



УКРАЇНА

(19) UA (11) 59665 (13) A

(51) 7 B28B1/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

1

2

(21) 2002118977

(22) 12 11 2002

(24) 15 09 2003

(46) 15 09 2003, Бюл. № 9, 2003 р.

(72) Тимофеев Микола Іванович, Сорокопуд Іван
Олександрович, Бондаренко Євген Валентинович,
Убайдуллаєв Юсифжон Нуруллаєвич(73) Тимофеев Микола Іванович, Сорокопуд Іван
Олександрович, Бондаренко Євген Валентинович,
Убайдуллаєв Юсифжон Нуруллаєвич(57) 1 Спосіб ущільнення бетонної суміші, що
включає операції по виготовленню системи,
скріплюючих з'єднань, формоутворення, застосу-
вання тиску, твердіння, розпалублення, який
відрізняється тим, що формоутворення і
ущільнення забезпечує резонансний режим синусо-
синусоїдального навантаження суміші у двох
взаємно перпендикулярних напрямках приеліптичних коливаннях форм на низьких частотах
від 20 до 33 Гц2 Пристрій для ущільнення бетонної суміші, у
складі якого є фундамент, опори, шарніри, стержні,
траверса, форма, який відрізняється тим, що
він виконаний у вигляді двох копіюючих шарнір-
них гойдалок, з'єднаних верхніми кінцями з травер-
сою, нижніми - з повзунами, які забезпечують
можливість зворотно-поступального переміщення
по напрямних, скріплених з фундаментом, причо-
му пружні ресори з'єднані з фундаментом і травер-
сою жорстко3 Пристрій для ущільнення бетонної суміші за п
2, який відрізняється тим, що шатуни з повзуна-
ми з'єднані при допомозі шарнірів, а кривошипи на
диску розміщені під кутом $90^\circ / \pi / 2$ Винахід відноситься до промисловості будівель-
них матеріалів, зокрема до виготовленню залі-
зобетонних конструкційВідомий спосіб ущільнення бетонних виробів,
включаючий операції по підборі і перемішуванню
компонентів суміші, укладки у форму, ущільнення
з вібродовантаженням, вакуумуванню, твердінню,
розпалубки виробуНедоліком способу є необхідність ущільнення
при постійному розрядженні у вакуумному об'ємі,
що значно ускладнює процес формування і вима-
гає дистанційного управління агрегатами установ-
киНайбільш близьким до винаходу є спосіб ущі-
льнення виробів, включаючий операції по виготов-
ленню системи, скріплюючих сполучень, укладці,
формоутворення, твердіння, розпалублення, ваку-
умування, ущільнення з застосуванням додатково-
го тиску, який збільшується від атмосферного до 6
- 8 МПа при допомозі стиснутого повітряСпосіб ущільнення і формоутворення виробу
виконується на системі, у якій є форма, бункер
нагнітання суміші, загрузочний пристрій, реверси-
вий шнек та канал прямого і зворотнього ходу
Суміш подають у бункер нагнітання, якийпідключають до форми Шнек переміщує і подає
суміш у форму - прототип способу [1] Поступаюче
по каналу під тиском повітря ущільнює бетонну
сумішНедоліком способу є то, що у ньому не забез-
печується ефективно ущільнення суміші При цьо-
му способі не використовуються коливальні рухи
форми, у системі відсутня операція по резонанс-
ному збудженню зусиль Віброзбуджувачі не утво-
рюють направлених поздовжньо - горизонтальних і
вертикальних коливальних форми Спосіб не може
бути впровадженим на поточних лініях у зв'язку з
неефективним ущільненням сумішіВ основу винаходу способа ущільнення бетон-
ної суміші поставлена задача створення нових
параметрів режиму колювання системи у двох вза-
ємно перпендикулярних напрямках з ударом, що
забезпечує пошарове ущільнення бетону і необ-
хідне формоутворення виробуПоставлена задача вирішується тим, що у
способі ущільнення бетонної суміші, включаючи
операції по виготовленню системи, зв'язків кріп-
лення, формоутворення, подачі тиску, твердінню,
розпалубленню, згідно з винаходом, формоутво-
рення і ущільнення забезпечує резонансний ре-(13) A
(11) 59665
(19) UA

жим синусо-косинусоїдального навантаження суміші у двох взаємно перпендикулярних напрямках при еліптичних коливаннях форми на низьких частотах від 20 до 33Гц, причому диски обертаються по часовій стрілці із пульсуванням знакоперемінним моментом

При цьому досягається висота ущільнюючого шару більше 33см. Активна маса (із збуджувачем) з'єднується з пасивною (формою із сумішком) пружними зв'язками, які створюють резонансне зусилля коливань, що дає можливим виконання поставленої задачі

Відомі пристрої, які складаються із ударних, ударно-вібраційних механізмів по вібропресуванню, вакуумуванню, віброштампуванню і т.п.

Недоліком цих пристроїв є взаємне розміщення складних систем конструкцій, механізмів коливань, приводу, пригрузок

Найбільш близьким і простим у виготовленні для ущільнення бетонної суміші є пристрій, у якому є фундамент, опори, шарніри, стержні, траверса у вигляді коромисла, на одному із кінців якого на пружному підвіску закріплено віброцит, а на другому - урівноважуюча противага. Зварена рама закріплена до фундаменту. Через шарніри траверса закріплюється до рами. Віброцит від форми із сумішшю відривається при допомозі підросистеми. До віброциту прикріплені вібратори. У вертикальній площині траверса переміщується при допомозі пневмо або гідроциліндру.

При натисненні на кнопку "пуск" рідина поступає в одну із порожнин циліндра і траверса з віброцитом займає над формою горизонтальне положення. Включають вібратори і бетонна суміш ущільнюється. Після закінчення ущільнення вібратор піднімають уверх, де він займає первісне положення [2]

Недоліком пристрою є відсутність у ньому коливального механізму, деталей та вузлів до нього. Він не спроможний збуджувати горизонтальні і вертикальні коливання на низьких частотах. Пристрій не має резонансних ресор, кривошипів з повзунами, маховика для створення ударних деформаций

В основу винаходу поставлена задача - створення пристрою для реалізації способу ущільнення бетонної суміші шляхом використання приспособ, механізмів, введенню у конструкцію нової системи коливальних стержневих ресор, шарнірних стержнів-гойдалок, кривошипно-шатунного механізму, їх взаємного розміщення та взаємозв'язку між ними

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для реалізації способу ущільнення бетонної суміші, у якому є фундамент, опори, шарніри, стержні, траверса, форма, згідно винаходу, він виконаний у виді двох коливаючих шарнірних стержнів-гойдалок, з'єднаних верхніми кінцями з траверсою, нижніми - з повзунами, які мають можливість поступально-зворотного переміщення по направляючим, с'єднаних з фундаментом, причому пружні ресори з'єднані з фундаментом і траверсою жорстко. Шатуни з повзунами з'єднані при допомозі шарнірів, а кривошипи на диску розміщені під кутом 180°, а диски розміщені симетрично відносно найбільших величин амплітуд коливань форми

Пропонуваний пристрій дозволяє значно спростити систему формування, створити віброудари для ущільнення бетонної суміші, зменшити металоємкість та масу механізмів приводу і формоутворення, знизити витрати по виготовленню оснастки та виробництву залізобетонних виробів, спростити вирішення поставленої задачі

Описуваний пристрій показано на фіг 1 - план по сеченню 1-1 фіг 2, на фіг 2 - розріз по сеченню 2-2 фіг 1, на фіг 3 - розріз по сеченню 3-3 фіг 2, на фіг 4 - схема переміщення шарнірних стержнів та траверси з формою на фіг 5 - схема синусо-косинусоїдального навантаження суміші, на фіг 6 - розрахункові схеми стержнів 8, 9, і 10

На фіг не показані деталі, вузли кріплення, стержнів, ресор, траверси з формою

Пристрій споряджений фундаментом 1 (стаціонарним або не стаціонарним). Закріплений на фундаменті (бальці) електродвигун 2, який крутить з ексцентриком диск - маховик 3 з кривошипом 4 і шатуном 5 (фіг 1, 2, 3). На диску кривошипи розміщені по діагоналі і крутяться по часовій стрілці. По кулісам направляючим 6, шатуни зворотно-поступально переміщують повзуни 7. При такій швидкості нижні кінці шарнірних стержнів-гойдалок 8 переміщуються по синусоїді (фіг 4, 5). Зусилля розкачування передаються на жорсткі ресори 9, траверсу 10. Форма 11 закріплена до траверси при допомозі замків

При формоутворенні та ущільненні виробу пристрій працює слідуєчим чином

Розглянемо роботу стержнів 8, 9, 10. Гойдалки 8 і траверсу 10 можна представити у вигляді двох мас m_1 і m_2 , зв'язаних пружно жорсткістю C (найдені величин EI_x , EI_y). Переміщення центрів мас стержнів відповідно рівні (фіг 5, 6)

$$Y_1 = L\varphi_1, \quad Y_2 = 2L\varphi_1 + L\varphi_2 \quad /1/$$

Рівняння переміщення верхнього і нижнього стержнів мають вигляд

$$Y = P_1 X = P\varphi_2 + m_2 Y'', \quad /2/$$

$$I_2 \varphi'' + m_2 Y'' L + C(\varphi_2 - \varphi_1) = 0 \quad /2*/$$

$$C\varphi_1 + I_1 \varphi_1'' - C(\varphi_2 - \varphi_1) + X_2 L + m_1 Y_1'' L - Y_2 L \varphi_1 = 0 \quad /3/$$

Виражаючи момент інерції I_2, I_1 , через маси m_2, m_1 і виключаючи Y_1, Y_2, X, Y , отримуємо два диференціальних рівняння відповідно кутів φ_1, φ_2 ,

$$1,33m_2 L^2 \varphi_2'' + 2m_2 L^2 \varphi_1'' + C(\varphi_2 - \varphi_1) = 0, \quad /4/$$

$$(4m_2 L^2 + 1,33m_1 L^2) \varphi_1'' + 2m_2 L^2 \varphi_2'' + (2C - 2PI) \varphi_1 + (2PI - C) \varphi_2 = 0 \quad /5/$$

ри закладанні стержня 9 з обох кінців, рівняння пружної лінії (і відповідно Y переміщення) при твердості матеріалу P , маємо вид

$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + P \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \rho F \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0 \quad /6/$$

Покладаючи, що $y = Y e^{i\Omega t}$, $\Omega = a \pm bi$, маємо

$$Y \approx Y e^{(ib + ia)} = Y e^{\mp bt} (\cos at + i \sin at) \quad /7/$$

При безрозмірних параметрах

$\beta^2 = PL^2 / EI$, $\omega = \Omega L^2 \sqrt{\rho F / EI}$, $\xi = \frac{x}{L}$, рівняння переміщення можна виразити

$$\frac{d^4 y}{d\xi^4} + \beta^2 \frac{d^2 y}{d\xi^2} - \omega^2 y = 0 \quad /8/$$

Розв'язування рівняння /8/ має вид

$$y = C_1 \sin \alpha_1 \xi + C_2 \cos \alpha_1 \xi + C_3 \sinh \alpha_2 \xi + C_4 \cosh \alpha_2 \xi, \quad /9/$$

$$\text{де } \alpha_1^2 = 0,5\beta^2 + \sqrt{0,25\beta^4 + \omega^2}, \quad \alpha_2^2 = -0,5\beta^2 + \sqrt{0,25\beta^4 + \omega^2}$$

Розклад цих рівнянь, можна знайти у теорії стійкості стержнів. Остаточне переміщення маси 10 одержується шляхом алгебраїчного підсумовування переміщень стержнів 8 і 9.

При довжині виробу 12м і шагу на - 4,5м найбільше значення у пристрої виявляється робота шатуна. При постійній кутовій швидкості ω і доцентровому прискоренні $\omega^2 r$ кривошипа радіусом r , найбільша інтенсивність інерційної навантаження q , в положенні, коли осі кривошипів і шатунів розміщені під прямим кутом рівна

$$q = \gamma F \omega^2 r / \xi \quad /10/$$

Найбільший момент гнучкості у січенні на відстані $l / \sqrt{3}$ від лівого шарніру

$$M_{\max} = q l^2 / 9 \sqrt{3} = (\gamma F l^2 \omega^2 r / 9 \sqrt{3} \xi), \quad /11/$$

де γ - питома вага матеріалу, F - площа, ξ - прискорюючі сили ваги.

Найбільше динамічне напруження від вигину /при постійній епюрі навантаження/ рівно

$$\sigma_{g \max} = M_{\max} / W = (\gamma F l^2 \omega^2 r / 9 W \cdot \xi / \sqrt{3}) \quad /12/$$

Крім гнучкості шатун /подібно спарнику двох копес паровоза/ зазнає стиснуто-згинаючі деформації, від відцентрової сили P .

Бетоноукладач заповнює форму бетоном. Загладжування виробу виконується механізмами.

При натисненні на кнопку "пуск" електродвигун 2 створює крутильний момент і диск-маховик 3 приводить до руху кривошип 4, шатун 5 і повзун 7. Шарнірні стержні-гойдалки 8 одночасно в одну сторону переміщують ряд гнучких пластинчатих ресор 9. Верхні кінці гойдалок переміщуються по еліпсам (при зміні частоти по еліпсоїдам). Траверса 10 разом з формою 11 переміщується одночасно по горизонталі з амплітудою A_1 і вертикалі - з амплітудою A_2 . Амплітуди зміщення A см, швидкість V см/с і прискорення W см/с². Коливання визначаються по виразу

$$A = \alpha / \sin \omega t, \quad V = A \cdot \omega, \quad W = A \cdot \omega^2, \quad /13/$$

При цьому віброзбуджувачі-ресори створюють резонансне посилення коливань. Пружні зв'язки забезпечують резонансний режим настройки усієї системи у двох взаємно перпендикулярних напрямках, створюючи режим синусо і косинусоїдальне навантаження (ущільнення) суміші на низьких частотах від 20 до 33Гц.

Нижні кінці шарнірних стержнів-гойдалок 8 та повзунів 7 переміщуються по кривій виду, рівної близько до логарифмічної

$$X_n = r \cdot \cos \alpha + L \sqrt{1 - (r/L)^2 \sin^2 \alpha} \quad /14/$$

При цьому швидкість змінюється по синусоїді

$$V = -r \omega [\sin \omega t + (r/L)^2 \omega t / 2L], \quad /15/$$

де L - довжина шатуна, r - довжина кривошипа.

При накладанні кривих n - синусоїди, U_n - швидкості, m - синусоїди $Q = 2P \sin \omega t$, пульсуючої сили P (ексцентрика) у періодах $0,5\pi$, $1,5\pi$, $2,5\pi$, відбувається накладання вимушених коливань з ударними імпульсами (фіг 5), проходить завершення (до витікання води) ущільнення суміші. Частота таких коливань знаходиться у діапазоні від 8 до 25Гц.

Після ущільнення і виготовлення, форма з виробом переноситься у пропарочні камери.

Використання пропонуемого способу та пристрою по порівнянню із базовими та іншими (наприклад, з установкою СМДЖ-280) технічними рішеннями, дозволяє (приблизно у 3 разів) скоротити металоемкість конструкцій пристрою, зменшити в цілому на 50% коштовність робіт по виготовленні системи формоутворення і ущільнення. Знизити загальну енергоемкість та трудоемкість до виготовлення виробів на 30% за рахунок безупинності робіт, скоротити час виготовлення, за рахунок використання типових механізмів, їх взаємодії на поточних лініях. Підвищити коефіцієнт корисної дії пристрою до 15% за рахунок резонансного режиму завантаження суміші у двох напрямках, при еліптичних коливаннях форми, за рахунок використання спрощених механізмів, за рахунок малої кількості типорозмірів, за рахунок амортизаційних витрат при транспортуванні і використанні внутрішньо цехового промтранспорту.

Пропонуючий спосіб і пристрій може бути без особливих проблем виготовлений на малопотужних підприємствах та фірмах, які займаються виробництвом залізобетонних виробів. Пристрій може бути виготовлений по індивідуальному проекту на будь-якій фірмі.

1

I - I

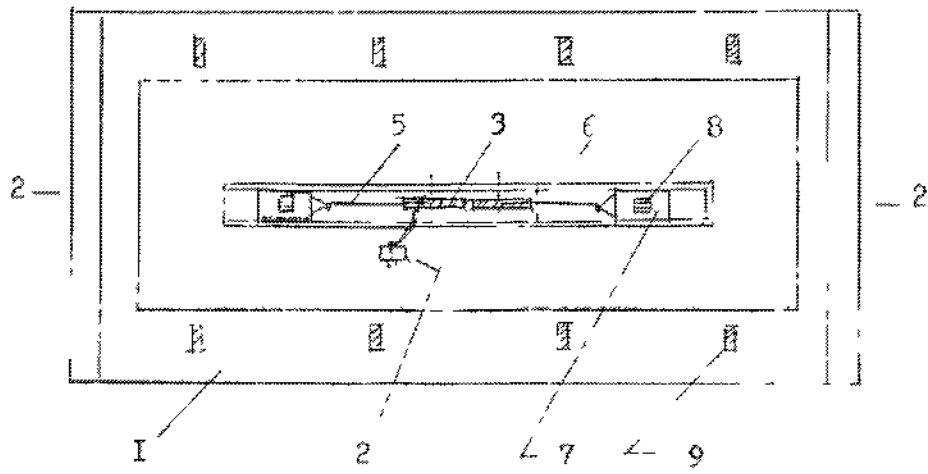


Fig. 1

- 3 2 - 2

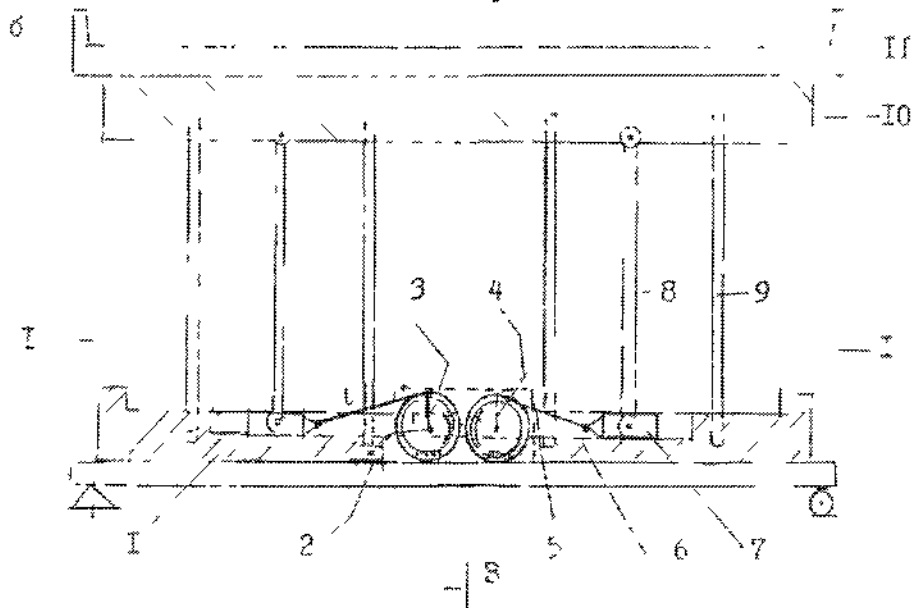


Fig. 2

3 - 3

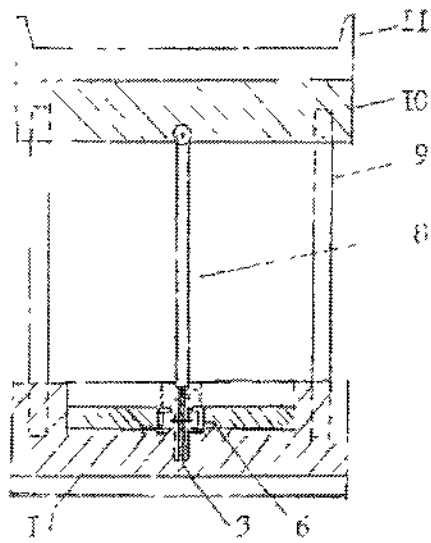


Fig. 3

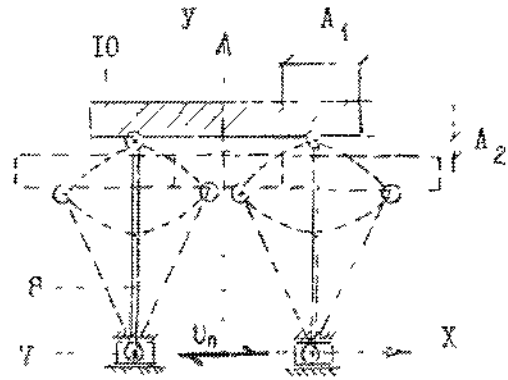


Fig. 4

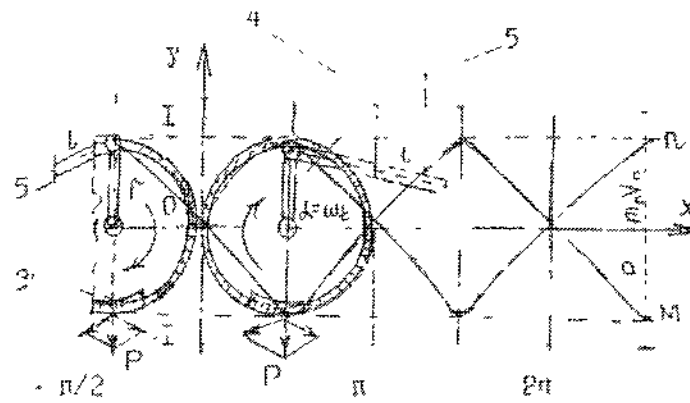
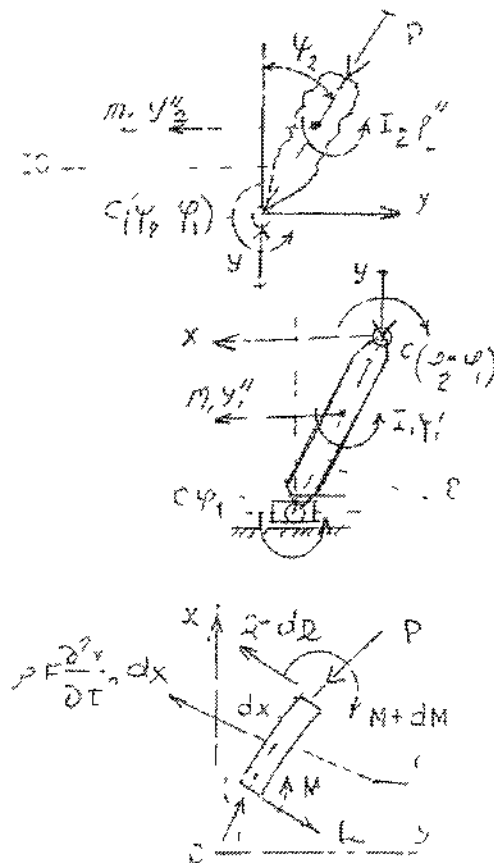


Fig. 5



Діп. 6