



Машина і обладнання технологічних процесів будівельної індустрії

УДК 666.97.003.16

М. П. Нестеренко, к. т. н., доц.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРОПЛОЩАДОК І ВІБРОУСТАНОВОК ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

Постановка проблеми. У сучасних умовах будівництва залізобетонні вироби залишаються затребуваними. Промисловістю України та країн СНД віброформувальне обладнання серійно не випускається, тому підприємства змушені самостійно його поповнювати в умовах дефіциту металу і комплектуючих виробів. На виробництві застосовується не виправдано велика різнотипність такого обладнання, що пояснюється різними науковими концепціями вібраційної технології і ущільнення бетонних сумішей, що неодноразово мінялися, хоча вимоги до якості збірних залізобетонних виробів практично залишалися не змінними. Існуючий дефіцит вібраційних машин і невизначеність у виборі пріоритетних напрямів їхнього розвитку створюють на виробництві значні труднощі в технічному переоснащенні формувальних постів підприємств збірного залізобетону. Різноманіття використовуваних в даний час вібраційних машин для формування однотипних залізобетонних виробів можна також пояснити недостовірною порівняльною оцінкою їхніх технічних, технологічних і експлуатаційних параметрів.

Аналіз останніх досліджень. У сучасному виробництві для формування залізобетонних виробів використовують вібраційні машини з гармонійним (круговими коливаннями у вертикальній площині, вертикально-направленими коливаннями, горизонтально-направленими коливаннями, просторовими коливаннями) та з ударновібраційним (на пружних прокладках, двохмасові з горизонтальними чи вертикальними направленими коливаннями) рухами робочого органа [1, 2].

Також широко розповсюджені розроблені у ПНТУ імені Юрія Кондратюка вібраційні площадки з просторовим рухом робочого органа [3 - 5]. Уніфікований ряд низькочастотних (24 Гц) віброплощадок типу ВПГ з просторовими коливаннями рухомої рами містить дев'ять типорозмірів вантажопідйомністю від 10 до 30 т для формування виробів розмірами від 1,5х6 до 3х12 м. Віброплощадки ВПГ мають гранично просту конструкцію з мінімумом комплектуючих виробів, економні по енергоспоживанню, надійні в експлуатації та можуть встановлюватися як у виробничих приміщеннях, так і на відкритих полігонах збірного залізобетону. Шляхом стиковки по коротких торцях двох однакових віброплощадок їх максимальна вантажопідйомність може бути збільшена до 60 т, а розміри формованого виробу до 3х24 т. Застосування віброплощадок типу ВПГ дозволяє якісно і продуктивно ущільнювати бетонні суміші рухливістю до 3 см при вільній установці форм на рухому раму, яка спирається на пружні гумовометалеві опори і приводяться в коливальний рух одним потужним дебалансним віброзбуджувачем з вертикальним валом.

Віброплощадки типу ВПГ-2 з підвищеною технологічною ефективністю відрізняються наявністю двох віброзбуджувачів, що забезпечують рухомій рамі ефективні просторові коливання з частотою 26—30 Гц при більш рівномірному розподілі вертикальних амплітуд вібропереміщень за площею рухомої рами. Ці віброплощадки дозволяють якісно формувати вироби завдовжки 6,28; 7.2: 9 до 12 м стандартної ширини

при заклинюванні форм між жорсткими упорами. Рівень шуму при формуванні виробів не перевищує рівня, встановленого санітарними нормами.

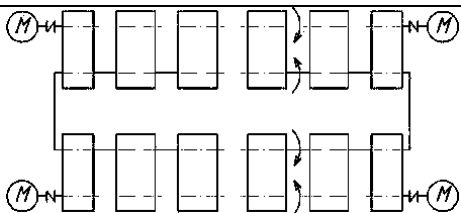
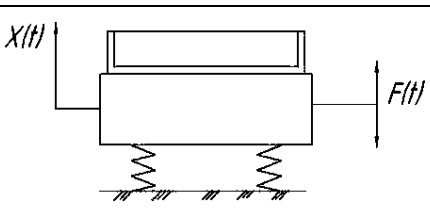
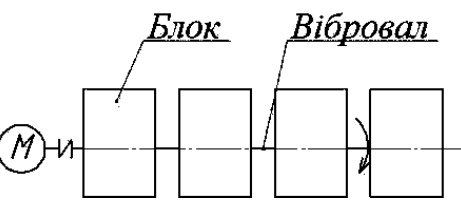
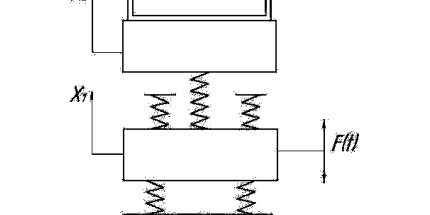
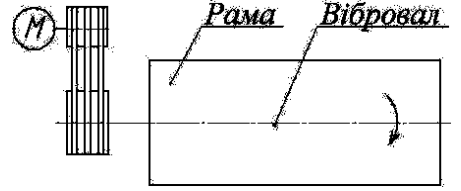
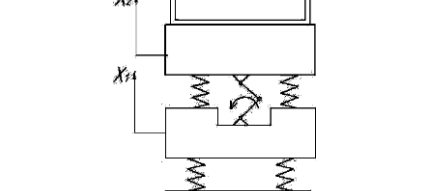
Істотною відмінністю віброплощадок типу ВПГ і ВПГ-2 від інших вібромашин є те, що в сукупності вони забезпечують виготовлення всієї номенклатури збірних залізобетонних виробів, від дрібних до великогабаритних, від плоских до об'ємних. На базі уніфікованих вузлів цих вібромашин зручно створювати стаціонарні віброформи для номенклатури великогабаритних і об'ємних залізобетонних виробів, здійснювати модернізацію касетних і інших установок.

Метою даної роботи є порівняння конструктивно-технологічних параметрів з найбільш поширених віброплощадок і віброустановок для формування залізобетонних виробів як за питомими показниками енергоємності, металоємності, динамічності, так і за допомогою безрозмірного комплексного параметра.

Викладення основного матеріалу. Виходячи із мети роботи проведемо аналіз конструкцій вібраційних машин, їхніх розрахункових схем (табл.1.), із якої слідує, що принципово існує два типи машин за конструкцією рам – блокові (№1, 2, 4, 7) та рамні (№3, 5, 6); за характером коливань робочого органа – із гармонійним рухом (№ 1, 5, 6, 7) та віброударним (№ 2, 3, 4); за напрямком коливань – із вертикальними (№ 1 - 4, 6, 7) та горизонтальними №5.

У якості початкових критеріїв вибрані: енергетичний $k_E = P/Q$ (P – потужність, Q – вантажопідйомність); металоємності $k_m = m/Q$ (m – маса вібромашини) та критерій динамічності $k_a = a/g$ (a – прискорення робочого органа, g – прискорення вільного падіння).

Таблиця 1. Типові конструкції віброплощадок та їхні розрахункові схеми.

№ з.ч.	Індекс машини, країна	Конструктивна схема	Розрахункова схема
1	СМЖ-200Г (Росія)		
2	СМЖ-538А (Росія)		
3	СМЖ-773 (Росія)		

4	ВБ-20 (Україна)		
5	ВПГ-2х14 (Україна)		
6	SV-5 (Польща)		
7	32-2х5 (Німеччина)		

За результатами розрахунків (табл. 2.) побудовані гістограми (рис.1) із яких можна зробити наступні (попередні) висновки:

–загальний аналіз дозволяє стверджувати, що навіть за наявності прийнятих трьох критеріїв відсутня схема машини, яка б задовольняла всім критеріям;

–з енергетичної точки зору найбільш ефективними є дві конструкції (№ 4, 5 див. табл. 1.1. і 1.5.), у яких цей показник знаходиться в межах 1–1,3. Найбільш близькою за цим показником є конструкція №3;

–за оцінкою металоємності з найнижчими показниками є конструкції, виконані за схемами №4 і №5. Слід зауважити, що металоємність є параметром не визначальним у порівнянні з двома останніми;

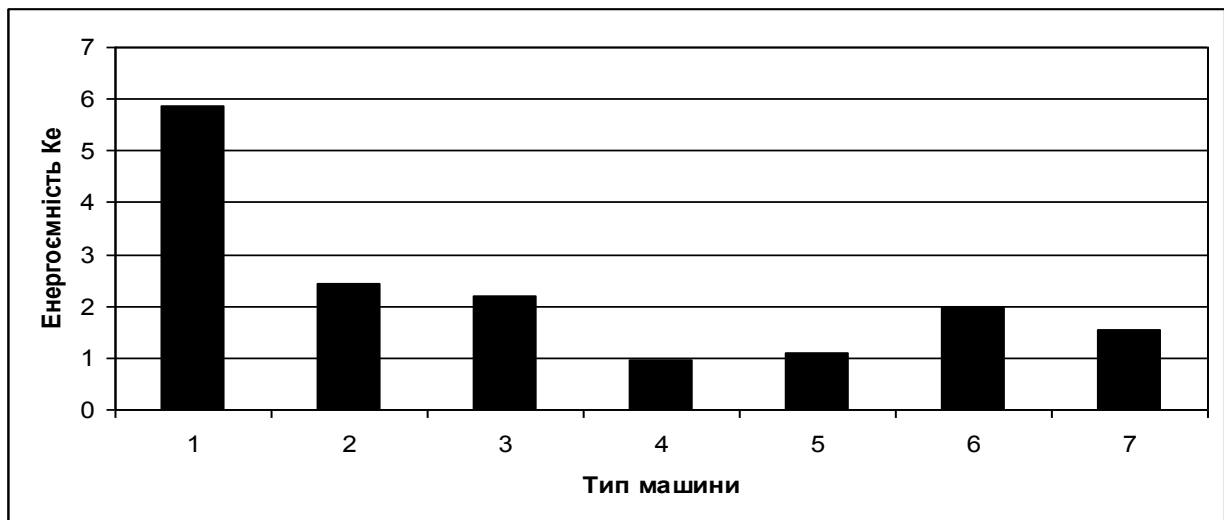
–за динамічністю найбільш високі показники належать схемам №1 і №3.

Таблиця 2. Порівняльний аналіз конструкторсько-технологічних показників вібромайданчиків.

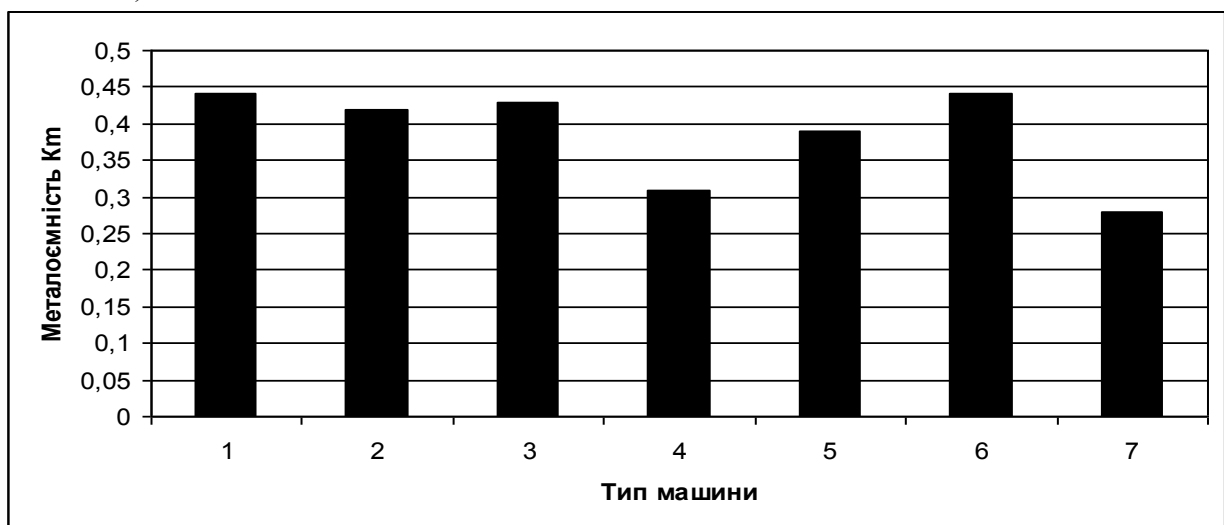
№ з.ч.	Індекс машини, країна	Характер коливань робочого органа	Вантажопідйомність Q , т	Енергоємність $k = P/Q$, кВт/т	Металоємність $K = m/Q$	Амплітуда коливань робочого органа x_0 , мм	Частота коливань робочого органа f , Гц	Прискорення a , в долях a/g

1	СМЖ-200Г (Росія)	вертикальні гармонійні	15	5,87	0,44	2,0-0,5	45	2-5
2	СМЖ-538А (Росія)	вертикальні ударно- вібраційні	18	2,44	0,42	0,8-1,0	24	2-2,5
3	СМЖ-773 (Росія)	теж	20	2,2	0,43	1,5-2,5	25	2,5-3,5
4	ВБ-20 (Україна)	—"	20	0,96	0,31	1,0	27	2,25
5	ВПГ-2х14 (Україна)	просторові гармонійні	25	1,1	0,39	0,8-1,0	24	2-2,5
6	SV-5 (Польща)	вертикальні гармонійні	16	2,0	0,44	0,2-0,3	58	2,3
7	32-2х5 (Німеччина)	вертикальні гармонійні	17	1,53	0,28	0,12	66	2

а)



б)



в)

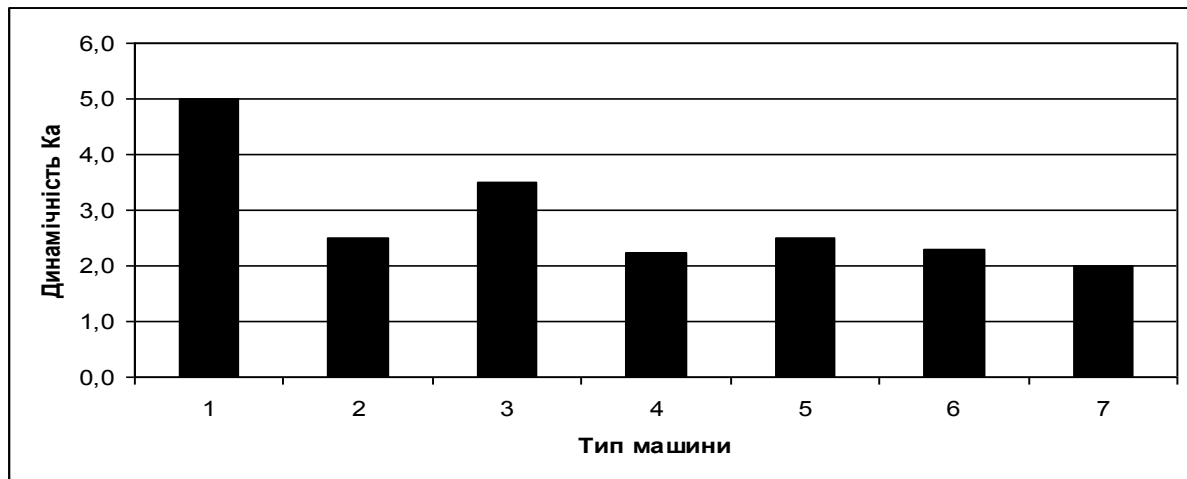


Рисунок 1. Гістограми зміни критеріїв у залежності від типу машини:

а – енергоємність, б – металоємність, в – динамічність.

Очевидно, щ для абсолютного визначення та обґрунтування схеми конкретної конструкції машини необхідно доповнити критеріями надійності та часу ущільнення. Попередні оцінки надають переваги схемі конструкції №5 (див. табл. 1. і 2).

Оцінку конструктивних і технологічних параметрів віброплощадок також легко проводити за методикою розрахунку, запропонованою нами в роботі [6]. Методика розрахунку, основана на використанні безрозмірного комплексного параметра, дозволяє як на стадії проектування, так і у процесі експлуатації оцінити споживчі якості віброплощадок, їхній технічний рівень і конкурентноздатність:

$$I = \frac{\sqrt{(ka_A fg \omega)^2 + (a_A^2 \omega^3)^2}}{N/Q} \cdot \frac{Q^2}{M_B M_{TM}} \cdot \frac{115-L}{L} \cdot \frac{180}{t}, \quad (3)$$

де k – коефіцієнт, що враховує вплив дотичної складової амплітуди коливань бетонної суміші, приймається в межах 0,2...0,4 у залежності від жорсткості бетонної суміші;

f – коефіцієнт, що враховує тертя бетонної суміші по піддону форми ($f=0,10...0,12$);

g – прискорення вільного падіння;

a^r і a^b – амплітуди відповідно горизонтальних і вертикальних вібропереміщень робочого органа;

ω – кутова частота коливань, c^{-1} ;

N – установлена потужність, кВт;

Q – максимальна вантажопідйомність віброплощадки, т;

M – маса віброплощадки, т;

M_ϕ – маса фундаменту віброплощадки, т;

L – фактичний еквівалентний рівень звука, дБА;

t – сумарна тривалість включень віброплощадки за час циклу формування однотипних виробів, с.

Використовуваний комплексний параметр включає чотири співмножники, що відповідно відбивають: ефективність використання енергетичних витрат, матеріалоємність віброплощадки з врахуванням маси фундаменту, відносні санітарно-гігієнічні умови праці за рівнем шуму на робочих місцях, технологічну ефективність вібромашини. Чим вище безрозмірний комплексний параметр I , тим досконаліша вібромашина. У табл. 3 наведені результати порівняння за допомогою запропонованого безрозмірного комплексного параметра експлуатаційних якостей найбільш поширених на виробництві чотирьох віброплощадок для формування однотипних виробів із розмірами в плані 3,0×6,0 м. При цьому амплітуди вібропереміщень, зазначені в таблиці 1 відповідають режимам, прийнятим

на практиці, що забезпечує працездатність цих вібромашин і належну якість ущільнення бетонної суміші.

Таблиця 3. Порівняння експлуатаційних якостей найбільш поширених вібромашин за допомогою запропонованого безрозмірного комплексного параметра.

Найменування параметрів та їхня розмірність	Значення параметрів для віброплощадок			
	СМЖ-538А	СМЖ-200Г	СМЖ-773	ВПГ-2М-07
Вантажопідйомність, т	18	15	20	16
Кутова частота коливань робочого органа, с ⁻¹	152	300	152	188
Фактичний еквівалентний рівень звука, дБА	80	100	85	80
Амплітуда вібропереміщень робочого органа, м: по горизонталі по вертикалі	– 0,75·10 ⁻³	– 0,35·10 ⁻³	– 1,0·10 ⁻³	0,60·10 ⁻³ 0,28·10 ⁻³
Установлена потужність, кВт	44	88	50	37
Маса фундаменту, т	75	120	90	48
Сумарна тривалість увімкнення віброплощадки, с	180	90	180	180
Безрозмірний комплексний параметр	0,206	0,048	0,259	0,344

Безрозмірний комплексний параметр віброплощадки ВПГ-2М-07 вище у порівнянні з віброплощадками: СМЖ-538А в 1,66 разів, - СМЖ-200Г у 7,16 разів, - СМЖ-773 у 1,33 разів.

Висновки.

1. Запропонована методика оцінки експлуатаційних якостей віброплощадок за допомогою питомих показників енергоємності, металоємності, динамічності та безрозмірного комплексного параметра дозволяє як на стадії проектування, так і у процесі експлуатації оцінити споживчі якості вібраційних машин різної конструкції, визначити їхній технічний рівень і конкурентноздатність за сукупністю основних технічних параметрів.

2. Користуючись наведеною оцінкою найбільш поширених вібромашин виробничникам буде легше орієнтуватися у різноманітті використовуваних в даний час вібраційних машин для формування однотипних залізобетонних виробів.

Література

1. Механизация и автоматизация трудоемких процессов на предприятиях сборного железобетона / И. И. Назаренко, В. А. Пенчук, В. Н. Гарнец, Ф. Ф. Бондаренко. –К.: Будивельник, 1988.– 192 с.
2. Назаренко І.І. Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії: Навчальний посібник. –К: КНУБА, 2007. – 230 с.
3. Нестеренко М. П. Вібраційні площадки з просторовими коливаннями для виготовлення залізобетонних виробів широкої номенклатури // Збірник наукових праць (Галузеве машинобудування, будівництво). –Полтава: ПолтНТУ, 2005. –Вип. 16. –С.177-181.
4. Нестеренко Н.П. Совершенствование виброплощадок для формирования многопустотных панелей перекрытий // Эффективные строительные материалы и конструкции, мспользуемые при возведении зданий и сооружений: Зб. научн. тр./ –К.: УМК ВО, 1992. –С. 93-102.
5. Олехнович К.А., Виноградов Ю.И., Нестеренко Н.П. Виброплощадки для конвейерных линий // Бетон и железобетон. -1991.-№4. -С,18-19.
6. Нестеренко М. П. Класифікація та оцінка споживчих якостей сучасних вібраційних машин для формування залізобетонних виробів // Збірник наукових праць (Галузеве машинобудування, будівництво). –Полтава: ПолтНТУ, 2007. –Вип. 20. –С.20-25.