

УДК 629.7.04

## ПНЕВМОГИДРОАРМАТУРА ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ С РЫЧАЖНО-ШАРНИРНЫМИ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ СВЯЗЯМИ

© 2009 А.В. Ковтунов, О.Е. Лаврусь, О.П. Мулюкин, С.А. Финогенов

Самарский государственный университет путей сообщения

Поступила в редакцию 02.12.2008

Охарактеризованы технико-экономические достоинства исполнительных рычажных механизмов, обуславливающих их широкое применение в пневмогидроарматуре транспортной техники; систематизированы направления единого подхода к созданию механизмов такого рода.

Ключевые слова: исполнительные рычажные механизмы, пневмогидроарматура, транспортная техника.

Современные тенденции развития транспортной техники характеризуются двумя основными направлениями [3]:

- ростом мощностей (энерговооруженности), скоростей движения и грузоподъемности подвижного состава, в том числе за счет перехода на новые, более эффективные источники энергии, включая криогенные (сжиженный природный газ, жидкий водород и др.) и “всепогодные” синтетические жидкости с повышенными токсическими и агрессивными свойствами, вносящими определенные сложности экологического характера;

- повышением требований к сроку службы и показателям надежности агрегатов автоматики и управления транспортных пневмогидросистем при минимизации их массогабаритных характеристик и эксплуатационных затрат.

Следствием этого явилось резкое возрастание технико-экономических требований к исполнительным органам пневмогидроарматуры по ресурсным показателям, несущей способности, степени диссипации энергии возмущающих воздействий, безрезонансному режиму работы и быстродействию, которым в полной мере уже не удовлетворяют традиционные типы пневмогидроарматуры.

В этих условиях внимание разработчиков новой техники вновь было обращено к исполнительным рычажным механизмам (ИРМ), обладающим конструктивной простотой, высокой несущей способностью и быстродействием, простотой перестройки и обслуживания (рис. 1).

Введение в конструкции автоматической и управляемой пневмогидроарматуры рычажно-шарнирных кинематических связей обусловлено рядом их достоинств, обеспечивающих:

1. Снижение интенсивности взаимного наложения друг на друга колебаний двух и более взаимодействующих упругоподвешенных масс за счет их ортогонального размещения и рычажно-шарнирного зацепления (рис. 2, б).

2. Снижение рабочих ходов с соответствующим повышением срока службы металлических, эластомерных и полимерных мембран и сильфонов чувствительных и силовых (приводных) механизмов агрегатов автоматики и управления пневмогидроотливных систем за счет реализа-

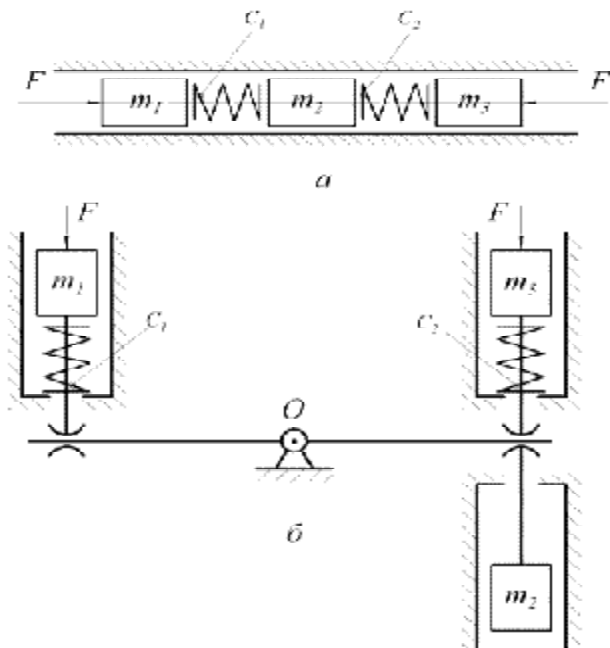


**Рис. 1.** Обобщенная структурная схема основных типов ИРМ транспортной техники: 1 – рычажно-шарнирное звено; 2 – коммутирующее звено; 3 – упругое звено; 4 – упругодемпфирующее (диссипативное) звено; 5 – виброизолирующее звено; 6 – выходное звено; 7 – исполнительный орган (ИО) клапанного агрегата; 8 – ИО демпфера или виброизолятора; 9 – ИО аппаратуры сигнализации, контроля или диагностики

Ковтунов Александр Владимирович, кандидат технических наук, профессор, ректор. E-mail: sekretar@samiit.ru. Лаврусь Ольга Евгеньевна, доцент кафедры “Высшая математика”.

Мулюкин Олег Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой “Инженерная графика”. E-mail: om46@mail.ru.

Финогенов Сергей Александрович, заведующий учебной лабораторией кафедры “Инженерная графика”



**Рис. 2.** Традиционный принцип последовательного размещения подвижных масс  $m_1, m_2, m_3$  и упругих звеньев с соответствующими жесткостями  $C_1, C_2, C_3$ , нагруженных возмущающей силой  $F$  (а) и принцип ортогонального размещения указанных масс и упругих звеньев с рычажно-шарнирным зацеплением двуплечим рычагом с осью вращения  $O$  (б)

ции свойств рычажно-шарнирного разноплечевого механизма (рис. 3).

На рис. 3 приняты следующие обозначения: 1 – фрагмент корпуса (на схеме не приведен); 2 – мембрана пневмопривода; 3 – седло; 4 – клапан; 5 – двуплечий рычаг; 6, 8 – шарниры по месту зацепления рычага 5 со штоком клапана 4 и штоком мембраны 2, соответственно; 7 – ось вращения рычага 5 I, II – соответственно; исходное и конечное положения мембраны 2 до и после подачи в пневмопривод управляющего давления газа  $P_{упр}$ ;  $\alpha$  – угол поворота двуплечего рычага 5 при переводе мембраны из положения I в положение II;  $y_M, y_K$  – соответственно перемещения мембраны 2 и клапана 5 при повороте двуплечего рычага 5 на угол  $\alpha$ ;  $L_1, L_2$  – длины плеч рычага 5 ( $L_1 < L_2$ )

Из подобия прямоугольных треугольников  $\Delta abc$  и  $\Delta afd$  (см. рис. 2) следует:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_K}{L_2} = \frac{y_M}{L_1}$$

или

$$y_M = y_K \cdot L_0,$$

где  $L_0 = \frac{L_2}{L_1}$  – степень редуцирования двупле-

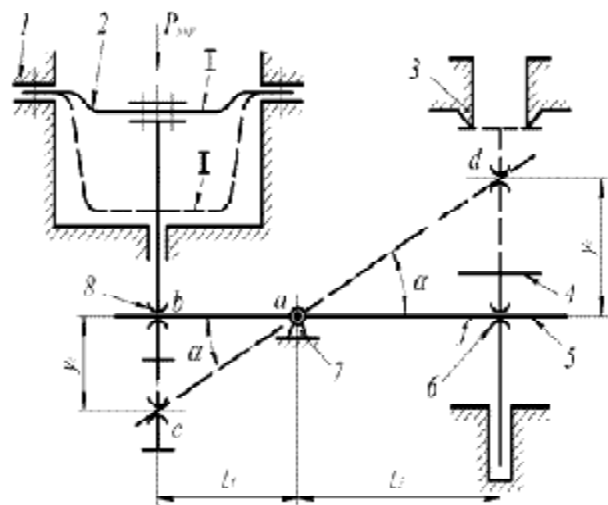
чего рычага 5 (в данном случае  $L_0 > 1$ , так как  $L_2 > L_1$ ).

Из последнего равенства вытекает, что в данной конструкции, в отличие от клапанных устройств с соосно-последовательным расположением элементов мембранно-клапанного узла, за счет варьирования величинами  $L_1$  и  $L_2$  в конструктивно оправданных пределах можно добиться существенного снижения требуемого хода  $y_M$  мембраны 2 (с соответствующим повышением срока ее службы) в клапанных агрегатах со значительным рабочим ходом  $y_K$  клапана. Это предопределяет возможность использования хорошо зарекомендовавших себя стандартных мембран малого хода в широко ходовых исполнительных механизмах.

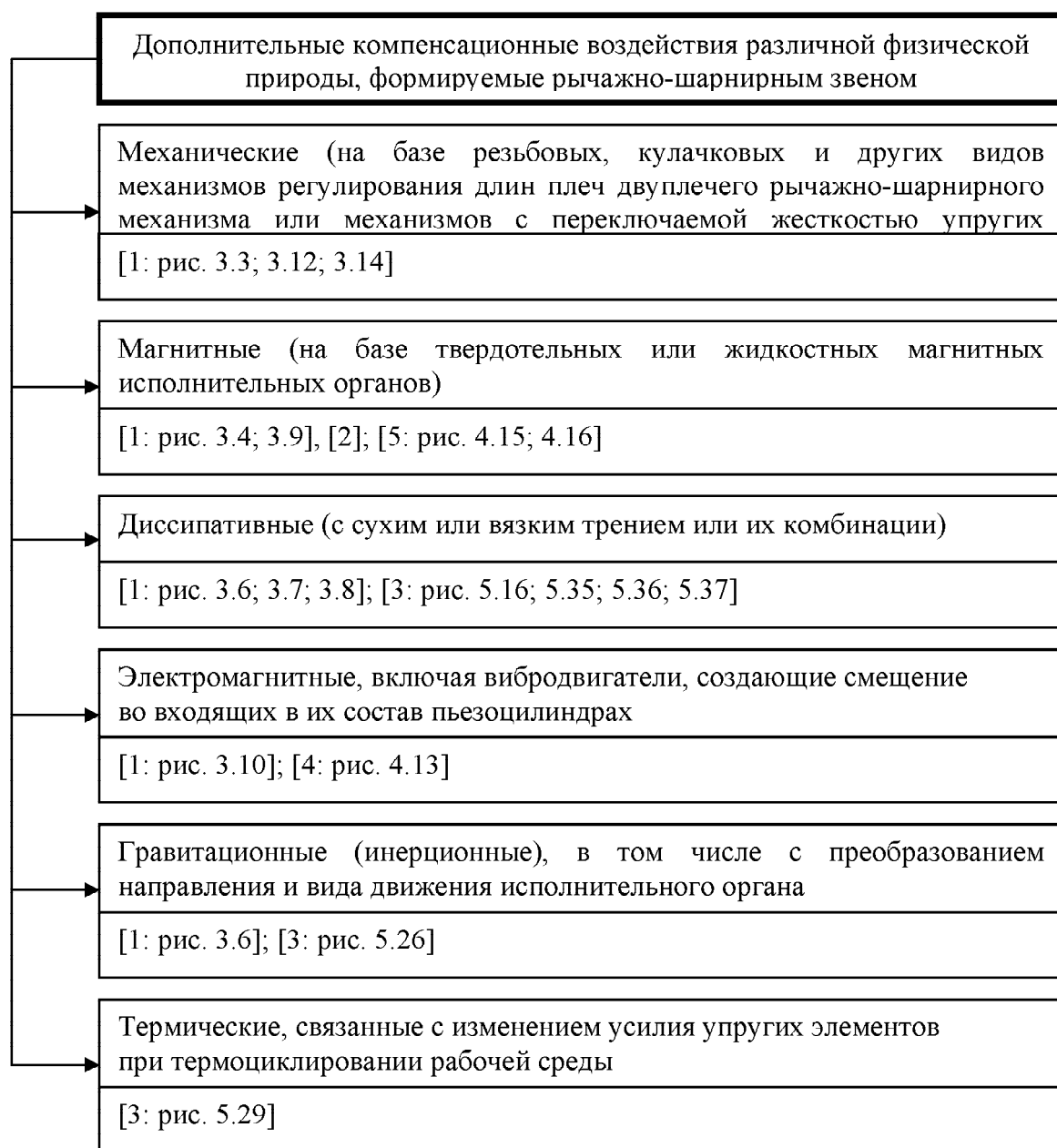
3. Существенное снижение динамической (как внутренней, так и внешней, например, вибрационной) нагрузки на клапано-седельные пары и клапанный агрегат в целом путем введения дополнительных компенсационных воздействий, формируемых вводимыми связями различной физической природы, реализующих принцип работы рычажно-шарнирного звена (рис. 4).

4. Предотвращение выхода из строя упругодемпфирующих элементов (УДЭ) пониженной жесткости [эластомеры, материал МР, оболочечные элементы (пластины), троса и другие УДЭ конструкционного демпфирования] путем исключения возможности их работы вне зоны упругих деформаций за счет введения противоударных пружинно-рычажных механизмов, срабатывающих при превышении УДЭ допустимых рабочих ходов под воздействием сверхнормативных внешних воздействий [1: рис. 3.11; 3.14; 3: рис. 1.73].

5. Снижение номенклатуры и количества типоразмеров агрегатов пневмогидросистем объек-



**Рис. 3.** Структурная схема нормально-открытого рычажного клапанного устройства с пневматическим мембранным приводом



**Рис. 4.** Классификационная схема компенсационных воздействий различной физической природы, формируемые или реализуемые при помощи рычажно-шарнирного звена

тов различного назначения за счет использования одной или нескольких унифицированных конструкций, позволяющих производить из перестройку с одного режима работы на другой за счет механической или автоматической регулировки разноплечевых длин рычажно-шарнирного механизма [3; 6].

Применение данного подхода предполагает:

1. Усиление конструктивного анализа и классификаторов ИРМ и их составных звеньев (упругих элементов, рычажно-шарнирных устройств, механизмов управления и коррекции инерционных, упругодемпфирующих и других свойств объекта) в повышении качества и сокращении сроков проектирования патентоспособных образцов новой техники.

2. Совершенствование известных и разработка новых способов и средств обеспечения требуемого качества ИРМ для повышения:

- надежности и временных показателей нормальной эксплуатации ИРМ в составе объектов на базе рациональных приемов управления их кинематическими и силовыми параметрами;
- динамической точности и устойчивости силовых и кинематических органов ИРМ на заданном рабочем ходе, а также их регулирующих и измерительных устройств.

3. Разработка ИРМ с заданным динамическим качеством переходных процессов на базе диагностических систем и устройств коррекции их геометрических, кинематических и силовых параметров на рабочем ходе исполнительного (чувствительного) органа.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конструирование и расчет рычажно-шарнирных средств виброзащиты оборудования и агрегатов железнодорожного транспорта / В.И. Варгунин, В.И. Гусаров, Б.Г. Иванов и др.; под ред. О.П. Мулюкина. – Самара: СамГАПС, 2006. 86 с.
2. Беспружинная предохранительно-регулирующая пневмогидроарматура с магнитными твердотельными и жидкостными исполнительными органами (принципы построения, конструкции) / О.Е. Лаврус, А.В. Варламов, О.П. Мулюкин. Самара: СамГАПС, 2008. 91 с.
3. Конструкция и расчет исполнительных рычажных механизмов системы жизнеобеспечения железнодорожного транспорта / Б.Г. Иванов, А.В. Ковтунов, О.П. Мулюкин, В.М. Трухман. Самара: СамГАПС, 2007. 374 с.
4. Чегодаев Д.Е., Мулюкин О.П. Элементы клапанных устройств авиационных агрегатов и их надежность. М.: МАИ, 1994. 208 с.
5. Виброзащитные механизмы переменного демпфирования систем железнодорожного транспорта / В.И. Гусаров, А.В. Ковтунов, О.П. Мулюкин; под ред. О.П. Мулюкина. Самара: СамГАПС, 2004. 178 с.
6. Конструкторско-технологическое обеспечение качества исполнительных механизмов транспортной техники на стадиях проектирования, изготовления, сборки и испытания / Б.Г. Иванов, А.В. Ковтунов, О.П. Мулюкин. Самара: Самарский научный центр РАН, 2006. 84 с.

**PNEUMOHYDROARMATURE OF TRANSPORT TECHNICIS  
WITH LEVER-HINGE KINEMATIC CONNECTIONS**

© 2009 A.V. Kovtunov, O.E. Lavrus, O.P. Muljukin, S.A. Finogenov

Samara State University of Railway Transport

Technical and economic advantages of the executive lever mechanisms causing their wide application in pneumohydroarmature of transport technics are characterized; directions of the uniform approach to creation of mechanisms such are systematized.

Key words: executive lever mechanisms, pneumohydroarmature, transport technics.

---

*Aleksandr Kovtunov, Candidate of Technics, Professor, Rector. E-mail: sekretar@samiit.ru.*

*Olga Lavrus, Associate Professor at the Higher Mathematics Department*

*Oleg Muljukin, Doctor of Technics, Professor, Head at the Engineering Graphics Department. E-mail: om46@mail.ru.*

*Sergey Finogenov, Head of Laboratory Training at the Engineering Graphics Department.*