

О.В. Орисенко, М.П. Нестеренко, М.М. Нестеренко

Полтавський національний технічний університет

імені Юрія Кондратюка

УСТАНОВКА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КІЛЕЦЬ ІЗ ПРОСТОРОВИМИ КОЛИВАННЯМИ РОБОЧОГО ОРГАНУ

Значний обсяг виробництва залізобетонних виробів і конструкцій та невпинно зростаючі вимоги до їх якості зумовлюють постійне вдосконалення формувального обладнання, впровадження у виробництво нових технологій і машин.

У сучасних технологіях виготовлення трубчастих залізобетонних виробів застосовують різні способи ущільнення бетонних сумішей: відцентровий прокат, центрифугування, вібрування, віброгідропресування й ін.

Одним із найбільш прогресивних методів виробництва безнапірних залізобетонних труб та кілець є радіальне пресування [1]. В основі методу лежить принцип ущільнення бетонної суміші роликовою головкою, яка здійснює гвинтовий поступальний рух вздовж тіла виробу, який формується.

Верстати радіального пресування є найбільш продуктивними і дають змогу формувати до 20 кілець за годину із жорстких бетонних сумішей, а відформовані вироби відрізняються рівномірністю ущільнення по периметру, високою точністю геометричних розмірів та малою шорсткістю внутрішньої поверхні.

Проте ряд властивих їм недоліків, а саме: поява тріщин у щойно відформованих виробах, вибагливість до крупності заповнювача й точності

дозування кількості бетонної суміші, що подається у форму, складні фіксації арматурного каркаса - обмежують їх поширення. Крім того верстати радіального пресування мають велику встановлену потужність, їх значні габарити за висотою обмежують формування труб довжиною більше ніж 3,5 м.

Залізобетонні трубчасті вироби виготовляють також на верстаті відцентрового прокату [2]. Процес ущільнення бетонної суміші за таким методом здійснюється аналогічно до радіального пресування, тобто рахунок укочування її роликом. Вироби формують у горизонтальній встановленій формі.

Формування трубчастих виробів на верстатах відцентрового прокату здійснюється з особливо жорстких сумішей, що забезпечує високу початкову міцність щойно відформованого виробу і можливість миттєвого зняття опалубки.

Виробам, відформованим таким способом при зменшених витратах цементу, властиві висока міцність бетону (до 60..80 МПа), морозостійкість, стійкість до спрацювання, водонепроникність, добра якість поверхонь, невибагливість до заповнювачів. Але є й недоліки: неможливість формування виробів довжиною більше ніж 3 м через прогин формуючого ролика і як наслідок зменшення внутрішнього перерізу труби та недоущільнення бетонної суміші у середній її частині; складність формування розтрубних труб; низька продуктивність, зумовлена складністю й трудомісткістю встановлення форми на довгий пресуючий ролик та знімання її після закінчення процесу ущільнення.

Відомий і широко використовується на практиці при виготовленні залізобетонних трубчастих виробів спосіб відцентрового формування (центрифугування) [3]. Процес базується на відкиданні до стінок форми бетонної суміші, яка подається у центрифугу, її ущільненні та видаленні

надлишкової води затворення під дією сил інерції, які виникають під час обертання горизонтально встановленої форми навколо власної осі. Центрифуговані труби виготовляють із пластичних бетонних сумішей, які в процесі ущільнення набувають міцності, необхідної для транспортування форми з виробом у пропарювальну камеру.

До недоліків такого обладнання слід віднести необхідність точного дотримання допустимої кількості обертів центрифуги у період розгону та завантаження, що досягається застосуванням електропривода постійного струму зі складною електричною схемою. Недотримання цієї умови призводить до розшарування бетону і появи у товщини виробу радіальних фільтраційних промоїн.

Метод віброгідропресування [4] застосовують при виготовленні напірних залізобетонних труб, які працюють під тиском до 1,5 МПа. Цей метод запропонований шведською фірмою Sentab і на сьогоднішній день є одним із найефективніших у технології виготовлення попередньо напружених напірних залізобетонних труб. Формування здійснюють у вертикально встановленій формі, яка є основним формувальним агрегатом і складається із зовнішнього кожуха й внутрішнього осердя з гумовим чохлам.

Необхідний ступінь заповнення форми та попереднє ущільнення бетонної суміші здійснюється за допомогою пневматичних віброзбудників коливань, які встановлені на зовнішньому кожусі. Подальше ущільнення відбувається за рахунок тиску, який створює вода при заповненні гумового чохла.

Основними перевагами такої технології є можливість отримання гомогенної і попередньо напруженої структури по всій товщині стінки труби, а також суміщення в одному виробничому циклі операцій

ущільнення бетонної суміші, напруження спірального арматурного каркаса та створення захисного шару.

Недоліками обладнання є: використання пневматичних віброзбудників коливачів, які створюють підвищений рівень шуму на робочих місцях; малі і неупорядковані амплітуди коливачів зовнішнього кожуха, що знижує ступінь заповнення форми бетонною сумішшю й ступінь її попереднього ущільнення; велика трудомісткість процесу виготовлення труби; неможливість миттєвого зняття опалубки.

Найбільш поширеним способом формування трубчастих виробів є вібраційний [5], який ґрунтується на властивості бетонних сумішей розріджуватись та заповнювати форму під дією вібрації. При цьому також відбувається ущільнення суміші. Цей спосіб за простотою конструкції і надійністю обладнання, яке використовується, дозволяє отримувати високі показники якості готової продукції.

Віброформування дає можливість використовувати жорсткі бетонні суміші, а це в свою чергу знижує витрати цементу та зменшує металомісткість обладнання за рахунок негайного зняття опалубки із щойно відформованого виробу і скорочення парку форм.

За способом приведення бетонної суміші у коливальний рух при формуванні розрізняють: об'ємне (верстатне) формування, при якому вібраційному впливові піддають весь об'єм виробу; формування із застосуванням внутрішнього вібрування, коли у коливальний рух приводиться тільки частина об'єму виробу; формування з поверхневим вібруванням, коли вібрація передається лише частині об'єму виробу з боку певної поверхні. При формуванні трубчастих виробів найчастіше використовують об'ємне та поверхнєве вібрування, а внутрішнє - рідше, оскільки воно можливе лише при значній товщині стінки виробу.

Аналізуючи якість продукції підприємств залізобетонних виробів слід відмітити, що при формуванні залізобетонних кілець спостерігається систематична зміна міцності за висотою виробу. Це пояснюється тим, що нижні шари суміші ущільнюються краще, оскільки вібруються довше і під значним тиском стовпа суміші. Найгірші показники якості має верхня частина виробу, оскільки амплітуда вібропереміщень із збільшенням маси віброуючої частини при завантаженні форми зменшується і ефективність вібраційного впливу спадає. Недостатнє ущільнення суміші можна пояснити також малою величиною вертикальної складової вібропереміщення.

Частково дану проблему розв'язують, формуючи трубчасті вироби у формах, установлених на віброплощадках із просторовими коливаннями робочого органу. Це дозволяє інтенсифікувати процес ущільнення за рахунок приведення бетонної суміші у просторовий рух. При цьому також відпадає необхідність у окремому формувальному посту. Але таке розв'язання проблеми має ряд недоліків, серед яких необхідно відмітити підвищені витрати електроенергії на вібропереміщення маси віброплощадки, необхідність мати парк форм та знімні кріплення до них, що значно підвищує металомісткість обладнання.

Ураховуючи перелічені вище переваги і недоліки існуючого обладнання для формування трубчастих виробів із бетонних сумішей, слід відмітити, що подальшим удосконаленням обладнання вібраційного формування повинно бути створення машини, яка, поєднуючи у собі переваги віброформувальних машин, була б якомога більше позбавлена недоліків. Одним із шляхів удосконалення машин вібраційного формування є застосування асиметричних циклів впливу на бетонну суміш за рахунок приведення робочого органу у віброударний режим руху.

У Полтавському національному технічному університеті з метою інтенсифікації процесу формування залізобетонних кілець із бетонних сумішей розроблено конструкцію вібраційної установки із просторовими коливаннями робочого органу.

Конструктивно вібраційна установка (див. рисунок) складається із нерухомої 9 та рухомої 8 рам, з'єднаних за допомогою центральної пружної опори 10. На рухомій рамі 8 жорстко закріплене осердя 6 із віброзбудником коливань 5. Концентрично з осердям установлена форма 3, що знімається і центрується піддоном 7. На нерухомій рамі по колу в плані встановлені висувні опори 1 з пружними прокладками 2.

Характерною особливістю даної установки є те, що вісь віброзбудника коливань збігається з віссю симетрії установки, а площина прикладання змушуючої сили знаходиться вище від центра мас рухомої частини з виробом. Таке конструктивне рішення дає змогу отримати просторові коливання робочого органу, які без урахування сил опору середовища можна описати системою диференціальних рівнянь в узагальнених координатах у вигляді:

$$J_x \ddot{\theta} + \dots (R\theta \cos \alpha - \delta) = mpe[(\ddot{\phi} + \ddot{\alpha}) \sin \alpha + (\dot{\phi}\dot{\alpha} + \dot{\alpha}^2) \cos \alpha];$$

$$J_y \ddot{\psi} + c_z (R\psi \sin \alpha - \delta) = mpe[(\ddot{\phi} + \ddot{\alpha}) \cos \alpha + (\dot{\phi}\dot{\alpha} + \dot{\alpha}^2) \sin \alpha];$$

$$J_z \ddot{\phi} + \dots (\ddot{\phi} + \ddot{\alpha}) + c_\phi \phi = mpe[(\ddot{\psi} + \dot{\theta}\dot{\alpha}) \cos \alpha + (\ddot{\theta} - \dot{\psi}\dot{\alpha}) \sin \alpha];$$

$$\dots (\ddot{\phi} + \ddot{\alpha}) + mpe[(\dot{\phi}\dot{\theta} - \dot{\psi}) \cos \alpha - (\dot{\phi}\dot{\psi} + \dot{\theta}) \sin \alpha] = M - M_{\dots},$$

де J_x, J_y, J_z - моменти інерції рухомої частини віброустановки відносно головних осей інерції;

C_α - момент інерції дебаланса відносно осі обертання;

c_α - жорсткість бокової опори у вертикальному напрямі;

c_ϕ - крутильна жорсткість центральної опори;

m - маса дебаланса;

e – ексцентриситет дебаланса;

p – висота прикладання змушуючої сили;

$\theta, \psi, \varphi, \alpha$ – узагальнені координати, у якості яких виступають кути поворотів робочого органу та дебаланса;

δ – проміжок між рухомою рамою та пружними боковими прокладками;

M, M_0 – відповідно момент електродвигуна і момент опору.

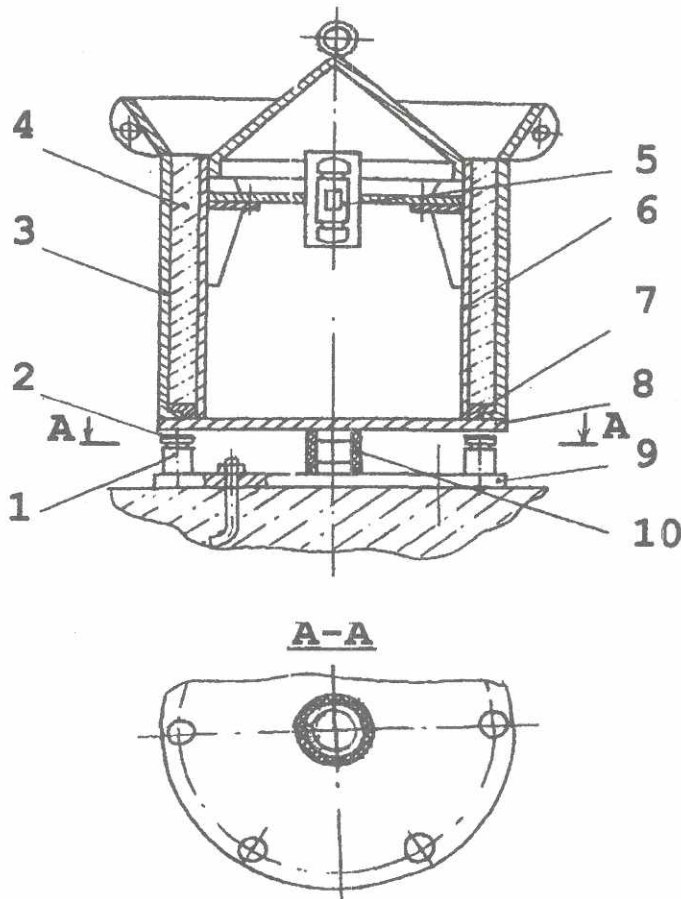


Рисунок – Вібраційна установка для формування залізобетонних трубчастих виробів: 1- висувна опора; 2 - пружна прокладка; 3 - форма; 4 - бетонна суміш; 5 - віброзбудник коливань; 6 - осердя; 7 - піддон; 8 - рухома рама; 9 - нерухома рама; 10 - центральна пружна опора.

Створення необхідних параметрів впливу на бетонну суміш досягається вибором величини змушуючої сили віброзбудника коливань та висоти її

прикладання відносно центра мас робочого органу з сумішшю. Установи може працювати також у віброударному режимі, а інтенсивність ударних імпульсів регулюється величиною проміжку між рухомою рамою пружними боковими прокладками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Казарин С.К., Пономарев В.П. Оборудование для производства безнапорных труб колец методом радиального прессования.: Обзор. - М., ЦНИИТЭстроймаш, 1982. Сер. 7. - Вып. 2. - 48 с.
2. Гусев Б.В., Руденко И.Ф., Савинов О.А., Толорая Д.Ф. Перспективные формовочные процессы и оборудование в заводской технологии // Бетон и железобетон. - 1988. - № 9. - С. 17-18.
3. Берг П.А., Янцен Т.Г. Уплотнение бетонной смеси центрифугированием // Бетон и железобетон. - 1991. - № 8. - С. 23 - 25.
4. Бергер И.И., Гузенко Н.И. Усовершенствование оборудования и технологии производства напорных железобетонных труб методом виброгидропрессования // Бетон и железобетон. - 1980. - № 10. - с. 3 - 6.
5. Климанова А.Ф., Ариевич Э.М. О производстве деталей смотровых колодцев // Бетон и железобетон. - 1985. - № 8. - С. 27-28.