

Запропонований підхід та пакет прикладних програм для ПК має високу ефективність та швидку дію, що дає можливість оперативно здійснювати багатоваріантні дослідження. Перевірка в польових умовах виконувалася при діагностуванні стану зварних з'єднань на магістральних газопроводів УМГ "Львівтрансгаз" при впровадженні на підприємстві комплексного проведення обстеження технічного стану трубопроводів мобільними діагностичними бригадами [6].

Перспективною розвідкою запропонованого підходу є розширення типорозмірів досліджуваних зварних з'єднань конструкцій.

1. Подстригач Я.С., Осадчук В.А. Исследование напряженного состояния цилиндрических оболочек, обусловленного заданным тензором несовместных деформаций и его приложения к определению сварочных напряжений // Физ.- хим. механика материалов. – 1968. – 4, № 4. – С. 400–407. 2. Палаш В.М., Юськів В.М., Дзюбик А.Р. Напряжения у трубах, з'єднаних зварним кільцевим швом // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2000. – № 4. – С. 118–121. 3. Стандарт підприємства "Галузева система діагностичного обслуговування магістральних газопроводів" СТП 320.30019801.000-2002, ДК "Укртрансгаз", 2002. – 175 с. 4. Банахевич Ю.В., Юськів В.М., Дзюбик А.Р. Дослідження напруженого стану в зварних з'єднаннях труб із врахуванням структурних змін // Науковий вісник національного технічного університету нафти і газу. – 2003. – С. 118–120. 5. Дзюбик А.Р. Визначення напруженого стану кільцевих зварних з'єднань магістральних трубопроводів // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2000. – Т. 5. – № 3. – С. 19–23. 6. Коваль Р.И., Банахевич Ю.В. Зубик Й.Л., Кычма А.А., Дзюбик А.Р. Диагностика технического состояния магистральных газопроводов УМГ "Львовтрансгаз" // Труды 12 – Международной конференции «Диагностика 2002», Турция. – 2002. – Т.3. – С. 118–122.

УДК 691.002.5

В.М. БОРОВЕЦЬ, Б.М. САВЧИН, П.С. КОРУНЯК

ВІБРАЦІЙНА ПЛОЩАДКА ДЛЯ ЖОРСТКИХ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

© Боровець В.М., Савчин Б.М., Коруняк П.С., 2004

A problem of vibration compression of concrete mixture is considered in the given article, in forms of small capacity, and ways of its decision are definite. The analysis of existent equipment gave possibility to offer construction of vibration making a more compact machine for production of sidewalk tile with drive on two harmonically vibrations.

Формування залізобетонних виробів належить до основних технологічних процесів у виробництві будівельних матеріалів, де широко використовуються вібраційні технології й устаткування. У зв'язку з цим питання оптимізації параметрів динамічного навантаження бетонної суміші з метою підвищення якості, зниження енергоємності і створення надійного віброформувального устаткування розглядаються у багатьох роботах.

Бетонні суміші за своїми реологічними властивостями можуть бути, в основному, класифіковані на рухомі, малорухомі жорсткі і підвищеної жорсткості [5]. Рухомі суміші добре заповнюють форму, але вони мають великий вміст вологи, що значною мірою погіршує якість готового виробу. Застосування твердих бетонних сумішей дає велику економію в'язких матеріалів (цементу), але вимагає значного механічного впливу — тиску навантаження. Суміші підвищеної твердості не виявляють достатньою мірою, навіть при інтенсивній і досить тривалій вібрації, тіксотропні властивості, і під час формування ці суміші вимагають додаткового механічного навантаження, що повинне здійснюватися одночасно з вібруванням (віброштампування, вібропресування та ін.).

Під час вібрування малорухомих і твердих бетонних сумішей відбувається руйнування структури, яка сформувалася при готуванні в бетонозмішувальних машинах, зближення і перерозподіл часток заповнювача та заповнення простору між гранулами в'язким матеріалом (цементним тістом). Під впливом вібрації бетонна суміш набуває рухливості (стан грузлої рідини) і зручно укладається, одночасно витісняючи можливі пухирці повітря.

Встановлено, що для кожної бетонної суміші, яка відрізняється своїми реологічними властивостями (рухливість суміші) і розміром часток заповнювача, відповідають свої оптимальні значення амплітуди і частоти коливань.

Ступінь ущільнення залежить від вибраних оптимальних режимів вібрації інтенсивності і її тривалості, а також відповідності прийнятих параметрів вібрації (амплітуди, частоти і характеру коливань) властивостям бетонної суміші, що підлягає ущільненню. Основним фактором ефективності вібрування є не амплітуда чи частота коливань, узяті окремо, а їх функції, що визначають швидкість чи прискорення бетонної суміші, величина яких повинна бути достатньою для зменшення сил внутрішнього тертя.

Зі збільшенням твердості бетонної суміші і розмірів заповнювача оптимальна амплітуда повинна зростати. Для бетонних сумішей із середнім розміром заповнювача амплітуда коливань знаходиться в межах 0,3—0,65 мм, а під час використання дрібного заповнювача — у межах 0,15—0,4 мм, але одночасно з цим повинна підвищуватися частота коливань. Звідси варто зробити висновок, що ефективно віброущільнення бетоносуміші вимагає більш складного техпроцесу, оскільки великокускові фракції заповнювача потребують збільшення амплітуди коливань, а для дрібних часток заповнювача і часток цементу необхідно зменшувати амплітуду коливань з одночасним збільшенням частоти коливань, тобто вібробуджувач повинний забезпечувати двочастотну вібрацію.

У промисловості збірного залізобетону найбільше поширення одержали вібромеханізми з круговими, вертикально спрямованими і з горизонтально спрямованими коливаннями та частотою 50 Гц, оскільки при такій частоті найдоцільніше здійснити привід від електродвигуна, де $n = 3000$ об/хв.

Основна вимога, що ставиться до вібраційних площадок і взагалі до різних вібраційних машин для ущільнення бетонної суміші, — забезпечення у всіх точках форм з бетонною сумішшю амплітуд коливань однакової величини й одного напрямку. Забезпечення цієї вимоги гарантує рівномірність ущільнення у всіх точках виробу, а отже, і його міцність.

У віброплощадках із круговими коливаннями бетонна суміш з формою отримує поступальні коливання з круговою траєкторією, що лежать у вертикальній площині. Для надійної роботи віброплощадок цього типу необхідно забезпечити, щоб вісь дебалансного вала збігалася з віссю, що проходить через центр ваги коливних мас (віброплощадки, форми і частини бетонної суміші, що бере участь у вібрації і становить 25—40 % від усієї бетонної суміші в формі). У випадку порушення цієї вимоги траєкторії кругових коливань окремих точок бетонної суміші, форми і віброплощадки перетворюються в еліпси з різним співвідношенням і нахилом їхніх осей. Очевидно, що точки, більш віддалені від осі дебалансного вала, будуть мати більший ексцентриситет еліптичної траєкторії.

Кругові коливання викликають значний зсув бетонної суміші убік напрямку обертання дебалансного вала, і амплітуда змінюється у значних межах. Внаслідок цього явища віброплощадки з круговими коливаннями не можна застосовувати для виготовлення високих і широких виробів, оскільки горизонтальні складові коливань форми із сумішшю за висотою будуть неоднаковими (нерівномірність амплітуд по ширині форми), звідси нерівномірне ущільнення. Під час формування широких виробів може наступити так званий транспортний ефект бетонної суміші, при якому спостерігається небажане засмоктування повітря.

У віброплощадках з вертикально-спрямованими синусоїдальними коливаннями бетонної суміші утворюються рухи, перпендикулярні столу і дотичні до стінок форми. Дані віброплощадки відрізняються рівномірним розподілом амплітуд коливання, що забезпечує достатньо хороше

ущільнення суміші під час виготовлення плоских і широких виробів порівняно невеликої висоти. Це забезпечує їх широке використання.

Для приводу вібростола використовують двовальний дебалансний вібратор з валами, що обертаються на зустріч один одному і забезпечують вертикально спрямовані коливання. У віброплощадках з вертикально направленими синусоїдальними коливаннями з механічними приводом застосовують шестеренчасті синхронізatori, які забезпечують синфазність обертання обох валів вібраторів.

Віброплощадки вертикально спрямованої ударної дії забезпечують хороше ущільнення суміші, але внаслідок конструктивних складностей, а також великого шуму, який виникає при роботі, поки що не одержали розповсюдження.

При цьому відзначається, що найбільш раціональними режимами формування, що показали свою ефективність під час використання як литих, так і твердих сумішей, є нестационарні полічастотні асиметричні динамічні режими навантаження [1]. Ефективність цих режимів дозволяє, з одного боку, одержати високі вібропришвидження, що забезпечують істотне зниження в'язкості формованої суміші, з іншого боку, значно знизити енергію впливу за рахунок використання ефекту резонування структурних елементів суміші [2].

Серійно виготовлені віброущільнювальні машини дозволяють створювати тільки моногармонійні режими коливань і мають дуже маленькі можливості змінювати реалізовані динамічні параметри, тому не можуть служити технічною базою для оптимізації параметрів динамічного навантаження формованого бетону.

Створення устаткування для реалізації полічастотних режимів динамічного навантаження проводилося в різних напрямках, однак найбільше поширення одержали віброударні площадки, що дозволяють за рахунок реалізації віброударного режиму навантаження забезпечувати полічастотний режим навантаження формованої бетонної суміші. При цьому, як правило, розглядалися площадки переважно з нижнім прискоренням від дебалансного [3] чи ексцентрикового приводу, що реалізується під час періодичних ударів форми з бетоном об пружинні чи гумові обмежувачі.

Промислова експлуатація площадок показала їхню високу ефективність під час роботи з бетонними сумішами твердістю 10–20 с. Однак при збільшенні твердості формованої суміші ефективність застосування цих площадок знижується внаслідок швидкого формування щільної макроструктури бетону і зниження його розтікання. Другим істотним недоліком цих площадок є їхня висока металоємність, зумовлена необхідністю гасити високі динамічні навантаження, передані на фундамент, а також складність їхнього настроювання й істотна залежність реалізованих динамічних параметрів від величини технологічного навантаження. Остання обставина знижує ефективність застосування цих площадок при широкій номенклатурі формованих виробів.

Отже, для ефективного ущільнення бетоносуміші, що використовується для виготовлення тротуарної плитки, яка є найбільш складною серед усіх виробів, що можуть вироблятися на вібраційних ущільнювальних установках (рис. 1), необхідно створити вібраційне обладнання з напрямленими бігармонічними вертикальними коливаннями.

На рис. 2 зображено запропоновану конструкцію двочастотного дебалансного вібратора.

Робочим органом вібратора є чотири вали 1 і 2 на яких закріплені дебаланси. Вали 1 обертаються з однаковою частотою, але в протилежних напрямках. Дебаланси 3 на цих валах закріплені так, що відцентрові сили, які виникають при їх обертанні, підсумовуються у вертикальному напрямку (перпендикулярному основі вібратора) і взаємно компенсуються у горизонтальному напрямку. Частоти обертання валів 2 є також однакові і залежать від передавального відношення зубчастих передач Z_5/Z_4 , що визначаються технологічним процесом. Як видно із кінематичної схеми, напрямки обертання валів 2 є взаємопротилежними і при відповідному закріпленні на них дебалансів 6, їх відцентрові сили підсумовуються у вертикальному напрямку і взаємно компенсуються в горизонтальній площині.

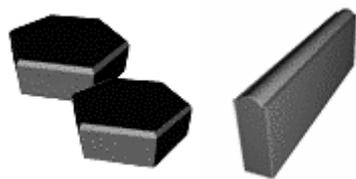


Рис. 1. Форми тротуарних плиток

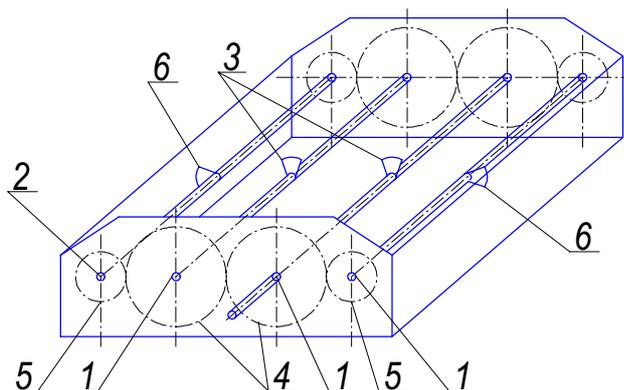


Рис. 2. Конструктивна схема двочастотного дебалансного вібратора

Отже, в цій конструкції реалізовано два спарені дебалансні вібратори направленої дії, кожен із яких збуджує коливання заданої частоти і амплітуди.

Враховуючи технологічні потреби найраціональніше використовувати низькочастотні високоамплітудні коливання ($\nu = 25 - 50$ Гц в діапазоні амплітуд ($a = 1 - 0,5$ мм) для ущільнення великофракційних бетоносумішей і високочастотні низькоамплітудні коливання ($\nu = 50 - 100$ Гц ($a = 0,3 - 0,5$ мм) для ущільнення дрібнофракційних бетоносумішей.

Згідно із запропонованою схемою нами реалізовано варіант двочастотного вібратора з частотами $\nu_1 = 25$ Гц і $\nu_2 = 50$ Гц. Амплітуди коливання змінювали в межах від 0 до 1 мм як на низькочастотних, так і на високочастотних валах вібратора. Ступінь ущільнення бетону оцінювали, спостерігаючи за виділенням повітря (бульбашок) із бетону. Критерії оцінки – час від початку подачі вібрації до закінчення виділення повітря (бульбашок).

Як показали наші спостереження, при нульовому значенні амплітуди на високочастотних валах, при амплітуді коливання $a = 0,25$ мм з частотою 25 Гц час віброущільнення – 3,2 – 5 хв і при зростанні амплітуди до 0,6 – 0,8 мм час віброущільнення зменшився до 1,8 – 2,5 хв і при амплітуді 1 – 1,2 мм – час ущільнення 0,5 – 1,5 хв. Подальше збільшення амплітуди не привело до відчутного зменшення часу ущільнення.

Аналогічна серія спостережень проведена при нульовому значенню амплітуди на низькочастотних валах і при амплітуді коливання $a = 0,25$ мм з частотою $\nu = 50$ Гц час віброущільнення тривав 2 – 2,5 хв і при її зростанні до 0,4 – 0,5 мм час віброущільнення зменшився до 0,8 – 1 хв. При амплітудах більше 0,6 – 0,8 мм суттєвого зменшення часу віброущільнення не спостерігали.

Отже, для ущільнення бетонних сумішей для виготовлення тротуарної плитки доцільно використовувати бігармонійні вібратори, що дають змогу значною мірою покращити якість отриманого продукту та зменшити час віброущільнення.

1. Ударно-вибрационная технология уплотнения бетонных смесей / Б.В. Гусев, А.Д. Деминов, Б.И. Крюков и др. – М.: Стройиздат, 1982. – 152 с. 2. Быховский И.И. Зависимость эффективной частоты вибрирования бетонной смеси от крупности заполнителя // Вибрационная техника. – Мат. научн.-техн. конф. – М., 1956. 3. Крюков В.И., Литвин Л.М., Логвиненко Е.А. Новые резонансные виброплощадки // Бетон и железобетон. – 1975. – № 7. – С. 15–18. 4. Сорочер З.И. Жесткие бетонные смеси в производстве железобетона. – М.: Стройиздат, 1984. – 306 с. 5. Силенок С.Г. Механическое оборудование предприятий строительной индустрии. – М., Стройиздат, 1973. – 374 с.