

Предлагаемые изобретения относятся к испытательной технике и могут быть использованы для динамических испытаний сепараторов крупногабаритных роликоподшипников на воздействие виброударных нагрузок.

Известны способ и устройство для нагружения роликоподшипников подвижного состава при испытаниях [1], в соответствии с которыми способ был реализован по, так называемой "разрезной", схеме. Он заключается в том, что в одном из колец, жестко закрепленном на вибростоле сепаратора, по диаметру выполняют пропилы, к верхней части кольца прикрепляя дополнительный груз, а на внешней стороне второго кольца против пропилов устанавливают тензорезисторы. К сепаратору с установленным на нем таким образом дополнительным грузом прикладывают переменную динамическую нагрузку, изменяющуюся по гармоническому закону и в соответствии с ускорением сепаратора определяют максимальные изгибные динамические напряжения.

Однако, нагружение сепараторов по известной схеме существенно отличается от имеющей место в эксплуатации сепараторов роликоподшипников подвижного состава, поскольку искусственно созданные пропилы в сепараторах вносят дополнительные погрешности, и нагрузка не соответствует реальной картине нагружения.

Наиболее близким по совокупности признаков является способ [2] нагружения сепараторов роликоподшипников подвижного состава при их испытаниях, в соответствии с которым к сепаратору с закрепленным на его перемотках дополнительным грузом прикладывают переменную динамическую нагрузку, изменяющуюся по гармоническому закону, и, поддерживая заданный режим испытаний, измеряют уровень виброперемещений.

Наиболее близким по совокупности признаков является устройство [1] для нагружения сепараторов крупногабаритных роликоподшипников подвижного состава при их испытаниях, содержащее вибростол, на котором в опорном элементе жестко закреплен сепаратор, установленное на нем нагружающее устройство, выполненное в виде дополнительного груза с расположенным на нем пьезоакселерометром, причем, опорный элемент состоит из опорной рамки и прижимной планки, дополнительный груз включает три отдельных груза, а сепаратор прикреплен к вибростолу через две перемычки для создания требуемых напряжений в узлах соприкосновения колец сепаратора с перемычками.

Недостатком известного способа и устройства является то, что схема нагружения не позволяет воссоздать реальную картину нагружения сепаратора, учитывающую взаимодействие перемычек с роликами, т.к. ролики испытывают в процессе движения перекосы и, в следствие этого, неравномерно воздействуют на перемычки сепаратора и нагружают их. Кроме того, схема не учитывает дополнительных ограничений, накладываемых на вибрационную систему роликоподшипника буксами вагонов и электропоездов, в которых они установлены.

Задачей изобретений является создание способа и устройства, в которых повышена достоверность и эффективность испытаний путем приближения условий нагружения сепаратора к реальным.

Технический результат, который может быть получен при осуществлении изобретения – воспроизведение реальной нагрузки, учитывающей взаимодействие перемычек сепаратора с роликами и ограничения вибрационных нагрузок, накладываемые на сепаратор буксами подвижного состава.

Указанный технический результат достигается тем, что в способе нагружения сепараторов роликоподшипников подвижного состава при испытаниях, заключающемся в приложении к сепаратору с закрепленным на его перемычках дополнительным грузом переменной динамической нагрузки, изменяющейся по гармоническому закону, согласно изобретению, указанную переменную динамическую нагрузку прикладывают к перемычкам сепаратора, расположенным в начале и конце зоны радиального нагружения в местах, соответствующих силовому взаимодействию этих перемычек с роликами в процессе эксплуатации роликоподшипников, при этом в направлении, перпендикулярном прикладываемой нагрузке, ограничивают амплитуду вибрации сепаратора на участке половины его кольца, расположенном противоположно месту приложения указанной нагрузки.

Указанный технический результат достигается также тем, что в устройстве для нагружения сепараторов роликоподшипников, содержащем вибростол, на котором в опорном элементе жестко закреплен сепаратор с установленным на нем нагружающим устройством, выполненным в виде дополнительного груза, на котором размещен пьезоакселерометр, согласно изобретению, нагружающее устройство дополнительно включает две пластины, жестко закрепленные горизонтально на двух охватываемых ими перемычках сепаратора, расположенных в начале и конце зоны радиального нагружения сепаратора, при этом пластины в месте их примыкания к перемычкам имеют фигурные выступы, выполненные в форме профиля, имитирующего положение ролика в нагруженном роликоподшипнике, а опорный элемент выполнен в виде ложементов, с поверхностью опирания, определяемой наружным радиусом кольца сепаратора с учетом зазора плавления.

Отличительными признаками предлагаемого способа "динамическую нагрузку прикладывают к перемычкам сепаратора, расположенным в начале и конце зоны радиального нагружения в местах, соответствующих силовому взаимодействию этих перемычек с роликами...", задают интервал приложения переменной динамической нагрузки. В прототипе же нагрузку прикладывают просто к любым верхним перемычкам. Необходимость нагружения перемычек по предлагаемому способу именно в указанной зоне объективно обусловлена зоной максимальной радиальной нагрузки, возникающей в реальных условиях работы сепараторов роликоподшипников со стороны движущегося ролика, причем, эта зона ограничивается углом $\varphi = 360/Z$, где Z – количество роликов, описан на стр. 4.

Отличительные признаки устройства "...нагружающее устройство дополнительно включает две пластины, жестко закрепленные горизонтально на двух охватываемых ими перемычках сепаратора, расположен-

ных в начале и в конце зоны радиального нагружения сепаратора при этом платины, в месте их примыкания к перемычкам, имеют фигурные выступы, выполненные в форме профиля, имитирующего положение ролика в нагруженном роликоподшипнике” воссоздают реальную картину положения и нагружающего воздействия перекошенного ролика на перемычку сепаратора в процессе эксплуатации роликоподшипника.

Отличительные признаки устройства “... опорный элемент выполнен в виде ложемент с поверхностью опирания, определяемой наружным радиусом кольца сепаратора с учетом зазора плавания...” характеризуют закрепление и установку испытуемого сепаратора с учетом дополнительных ограничений, накладываемых на систему буксами вагонов в реальных условиях их эксплуатации.

Все указанные отличительные признаки способа и устройства являются общими и в совокупности с известными признаками ограничительной части являются необходимыми и достаточными для достижения технического результата, приводящего к решению поставленной задачи повышения достоверности и эффективности испытаний.

На фиг. 1 показан общий вид устройства, реализующего способ, на фиг. 2 показаны нагружающие (верхняя и нижняя) пластины заявляемого устройства, на фиг. 3 показан вид А-А на фиг. 1 (общий вид верхней нагружающей пластины), на фиг. 4 вид В-В на фиг. 1 (общий вид нижней нагружающей пластины), на фиг. 5 схематически показана установка пластин нагружающего устройства на нагружаемые перемычки.

Сепаратор, ролики и кольца роликоподшипников, установленные в буксах вагонов и электропоездов подвижного состава, при движении образуют сложную виброударную систему. Как показывают эксплуатационные данные, наибольшее количество отказов подшипников в эксплуатации связано с появлением усталостных повреждений в узлах сопряжения колец сепараторов с перемычками из-за воздействия на них больших нагрузок, вносимых движущимися роликами [3].

При этом сила взаимодействия ролика с перемычкой сепаратора зависит от его массы, ускорения движения, радиального зазора между роликом и перемычкой, угловой координаты ролика, коэффициентов сцепления роликов с наружным и внутренним кольцом роликоподшипника, сил трения в подшипнике, угловых ускорений ролика и сепаратора, результирующей силы, приходящейся на опорную поверхность сепаратора, местоположения роликов от центра подшипника других характеристик и может быть обусловлена осевой, радиальной или комбинированной нагрузкой [4].

Наибольшие нагрузки на перемычки сепаратора со стороны роликов возникают в зоне действия радиальной нагрузки. При входе ролика в нагруженную зону сепаратор с резко возрастающей скоростью ведет его на расстоянии, соответствующем углу $\varphi = 360^\circ/Z$, где Z – число роликов в подшипнике [4], при этом имеет место максимальное силовое взаимодействие между перемычками и роликами. Процесс выравнивания скорости ролика сопровождается значительным силовым взаимодействием с задней перемычкой сепаратора.

Установлено, что в момент возникновения комбинированной нагрузки скорость ролика быстро сравнивается с теоретической, и силовое действие отсутствует.

Таким образом, силовое взаимодействие роликов и сепаратора зависит от разности теоретической и фактической частот вращения роликов и возникает в момент входа в зону радиальной нагрузки. И чем больше ролик теряет скорость к моменту входа в зону радиальной нагрузки, тем больше будет сила взаимодействия его с перемычкой. При этом движущиеся ролики перекашиваются и контактируют с перемычками сепаратора не по всей своей высоте.

Способ нагружения сепараторов роликоподшипников подвижного состава реализуется устройством, содержащим вибростол 1, на котором в опорном ложементе 2 установлен сепаратор 3. При этом, для ограничения вибрации сепаратора и приближения режима испытаний к реальным условиям, в которых находится сепаратор роликоподшипника, размещенный в буксах подвижного состава, поверхность опирания сепаратора 3 в опорном ложементе 2 определена наружным радиусом кольца сепаратора с учетом зазора плавания сепаратора 3. Сепаратор 3 закреплен на вибростоле прижимной планкой 4, установленной между его перемычками 5 и 6.

Опорный ложемент 2, в свою очередь, прикреплен к платформе вибростола 1 (на фиг. условно не показано). Нагружающее устройство выполнено в виде установленных друг на друга сменных грузов 7, расположенных на жестко соединенных между собой верхней 8 и нижней 9 пластинах, установленных горизонтально на перемычках 10 и 11 сепаратора 3, размещенных в начале и конце зоны радиального нагружения сепаратора 3, определяемой углом $\varphi = 360^\circ/Z$, где Z – количество роликов.

Пьезоакселерометр 12 жестко установлен на сменных грузах 7. Пластины 8 и 9, в месте их примыкания к нагруженным перемычкам 10 и 11, имеют фигурные выступы 13 и 14 (см. фиг. 2), выполненные в форме профиля, имитирующего положение ролика, входящего в зону радиального нагружения с перекосом, обусловленным результирующими силами, действующими на ролик. Так, на фиг. 3 изображены места взаимодействия перемычек сепаратора 3 с роликами.

Способ нагружения сепараторов роликоподшипников включает в себя возбуждение колебаний сепаратора 3, жестко закрепленного на столе вибростенда 1 в опорном ложементе 2, в котором установлена половина наружного кольца роликоподшипника, путем приложения к вибростолу 1 переменной силы, изменяющейся по гармоническому закону, например, синусоидальной нагрузки, и одновременное нагружение поперечных перемычек 10 и 11 сепаратора, расположенных в начале и конце зоны, ограниченной углом $\varphi = 360^\circ/Z$, где Z – число роликов, в местах, соответствующих силовому взаимодействию этих перемычек с роликами подшипника посредством нагружающих пластин 8 и 9 и установленных на них сменных грузов 7, а также измерение и автоматическое поддержание заданного силового режима с помощью установленного на сменных грузах 7 пьезоакселерометра 12. Положение повернутого в касательной плоскости ролика на входе и выходе из вышеупомянутой зоны имитируют фигурные выступы 13 и 14 (фиг. 2), выполненные на

верхней 8 и нижней 9 нагружающих пластинах в месте их примыкания к нагружаемым перемычкам 10 и II сепаратора.

Взаимодействие нагружаемых перемычек с нагружающими пластинами, благодаря наличию фигурных выступов, происходит не по всей длине перемычки (фиг. 3), что соответствует давлению ролика на перемычки при входе и выходе из зоны радиального нагружения (ролик перекошен в касательной плоскости).

Пример конкретного выполнения.

Устройство содержит опорный ложемент, в котором установлена половина наружного кольца роликоподшипника типа 2726, радиус которого, с учетом зазора плавания, составляет 205 мм. Сепаратор роликоподшипника, выполненный из латуни ЛС59-1 и имеющий радиус 204 мм, крепится в опорном ложементе при помощи прижимной планки, установленной между двумя перемычками. Опорный ложемент, в свою очередь, жестко прикреплен к платформе вибростенда ST 5000/300. На двух перемычках сепаратора, отстоящих друг от друга на угол $\varphi = 129^\circ$, горизонтально укреплены жестко связанные между собой пластины прямоугольной формы, снабженные фигурными выступами, имитирующими положение перекошенного ролика в работающем подшипнике. На пластины установлены сменные грузы общим весом 3 кг.

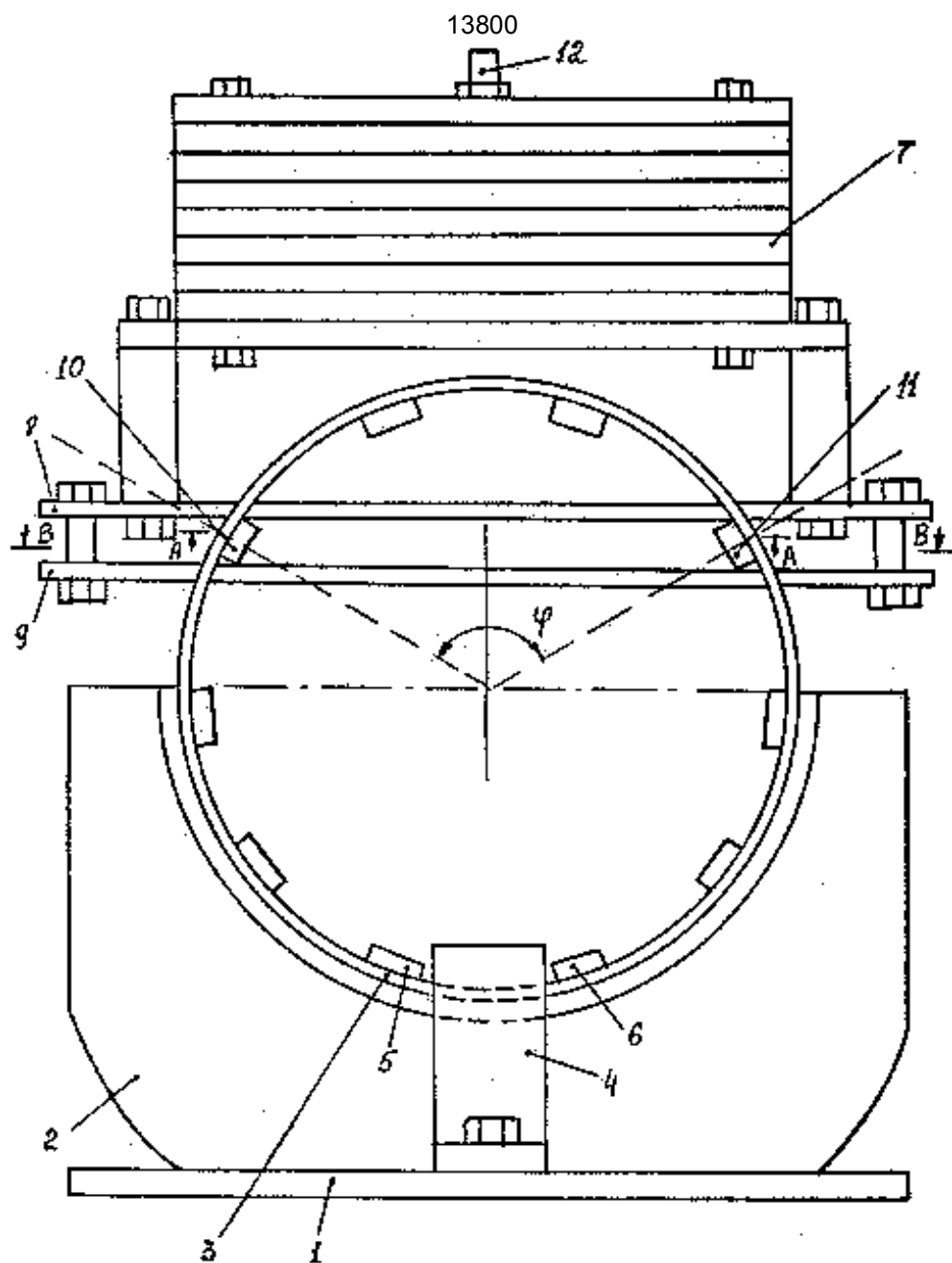
Переменную динамическую (синусоидальную) нагрузку задают при помощи пульта управления стендом ST 5000/300. Частота испытаний составляла 330-350 Гц. Испытания проводились на трех фиксированных уровнях нагружения в резонансном режиме. Пьезоакселерометром, установленным на сменных грузах, контролировали необходимый режим нагружения. Уровень динамических напряжений в месте разрушения сепаратора – кольца сепаратора в месте их соединения с нагружаемыми перемычками – контролировался тензорезисторами с использованием тензоизмерительной аппаратуры. Некоторые данные об условиях и режимах испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1

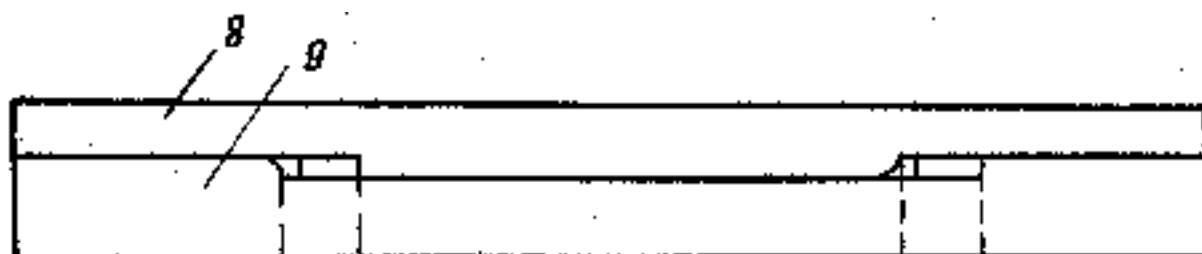
Угол φ , град.	Вес сменных грузов, кг	Кол-во испытанных образцов, шт.	Режим испытаний				С. квадрат. отклонение лог. числа циклов нагр. до разрушения	Коэффициент вариации числа циклов до разрушения
			частота, Гц	вибро-ускорение, g	уровень цикл. напряж., МПа	База испыт., цикл.		
129	3	5	330÷350	16,0	126,3	$4 \cdot 10^5$	0,146	0,0257
		4		11,0	95,9	$1 \cdot 10^6$	0,089	0,0145
		3		8,0	70,2	$1 \cdot 10^7$	0,290	0,0419

Характер и место усталостных поломок сепараторов, получаемых при испытаниях с помощью данного устройства, реализующего заявляемую схему нагружения, идентичны эксплуатационным.

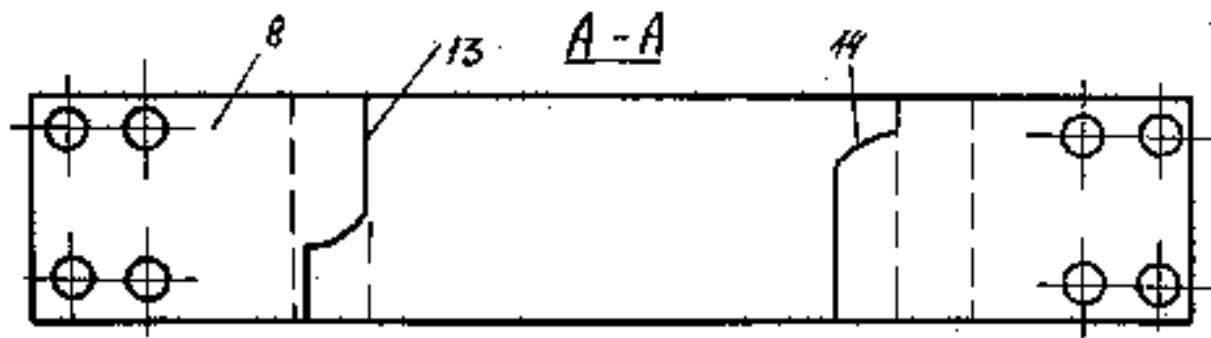
Таким образом, применение данного способа и устройства позволяет повысить эффективность и достоверность испытаний путем приближения условий нагружения сепаратора к реальным за счет учета, режима нагружения роликами поперечных перемычек сепаратора, а также воспроизведения при испытаниях реальной картины деформирования колец сепаратора вследствие применения опорного ложемента, что позволяет учитывать взаимодействие наружного кольца подшипника с сепаратором.



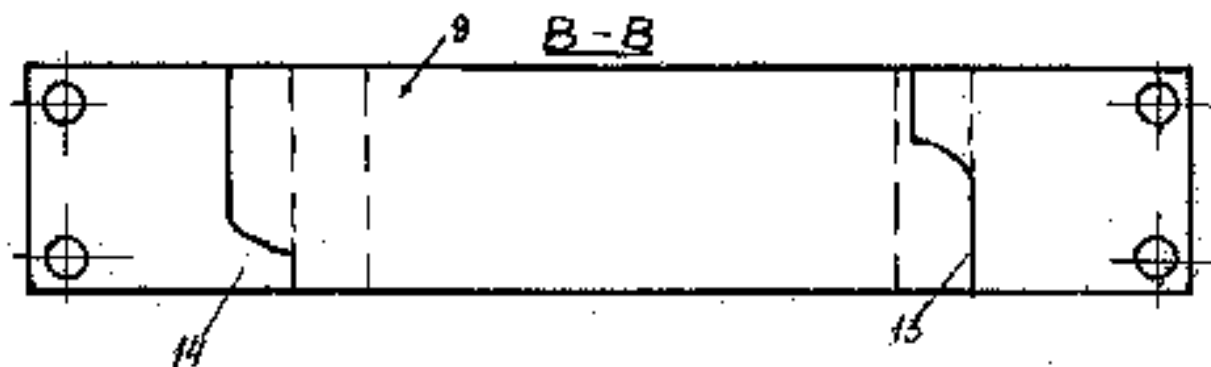
Фиг. 1



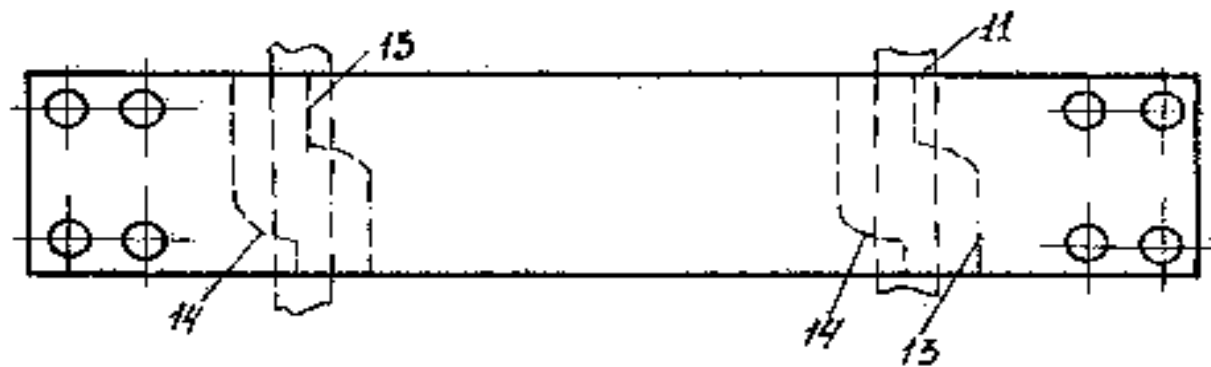
13800



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Тираж 50 екз.

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

Україна, 01133, м. Київ-133, бул. Л. Українки, 26

(044) 295 – 81 – 42

(044) 295 – 61 - 97