

Дата **19.04.2023 г.** Группа ХКМ 2/1. Курс второй. Семестр IV

Дисциплина: Техническая механика

Специальность: 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

Тема занятия: Основные критерии работоспособности

Цель занятия:

–*методическая* – совершенствование методики проведения лекционного занятия; сочетание инновационных методов обучения с традиционной методикой преподавания;

–*учебная*– дать представление студентам об основных критериях работоспособности машин и деталей;

–*воспитательная*– воспитывать культуру общения с использованием специальной терминологии, усидчивость, внимательность, графические и аналитические способности, чувство гордости за выбранную профессию.

Вид занятия: лекция

Вид лекции: лекция-визуализация

Форма проведения занятия: объяснительно - иллюстративная с использованием моделей зубчатой передачи и с применением технологии компьютерных демонстраций.

Междисциплинарные связи:

Обеспечивающие: Материаловедение, Инженерная графика

Обеспечиваемые: Управление обслуживанием холодильного оборудования и контроль за ним (по отраслям), курсовое и дипломное проектирование.

Обеспечение занятия:

Методическое: электронные плакаты, иллюстративный раздаточный материал.

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Никитин Е.М. Теоретическая механика для техникумов. М.: Высшая школа, 2014
2. Олофинская В.П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий. – Москва, Форум, Инфра М, 2014.
3. Аркуша А.И. Техническая механика. – Москва, Высшая школа, 2013.

Дополнительная литература:

1. Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике. - М.: Высшая школа, 2012.
2. https://www.youtube.com/watch?v=_F8oy32nA8k Детали машин. Критерии работоспособности деталей машин

Тема: Основные критерии работоспособности деталей машин (4 часа)

1. Основные понятия и определения
2. Требования к машинам и их деталям
3. Основные критерии работоспособности деталей машин
4. Выбор материалов для деталей машин
5. Проектировочный и проверочный расчеты
6. Вращательное движение и его роль в механизмах и машинах

1. Основные понятия и определения

Машины играют поистине революционную роль в развитии производительных сил, изменении характера труда и качества жизни в странах, где они получают широкое применение.

Применение машин для механизации и автоматизации процессов преобразования материалов, энергии и информации, а также для перемещения их в пространстве является закономерным следствием редкости и дороговизны людских и материальных ресурсов. Исторически в передовых странах сначала возникали ограничения со стороны рабочей силы в области развития обрабатывающей промышленности. Эта коллизия разрешалась с помощью бережливых труд машин. В свою очередь, интенсивное развитие обрабатывающей промышленности на машинно-технической основе создавало ограничения со стороны сырьевых и топливных ресурсов и диктовало применения машин в сырьевых отраслях.

Во всех отраслях народного хозяйства машины применяют в самых широких масштабах. Под *машиной* понимают устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации. В зависимости от основного назначения различают три вида машин: энергетические, рабочие и информационные.

Энергетические машины предназначены для преобразования любого вида энергии в механическую (электродвигатели, электрогенераторы, двигатели внутреннего сгорания, турбины, паровые машины и т. п.).

Рабочие машины, в свою очередь, делятся на технологические (металлообрабатывающие станки, прокатные станы, дорожные, сельскохозяйственные машины) и транспортные (автомобили, тепловозы, самолеты, вертолеты, подъемники, конвейеры и т. п.).

Информационные машины предназначены для преобразования информации.

Машину, в которой все преобразования энергии, материалов, информации выполняются без непосредственного участия человека, называют автоматом. Машина и в особенности автомат облегчают труд человека, увеличивают производительность труда и обеспечивают высокое качество выполнения рабочего процесса.

Основу большинства машин составляют механизмы.

Механизмом называют систему тел, предназначенных для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел. Простейшей частью механизма является звено.

Звено — это твердое тело, входящее в состав механизма. Звено механизма может состоять из нескольких деталей, не изменяющих между собой относительного движения.

Соединение двух соприкасающихся звеньев, допускающее их относительное движение, называют *кинематической парой*. Кинематические пары бывают *низшие* и *высшие*. Звенья низших пар соприкасаются по поверхностям (поступательные, вращательные и винтовые пары), звенья высших пар соприкасаются по линиям и точкам (зубчатые пары, подшипники качения).

Любая машина состоит из деталей и сборочных единиц.

Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций (болт, вал, зубчатое колесо, корпус редуктора, станина станка и др.).

Сборочная единица — изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сваркой, склеиванием и т. п.), например подшипники, муфта, редуктор и др.

Анализируя конструкции различных машин, их сборочных единиц и деталей, нетрудно заметить, что многие типы деталей и сборочных единиц встречаются почти во всех машинах с одними и теми же функциями, например болты, механические передачи, валы, подшипники и др. Эти детали (сборочные единицы) называются *деталью общего назначения*.

Все детали и сборочные единицы общего назначения делятся на три основные группы: соединительные детали и соединения (сварные, резьбовые, шпоночные и др.); передачи вращательного движения (зубчатые, червячные, ременные и др.); детали и сборочные единицы, обслуживающие передачи (валы, подшипники, муфты и др.).

2. Требования к машинам и их деталям

В соответствии с современными тенденциями к большинству проектируемых машин предъявляют следующие общие требования:

- высокая производительность;
- точность, надежность и долговечность;
- экономичность изготовления и эксплуатации;
- удобство и безопасность обслуживания;
- транспортабельность;
- современный дизайн.

При расчетах, конструировании и изготовлении машин должны строго соблюдаться *стандарты*: государственные (ГОСТы), отраслевые (ОСТы), предприятий (СТП). Стандартизация в области деталей машин охватывает материалы, геометрические параметры (предпочтительные ряды размеров, форма и размеры резьбы, шлицевых, шпоночных соединений, исходные контуры зацепления и др.), нормы точности, последовательность создания и характер конструкторской документации, правила оформления чертежей.

Стандарты в максимально возможной степени основываются на стандартах Международной организации по стандартизации (ISO).

Применение в машине стандартных деталей и узлов уменьшает количество типоразмеров, обеспечивает взаимозаменяемость, позволяет быстро и дешево изготовлять новые машины, а в период эксплуатации облегчает ремонт. Изготавливают стандартные детали и узлы машин на специализированных заводах или в специализированных цехах, что повышает их качество и снижает стоимость.

Стандартизация изделий, узлов и деталей предполагает их унификацию. *Унификация* — приведение изделий одинакового функционального назначения к единообразию, включающее обеспечение преемственности при изготовлении и эксплуатации. Показателем уровня стандартизации и унификации является *коэффициент применяемости по типоразмерам деталей*, определяемый как отношение разности общего числа типоразмеров деталей и числа типоразмеров впервые разработанных деталей к общему числу типоразмеров деталей в изделии.

Одним из главных требований, предъявляемых к машинам и их деталям, является технологичность конструкции, которая существенно влияет на стоимость машины.

Технологичной называют такую конструкцию, которая характерна наименьшими затратами при производстве, эксплуатации и ремонте.

Технологичность конструкции характеризуется:

- 1) применением в машине деталей с минимальной механической обработкой. С этой целью широко используют штамповку, точное литье, фасонный прокат, сварку;
- 2) унификацией деталей, т. е. применением одинаковых деталей в различных узлах машины;
- 3) максимальным применением стандартных конструктивных элементов деталей (резьбы, канавок, пазов, фасок и др.), а также стандартных допусков и посадок;
- 4) применением деталей и узлов, ранее освоенных в производстве;
- 5) учетом количества выпускаемых изделий (серийности), условий изготовления и технологической целесообразности;
- 6) снижением трудоемкости сборочных операций, удобной компоновкой с легкодоступными местами крепления, возможностью применения сборочных автоматов, роботов;
- 7) возможностью «сращивания» систем автоматизированного проектирования и производства.

Показателями технологичности конструкции являются: трудоемкость, материалоемкость, энергоемкость в изготовлении, обслуживании, эксплуатации и ремонте.

Показатели стандартизации и технологичности характеризуют качество изделия.

3. Основные критерии работоспособности деталей машин

Работоспособность определяется по нескольким критериям:

- прочность
- жѐсткость
- износостойкость
- теплостойкость
- виброустойчивость
- надѐжность
- коррозионная стойкость.

Прочность - главный критерий работоспособности большинства деталей. Различают разрушение деталей статической прочности или сопротивления усталости. Потеря статической прочности происходит тогда, когда значение рабочих напряжений превышает предел статической прочности. Потеря сопротивления усталости происходит в результате длительного действия переменных напряжений, превышающих предел выносливости материала.

Задача обеспечения необходимой прочностью состоит в том, чтобы определить размеры и формы деталей, исключая возможность возникновения недопустимо большой остаточной деформации, преждевременных поломок и поверхностных разрушений. Прочность оценивается сравнением расчетных напряжений с допускаемыми.

Жѐсткость характеризуется изменением размеров и форм детали под нагрузкой. Расчѐт на жѐсткость предусматривает ограничение упругих перемещений детали в пределах, допустимых для конкретных условий работы (например, качество зацепления зубчатых колѐс и условия работы подшипников ухудшаются при больших прогибах валов). Требования к жесткости деталей машин определяются условиями прочности деталей (в случае опасности неустойчивого равновесия или при ударных нагрузках).

Устойчивость – критерий, определяющий размер длинных и тонких деталей, работающих на сжатие. Тонких пластин, подверженных сжатию в плоскости пластин. Оболочек, подверженных внешнему давлению. Полок тонкостенных валов.

Износ – процесс постепенного изменения размеров деталей в результате трения. Износ ограничивает долговечность деталей по следующим критериям:

- По потерям точности (приборы, измерительный инструмент, прецизионные станки – очень точные)

- По снижению КПД, увеличению утечек (цилиндр и поршень двигателя внутреннего сгорания)
- По увеличению шума (передача транспортных машин)
- По полному истиранию (деталь не пригодна к работе).

Виды изнашивания в машинах делят на 3 группы:

- 1) Механическое (абразивные) – из-за царапания деталей друг другом;
- 2) Молекулярно-механическое (при схватывании или заедании) – для всех червячных, зубчатых передач и др.;
- 3) Коррозионно-механическое (продукты коррозии стираются механическим путем).

Интенсивность изнашивания, а, следовательно, и срок службы детали зависят от давления, скорости скольжения, коэффициента трения и износостойкости материала.

Для уменьшения изнашивания широко используют смазку трущихся поверхностей и защиту от загрязнения, применяют антифрикционные материалы, специальные виды ХТО поверхностей и т.д. Износостойкость деталей машин существенно уменьшается при наличии коррозии.

Теплостойкость. Работа машин сопровождается тепловыделением, вызываемая рабочим процессом и трением в механизмах.

В результате тепловыделения могут возникнуть вредные для работы машин явления:

- Понижение защитной способности масляного слоя, разделяющего трущиеся поверхности.
- Изменение зазоров подвижных соединений из-за обратимой температурной деформации.
- Изменение свойств трущихся поверхностей (понижение коэффициента трения в тормозах).
- Понижение точности машин вследствие обратимой температурной деформации.

Чтобы не допустить вредных последствий перегрева на работу машины, выполняют тепловые расчёты и, если необходимо, вносят соответствующие конструктивные изменения (например, искусственное охлаждение).

Виброустойчивость. Вибрации вызывают дополнительные переменные напряжения и, как правило, приводят к усталостному разрушению деталей. Под виброустойчивостью понимают способность конструкции работать в нужном диапазоне режимов без недопустимых колебаний. В настоящее время применяют:

1. Расчёты частот собственных колебаний, используемые для предотвращения резонанса колебаний, иногда для установления причин колебаний работающих машин.
2. Расчёты амплитуд и устойчивости колебаний.

Автоколебания – источники шума. Шум может быть критерием качества изготовления машин.

Меры борьбы с шумом: Повышение точности и чистоты обработки; Понижение сил удара конструктивными методами; Применение материала с повышенным внутренним трением

Надёжность – это вероятность безотказной работы в течение заданного срока службы без поломок и внеплановых ремонтов. Под заданным сроком службы понимают время одного планового ремонта или между плановыми ремонтами. Надёжность может определяться для машины в целом, агрегатов, узлов и деталей. При оценке надёжности могут быть выбраны различные показатели: число отказов в работе, срок службы в часах, число километров пробега и т.д. Коэффициент надёжности сложной детали равен сумме коэффициентов надёжности отдельных элементов: чем больше элементов имеет машина, тем меньше ее надёжность.

Меры повышения надёжности: повышение долговечности изделий; повышение запаса прочности; обеспечение хорошей системной смазки; если возможны перегрузки, то необходимо применять предохранительные устройства, повышение ремонтпригодности изделий.

Коррозионная стойкость — способность материалов сопротивляться коррозии, определяющаяся скоростью коррозии в данных условиях. Для оценки скорости коррозии используются как качественные, так и количественные характеристики. Изменение внешнего вида поверхности металла, изменение его микроструктуры являются примерами качественной оценки скорости коррозии.

4. Выбор материалов для деталей машин

Выбор материалов является ответственным этапом проектирования. Правильно выбранный материал в значительной мере определяет качество детали и машины в целом.

Выбирая материал, учитывают в основном следующие факторы:

- 1) соответствие свойств материала главному критерию работоспособности (прочность, жесткость, износостойкость и др.);
- 2) весовые и габаритные требования к детали и машине в целом;
- 3) другие требования, связанные с назначением детали и условиями ее эксплуатации (противокоррозионная стойкость, фрикционные свойства, электроизоляционные свойства и т.д.);
- 4) соответствие технологических свойств материала конструктивной форме и намечаемому способу обработки детали (штампуемость, свариваемость, литейные свойства, обрабатываемость на станках и т.д.);
- 5) стоимость и дефицитность материала.

Для изготовления деталей машин применяют различные материалы.

Черные металлы, подразделяемые на чугуны и стали, имеют наибольшее распространение. Это объясняется, прежде всего, их высокой прочностью и жесткостью, а также сравнительно невысокой стоимостью.

Основными недостатками черных металлов являются большой удельный вес и слабая коррозионная стойкость.

Цветные металлы – медь, цинк, свинец, олово, алюминий и некоторые другие применяют, главным образом, в качестве составных частей сплавов (бронз, латуней, баббитов, дюралюминия и т.д.). Эти металлы значительно дороже черных и используются для выполнения особых требований: легкости, антифрикционности, антикоррозионности и др.

Неметаллические материалы – дерево, резина, кожа, асбест, металлокерамика и пластмассы – находят в машиностроении широкое применение.

Пластмассы являются материалами, широко применяющимися в современном машиностроении.

Общим для всех пластмасс является способность формироваться вследствие пластических деформаций при сравнительно невысоких температурах и давлениях. Это позволяет получать из пластмасс изделия почти любой сложной формы высокопроизводительными методами: литьем под давлением, штамповкой, вытяжкой, выдуванием и т.д.

Вторым преимуществом пластмасс, которое следует подчеркнуть, является сочетание легкости и высокой прочности, характеризующее удельной прочностью. По этому показателю некоторые виды пластмасс могут успешно конкурировать с лучшими сортами стали и дюралюминия.

Высокая удельная прочность позволяет широко использовать пластмассы в конструкциях, вес которых имеет особо важное значение (авиация, автомобилестроение и т.д.).

Отрицательным, пока еще не устраненным, свойством пластмасс является склонность их к так называемому старению. Старение сопровождается постепенным изменением механических характеристик и даже размеров деталей в процессе эксплуатации.

5. Проектировочный и проверочный расчеты

Проектировочным расчетом называют определение основных размеров детали при выбранном материале по формулам, соответствующим главным критериям работоспособности (прочности, жесткости, износостойкости и др.). Этот расчет выполняют в тех случаях, когда размеры конструкции заранее неизвестны. Реальную конструкцию заменяют расчетной схемой; по существу неоднородный и несплошной материал детали рассматривают как однородный и сплошной; идеализируют нагрузку, форму детали, опоры. Неточности расчета компенсируют коэффициентами запаса, которые каждая отрасль машиностроения рекомендует для конкретных деталей.

Проектировочный расчет является предварительным и упрощенным. Он необходим для определения размеров, без которых невозможна первая чертежная проработка конструкции.

Проверочным расчетом называют определение фактических характеристик главного критерия работоспособности детали или определение

наибольшей допустимой нагрузки на деталь по допускаемым значениям главного критерия работоспособности. При проверочном расчете определяют фактические (расчетные) напряжения и коэффициенты запаса прочности, действительные прогибы и углы поворота сечений, температуру, ресурс при заданной нагрузке или допустимую нагрузку при заданных размерах и т. д.

Проверочный расчет является уточненным; его проводят, когда форма и размеры детали определены из проектировочного расчета или приняты конструктивно, разработана технология изготовления (способ получения заготовки, вид термообработки, качество поверхности и др.).

Расчеты и конструирование органически связаны.

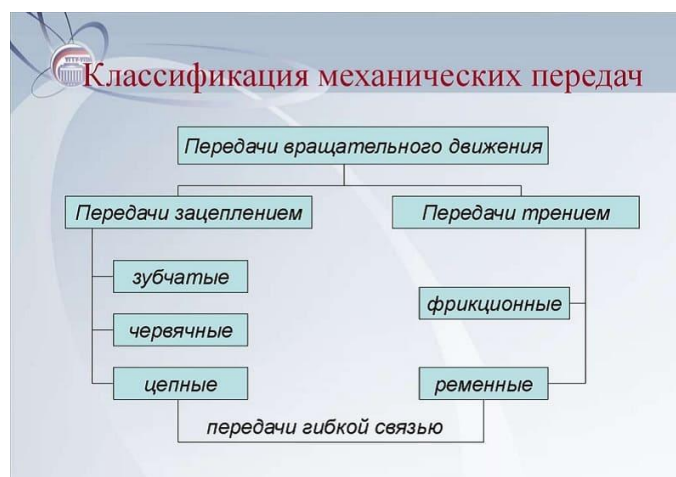
Конструированием называют творческий процесс создания чертежей механизма или машины на основе проектировочных и проверочных расчетов. При разработке конструкции машины рассматривают различные варианты с целью получения оптимальной конструкции при наименьшей стоимости ее изготовления и эксплуатации. Задачи оптимизации выполняют с применением ЭВМ.

Конструирование требует всестороннего анализа статистического материала, отражающего опыт проектирования, изготовления и эксплуатации машин данного типа, а также требований современного машиностроения.

6. Вращательное движение и его роль в механизмах и машинах

Между валами двигателя и рабочей машины, а также между органами самой машины устанавливают механизмы для включения и выключения, изменения скорости и направления движения. Носящие общее название - передачи. Передачи вращательного движения широко применяются в механизмах и машинах. Они служат для изменения частоты и направления вращения, обеспечивают непрерывное и равномерное движение.

Вращательное движение в машинах и механизмах передается посредством гибких передач - ременных, цепных и через жесткие передачи - фрикционные, зубчатые. В ременных и фрикционных передачах используются силы трения, а в зубчатых и цепных - непосредственное механическое зацепление элементов передачи. Каждая из передач имеет ведущее звено, сообщаемое движение, и ведомые звенья, через которые движение передается от данного механизма к другому, связанному с ним.



Важнейшей характеристикой передач вращательного движения является передаточное отношение, или передаточное число.

Отношение угловой скорости, частоты вращения (числа оборотов в минуту) и диаметров одного из валов к соответствующим величинам другого вала, участвующего в совместном вращении с первым валом, называется передаточным отношением, которое принято обозначать буквой i . Отношение частоты вращения ведущего вала к частоте вращения ведомого называют передаточным числом, которое показывает, во сколько раз ускоряется или замедляется движение.

Контрольные вопросы

1. Что является простейшей частью механизма ?
2. Перечислить критерии работоспособности деталей машин
3. Указать меры повышения надежности
4. Общее свойство для всех пластмасс
5. Указать основные недостатки черных металлов

Задание для самостоятельной работы.

1. Краткий конспект 4,5,6 вопросов
2. Ответить на контрольные вопросы
3. Фотографии конспекта и вопросов прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографиях сверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, **19.04.2023 г.**, группа ХКМ 2/1, Техническая механика».