

*Из всех изобретенных человеком машин
самая эффективная — книга.
Нортрон Фрай*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Техническая механика. Детали машин и основы конструирования» имеет свои особенности, связанные с тем, что эта дисциплина объемная и сложная для восприятия и понимания студентами. Сложность заключается, с одной стороны, в рассмотрении реальных технических задач, анализе и расчете работоспособности деталей и узлов машин, которые требуют знания ранее изученных отдельных технических дисциплин для приобретения навыков целостной методики проектирования, а с другой — в изучении разнообразных и совершенно не похожих конструкций деталей машин. Изучаемые вопросы курса связаны не только с назначением и применением, технико-экономических показателей деталей и узлов машин, но и с принципами конструирования, прочностной надежности и долговечности работы, а также перспектив развития техники.

Известно, что любая технологическая машина состоит из двигательного, передаточного и исполнительного механизмов. В связи с этим в учебнике «Техническая механика. Привод технологических машин» представлена основная часть курса «Детали машин и основы конструирования». При написании учебника автор руководствовался программами курсов «Физика», «Теоретическая механика», «Техническая механика», «Теория механизмов и машин», «Техническая механика. Часть 1. Сопrotивление материалов», «Техническая механика. Часть 2. Детали машин и основы конструирования», «Материаловедение», «Основы взаимозаменяемости».

Учебник состоит из 12 глав, где изложен материал, представляющий собой совокупность обязательных требований при реализации профессиональных образовательных программ бакалавриата и магистратуры по указанным направлениям подготовки. Книга содержит как общетеоретические положения: конструкция систематизированных по назначению деталей и узлов машин, расчет привода, оптимальный выбор (двигатель, редуктор, коробка скоростей, вариатор, муфты) с последующим подробным изучением и проектированием механических передач, валов и подшипников, так и конкретные примеры, иллюстрирующие теоретический анализ.

В современных машинах в настоящее время получил широкое применение гидропривод (пневмопривод), который органично связан с электромеханическим приводом, поэтому в книге рассмотрены основные виды и конструкции гидропривода, показана взаимосвязь с механизмами. Отметим, что в разделах учебника описывается история создания рассматриваемого объекта, эволюция, а также новейшие достижения в области машиностроения. Результаты триботехнических исследований механизмов, в частности зубчатых, винтовых и червячных передач, отражены в соответствующих разделах. Даны эксплуатационные рекомендации, имеющие производственную эффективность.

Учитывая, что на данном этапе обучения студенту трудно представить ряд технологических машин конкретной отрасли промышленности, в качестве теоретических примеров узлов машины в учебнике рассматривается известный объект — велосипед, который хорошо знаком молодежи и, пожалуй, стоит на втором месте после гаджета. К тому же велосипед является транспортно-технологической машиной. Предполагаем, что изложение теоретического материала с проведением аналогий механизмов велосипеда, которые «известны» читателю, вызовут интерес, а может быть, возможные открытия, которые, казалось бы, ранее были понятны. Надеемся, что это будет мотивацией к более глубокому изучению техники машин. Конкретизация посредством демонстрации известных примеров зачастую облегчает восприятие теоретического изложения. Известно, что новые знания легче воспринимаются, если студент движется по пути исследователя [1].

Настоящее издание является результатом многолетнего научно-педагогического опыта автора и его коллег по ИГХТУ: В. Г. Мельникова, Н. И. Замятиной, В. А. Годлевского, С. А. Егорова, К. Г. Березина, В. В. Бойцовой, А. А. Мельникова, Р. Э. Аллахвердиева, Д. В. Смирнова и др., в областях теоретической механики, теории механизмов и машин, инженерной графики, деталей машин и основ конструирования, технической механики, триботехники, а также многочисленных публикаций по результатам исследований работы механических передач и устройств современной техники.

Издание предназначено для использования в качестве учебника при подготовке специалистов механических направлений (бакалавриат, магистратура) в вузах.

*Инженерная карьера
потому и заманлива,
что люди могут творить,
т. е. могут испытывать
счастье...
В. Е. Грум-Гржимайло*

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на многообразие отраслей в машиностроении и промышленных специальностей, есть нечто общее, что объединяет все виды инженерно-технической деятельности, — это техника, применимая для практической пользы. Инженерно-техническая профессия требует целостного представления об объекте проектирования и эксплуатации, владения логическим и творческим мышлением, знания законов механики и языка формул, механизмов и машин, языка чертежей и схем, прочности, условий работоспособности, надежности и долговечности деталей машин в сочетании с научными и технико-экономическими знаниями.

Дисциплина «Техническая механика» играет важную роль в формировании этих навыков у будущего специалиста, способствует умению самостоятельно ориентироваться в производственной деятельности. В современных условиях техника может быть рассмотрена, с одной стороны, как технология, с другой — выступает как многообразие объектов инженерно-технической рациональной деятельности, базирующееся на знании законов, закономерностей и принципов, выработанных наукой [2].

Результатами освоения дисциплины «Техническая механика. Детали машин и основы конструирования» являются техническая грамотность и культура, уровень которых позволяет видеть инженерную задачу с различных сторон в системе конгломерата знаний ранее изученных дисциплин. Сюда относятся математика, физика, теоретическая механика как базовые дисциплины и материаловедение, технология конструктивных материалов, основы технологии машиностроения, электротехника и электроника, основы взаимозаменяемости, метрология, сертификация, стандартизация, теория механизмов и машин, сопротивление материалов, основы триботехники, инженерная и компьютерная графика как прикладные. Машина работоспособна только при условии правильно созданной конструкции, технически совершенна при условии высоких технико-экономических показателей, надежна при условии выполнения основных критериев со всеми этапами проектирования, производства и эксплуатации техники, и все это зависит от специалиста.

Вы можете сейчас сказать: придет время, тогда и решим все возникшие технические и производственные проблемы. Не ждите, что ваши планы всегда будут воплощаться в жизнь как по мановению волшебной палочки. «Мудрость людей измеряется не опытом, а способностью к опыту» (Марк Твен). Для приобретения профессиональной способности нужны знания, умения, навыки технического мышления, принципы постановки и формулировки задачи, опыт

принятия решений. Мудрец учит воспринимать проблемы как возможность для учёбы и профессионального роста. Тогда при условии выполнения совета мудреца рассматриваемые технические задачи будут решены оптимально и грамотно и на высоком профессиональном уровне. Вообще, современный человек должен учиться всю жизнь, только в этом случае он сможет не отстать от развития своей отрасли. «Как только вы перестаете учиться, вы умираете» (Альберт Эйнштейн).

Учебник имеет материал, содержание которого логически структурировано, где рассматриваемый раздел является последовательностью предыдущего раздела и в то же время каждый раздел является самостоятельной частью учебника. Особенность данной формы учебника состоит не в строгой последовательности учебной программы предмета «ДМ и ОК», а в той логике изучения, которая имеет значение более простого понимания для учащихся.

Хотелось бы, чтобы студент понимал, что механизм и машина — это «живая» система, подчиняющаяся основным законам движения твердых тел. Говоря чуть более простым языком: кинематика как бы отвечает на вопрос «Как тело движется?», динамика — «Почему тело движется?», а статика — «При каких условиях тело будет находиться в равновесии?». Так как недеформируемых тел в природе не существует, поэтому общая техническая формула выглядит следующим образом: сила — деформация — напряжение — параметр. Согласно Э. Каппу (философ), «человек во всех своих творениях бессознательно подражает действию своих естественных органов для их продолжения и усиления их действия». В живых системах существенно изменяется относительное расположение частей тела. Эти изменения и есть движения человека. Сами части живых систем (например, позвоночный столб, грудная клетка) также подчас существенно деформируются. Поэтому, изучая движение живой системы, имеют в виду, что работа сил тратится и на передвижение тела в целом, и на деформации. При этом всегда имеются потери энергии, её рассеяние. Чисто механического движения вообще в природе не существует. Оно всегда сопровождается превращениями механической энергии в другие виды (например, в тепловую) и её потерями. Необходимо учитывать, что не существует особых законов механики для живого мира [3]. Ассоциация «человек — машина» приводит к тому, что к технике надо относиться разумно, как к «живой» механической системе, и тогда придет успех! Подразумевается «успех» пока на стадии обучения, приобретения знаний.

Техника — это самостоятельный мир, особая реальность. В этом смысле техника противопоставляется природе, искусству, языку, всему живому, наконец, человеку. Явления природы между собой сцеплены так, что следуют друг за другом лишь в одном направлении: вода может течь только сверху вниз, разности потенциалов могут только выравниваться. Пусть, например, ряд А–В–С–D представляет собой такую природную цепь, ибо природа фактична. Так, например, вы желаете, чтобы наступило явление D, но не в состоянии его вызвать, так как знания пока на уровне А, но вы слышали и знакомы, что существует цепь А–В–С–D, в которой явление А на данном этапе доступно. Тогда вы вызываете уровень А, цепь вступает в действие, изучаете В–С, и явление D

наступает. Согласно природе в этом и состоит сущность логики изучения техники, это философия техники [4]. Альберт Эйнштейн согласен, что «логика может привести вас из точки А в точку D. Однако воображение может привести вас туда, куда вы хотите».

Очевидно, что воображение особенно проявляется в научном и техническом творчестве. Важнейшим условием является умение по-новому представить себе картину протекания изучаемых явлений. В учебнике объектом исследования является любимый (знакомый всем) велосипед, где на основании имеющихся представлений конструкций деталей, узлов, их назначения и работы формируются новые представления подобных устройств в технологических машинах. Творческое воображение порождает мотивацию и сводится к тому, что завершается преобразование ранее имеющихся у студента представлений об изучаемом объекте и формируются новые технические знания, в том числе навыки расчета и проектирования.

*Одна машина способна выполнить работу
пятидесяти ординарных людей,
но ни одна машина не выполнит работу
одного неординарного человека.
Элберт Хаббард*

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О МАШИНЕ

Без машин сложно представить нашу жизнь. Они окружают нас повсюду, являются нашими помощниками и даже иногда заменяют работу человека. Их действия точны и быстры. Но для того чтобы машина работала правильно и бесперебойно, управлять ею должен знающий, умный человек. И то, что должна делать машина, тоже создается человеком. Именно поэтому создание и управление машинами — большая ответственность.

Машина — это механизм или совокупность механизмов, совершающие какую-либо полезную работу путем преобразования одного вида энергии в другую. Напомним, что энергия — это общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи, которая не возникает из ничего и не исчезает в никуда, а только может переходить из одной формы в другую в соответствии с законом сохранения энергии. Однако машина может и не содержать механических движущихся деталей, например электронно-вычислительная машина (компьютер), электро-, гидротрансформатор, ускоритель заряженных частиц и др. В целом машину можно рассматривать как технический объект, состоящий из взаимосвязанных функциональных частей (деталей, узлов, устройств, механизмов и др.), использующий энергию для выполнения возложенных на него функций [5].

Практически любую машину можно отнести к одной из трёх следующих групп: энергетические (двигатели, генераторы), рабочие (технологические машины и оборудование, транспортные и подъемные), информационные (различные механические и электронные регуляторы, компьютеры, аппараты связи и другие устройства передачи, обработки и хранения информации). Имеется много интерпретаций понятия «машина», но одно можно сказать точно: любая машина — это техническая система. Техническая система, соответствующая всем необходимым требованиям, состоит из рабочего органа, передаточного механизма (трансмиссии), двигателя и органов управления.

Самыми распространёнными техническими системами являются технологические машины (станки, установки, устройства, агрегаты), с помощью которых осуществляется обработка предмета труда и получение конечного изделия. Технологическая машина, как и любая техническая система, в простейшем случае состоит из трех основных механизмов: двигательного, передаточного, исполнительного. Кроме того, машина может иметь системы управления, защиты и блокировки, а также механизмы подачи изделия, его транспортирования внутри машины и выгрузки после обработки.

Кстати, велосипед тоже является машиной. Рабочим (исполнительным) органом велосипеда являются колёса; двигательным органом — мышечная сила, электро-, гидропривод, ДВС; передаточным органом — механизмы цепные,

зубчатые, ременные и др.; органом управления — рулевой механизм, органом блокировки — тормоз, органом регулирования — система и кассета скорости, планетарная передача и др.

Рабочий элемент исполнительного механизма является определяющим фактором функционального назначения машины: нож — машина для измельчения продукта, лопасть — машина для перемешивания, терочный диск (конус) — машина для очистки продуктов, колесо — машина для передвижения и т. д.

Рабочая камера служит для ориентирования обрабатываемого продукта с целью обеспечения эффективного воздействия на него рабочего элемента. В качестве примера можно привести корпус мясорубки, бачок взбивальной или тестомесильной машины и т. д. Рабочая камера имеет загрузочное устройство и устройство для выгрузки обработанного продукта.

Рабочий вал, соединенный, как правило, с передаточным механизмом, предназначен для передачи вращательного движения от передаточного механизма в соответствующее движение рабочего устройства или обрабатываемого объекта.

Таким образом, в зависимости от своего назначения и соответствующего конструкторского исполнения технологическая машина может выполнять одну или несколько технологических операций. Поэтому различают однооперационные, многооперационные и многоцелевые технологические машины. Однооперационная машина выполняет только одну технологическую операцию. Многооперационной называется машина, выполняющая несколько операций, составляющих заданный технологический процесс. Многоцелевая машина представляет собой универсальный привод, конструкция которого обеспечивает кинематическое присоединение различных сменных исполнительных механизмов, выполняющих определенные технологические операции.

Основой устройства механической машины являются механизмы. Передаточный механизм предназначен для преобразования движения от источника энергии в движение, требуемое рабочему органу. В совокупности это является электромеханическим приводом. Привод — это энергосиловое устройство, приводящее в движение машину или механизм. Привод состоит из двигателя, передаточного механизма, системы управления. Двигатели бывают тепловые, электрические, пневматические, гидравлические и др., или устройства, отдающие заранее накопленную механическую энергию (пружинный, инерционный, гиревой механизм и др.). В некоторых случаях двигателем является мускульная сила (например, в ручных лебёдках, в некоторых бытовых и других механизмах и машинах — швейных машинах, велосипедах).

Передаточным механизмом называют механическую систему для преобразования движения одного или нескольких тел в требуемые движения других тел [6]. Для преобразования движения или передачи силы в машинах используются различные плоские или пространственные стержневые механизмы.

Широкое применение имеют так называемые кривошипно-ползунные, кулисные, кривошипно-коромысловые механизмы, различного рода шарнирные механизмы для передачи движения между валами с пересекающимися и непараллельными валами. Широко используются механизмы с упругими звеньями в форме пружин, рессор, упругих балок и др., многие из которых включены меж-

ду твердыми звеньями. Для передачи вращательного движения между валами с параллельными или непараллельными осями применяются различного рода механизмы, которые имеют постоянные и переменные передаточные отношения. Кроме того, при помощи зубчатых колес можно осуществить передачу движения между соосными валами, а также перемещающимися валами в пространстве. К ним относятся передачи зацепления: зубчатые цилиндрические, волновые, планетарные, конические, гипоидные, винтовые, червячные, а также с гибкой связью — цепные передачи. Широкое распространение в машиностроении имеют передачи трением с непосредственным контактом тел качения — фрикционные и с гибкой связью — ременные передачи.

Для сообщения периодического движения или движения по заданному закону используются кулачковые механизмы, звенья которых могут совершать поступательное, вращательное или сложное движение. Возможны различные комбинации движений ведущего и ведомого звеньев. Контакт между ведущим и ведомым звеньями осуществляется за счет силового или геометрического замыкания. Движение ведомого звена с остановкой в течение некоторого времени при непрерывном движении ведущего звена можно осуществить кулачковым механизмом. Однако для этих целей часто применяют специальные механизмы: храповые, мальтийские, звездчатые, стержневые и др.

Более широкие возможности для воспроизведения сложного движения ведомых звеньев применяют комбинированные механизмы. Например, зубчато-рычажный, кулачково-планетарный, планетарно-мальтийский механизмы. В машиностроении используют механизмы, в которых задано движение какого-либо звена относительно подвижных звеньев. Для понимания вспомним вентилятор, двигатель которого закреплен на подвижном коромысле. При вращении лопастей вентилятора вокруг оси электродвигателя последний совершает дополнительно возвратно-качательное движение вместе с коромыслом. Еще пример — уборка и выпуск самолетного шасси происходят при движении поршня в цилиндре, скорость которого зависит от расхода жидкости.

Приведенные в примерах механизмы, где движение ведомых звеньев зависит от расхода жидкости в рабочем цилиндре, называются гидравлическими. В практике используют гидродинамические передачи (механизмы), где движение ведомых звеньев зависит от давления жидкости.

Пневматические механизмы (обычно поршневые или роторные) работают за счет энергии сжатого воздуха. Их используют не только в качестве исполнительных механизмов с индивидуальным двигателем, но и в системах автоматического управления и регулирования [7].

С точки зрения функционального назначения механизмы машин делятся на следующие виды [5]:

- 1) механизмы двигателей и преобразователей (турбины, генераторы, насосы и т. д.);
- 2) передаточные механизмы (редукторы, ременные передачи, цепные передачи и т. д.);
- 3) исполнительные механизмы (механизмы прессов, механизмы перемещения инструмента, механизм ковша экскаватора и т. д.);

4) средства управления, контроля и регулировки (датчики, действие которых основано на изменении электрического сопротивления, ёмкости, индуктивности, а также на возникновении электродвижущей силы в процессе действия контролируемых механических, акустических, тепловых, электрических, магнитных, оптических или радиационных величин; программируемые логические контроллеры, системы ЧПУ и др.);

5) средства подачи, транспортировки, сортировки (механизмы винтовых шнеков, скребковых и ковшовых элеваторов для транспортировки и подачи сыпучих материалов, механизмы сортировки готовой продукции по размерам, форме, виду и т. д.);

6) средства автоматического учёта, дозировки и упаковки готовой продукции (механизмы дозировки и упаковки пищевых продуктов, механизмы дозировки и розлива продукции в виде жидкости и т. д.).

Конструктивно машина состоит из деталей, узлов и агрегатов. Каждый из этих элементов имеет предметную или функциональную специализацию, полное назначение и вместе с тем согласуется с другими элементами машины, образуя в совокупности целостную действующую конструкцию.

Деталь — элемент машины, представляющий собой единое целое, который не может быть разобран без разрушения на более простые составляющие части. Количество деталей в современных машинах достигает десятков тысяч. Все детали в машиностроении классифицируются по назначению, конструкции и принципу работы. Выполнение машин из деталей, прежде всего, вызвано необходимостью обеспечения относительных движений (степеней свободы) её частей. По признакам применения и распространённости в машиностроении детали можно разделить на группы:

1) стандартные — это детали, изготавливаемые в соответствии с государственными, отраслевыми стандартами или стандартами предприятия;

2) унифицированные — это детали, заимствованные из другого изделия, то есть ранее спроектированные как оригинальные;

3) оригинальные — детали, вновь сконструированные для определённой машины, как правило, раньше не проектировавшиеся и не изготавливавшиеся.

Узел — сборочная единица машины, представляющая собой разъёмное или неразъёмное соединение нескольких деталей, его можно собрать отдельно от других составных частей машины или механизма. Узел способен выполнять определённые функции только совместно с другими составными частями. Характерными примерами узлов могут быть сварные корпуса, гидро- и пневмоцилиндры, редуктор, тормозные устройства, коробка передач, соединительные муфты, подшипники и др.

Агрегат — нормализованный узел машины, который обеспечивает полную взаимозаменяемость и самостоятельно выполняет свойственные ему функции. Агрегат создается конструированием (агрегатированием). Это позволяет использовать агрегаты не только в конструкции какой-то определённой машины. Типичными образцами агрегатов, входящих в состав машин, являются мотор-редукторы, насосы, гидроагрегаты, генераторы электрического тока, компрессоры и многие другие. Путем агрегатирования komponуют некоторые ма-

шины сельскохозяйственного производства, например трактор с прицепным уборочным комбайном. Большое количество агрегатов входит в состав машиностроительной, транспортной и подъемно-транспортующей техники, машин химической и перерабатывающей промышленности, прокатных станов металлургического производства.

Общие характеристики работы машин:

- производительность — чем она выше, тем ниже себестоимость продукции;
- экономичность — машина должна иметь высокий КПД, занимать меньшую площадь, тратить меньше энергии, обеспечивать повышенную точность, требовать меньших затрат труда на обслуживание и ремонт и т. п., быть надёжной и долговечной, безопасной в эксплуатации;
- стоимость.

Работоспособность машины зависит от выполнения следующих требований.

Надежность — это свойство характеризует выполнение заданных функций, сохраняя в определенных пределах свои эксплуатационные показатели в течение требуемого промежутка времени.

Долговечность — свойство длительно сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов. Долговечность машин является функцией большого числа факторов конструктивного и эксплуатационного характера. Технологические машины относятся к техническим системам многократного действия, для эксплуатации которых характерна цикличность. Наиболее сильное влияние на долговечность машин оказывает уровень износостойкости деталей.

Износостойкость — один из основных критериев работоспособности деталей машин. Изнашивание — это процесс разрушения поверхностных слоев при трении, приводящий к постепенному изменению размеров, формы и состояния поверхностей деталей. Износ зависит от величины контактных напряжений, скорости скольжения, износостойкости материала. Для повышения износостойкости детали применяют смазку, антифрикционные материалы, специальные виды химико-термической обработки поверхности и т. д.

Прочность — это свойство детали в определенных условиях и пределах, не разрушаясь, воспринимать те или иные приложенные нагрузки. При расчете на прочность большое внимание уделяется выбору расчетных схем и величин допускаемых напряжений. Ввиду разнообразия работы деталей машин каждая отрасль машиностроения, основываясь на опыте эксплуатации, вырабатывает свои нормы запасов прочности для конкретных деталей.

Жесткость — способность деталей сопротивляться изменению их формы под действием нагрузки. Расчет на жесткость предусматривает ограничение упругих деформаций деталей в пределах, допустимых для конкретных условий работы. Нормы жесткости устанавливаются практикой и расчетом.

Теплостойкость — способность деталей сохранять нормальную работоспособность в допустимом температурном режиме, вызванном рабочим процессом машины и трением в их механизмах.

Вибростойкость — способность деталей и узлов машины работать в ограниченном колебательном режиме. Так как вибрации вызывают дополнительные

переменные напряжения и могут привести к усталостному разрушению деталей, поэтому необходимо учитывать, что с повышением скоростей опасность вибрации возрастает. Это вызывает необходимость расчета вынужденных колебаний деталей и узлов машины. Условия вибрации при обслуживании машины предусматриваются в нормах техники безопасности работы человека.

Экологичность — машина должна работать и выполнять свои функции без вредного воздействия на окружающую среду или с допускаемой минимизацией такого влияния, обеспечением выполнения функции машины с низким уровнем шума и вибраций.

Машины работают при определенных нагрузках с определенными скоростями, причем они не всегда постоянны. Нагрузки могут быть: постоянные; переменные; прилагаемые плавно; прилагаемые внезапно; ударные. Скорости работы машин и деталей также различны: постоянные; изменяющиеся повторно-периодически (циклически); изменяющиеся по случайным законам.

Режим работы машины, механизма, детали характеризует изменение нагрузок и скоростей работы во времени. Можно выделить три основных вида режима работы: с постоянными нагрузками и скоростями (детали двигателей и энергетических установок); повторно-периодический режим (технологические установки — автоматы и полуавтоматы); повторный непериодический режим (транспортные и грузоподъемные машины и механизмы).

В работе каждой машины различают три периода: пуск (разбег), установившееся движение и остановку (выбег). Работу любой машины можно представить в виде графика (рис. 1.1).



Рис. 1.1

Три периода работы машины

Во время I (II) периода происходит нарастание угловой скорости ω , а значит, и кинетической энергии, во время IV (V) периода — убывание ω (кинетической энергии), поэтому эти два периода относятся к неустановившемуся движению. Во время III периода ω (кинетическая энергия) реальной машины хотя и колеблется вокруг своего среднего значения, но принимается как установившееся движение. В работе реальной машины происходит колебание всех механических параметров, так как нарушается соответствие между движущей силой и силами сопротивления.

Период изменения угловой скорости ω главного вала машины называется циклом работы машины. Степень неравномерности работы машины в установившемся движении (III период) определяется по формуле [8]:

$$\delta = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\min}}{\omega_{\text{cp}}}, \quad (1.1)$$

где ω_{\max} и ω_{\min} — максимальная и минимальная угловые скорости главного вала машины; ω_{cp} — средняя угловая скорость:

$$\omega_{\text{cp}} = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2}. \quad (1.2)$$

Для расчета и проектирования деталей и узлов машин необходимо знать нагрузки, которые могут воздействовать на деталь в процессе ее эксплуатации. При проектировании обычно оперируют расчетными схемами деталей, а все нагрузки, воздействующие на детали, рассматривают как режимы нагружений. Для более точного учета нагрузок в расчетах деталей машин используют общепринятые типичные модели нагружения. По характеру нагружения внешние силы разделяются на поверхностные и объемные. Поверхностные силы действуют на поверхность деталей и являются результатом взаимодействия деталей, объемные силы — силы тяжести и инерции — приложены к каждой частице детали.

Силы вызывают в деталях деформации и напряжения. По характеру изменения во времени напряжения подразделяют на статические и переменные. Статическими называют нагрузки (напряжения), медленно изменяющиеся во времени. Переменные нагрузки характеризуются параметром цикла и непрерывно изменяющейся величиной с течением времени. Параметрами цикла нагружения являются амплитуда напряжений, среднее, максимальное и минимальное напряжение. Если параметры цикла нагружения неизменны во времени, то такой режим нагружения называют постоянным (стационарным). Различают несколько стационарных циклов: симметричный (рис. 1.2а), асимметричный (рис. 1.2б) и пульсирующий (рис. 1.2в) или отнулевой.

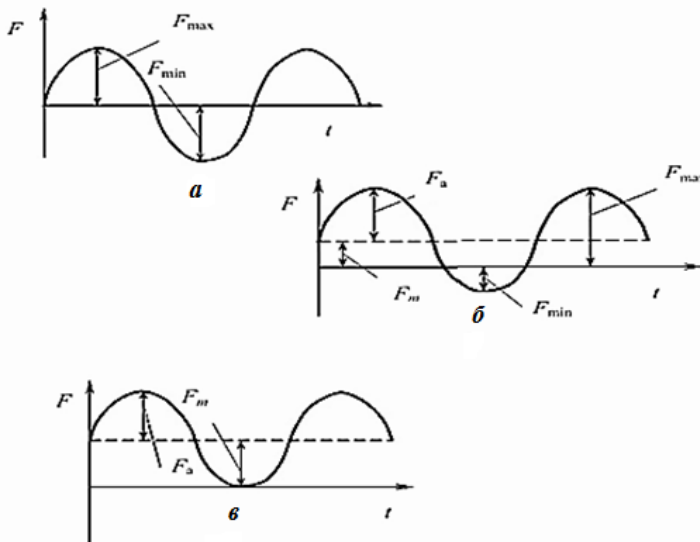


Рис. 1.2

Графики режимов нагружения деталей

При приближенных расчетах деталей, работающих с переменными режимами, обычно учитывают наибольшие нагрузки.

В уточненных расчетах используют графики изменения нагрузки во времени (гистограммы). В этом случае расчеты выполняют по эквивалентным нагрузкам, условно приравнивая разрушающее действие переменных нагрузок постоянной эквивалентной нагрузке, действующей такой же период времени.

Надо иметь в виду, что любая современная машина имеет богатую историю своего возникновения и развития, за ней стоят десятки, сотни и даже тысячи изобретений. Чтобы перейти к конструкции высокого технического уровня, нужны знания, навыки и опыт успехов и неудач, начиная с вузовской ступеньки. В последние годы в машиностроении происходят крупные сдвиги в технике, технологии и структуре производства. При всем многообразии форм и методов развития конструкций выпускаемых и используемых машин можно выделить наиболее общие направления и тенденции, которые отражают закономерности современного научно-технического прогресса: расширение ассортимента выпускаемых машин; ускорение темпов сменяемости моделей машин; повышение уровня автоматизации машин; переход от отдельных машин к системе машин; улучшение качества, повышение надежности и долговечности; увеличение единичной мощности [9].

*Тот, кто изобрел велосипед,
заслуживает благодарности
человечества.
Лорд Чарльз Бересфорд*

2. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС ВЕЛОСИПЕДА

Техника, как утверждал русский инженер-механик (философ) П. К. Энгельмейер (1877–1942), служит той силой, которая неудержимо гонит вперед колесо прогресса.

Техника, взятая в узком смысле слова, включает в себе конкретные объекты (технические устройства, механизмы, машины), создаваемые и используемые методами инженерной деятельности. Технические функции машины подразумевают работоспособность, надежность, долговечность, конкурентоспособность, удобство обслуживания, бережное отношение к окружающей среде, наконец, благоприятное эстетическое воздействие и т.п.

Прогресс во многом зависит от технического кругозора и знания «души» любой машины, в частности велосипеда.

Название «велосипед» — французское, это перевод с немецкого *laufmaschine* — «машина для бега». Так молодой аристократ Карл фон Дрейз (немец) назвал свою двухколесную машину (1817), запатентованную в 1818 г. и более известную в то время под названием «дрезина». Этот патент является началом истории велосипеда как машины. Конечно же, праотец велосипеда был похож на современную конструкцию лишь отдаленно. У него имелся руль, два колеса и рама. Переднее колесо было поворотное, благодаря ему можно было изменять направление движения на ходу (рис. 2.1).



Рис. 2.1
Машина для бега — дрезина

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru