

Н. А. Буше, доктор техн. наук, профессор (ВНИИЖТ)

## Некоторые соображения о технической политике в области эксплуатационной надежности

**Выбор и внедрение новых агрегатов, запасных частей и материалов, обеспечивающих надлежащую надежность не только новых, но и прошедших капитальные ремонты технических средств, — одна из основных проблем технической политики руководства ОАО «РЖД». Решение ее должно базироваться на накопленных результатах научных исследований, стендовых и эксплуатационных испытаний, расчетах затрат на полный жизненный цикл изделия (с учетом ремонтов).**

Надежная работа локомотивов, вагонов, путевых устройств и других технических средств железнодорожного транспорта играет чрезвычайно большую роль, так как связана с безопасностью движения. Однако показатели надежности железнодорожной техники в последние годы снижаются, и вызвано это прежде всего тем, что в условиях рыночных отношений заводы, производящие локомотивы, вагоны, запасные части, рельсы, колеса, бандажи, подшипники и т. д., стремятся использовать более дешевые, но иногда менее долговечные материалы. В результате поток изделий невысокого качества, к сожалению, все увеличивается.

К снижению надежности ведет также высокая степень изношенности основных технических средств транспорта, что определяет повышение объема работ по ремонту и восстановлению деталей. В этих условиях резко возрастает роль ремонтных заводов, пока еще находящихся в системе ОАО «РЖД» и корпорации «Желдорремаш». Намечившаяся тенденция выхода некоторых заводов из этой корпорации, по нашему мнению, совершенно недопустима, так как сделает ремонтные предприятия слабо управляемыми.

В сложившихся условиях основной технической политики ОАО «РЖД» должны стать обоснованные требования к качеству продукции, выпускаемой заводами промышленности, в том числе и к запасным частям, а также к уровню ремонта. Нельзя ориентироваться только на сиюминутную выгоду. Надо предусматривать безотказную работу изделий в условиях длительной эксплуатации и возможность их последующего ремонта. Это должно обеспечить безопасную работу транспортной техники.

Во всех случаях техническая политика должна опираться на накопленные результаты разработок научно-исследовательских институтов транспорта, проводивших и проводящих исследования в содружестве с научными организациями промышленности, Академии наук и др.

Требования к качеству продукции, в том числе к служебным (эксплуатационным) свойствам различных деталей, должны базироваться на эксплуатационных характеристиках. Чтобы получить их, необходимо установить связи между альтернативными признаками (брак, годные) и количественными характеристиками. Примером такого подхода являются труды

А. И. Скакова [1], определившего в свое время качественные характеристики рельсов. Позже использование этого метода позволило установить оптимальный химический состав кальциевых баббитов для подшипников [2, 3].

По-видимому, пора возродить специальные подразделения на железных дорогах и в системе научно-исследовательских институтов, занимающиеся сбором и обработкой статистических данных о состоянии деталей подвижного состава, особенно в узлах трения. Для механизмов и деталей, влияющих на безопасность движения, необходимо проводить сбор и обработку данных по всем показателям надежности — безотказности, долговечности, ремонтпригодности. При увеличении случаев отказов следует разрабатывать и осуществлять мероприятия по устранению этой ситуации, не считаясь с затратами.

Знание эксплуатационных характеристик в сочетании с механизмами усталости, внезапных разрушений, постепенных отказов вследствие износа и др. позволяет определить требования к качеству продукции и методам его оценки. Это совершенно необходимо при разработке новых материалов для специфических условий работы на железнодорожном транспорте. Создавая новые материалы, следует учитывать процессы самоорганизации на поверхностях трения, являющихся открытыми неравновесными системами, которые обмениваются веществом и энергией с окружающей средой [4, 5]. Так, но-

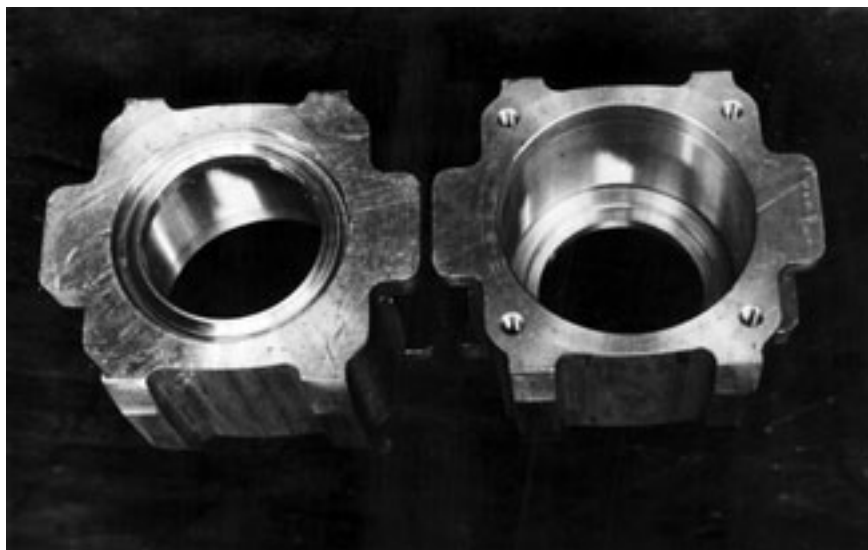


Рис. 1. Внешний вид симметричного корпуса буксы с толщиной потолка 28 мм (выпуск 1987 г.)

вые алюминиевые антифрикционные сплавы, разработанные с учетом самоорганизации, обладают в 1,5 раза более высокими усталостной прочностью и задиростойкостью по сравнению с широко применяемым сплавом АО20-1 [6]. Рассмотрение процессов самоорганизации помогло найти пути повышения надежности системы контактный провод — токосъемные пластины [7, 8]. Было установлено, что природный графит существенно снижает значение тока, при котором начинается самоорганизация. В связи с этим токосъемные материалы на основе природного графита обладают высокой износостойкостью и дугостойкостью при больших значениях тока.

Требования, предъявляемые к деталям и агрегатам, должны соответствовать условиям их работы. Так, не всегда целесообразно использовать в узлах локомотивов, вагонов и других технических средств, проходящих капитальный ремонт, изделия, изготовленные из материалов, удовлетворительно работающих в новых агрегатах. После ремонта различных устройств их работа существенно утяжеляется, и для этих условий следует разрабатывать новые материалы и конструкции, соответствующие специфическим условиям работы и об-

ладающие требуемой долговечностью, что выгодно для транспорта.

Сказанное можно подтвердить несколькими примерами.

По результатам исследований, выполненных во ВНИИЖТе до 1990 г., были предложены алюминиевые корпуса вагонных букс из прессованной трубы, имеющие симметричную конструкцию (рис. 1). После испытаний опытной партии, изготовленной на Каменск-Уральском заводе, было организовано производство таких корпусов на Люблинском литейно-механическом заводе. Положительные результаты широких эксплуатационных испытаний послужили основанием для внедрения их на сети железных дорог. Очевидные достоинства таких корпусов букс заключались в уменьшении динамических сил взаимодействия вагона и пути вследствие демпфирующей способности сплава АМг-6, эффективно гасящего высокочастотные вибрации, особенно в горизонтальном направлении. Кроме того, несколько снижалась масса тары вагонов. При переходе на такие корпуса уменьшался также темп износа рельсов и колес.

Однако в 1991 г. заказы на алюминиевые корпуса резко снизились, а затем совсем прекратились в связи с тем, что стоимость их была

значительно выше, чем стальных. Таким образом, выгода отдельных заводов и потребителей вошла в противоречие с экономической эффективностью, важной для железнодорожного транспорта в целом.

Вторым примером экономически выгодных для отрасли новых разработок являются созданные ВНИИЖТом с участием ряда организаций промышленности, а также Российской академии наук биметаллические подшипники с вкладышами из алюминиевых сплавов.

Использование подшипников с этими вкладышами на коленчатых валах дизелей Д100 вместо бронзобаббитовых в широком масштабе (ими оборудовано более 3500 дизелей) выявило их несомненные преимущества: срок службы возрос почти в 4 раза, пробег достиг 1,2 млн. км. В 1993 г. была начата эксплуатация таких подшипников на дизелях 5Д49 тепловозов 2ТЭ116. На Воронежском тепловозоремонтном заводе (ВТРЗ) ими было оснащено более 600 дизелей. Производство вкладышей из алюминиевых сплавов освоил завод «Сатурн» с привлечением новосибирской организации «Матем» и Тамбовского завода подшипников скольжения.

Эксплуатация таких подшипников выявила ряд их несомненных преимуществ по сравнению с подшипниками с традиционными вкладышами из свинцовистой бронзы. При ином механизме совместности трибосистем самоорганизация алюминий-оловянных сплавов осуществляется в результате выжимаемости мягкой фазы, а не вследствие взаимодействия цапфы с гальваническим слоем мягкого металла на свинцовистой бронзе [9].

В итоге срок службы подшипников со слоем мягких металлов определяется износом этого покрытия, чему соответствует пробег тепловоза около 300 тыс. км. Низкие антифрикционные свойства свинцовистой бронзы (БрОС1-22, БРС30) без покрытия приводят к выходу из строя таких подшипников, что со-

проводятся задирами, очень часто с образованием трещин [3]. Так, примерно 1/3 валов, поступающих на ВТРЗ, бракуется по наличию трещин; при этом только на замену валов требуется более 100 млн. руб. в год.

Подшипники с вкладышами из алюминиевых сплавов, особенно из нового сплава марки АО10С2 (патент РФ № 2186869), работают от капитального до капитального ремонта (рис. 2). Кроме того, они допускают использование неазотированных (более дешевых) коленчатых валов, что, казалось бы, экономически выгодно заказчику. К сожалению, Коломенский тепловозостроительный завод продолжает производство вкладышей из заготовок, которые поставляет одна немецкая фирма, и одновременно ему невыгодно сокращать производство дорогостоящих коленчатых валов (более 2 млн. руб. за вал). Спротивление этого завода внедрению вкладышей из алюминиевого сплава АО20-1 привело к тому, что ВТРЗ перестал их использовать еще в 2004 г., а руководство отрасли (Росжелдорснаб и ЦТ) не запланировало приобретение таких вкладышей. В итоге по существу сворачивается производство прогрессивных подшипников. В то же время заводы промышленности сделали ставку именно на такие подшипники. Особенно широкое применение получили вкладыши с новым сплавом, разработанным ВНИИЖТом и рядом заводов. В частности, подшипники с вкладышами из АО10С2 уже массово применяются в промышленности (Минский моторный завод, Челябинский тракторный завод и др.). На Тамбовском подшипниковом заводе создан специальный участок по производству таких вкладышей.

Третий пример — использование на тепловозах моторно-осевых подшипников со стальным корпусом, залитых баббитом марки Б16 вместо цельнобронзовых. Такие подшипники позволяют снизить вероятность излома осей, проис-

ходящего в результате возникновения задиров. Известно, что медь и медные сплавы, находясь в расплавленном состоянии, способны образовывать хрупкие трещины (эффект Ребиндера [10]), которые либо приводят к разрушению осей, либо служат очагами последующего усталостного разрушения. Предложенные подшипники увеличивают безопасность движения. Однако их стоимость выше, чем бронзовых, и это тормозит выпуск и внедрение таких подшипников. Кстати, Ростовский электровозоремонтный завод уже в течение нескольких лет успешно применяет на электровозах моторно-осевые подшипники со стальным корпусом и заливкой баббитом.

Таким образом, проблема сбалансированности цены и надежности является одной из ключевых при внедрении новых разработок. Задача технической политики, проводимой на железнодорожном транспорте, — определить критерии, по которым оценивается ценность результатов, достигаемых при внедрении новых конструкций, материалов и технологий, и твердо поддерживать работы, направленные на обеспечение долговременной экономической эффективности. Исходить надо не из стоимости приобретения нового технического средства, а из затрат на его жизненный цикл, а также достигаемого сокращения финансовых и трудовых затрат в процессе эксплуатации и технического обслуживания при обеспечиваемой надежности.

Особо следует отметить, что парк железнодорожного подвижного состава в основном состоит из агрегатов, прошедших несколько капитальных ремонтов, выполняемых в основном на ремонтных заводах. Не секрет, что качество ремонтов не всегда достаточно высокое: изношенные детали, трудно отделяемые продукты сгорания, абразивные частицы и т. п. приводят к повышенному темпу износа трибосистем по сравнению с износом их у новых агрегатов. Возникает необходимость восстановления служебных свойств изделий. Современные способы восстановления позволяют обеспечить более высокую долговечность отремонтированных деталей, чем новых. К таким способам относятся лазерная наплавка бандажей, восстановление наплавкой изношенных участков рельсов, коленчатых валов, гильз, контактов и др. Однако, к сожалению, еще не создано фундаментальное научное обеспечение ремонтной практики, включая и сварочные технологии.

В осуществлении функционирования ремонтных заводов на высоком уровне при использовании достижений науки и техники, опыта эксплуатации велика роль корпорации «Желдорремаш». Нельзя не принимать во внимание накопленные результаты обширных научных исследований, выполненных во ВНИИЖТе и других институтах; необходимо периодически рассматривать результаты этих работ, разрабатывать на их основе соответствующие мероприятия и контролировать их реализацию.



Рис. 2. Внешний вид шатунных вкладышей со сплавом АО20-1 после 9-летней эксплуатации на дизель-генераторе 1А-9ДГ (пробег 600 тыс. км). Износ рабочей поверхности — примерно 0,02 мм

Более тяжелые специфические условия работы подвижного состава, прошедшего капитальные ремонты, определяют необходимость улучшения свойств запасных частей, с чем должны считаться поставляющие их заводы. При этом необходимо учитывать данные о повреждении изделий, износе, повышенной сменяемости, авариях и т. д., имеющиеся в научно-исследовательских институтах, и ориентироваться не только на традиционные материалы. Научные изыскания, проводимые с использованием современного оборудования, подкрепленные опытом стендовой и эксплуатационной проверки, безусловно должны принимать во внимание.

### Выводы

1. Проводимая на железнодорожном транспорте техническая политика должна опираться на результаты работ, выполняемых научно-исследовательскими организациями отрасли, промышленности, Российской академии наук, т. е. должна иметь научное обоснование.

2. При внедрении нового технического устройства следует исходить не из его первоначальной стоимости, а из затрат на полный

жизненный цикл, достигаемой долговечности, безотказности и ремонтпригодности.

3. В процессе разработки и производства технического средства необходимо ориентироваться на использование долговечных, износостойких материалов, а создавая такие материалы — на результаты исследований, в частности, в области трибологии (трение, износ, смазка).

4. При выборе материалов и технологии их изготовления необходимо учитывать специфику работы транспортной техники новой (после постройки) и прошедшей капитальный ремонт, а также ее функционирование в различных климатических условиях.

5. Для надежной эксплуатации технических устройств, прошедших капитальный ремонт, большое значение имеет качество восстановления изношенных деталей; современные способы восстановления обеспечивают, как правило, большую надежность, чем у новых агрегатов.

6. Снижение затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание технических устройств определяется качеством ремонта. Следовательно, необходимы инвестиции на совершенствование ремонтной базы в депо и на заводах, разработку современных способов и технологий

ремонта, выполнение научно-исследовательских работ в этой области.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скаков А.И. Качество железнодорожных рельсов. М.: Трансжелдориздат, 1955. 367 с.
2. Буше Н.А. Подшипниковые сплавы для подвижного состава. М.: Транспорт, 1967. 224 с.
3. Подшипники из алюминиевых сплавов/Н.А. Буше, А.В. Гуляев, В.А. Двоскина, К.М. Раков. М.: Транспорт, 1974. 256 с.
4. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. М.: Мир, 2002.
5. Гершман И.С., Буше Н.А. Реализация диссипативной самоорганизации поверхностей трения в трибосистемах//Трение и износ. 1995. Т. 16. № 1. С. 61–70.
6. Разработка нового алюминиевого сплава для биметаллических подшипников/Н.А. Буше, А.В. Зайчиков, Т.Ф. Маркова, А.Е. Миронов. — В сб.: Новые технологии управления движением технических объектов. Материалы 2-й науч.-техн. конференции. Т. 2. Новочеркасск, Южно-Российский гос. техн. ун-т. 1999. С. 112–114.
7. Гершман И.С. Токоосъемные углеродно-медные материалы//Вестник ВНИИЖТ. 2002. № 5. С. 15–20.
8. Гершман И.С., Бучнев Д.М. Токоосъемные углеродные материалы нового поколения//Вестник ВНИИЖТ. 2003. № 6. С. 21–26.
9. Буше Н.А., Копытько В.В. Совместимость трущихся поверхностей. М.: Наука, 1981. 127 с.
10. Ребиндер П.А., Шукин Е.Д. Поверхностные явления в твердых телах в процессе их деформации и разрушения//УФН. 1972. Т. 108. Вып. 1. С. 3.

### Редакция журнала

## «Железные дороги мира»

**приглашает на внештатную работу переводчиков с английского, немецкого и французского языка, имеющих опыт работы на железнодорожном транспорте и проживающих в Москве или Московской области.**

**Обращаться по телефону (495) 317-55-65 или по электронной почте [zdm@css-rzd.ru](mailto:zdm@css-rzd.ru).**