



УДК 534.232

*М.І. Назаренко, інженер ТОВ «Мастерсвіт», Київ*

## МОДЕЛЮВАННЯ КЕРОВАНОГО У ЧАСІ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ВІБРОУЩІЛНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ

### **Актуальність проблеми.**

Досягнення високої якості ущільненої бетонної суміші по всьому об'єму за заданими характеристиками в короткі терміни виконання технологічного процесу за умов мінімальних енерговитрат потребує точного забезпечення оптимальних режимів ущільнення. Визначення таких режимів лежить у площині змінних у часі параметрів вібрації, оскільки властивості суміші суттєво змінюються [1] в процесі ущільнення. Отже режим зовнішньої дії має бути керованим у часі, тобто необхідно створити систему з програмованим управлінням за вхідними параметрами, що і є основною метою досліджень.

### **Стан проблеми.**

Обґрунтуванню та визначенню змінних у часі параметрів віброущільнення будівельних сумішей присвячено ряд робіт [1, 2, 4-7]. Однак, рекомендації щодо послідовності зміни параметрів у часі, їхні числові значення, вид вібраційної дії дослідниками пропонуються різні. Так, наприклад в роботі [1] рекомендується збільшувати частоту коливань поступово від малих до більших значень із паралельним зменшенням амплітуди коливань, в роботі [5] пропонується змінювати параметри і режими із застосуванням ефекту удару, при реалізації якого виникає спектр частот, а в роботі [7] вказується на обов'язкове проявлення двох стадій ущільнення, в роботі [6] – трьох стадій ущільнення.

Очевидно, що вібраційне ущільнення бетонної суміші досягається за рахунок вилучення частин повітря і більш (у порівнянні із початковою фазою) компактним укладанням зерен заповнювача. Формування може супроводжуватися видаленням рідинної фази, що слугує підвищенню щільності виробу. Вібраційне ущільнення і формування бетонної суміші здійснюється завдяки виз ванної вібрацією підвищення рухомості (текучості) суміші, тобто зменшення дисипативного опору зсування деформаціям під дією постійно направлених сил. Тому в зв'язку із дією цих сил і здійснюється виштовхування бульбашок повітря, щільного укладання зерен заповнювача і формування поверхні бетонного або залізобетонного виробу.

Можна виділити чотири явища, що обумовлюють відмінне вище підвищення рухомості [2]. По-перше, вібраційне проковзування зерен заповнювача між собою, що приводить до знищення видимого коефіцієнта тертя між зернами завдяки дії відносно слабких сил постійного напрямку, причому дисипативний опір дії цих вказаних сил приймає характер в'язкого опору. А це значить, що чим менша слабка сила постійного напрямку, тим меншим є опір проковзуванню. Таким чином, навіть незначні малі сили можуть з часом забезпечити достатні для необхідного ущільнення зсуви зерен заповнювача.

По - друге, внаслідок коливань нормального тиску зерен заповнювача на прилеглі до них інших зерен мінімальне значення дійсної сили тертя між зернами стає менше середнього значення, що при достатній величині цього ефекту дає допоміжну можливість малим силам постійного направлення і спричиняє незворотні зсуви зерен заповнювача.

По - третє, завдяки зсувним деформаціям, що спричинені вібрацією цементного тіста, знижується його структурна в'язкість.

По - четверте, вібрація викликає проковзування і співудари твердих частинок бетонної суміші, що призводить до витіснення деякої кількості води, адсорбованої на поверхні частинок і навіть, можливо, адсорбованої в зоні, що близька до поверхні частинок шару і в результаті здійснюється збагачення бетонної суміші вільною водою і дійсне зниження в'язкості рідинної фази.

Виходячи із виконаного огляду та аналізу робіт можна зробити висновок про необхідність застосування загального критерію оптимальності робочого процесу, який би врахував зміну найбільш впливових параметрів вібрації.

#### Методика вдосконалення досліджень.

В основі досліджень покладено системний підхід, що передбачає застосування вибору та обґрунтування оптимальних параметрів і режимів руху (параметричний синтез), вибір та обґрунтування датчиків, апаратного забезпечення та схеми реалізації керованого режиму у часі (структурний синтез). Функціонал, що підлягає мінімізації має вигляд :

$$y = a(w - \bar{w}) + b(\ddot{x} - \bar{\ddot{x}}) + c(t - \bar{t}) + d(E - \bar{E}), \quad (1)$$

де  $w, \ddot{x}, t, E$  - відповідно дійсні частота, прискорення,  $t$  - час ущільнення, енергія;  $\bar{w}, \bar{\ddot{x}}, \bar{t}, \bar{E}$  - задані обмеження значень частоти, прискорення, часу та енергії ущільнення.

Структурну схему керування робочого вібратора приведенено на рисунку 1.

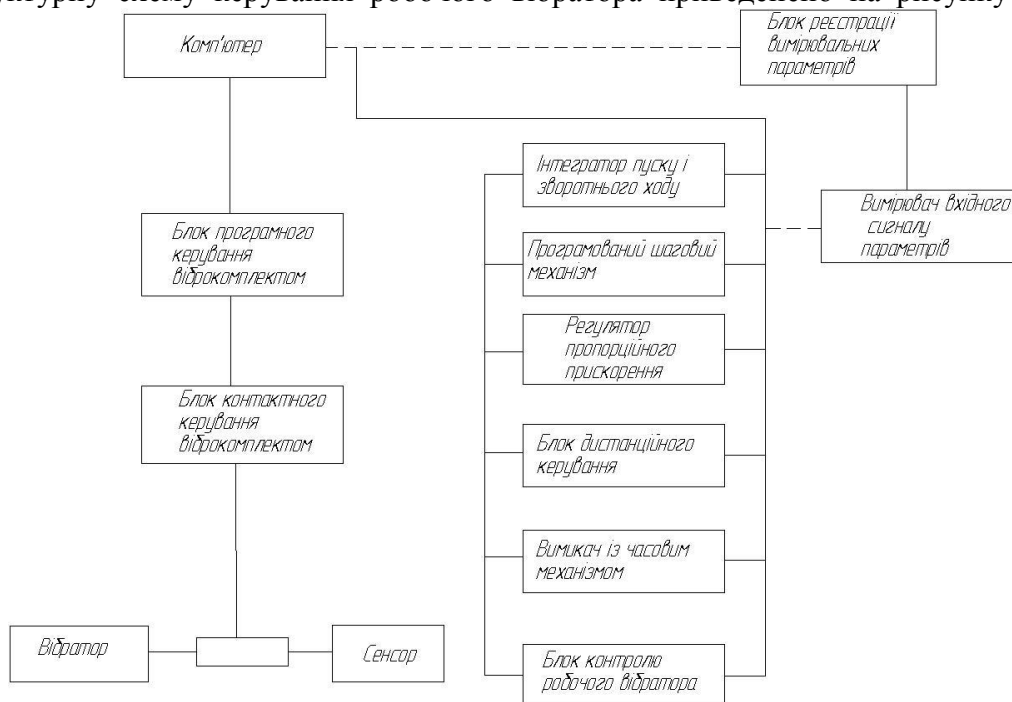


Рисунок 1. Структурна схема керування вібратором.

Для визначення передавальної функції підсилювача, що працює спільно з виконуючим двигуном можна використати залежність [3,4]:

$$W(p) = \frac{K_y}{(T_M T_a p^2 + T_M p + 1)(T_y p + 1)} \quad (2)$$

де  $K_y$  - передавальний коефіцієнт керованою вібрацією;

$T_M$  - механічна постійна часу двигуна;

$T_y$  - постійна часу ланцюга керування;

$T_a$  - постійна часу якірних ланцюгів системи;



$$p \equiv d/dt; t - \text{час.}$$

Задачею подальших досліджень є визначення числових значень параметрів функціоналу та оцінка складових із їхнім питомим впливом.

*Висновки:*

1. Визначена послідовність та фізика процесу вібрації на ущільнюючу суміш.
2. Встановлено вплив параметрів на процес ущільнення та запропонована структурна схема керування робочим процесом вібратора.

*Література*

1. Сивко В.И. Основы механики вибрируемой бетонной смеси. К.: Вища школа, 1987.- 167с.
2. Быховский И.И. Новые направления в разработке вибромашин для станкового формования бетонных и железобетонных изделий. Обзор. М.: ЦНИИТЭстроймаш. 1972.- 45с.
3. Иванов В.А. и др. Математические основы теории автоматического регулирования. – М.: Высшая школа, 1971. -808с
4. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. –М.: Наука, 1972. – 450с.
5. Гусев Б.В. и др. Ударно-вибрационная технология уплотнения бетонных смесей. –М.: Стройиздат, 1982. -152с
6. Осмаков С.А., Брауде Ф.Г. Виброударные формовочные машины. –Л.: Стройиздат, 1976. - 127с.
7. Овчинников П.Ф., Бабий В.С. Уплотнение строительных смесей на переменных во времени параметров вибрации и удара. –Кишинев, «Штиинца». 1976. -134с.