

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

Ташкентский автомобильно-дорожный институт

КАФЕДРА: Технология автомобилестроения

РЕФЕРАТ

На тему: Проблемы триботехники

Выполнил: студент группы 231-07 НТС. Исmoilов Ж.Н.

Проверил: ст. пр. Азизов А.А.

Ташкент – 2011 г.

Содержание

Введение.....	3
Основные понятия.....	4
Этапы развития триботехники в России	5
Инженерно-технические проблемы триботехники.....	7
Проблема защиты деталей машин от водородного изнашивания.....	8
Проблема создания «безызносных» узлов трения машин.....	10
Проблема исследования водородного изнашивания и избирательного переноса.....	12
Проблема расширения и применения ФАБО.....	16
Проблема совершенствования смазывания деталей сочленений.....	17
Проблема исследования электрических, магнитных и вибрационных явлений при изнашивании.....	19
Проблема разработки методов расчета деталей на износ.....	20
Проблемы необычных условий работы машин и приборов.....	20
Проблема построения и реализации банка данных.....	21
Проблема единства терминов и определений в триботехнике.....	23
Проблема подготовки инженерных кадров по триботехнике.....	24
Проблемы компьютерной трибологии.....	25
Проблемы экономики и триботехники.....	26
Триботехника, интересы здоровья и охраны окружающей среды.....	28
Проблемы технического обновления различных отраслей машиностроения.....	30
Заключение.....	32
Литература.....	34

Введение

Жизнь трибологов никогда не была легкой по нескольким причинам. Во-первых, хотя сами трибологии и считают свою науку важной областью знаний из-за сложности возникающих в ней проблем, но общество пока не разделяет этой уверенности. Поэтому оно не отдает должной дани трибологии в форме финансирования, внимания и наград. Большинство людей считает трибологические вопросы лишь хроническими проблемами, которые приходится решать от случая к случаю. Во-вторых, сами трибологии часто подрывают доверие к себе, используя не слишком научные методы и не применяя в трибологических исследованиях системного подхода. Они часто преувеличивают значение частных экспериментальных наблюдений до всеобъемлющей величины. В-третьих, хотя о трении и изнашивании известно очень многое, трибологии не используют эти знания на практике. И, наконец, трибология сложна, она требует знаний в области материаловедения, механики, термодинамики и многих других отраслей науки; при этом часто превышаются интеллектуальные возможности и воображение трибологов.

Основные понятия

Триботехника – наука о контактном взаимодействии твердых тел при их относительном движении, охватывающая весь комплекс вопросов трения, изнашивания и смазки машин. В некоторых странах, в том числе и России, вместо термина триботехника употребляют термины трибология и трибоника. Название научной дисциплины трибология образовано от греческих слов «трибос» - трение и «логос» - наука. Она охватывает теоретические и экспериментальные исследования физических (механических, электрических, магнитных, тепловых), химических, биологических и других явлений, связанных с трением, изнашиванием и смазкой. Как наука, трибология имеет научно-технические разделы: трибофизику, трибохимию, триботехническое материаловедение, трибомеханику, трибоинформатику и др.

Необходимо также дать пояснения некоторых терминов, которые будут наиболее часто встречаться в тексте.

Внешнее трение – явление сопротивления относительному перемещению, возникающее между двумя телами в зонах соприкосновения поверхностей по касательным к ним, сопровождаемое диссипацией энергии.

Изнашивание – процесс разрушения и отделения материала с поверхности твердого тела и (или) накопления его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела.

Износ – результат изнашивания, определяемый в установленных единицах.

Смазка – действие смазочного материала, в результате которого между двумя поверхностями уменьшается сила трения и (или) интенсивность изнашивания.

Износостойкость – свойство материала оказывать сопротивление изнашиванию в определенных условиях трения, оцениваемое величиной, обратной скорости изнашивания или интенсивности изнашивания.

Антифрикционные материалы – материалы, используемые для работы в несущих или направляющих узлах трения (подшипниках скольжения, радиальных и торцовых уплотнениях).

Фрикционные материалы – материалы, предназначенные или используемые для работы в узлах трения, передающих или рассеивающих кинетическую энергию движущихся масс (в тормозах, муфтах, сцеплениях, демпферах, вариаторах и др.).

Присадка – вещество, добавляемое к смазочному материалу для придания ему новых свойств или усиления существующих.

Надежность – это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

Этапы развития триботехники в России

Триботехника, как и другие науки, непрерывно развивается. Этапы ее развития связаны с созданием корабельной техники, металлообрабатывающей промышленности, железнодорожного транспорта, автомобильной промышленности, авиации и космонавтики.

В России основы науки о трении и изнашивании были заложены в период организации Российской академии наук. Великий ученый М. В. Ломоносов сконструировал прибор для исследования сцеплений между частицами тел «долгим стиранием», который явился прототипом современных приборов для определения износостойкости материалов. М. В. Ломоносов является основоположником теории изнашивания материалов и экспериментальных исследований в этой области, он связал понятие о прочности с представлениями о силах связи между частицами. Занимаясь подбором материалов для опор часовых механизмов, М. В. Ломоносов указал на целесообразность применения для этой цели стекла.

Крупный вклад в науку о трении внес Л. Эйлер. Выведенные им зависимости о трении гибкой нерастяжимой нити, перекинутой через шкив, до сих пор применяют во всем мире при расчете сил трения в элементах с гибкой связью.

Мировую известность получили работы Н. П. Петрова по теории смазки подшипников. Над проблемой смазки работали Н. Е. Жуковский и С. А.

Чаплыгин, математически разработавшие вопрос о теории смазочного слоя (за границей над гидродинамической теорией смазки работали О. Рейнольдс, А. Кингсбери, Герси и др.).

Следует отметить, что в 1880-1881 годах Д. И. Менделеев разработал научные основы производства смазочных масел из мазута тяжелых кавказских нефтей.

В период развития индустрии в России широко развернулись работы в области триботехники. Большое влияние на развитие представлений о молекулярном механизме процессы внешнего трения оказали работы Б. В. Дерягина, предложившего в 1934 году свой вариант двучленного закона трения. Теория Б. В. Дерягина оказала большое влияние на все последующие попытки создания теории в любой современной теории по трибологии.

Первый обзор о развитии учения о трении и изнашивании в нашей стране был выполнен в 1947 году профессором Ленинградского политехнического института А. К. Зайцевым в книге «Основы учения о трении, износе и смазке машин». В 1956 году И. В. Крагельский и В. С. Щедров опубликовали монографию «Развитие науки о трении», в которой отмечают, что трение представляет собой сложную совокупность многих физических явлений, и раскрывают путь развития научной мысли в этом направлении с XVI века до 40-х годов XX столетия. Монография о трении без смазочного материала написана указанными авторами по первоисточникам с глубоким анализом русских и зарубежных работ и получила признание во многих странах.

В 1957 году в сборнике «Теоретические основы конструирования машин» М. М. Хрущев дал обзор о «Развитии учения об износостойкости деталей машин», в котором последовательно изложил развитие работ в области износостойкости по отдельным наиболее разработанным вопросам: развития представлений о причинах и процессах изнашивания: исследование влияния шероховатости обработанной поверхности деталей машин на износ металлов; исследование абразивного изнашивания и изнашивания при схватывании; методы испытания на

изнашивание; антифрикционные материалы и методы расчета деталей машин на износ.

Весьма перспективна возможность значительного улучшения фрикционно-износных характеристик некоторых пар трения при граничной смазке за счет реализации эффекта избирательного переноса, открытого Д. Н. Гаркуновым и И. В. Крагельским в 1965 году. Следует отметить еще две работы отечественных трибологов, также удостоенных дипломами за открытия: эффекта аномально низкого трения при бомбардировке ядрами гелия некоторых материалов (А. А. Силин, М. А. Тальрозе, Е. А. Духовский и др.) и явления водородного изнашивания (А. А. Поляков, Д. Н. Гаркунов).

Б. И. Костецкий и его ученики в 1976 году в книге «Поверхностная прочность материалов при трении» обобщили работы по изучению процессов трения и поверхностного разрушения, а также по вопросам образования вторичных структур при трении в условиях граничной смазки.

На основе приведенных литературных источников, а также анализа опубликованных трудов конференций, семинаров и др. можно подразделить вопросы развития триботехники на следующие части, которые содержат самостоятельные этапы:

- 1) учение о трении и изнашивании деталей машин;
- 2) конструктивные решения вопросов трения и изнашивания;
- 3) технологические методы повышения износостойкости деталей;
- 4) эксплуатационные мероприятия по повышению долговечности машин.

Инженерно-технические проблемы триботехники

Наиболее актуальными инженерно-техническими проблемами в триботехнике на сегодняшний день являются следующие:

- экономика и триботехника;
- создание «безызносных» узлов трения машин;
- разработка методов расчета деталей на износ;
- защита деталей машин от водородного изнашивания;

- расширение применения финишной антифрикционной безабразивной обработки (ФАБО) трущихся деталей;
- совершенствование смазывания деталей сочленений;
- исследование электрических, магнитных и вибрационных явлений при изнашивании;
- подготовка инженерных кадров по триботехнике;
- разработка новой теории трения и безызносности;
- триботехника, интересы здоровья и защиты окружающей среды;
- программа исследований водородного изнашивания и избирательного переноса;
- построение и реализация банка данных по триботехнике и единство терминов и определений в триботехнике;
- необычные условия работы машин и приборов;
- компьютерная трибология.

А также к проблемам триботехники можно отнести проблемы технического обновления различных отраслей машиностроения.

Проблема защиты деталей машин от водородного изнашивания

Важной задачей триботехники является разработка методов борьбы с водородным изнашиванием. Около 15 лет назад в Советском Союзе было экспериментально обнаружено неизвестное ранее явление концентрации в поверхностных слоях трущихся деталей водорода, выделяющегося из материалов пары трения и из окружающей среды. Это явление вызывает ускорение изнашивания. Водородное изнашивание характеризуется интенсивным выделением водорода в результате трибодеструкции водородсодержащих материалов, ускоряемым механохимическим действием. Кроме того, оно характеризуется диффузией водорода в деформируемый слой стали и особым видом разрушения, связанным с одновременным появлением большого числа «зародышей» трещин во всей зоне деформирования, и упомянутым накоплением водорода. Водородное изнашивание вносит новые представления о механизме хрупкого разрушения.

Защита от водородного изнашивания имеет особое значение для следующих отраслей:

- авиатехники (узлы трения топливных насосов, а также тормозные колодки и барабаны колес выходят из строя в результате водородного изнашивания);
- железнодорожного транспорта (водородному изнашиванию подвергаются рельсы и колеса вагонов);
- автомобильного транспорта (водородное изнашивание резко снижает срок службы цилиндров и поршневых колес двигателей, тормозных накладок, тормозных барабанов и дисков сцепления, а также лопаток бензиновых насосов и других деталей агрегатов автомобилей);
- морского флота (водородному изнашиванию подвергаются узлы трения, смазываемые водой);
- деревообрабатывающей промышленности (водородное изнашивание деревообрабатывающего инструмента и рабочих органов машин сдерживает рост производительности труда в отрасли);[1]
- техники Севера (одной из причин быстрого изнашивания машин, работающих на Севере, является охрупчивающее действие водорода, который при низких температурах не рассасывается в поверхностных слоях, а концентрируется между зоной трения и объемом материала трущейся детали вследствие значительного перепада температур);
- химического машиностроения (узлы трения машин и оборудования химической промышленности изнашиваются, главным образом, в результате действия водорода);
- техники будущего (в новых машинах расширяется применение титана и его сплавов; при трении эти материалы, обладая низкими антифрикционными свойствами, весьма сильно поглощают водород и подвергаются водородному изнашиванию).

При ведущейся в России и США широкой работе по созданию двигателей для автомобилей и самолетов на водородном топливе исследователи должны заранее принять меры защиты деталей от водородного изнашивания.

Проблема водородного изнашивания имеет комплексный межотраслевой характер, а поэтому требует привлечения к ее решению ученых различных специальностей (металловедов, физиков, химиков, специалистов по триботехнике), и должна выполняться по единому плану.

Проблема создания «безызносных» узлов трения машин

До последнего времени генеральным направлением по борьбе с изнашиванием в машиностроении было повышение твердости трущихся поверхностей детали. В промышленности разработано большое количество методов повышения твердости деталей (хромирование, азотирование, цементирование и т. д.). Многолетний опыт свидетельствует, что это направление позволило в большей степени повысить надежность трущихся деталей машин. Однако постоянное стремление к уменьшению массы машин и повышению интенсификации рабочих процессов привело к увеличению давлений в узлах машин и скоростей скольжения и ухудшило условия смазывания. Кроме того, требования к повышению КПД механизмов, а также применение специальных смазочных материалов и жидкостей привело к тому, что традиционные методы увеличения износостойкости деталей повышением их твердости во многих случаях перестали себя оправдывать. В процессе поиска средств увеличения износостойкости деталей машин в нашей стране открыт избирательный перенос при трении.

Избирательный перенос (ИП) – это комплекс физико-химических явлений на контакте поверхностей при трении, который позволяет преодолеть ограниченность ресурса трущихся сочленений машин и снизить потери на трение. ИП есть особый вид трения, который обусловлен самопроизвольным образованием в зоне контакта неокисляющейся тонкой металлической пленки с низким сопротивлением сдвигу и неспособной наклепываться. На пленке образуется в свою очередь полимерная пленка, которая создает дополнительный антифрикционный слой. ИП, его системы снижения износа и трения (системы СИТ), разработанные А. А. Поляковым, не вытекают из ранее имевшихся представлений о трении и изнашивании. Процессы, составляющие сущность ИП,

находятся на стыках разделов химии, физической химии, физики, синергетики и механики. Сложность ИП состоит также в том, что ряд его химических и физических процессов не встречался в практике исследований трения. Большинство химических реакций ИП являются гетерогенными, поэтому их изучение затруднено.

Но в то же время ИП имеет в своей основе полезные физико-химические явления и группы явлений (систем). Они подавляют изнашивание, снижают сопротивление сдвигу и обладают свойством самоорганизации, а иногда и способностью к обратной связи с возбуждающей причиной. Их основная ценность состоит в том, что они работают дифференцированно против факторов, ведущих к разрушению поверхности. Почти каждая из систем имеет глубокое содержание; например, система защиты от водородного изнашивания представляет собой целое трибологическое направление. Традиционной системой снижения износа и трения (СИТ) является самопроизвольное образование слоя смазочного материала при трении с граничной смазкой в результате адсорбции молекул смазочного материала на поверхности. А в ИП имеется максимальное число систем СИТ, и эффект здесь наиболее полный и существенный. Весьма полезным свойством ИП является также свойство работать в средах, где трение при граничной смазке не может эффективно выполнять свои функции. ИП проявляет способность перестройки защитных систем, которые варьируются в зависимости от свойств среды, являющейся исходным материалом для образования системы снижения износа и трения.

Исследование механизма ИП, его закономерностей и областей рационального применения привело к некоторому изменению установившихся ранее взглядов на ряд вопросов триботехники: структуру и свойства тонких поверхностных слоев трущихся деталей машин, механизм изнашивания и смазочного действия, пути создания смазочных материалов и присадок к ним, оптимальную структуру и свойства износостойких и антифрикционных материалов и приработочных покрытий и т. д.

ИП применен или апробирован в машинах: самолетах, автомобилях, станках, паровых машинах, дизелях тепловозов, прессовом оборудовании, редукторах, оборудовании химической промышленности, механизмах морских судов, магистральных нефтепроводах, электробурах, холодильниках, гидронасосах, нефтепромысловом оборудовании. ИП применяется также в приборах и может быть использован для повышения стойкости режущего инструмента при сверлении, фрезеровании, протягивании, дорновании и резьбонарезании.

ИП позволяет: 1) при изготовлении машин экономить металл (15-20%) за счет большей грузоподъемности (в 1,5-2 раза) пар трения; 2) увеличить срок работы машин (в 2 раза), сократить период приработки двигателей (в 3 раза) и редукторов (до 10 раз), соответственно сократить расход электроэнергии; 3) в подшипниках качения и скольжения уменьшить расход смазочных материалов (до 2 раз); 4) повысить КПД глобоидных редукторов с 0,7 до 0,85; винтовой пары с 0,25 до 0,5; 5) увеличить экономию драгоценных металлов (золота, платины, серебра) в приборах в 2-3 раза за счет большей надежности электрических контактов.

Необходимо отметить, что сейчас в триботехнике ясно проступают черты новой концепции трения, основанной на глубокой теоретической проработке раздела физики – термодинамики образования самоорганизующихся структур при необратимых процессах. Разработка этой теории, а также дальнейшее развитие работ по созданию практически изнашиваемых узлов трения машин, оборудования и приборов с использованием ИП – одни из важнейших проблем современной триботехники.

Программа исследований водородного изнашивания и избирательного переноса

Избирательный перенос при трении и водородное изнашивание металлов – это два совершенно противоположных явления, и их физические механизмы сложны. Изучение водородного изнашивания и ИП находится еще в начальной стадии, поэтому как в теоретическом плане, так и в плане разработки и реализации

в промышленности новых методов борьбы с изнашиванием машин и оборудования на основе этих явлений необходимо создать комплекс исследований, результаты которых могут решить задачи, поставленные перед триботехникой.

Исходя из известных представлений о водородном изнашивании, выполненных научно-исследовательских работ и потребностей производства, необходимо проводить работы в следующих направлениях:

- разработки приборов и методов исследования водородного изнашивания деталей машин;
- изучение процессов наводороживания металлов при трении с фрикционными пластмассами для оценки количественных характеристик перераспределения водорода в поверхностных слоях, изучение свойств наводороженного металла при трении, влияние режимов трения на наводороживание с широким использованием новейших методов исследования;
- исследование наводороживания наиболее изнашиваемых деталей машин и оборудования в процессе эксплуатации и оценка вклада в снижение их износостойкости как биографического, так и образуемого при трении водорода с целью разработки требований к качеству конструкционных материалов, смазочным материалам и специальным жидкостям, применяемым в узлах трения;
- исследование влияния электрического и магнитного полей на процессы наводороживания при трении с целью определения количественных характеристик процессов и разработки новых путей борьбы с водородным изнашиванием;
- изучение процессов наводороживания поверхностей трения при различных видах обработки поверхностей трения деталей (механические, термические и химико-термические);

- исследования подавления водородного изнашивания пары трения металл-древесина с целью повышения стойкости режущего инструмента при обработке древесных изделий;
- разработка методов подавления водородного изнашивания в узлах трения, смазываемых водой при высоких давлениях и скоростях скольжения;
- разработка методов подавления водородного изнашивания узлов трения с титановыми сплавами с целью повышения их антифрикционных характеристик и расширения применения в узлах трения;
- изучение общих закономерностей водородного изнашивания и выявления областей его проявления, а также создания научных основ борьбы с ним;
- изучение действия водорода при абразивном изнашивании в условиях действия коррозионно-активных сред и повышенной влажности, фреттинг-коррозии, контактной усталости, коррозионно-механического изнашивания, кавитации и эрозии;
- разработка методов подавления водородного изнашивания деталей авиатехники, нефтехимического оборудования, железнодорожного транспорта (рельсов, коле, деталей двигателей тепловозов, в частности цилиндров и поршневых колес), инструмента по обработке меховых изделий, деталей сельскохозяйственных машин и других отраслей техники.

К первоочередным задачам по изучению ИП при трении следует отнести:

- создание комплекса приборов и установок для изучения ИП;
- исследование работоспособности шариковых и роликовых подшипников, а также зубчатых передач в условиях ИП;
- создание новых эффективных металлоплакирующих присадок к смазочным материалам, обеспечивающих режим ИП в двигателях внутреннего сгорания как для приработки, так и для установившегося режима работы;[3]
- исследование конструктивных особенностей смазочных систем при работе на металлоплакирующих смазочных материалах, определение их эксплуатационных характеристик и оценка эффективности их применения;

- исследование возможности применения ИП при штамповке, дорновании, протяжке, определение оптимального состава смазочно-охлаждающих жидкостей и их эффективности;
- исследования трения без смазочного материала в режиме ИП в парах металл-металл, металлополимер-металл;
- разработка новых масел и смазок, обеспечивающих металлоплакирование в зоне контакта трущихся деталей, создание опытного производства таких материалов и внедрение их на промышленных предприятиях.

Опыт применения избирательного переноса в промышленности показывает, что успех перехода на использование принципиально новых смазочных материалов для узлов трения, технологических процессов, новых материалов и конструкций подвижных сочленений достигается только в тех случаях, когда проводилась систематическая научно-исследовательская работа применительно к конкретным узлам трения машин данной отрасли. Попытка расширить внедрение новых методов повышения износостойкости узлов трения простой передачи промышленным предприятиям технических конструкций или даже опытных смазочных материалов не приводила и не может привести к положительным результатам. Знание общих вопросов теории трения и изнашивания в машинах оказывается недостаточным, требуется изучение специальных разделов физикохимии, трибохимии, трибофизики.[2] В каждой отрасли техники, на объектах которой предполагается проведение работ по избирательному переносу, необходимо обучение специалистов в институтах повышения квалификации или в университетах, где есть подготовка по соответствующей специальности. Опыт тех организаций, которые уже реализовали преимущества избирательного переноса в узлах трения механизмов, должен быть тщательно изучен, но в каждой отрасли в головных научно-исследовательских институтах необходимо создать лаборатории, которые бы накапливали опыт применения ИП и разрабатывали свою техническую документацию.

Проблема расширения и применения ФАБО

Как известно, износостойкость зависит от окончательной (финишной) технологической обработки поверхностей деталей. Имеются обширные экспериментальные исследования по влиянию шероховатости поверхностей трения на интенсивность изнашивания деталей. Установлено, что от финишной обработки деталей зависит не только первоначальный (прирабочный) износ, но и установившийся износ. В последние годы разработаны новые технологические процессы финишной обработки деталей, которые позволяют снизить прирабочный износ деталей и повысить антифрикционные свойства сочленения (улучшить смазку деталей, снизить коэффициент трения). К таким методам можно отнести вибрационную обработку поверхностей трения и алмазное выглаживание. Однако триботехники считают, что использованы еще не все резервы повышения износостойкости деталей в части применения новых финишных обработок.

В связи с изложенным крайне необходима разработка нового технологического метода окончательной обработки деталей, при котором вообще исключалась бы абразивная обработка поверхности. К таким методам относится разработанная финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО). Новая высокопроизводительная оснастка и химические составы обеспечивают высокое качество антифрикционного покрытия.

Сущность ФАБО состоит в том, что поверхность трения детали покрывается тонким слоем латуни, бронзы или меди путем использования явления переноса металла при трении. Перед нанесением покрытия обрабатываемую поверхность обезжиривают и покрывают глицерином или смесью, состоящей из двух частей глицерина и одной части 10%-ного раствора соляной кислоты. В процессе трения окисная пленка на поверхности стали разрыхляется, поверхность медного сплава пластифицируется и создаются условия для его схватывания со сталью. Толщина перенесенного слоя бронзы или латуни 1-2 мкм.

Преимущество ФАБО перед другими финишными операциями состоит в том, что этот метод чрезвычайно прост и не требует сложного оборудования. ФАБО придает стальной или чугунной поверхности высокие антифрикционные

свойства. Опыт использования ФАБО для цилиндров двигателей внутреннего сгорания дал возможность существенно изменить мощность двигателя, хороший результат дало и применение ФАБО колес железнодорожного транспорта. Все это свидетельствует о необходимости и целесообразности проведения более обширных исследовательских работ, а также применения данного метода в более широких масштабах.

Проблема совершенствования смазывания деталей сочленений

Смазка резко снижает интенсивность изнашивания. Достаточно ввести в зону контакта деталей небольшое количество смазочного материала, как сила трения может снизиться в 10 раз, а износ поверхностей трения до 1000 раз.

Эффективность смазочной системы зависит от ее конструктивного совершенства и качества смазочного материала. Пока нет четких рекомендаций по дозировке и длительности подачи смазочных материалов в конкретные узлы трения машин. При переводе трущихся деталей машин в режим ИП необходимо создавать принципиально новые смазочные системы, которые бы обеспечили автоматическое регулирование параметров работы системы в зависимости от режима работы машины, то есть необходимо разрабатывать адаптированные смазочные системы, предупреждающие износ трущихся деталей машин и снижающие потери на трение.

В настоящее время уровень технического совершенства машин во многом определяется именно степенью организации смазывания узлов трения. Больше всего нуждается в смазочных системах станкостроительная, автомобильная и тяжелая промышленность. Увеличение выпуска смазочных масел должно сопровождаться повышением их эффективности, что требует проведения научно-исследовательских разработок по конструктивному и технологическому совершенствованию производства основных узлов систем, создания поточных линий, улучшения планирования и использования экономических стимулов повышения производительности труда. При этом большое внимание следует уделять использованию современных достижений триботехники. Смазочные системы должны использоваться в ряде машин (среди них металлорежущие

станки кузнечно-прессовые машины, башенные краны и лифты, экскаваторы, тракторы, магистральные локомотивы, грузовые автомобили и автобусы, сельскохозяйственная техника и др.). По экспертной оценке специалистов оснащению смазочными системами и многоотводными насосами, обеспечивающими точность и своевременность подачи смазки, подлежит до 85% машин и оборудования (около 2,5 млн. единиц).

Для значительного повышения технического уровня и качества машин, их экономичности и надежности необходимо решить проблему смазывания. Это может быть обеспечено за счет повышения технического уровня и качества смазочного оборудования, его унификации и стандартизации, за счет конструктивного совершенства узлов трения машин, разработки и применения новых эффективных технологических процессов обработки трущихся деталей и других методик.

Повышение технического уровня смазочного оборудования целесообразно проводить по следующим основным направлениям:

- создание комплектного оборудования по принципу системы машин;
- расширение номенклатуры смазочных систем для различных видов стационарных и мобильных машин, а также различных производственных и климатических условий;
- создание автоматических систем, адаптирующихся к режимам работы основных узлов трения машин;
- уменьшение габаритов и металлоемкости узлов и аппаратов смазочных систем;
- повышение точности и стабильности подачи смазочного материала; совершенствование специализации и кооперирования производства;
- перевод смазочных систем на использование смазочных материалов, обеспечивающих режим ИП, чтобы исключить ремонт узлов трения машин по причине износа.

Проблему смазывания деталей нельзя отделить от изучения взаимодействия смазочного материала с металлом и влияние на это взаимодействие

структурных факторов металла и легирующих элементов смазочного материала. Исследование такого взаимодействия с определением сил трения и износостойкости пар трения позволит оптимизировать структуру и химический состав металла и состав компонентов смазочного материала. Это научное направление, успешно развиваемое в последние годы и потребовавшее разработки новых физических методов исследования тонких поверхностных слоев металла (десятые доли микрометра), должно получить дальнейшее развитие в организациях как занимающихся созданием смазочных материалов, так и разрабатывающих износостойкие и антифрикционные сплавы. Именно результаты этих исследований будут положены в основу теории безызносности трущихся деталей.

Проблема исследования электрических, магнитных и вибрационных явлений при изнашивании

В литературе по триботехнике за последние 30-50 лет неоднократно обращалось внимание на роль электрических, магнитных и вибрационных процессов в трении, износе и смазке машин. Последние исследования процесса водородного изнашивания показали, что здесь кроются большие резервы в части повышения срока службы деталей машин и режущего инструмента. Электрические, магнитные, вибрационные, а также тепловые явления непосредственно не влияют на интенсивность изнашивания деталей или влияют незначительно, но они кардинально влияют на поведение водорода. Разрушительной силой в данном случае является именно водород, а не электрическое или магнитное поле. Это связано с тем, что водород имеет электрический заряд, который взаимодействует с указанными полями. Вибрации с высокими частотами также воздействуют на скорость изнашивания не сами по себе, а посредством электрических явлений, которые, в свою очередь, влияют на движение водорода и способствуют его образованию. Тепловые явления, как и напряжения, влияя самостоятельно на трение и износ, являются процессами образования водорода и способствуют продвижению его в зону контакта.

Все изложенное требует глубокой и всесторонней проработки как в теоретическом плане, так и при проведении экспериментальных исследований. Следует заметить, что исследование магнитных и электрических явлений при трении – это один из наиболее достоверных и эффективных путей изучения самой природы трения и изнашивания. Для управления процессом трения следует провести исследования по отдельному изучению электрических, термоэлектрических и магнитных явлений, установить роль каждого в зависимости от внешних условий трения и видов разрушения поверхностного слоя. Особенно следует обратить внимание на выявление нелинейности распределения зарядов в подвижном электрическом источнике зоны фрикционного контакта. Именно в нелинейности кроются многие до сего времени еще не известные процессы трения и изнашивания, определяющие кинетику и интенсивность этих физико-химических процессов.

Проблема разработки методов расчета деталей на износ

Наибольшее внимание при разработке методов расчета деталей на износ необходимо уделить методам расчета типовых наиболее изнашиваемых узлов машины: направляющих металлорежущих станков, зубчатых передач, подшипников скольжения и качения, кулачковых механизмов, фрикционных передач, уплотнений валов. По вопросам расчета указанных сочленений имеются фундаментальные разработки, которые подробно описаны в технической литературе и широко используются на практике.

Главной трудностью на пути подобных расчетов является то, что в процессе трения происходят физико-химические изменения в поверхностных слоях трущихся металлов, которые трудно поддаются математическому анализу.

Проблемы необычных условий работы машин и приборов

Сложность этой проблемы состоит, прежде всего, в том, что все узлы трения все чаще обязаны работать в условиях, принципиально отличных от тех, которые сформировались в нашу эпоху на поверхности Земли и которые с точки зрения человека являются наиболее привычными и естественными. Неудивительно, что опыт по разработке узлов трения, накопленный в машиностроении за весь период

его развития, относится главным образом именно к земным условиям. Совершенно иными являются условия работы космических объектов, характеризующиеся высоким и сверхвысоким вакуумом, интенсивным воздействием различных излучений, необычными тепловыми условиями и невесомостью. Промежуточными между земными и космическими можно считать условия, возникающие при полетах высотных самолетов и ракет. Очень специфичны также условия, возникающие при работе технических устройств в атомной промышленности (интенсивное жесткое облучение и высокие температуры), энергомашиностроении (высокие температуры и химически активные среды), вакуумной и полупроводниковой промышленности (разреженные среды строго определенного состава), криогенной технике (сверхнизкие температуры) и ряде других. Параллельно и одновременно с повышением температуры окружающей среды в современной технике все настойчивее проявляются тенденции к увеличению быстроходности механизмов и росту рабочих нагрузок, что особенно типично для военной авиации и ракет. Таким образом, при переходе от обычных условий к экстремальным решающее значение приобретает внешнее воздействие на узел трения, связанное со специфическими условиями окружающей среды. Наиболее характерными и важными факторами здесь являются плотность и физико-химическая активность среды, а также наличие теплового, ионизирующего и других излучений. Влияние каждого из перечисленных факторов оказывается настолько специфичным, что требует специального рассмотрения. Поэтому полезно классифицировать узлы трения, работающие в напряженных и необычных условиях, по характеру воздействия на них окружающей среды.

Необычные и напряженные условия все чаще заставляют создателей новой техники пересматривать традиционные, сложившиеся в течение многих лет принципы разработки узлов трения и основанные на них конструкторские решения.

Проблема построения и реализации банка данных

Данные по триботехнике тесно взаимодействуют между собой, и поэтому потоки информации, поступающие из различных источников, должны

распределяться по специально разработанным картам и таблицам, систематизирующим триботехническую информацию. Подобная систематизация является трудоемким процессом и занимает значительное время.

Активные работы по созданию информационных систем в области трибологии в мире и у нас в стране развернулись в середине 80-х годов прошлого века. Был создан ряд информационных систем и баз данных по трибологии, но, к сожалению, из-за ослабления связей между трибологическими центрами и отсутствию в период спада производства интереса производителей к этим работам создание единой информационной системы не было завершено.

Решение проблемы рационального использования триботехнической информации в научном и практическом применении должно быть реализовано путем создания трибологических баз данных (ТБД), содержащих информацию по различным направлениям триботехники. При решении конкретных триботехнических задач (выбор составов сред, методов испытаний и т. д.) наличие аналогов в ТБД позволяет сузить область поиска оптимальных вариантов. Для разработки логической модели ТБД необходимо предварительно систематизировать по типичным признакам основные триботехнические факторы, то есть провести паспортизацию. ТБД обеспечивает надежное хранение данных и их достоверность; гибкую организацию и открытую структуру данных, обеспечивающую возможность их обновления и накопления; эффективный доступ к данным; защиту данных от несанкционированного доступа и уменьшение их избыточности. Существенное значение имеет тип системы управления базой данных, применяемой для организации ТБД.

Многочисленные аналитические формы описания процессов трения направленные на решение конкретных частных проблем, соответствуют узкому интервалу граничных условий. Это является основной причиной, препятствующей их использованию при построении и реализации ТБД.

Решение задачи информационного обслуживания предполагает систематизацию, накопление и хранение различных групп данных; периодический просмотр файлов информации и их реорганизацию; поиск и выборку требуемой

информации по различным критериям; вывод запрашиваемых данных в виде, удобном для пользования. Стоит добавить, что в настоящее время, по мере оживления экономики и усиления интеграционных процессов будет усиливаться интерес к информационным системам, которые следует создавать как базовый элемент информационной технологии проектирования узлов трения.

Проблема единства терминов и определений в триботехнике

В обширной и многоплановой области триботехники многие основные понятия не так четко определены, как в других науках. Даже самые основные концепции в триботехнике неоднозначны. Как область прикладных наук, триботехника объясняется выражением «единое из множества». Поскольку в триботехнике используются понятия многих других областей техники, триботехническая терминология также складывается из терминологий этих областей. Это приводит к возникновению проблем в общении и многозначности в определениях.

Можно с большей уверенностью ожидать стандартизации трибологической терминологии в лабораторных условиях, чем на практике. В исследованиях очень важна точность определений, так как данное исследование из прочих в конкретной области знаний часто выделяют лишь небольшие детали, кроме того, лабораторные исследования в целом более строго поставлены. Сложность реальных триботехнических ситуаций обусловила и появление комбинированных, или гибридных, терминов для описания изнашивания. Но некоторые области триботехники все же находятся в лучшем положении.

Развитие в описании и трактовке терминов становится все более необходимым, поскольку возрастает количество данных, аккумулируемых в компьютерных базах данных. Когда-нибудь будет возможен поиск по различным базам данных с использованием одних и тех же ключевых слов для получения ценных сравнительных данных. Пока это время еще не наступило, а поскольку число независимых баз данных растет, растет и проблема общей терминологии.

Огромное количество трибологических терминов в мире необходимо стандартизировать как в повседневном пользовании, так и в книгах, журналах,

стандартах, словарях. Отсутствие согласия даже по основным терминам приводит к ошибкам в общении и передаче информации, а также создает массу проблем при техническом переводе на иностранные языки. Многие термины сложились в повседневной практике, но часть их не сформулирована однозначно и осложняет взаимодействие между различными организациями. Улучшить положение можно за счет повышения качества образования ученых и инженеров, приходящих в трибологию, но терминология в обучении также должна быть четкой и стандартной. Важным вкладом в решение проблемы может стать выпуск международного словаря, но при этом надо учесть изменения в языке и в значениях слов, происходящие со временем. Можно отметить, что терминология в трибологии, как и в других областях знаний, - это набор инструментов, обеспечивающих понимание и общение, причем объем этого набора постоянно растет.

Проблема подготовки инженерных кадров по триботехнике

Многими учеными-триботехниками подтверждена необходимость широкой популяризации достижений триботехники, глубокого изучения ее разделов, взаимной информации и обмена опытом. Во многих вопросах требуется активное участие специалистов, и именно специалистов по триботехнике.

В России научные кадры по триботехнике готовят во многих городах. Однако инженерные кадры по триботехнике выпускаются лишь в некоторых университетах. Учитывая важность подготовки специалистов по триботехнике, Госкомитет СССР по науке и технике еще в 1976 году рекомендовал Министерству высшего и среднего специального образования СССР совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами обеспечить:

- на специальных факультетах подготовку кадров (из числа лиц, имеющих соответствующее высшее образование и стаж практической работы) по проблемам повышения износостойкости машин и оборудования;
- организовать в системе повышения квалификации специалистов, работающих в различных отраслях промышленности, чтение лекций по

проблемам износостойкости машин и оборудования для соответствующих служб предприятий.

Помимо подготовки инженерных кадров по триботехнике, необходимо организовать подготовку специалистов среднего звена.[5] Для этого следует создать среднее учебное заведение по изучению вопросов триботехники, в том числе и новейших разработок. Эти вопросы должны быть в центре внимания при проведении учебы с инженерно-техническими работниками в производственных объединениях, комбинатах, заводах и фабриках. Для этого нужно создать хорошие кинофильмы, наглядные пособия, издать учебные пособия.

Вопросы подготовки кадров по триботехнике необходимо решать незамедлительно. Это окажет серьезное влияние на качество будущих машин, их долговечность, на экономию топлива и смазочных материалов, черных и дефицитных цветных металлов.

Проблемы компьютерной трибологии

Будучи междисциплинарной наукой, трибология требует применения системных моделей, информационных систем по разным разделам трибологии, трансляторов, соединяющих эти разделы, экспертных систем для проектирования и диагностики. Имеется необходимость более эффективного использования информации, получаемой при исследовании трибологических процессов. Диагностические системы в значительной мере сами базируются на слиянии компьютерных технологий и знании механизмов трибологических процессов.

Компьютеры позволяют производить моделирование трибологических процессов. Модель сложной трибосистемы также требует для своего создания и использования специфического «компьютерного мышления», так как представляет собой программный комплекс. Опыт создания моделей сложных трибосистем позволил сделать ряд выводов, выявить недостатки и сформулировать направления дальнейшего развития.

Свое дальнейшее развитие получила и компьютерная технология проектирования узлов трения. На этапе анализа здесь предлагается использовать интерпретаторы – экспертные системы. На этапе синтеза используются гибридные

экспертные системы, которые содержат модели работы узла, базы знаний по данным разделам и систему правил. Фактически, требуется продолжить работу по информационным системам в области трибологии на новом уровне развития аппаратных, программных средств и систем коммуникации с учетом имеющегося опыта и проделанной работы специалистов. Большое значение в трибологии имеет также теледиагностика, причем задачей компьютерной трибологии здесь является содержательная часть создания системы.

Компьютеры являются также и неотъемлемой частью системы экспериментальных трибологических исследований в современных испытательных установках. Задача компьютеров состоит в контроле и управлении режимом эксперимента, регистрации измеряемых параметров, обработке результатов. Задачей, относящейся к области компьютерной трибологии, является поиск режимов, при которых реализуются заданные свойства трибосистемы, что достигается встраиванием в управление испытательной системой программы моделирования исследуемого процесса, ряд параметров которой задается из эксперимента, а также заданием критериев поиска. Для реализации этой идеи в масштабах отрасли предстоит проделать большую работу.

При моделировании, компьютерном эксперименте, в системах диагностики и мониторинга имеется общая проблема интерпретации результатов. Как известно, визуализация информации позволяет интенсифицировать процесс познания человека, подключив интуитивные способности исследователя. Это достигается с помощью специальных средств компьютерной графики. Применение технологии виртуально-интуитивного извлечения информации позволит при моделировании и эксперименте более эффективно выявлять новые трибологические эффекты и явления.

Проблемы экономики и триботехники

Работа узлов трения машин, оборудования и транспортных средств осуществляется на всех этапах создания общественного продукта. Триботехнические характеристики узлов трения наравне с конструкцией машин, качеством их изготовления, режимом эксплуатации и другими аспектами

оказывают существенное влияние на многие экономические (и экологические) показатели работы машин, механизмов и технологического оборудования. Большинство машин (85-90%) выходит из строя по причине износа деталей. Расходы на ремонт машин оборудования и транспортных средств составляют в нашей стране десятки миллиардов рублей в год. При развитии промышленности эта цифра естественно увеличивается. Затраты на ремонт и техническое обслуживание машины в несколько раз превышают ее стоимость: для автомобилей в 6 раз, для самолетов до 5 раз, для станков до 8 раз. Трудоемкость ремонта и технического обслуживания многих строительных и дорожных машин за срок их службы примерно в 15 раз превышает трудоемкость изготовления новых. Большие материальные потери народное хозяйство терпит от повышенного трения в узлах машин. Известно, что больше половины топлива, потребляемого автомобилями, тепловозами и другими видами транспорта, расходуется на преодоление сопротивления, создаваемого трением в подвижных сочленениях. Потери от трения и затраты, связанные с ними, составляют от 1% до 4% национального продукта стран, что не может не оказывать существенного влияния на развитие экономики любой страны. В последние годы проявляется повышенное внимание к развитию триботехники, к оптимизации триботехнических решений и внедрений в практику достижений триботехники. По оценкам экспертов, широкое внедрение в производство уже известных достижений триботехники способно на 25-30% сократить потери от трения, причем первые 10-15% из них – без заметных капитальных вложений.

В целом триботехника должна решать узловые проблемы экономики, относящиеся к сырьевым, энергетическим и трудовым ресурсам страны. Эти важные задачи потребуют в ряде случаев пересмотра планов научно-исследовательских работ, решения теоретических вопросов трения, изнашивания и смазки машин. Ряд прогрессивных методов повышения ресурса деталей, эффективных смазочных материалов, покрытий и т. п., подробно описанных в литературе и проверенных на отдельных предприятиях, не может получить массового применения в промышленности. На их пути встает стремление

сохранить традиционную технологию и предельно низкую себестоимость продукта, игнорируя то обстоятельство, что экономия на заводе часто приводит к потерям при эксплуатации и ремонте выпускаемых изделий. Разработка научных программ по проблемам износостойкости диктуется экономической значимостью этой проблемы для народного хозяйства. Управление процессом изнашивания является центральным звеном таких национальных проблем, как экономия энергии, сокращение расхода материалов, а также надежность и безопасность механических систем.

Кроме того, здесь не стоит забывать о проблеме износостойкости и людских ресурсах. В связи с увеличением количества действующих машин и оборудования за последние годы во всех развитых странах возникла проблема специалистов для обслуживания и ремонта. Рост потока машин всюду опережает увеличение числа опытных механиков. Для подготовки механиков высокой квалификации необходимо несколько лет обучения и накопления опыта. Очень велики затраты на обслуживание автомобилей и их ремонт. Здесь вопросы триботехники являются главными в снижении этих видов затрат. Выход из строя деталей, разрегулировка, производство смазочных работ, контроль технического состояния узлов трения – все это требует привлечения к работе опытных высококвалифицированных специалистов. И здесь вопросы триботехники являются главным фактором в сокращении потребности в людских ресурсах.

Триботехника, интересы здоровья и охраны окружающей среды

Этот вопрос к настоящему времени находится еще в стадии постановки, однако модно утверждать, что триботехника имеет непосредственное отношение к здоровью людей и охране окружающей среды.

Использование асбестосодержащих накладок в тормозах автомобилей, наличие паров топлива в кабинах транспортной техники, повышенные вибрации в машинах в результате износа подшипников, биение валов, зубчатых передач – все эти и им подобные недостатки, относящиеся к низкому уровню решений вопросов триботехники, оказывают существенное влияние на здоровье обслуживающего персонала и население города. Причинами крупных аварий и катастроф были

утечки через уплотнения взрывоопасных продуктов, задиры и повышенный износ ответственных деталей, разрушение контактных поверхностей подшипников, рельсов, бандажей колес, поломки зубьев шестерен, заклинивание плунжерных пар и т. п. Двигатели автомобилей с изношенными цилиндрами и поршневыми кольцами не только потребляют больше топлива, но и значительно увеличивают загазованность городов и поселков. Недостаточная износостойкость уплотнительных устройств, перегрев подшипников, износ валов часто вызывают течи масла, топлива, рабочей жидкости гидравлических систем. Все это приводит к непроизводительному потреблению энергии, порче асфальтовых покрытий и уничтожению растительности. Непредусмотренный ремонт машин в пути, проведение технического обслуживания машин в полевых условиях приводит к загрязнению окружающей среды отходами масла, к потерям топлива и т.п. Особое внимание необходимо обратить на попадание в окружающую среду отработанных картерных масел двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и методов их утилизации. Наибольшую опасность представляют моющие присадки к маслам, что вызывает увеличение количества загрязняющих примесей и накопление их в масле при картерной смазке. Среди этих загрязнений – полициклические ароматические углеводороды с сильно выраженными канцерогенными свойствами.

Научно-технические направления, которые необходимо осуществить в ближайшем десятилетии, для того чтобы машины, механизмы и технологическое оборудование нового поколения отвечали необходимым требованиям по экологии, следующие:

- разработка и применение смазочных материалов 4 и 5 поколений и присадок к ним. Смазочные материалы должны быть менее токсичными и обеспечивать значительное снижение потерь на трение и износ узлов трения различного класса и назначения, в том числе в ДВС;
- применение для ряда узлов трения экологически чистых масел, животного и растительного происхождения;

- применение новых экологически чистых триботехнических конструкционных материалов и технологий для повышения износостойкости и несущей способности пар трения разного класса и назначения;
- использование экологически чистых фрикционных и антифрикционных материалов, не содержащих асбеста, свинца, фенола и других токсичных ингредиентов и добавок;
- совершенствование конструкций антифрикционных узлов трения (в том числе уплотнений);
- рационализация и оптимизация работы узлов трения на основе учета конкретных условий и критериев эксплуатации;
- использование ускоренных методов испытаний и рационального цикла испытаний для выбора оптимальных материалов (в том числе смазочных) для конкретных конструкций узлов трения и условий их эксплуатации;
- использование таких режимов эксплуатации машин, транспортных средств и технологического оборудования, которые снижают объем вредных выбросов в окружающую среду;
- ускорение перевода машин и механизмов на использование более чистых источников энергии (солнечной, водородной, электрической);
- повышение знаний инженеров и обслуживающего персонала в области триботехники, а также взаимосвязи триботехнических показателей с экономикой и экологией.

Проблемы технического обновления различных отраслей машиностроения

Ушедший в историю 20 век не освободил механиков от многолетних и не всегда успешных поисков путей обновления морально и физически устаревшего, изношенного оборудования, ставшего во многих отраслях машиностроения основной причиной снижения эффективности и ресурса работы.

Любое обновление устаревшего оборудования затрагивает три главнейших аспекта: конструктивный, металловедческий и триботехнический – по причине их технологической связи. Причем триботехнический аспект в общей системе

обновления устаревшего оборудования не менее значим и так же сложен, как и два других. Это касается различных видов механического изнашивания: абразивного, гидроабразивного, ударноабразивного в условиях трения скольжения, качения, удара по абразиву и металлу с охлаждением при низких температурах всухую, а также при наличии смазочного материала.

Если анализировать многочисленные экспериментальные данные, убедительно свидетельствующие о сложности проблемы обновления устаревшего оборудования и инструмента путем комплексного подхода к ее решению, то очевидным становится то, что триботехнические, а также металловедческие аспекты в ней или трудно решаемы, или требуют новых научных и технологических решений. Такая ситуация характерна для подавляющего большинства различных отраслей машиностроения. Поиск таких решений уже ведется.

Необходимо добавить, что организационная сторона обновления оборудования стала не менее значима, чем научная. Организационная сторона проблемы в условиях рыночной экономики усложняется отсутствием единого координирующего центра, способного объединить усилия ведущих научных коллективов на наиболее приоритетных направлениях с возможностью контролировать и выверять значимость получаемых результатов по конечной поставленной цели применительно к определенным отраслям машиностроения. В настоящее время имеет место разобщенность, несогласованность и несопоставимость выполняемых исследований отдельными учеными и даже организациями по причине неудовлетворительной взаимной информированности и недостатка творческого общения; резко сократилась журнальная информация, а малочисленность вузовской аспирантуры привела к невозможности решать фундаментальные задачи металловедения, триботехники, технологии машиностроения по причине острого дефицита не только денежных средств, научных и технических кадров, но и устаревшей или вообще полностью отсутствующей в ВУЗах испытательной базы. В настоящее время ВУЗы, несмотря

на имеющиеся конструкторские возможности, не могут предложить новые изделия в готовом виде даже для опытных испытаний в натурных условиях.

Такова действительность, не учитывать которую при решении столь важной проблемы нельзя, но искать возможные решения необходимо, если учесть, что в большом комплексном перечне проблем, которые необходимо решить для дальнейшего развития технического прогресса, обновление морально и физически устаревшего оборудования всегда будет стоять в ряду первоочередных задач.

Заключение

Триботехнические явления должны учитываться при проектировании и эксплуатации машин и механизмов. Они проявляются при земляных работах, в сельском хозяйстве, строительстве, добывающей промышленности и во многих других случаях. Потери средств от трения и износа в развитых странах составляют 4-5% национального дохода, а преодоление сопротивления трения поглощает во всем мире 20-25% вырабатываемой за год энергии. Анализ специальных комитетов Международного совета по трибологии показал, что за полный цикл эксплуатации машин эксплуатационные расходы, затраты на ремонт и запасные части в несколько раз превышают затраты на изготовление новой техники.

Повышение экономически и экологически целесообразной долговечности и надежности машин, технологического оборудования и инструмента непосредственно связано с повышением износостойкости. Решение этой актуальной и практически необходимой задачи возможно только на базе глубоких, научно обоснованных решений. Управление трением, правильный выбор материалов по критериям трения и износостойкости, рациональное конструирование узлов трения и деталей машин и оптимизация условий эксплуатации могут существенно продлить срок жизни и повысить эффективность машин, снизит вредные экологические воздействия при незначительном увеличении их стоимости. В этой связи исключительное значение приобретают работы в области триботехнического материаловедения, а также теоретические и экспериментальные исследования в области физико-химической механики процессов трения и изнашивания с использованием новейших испытательных

средств и измерительной техники, которые могут раскрыть и изыскать новые способы снижения потерь на трение и повышения износостойкости машин, приборов и оборудования. Задача повышения экономически и экологически целесообразной долговечности узлов трения крайне усложняется каждый год, так как неумолимая тенденция развития науки, техники и технологии обязательно ведет к ужесточению и усложнению режима работы машин, а значит, узлов трения и деталей по нагрузкам, скоростям, температурам, диссипируемым энергиям, вибрации и т.д. Хорошо известно также, что стремление снизить материалоемкость машин приведет к уменьшению габаритов и удельных массовых характеристик узлов трения, которые еще более усложнят задачу. Принципиально новой является задача повышения износостойкости элементов оборудования ядерной энергетики. Исключительное значение приобретают работы по изнашиванию узлов трения и деталей автоматизированных и программируемых устройств, особенно для роботов и манипуляторов.

Борьба с потерями энергии и выходом из строя машин и оборудования от трения и износа во многих странах стала государственной задачей. Во многих странах большие коллективы научных работников и инженеров работают над проблемами трения и изнашивания. Этим работам в передовых промышленно развитых странах уделяется повышенное внимание на государственном уровне.

Литература

1. Основы трибологии (трение, износ, смазка)/ А. В. Чичинадзе, Э. Д. Браун, Н. А. Буше и др.; Под общ. ред. А. В. Чичинадзе: Учебник для технических вузов. – 2- изд., переработ. и доп. – М.: Машиностроение, 2001.
2. Гаркунов Д. Н. Триботехника (износ и безызносность): Учебник. – 4-е изд., переработ. и доп. – М.: «Издательство МСХА», 2001.
3. Трибология: Исследования и приложения: опыт США и стран СНГ/ Под ред. А. В. Белого, К. Лудемы, Н. К. Мышкина. – М.:Машиностроение; Нью-Йорк: Аллертон Пресс, 1993.
4. Силин А. А. Трение и его роль в развитии техники. – М.: Наука, 1983.
5. Голего Н. Л., Будя А. П., Коценко А.В., Натансон М. Э. Особенности построения и реализации банка данных по трибологии// Проблемы трения и изнашивания. – 1989, вып. 36.
6. Сорокин Г. М. Проблемы технического обновления различных отраслей машиностроения// Трение и износ. – 2001, том 22, № 3.
7. Захаров С. М. Задачи компьютерной трибологии// Трение и износ. – 2002, том 23, № 3.
8. В.И.Балабанов, В.И.Беклемышев, Н.И.Махонин. Трибология для всех. Москва – 2002 г.