

УДК 666.97.003.16

*М.П. Нестеренко, к.т.н., доцент**Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

## ВИСОКОЕФЕКТИВНІ ПРУЖНІ ОПОРИ ДЛЯ ВІБРАЦІЙНИХ ПЛОЩАДОК ІЗ ПРОСТОРОВИМИ КОЛИВАННЯМИ РОБОЧОГО ОРГАНА

*АНОТАЦІЯ.* Наведено аналіз розроблених у ПолтНТУ пружних опор для віброплощадок та запропоновані створені на їхній основі високоефективні пружні опори з низькою металоемністю.

*Ключові слова:* вібраційна площадка, бетонна суміш, вимушуюча сила, пружна опора.

*АННОТАЦИЯ.* Приведен анализ разработанных в ПолтНТУ упругих опор для виброплощадок и предложены созданные на их основе высокоэффективные упругие опоры с низкой металлоемкостью.

*Ключевые слова:* вибрационная площадка, бетонная смесь, вынуждающая сила, упругая опора.

*SUMMARY.* The analysis developed in PoltNTU elastic supports for vibration platforms, and proposed the establishment on the basis of their high elastic supports with low metal content.

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

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями.** У сучасних умовах будівництва залізобетонні вироби користуються попитом. Промисловістю України та країн СНД віброформувальне обладнання серійно не випускається, і підприємства змушені самостійно його поповнювати в умовах дефіциту металу та комплектуючих виробів. Досить розповсюджене розроблене у ПолтНТУ вібраційне обладнання з просторовими коливаннями робочого органа, яке постійно вдосконалюється.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання даної проблеми.** 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 1,5х6 до 3х12 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 віброзбуджувачем із вертикальним валом.

Віброплощадки типу ВПГ-2 [3–4] з підвищеною технологічною ефективністю вирізняються наявністю двох віброзбуджувачів, 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 віброзбуджувачів 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 і 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 гумово металеві опори ОУ-1, ОУ-4, ВПС-24 та інші. Вони мають схожу конструкцію і відрізняються вантажопідйомністю. Опори складаються з верхньої і нижньої



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

**Метою даної 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.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Пружні гумометалеві 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. Тому нами розроблені нові конструкції високоефективних пружних опор з низькою металоємністю.

Пружна опора для вібраційних пристроїв [6] (рис. 1) має суцільний корпус 1, виготовлений з еластичного матеріалу з виступом 2 накритим металевим ковпаком 3 для приєднання технологічного обладнання та кріпильним елементом 4 з отворами 5. Кріпиться опора до фундаменту за допомогою болтового з'єднання 6 та притискного елемента 7.

У вібраційних формувальних машинах даного 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 перерізі повинна приблизно відповідати таким співвідношенням. Тому пружна опора виконана із бічними стінками постійної товщини у вигляді урізаного еліптичного конуса з отвором, що сполучається з атмосферою, розташованим на вертикальній його осі. Уклон бічних стінок до вертикалі 15-30°. При уклоні бічних стінок менше 15° знижується стійкість пружної опори у поперечному напрямі. При уклоні бічних стінок більше 30° знижується стійкість пружної опори у вертикальному напрямі.

Вимушуюча сила кругової дії, викликана дебалансом, що обертається у горизонтальній площині, викликає просторовий коливальний рух робочого органа, переважно в горизонтальній площині, який складається з еліптичного руху центру мас коливальної системи у горизонтальній площині і її обертального руху відносно центра мас. Характер таких коливань робочого органа як твердого тіла на пружній підвісці відомий у теоретичній механіці. У силу 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 наступним чином. На болти, замонолічені у фундаменті, установлюється отворами у кріпильному елементі корпус 1. На кріпильний елемент накладається притискний елемент, виконаний у вигляді еліптичного кільця, яке у поперечному перерізі має форму кутика. Гайки на болтах затягуються, кріпильний елемент опори стикається і щільно прилягає до болтів, фундаменту та притискного елемента. Робочий орган вібраційного пристрою вільно установлюється на горизонтальну дільницю у верхній частині опори так, щоб його посадочне місце встановилося на виступ. Робочий орган утримується на пружній опорі за рахунок того, що амплітуда коливань робочого органа значно менша від осадки 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 у горизонтальній площинах та забезпечувати віброізоляцію фундаменту. Отвір, розташований на вертикальній осі пружної опори, сполучається з атмосферою і сприяє відводу тепла з внутрішньої поверхні опори.

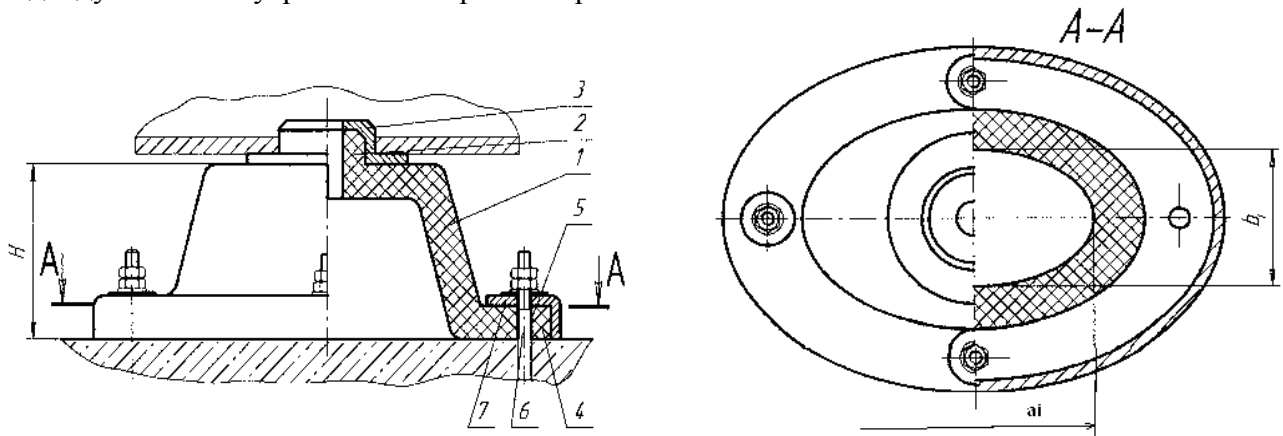


Рисунок 1. Конічна пружна опора:

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

Дещо простішої конструкції є пружна опора [7] (рис. 2) виконана із бічними стінками постійної товщини у вигляді циліндра з отвором, який сполучається з атмосферою, розташований на вертикальній його осі. Вона має суцільний корпус 1, виготовлений з еластичного матеріалу з втулками 2, до яких на різьбі кріпляться верхня основа 3 та 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 його вгвинчування його у втулку 2.

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

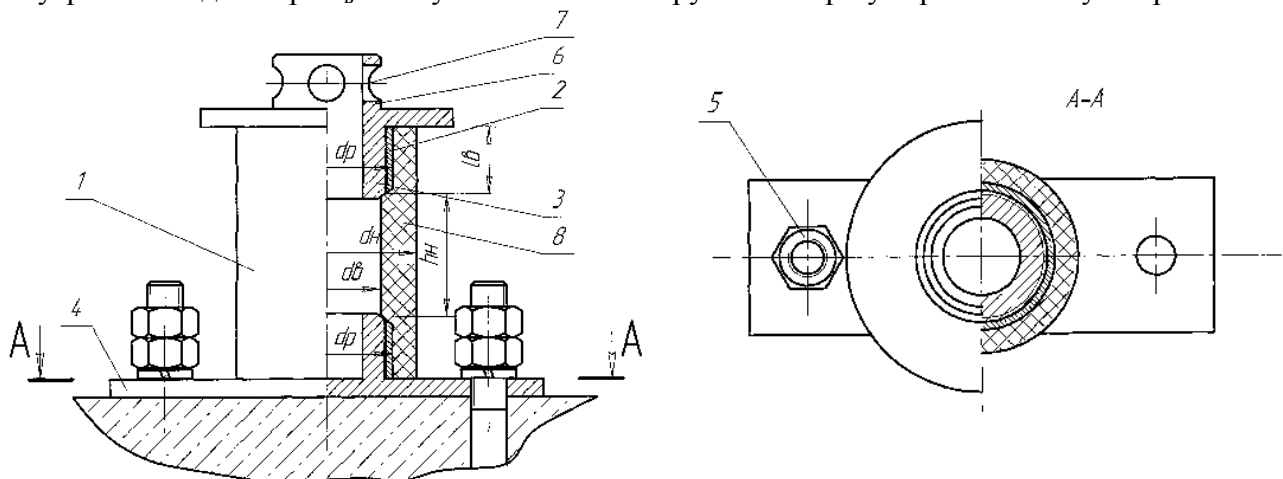


Рисунок 2. Циліндрична пружна опора:

1 – корпус; 2 – верхня основа; 4 – нижня основа; 5 – болтове з'єднання; 6 – виступ; 7 – технологічний отвір;  $d_p$  - діаметр різьби втулки,  $l_b$  - ширина втулки,  $d_n$  - зовнішній діаметр суцільного корпусу,  $d_b$  - внутрішній діаметр суцільного корпусу,  $h_n$  - робоча висота суцільного корпусу.

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

частиш опори так, щоб її виступ увійшов в 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 у горизонтальній площинах та забезпечувати віброізоляцію фундаменту. Отвір, розташований на вертикальній осі пружної опори, сполучається з атмосферою і сприяє відводу тепла з внутрішньої поверхні опори.

Для віброплощадок великої вантажопідйомності може бути запропонована пружна опора [8] (рис.3), яка містить верхню 1 та нижню 2 основи з внутрішніми увігнутими поверхнями, між якими розташований пружний елемент 3, який з метою зменшення чутливості до статичних навантажень виконаний у вигляді двояко випуклої лінзи. Пружний елемент має радіуси випуклостей менший, ніж радіуси увігнутості внутрішніх поверхонь основ та 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 посадковий отвір рухомої рами вібраційної площадки. Між рамою і верхньою основою опори розміщена демпфіруюча прокладка 7.

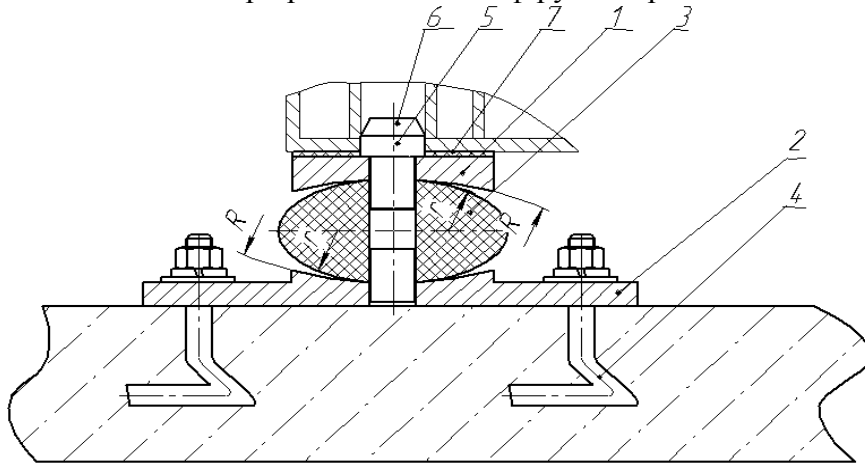


Рисунок 3. Вібраційна опора з підвищеною несучою здатністю:

1 – верхня основа, 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 і 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 вище 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 у різні пори року, тому удосконалені пружні опори мають бути стійкими до природних умов і в той же час мати підвищену довговічність і зносостійкість. Тому пружні елементи опори можуть бути виготовлені з технічної гуми відповідної твердості, але в даний час краще використовувати нові полімерні матеріали, наприклад, поліуретан, який містить в собі уретанову групу -NH-COO-. Кисень в молекулярному ланцюзі надає полімерам гнучкість, еластичність, їм властива атмосферостійкість і морозостійкість (від "мінус"60° С) при відносній вологості до 95%. У залежності 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 вцілому.

### *Література*

1. Назаренко І.І. Вібраційні машини і процеси будівельної індустрії: Навчальний посібник. –К: КНУБА, 2007. – 230 с.2. Олехнович К.А., Виноградов Ю.И., Нестеренко Н.П. Потребительские качества современных виброплощадок // Строительные и дорожные машины. 1991.–№8.–С.14-16.
2. Нестеренко Н.П. Совершенствование виброплощадок для формования многопустотных панелей перекрытий // Эффективные строительные материалы и конструкции, мспользуемые при возведении зданий и сооружений: Зб. научн. тр./ –К.: УМК ВО, 1992. –С. 93-102.
3. Нестеренко М. П. Вібраційні площадки з просторовими коливаннями для підприємств будівельної індустрії / Нестеренко Н. П. // 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 // Збірник наукових праць (Галузеве машинобудування, будівництво). –Полтава: ПолтНТУ, 2005. –Вип. 16. –С.177-181.
5. Назаренко І.І., Туманська О.В. Машини і устаткування підприємств будівельних матеріалів: Конструкції та основи експлуатації. –К.: Вища шк., 2004. –590 с.
6. Нестеренко М.П., Склярєнко Т.О., Нестеренко М.М. Пружна опора для вібраційних пристроїв: Патент на корисну модель №23325 МПК (2006) F16F 3/00. Бюл. №7, 2007 р.
7. Нестеренко М.П., Склярєнко Т.О., Нестеренко М.М. Пружна опора для вібраційних пристроїв: Деклараційний патент на винахід №68059 А МПК (2006) F16F 3/00. Бюл. №7, 2004 р.
8. Нестеренко М.П. Науменко В.М., Нестеренко Т.М., Педь Д.С. Касетна установка для виготовлення залізобетонних виробів: Патент на корисну модель №36778 МПК (2006) F16F 3/00. Бюл. №21, 2008 р.