



УДК 666.97.003.16

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

РОЗРОБЛЕННЯ ВІБРОЗБУДЖУВАЧІВ З РІДИННИМ ЗМАЩЕННЯМ ПІДШИПНИКІВ

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) [1–4] містить дев'ять типорозмірів вантажопідйомністю від 10 до 30 т для формування виробів розмірами від 1,5x6 до 3x12 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 [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 рухливої рами із частотою 24 Гц. Для формування виробів із бетонних сумішей зручновкладальністю 11...20 с привід віброплощадок повинен забезпечити коливання рухливої рами з частотою 27...30 Гц. У зв'язку з 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 їхньої надійності 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.

Таблиця 1

Технічні характеристики вібробуджувачів

Найменування параметрів	Типи вібробуджувачів		
	ВУ-8	ВУ-8А	ВУ-10А
Номінальна частота обертання вала, хв ⁻¹	1850		
Межа регулювання статичного моменту дебаланса, Н·м	1,72...2,87		1,76...3.38
Типорозміри підшипників	7618	3618	42620 і 414
Число підшипників	2	2	3
Габаритні розміри, мм:			
довжина	510		535
ширина	680		680
висота	440		475
Маса, кг	305	310	350

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

Необхідність розроблення зазначених варіантів вібробуджувачів викликана наявністю у виготовлювачів застосовуваних підшипників. Подача мастила здійснюється через прес-маслянки, встановлені у корпусах підшипників. Відведення відпрацьованого мастила відбувається усередину корпусу вібробуджувача, відкіля воно видалається при заміні підшипників. Не зупиняючись на теоретичних основах проектування опор кочення, наведемо нижче опис та аналіз експлуатаційних властивостей розроблених нами конструктивних варіантів вібробуджувачів [9].

Вібробуджувачі мають регулювання вимушуючої сили, здійснюване шляхом установки в отвори дебаланса 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 і їхнім розташуванням в отворах дебаланса 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 рухливої рами і дозволяє використовувати ті самі вібробуджувачі для віброплощадок різної вантажопідйомності.

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

У модифікованому вібробуджувачі ВУ-8А застосовані сферичні дворядні роликові



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 вібробуджувача дозволяє компенсувати виробничі неточності виготовлення, похибки монтажу, теплові деформації вузла і головне – не вимагає регулювання підшипників у процесі експлуатації.

Вібробуджувач ВУ-10А порівняно з вищезрозглянутими конструкціями має резерви як по вимушуючій силі, так і по частоті обертання дебалансного вала. На радіальне навантаження працюють радіальні роликпідшипники 42620, на осьове – однорядний кульковий підшипник 414, вільний від радіального навантаження завдяки зазору між посадковою поверхнею зовнішнього кільця і кришкою підшипників. Вібробуджувач 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 вібробуджувача до його ремонту необхідно вибирати великогабаритні підшипники, що використовуються майже на граничнодопустимій частоті обертання.

На рис. 1 зображений поперечний переріз вібробуджувача з рідинним мащенням підшипників.

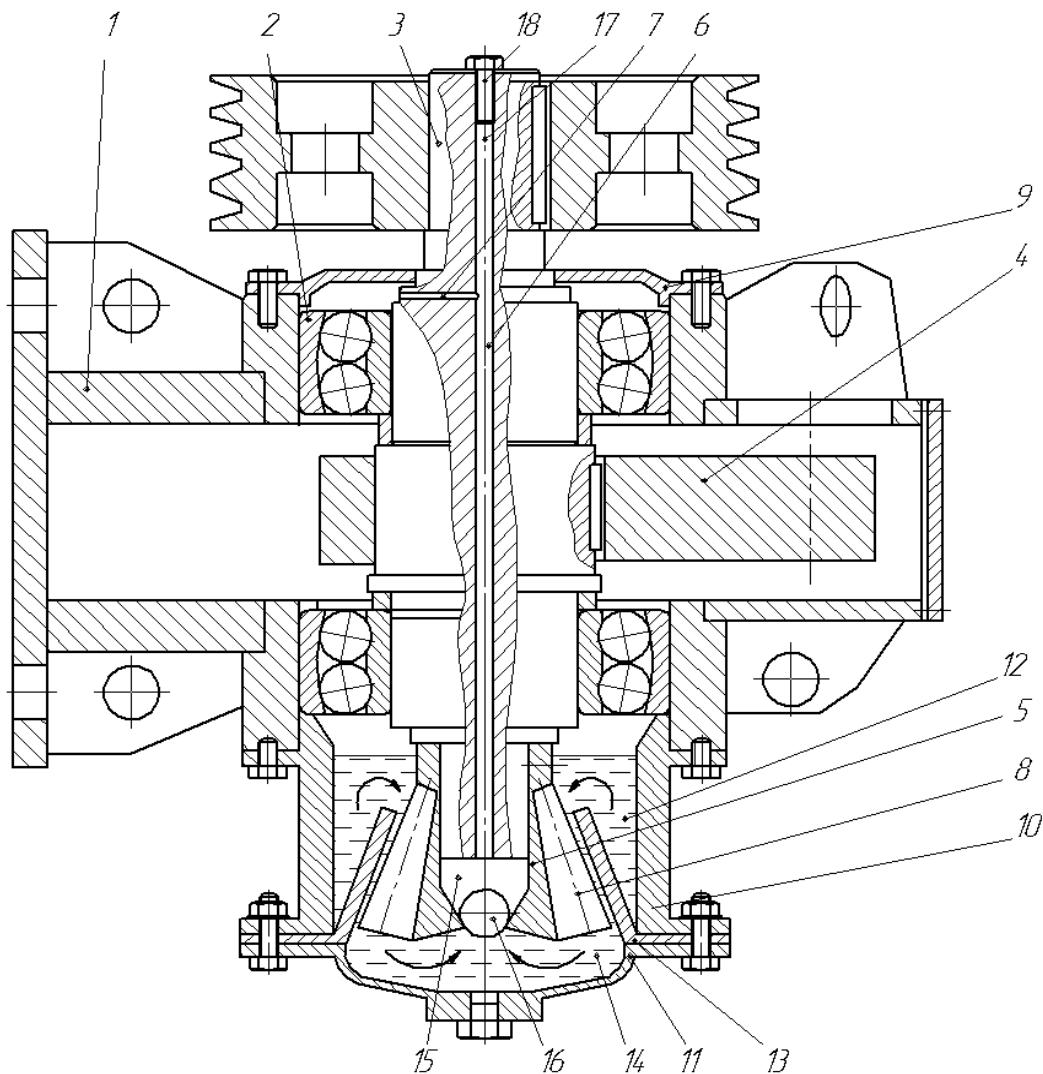


Рис. 1. Вібробуджувач з рідинним мащенням підшипників: 1 – корпус вібробуджувача; 2 – підшипник; 3 – вал; 4 – дебаланс; 5 – напірна втулка; 6 – осьовий канал; 7 – радіальний канал; 8 –

ребра: верхня кришка; 10 – юбка; 11 – нижня кришка; 12 – картер; 13 – направляюча; 14 – напірна камера; 15 – внутрішня порожнина напірної втулки; 16 – кульковий клапан; 17 – маслозаливний отвір; 18 – пробка.

Вібробуджувач має корпус 1, в якому на підшипниках 2 встановлений вал 3 із дебалансом 4 і напірною втулкою 5. У валу 3 виконані осьовий 6 та радіальні 7 канали для відведення масла 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 вібробуджувача 1 зверху закритий верхньою кришкою 9. Знизу до корпусу вібробуджувача 1 прикріплена юбка 10 закрита нижньою кришкою 11. Порожнина юбки 10 та нижньої кришки 11 утворює 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 маслоналивний отвір 17, закритий пробкою 18.

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

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 вібробуджувачів

Тип вібробуджувача, кількість і типорозміри	Довговічність роботи підшипників у годинах при вимушуючій силі, кН			
	65	85	109	126
встановлених підшипників	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 вібробуджувачів із пластичним змащенням підшипників дозволить виробникам орієнтуватися при виборі типу вібробуджувача з вертикальним валом.

2. Запропоноване конструктивне рішення забезпечує збільшення довговічності роботи вібробуджувача 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 віброзбуджувача протягом тривалого часу, тому що сумарний час роботи віброплощадки складає не більш 1,5 години за зміну.

Література

1. Назаренко И. И. Механизация и автоматизация трудоемких процессов на предприятиях сборного железобетона / И. И. Назаренко, В. А. Пенчук, В. Н. Гарнец, Ф. Ф. Бондаренко. – К.: Будивельник, 1988. – 192 с.
2. Горбовец М. Н. Вибрационная техника строительной индустрии: Обзорная информация / Горбовец М. Н. – М.: ЦНИИТЭстроймаш, 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. Вібраційні площадки з просторовими коливаннями для виготовлення залізобетонних виробів широкої номенклатури / Нестеренко М. П. // Збірник наукових праць (Галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2005. – Вип. 16. – С. 177 – 181.
6. Нестеренко Н. П. Совершенствование виброплощадок для формования многопустотных панелей перекрытий / Нестеренко Н. П. // Эффективные строительные материалы и конструкции, используемые при возведении зданий и сооружений: Сб. науч. тр. – К.: УМК ВО, 1992. – С. 93–102.
7. 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.
8. Виноградов Ю. И. Вибровозбудитель с вертикальным валом / Ю. И. Виноградов, К. А. Олехнович // Строительные и дорожные машины. – 1983. – №6. – С.26 – 27.
9. Нестеренко Н. П. Выбор основных параметров и конструктивной схемы вибровозбудителей для виброплощадок с повышенной технологической эффективностью: Тез. докл. 42 научн. конф. Полтавского инж.-строит. ин-та 1990 г. / Нестеренко Н. П. – Полтава, 1990. – С. 54.