

М.П. Нестеренко, д.т.н., доцент

О.П. Воскобійник, д.т.н., с.н.с.

А.М. Павленко, д.т.н., професор

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

РОЗРОБЛЕННЯ ПРУЖНИХ ОПОР ВІБРАЦІЙНИХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ

Наведено аналіз розроблених у ПолтНТУ нових конструкцій пружних опор віброплощадок для формування залізобетонних виробів. Викладено основні принципи конструювання вискоефективних пружних опор зі зменшеною матеріалоемністю й збереженням простоти їхніх конструкцій.

Ключові слова: бетонна суміш, вібраційна площадка, пружна опора.

Н.П. Нестеренко, д.т.н., доцент

Е.П. Воскобойник, д.т.н., с.н.с.

А.М. Павленко, д.т.н., професор

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

РАЗРАБОТКА УПРУГИХ ОПОР ВИБРАЦИОННЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Приведен анализ разработанных в ПолтНТУ новых конструкций упругих опор виброплощадок для формования железобетонных изделий. Изложены основные принципы конструирования высокоэффективных упругих опор с уменьшенной материалоемкостью и сохранением простоты их конструкций.

Ключевые слова: бетонная смесь, вибрационная площадка, упругая опора.

M. Nesterenko, ScD, Associate Professor

O. Voskobiinyk, ScD, senior researcher

A. Pavlenko, ScD, Professor

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

DEVELOPMENT ELASTIC SUPPORT OF VIBRATION PLATFORMS FOR FORMING CONCRETE PRODUCTS

Made the analysis of new designs elastic supports developed in PoltNTU for vibration platforms for concrete products. The basic principles of designing highly elastic supports with reduced material consumption and preserving the simplicity of their design.

Keywords: a concrete mixture, a vibrating platform, the elastic support.

Вступ. Значного поширення при формуванні залізобетонних виробів широкої номенклатури набуло розроблене у ПолтНТУ вібраційне обладнання з просторовими коливаннями робочого органа [1 – 5], яке постійно вдосконалюється.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Розроблений у ПолтНТУ уніфікований ряд низькочастотних віброплощадок типу ВПГ із просторовими коливаннями рухомої рами ($f = 24$ Гц) [1, 2] містить дев'ять типорозмірів вантажопідйомністю від 10 до 30 т для формування виробів розмірами від

1,5×6 до 3×12 м. Застосування віброплощадок типу ВПГ дозволяє якісно і продуктивно ущільнювати бетонні суміші рухливістю до 3 см при вільній установці форм на рухому раму, яка спирається на пружні гумометалеві опори і приводиться в коливальний рух одним потужним дебалансним вібробуджувачем із вертикальним валом.

Віброплощадки типу ВПГ-2 [3, 4] з підвищеною технологічною ефективністю вирізняються наявністю двох вібробуджувачів, що забезпечують рухомій рамі ефективні просторові коливання при більш рівномірному розподілі вертикальних амплітуд вібропереміщень за площею рухомої рами із частотою $f = 26 - 30$ Гц. Ці віброплощадки дозволяють якісно формувати вироби завдовжки 6,28; 7,2; 9 і до 12 м стандартної ширини при заклинюванні форм між жорсткими упорами. На базі уніфікованих вузлів цих вібромашин – пружних опор та вібробуджувачів – зручно створювати стаціонарні віброформи для номенклатури великогабаритних і об'ємних залізобетонних виробів, здійснювати модернізацію касетних та інших установок.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Надійність і ефективність роботи вібраційних пристроїв залежить від надійності й довговічності пружних вібраційних опор. Вони сприймають вібраційні навантаження і запобігають вібрації фундаментів на робочих місцях. Тому конструкції вібраційних опор приділяють значну увагу при проектуванні вібраційних машин. У вібраційних площадках з просторовими коливаннями робочого органа використовують гумо-металеві опори ОУ-1, ОУ-4, ВПС-24 та інші. Вони мають схожу конструкцію і різняться вантажопідйомністю.

На рисунку 1 наведена конструкція пружної опори ОУ-4. Опора складається з верхньої і нижньої опорних плит, до яких приварюються вертикальні ребра з отворами під болти. До цих ребер за допомогою болтів прикріплюються чотири плоскі гумові елементи (пластини) прямокутної форми [3, 5].

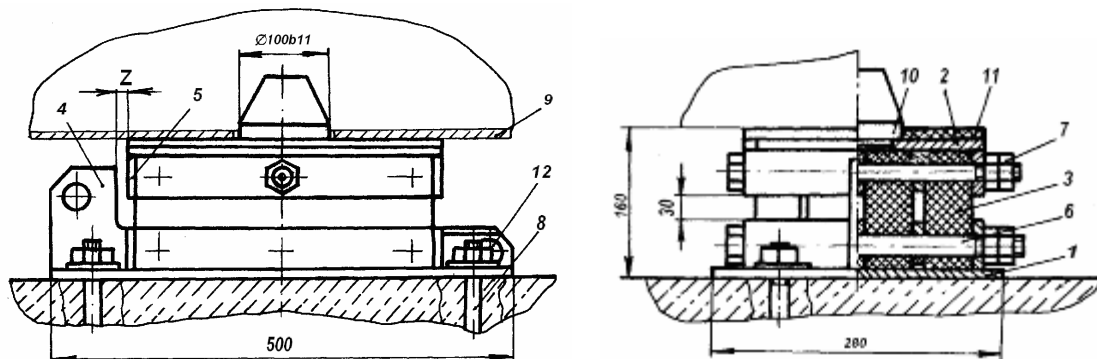


Рис. 1. Пружна опора ОУ-4:

- 1 – нижня основа; 2 – верхня основа; 3 – пружний гумовий елемент;
 4 – подовжнє ребро нижньої основи; 5 – поперечне ребро; 6 – болт;
 7 – гайка; 8 – фундаментний болт; 9 – рухлива рама віброплощадки;
 10 – виступ; 11 – демпфірувальна прокладка; 12 – отвір для строповки

Пружні гумо-металеві опори ОУ-1, ОУ-4, ВПС-24 мають громіздку конструкцію зі значною металоємністю, складні у монтажі. Плоскі гумові елементи прямокутної форми погано сприймають просторові коливання, тому часто руйнуються. Крім цього, не забезпечується належне відведення тепла від гумових елементів.

Опори складаються з верхньої і нижньої опорних плит, до яких приварюються два вертикальні ребра з отворами під болти. До цих ребер за допомогою чотирьох притискних планок і болтів прикріплюються шість плоских гумових елементів прямокутної форми [5].

Метою роботи є аналіз конструкцій пружних опор для вібраційних площадок з просторовими коливаннями та розроблення високоефективних пружних опор зі зменшеною матеріалоемністю й збереженням простоти їхніх конструкцій.

Основний матеріал і результати. Ми розробили нові конструкції високоефективних пружних опор з низькою металоємністю.

Пружна опора для вібраційних пристроїв [6] (рис. 2) має суцільний корпус 1, виготовлений з еластичного матеріалу. Її виступ 2 накритий металевим ковпаком 3 і призначений для приєднання технологічного обладнання. Кріпиться опора до фундаменту за допомогою болтового з'єднання 6 і притискного елемента 7.

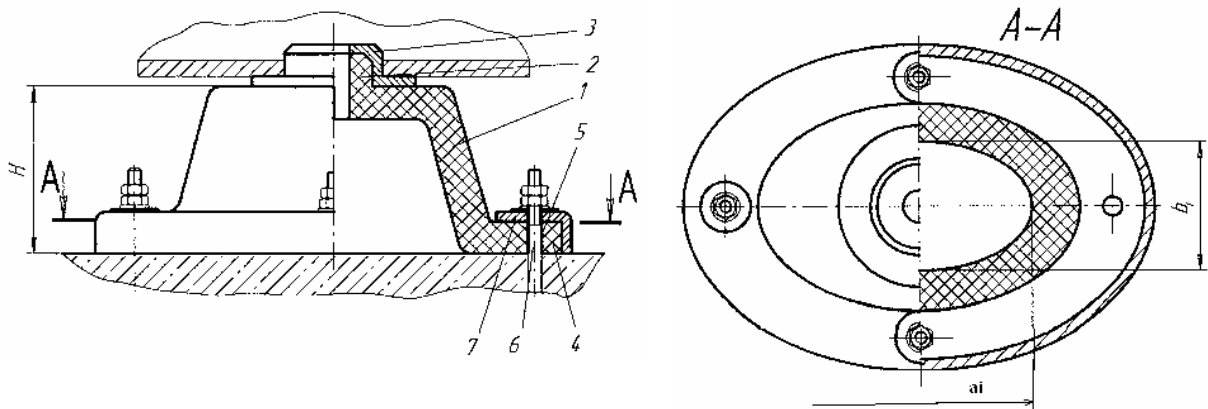


Рис. 2. Конічна пружна опора:

1 – корпус; 2 – виступ; 3 – ковпак для приєднання технологічного обладнання; 4 – буртик; 5 – отвір; 6 – болтове з'єднання; 7 – притискний елемент

У вібраційних формувальних машинах цього типу співвідношення амплітуд коливань робочого органа (поздовжніх до вертикальних) звичайно знаходиться в межах 0,5...2,5 мм, для їх забезпечення жорсткість опори по вертикалі та поперечному перерізу повинна відповідати таким співвідношенням. Тому пружна опора виконана з бічними стінками постійної товщини у вигляді урізаного еліптичного конуса з отвором, що сполучається з атмосферою, розташованим на його вертикальній осі, уклон бічних стінок до вертикалі – 15 – 30°. При уклоні бічних стінок, меншому ніж 15°, знижується стійкість пружної опори у поперечному напрямі. При уклоні бічних стінок, більшому ніж 30°, знижується стійкість пружної опори у вертикальному напрямі.

Вимушуюча сила кругової дії, викликана дебалансом, що обертається у горизонтальній площині, спричиняє просторовий коливальний рух робочого органа переважно в горизонтальній площині, який складається з еліптичного руху центра мас коливальної системи у горизонтальній площині та її обертального руху відносно центра мас. Характер таких коливань робочого органа як твердого тіла на пружній підвісці відомий у теоретичній механіці. Унаслідок специфіки створення коливань одиночним віброзбудником із вертикальним валом амплітуди горизонтальних і вертикальних вібропереміщень точок робочого органа взаємозалежні, причому останні розподіляються по площі рухливої рами нерівномірно, зростаючи від мінімального значення в центрі мас до максимального на її краях. Лінії рівних амплітуд вертикальних вібропереміщень робочого органа являють собою сімейство концентричних еліпсів, витягнутих у напрямку поздовжньої осі робочого органа, із центром, який

лежить на вертикальній осі, що проходить через центр мас коливальної системи. При однакових розмірах рами по довжині та ширині еліпс вироджується в коло. Тому осі поперечного перерізу конуса на будь-якій висоті прямо пропорційні габаритам опорного контуру технологічного обладнання по довжині й ширині.

Пружна опора монтується таким чином. На болти, замонтовані у фундаменті, установлюється отворами у кріпильному елементі корпус 1. На буртик опори накладається притискний елемент, виконаний у вигляді еліптичного кільця, яке у поперечному перерізі має форму кутика. Гайки на болтах затягуються, буртик опори стикається і щільно прилягає до болтів, фундаменту та притискного елемента. Робочий орган вібраційного пристрою вільно установлюється на горизонтальну ділянку у верхній частині опори так, щоб його посадочне місце встановилося на виступ. Робочий орган утримується на пружній опорі за рахунок того, що амплітуда його коливань значно менша від осідання пружної опори від ваги робочого органа. Металевий ковпак запобігає пошкодженню виступу пружної опори при монтажі робочого органа та сприяє передачі вібраційних коливань на пружну опору. Виступ, накритий ковпаком, і затиснений кріпильний елемент опори працюють як тверде тіло, а сам корпус за рахунок пружних деформацій має можливість здійснювати вібраційні коливання як у вертикальній, так і в горизонтальній площинах та забезпечувати віброізоляцію фундаменту. Отвір, розташований на вертикальній осі пружної опори, сполучається з атмосферою і сприяє відведенню тепла з внутрішньої поверхні опори.

Дещо простішої конструкції є пружна опора [7] (рис. 3), виконана із бічними стінками постійної товщини у вигляді циліндра з отвором, розташованим на його вертикальній осі, який сполучається з атмосферою. Вона має суцільний корпус 1, виготовлений з еластичного матеріалу з втулками 2, до яких на різьбі кріпляться верхня основа 3 й нижня основа 4 для приєднання технологічного обладнання та кріплення опори до фундаменту. Кріпиться опора до фундаменту за допомогою болтового з'єднання 5. Виступ 6 використовується для приєднання технологічного обладнання, а отвори 7 у ньому – для можливості вгвинчування його у втулку 2.

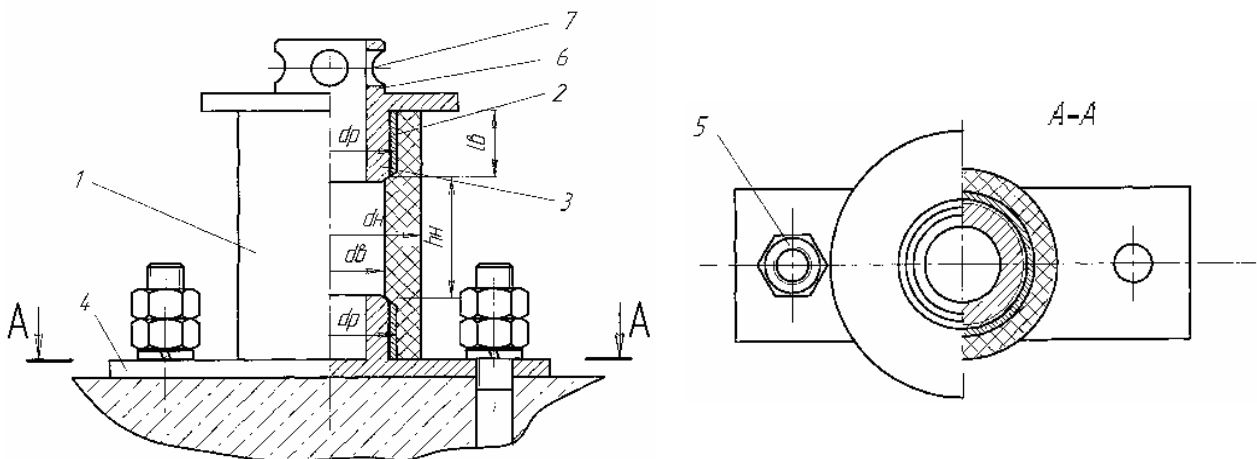


Рис. 3. Циліндрична пружна опора:

1 – корпус; 2 – втулка; 3 – верхня основа; 4 – нижня основа;

5 – болтове з'єднання; 6 – виступ; 7 – технологічний отвір;

d_p – діаметр різьби втулки; d_b – діаметр втулки; d_n – зовнішній діаметр суцільного корпусу; d_v – внутрішній діаметр суцільного корпусу;

h_n – робоча висота суцільного корпусу

При збільшенні розміру робочої висоти суцільного корпусу h_n відносно його внутрішнього діаметра d_b знижується стійкість пружної опори у вертикальному напрямі.

Пружна опора встановлюється отворами у кріпильному елементі корпусу на замоноличені у фундаменті болти. Гайки на болтах затягуються, кріпильний елемент опори стискається і щільно прилягає до болтів, фундаменту та притисного елемента. Робочий орган вібраційного пристрою вільно встановлюється на горизонтальну ділянку у верхній частині опори так, щоб її виступ увійшов у посадочне місце. Виступ і кріпильний елемент опори працюють як тверде тіло, а сам корпус за рахунок пружних деформацій має можливість здійснювати вібраційні коливання як у вертикальній, так і в горизонтальній площинах та забезпечувати віброізоляцію фундаменту. Отвір, розташований на вертикальній осі пружної опори, сполучається з атмосферою і сприяє відведенню тепла з внутрішньої поверхні опори.

Для віброплощадок великої вантажопідйомності може бути запропонована пружна опора [8] (рис. 4), що містить верхню 1 та нижню 2 основи з внутрішніми ввігнутими поверхнями, між якими розташований пружний елемент 3, котрий з метою зменшення чутливості до статичних навантажень виконаний у вигляді двоопуклої лінзи. Пружний елемент має радіус опуклостей менший, ніж радіус ввігнутості внутрішніх поверхонь основ, містить вертикальний циліндричний отвір і встановлюється на циліндричні виступи верхньої та нижньої основ. Нижня основа опори прикріплена до фундаменту за допомогою чотирьох фундаментних болтів 4. Циліндричний виступ 5, що переходить у конус 6, входить у спеціальний отвір рухомої рами вібраційної площадки. Між рамою і верхньою основою опори розміщена демпфірувальна прокладка 7.

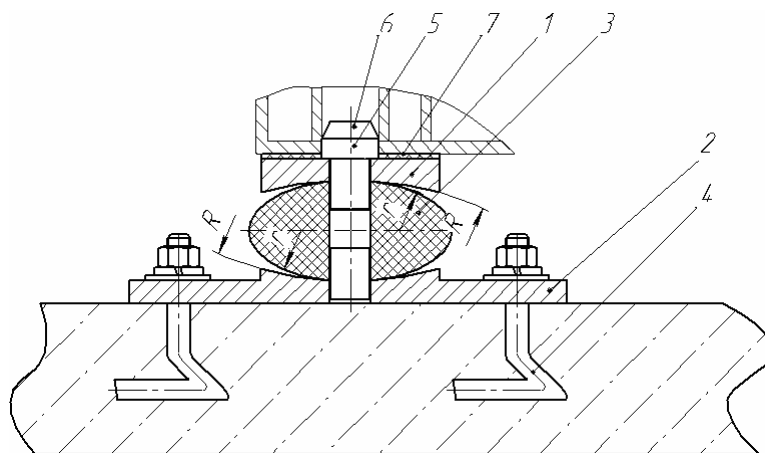


Рис. 4. Вібраційна опора з підвищеною несучою здатністю:
1 – верхня основа; 2 – нижня основа; 3 – пружний елемент;
4 – фундаментний болт; 5 – циліндричний виступ;
6 – конус; 7 – демпфіруюча прокладка

Жорсткість такої пружної опори на зсув по подовжній та поперечній осях однакова і залежить від модуля зсуву гуми, площі зсуву й висоти пружного елемента. Жорсткість пружної опори у свою чергу залежить від модуля пружності гумового елемента на стиснення і тих же геометричних розмірів. Оскільки модуль пружності гуми на стиск у декілька разів вищий від модуля пружності зсуву, то така опора має хорошу несучу здатність, досить податлива на зсув у напрямку горизонтальних переміщень і не передає вібрацію на фундамент.

Висновки:

1. Вібраційні пристрої працюють у різних кліматичних умовах та в різні пори року, тому вдосконалені пружні опори мають бути стійкими до природних умов і в той же час мати підвищену довговічність та зносостійкість. Тому пружні елементи опори можуть бути виготовлені з технічної гуми відповідної твердості, але нині краще використовувати нові полімерні матеріали, наприклад поліуретан, який містить уретанову групу -NH-COO-. Кисень у молекулярному ланцюзі надає полімерам гнучкість, еластичність, їм властива атмосферостійкість і морозостійкість (від -60° C) при відносній вологості до 95%. Залежно від вихідних речовин, які використовуються при отриманні поліуретанів, вони можуть мати різні властивості: бути твердими, еластичними і навіть термореактивними.

2. Довговічна експлуатація запропонованих ефективних пружних опор зменшує витрати на їхнє оновлення, знижує пов'язані з простоями для їхньої заміни втрати часу, сприяє підвищенню безпечності експлуатації вібраційної машини в цілому.

Література

1. Назаренко І.І. Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії: навчальний посібник / І.І. Назаренко. – К: КНУБА, 2007. – 230 с.
2. Нестеренко М.П. Розроблення та впровадження ефективної вібраційної установки з круговими коливаннями робочого органа для формування малогабаритних залізобетонних виробів / М.П. Нестеренко, Т.О. Склярєнко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2012.– Вип. 1(31). – С. 236 – 240.
3. Нестеренко М.П. Вібраційні площадки з просторовими коливаннями для підприємств будівельної індустрії / М.П. Нестеренко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2002. – Вип. 9. – С. 90 – 93.
4. Нестеренко М.П. Вібраційні площадки з просторовими коливаннями для виготовлення залізобетонних виробів широкої номенклатури / М.П. Нестеренко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2005. – Вип. 16. – С.177 – 181.
5. Назаренко І.І. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів: конструкції та основи експлуатації / І.І. Назаренко, О.В. Ту-манська. – К.: Вища шк., 2004. – 590 с.
6. Патент на корисну модель №23325 МПК (2006) F16F 3/00. Пружна опора для вібраційних пристроїв / М.П. Нестеренко, Т.О. Склярєнко, М.М. Нестеренко. – 2007 р. – Бюл. № 7.
7. Деклараційний патент на винахід №68059 А МПК (2006) F16F 3/00. Пружна опора для вібраційних пристроїв / М.П. Нестеренко, Т.О. Склярєнко, М.М. Нестеренко. – 2004 р. – Бюл. № 7.
8. Патент на корисну модель №36778 МПК (2006) F16F 3/00. Касетна установка для виготовлення залізобетонних виробів / М.П. Нестеренко, В.М. Науменко, Т.М. Нестеренко, Д.С. Педь. – 2008 р. – Бюл. № 21.
9. Nesterenko M.P. Study of vibrations of plate of oscillation cassette setting as active working organ / M.P. Nesterenko, P.O. Molchanov // Conference reports materials «Problems of energy and nature use 2013» (Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, University of Tuzla, China University of Petroleum). – Budapest, 2014. – P. 146 – 151.

Надійшла до редакції 26.12.2014

© М.П. Нестеренко, О.П. Воскобійник, А.М. Павленко