

# Триботехнические испытания нового материала для вкладыша скользуна пассажирского вагона



**А. Н. Скачков,**  
канд. техн. наук, директор  
ЗАО НО «Тверской  
институт вагоностроения»  
(ЗАО НО «ТИВ»)



**А. А. Юхневский,**  
канд. техн. наук,  
заместитель директора  
по научной работе  
ЗАО НО «ТИВ»



**В. В. Мешков,**  
д-р техн. наук,  
профессор, декан  
машиностроительного  
факультета Тверского  
государственного  
технического университета  
(ТвГТУ)



**И. В. Горлов,**  
канд. техн. наук,  
доцент кафедры  
«Технология  
и автоматизация  
машиностроения» ТвГТУ



**А. И. Горлов,**  
аспирант кафедры  
«Прикладная физика»  
ТвГТУ

Приведены результаты триботехнических испытаний нового самосмазывающегося полимерного материала для вкладыша скользуна пассажирского вагона, обеспечивающего оптимальный коэффициент трения в широком температурном интервале.

Пассажирские вагоны эксплуатируются в условиях больших перепадов температуры при повышенной влажности и запыленности. Это относится и к ряду узлов трения вагонов, в том числе к вкладышам и скользунам пассажирского вагона. Вкладыши изготавливаются съемными и после предельного износа заменяются. Скользун за срок службы вагона (25–28 лет) практически не изнашивается.

Типовой вкладыш скользуна изготавливается из углепластика на основе фенолформальдегидной смолы. По техническим условиям этот материал должен иметь коэффициент трения в пределах 0,1–0,16 в диапазоне значений температуры от +40 до –50 °С. Такая величина коэффициента трения подобрана, чтобы обеспечить требуемый показатель плавности хода пассажирского вагона в горизонтальной плоскости и необходимый уровень комфорта пассажирам [1].

В последние годы организации, эксплуатирующие вагоны, сообщают о возникновении на отдельных тележках трещин в зонах крепления кронштейнов поводков, связывающих надрессорный брус с рамой тележки. Трещины появляются в основном зимой и наблюдаются при эксплуатации вагонов в районах с низкими значениями температуры: от –40 до –50 °С.

Из подробного анализа конструкций тележек с такими трещинами следует, что одна из основных причин их возникновения состоит в существенном увеличении коэффициента трения между вкладышем и скользуном. Это приводит к возникновению больших усилий, передающихся через поводки на кронштейны. Результаты экспери-

ментов подтвердили указанное предположение.

С учетом изложенного была поставлена задача разработать для вкладышей скользунов пассажирских вагонов рецептуру материала, обеспечивающего стабильную низкую величину коэффициента трения в диапазоне различных значений температуры и достаточно низкий износ.

Для снижения трения в узле были подобраны и опробованы рецептуры ряда материалов, отвечающих таким требованиям. На первом этапе исследования выбрана группа перспективных антифрикционных материалов, имеющих более высокие триботехнические свойства (фторопласты и полиамиды), и проведены их сравнительные испытания.

Лабораторные испытания проводились на устройстве (рис. 1), реализующем пальчиковую схему трения, с автоматизированной системой регистрации силы трения при температуре +20 °С [2].

Устройство представляет собой основание 7 с контртелом 6 в виде кольца, об который трется пальчиковый образец, установленные на тензобалку 16 (схема трения плоскость – торец пальчика, движение возвратно-вращательное). Привод контртела осуществляется через кривошипно-шатунный механизм от электродвигателя 9 с редуктором 8. Нагрузка на образцы задается нажимными рычагами 2 от полиспастного механизма 5 грузом (на рисунке не показан). С помощью тензобалки измеряется сила трения между контртелом и образцом, по ней рассчитывается коэффициент трения для испытываемого материала. Величина износа образцов определяется по изменению расстояния между нажимными подшипниками 4.

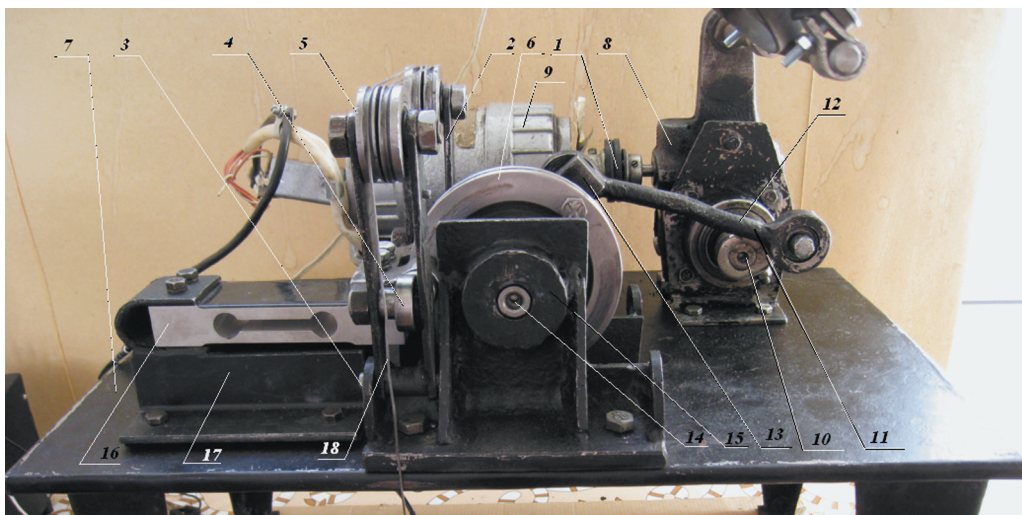


Рис. 1. Общий вид устройства для лабораторных испытаний

Условия трения: движение возвратно-вращательное с амплитудой до 100 мм и с малыми значениями скорости (до 0,01 м/с), давление 3,3–3,8 МПа. Материалом контртела выбрана сталь 40Х с шероховатостью Ra 0,16–0,32 и твердостью 50 HRC, что соответствует параметрам реального узла.

Для регистрации значений, полученных при измерении силы трения, был разработан специальный аналого-цифровой преобразователь. Система регистрации и обработки информации позволяет осуществлять контроль и сохранение данных в автоматическом режиме, что повышает точность измерений и снижает вероятность ошибок при испытании.

С помощью устройства для лабораторных испытаний можно за относительно небольшой промежуток времени провести сравнительные исследования триботехнических материалов в таких условиях, которые в определенной мере отражают условия эксплуатации, и выбрать материал для дальнейших стендовых испытаний.

После анализа результатов лабораторных испытаний установлено, что лучшей совокупностью фрикционно-износных характеристик в данных условиях обладает маслонасыщенный полиамид ПА6 (табл. 1).

Из маслонасыщенного ПА6 изготовлены вкладыши скользяна в нату-

ральную величину и испытаны в ЗАО НО «ТИВ» на специальной установке (рис. 2). Она представляет собой основание 1, на котором закреплены стойки 8, пневмоцилиндры 4, винты 2.

Скользун 10 установлен в подвижной плите 6. Через силоизмерительные датчики 9 плита связана с тягами 5 и пневмоцилиндрами 4, закрепленными на основании 1. Для обеспечения свободного хода пневмоцилиндров в тягах 5 выполнены отверстия эллиптической формы. Поджатие скользяна 10 осуществляется пружинами 11 и гидравлическими домкратами 8 через верхнюю плиту 3 и опорную плиту 7 и фиксируется с помощью

Таблица 1. Сравнение триботехнических свойств антифрикционных материалов

Триботехнические свойства	Типовой углепластик	Армированный Ф-4	Графитонаполненный полиамид ПА6	Маслонаполненный полиамид ПА6	Маслонасыщенный полиамид ПА6
Коэффициент трения при 20 °С	0,22–0,26	0,16–0,18	0,14–0,16	0,14–0,2	0,12–0,16
Интенсивность износа, $J_h \times 10^{-8}$	4,3	235	4,05	7,25	3,45

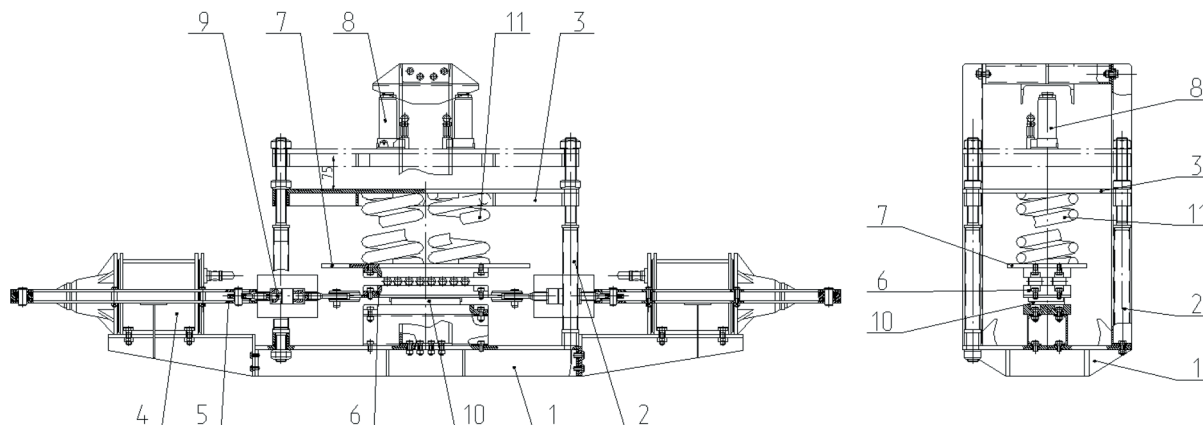


Рис. 2. Установка для испытаний скользяна

Таблица 2. Величина коэффициентов трения вкладышей скользунув

Материал образца скользуна	Температура, °С				
	20	0	-20	-40	-50
Маслонасыщенный полиамид ПА6	0,138	0,16	0,176	0,266	–
Маслонасыщенный полиамид ПА6	0,128	0,164	0,173	0,272	–
Маслонасыщенный полиамид ПА6 с дисульфидом молибдена	0,09	0,158	0,16	0,161	–
Маслонасыщенный полиамид ПА6 с дисульфидом молибдена	0,11	0,16	0,159	0,162	0,16
Типовой углепластик	0,21	0,23	0,26	0,28	0,31

Примечание: «–» – нет данных

винтов. Продольное перемещение скользуна обеспечивается в пределах 80–90 мм.

При подаче сжатого воздуха поочередно в каждый из пневмоцилиндров подвижная плита со скользунув перемещается относительно опорной поверхности основания, в котором устанавливается вкладыш. Усилие перемещения скользуна фиксируется с помощью силоизмерительного датчика. Вертикальная нагрузка задается при помощи гидравлических домкратов и контролируется по прогибу пружин с известными силовыми характеристиками.

Установка помещалась в климатическую камеру объемом 12 м<sup>3</sup>, обеспечивающую температурный режим от +50

до –50 °С. Сила прижатия в испытаниях составляла 8 тс. Для каждого температурного режима в течение определенного времени (5–6 мин) осуществлялась притирка пары, затем проводились контрольные замеры коэффициента трения.

Результаты стендовых испытаний скользуна в диапазоне температуры от +20 до –50 °С представлены в табл. 2.

В результате испытаний установлено, что образцы, изготовленные из маслонасыщенного полиамида ПА6 с дисульфидом молибдена, обеспечивают стабильный коэффициент трения в пределах допустимых значений рабочей температуры. При этом их износ аналогичен износу типового образца из углепластика.

Таким образом, результаты проведенных исследований подтвердили перспективность использования материалов на основе модифицированного полиамида для скользунув пассажирского вагона. ■

#### Литература

1. Вагоны: Проектирование, устройство и методы испытаний / под ред. Л.Д. Кузьмич. М.: Машиностроение, 1978. 376 с.
2. Горлов И.В., Болотов А.Н., Мешков В.В., Горлов А.И. Устройство для испытания материалов для тяжело нагруженных узлов трения // Механика и физика процессов на поверхности и в контакте твердых тел, деталей технологического и энергетического оборудования. Вып. 7. Тверь: ТвГТУ, 2014. С. 73–81.

## Оценка ресурса оси колесной пары



**Г.М. Волохов,**  
д-р техн. наук,  
заведующий  
лабораторией  
ОАО «ВНИКТИ»

Сегодня во ВНИКТИ накоплена обширная база данных по результатам испытаний на усталость натуральных осей колесных пар, с помощью которой можно уточнить параметры вероятностного распределения прочностных характеристик и разработать методику оценки ресурса колесной пары.



**В.В. Огуенко,**  
инженер, научный  
сотрудник  
ОАО «ВНИКТИ»

Разброс результатов испытаний колесных пар (рис. 1) обусловлен множеством факторов: характеристиками сталей и геометрических параметров осей, качеством производства, фреттинг-коррозией и пр. Не все они проявляются четко и однозначно и поэтому могут рассматриваться как случайные факторы, влияющие на усталость оси. Следовательно, ресурс осей нужно проводить в вероятностной постановке, т. е. желательно собрать и обработать как можно больше данных, аналогичных представленным

на рис. 1. Сходная ситуация наблюдается с характером и величиной внешних нагрузок.

В качестве основных факторов, позволяющих проводить обобщение по различающимся осям, отметим следующие:

- 1) на протяжении десятилетий состав сталей, используемых для осей можно считать относительно стабильным;
- 2) в подавляющем большинстве случаев поломка оси происходила в подступичной зоне, а эти зоны для всех осей имеют сходную конфигурацию.