

УДК 534

Б.В.Корнійчук, асистент КНУБА

ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ВІБРОУСТАНОВКИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КІЛЕЦЬ.

Актуальність проблеми. Постановка задач дослідження.

Залізобетонні кільця займають цільне місце в будівництві і є одним із найбільш поширеним виробом. Виходячи із загальної схеми виробу, що являє собою конструкцію, в котрій співвідношення висоти виробу до його діаметру є величини одного порядку, а товщина кільця складає 8 – 10 мм і тому в загальному підході такі вироби відносяться до трубчастих. Трубчасті вироби виготовляються достатньо широкою гамою методів [1]: статичним, динамічним та змішаним (статично-динамічним) (рис.1).

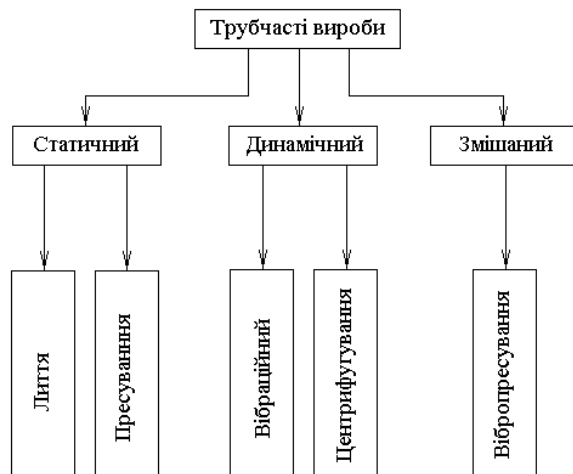


Рис.1. Методи виготовлення трубчастих виробів.

Найбільш простим є метод лиття, який полягає у вільному укладанні у форму пластичної бетонної суміші з наступною витримкою до набуття виробом міцності, за якою можлива операція розпалублення. Не зважаючи на простоту методу його застосування не знайшло широкого використання із-за низки суттєвих недоліків: низька продуктивність, міцність та однорідність.

Метод пересування полягає в ущільненні бетонної суміші пресуючими механізмами, що дає можливість витіснити повітря і частину води яка не вступила в хімічну реакцію із цементом та забезпечити зближення частинок між собою. При виготовленні трубчастих виробів застосовують два види пресування: осьове та радіальне [1]. Широко відомим є ще один із способів ущільнення – центрифугування, що являє собою відцентрове пресування суміші, яка завдяки обертанню горизонтально розташованої форми притискується відцентровими силами до стінки

форми. Такий метод є ефективним для виробництва труб в яких довжина значно перевищує діаметр з використанням рухомих (пластичних) сумішей. Надлишкова вода під час ущільнення видаляється у вигляді шламу. Методу притаманні недоліки серед яких найбільш визначним є забезпечення необхідної кількості обертів центрифуги на всьому етапі її обертання – завантаження (розгону центрифуги) – сталий режим – зупинка. Невиконання необхідного режиму значно знижує міцність та водонепроникність виробу.

Розвитком класичного центрифугування є методи відцентрового прокатування та комбінованих.

Метод відцентрового прокатування фактично поєднує в собі звичайне центрифугування з пресуванням за рахунок прокатування бетонної суміші роликом [1]. Операція розподілу досягається відцентровими силами при обертанні форми, а доущільнення здійснюється роликами, що дає можливість застосовувати жорсткі суміші і отримати більш високу початкову міцність у порівнянні з традиційним методом. Однак цьому методу також притаманні недоліки, це прогин формуючого ролика, що безумовно приводить до переущільнення суміші, низька продуктивність за рахунок складності та трудомісткості встановлення форми.

Як вдосконалення відцентрового методу пресування є комбінований, в якому окрім зазначених вище операцій ущільнення доповнена операція вібраційної дії. Вібрація здійснюється за операцією розподілу суміші вібраторами, що встановлені зовні форми і притискуються до неї гідравлічними пристроями. На завершальній стадії застосовується пресувальний коток, який уключає внутрішню поверхню труби.

Широке застосування у виробництві трубчастих виробів займає вібраційний, який реалізується трьома методами: об'ємним, внутрішнім та поверхневим [1]. При об'ємному методі форма з бетонною сумішшю 1 встановлюється на вібромайданчик 2 (рис.2,а) і коливанню піддається вся система «вібромайданчик – форма – суміш».

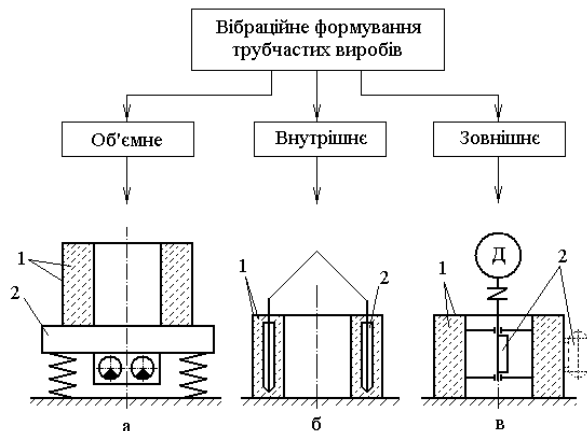


Рис. 2. Методи вібраційного формування трубчастих виробів:

1 – форма з бетонною сумішшю; 2 – робочий орган.

До недоліків методу відносяться: висока енергоємність та матеріалоємність, недоуцільнення верхніх шарів трубчастого виробу, необхідність в наявності великого парку форм.

Внутрішнє уцільнення (рис.2,б) відрізняється від об'ємного безпосереднім контактом внутрішнього вібратора 2 з бетонною сумішшю. Цей метод застосовується для формування кілець із значною товщиною стінок. Метод також характеризується високою матеріалоємністю із-за необхідності великого парку форм. Крім того, при виведенні вібратора залишаються невеликі отвори де суміш має меншу міцність. Тому в сучасному виробництві застосовується рідко. Особливої умови заслуговує метод зовнішнього уцільнення. На рис.2,в показано два рішення методу – навісні вібратори (показані пунктиром), та спеціального вібро осердя. Навісні вібратори застосовуються вкрай рідко, оскільки його ефективність низька, швидко зношуються форми, виходять із ладу вібратори. Застосування вібраторів всередині форми, які кріпляться до внутрішнього кільця і передають енергію уцільнення безпосередньо через це кільце є більш ефективним методом, однак верхня частина виробу як правило недоуцільнюється.

Пошук більш досконалих методів був отриманий на основі поєднання переваг статичного та динамічного. Так був розроблений змішаний (комбінований) метод вібропресування, запропонований шведською фірмою SENTAB сутність якого полягає в наступному.

Формування здійснюється у вертикально встановленій формі, яка складається із зовнішнього корпусу на якому встановлені пневматичні вібратори, що своєю вібрацією забезпечують ефективне заповнення форми сумішшю і попередньо уцільнюється. Всередині форми встановлено осердя з гумовим чохлам, в який подається вода під тиском, що і слугує

остаточним уцільненням бетонної суміші. Перевагами методу є можливість отримання необхідної щільності по всій висоті виробу, однак застосування пневматичних вібраторів приводить до виникнення підвищеного шуму на робочому місці, до недоліків також можна віднести велику трудомісткість процесу виготовлення виробу.

Отже виконаний аналіз методів трубчастих виробів дає можливість засвідчити наступне.

1. В сучасний стан виготовлення трубчастих виробів існує значна низка методів серед яких найбільш ефективний є вібраційний з внутрішнім осердям.
2. Відсутня загальноприйнята оцінка як процесу уцільнення так і моделі цього процесу, що і породило виникнення різних методів.
3. Для визначення більш раціональної схеми серед існуючих конструкцій віброустановок необхідно розглянути їх конструктивні особливості, що і є предметом наступних досліджень.

Оцінка існуючих конструкцій віброустановок.

Виходячи із оцінки методів формування трубчастих виробів визначено, що найбільш перспективним для залізобетонних кілець є вібраційний метод. Тому нижче приведені конструкції установок саме тих, де застосовується вібрація.

Найбільш рання конструкція установки, де вперше застосувалась вібрація для формування кілець являла собою віброустановку з горизонтально розташованою формою. Особливість її конструкції полягає в установленні опірні рами на гумові елементи, а дебаланси розташовувалися на валу, який приводиться в обертання від приводу через клинопасову передачу. Установка здійснювала колові ударні дії на форму.

Окрім горизонтального розташування форми для трубчастих виробів застосовуються і вертикально розташовані форми, що встановлюються на вібромайданчик. Відома установка із застосуванням віброударного режиму, що представляє собою рухому раму (рис.3) на яку встановлено зовнішню обечайку 2 і осердя 5, що утворюють форму.

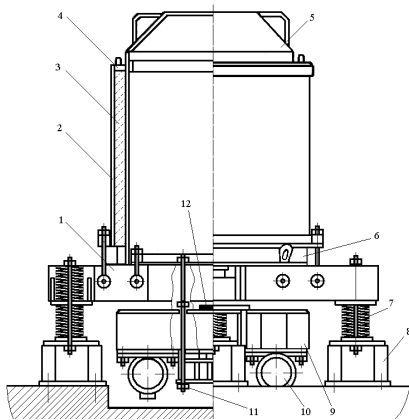


Рис.3. Віброударний майданчик для виготовлення залізобетонних кілець.

В нижній частині якої встановлено піддон 6. Віброізолюється рама вібромайданчика від фундаментної рами 8 пружинами 7. З низу до рухомої рами на болтах 11 підвішена ударна рама 9 із вібраторами 10.

Процес ущільнення здійснюється наступним чином. Суміш 3 укладається у форму, включаються вібратори і через обмежник коливань 12 здійснюються удари об раму 1 і такі віброударні коливання передаються до суміші яка і ущільнюється. На кінцевій стадії на поверхню кільця укладається інерційний привантаж 4, який доущільнює верхні шари суміші і вирівнює поверхню кільця.

Така установка дозволяє застосовувати жорсткі суміші, однак її експлуатація показала і певні вади: низька енергоємність, складність процесу формування, нерівномірне ущільнення по висоті кільця.

Існує схема формування трубчастого виробу на вібромайданчику з просторовими коливаннями (рис.4).

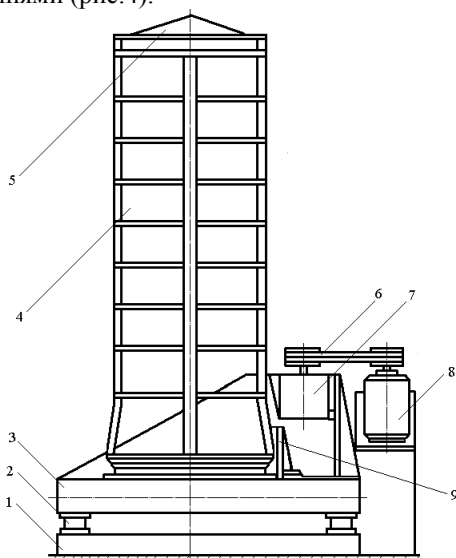


Рис.4. Схема віброустановки для формування трубчастих виробів з просторовими коливаннями.

На рухому раму 3 встановлюється форма 4 і утримується упорами 9. Віброізолюється рама 3 від фундаментної рами 1 опорами 2. Особливість установки полягає у наявності вібратора 7 із горизонтальним розташуванням дебалансів на його валу. При обертанні вала двигуна 8 через клинопову передачу 6 виникає збуджуюча сила вібратора яка збуджує коливання форми в горизонтальній площині. Внаслідок неспівпадання центра ваги і центра змущувальної сили виникає вертикальна складова коливань всієї системи і внаслідок цього маємо сумарні просторові коливання.

При всій простоті конструкції їй притаманні недоліки щодо ефективності переважно горизонтальних коливань при ущільненні суміші, наявність кульової точки при горизонтальних збудженнях, необхідність більш жорсткого закріплення форми.

Заслужує уваги установка (рис.5) яка реалізує теж горизонтальні коливання із збудником, що розташований практично в центральній частині кільця, що формується.

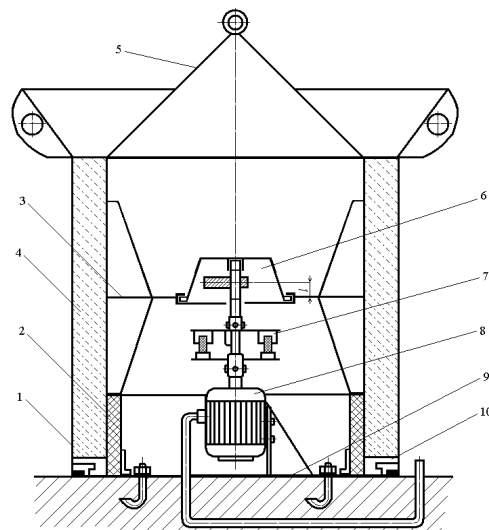


Рис.5. Віброустановка із збудником коливань, що встановлений всередині форми для формування залізобетонних кілець.

Установка складається із зовнішньої обечайки 1 і осердя 5, що утворюють форму майбутнього виробу, яка в нижній частині спирається на еластичне кільце 2 і де встановлено піддон 10. збудник коливань включає двигун 8, рама якого 9 закріплюється на опірній поверхні, а його вал через муфту 7 передає обертальний рух на вал збудника 6, а коливання вібро осердя здійснюється через діафрагму 3. такий пристрій дозволяє більш ефективно ущільнювати суміш 4.

Очевидно, що передача коливань безпосередньо до суміші підвищує ефективність подібних установок, однак наявність одного збудника зменшує вібраційний вплив у верхній та нижній частинах кільця, що приводить до утворення зон недоущільнення суміші.



Існує низка авторських свідоцтв та патентів України, що пропонують вдосконалені рішення конструкцій віброустановок для формування трубчастих виробів, в тому числі і встановлення вала всередині осердя з декількома дебалансами. Однак конструктивне рішення потребує детальних розрахунків основних параметрів робочого процесу, а це в свою чергу має ґрунтуватися на фізичних та математичних моделях, що реально відтворюють робочий процес формування таких складних (об'ємних) виробів. Проте подібних досліджень фактично немає за відсутності роботи [1] побудованій на дискретній моделі, та роботи, що присвячені центрифугуванню та гідропресуванню виробів. Виходячи з цього актуальною задачею є пошук більш ефективних рішень на основі дискретно-континуальних моделей з новими конструктивними особливостями віброустановок. Одним із таких рішень є установка [3] (рис.6.), що складається із зовнішньої формуючої обичайки 1, котра завдяки кронштейнам 2 змонтована на пружних опорах – амортизаторах 3, встановлених на основі 4.

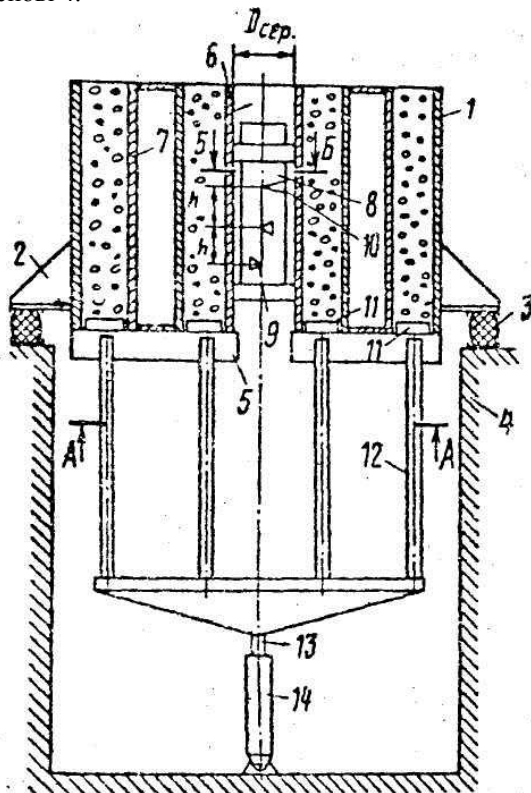


Рис.6. Конструктивна схема установки.

Радіальні зв'язки 5 рівномірно розміщені по окружності та закріплені на нижніх торцях зовнішньої обичайки 1, осердя 6 та проміжних замкнутих обичайок 7, осердя 6 обладнане дебалансним збудником 8 горизонтальних кругових коливань, дебаланси 9 та 10 котрого

зміщенні відносно один одного на кут

$$\alpha = \frac{360^\circ}{n}, \text{ де } n - \text{кількість дебалансів.}$$

Між обичайками на радіальних зв'язках 5 розміщені кільцеві піддони 11, котрі контактують з вертикально-рухомими штовхачами 12, котрі розміщені між зв'язками, та опираються на шток 13 гідроциліндра 14.

Установки для формування трубчастих виробів з бетонних сумішей працює наступним чином: у проміжки між обичайками на піддони встановлюються арматурні сітки, після чого подають бетонну суміш та вмикають віброзбудник 8. Дебаланси 9 та 10 зміщенні одне

відносно одного на кут $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$. При цьому

на осерді 6 збуджуються просторові коливання, котрі мають нормальну до циліндру та кутову складову, котрі утворюють на поверхні осердя потік, напрямлений по гвинтовій з кутом, близьким до кута тертя суміші.

Висновки та постановка задач досліджень.

Виконаний огляд методів виробництва трубчастих виробів, аналіз конструкцій, визначення їх параметрів та оцінка фізичних аспектів механіки ущільнення бетонних сумішей дозволяє констатувати наступне.

1. Трубчасті вироби, до яких відносяться і залізобетонні кільця, виготовляються трьома основними методами: литтям, пресуванням та вібрацією і використання одного із них обумовлюється конкретними умовами технології, потребами виробництва, складом суміші.

2. Залізобетонні кільця, виходячи із існуючих методів та реалізуючих ці методи конструкцій установок, найбільше підходить із розташуванням віброзбудника всередині форми. Таке рішення дає можливість найбільш ефективно використати вібрацію і досягти бажаного ефекту.

3. Існуючі гіпотези та методи описання механізму віброущільнення бетонних сумішей в своїй основі складаються із уявлення про можливі фази або стадії ущільнення, рух частинок як дискретних так і континуальних систем, однак практичні результати щодо параметрів чи режимів з конкретними числовими даними майже відсутні. А ті дані, що для деяких моделей і приводяться проте мають різні за величиною значення, а інколи навіть суттєві протиріччя. Це ставить під сумнів їх застосування і пояснюється відсутністю загальноприйнятого підходу до розгляду механізмів ущільнення і потребою в подальших дослідженнях.

Таким чином вирішення проблеми створення віброустановки для формування залізобетонних кілець потребує вирішення наступних задач.



1. Обґрунтувати та запропонувати раціональну конструктивну схему віброустановки.
2. Розробити фізичну та математичну модель робочого процесу взаємодії оброблювального середовища і віброзбудника коливань із установкою фаз двох дебалансів по висоті вібровала.
3. Скласти рівняння руху визначеної моделі, вирішити ці рівняння та дослідити закономірності руху віброустановки з оцінкою впливу власних параметрів і параметрів та характеристик ущільнюючого середовища.
4. Визначити зони ефективної вібрації на оброблюване середовище шляхом зміни режимів та визначити раціональне розташування дебалансів по висоті залізобетонного кільця з оцінкою фаз вібрації.
5. Провести експериментальне дослідження з метою оцінки запропонованих конструктивних рішень установлення дебалансів та оцінити ефективність визначені теоретичним шляхом параметри і режими робочого процесу. Зіставити результати теоретичних та експериментальних досліджень.

6. Запропонувати критерії оцінки ефективності робочого процесу та розробити основні принципи створення віброустановок для формування залізобетонних кілець і скласти алгоритм розрахунку подібних віброустановок.
7. Оцінити ефективність виконаних досліджень та здійснити впровадження результатів досліджень в промисловості та в навчальному процесі.

Література

1. Назаренко І.І. Машини для виробництва будівельних матеріалів. –К.: КНУБА, 1999. -488с.
2. Орисенко О.В. Дослідження та розробка вібраційної установки для формування виробів із бетонних сумішей. Автореферат дис. канд. техн. наук. Полтава: ПНТУ, 2001. -170с.
3. Назаренко І.І., Баранов Ю.О., Корнійчук Б.В. Корчагін М.М. Установка для формування трубчастих виробів з бетонних сумішей. Патент на корисну модель. UA 25881 U, Бюл. №13, 2007.