

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЧАСУ УЩІЛЬНЕННЯ СТІНОВИХ БЕТОННИХ ВИРОБІВ

Ратушняк Г.С., Слободян Н.М.

Вінницький національний технічний університет

Вступ

До основних параметрів робочого процесу формування бетонних виробів крім амплітуди, привантаження та частоти коливання відноситься час ущільнення суміші. На першому етапі ущільнення здійснюється процес переукладання компонентів суміші, формування основного каркасу майбутнього виробу та витіснення повітря. Цей етап характеризується амплітудою коливання $A=0,35-0,45\text{мм}$, частота коливань змінюється від $\omega=50\text{с}^{-1}$ до $\omega=100\text{с}^{-1}$ з подальшим збільшенням до $\omega=350\text{с}^{-1}$. Такі параметри обумовлюються зміною напруженого стану в суміші, що ущільнюється. Цей режим реалізується в період розгону вібратора та складає 2-5 с для невеликих виробів із бетону (блочків).

Наступний етап – формування каркаса (коли закінчується осідання бетонної суміші). Ця стадія характеризується інтенсивним вилученням повітря і на ньому доцільно застосувати при вантаження. Третій етап – повне ущільнення. З метою визначення тривалості ущільнення стінових бетонних виробів розглянуто конкретну модель бетонної суміші.

Постановка задачі, визначальні співвідношення

Для визначення раціонального часу (тривалості) ущільнення у процесі виготовлення декоративних стінових бетонних виробів розглянуто наступну модель бетонної суміші.

Структура будь-якого суцільного середовища суттєво залежить від динамічних процесів, що відбуваються у ній [1]. Одне й теж середовище може проявляти себе як газ, рідина чи тверде тіло в залежності від інтенсивності та швидкості процесів, що в ньому протікають. Хвильова динаміка бетонної суміші повинна ґрунтуватись на аналізі хвилеутворень в ній, як у середовищі з дисперсією. В реологічних теоріях [2-4, 5, 6] у хвильовому рівнянні присутні інтегральні оператори вольтерівського типу

$$A(r, t) = \int_0^t B(r, \varepsilon) \cdot f(r, t) d\varepsilon. \quad (1)$$

Диспертність середовища обумовлюють геометричні розміри системи, яка є провідником хвилі (наприклад, середній розмір крупного заповнювача суміші), регулярна неоднорідність середовища, а також дисипація енергії, яку можна розглядати як уявну дисперсію. Функції A та B (тиск та щільність в акустиці бетонної суміші) можуть бути скалярами, векторами чи тензорами (пружні напруження та деформації в середовищі сформованого бетону). Ядро $f(r,t)$ - тензорна функція, що відображає властивості середовища. Рівняння (1) описує динаміку коливань суцільних бетонних сумішей.

Для спрощення задачі моделювання структури суміші виділяється один ланцюг часточок, рис. 1.

Розглянемо швидкоплинну плоску хвилю тиску $\check{p}(x,t) = \check{p}$ у бетонній суміші/рідині з приведеною величиною діаметра часточок заповнювача $d_{пр}$ ($d_{пр} = \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2}$), де d_1 – діаметр крупного, d_2 – дрібного заповнювача суміші, відповідно.

За різниці тиску \check{p}_{nm} між сусідніми часточками заповнювача n і m рівняння їх руху можна записати у вигляді:

$$\mu \cdot \ddot{U}_{nm} + \beta \cdot \dot{U}_{nm} + \alpha \cdot U_{nm} = -\check{p}_{nm} \cdot \sigma, \quad (2)$$

де U_{nm} – відстань, на котру зближуються чи віддаляються ці часточки заповнювача суміші під дією варіації тиску \check{p}_{nm} , μ і σ – маса та ефективний переріз часточок, α – пружна константа, β – константа релаксаційної дисипації.

Використовуючи наведену модель акустики бетонних сумішей, що знаходяться під впливом вібраційних полів різних частот, можна обчислити раціональний час ущільнення бетонної суміші. При урахуванні тільки лінійних збурень бетонної суміші без урахування сил дисипації аналіз дисперсії монохроматичних хвиль у суміші зводиться до рівняння стану:

$$\check{p} + \omega_0^2 \cdot \check{p} = \gamma \cdot \check{p}. \quad (3)$$

Частковим розв'язком рівняння (3) є монохроматична хвиля:

$$\check{p} = Q(x) \cdot e^{\pm i\omega t}, \quad i = \sqrt{-1}, \quad (4)$$

яка, як видно з (3), розповсюджується зі швидкістю:

$$C = \sqrt{\frac{\omega_0^2 - \omega^2}{\gamma}} = l_0^2 \cdot \sqrt{\frac{\omega_0^2 - \omega^2}{3\sigma}}. \quad (5)$$

Для досягнення рівномірного ущільнення вздовж всієї висоти виробу (декоративного стінового бетонного виробу) слід покласти $\tilde{\rho}(x, t) = \tilde{\rho}_0 = \rho_k - \rho_0$, де ρ_k – кінцеве значення щільності декоративного стінового бетонного виробу, що досягається за час ущільнення $t_{ущ}$. Після математичних перетворень раціональний час необхідний для досягнення рівномірного ущільнення ($t_{рац} \equiv t_{ущ}$) бетонного виробу вздовж всієї висоти визначається із залежності:

$$\tilde{\rho}_0 = \frac{\gamma}{\omega_1} \int_0^x \int_0^{t_{рац}} \left\{ -\rho_0 \cdot \frac{\partial v}{\partial \xi} + \eta' \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} \right\} \cdot \exp \left\{ -\frac{\beta'}{6} \cdot (t - \xi) \right\} \cdot \sin[\omega_1 \cdot (t_{рац} - \xi)] d\xi d\tilde{x}. \quad (6)$$

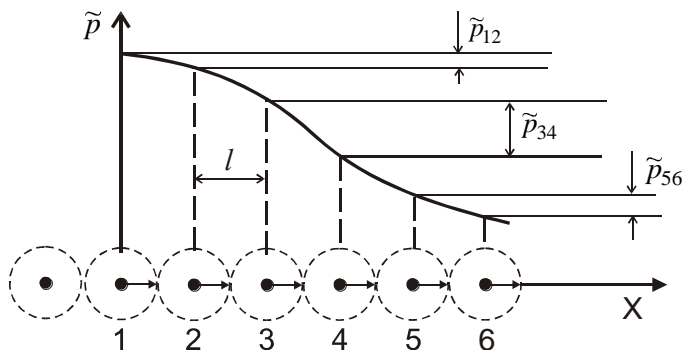


Рис.1. Модель бетонної суміші

Аналітичний розрахунок раціонального часу ущільнення $t_{рац}$ на ЕОМ дають значення цього показника, що збігаються з наведеними експериментальними даними для бетонних сумішей у [7].

При збільшенні жорсткості суміші від 20 до 75 с в залежності від режиму ущільнення час ущільнення складає: симетричний режим - від 30 до 300с; ударно – вібраційний - від 15 до 120с; ударний – від 90 до 220с.

Висновок

Розроблена математична модель для визначення раціонального часу ущільнення бетонних виробів. Результати розрахунків за моделлю відповідають даним експериментальних досліджень та дають мож-

ливість використання її для отримання рівної поверхні декоративних бетонних виробів.

Summary

The proposed physical-mechanical model for efficient time ramming of concrete mixture which is formed on the basis of which the limits of the rational time of formation. A reasonable time depends on the hardness of the mixture and compaction mode. Thus, the results of studies to obtain rigidity mix 20 seconds at the most rational shock-vibration mode seals need 15s.

1. Зазимко В. Г. Оптимизация свойств строительных материалов / В.Г.Зазимко. – Л.: Транспорт, 1981. – 103с.

2. Соколов В. А. Роль пригрузочных щитов в формовке изделий из жестких бетонных смесей / В. А. Соколов // Бетон и железобетон. – 1958. – № 2. – С. 71-72.

3. Баженов Ю. М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 500с.

4. Овчинников П. Ф. Виброреология / П. Ф. Овчинников. –К.: Наукова думка, 1983. – 272с.

5. Большаков В. І. Будівельне матеріалознавство Б Навчальний посібник для будівельних спеціальностей вузів / В. І. Большаков, Л. Й. Дворкін. – Дніпропетровськ: РВА “ДніпVAL”, 2004.– 677с.

6. Блещик Н.П. Структурно- механические свойства и реология бетонной смеси и прессвакуумбетона /Н.П.Блещик. – Минск: Наука и техника, 1977. – 232с.

7. Гусев Б. В. Вибрационная технология бетона / Б. В. Гусев, В. Г. Зазимко. – К.: Будивельник, 1991. – 160с.