



ВІБРОВ'ЯЗКІСТЬ БЕТОННОЇ СУМІШІ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ПІДЛОГ ПОВЕРХНЕВИМИ ВІБРОПРИСТРОЯМИ

Проблемою встановлення зв'язку між режимами вібрування та в'язкістю бетонної суміші (зокрема, й у процесі влаштування підлог) займалися автори робіт [1-3]. У НДІЗБ [4] розроблена теорія механізму в'язкості бетонної суміші. У основу цієї теорії покладена аналогія між зниженням в'язкості рідини за рахунок теплового розширення та в'язкості бетонної суміші за рахунок її розширення у результаті коливань складових часточок. Розгляд цих робіт, а також більш пізніх [5-7], показує, що залежності в'язкості від режимів вібрування практично можна звести до двох видів [8]

$$\eta = \eta_0 + \frac{\alpha}{u}; \quad (1)$$

$$\eta = \eta_0 \cdot \exp(\alpha'/u), \quad (2)$$

де u – критерій інтенсивності вібрування; α, α' – коефіцієнти тиксотропії.

Не дивлячись на те, що значення u приймалися різними, а саме у вигляді швидкості, прискорення, різкості коливань [1, 4, 9], питомої потужності ударів [3], у всіх випадках підтверджувалась придатність кожного з них [10]. Пояснення цьому слід шукати у різних умовах постановки дослідів. Раніше було показано [4], що обидві формули (1) і (2) дають приблизно однаковий результат. У подальшому у даній роботі буде розглянута лише більш проста залежність (1).

Слід зазначити, що зв'язок між вібров'язкістю та режимами вібрування може бути знайдений поки що лише напівемпіричним шляхом – підбором достовірних у граничних умовах дослідів критеріїв інтенсивності вібрування та підстановкою їх у залежності (1) і (2). Підібрані критерії інтенсивності вібрування повинні характеризувати питому потужність, яка споживається сумішшю при вібруванні з урахуванням умов контакту вібратора з бетонною сумішшю та течії матеріалу у досліджуваному діапазоні змінних.

Метою даної роботи є встановлення критерію інтенсивності вібраційного формування бетонних сумішей при влаштуванні підлог поверхневими віброущільнювачами, амплітуди безвідривних коливань (та її граничного значення), що в кінцевому випадку визначають реальне значення вібров'язкості вказаних сумішей та враховують вплив різноманітних факторів на режими функціонування робочих органів віброущільнювачів й дозволяють оптимізувати у подальшому керування вказаними вібраційними системами (й значно підвищити якість виробів, що виготовляються подібним способом, зокрема, підлог).

У результаті обробки експериментальних даних було встановлено, що найбільш прийнятним виразом для інтенсивності у даному випадку буде

$$u = \frac{A^* \cdot \omega^3}{h}, \quad (3)$$

де A^* – амплітуда безвідривних коливань, що дорівнює

$$A^* = \frac{A_l + A}{2} = \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{h \cdot \varepsilon \cdot p_{st}}{(p_0 + p_{st})} + A \right]; \quad (4)$$

ω – кругова частота коливань; h – товщина прошарку бетонної суміші; ε – пористість суміші; p_0 – атмосферний тиск; p_{st} – статичний тиск вібратора, що спирається на суміш; A – амплітуда коливань робочого органу вібратора; A_l – граничне значення амплітуди безвідривних коливань суміші

$$A_l = h \cdot \varepsilon \cdot \left(1 - \frac{p_0}{p_0 + p_{st}}\right). \quad (5)$$

Рух вібратора при влаштуванні підлоги відносно середнього положення вгору у контакті з бетонною сумішшю дорівнює A_l , а вниз - A , відповідно, розмах у контакті дорівнює $A_l + A$, а амплітуда складає половину розмаху. Слід також зазначити, що вираз для A^* досить умовний, оскільки тут не враховані швидкість розвантаження бетонної суміші та зчеплення її з вібратором.

Необхідний для обчислень коефіцієнт пустот (пористість) ε у суміші можна визначити звичайним динамічним способом, тобто шляхом аналізу жорсткості основи C_0 за резонансних значень частот коливань [5].

Крім того, слід зазначити, що умова

$$A^* \leq A_l \quad (6)$$

є недостатньою для безвідривних коливань робочого органу вібратора та бетонної суміші. Справа в тому, що, як зрозуміло, при відриві вібратора від бетонної суміші виникає розрідження і, як наслідок, підсос повітря під вібратор з утворенням каверн та раковин. Бетонна суміш має інерційний опір рухові, тому, моделюючи її як пружину з розподіленою масою [6, 7], слід порівняти швидкості руху вібратора та розвантаження суміші. Якщо частота власних коливань стовпа суміші ω_0 нижче частоти вимушених коливань вібратора ω , то вібратор при рухові вгору може випереджати розвантаження суміші, в результаті чого створюється можливість відриву за амплітуд, менших A_l . Досліди, які були проведені для перевірки залежності (5) у процесах влаштування підлог поверхневими віброущільнювачами бетонних сумішей, дозволяють стверджувати, що завжди при виконанні цієї залежності якості поверхні підлоги була задовільною. Було також встановлено, що у окремих випадках й при амплітудах, у 1,5 – 2 рази вищих розрахункових, можна отримати досить якісну поверхню підлоги. Цей феномен можна пояснити позитивною роллю адгезійного та вакуумного зчеплення вібратора з бетонною сумішшю.

У Таблиці 1 наведені значення A^* та A_l для різних h й типових значень $\varepsilon = 0,0025 \dots 0,035$; $p_{st} = 10000 \dots 30000 \text{ Па}$, $A = 0,0001 \dots 0,0003 \text{ м}$ для бетонних сумішей з крупним заповнювачем складу 11,62,85 за В/Ц=0,4 ($\eta \approx \eta_0 = 4000 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$, $\alpha = 36,5 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^4}$) та для бетонних сумішей з мілким заповнювачем складу 12,65 (0,35 – 0,4) за В/Ц=0,35 ($\eta \approx \eta_0 = 46000 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$, $\alpha = 5600 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^4}$).

Таблиця 1. Залежність амплітуди безвідривних коливань (A^*) та її граничного значення (A_l) від висоти стовпа бетонної суміші (h)

$h, \text{ м}$	$A^*, \text{ м}$	$A_l, \text{ м}$
0,10	$6,24 \cdot 10^{-5} \dots 2,01 \cdot 10^{-4}$	$2,48 \cdot 10^{-5} \dots 1,02 \cdot 10^{-4}$
0,15	$6,86 \cdot 10^{-5} \dots 2,26 \cdot 10^{-4}$	$3,71 \cdot 10^{-5} \dots 1,53 \cdot 10^{-4}$
0,20	$7,48 \cdot 10^{-5} \dots 2,52 \cdot 10^{-4}$	$4,95 \cdot 10^{-5} \dots 2,04 \cdot 10^{-4}$

У Таблиці 2 для сумішей того ж складу й типових значень ε, p_{st}, A (зазначених вище) наведені значення критерію інтенсивності коливань u для різних h та частот коливань вібратора ($f = \frac{\omega}{2 \cdot \pi}$).

Таблиця 2. Залежність критерію (u) інтенсивності коливань від частоти (f) коливань вібратора та висоти стовпа бетонної суміші (h)

f , Гц	h , м	u , с ⁻³
25	0,10	2418...7789
	0,15	1772...5851
	0,20	1449...4882
30	0,10	9902...31905
	0,15	7256...23967
	0,20	5934...19998
40	0,10	19341...62314
	0,15	14173...46810
	0,20	11589...39059

ВИСНОВКИ

1. Формула, що встановлює зв'язок вібров'язкості з параметрами вібрування, приймається у вигляді

$$\eta = \eta_0 + \frac{\alpha \cdot h}{A^* \cdot \omega^3}. \quad (7)$$

2. Умова (6) із врахуванням (5) може бути прийнята як наближена, що забезпечує отримання виробу високої якості (зокрема, підлог), але яке у подальшому слід відкоригувати на предмет врахування сил зчеплення вібратора із сумішшю, вплив швидкості руху вібратора та розвантаження суміші. Це дозволяє уточнити допустимі значення A_i .

Література

1. Дёсов А.Е. Вибрированный бетон. – М.: Госстройиздат, 1956. – 213 с.
2. Лермит Р. Проблемы технологии бетона. – М.: Госстройиздат, 1959. – 122 с.
3. Голод В.Б. Исследование формуемости бетонных смесей//Сборник трудов ВНИИГС. – Л., 1967. - №24.
4. Михайлов В.В. и др. Элементы теории формования тонкостенных конструкций методом виброштампования//Сборник трудов НИИЖБ. – М.: Госстройиздат, 1961. – Вып. 21. – С.32-35.
5. Руденко И.Ф. Формование изделий поверхностными виброустройствами. – М.: Изд-во л-ры по стр-ву, 1972. – 104 с.
6. Чубук Ю.Ф., Назаренко И.И., Гарнец В.Н. Вибрационные машины для уплотнения бетонных смесей. – К.: Вища школа. Головное изд-во, 1985. – 168с.
7. Назаренко И.И. Прикладные задачи теории вибрационных систем Учебное пособие. – К.: ІСДО, 1993. – 216с.
8. Руденко И.Ф. Оптимальные режимы виброштампования бетонных смесей. – В кн. Вибрационная техника. – М.: НИИ Стройдоркоммунмаш, 1968. – 185с.
9. Новосельский П.И. Выбор наиболее рациональных видов и формы колебаний и оптимальных параметров при формовании различных типов железобетонных изделий. – В кн. Теория формования бетона. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1969. – 65 с.
10. Селиванова С.А. Вязкость бетонной смеси и параметры вибрирования. – В кн. Теория формования бетона. – М. НИИЖБ Госстроя СССР, 1969. – 154 с.