

ЛЕКЦИЯ-1.

ВЕДЕНИЕ В ТРИБОЛОГИИ. ЭТАПЫ РАЗВИТИЕ ТРИБОЛОГИИ И ТЕОРИИ ТРЕНИЕ.

Известно, что большинство машин (85...90%) выходит из строя по причине износа деталей. 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.

Большие материальные потери народное хозяйство терпит от повышенного трения в узлах машин. Более половины топлива, потребляемого автомобилями, тепловозами и другими видами транспорта, расходуется на преодоление сопротивления, создаваемого трением в подвижных сочленениях.

Выход из строя деталей и рабочих органов машин при нормальных условиях эксплуатации является следствием физического износа разных видов: *усталостных разрушений, ползучести материалов, механического износа, коррозии, эрозии, кавитации, старения материала и др*

Снижение износа является приоритетным направлением решения таких глобальных проблем как экономия энергии, сокращение расхода материалов, а также обеспечение надежности и безопасности механических систем.

Исходя из этого в последние годы стремительными темпами во всех развитых странах мира развивается триботехника, что в первую очередь связано с требованиями создания экономичных и долговечных машин, приборов и аппаратов, технологического оборудования и инструментов, а также с экологическими проблемами.

Трибология – от греческого наука о трении и процессах, сопровождающих трение. Название этой научной дисциплины произошло от греческих слов «трибос» – трение и «логос» – наука. Трибология, как научная дисциплина, охватывает экспериментально – теоретические исследования физических (механических, электрических, магнитных, тепловых), химических, биологических и других явлений, связанных с внешним трением твердых тел и внутреннем трении твердых и жидких тел.

Триботехника – наука о контактном взаимодействии твёрдых тел при их относительном движении, охватывающая весь комплекс вопросов трения, изнашивания и смазки машин.

Результатами внедрения достижений триботехники в практику являются: *снижение потребления энергии за счет уменьшения трения; снижение затрат на смазочные материалы; снижение затрат на обслуживание и ремонт; исключение потерь, связанных с поломками оборудования; экономия вложений за счет более интенсивного использования оборудования, большого КПД, повышенной долговечности машин.*

Главные задачи трибологии: изучение взаимодействий поверхностных слоев твердых тел в различных условиях; создание новых эффективных

триботехнических материалов для подбора пар трения с целью сознательного управления фрикционным поведением материалов.

Трению сопутствуют процессы трибологического изнашивания, и использование этих знаний трибологии на практике является одним из важнейших разделов триботехники.

Триботехника – наука о контактном взаимодействии твердых тел при их относительном движении, охватывающая весь комплекс вопросов трения, изнашивания и смазывания машин. Другими словами – это наука о практическом применении знаний трибологии при проектировании, изготовлении и эксплуатации трибологических систем для обеспечения требуемого качества на всем их жизненном цикле при наименьших затратах живого и овеществленного труда.

В триботехнике рассматриваются физико-механические свойства контактирующих поверхностей деталей, виды трения в узлах машин, механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин (сюда входит все многообразие видов изнашивания, включая разрушения при контактных нагрузках), механизм и теория безызносности (избирательный перенос при трении), связь сопротивления усталости деталей с процессами трения и изнашивания, распределение износа по поверхности деталей и др.

Значимость триботехники для народного хозяйства обусловлена тем, что большинство машин (85-90%) выходят из строя не из-за поломок, а в результате износа и повреждения поверхностей трения подвижных соединений. Износ деталей является главной причиной снятия машин и оборудования с эксплуатации (при их списании или производстве ремонта).

Затраты на ремонт и техническое обслуживание машин в несколько раз превышают их стоимость: для автомобилей в 6 раз, для самолетов в 5 раз, для станков до 8 раз. Потери от ремонта могут быть сокращены рациональным применением способов, основанных на триботехнике.

В практике появилось большое количество новых износостойких и антифрикционных металлических и металлополимерных материалов, эффективных смазок, новых конструкторских и технологических методов и приемов, обеспечивающих высокую долговечность узлов трения машин.

Получили развитие новые разделы триботехники – трибохимия, трибофизика, трибомеханика и динамическое металловедение.

Трибохимия – изучает взаимодействие контактирующих поверхностей с химически активной средой. Она исследует проблемы коррозии при трении, химические основы избирательного переноса и воздействие на поверхность деталей химически активных веществ, выделяющихся при трении вследствие деструкции полимеров или смазочного материала.

Трибофизика – изучает физические аспекты взаимодействия контактирующих поверхностей при их взаимном перемещении.

Трибомеханика – изучает механику взаимодействия контактирующих поверхностей при трении. Она рассматривает законы рассеяния энергии, импульса, а также механическое подобие, релаксационные колебания при

трении, реверсивное трение, уравнения гидродинамики и др. применительно к задачам трения, изнашивания и смазывания.

Одна из особенностей триботехники выгодно отличающей ее от других отраслей технических знаний, состоит в том, что огромный экономический эффект достигается в основном не техническим перевооружением промышленности, связанным с затратами дополнительных средств и труда, а благодаря использованию знаний накопленных в этой области.

Все вышеизложенное позволяет утверждать, что в современных условиях знание основ триботехники обязательно для каждого инженера-механика.

Инженеру – конструктору оно даст возможность правильно применить конструкцию подвижного сопряжения, подобрать соответствующие материалы трущихся деталей, назначить оптимальный режим работы сопряжения.

Инженеру – технологу триботехника поможет выбрать совершенные методы обработки, инженеру – эксплуатационнику – обеспечить надлежащий режим эксплуатации и обслуживания машин.

В целом триботехника должна решать узловые проблемы экономики, относящиеся к сырьевым, энергетическим, трудовым ресурсам и экономической безопасности страны. Поэтому вопрос подготовки инженернотехнических и научных кадров по триботехнике был и остается весьма актуальным.

Первые попытки осмысления природы трения были сделаны древнегреческим философом Аристотелем. Основываясь на фактах из практики, он отмечал, что любое, в том числе равномерное, перемещение реальных тел в горизонтальной плоскости всегда встречает внешнее сопротивление, причем это сопротивление зависит от веса тела. Но Аристотель не знал принципы инерции и потому не мог понять разницы между сопротивлением, связанным с самим телом (инерцией), и сопротивлением, обусловленным взаимодействием движущегося тела с вне

Большой вклад в исследования вопросов трения внес Леонардо да Винчи (1508 г). Одной из причин невозможности создания вечного двигателя он считал трение. Им впервые было сформулировано понятие о коэффициенте трения, величина которого предполагалась постоянной (0,25) для всех тел при условии одинаковой гладкости их поверхностей. При этом считал, что сила трения зависит от материалов соприкасающихся поверхностей, от качества их обработки, прямо пропорциональна нагрузке и может быть уменьшена путем установки роликов или введения смазки.

Леонардо да Винчи по праву является изобретателем роликового и шарикового подшипников.

В конце XVI века открытие Галилеем закона инерции и понятие о массе тела явилось крупным достижением в механике. Галилей доказал, что свободное тело (т.е. тело, движущееся в пустоте, без всякого внешнего сопротивления) под действием постоянной силы движется равноускоренно. При этом движущая сила (а следовательно, и сила сопротивления ускорению) прямо пропорциональна массе тела. Открытие Галилея позволило четко разграничить сопротивление движению, вызываемое инерцией и возникающее лишь при

изменении скорости (появлении ускорения), от сопротивления внешней среды, которое имеется и при постоянной скорости (без ускорения) и вызвано силами внешнего трения.

В 1699 г. французский ученый Амонтон впервые сформулировал знаменитый эмпирический закон линейной зависимости силы трения от нагрузки:

$$F_{mp} = f * N$$

Большая роль в развитии представлений о трении принадлежит Л. Эйлеру, убедительно объяснившему (в 1750 г.) причину факта, что сопротивление при переходе от состояния покоя к относительному движению всегда больше, чем сопротивление скольжению при тех же условиях.

Для определения силы трения им предложена формула, учитывающая адгезионное схватывание поверхностей:

$$F = A + f * N ,$$

Где:

A – величина учитывающая сопротивление от сцепляемости поверхностей ;

N – нормальная сила, N

Выдающимся упрощением явилась модель дискретного контактирования твердых тел при трении и гипотеза о двойственной природе фрикционного контакта твердых тел. В 50-60-х годах XX в. И.В. Крагельским, Ф. Боуденом и Д.Тейбором на основе этой модели была создана современная молекулярно-механическая теория трения. На сегодняшний день важнейшим итогом развития этой теории является четкая картина процессов трения и износа твердых тел, охватывающая физические (включая механические) и химические сопутствующие явления.

Ш. Кулон. В своем труде «Теория простых машин» (1781 г.) он охватил основные аспекты трения: сопротивление скольжению, сопротивление качению и сопротивление страгиванию. Он обобщил закон Амонтона, показав, что часть силы трения не зависит или слабо зависит от нагрузки:

$$F_{mp} = f N F_c$$

Дальнейший вклад в энергетические аспекты теории трения был сделан Майером (1842 г.), Джоулем (1843 г.), Гельмгольцем (1847 г.). Тогда же (в середине XIX в.) были высказаны и первые предположения об адгезионной природе трения (адгезия – сцепление, слипание поверхностей прижатых друг к другу тел).

Энергетическую теорию трения 1952 году предложил А.Д.Дублин. После его развил Б.И.Костецкий, Л.Бершадский и др.

Данная теория основано на законы термодинамики. Основная часть энергии преобразуется в тепло, т.е.

$$A = Q + \Delta E$$

Где:

A – работа выполняемая силой трения, Q –тепло, образованной за счет силы трения, E –часть работы выполненная силой трения, затраченный на изменения внутренней энергии тела.

Крупным вкладом в развитие механизма трения и смазки явились работы Ю.А. Розенберга и И.Э. Виноградовой «Смазка механизмов машин»(1960 г.), Ф.П. Боудена и Д. Тейбора «Трение и смазка» (1960 г.), И.В. Крагельского и И.В. Виноградовой «Коэффициенты трения» (1962 г.), А.С.Ахматова «Молекулярная физика граничного трения» (1963 г.) и др.