

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВІБРАЦІЙНОГО ФОРМУВАННЯ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Вадим Шаленко, Володимир Гарнець, Микола Пристайло

Київський національний університет будівництва і архітектури,
03680, Повітрофлотський просп. 31, Київ, Україна, e-mail: vadshal@i.ua

EXPERIMENTAL RESEARCH PROCESS VIBRATING FORMATION CONCRETE MIXES

Vladimir Garnets, Mykola Pristaylo, Vadim Shalenko

Kyivsky National University of Construction and Architecture,
03680, Povitroflotsky Avenue. 31 Kyiv, Ukraine, e-mail: vadshal@i.ua

АНОТАЦІЯ. При проведенні експериментів було використане вимірювально-реєструюче обладнання, яке дозволяє швидко і без повторювань отримувати точні оцінки взаємодії поверхневої вібромашини з бетонною сумішшю та дає можливість обробляти їх за допомогою сучасного програмного забезпечення за допомогою спеціально написаної програми "TenzoCut". Експериментально встановлено характер зміни динамічних параметри системи: амплітуди і частоти коливань робочого органа та динамічний тиск на робочий орган і стінки, потужність приводу при зміні висоти виробу.

Ключові слова: експеримент, амплітуда, динамічний тиск, потужність.

АННОТАЦИЯ. При проведении экспериментов было использовано измерительно-регистрающее оборудование, которое позволяет быстро и без повторений получать точные оценки взаимодействия поверхностной вибромашины с бетонной смесью и дает возможность обрабатывать их с помощью современного программного обеспечения с помощью специально написанной программы "TenzoCut". Экспериментально установлено характер изменения динамических параметров системы: амплитуды и частоты колебаний рабочего органа и динамическое давление на рабочий орган и стенки, мощность привода при изменении высоты изделия.

Ключевые слова: эксперимент, амплитуда, динамическое давление, мощность.

ABSTRACT. Purpose. The experimental nature of the set changes the dynamic parameters of the system. **Methodology/approach.** When the experiment was used measuring and registering equipment which allows fast and repetitions to get accurate estimates of surface vibration interaction with a concrete mixture and makes it possible to handle them using modern software with the help of my specially-written program "TenzoCut". **Research limitations/implications.** Experimentally character changes the dynamic parameters of the system: the amplitude and frequency of vibrations of the working body and dynamic pressure on your body and the wall, drive power by changing the height of the product. **Originality/value.** Taking into account fluctuations in the mass of concrete together with dispensing hopper reduces the impact of resonant vibrational process.

Key words: experiment, amplitude, dynamic pressure, power.

ВСТУП

Найбільш відповідальними операціями в процесі вібраційного формування залізобетонних виробів є формоутворення та ущільнення бетонної суміші виробу.

У випадку поверхневого формування ці операції виконуються за допомогою обладнання, що має загальну назву – бетоноформувальне.

Результати теоретичних досліджень [1...3] дозволяють зробити висновок про закономірності руху системи «поверхнева вібромашина – бетонна суміш», а саме – змінах швидкості витікання бетонної сумі-

ші, режиму вібрації, сили опору в системі, потужності витрат всіх робочих органів, які характеризують цю систему.

Перевірити результати теоретичних досліджень і підтвердити адекватність розрахункової моделі системи «поверхневий ковзний віброштамп (КВШ) – бетонна суміш» можливо шляхом співставлення отриманих результатів із експериментальними даними.

МЕТА РОБОТИ

Мета роботи полягає у експериментальній перевірці результатів теоретичних досліджень закономірностей руху системи

«поверхнева вібромашина – бетонна суміш» для уточнення методики інженерного розрахунку поверхневої ковзної вібромашини з урахуванням взаємодії складових механізмів бетоноформувального агрегату (БФА).

ВИКЛАД МАТЕРІАЛУ

Для планування і проведення експериментальних досліджень були у відповідності до розглянутих теоретичних положень сформульовані наступні задачі проведення експериментів:

- провести моделювання основних параметрів лабораторного стенда;
- сконструювати і виготовити стенд для реалізації експериментів;
- підібрати вимірювальну і реєструючу апаратуру і датчики для вимірювання амплітуди коливань, тисків, швидкості переміщення, силові динамометри;
- розробити програму проведення експериментів;
- визначити кількість проведення повторних випробувань для мінімізації величини випадкової помилки у порівнянні із систематичною помилкою;
- дослідити вплив змінних умов формування на поведінку системи;
- дослідити енергетичні витрати в системі для різних умов.

Загальний вигляд експериментального стенда та схема розташування вимірювальної і реєструючої апаратури представлені на рис. 1, 2.

Експериментальний стенд складається з порталу 1, на якому змонтована ковзна вібролижа 4 з вібратором ИВ-101Б 3; форми-візка 5, що переміщується вздовж стенда за допомогою тросів і барабана 6; бункера 2; прокладки 7, а також датчиків тиску 8 і датчиків вібрації 9.



Рис. 1. Загальний вигляд експериментального стенда

Fig. 1. General view of experimental stand

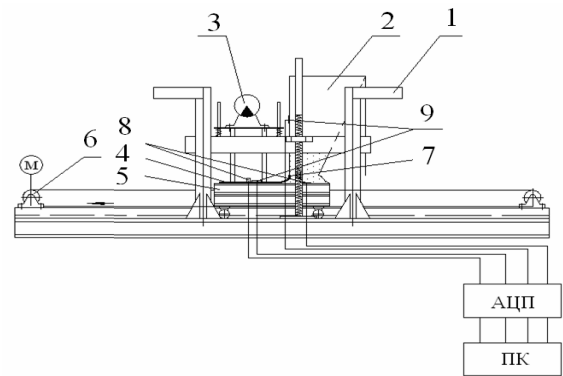


Рис. 2. Схема експериментального стенда з розташуванням вимірювальної апаратури

Fig. 2. Experimental scheme with a stand measuring equipment

Конструкція експериментального стенда дозволяє змінювати висоту виробу, який формується, від 0,05 до 0,2 м; для збільшення можливостей вимірювання можливо використовувати доповнюючі фальш-стілки.

В комплект вимірювальної і реєструючої апаратури (рис. 3) входить блок живлення 1, кабель живлення 2, модуль АЦП (аналого-цифровий перетворювач), шестиканальний підсилювач та мікроконтролерний блок керування 3, кабель передачі сигналу (інтерфейс SCI – Serial Communication Interface) 4, персональний комп'ютер 5, перемікач напрямку руху візка 6 та датчики 7.



Рис. 3. Комплект вимірювальної апаратури

Fig. 3. Set measuring equipment

При проведенні досліджень використовувалось тензометричне обладнання, яке дає змогу визначити параметри взаємодії середовища з робочим органом установки. Хвильові явища в бетонній суміші досліджувались з використанням датчиків тиску (мездоз). Виміри переміщення шарів бетонної суміші проводились тензодатчиками.

Цифровий сигнал подається на ПК для подальшої обробки за допомогою спеціальної програми "Tenzo Cut" [4]. В результаті відбувається реєстрація сигналу в реальному часі та виведення його на екран у вигляді графіка (рис. 4). Програма дозволяє одночасно реєструвати дані з шести датчиків, приводити дані до загальної ординати зображення, проводити тарування, тобто перехід від ординати зображення до потрібного параметру, обробляти дані, зберігати дані у вигляді таблиці чисел.

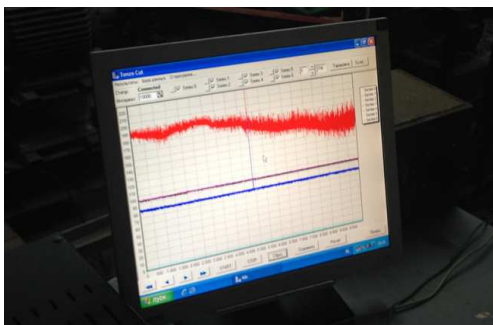


Рис. 4. Вигляд відтвореного сигналу на екрані

Fig. 4. View the playback signal on the screen

В процесі проведенні досліджень в установленому режимі реєструвались динамічні параметри системи: амплітуди і частоти коливань робочого органа та динамічний тиск на робочий орган і стінки, потужність приводу при зміні висоти виробу, а також впливу жорсткості бетонної суміші на режими коливань (рис. 5 ... 8).

Експерименти показали, що зміна параметрів коливань (амплітуди, динамічного тиску, потужності) в зонах певних висот виробів від 0,1 до 0,35 м в значній мірі підтверджує хвильовий характер коливань системи «бетонна суміш - вібробуджувач». Урахування при коливаннях маси бетону разом із роздавальним бункером зменшує вплив резонансних явищ в коливальному процесі [5].

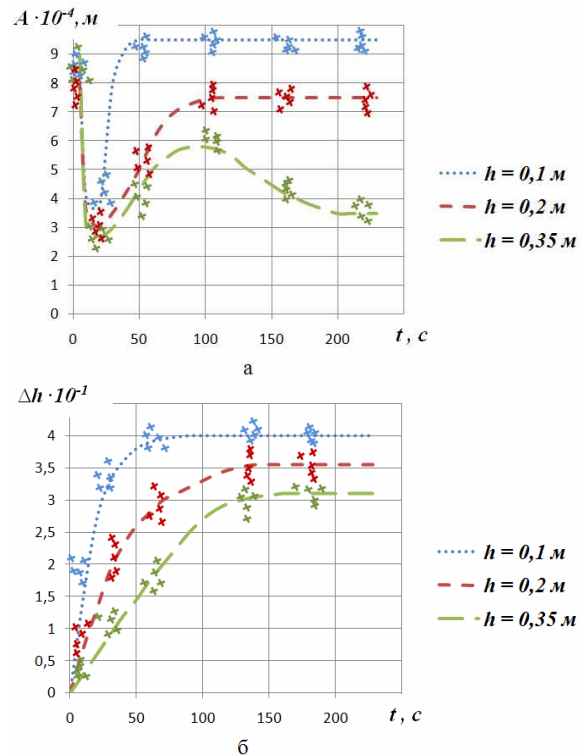


Рис. 5. Зміна амплітуди коливань робочого органа (а) і його осадки (б) в процесі ущільнення

Fig. 5. Change the amplitude of the working body (a) and its draft (b) in the process of consolidation

Аналіз графіків (рис. 5) показує, що при формуванні виробу товщиною 0,1 м, амплітуда стає стабільною через 35...45 с. Час стабілізації амплітуди співпадає з періодом

закінчення його осадки. При товщині 0,2 м стабілізація амплітуди робочого органа настає через 95...105 с, а при товщині формуемого виробу більше 0,3 м величини амплітуди і осадки продовжують змінюються і при 200...250 с. З цього можливо зробити висновок, що для товщин більше 0,25 м потрібне застосування робочих органів ударно-вібраційної дії.

Досліди показали (рис. 6), що при зміні товщини виробу амплітуда коливань вібратора набуває значних перепадів. При ущільненні виробів товщиною до 0,15 м може з'являтися відривний хаотичний характер коливань. Збільшення висоти виробу з 0,2 до 0,35 м забезпечує безвідривну роботу вібратора.

Значення величини амплітуди коливань робочого органа при збільшенні частоти вимушених коливань від 314 до 628 рад/с зменшується на 20...25 %. Це виявляється при збільшенні товщини виробу до 0,35 м.

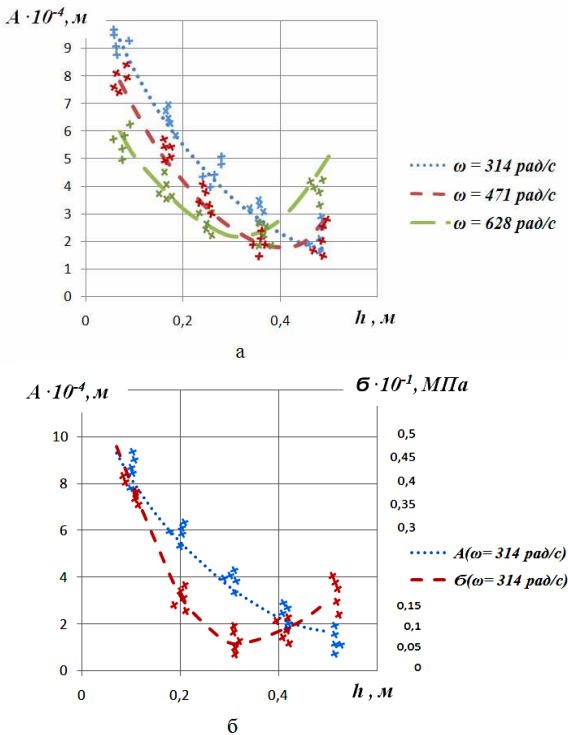


Рис. 6. Зміна амплітуди коливань робочого органа (а) і контактного тиску (б) в процесі ущільнення

Fig. 6. Change the amplitude working organ (a) and contact pressure (b) in the process of consolidation

Зміна динамічного тиску носить характер, аналогічний характеру зміни амплітуди коливань (див. рис 6, б). Крива динамічного тиску зміщена відносно кривої амплітуди коливань. Цей зсув призводить до того, що не завжди можливо визначити характер руху за амплітудою коливань.

Зміна висоти виробу також впливає на зміну потужності коливань (рис. 7). Характер зміни кривої потужності співпадає з характером зміни амплітуди коливань робочого органа.

Зміна жорсткості бетонної суміші в діапазоні від 4 до 16 с виявила незначний вплив її на амплітуду коливань і динамічний тиск (рис. 8). Відхилення не перевищували 20 %. При збільшенні висоти виробу параметри, які досліджувались, можуть як зменшуватись, так і зростати при збільшенні жорсткості бетонної суміші. Це пояснюється тим, що при збільшенні жорсткості змінюються пружні і демпфірувальні характеристики бетонної суміші і, відповідно, сили опору. Кількісно такі зміни визначаються абсолютною величиною суми цих сил і в мірі віддалення від резонансу вплив пружної складової стає переважаючим.

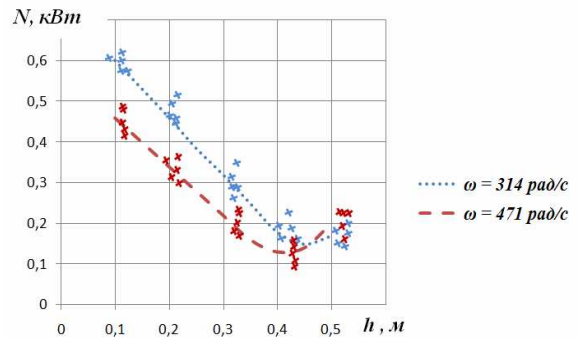


Рис. 7. Залежність потужності коливань від висоти виробу

Fig. 7. Dependence of power fluctuations on the height of the product

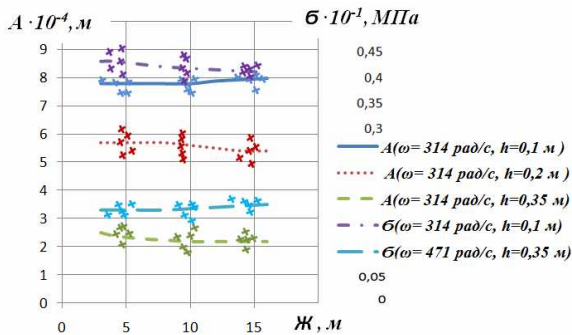


Рис. 8. Вплив жорсткості бетонної суміші на параметри коливань

Fig. 8. Impact hardness of concrete mix parameters vibrations

Для перевірки адекватності результатів теоретичних досліджень проведено порівняльний аналіз (рис. 9).

Аналіз результатів показує, що в значній області висот виробу достатньо співпадають теоретичні і експериментальні зміни параметрів коливань (амплітуди і динамічного тиску).

Похибка між значеннями теоретичних і експериментальних даних не перевищує допустимого значення (12..14 %).

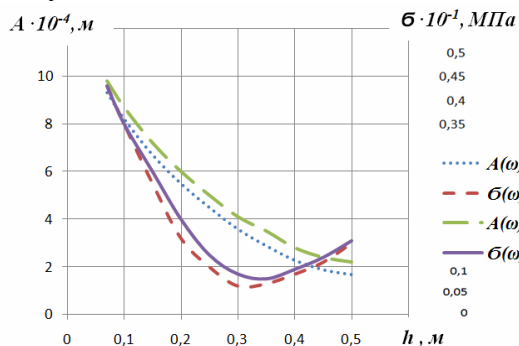


Рис. 9. Порівняння теоретичних і експериментальних кривих зміни параметрів коливань

Fig. 9. Comparison of theoretical and experimental curves of parameters vibrations

ВИСНОВКИ

Експерименти показали, що зміна параметрів коливань (амплітуди, динамічного тиску, потужності) в зонах висот від 0,1 до 0,35 м в значній мірі підтверджує хвильовий характер коливань системи «бетонна суміш - віброзбуджувач. Урахування при коливаннях маси бетону разом із роздава-

льним бункером зменшує вплив резонансних явищ в коливальному процесі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гарнець В.М. Шаленко В.О. Визначення сил опору при роботі поверхневих віброущільнювачів // Техніка будівництва. – 2004. - № 14. С. 55-59.
2. Гарнець В.М. Шаленко В.О. Підвищення ефективності роботи БФА // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. - 2012. - №1(36), Том 1. С. 159-166.
3. Шаленко В.О. Аналитическое исследование процесса истечения бетонной смеси из бункерных механизмов бетоноформовочных агрегатов // Научно-теоретический и практический журнал «Оралдын гылым жаршысы». - Казахстан, г. Уральск, 2015. - № 16 (147).- С. 85-94.
4. Пелевін Л.Є., Пристайло М.О., Пристайло Т.Ю. Удосконалення реєстрації складових сил різання в лабораторних умовах // Гірничі будівельні, дорожні та меліоративні машини. – Київ, 2005. – № 65. – С. 58-62.
5. Гарнець В. Теорія і практика створення бетоноформувань агрегатів (БФА) / В. Гарнець, Ю. Човнюк, С. Зайченко, В. Шаленко, Я. Приходько // Гірничі будівельні, дорожні та меліоративні машини. – Київ, 2014. – №83. – С. 58-62.

REFERENCES

1. Garnets V.N., Shalenko V.O., 2004. Vyznachennya syl oporu pry roboti poverkhnevyykh vibroushchil'nyuvachiv [Definition resistance forces at work surface lining]. Tekhnika budivnytstva [Engineering construction]. Kyiv, No.14, 55-59. – (in Ukrainian).
2. Garnets V.N., Shalenko V.O., 2012. Pidvyshchennya efektyvnosti roboty BFA [Improving the efficiency of BPA]. Zbirnyk naukovykh prats'. Seriya: haluzeve mashynobuduvannya, budivnytstvo [Collected Works. Series: branch of engineering, construction]. Poltava, No.1 (36), Vol.1, 159-166. – (in Ukrainian).
3. Shalenko V.O., 2015. Analytycheskoe yssledovanye protsessu ystechenyya betonnoy smesy yz bunkernukh mekhanyzmov betonoforrovachnykh ahrehatov [Analytical study of the process of the expiration of con-

- crete bunker mechanisms betonoformovachnyh machines] Nauchno-teoretycheskyu y praktycheskyu zhurnal «Oraldyn hылым zharshысы» [Scientific theory and pragmatic magazine "Oraldyn Gylym zharshysy"]. Kazakhstan, Uralsk, No.16 (147), 85-94. (in Russian).
4. *Pelevin L.C., Pristajlo M.O., Pristajlo T.Ju., 2005. Udoskonalennja reestracii skladovih sil rizannja v laboratornih umovah [Improvement registration component of cutting forces in vitro]. Girnichi budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini [Mining building, road and melioration machines], No.65, 58-62. – (in Ukrainian).*
 5. *Garnets V., Chovnjuk Ju., Zajchenko S., Shalenko V., Prihodko Ja., 2014. Teorija i praktika stvorennja betonoformoval'nih agregativ (BFA) [Theory and practical worker of creation betonoformovalnikh aggregates (BFA)]. Girnichi budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini [Mining building, road and melioration machines], No83, 58-62. – (in Ukrainian).*