

## Учредители

- Институт машиноведения им. А.А. Благонравова  
Российской академии наук
- Московский государственный индустриальный университет

## Издатель

Московский государственный индустриальный университет

Журнал зарегистрирован 30 декабря 2004 г. Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия  
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-19294

# МАШИНОСТРОЕНИЕ И ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

№ 2`2006

Выходит 4 раза в год

ISSN 1815-1051

## В номере

### РЕДКОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

#### Главный редактор

**Фролов К.В.**, академик РАН,  
директор Института машиноведения им. А.А. Благонравова  
Российской академии наук (ИМАШ РАН)

#### Заместители главного редактора

**Скопинский В.Н.** (отв. редактор), д.т.н., проф. (МГИУ)  
**Баранов Ю.В.**, д.т.н., проф. (ИМАШ РАН)  
**Овчинников В.В.**, д.т.н., проф. (ФГУП «РСК МИГ»)

#### Члены редколлегии

**Алешин Н.П.**, член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)  
**Асташев В.К.**, д.т.н., проф. (Москва)  
**Беляков Г.П.**, д.э.н., проф. (Красноярск)  
**Бобровницкий Ю.И.**, д.ф.-м.н., проф. (Москва)  
**Вайсберг Л.А.**, д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)  
**Горкунов Э.С.**, член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Екатеринбург)  
**Григорян В.А.**, д.т.н., проф. (Москва)  
**Дроздов Ю.Н.**, д.т.н., проф. (Москва)  
**Индейцев Д.А.**, член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)  
**Колесников А.Г.**, д.т.н., проф. (Москва)  
**Кошелев О.С.**, д.т.н., проф. (Н. Новгород)  
**Лунев А.Н.**, д.т.н., проф. (Казань)  
**Махутов Н.А.**, член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)  
**Пановко Г.Я.**, д.т.н., проф. (Москва)  
**Перминов М.Д.**, д.т.н., проф. (Москва)  
**Петров А.П.**, д.т.н., проф. (Москва)  
**Полилов А.Н.**, д.т.н., проф. (Москва)  
**Поникаров С.И.**, д.т.н., проф. (Казань)  
**Приходько В.М.**, член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)  
**Резчиков А.Ф.**, член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Саратов)  
**Рототаев Д.А.**, д.т.н., проф., акад. РАРАН (Москва)  
**Теряев Е.Д.**, член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)  
**Федоров М.П.**, член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)  
**Хохлов Н.Г.**, д.п.н., проф. (Москва)  
**Чаплыгин Ю.А.**, член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)  
**Шляпин А.Д.**, д.т.н., проф. (Москва)  
**Штриков Б.Л.**, д.т.н., проф. (Самара)

### МАШИНЫ И СИСТЕМЫ МАШИН

#### Евдокимов А.П.

Экспериментальные исследования торовой  
резинокордной оболочки упругой муфты  
приводов тепловозов ..... 2

### ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

#### Фридляндер И.Н., Грушко О.Е.,

**Овчинников В.В., Денисов Б.С.**  
Штамповки из свариваемого сверхлегкого  
алюминиевого сплава 1420 ..... 19

#### Порошин В.В., Богомолов Д.Ю., Радыгин В.Ю.

Аппаратно-программный комплекс для трехмерного анализа  
волнистости поверхности деталей ..... 26

#### Лунев А.Н., Коровин Е.М., Хасанов Р.Ш.

Оптимизация групповой обработки на роторных линиях .... 40

### КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#### Феклистов С.И.

Оценка структурного состава сварных соединений  
нержавеющих сталей с помощью статистического  
термодинамического анализа ..... 46

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МАШИН И СИСТЕМ

#### Белокуров В.Н., Медведев И.А.

Напряженно-деформированное состояние  
автомобильных рам и их адекватное моделирование  
методом конечных элементов ..... 55

### ВОСПОМИНАНИЯ ОБ УЧЕНЫХ

Яркий след в науке и образовании.

К 90-летию со дня рождения В.И. Феодосьева ..... 64

### ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

#### Махутов Н.А.

VII Всемирный конгресс по инженерному образованию ..... 68

## ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ!

Подписка на журнал  
«Машиностроение и инженерное образование»  
проводится в издательстве МГИУ

Тел.: (495) 674-62-50.

E-mail: mio@msiu.ru

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОРОВОЙ РЕЗИНОКОРДНОЙ ОБОЛОЧКИ УПРУГОЙ МУФТЫ ПРИВОДОВ ТЕПЛОВОЗОВ

А.П. Евдокимов



**ЕВДОКИМОВ**  
**Алексей Петрович**

Кандидат технических наук, докторант Института машиноведения им. А.А. Благонравова РАН (ИМАШ). Специализируется в области нелинейной динамики и механики разрушения вязкоупругих материалов. Автор более 20 научных трудов.

## Введение

В настоящее время упругие муфты с торообразными резинокордными оболочками широко применяются в силовых и вспомогательных приводах подвижного состава железных дорог (тепловозах, электровозах, путевых машинах, дизель-поездах) [1, 2]. Существующий комплекс линейных размеров резинокордных оболочек, обеспечивающий соответствующую крутильную жёсткость, позволяет использовать такие муфты в качестве соединительных устройств механизмов силовых и вспомогательных приводов мощностью от 15 до 770 кВт.

## 1. Назначение и конструкция резинокордной оболочки

Силовой привод представляет собой сложный технический комплекс различной мощности и назначения. Так, например, на маневровом тепловозе типа ТГМ6Д силовым агрегатом является дизель 1 типа 8ЧН2А 26/26 мощностью 885 кВт (рис. 1). На переднем торце дизеля (сторона турбокомпрессора) расположен вал отбора мощности, который передает вращение через вал с упругими пальцами 2 на гидромеханический редуктор 3 привода вентилятора 4.



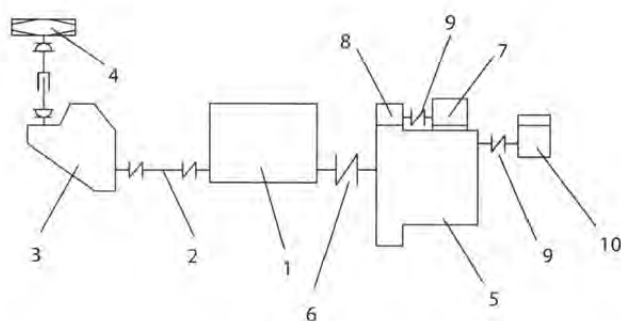


Рис. 1. Силовой привод маневрового тепловоза ТГМ6Д:

- 1 – дизель 8ЧН2А 26/26; 2 – вал с упругими пальцами; 3 – гидромеханический редуктор; 4 – привод вентилятора; 5 – гидродинамическая передача ГП1200/202М; 6 – упругая муфта с резинокордной оболочкой ЭМ580×130; 7 – вспомогательный генератор КГ12,5К; 8 – механический редуктор; 9 – упругая муфта с резинокордной оболочкой ЭМ320×80; 10 – поршневой компрессор ПК5,25А

Со стороны заднего торца дизеля расположена гидродинамическая передача 5 типа ГП1200/202М мощностью 885 кВт. Соединительным устройством этих агрегатов является демпфирующая упругая муфта 6 с резинокордной оболочкой ЭМ580×130.

На корпусе гидродинамической передачи расположен вспомогательный генератор 7 типа КГ12,5К, мощностью 45 кВт, который приводится во вращение от двухступенчатого механического редуктора 8 через упругую муфту 9 с резинокордной оболочкой ЭМ320×80. Этот редуктор получает крутящий момент от шестерни входного вала гидродинамической передачи.

Входной вал гидродинамической передачи передает крутящий момент на поршневой компрессор 10 типа ПК5,25А мощностью 45 кВт. Соединительным элементом здесь также является упругая муфта с оболочкой ЭМ320×80.

Резинокордная оболочка (рис. 2) является многослойным конструктивным элементом [2, 3] и состоит из резинокордного каркаса 1, имеющего в бортовой части металлическое кольцо 2, протектора 3 и внутреннего защитного слоя 4. Каркас является несущей частью

резинокордной оболочки, воспринимающей основную нагрузку при передаче крутящего момента, и состоит из перекрещивающихся слоёв капронового корда, пропитанного резиной на основе синтетического каучука. Кордные нити каркаса уложены под углом закроя 45°. Края кордных слоев завернуты вокруг крыльев, что обеспечивает надежное их крепление в бортовых частях оболочки.

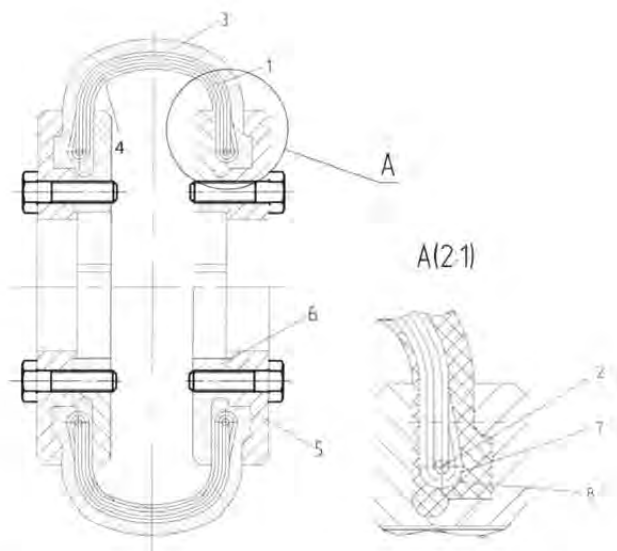


Рис. 2. Резинокордная оболочка:

- 1 – резинокордный каркас; 2 – металлическое кольцо; 3 – протектор; 4 – защитный внутренний слой; 5 – наружные металлические фланцы; 6 – внутренние разрезные кольца; 7 – наполнительный шнур; 8 – крыльевая лента

Борт резинокордной оболочки обеспечивает передачу крутящего момента за счет трения в местах контакта оболочки с металлическими наружными фланцами 5 и разрезными внутренними кольцами 6. Силы трения противодействуют центробежным силам, действующим на резинокордный элемент при вращении муфты, радиальным изгибающим моментам при радиальных и угловых смещениях осей валов.

Бортовое крыло состоит из металлического проволочного кольца диаметром 1 мм, наполнительного шнура 7 и крыльевой ленты 8. Применение кольца из металлической прово-