

*М.П. Нестеренко, к.т.н., доц.,
О.І. Хименко, магістр, Т.М. Нестеренко, магістр
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

ВІБРОЗБУДЖУВАЧ ІЗ ВЕРТИКАЛЬНИМ ВАЛОМ

Наведено аналіз розроблених у ПолтНТУ дебалансних віброзбуджувачів із пластичним змащенням підшипників для віброплощадок, та запропоновані створені на їхній основі віброзбуджувачі з рідинним змащенням підшипників.

Ключові слова: бетонна суміш, вал, віброзбуджувач, вимушуюча сила, дебаланс, підшипник, мастило.

Приведен анализ разработанных в ПолтНТУ дебалансных вибровозбудителей с пластической смазкой подшипников для виброплощадок, и предложены созданные на их основе вибровозбудители с жидкостной смазкой подшипников.

Ключевые слова: бетонная смесь, вал, вибровозбудитель, вынуждающая сила, дебаланс, подшипник, смазка.

An analysis is resulted developed in POLNTU unbalance of oscillation exciters of vibrations with the plastic greasing of bearings for vibroplatforms, and created is offered on their basis of oscillation exciters of vibrations with the liquid greasing of bearings.

Key words: concrete mixture, billow, vibroexciter, excitan force, unbalans, bearing, greasing.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями. У сучасних умовах будівництва залізобетонні вироби користуються попитом. Промисловість України та країн СНД віброформувальне обладнання серійно не випускає, 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 – 4] містить дев'ять типорозмірів вантажопідйомністю від 10 до 30 т для формування виробів розмірами від 1,5х6 до 3х12 м із бетонної суміші рухливістю до 3 см. Віброплощадки типу ВПГ-2 [5, 6, 7] 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. Дебалансні віброзбуджувачі з вертикальним валом Ву-10рс і Ву-25рс [8], застосовувані у віброплощадках типу ВПГ, пройшли багаторічні

випробування. Їм властива простота конструкції у сполученні з високою надійністю. Вони здійснюють коливання рухомої рами із частотою 24 Гц. Для формування виробів із бетонних сумішей зручновкладальністю 11 – 20 с привід віброплощадок повинен забезпечити коливання рухомої рами із частотою 27 – 30 Гц. У зв'язку із цим у ПолтНТУ розроблені конструкції віброзбуджувачів ВУ-8, ВУ-8А і ВУ-10А [9], у яких для змащування підшипників використовується пластичне мастило. Конструктивні схеми таких віброзбуджувачів схожі між собою, тому потрібно провести аналіз їхніх експлуатаційних характеристик і на його основі запропонувати ефективне конструктивне рішення із застосуванням рідинного мащення підшипників, що значно підвищить надійність роботи віброзбуджувачів.

Метою даної роботи є аналіз розроблених конструкцій віброзбуджувачів та збільшення надійності їхньої роботи за рахунок рідинного змащення підшипників.

Виклад основного матеріалу дослідження. У таблиці 1 наведені технічні характеристики розроблених віброзбуджувачів ВУ-8, ВУ-8А і ВУ-10А.

Усі віброзбуджувачі мають однакові приєднувальні розміри й максимально уніфіковані по застосовуваних деталях. Кріплення віброзбуджувача до рухомої рами віброплощадки здійснюється притисненням плоскої плити його корпусу до підвібраторної плити спеціальними болтами зі сталі 40Х із різьбою М36х3.

Відведення відпрацьованого мастила відбувається всередину корпусу віброзбуджувача, відкілья воно видаляється при заміні підшипників. Не зупиняючись на теоретичних основах проектування опор кочення, наведемо нижче опис та аналіз експлуатаційних властивостей розроблених нами конструктивних варіантів віброзбуджувачів [9].

Таблиця 1 – Технічні характеристики віброзбуджувачів

Найменування параметрів	Типи віброзбуджувачів		
	ВУ-8	ВУ-8А	ВУ-10А
Номінальна частота обертання вала, хв ⁻¹	1850		
Межа регулювання статичного моменту дебалансу, Н·м	1,72 – 2,87		1,76 – 3,38
Типорозміри підшипників	7618	3618	42620 і 414
Кількість підшипників	2	2	3
Габаритні розміри, мм:			
довжина	510		535
ширина	680		680
висота	440		475
Маса, кг	305	310	350

Віброзбуджувачі мають регулювання вимушуючої сили, здійснюване шляхом установки в отвори дебалансу циліндричних вантажів ступінчастої форми. Ці вантажі за допомогою монтажної шпильки через отвір у верхній частині корпусу легко встановлюються в дебаланс або витягаються з нього. Ступінчата форма вантажів забезпечує їхню осьову фіксацію за рахунок відцентрової сили, що виникає при обертанні дебалансу. Зміною кількості вантажів та їхнім розташуванням в отворах дебалансу забезпечується регулювання вимушуючої сили у діапазоні від 50 до 100% її

максимального розміру ступенями через 3 – 5 кН, що цілком достатньо для корекції режиму вібрації рухомої рами і дозволяє використовувати ті самі вібробудувачі для віброплощадок різної вантажопідйомності.

У вібробудувача ВУ-8 дебалансний вал установлений на конічних радіально-упорних роликів підшипниках 7618А. При правильно вибраному натязі підшипники цього типу можуть нести великі радіальні й осьові навантаження. Через відсутність зазорів між тілами кочення і біговими доріжками підшипники добре витримують осьові ударні навантаження, які поперемінно змінюються за напрямком, що обумовлює їхнє застосування у дебалансних вібробудувачах віброплощадок типу ВПГ, де поряд із горизонтальними наявні й значні вертикальні складові віброприскорення рухомої рами. Регулювання натягу підшипників здійснюється за допомогою набору регулювальних прокладок, установлюваних під кришками підшипників. Для регулювання досить зняти одну з кришок і зменшити товщину набору прокладок до необхідного розміру натягу.

У модифікованому вібробудувачі ВУ-8А застосовані сферичні дворядні роликів підшипники 3618А за схемою: нижній підшипник жорстко закріплений на валу й у корпусі, а верхній – плаваючий. Посадка внутрішньої обойми верхнього підшипника дозволяє зафіксувати його на валу, тоді як зовнішня обойма може переміщатися вздовж осі корпусу підшипника. Така схема вібробудувача дозволяє компенсувати виробничі неточності виготовлення, похибки монтажу, теплові деформації вузла і головне – не вимагає регулювання підшипників у процесі експлуатації.

Вібробудувач ВУ-10А порівняно з вищерозглянутими конструкціями має резерви як по вимушуючій силі, так і по частоті обертання дебалансного вала. На радіальне навантаження працюють радіальні роликів підшипники 42620, на осьове – однорядний кульковий підшипник 414, вільний від радіального навантаження завдяки зазору між посадковою поверхнею зовнішнього кільця і кришкою підшипників. Вібробудувач дещо складніший у виготовленні, має більшу масу, а застосування підшипників із циліндричними роликами додатково накладає жорсткі вимоги на співвісність опор.

При виборі типів і розмірів підшипників керувалися тим, що для забезпечення бажаного ресурсу роботи вібробудувача до його ремонту необхідно вибирати великогабаритні підшипники, що використовуються майже на гранично допустимій частоті обертання.

На рис. 1 зображений поперечний переріз вібробудувача з рідинним мащенням підшипників. Вібробудувач має корпус 1, в якому на підшипниках 2 встановлений вал 3 із дебалансом 4 і напірною втулкою 5. У валу 3 виконано осьовий 6 та радіальні 7 канали для відведення мастила й у його нижній частині встановлено напірну втулку 5, виконану у вигляді зрізаного конуса, жорстко закріпленого на валу, а зовнішня поверхня конуса виконана з ребрами 8. Корпус вібробудувача 1 зверху закритий верхньою кришкою 9. Знизу до корпусу вібробудувача 1 прикріплена юбка 10, закрита нижньою кришкою 11. Порожнина юбки 10 та нижньої кришки 11 складає масляний картер 12, у якому напрямна 13 утворює напірну камеру 14. Напрямна 13 охоплює із зазором напірну втулку 5. У внутрішній порожнині 15 напірної втулки 5 розташований кульковий клапан 16. Верхня частина вала 3 має мастилоналивний отвір 17, закритий пробкою 18.

Перед уведенням в експлуатацію вібробудувача рідке мастило заливається у масляний картер 12 через мастилоналивний отвір 17, який у робочому стані закритий пробкою 18. Мастило, заповнивши осьовий канал 6, стікає через радіальні канали 7 у масляний картер 12 вібробудувача. Після ввімкнення вібробудувача мастило

нагнітається ребрами 8 під дією відцентрових сил уздовж напрямної 13 у напірну камеру 14 і через кульковий клапан 16 потрапляє у внутрішню частину напірної втулки 5 та через канали 6 і 7 стікає до підшипників 2, забезпечуючи їхнє змащення, та потім збирається у масляний картер 12. При зупинці вібробуджувача мастило залишається у каналі 6 за рахунок того, що кульковий клапан 16 перекриває внутрішню порожнину 15 напірної втулки 5. При повторних пусках вібробуджувача мастило одразу з каналу 6 через канали 7 починає змащувати підшипники 2, чим досягається надійність змащення підшипників у період пуску.

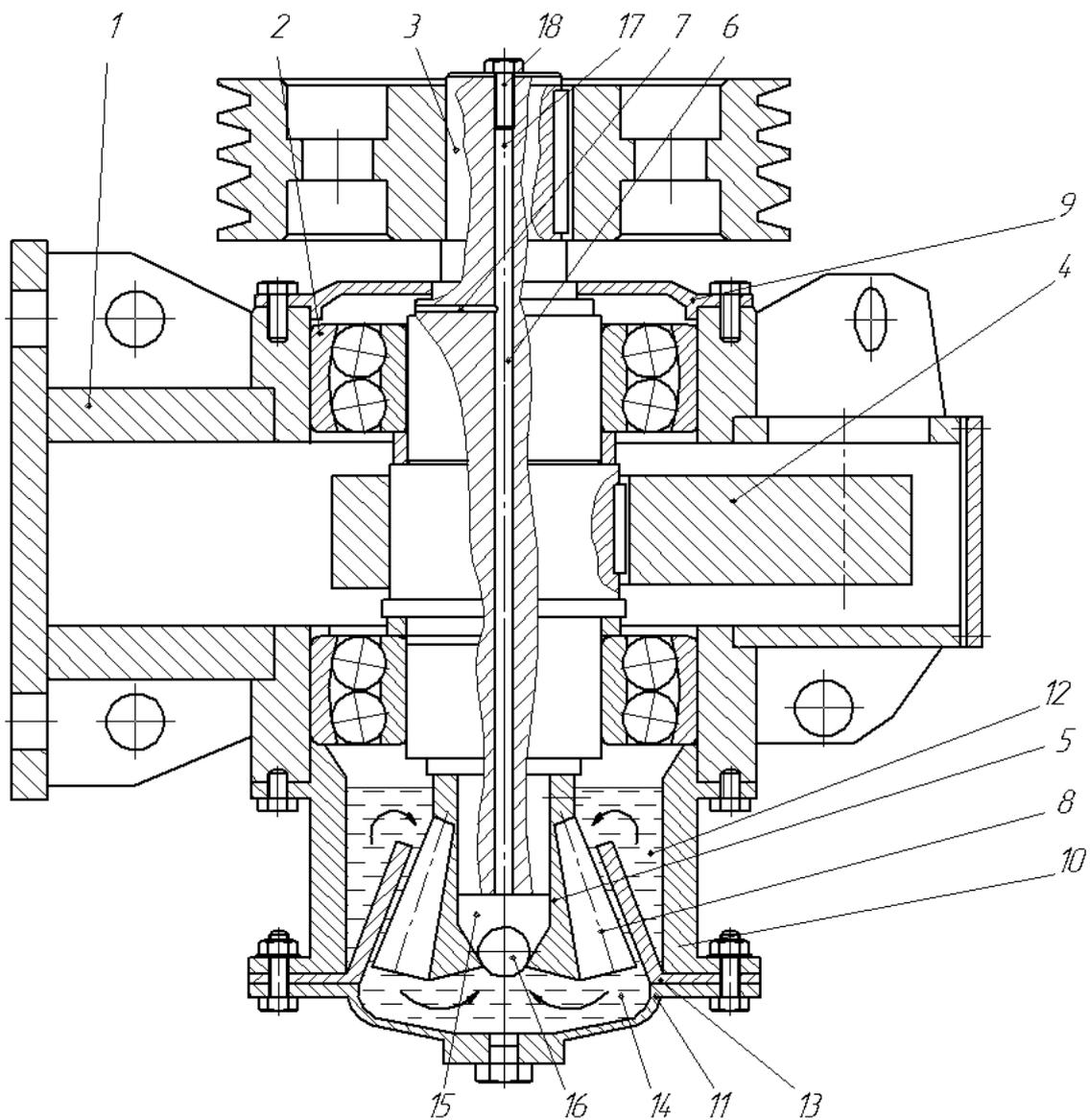


Рисунок 1 – Вібробуджувач із рідинним мащенням підшипників: 1 – корпус вібробуджувача; 2 – підшипник; 3 – вал; 4 – дебаланс; 5 – напірна втулка; 6 – осьовий канал; 7 – радіальний канал; 8 – ребра: верхня кришка; 10 – юбка; 11 – нижня кришка; 12 – картер; 13 – напрямна; 14 – напірна камера; 15 – внутрішня порожнина напірної втулки; 16 – кульковий клапан; 17 – мастилозаливний отвір; 18 – пробка

У табл. 2 наведені розрахункові терміни довговічності роботи підшипників варіантів розроблених нами конструкцій вібробуджувачів ВУ-8Р, ВУ-8АР та ВУ-10Р із

рідинним змащенням підшипників при частоті обертання вала 1850 хв^{-1} , визначені за відомою стандартною методикою.

Таблиця 2 – Довговічність роботи підшипників вібробудувачів

Тип вібробудувача, кількість і типорозміри встановлених підшипників	Довговічність роботи підшипників у годинах при вимушуючій силі, кН			
	65	85	109	126
ВУ-8АР, два підшипники 3618	8406	3249	1460	-
ВУ-8Р, два підшипники 7618А	10918	4480	1379	-
ВУ-10АР, два підшипники 42620 і один 414	11630	5726	2166	1325

Висновки:

1. Аналіз експлуатаційних властивостей вібробудувачів із пластичним змащенням підшипників дозволить виробникам орієнтуватися при виборі типу вібробудувача з вертикальним валом.

2. Запропоноване конструктивне рішення забезпечує збільшення довговічності роботи вібробудувача за рахунок рідинного змащення підшипників та підвищення надійності роботи підшипників вертикального вала шляхом подачі до них рідкого мастила в момент пуску, зберігаючи режими вібраційної дії, при яких забезпечується ефективне ущільнення цементобетонних сумішей на віброплощадці.

3. Проведені розрахунки свідчать, що довговічність підшипників цілком достатня для безперебійної роботи вібробудувача протягом тривалого часу, тому що сумарний час роботи віброплощадки складає не більш 1,5 години за зміну.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Механизация и автоматизация трудоемких процессов на предприятиях сборного железобетона* / И. И. Назаренко, В. А. Пенчук, В. Н. Гарнец, Ф. Ф. Бондаренко. – К.: Будивэльныйк, 1988. – 192 с.
2. *Горбовец М. Н. Вибрационная техника строительной индустрии: обзорная информация* / М. Н. Горбовец. – М.: ЦНИИТЭстроймаши, 1983. – 37 с.
3. *Олехнович К.А. Потребительские качества современных виброплощадок* / К. А. Олехнович, Ю. И. Виноградов, Н. П. Нестеренко // *Строительные и дорожные машины*. – 1991. – №8. – С.14 – 16.
4. *Олехнович К. А. Виброплощадки для конвейерных линий* / К. А. Олехнович, Ю. И. Виноградов, Н. П. Нестеренко // *Бетон и железобетон*. – 1991. – №4. – С. 18 – 19.
5. *Нестеренко М. П. Вибраційні 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.
6. *Нестеренко Н. П. Совершенствование виброплощадок для формирования многопустотных панелей перекрытий* / Н. П. Нестеренко // *Эффективные строительные материалы и конструкции, используемые при возведении зданий и сооружений: сб. науч. тр.* – К.: УМК ВО, 1992. – С. 93 – 102.

7. 7. 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.

8. 8. Виноградов Ю. И. Вибровозбудитель с вертикальным валом / Ю. И. Виноградов, К. А. Олехнович // Строительные и дорожные машины. – 1983. – №6. – С. 26 – 27.

9. 9. Нестеренко М. П. Выбор основных параметров и конструктивной схемы вибровозбудителей для виброплощадок с повышенной технологической эффективностью / М. П. Нестеренко // Тез. докл. 42 научн. конф. Полтавского инж.-строит. ин-та. – Полтава, 1990. – С. 54.

10.

Надійшла до редакції 22.03.2010 р.

© М.П. Нестеренко, О.І. Хименко, Т.М. Нестеренко