань. Це дозволяє отримувати коливання з різними амплітудами і частотами в вертикальному, повздовжньому і поперечному напрямку. Конструкція має можливість зміни режиму роботи, в залежності від етапу ущільнення, а також розмірів виробів, що формуються, що досягається за рахунок зміни частоти обертання пневматичних вібраційних збудників коливань.

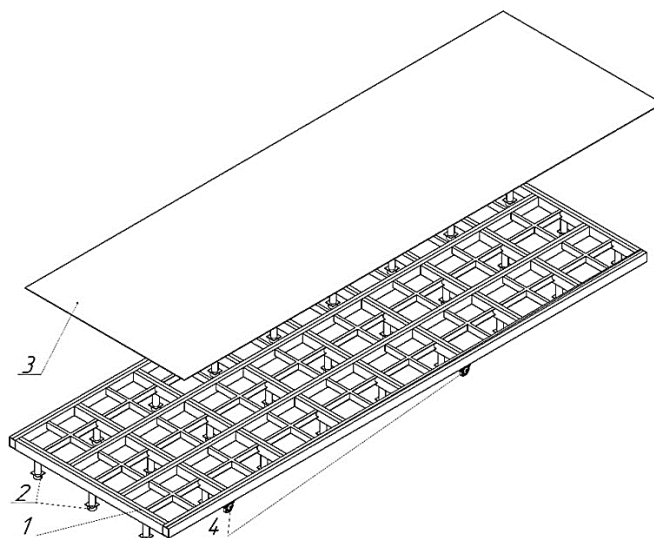


Рис.1. Конструкція вібраційної установки

Ці рішення мають на меті покращити розподілення амплітуд коливань по площі формоутворюючої плити і, як наслідок, покращити ефективність і якість ущільнення, зменшити витрати на одиницю виготовленої продукції, а також підвищити надійність конструкції установки.

Були проведені дослідження розробленої вібраційної установки.

При розрахунку були допущені наступні припущення:

- Вібробудники коливань по одному борту самосинхронізуються між собою і обертаються в одному напрямку.
- Напрямок обертання вібраторів одного борту протилежний напрямку обертання на іншому борті.

Аналіз виконувався у два етапи. Першим етапом проведено статичний аналіз напружено-деформованого стану конструкції установки під дією зовнішніх сил. Другим етапом досліджень було виконано динамічний аналіз при реалізації вібраторами частоти коливань 182,5 Гц. При динамічному аналізі були визначені амплітуди коливань конструкції у вертикальному і горизонтальному напрямках.

Після визначення амплітуд, був розрахований середній розподіл амплітуд коливань по площі формуютьорюючої плити у типових перерізах (Рис.2).

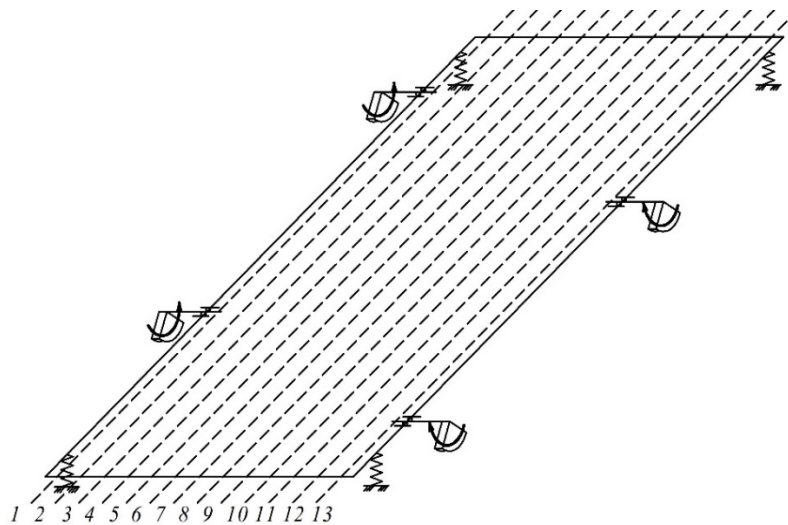


Рис.2. Схема вібраційної установки і розміщення типових перерізів, в яких проводилася оцінка

Заслугує уваги ефект різкого збільшення амплітуд коливань формуютьорюючої плити, при цьому амплітуди коливань несучих конструкцій(рами) залишаються на низькому рівні. Амплітуди коливань несучої конструкції коливались в межах від 0,1 до 0,9 мм, в той час як амплітуди коливань формуютьорюючої плити в піках мали амплітуду коливань до ≈ 2.4 мм (Рис.3). Ефект збільшення амплітуд коливань, очевидно, отримано завдяки резонансним явищам елементів конструкції, при високій частоті коливань ≈ 180 Гц. Завдяки цим ефектам можна досягти підвищення ефективності ущільнення бетонних сумішей, за рахунок передачі максимальної енергії від робочого органу, а також зменшення енергоємності процесу ущільнення.

Проведені дослідження показали можливість підвищення ефективності ущільнення за рахунок резонансних явищ, які відбуваються при коливаннях у формуютьорюючій плиті. Це дозволяє зменшити енергетичні витрати на ущільнення плоских виробів.

В наступних роботах планується провести дослідження напружено-деформованого стану конструкцій вібраційної установки, роботи вібраційної установки при різних частотах коливань вібраторів. Оцінити вплив розташування вібраторів на рамі установки на розподіл амплітуд коливань формуютьорюючої плити і, за потреби, встановлення додаткових вібраторів.

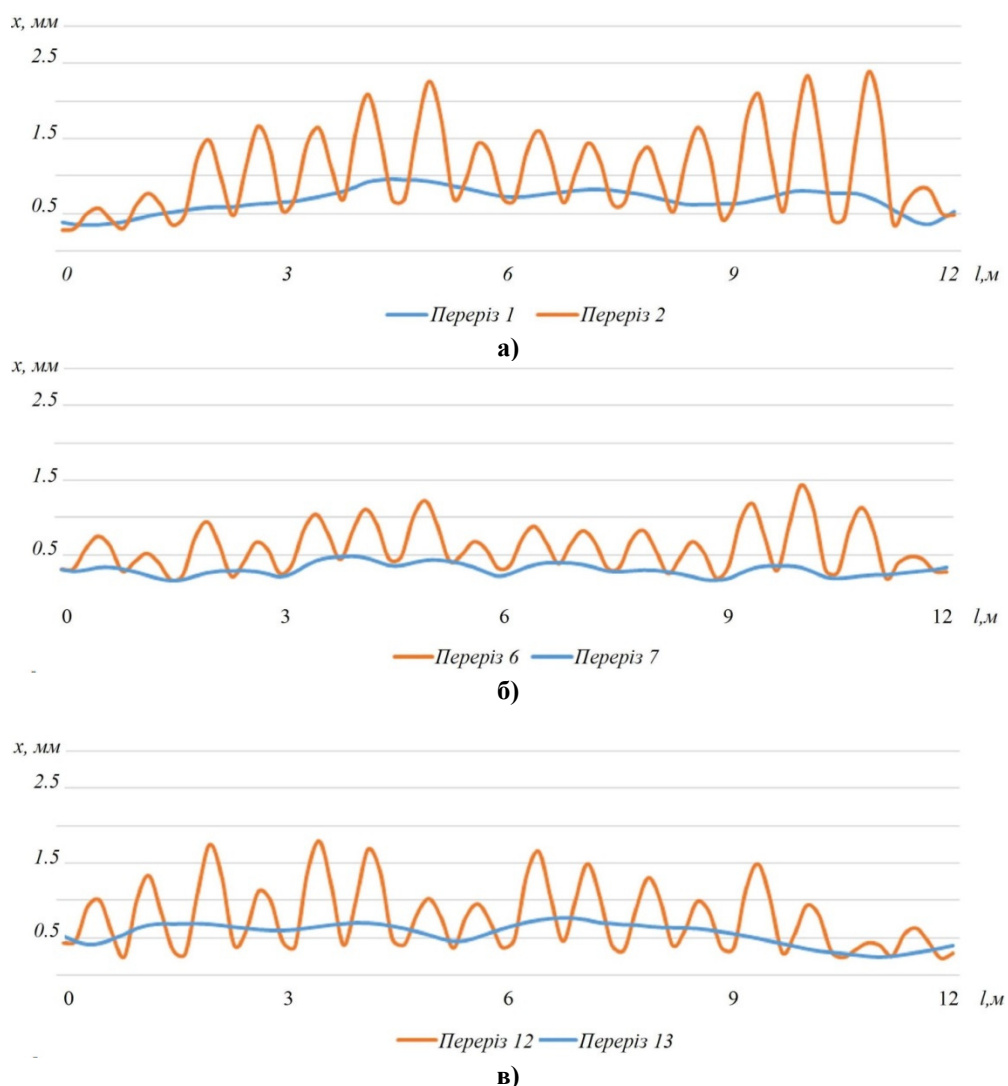


Рис.3. Розподіл амплітуд коливань у типових перерізах:
а) перерізи 1 і 2; б) перерізи 6 і 7; в) перерізи 12 і 13

Список літератури:

1. *Нестеренко М.П. Розроблення та впровадження ефективної вібраційної установки з круговими коливаннями робочого органа для формування малогабаритних залізобетонних виробів* / М.П. Нестеренко, Т.О. Склярєнко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – Вип.1(31). – С.235-239.
2. *Маслов О.Г. Розробка вібраційної установки для формування бетонних виробів* / О.Г. Маслов, О.О. Колеснік // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип.6(95). – С.74-80.
3. *Нестеренко М.П. Дослідження напруженодеформованого стану рами віброплощадки* / М.П. Нестеренко // Техніка будівництва. – Київ: КНУБА, 2010. – Вип.25. – С.38-44.
4. *Michalczyk J. Transient resonance in limited power systems* / J. Michalczyk, G. Cieplak // CHALLENGE JOURNAL OF STRUCTURAL MECHANICS, 2(3), P.163–168, 2016.
5. *Michalczyk J. Inaccuracy in self-synchronisation of vibrators of two-drive vibratory machines caused by insufficient stiffness of vibrators mounting* / J. Michalczyk // Archives of Metallurgy and Materials, 57(3), P.823-828, 2012.
6. *Michalczyk J. Disturbances in Self-Synchronisation of Vibrators in Vibratory Machines* / J. Michalczyk, G. Cieplak // Archives of Mining Sciences, 59(1), P.225-237, 2014.
7. *Патент України на корисну модель №117955, МПК В28В 1/08(2006.01). Вібраційна установка для формування бетонних і залізобетонних виробів* / І.І. Назаренко, П.П. Халімон, О.П. Дедов, О.С. Дьяченко. – № u2017 01755; заявл. 24.02.2017; опубл. 10.07.2017. – Бюл. №13/2017.