

Portside Plant and on other enterprises. Their phased implementation has allowed to increase the margin of rotor system dynamic stability and to decrease vibration levels up to the acceptable values under existing operation conditions up to 26% exceeding the nominal parameters, confirmed by the results of performed calculations and vibration measurements at the operating site.

**Keywords:** end floating seal, centrifugal compressor, rotor dynamic stability, vibration, synthesis gas

Стаття надійшла в редакцію: 05.09.2013р.  
Рецензент: д.т.н., професор Тарельник В.Б.

УДК 629.114.02

## АМОРТИЗАТОР ПРЕРЫВИСТОГО ДЕЙСТВИЯ: КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИП РАБОТЫ

**Е. Е. Прокопов**, ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»

В статье рассматриваются общие вопросы защиты машин от вибрации, тенденции и перспективы развития управляемой виброзащиты, особенности систем с нелинейными характеристиками восстанавливающих сил. Приведены конструкции амортизаторов прерывистого действия, разработанные в течение последних лет.

**Ключевые слова:** амортизатор, вибрации, конструкции.

При «пассивном» варианте исполнения упругодемпфирующих звеньев в серийно выпускаемых сиденьях и подвесках мобильных машин сельскохозяйственного назначения улучшение их антирезонансных и противоударных свойств достигается при использовании управляемых демпферов и упругих звеньев с переключаемой (управляемой) жесткостью [1].

Использование переключателей жесткости упругих (несущего, дополнительного) звеньев позволяет виброзащитной системе формировать восстанавливающие силы по принципу активного воздействия и осуществить «перевод» соответствующих систем в разряд управляемых. При этом предельные варианты виброзащиты дости-

гаются только при оптимальных параметрах прерывистой восстанавливающей силы, «имитирующей» компенсационное воздействие по типу активных систем.

Основные особенности работы виброзащитных систем с упругим звеном прерывистого действия отражают три модели, выбранные в качестве базовых: БМ-1 – с переключателем жесткости несущего упругого звена; БМ-2 – с переключателем жесткости дополнительного упругого звена; БМ-3 – с переключателем жесткости дополнительного позиционируемого упругого звена.

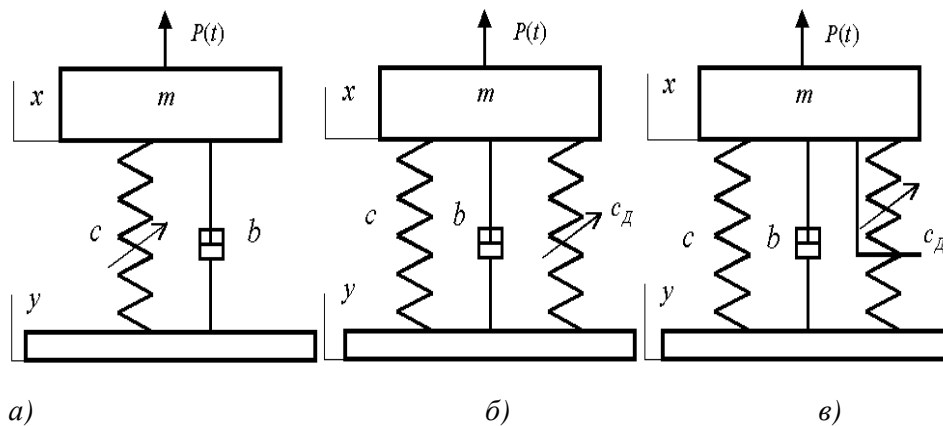


Рисунок 1 – Модели, выбранные в качестве базовых: а - БМ-1; б - БМ-2; в - БМ-3

Конструкция виброзащитной системы с упругим звеном прерывистого действия, как правило, состоит из несущего упругого элемента, дополнительного (блокируемого) упругого элемента, блокирующего устройства, блока формирования сигнала управления и датчиков [2].

Упругие элементы и блокирующее устройство являются более универсальными составными ча-

стями виброзащитной системы. Упругие элементы могут быть выполнены на основе стальных витых пружин, рессор, пневмокамер. Переключение жесткости можно осуществлять при помощи гидравлического, электромеханического, фрикционного блокирующего устройства.

Немаловажное значение играет выбор типа датчиков и конструкции блока формирования

управляющего сигнала, который во многом определяется видом алгоритма переключения жесткости.

Наиболее простой по конструкции является амортизатор на упругих элементах, выполненных в виде стальных витых пружин, но при этом возникает проблема создания надежного и длительно работающего (при большом количестве цик-

лов) устройства для управляемой блокировки упругого элемента. В амортизаторе (см. рисунок 2) предлагается использовать в качестве блокирующего устройства симметричный линейный гидроцилиндр с двухсторонним выходом штока. Это позволяет осуществить блокировку как при сжатии, так и при растяжении упругого элемента.

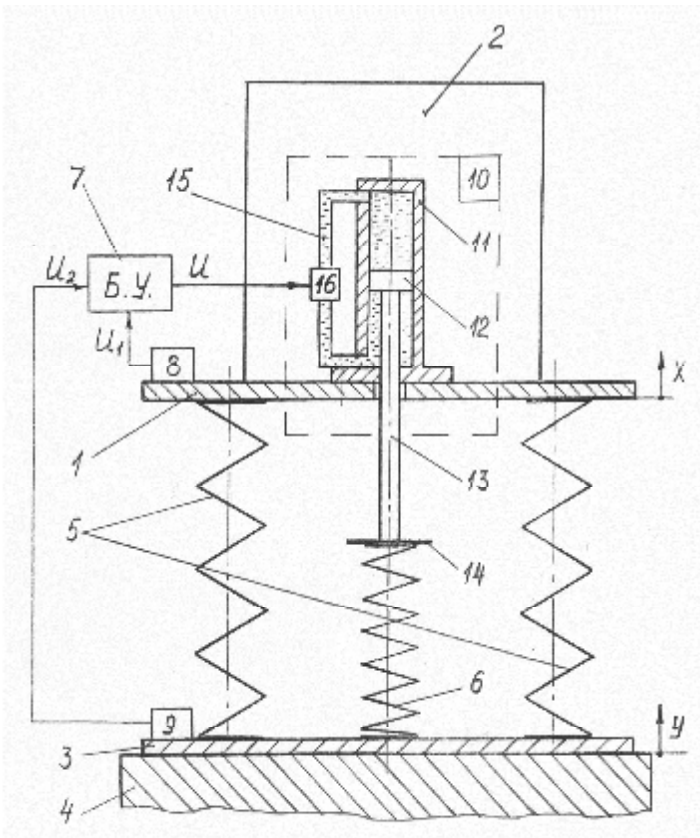


Рисунок 2 - Конструктивная схема амортизатора

Основными элементами конструкции амортизатора, представленного на рисунке 2 являются: первое основание 1, второе основание 3, несущий упругий элемент 5, закрепленный между первым и вторым основаниями 1, 3, дополнительный упругий элемент 6, блок управления 7, первый датчик скорости 8, установленный на первом основании 1 и подключенный к первому входу блока управления 7, второй датчик скорости 9, установленный на втором основании 3 и подключенный ко второму входу блока управления 7, и, размещенный на первом основании 1 управляемый затвор 10, который выполнен в виде гидравлического цилиндра 11 с поршнем 12 и выходным штоком 13, причем на выходном конце штока 13 закреплена опорная шайба 14, над- и подпоршневые полости гидравлического цилиндра 11 соединены каналом 15, а электроклапан 16 встроен в канал 15 и электрически связан с выходом блока управления 7.

Снабжение амортизатора дополнительным упругим элементом 6, который через опорную

шайбу 14 связан со штоком 13 и поршнем 12 управляющего затвора 10, позволяет реализовать оптимальное управление процессом переключений жесткости - дополнительный упругий элемент 6 включается в работу только тогда, когда его восстанавливающая сила уменьшает абсолютную скорость первого основания 1. Кроме того, поскольку при открытом канале 15 рабочая жидкость не препятствует перемещению поршня 12 относительно гидроцилиндра 11, то выключение из работы дополнительного упругого элемента 6 не приводит к передачи свободных затухающих колебаний системы дополнительный упругий элемент - шток - поршень на первое основание 1 и, соответственно, на объект виброзащиты 2.

Существенным недостатком такого амортизатора является то, что в момент включения в работу цилиндрической пружины её потенциальная энергия деформации равна нулю. Как следствие, скачкообразное изменение жесткости при включении в работу цилиндрической пружины не

обеспечивает соответствующего скачкообразного изменения восстанавливающей силы, что в конечном итоге снижает эффективность виброзащиты.

На рисунке 3 представлена конструктивная схема более совершенного амортизатора, реализующего третью базовую модель.

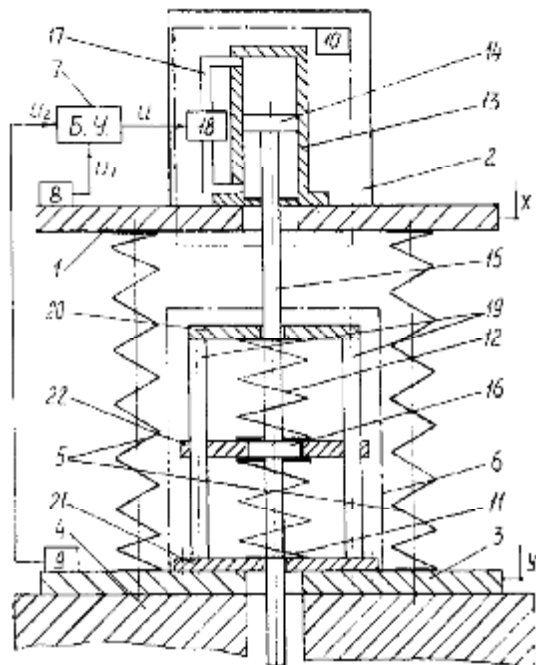


Рисунок 3 - Конструктивная схема амортизатора

Основными элементами конструкции амортизатора являются: первое основание 1, второе основание 3, несущий упругий элемент 5, закрепленный между первым и вторым основаниями 1, 3, обойма 6, установленная на втором основании 3, блок управления 7, первый датчик скорости 8, установленный на первом основании 1 и подключенный к первому входу блока управления 7, второй датчик скорости 9, установленный на втором основании 3 и подключенный ко второму входу блока управления 7, и, размещенный на первом основании 1 управляемый затвор 10, который выполнен в виде гидравлического цилиндра 13 с поршнем 14 и выходным штоком 15, причем в средней части штока 15 закреплена опорная шайба 16, шток 15 пропущен через предварительно поджатые цилиндрические пружины 11, 12 и соосные отверстия в полках 20, 21 и перегородке 22 обоймы 6, над- и подпоршневые полости гидравлического цилиндра 13 соединены каналом 17, а электроклапан 18 встроен в канал 17 и электрически связан с выходом блока управления 7.

Снабжение амортизатора обоймой 6 и второй цилиндрической пружиной 12 позволяет реализовать оптимальный процесс ступенчатого (скачкообразного) изменения восстанавливающей силы амортизатора. При реализуемом алгоритме включений в работу цилиндрических пружин 11 и 12, суммарная восстанавливающая сила

изменяется скачком и на интервалах включения всегда направлена против движения объекта 2.

В плане физической реализации, наиболее приемлемым является такой вариант конструкции амортизатора, который отличается простотой, не требует настройки и дорогостоящих электронных средств слежения. С этих позиций, конструкция амортизатора прерывистого действия, представленного на рисунках 4, 5 является наиболее удачной.

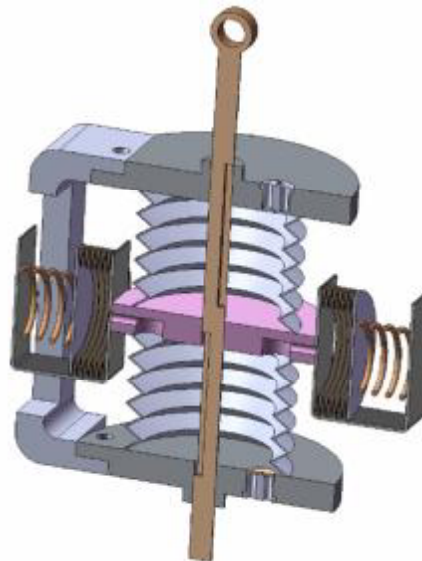


Рисунок 4 – Амортизатор прерывистого действия

В ней оптимальное управление параметрами жесткости упругого звена однозначно задано взаиморасположением соответствующих клапанов и межполосных отверстий самой конструкции системы.

Основными элементами конструкции амортизатора прерывистого действия (см. рисунок 5) являются: две камеры 1 и 2, стойка 3, на которой установлены две параллельные пластины 4 и 5 с соосными отверстиями 6 и 7, перегородка 8, размещенная между камерами 1 и 2, шток 9, установленный в отверстиях пластин 6 и 7 и жестко связанный с перегородкой 8, два впускных клапана 10 и 11, встроенных в пластины 4 и 5, два канала 12 и 13, выполненных в перегородке 8, две дополнительные камеры 14 и 15, каждая из которых подсоединена к одному из каналов 12, 13, и два пружинных зажима 16 и 17, в разьемах которых установлены дополнительные камеры 14, 15 и размещены упругие элементы 22, 23.

Наличие дополнительных камер 14 и 15, установленных в разьемах пружинных зажимов 16 и 17, позволяет обеспечить оптимальное ступенчатое изменение восстанавливающей силы в процессе поочередной работы камер 1, 2 амортизатора прерывистого действия.

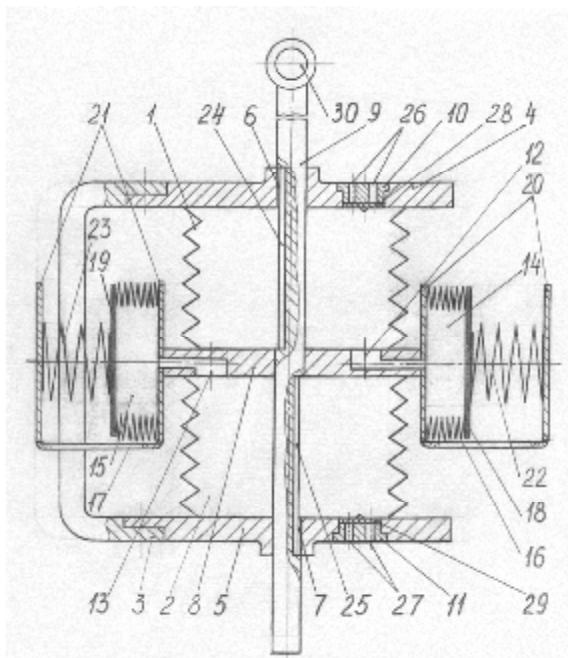


Рисунок 5 – Конструктивная схема амортизатора прерывистого действия

Это способствует повышению эффективности работы амортизатора прерывистого действия

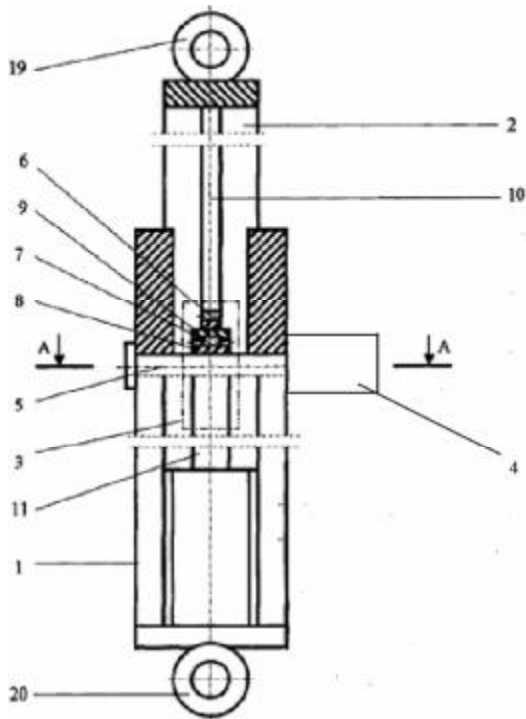


Рисунок 6 – общий вид амортизатора

Тормозное устройство 4 (см. рисунок 8) состоит из корпуса 12, выполненного в виде цилиндра, фланца 13, закрепленного на оси 5 посредством шпоночного соединения и размещенного в корпусе 12, консоли 14, установленной на

при его совместном использовании с несущими упругими элементами подвесок транспортных средств.

Вместе с тем, ввиду податливости воздуха, реализация всех возможностей виброзащиты с пневматическим исполнительным элементом прерывистого действия представляется сложной и вызывает ряд технических трудностей.

В этом плане, наиболее простой является конструкция амортизатора на основе упругого элемента в виде торсионной пружины. При этом в качестве переключающего устройства применяется надежно и длительно работающая обгонная муфта.

На рисунке 6 изображен общий вид амортизатора. Амортизатор содержит направляющие 1 и 2, переключающее устройство 3 и тормозное устройство 4. Переключающее устройство 3 (см. рисунок 7) состоит из оси 5, установленной на направляющей 1, шестерни 6, обгонной муфты 7, внутренней обоймы 8 которой закреплена на оси 5 посредством шпоночного соединения, а наружная обойма 9 - во внутреннем отверстии шестерни 6 и двух зубчатых реек 10 и 11, которые закреплены в продольных пазах направляющей 2.

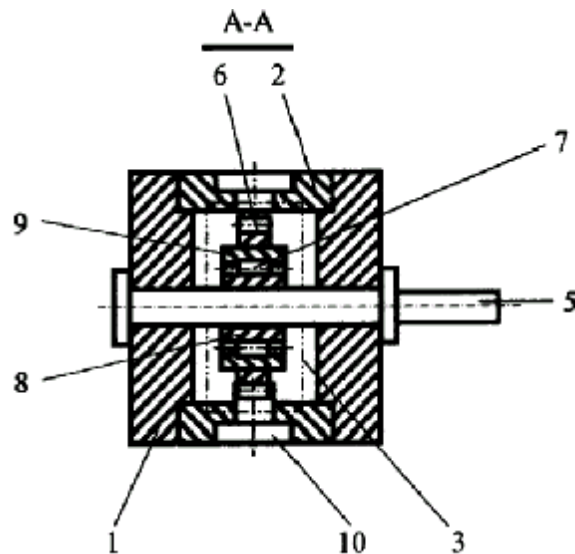


Рисунок 7 - поперечный разрез направляющих с переключающим устройством

направляющей 1, и торсионной пружины 15. причем один конец пружины закреплен на консоли 14, другой во фланце 13, консоль 14 выполнена в виде жесткой пластины к которой крепится корпус 12, а в корпусе 12 имеется упор 16.

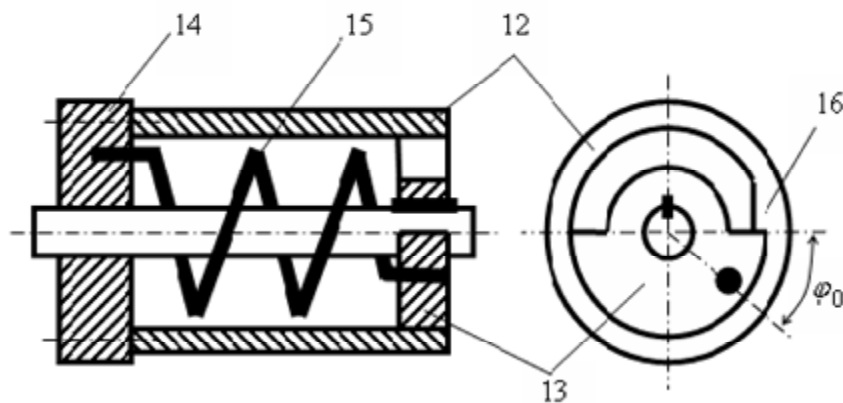


Рисунок 8 – Конструктивная схема тормозного устройства

Во фланце 13 выполнен паз, позволяющий поворачивать один конец торсионной пружины 15 относительно другого на угол  $j_0$ . в результате чего в торсионной пружине возникает сила предварительного натяга.

В положении статического равновесия объекта на упругих элементах или при равенстве перемещений объекта и основания шестерня 6 не находится в зацеплении ни с зубчатой рейкой 8, ни с зубчатой рейкой 9. вследствие этого, переключающее устройство 3 выключает из работы тормозное устройство 4.

Описанная последовательность работы переключающего устройства 3 совместно с тормозным устройством 4 обеспечивает оптимальный

релейный (включено - выключено) режим работы амортизатора. При этом тормозное устройство 4 работает стабильно, поскольку поддерживает прерывисто-ступенчатое изменение компенсационного воздействия, которое всегда направлено только против движения объекта и уменьшает его скорость.

Использование в виброзащитных системах амортизатора с упругим звеном прерывистого действия, как показывают результаты экспериментальных исследований [3], позволяет значительно улучшить условия труда операторов мобильных машин сельскохозяйственного и технологического назначения.

#### Список использованной литературы:

1. Чернышев, В.И. Основы теории виброзащитных систем с непрямым импульсным управлением / В.И. Чернышев // Материалы международного научного симпозиума «Механизмы и машины ударного, периодического и вибрационного действия. – Орел: ОрелГТУ, 2000. - С.163 – 167.
2. Чегодаев, Д.Е. Управляемая виброизоляция / Д.Е. Чегодаев, Ю.В. Шатилов. – Самара, 1995. – 144 с.
3. Прокопов, Е.Е. Исследование подвески с амортизатором прерывистого действия для сиденья мобильных машин / Е.Е. Прокопов, В.И.Чернышев, О.В. Фоминова // Механизация и электрофикация сельского хозяйства. – 2006. – №10.

#### **Прокопов Є.Є. АМОРТИЗАТОР ПЕРЕРИВЧАСТОЇ ДІЇ: КОНСТРУКЦІЇ І ПРИНЦИП РОБОТИ**

*У статті розглядаються загальні питання захисту машин від вібрації, тенденції та перспективи розвитку керованої віброзахисту, особливості систем з нелінійними характеристиками відновлюють сил. Наведено конструкції амортизаторів переривчастої дії, розроблені протягом останніх років.*

**Ключові слова:** амортизатор, вібрації, конструкції.

#### **Prokopov E.E. INTERMITTENT SHOCK ABSORBER: THE CONSTRUCTION AND OPERATION**

*The general questions of protection of machines from vibrations, tendency and prospect of development controlled protection against vibrations, feature of systems with the explosive characteristics restoring forces are considered. Some patent systems engineering of protection from vibrations with indirect control created by the authors for last years are resulted.*

**Keywords:** shock absorber, vibrations, constructions.

Стаття надійшла в редакцію: 05.09.2013р.

Рецензент: д.т.н., професор Тарельник В.Б.