

Г. В. Силаев

КОНСТРУКЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

УЧЕБНИК ДЛЯ ВУЗОВ

3-е издание, исправленное и дополненное

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением по
образованию в области лесного дела в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений, обучающихся по
направлению «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство»*

Книга доступна в электронной библиотечной системе
biblio-online.ru

Москва ■ Юрайт ■ 2017

УДК 630.37(075.8)
ББК 39.33+39.34я73
С36

Автор:

Силаев Геннадий Владимирович — кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры искусственного лесовыращивания и механизации лесохозяйственных работ факультета лесного хозяйства Московского государственного университета леса.

Рецензент:

Казаков В. И. — доктор сельскохозяйственных наук, главный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства.

Силаев, Г. В.

С36 Конструкция автомобилей и тракторов : учебник для вузов / Г. В. Силаев. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 370 с. — Серия : Университеты России.

ISBN 978-5-534-03171-3

Серия «Университеты России» позволит высшим учебным заведениям нашей страны использовать в образовательном процессе учебники и учебные пособия по различным дисциплинам, подготовленные преподавателями лучших университетов России и впервые опубликованные в издательствах университетов. Все представленные в этой серии учебники прошли экспертную оценку учебно-методического отдела издательства и публикуются в оригинальной редакции.

В учебнике изложены элементарные основы технической механики без подробных выводов формул на базе единой методической системы с примерами и порядком их решения. Дается представление об устройстве, работе и теоретических основах механизмов, агрегатов и систем тракторов и автомобилей. Рассматриваемые вопросы по всем разделам учебника сопровождаются необходимыми схемами и рисунками, обеспечивающими лучшее усвоение материала. На данный момент ряд технических средств, которые приводятся в учебнике, устарели, заменены на новые модели и есть зарубежные аналоги. Однако это существенно не влияет на процесс обучения, и произошедшие нововведения при необходимости могут быть учтены преподавателями.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим направлениям и специальностям.

УДК 630.37(075.8)
ББК 39.33+39.34я73



Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Правовую поддержку издательства обеспечивает юридическая компания «Дельфи».

ISBN 978-5-534-03171-3

© Силаев Г. В., 2009
© Силаев Г. В., 2016, с изменениями
© ООО «Издательство Юрайт», 2017

Введение

Повышение производительности труда и качества проводимых работ при лесовосстановлении и защитном лесоразведении для полного удовлетворения в древесине невозможно без комплексной механизации всего лесохозяйственного цикла. Комплексная механизация лесохозяйственного производства достигается системой машин, обеспечивающих последовательное выполнение операций всего технологического цикла. Одной из составных частей системы машин являются тракторы и автомобили – основные тяговые и транспортные средства, используемые в лесном хозяйстве.

Тракторы и автомобили имеют сложную конструкцию; отдельные агрегаты и механизмы имеют различное назначение, устройство и работу. Однако, несмотря на это, многие их сборочные единицы сходны между собой, поэтому к ним могут быть применены одни и те же методы анализа, расчета и проектирования, изучение которых включает раздел «Основы технической механики» изучаемой дисциплины.

Дисциплина «Тракторы и автомобили с основами технической механики» ставит своей целью подготовку высококвалифицированного специалиста лесного хозяйства, имеющего высокий уровень профессиональной подготовки и самостоятельного решения ряда технических задач, связанных с совершенствованием технических средств и рациональным их использованием в конкретных условиях работы.

Знания, полученные студентами в результате изучения дисциплины, необходимы для более эффективного усвоения дисциплин: «Машины и механизмы», «Система машин в лесном хозяйстве», «Лесные культуры», «Лесозексплуатация» и др.

Учебник даёт основные сведения по изучаемой дисциплине без подробного объяснения и доказательства отдельных разделов технической механики, устройства и работы агрегатов, механизмов и систем тракторов и автомобилей. Для подробного и более глубокого уяснения разделов технической механики, устройства и работы конкретных агрегатов, механизмов и систем тракторов и автомобилей необходимо использовать соответствующую учебную литературу.

Раздел I

Основы технической механики

«Техническая механика» состоит из трёх разделов: I – теоретическая механика, II – сопротивление материалов, III – теория машин и механизмов и детали машин.

Теоретическая механика изучает наиболее общие законы механического движения материи. При этом за модели материальных тел принимается материальная точка или абсолютно твёрдое тело.

Сопротивление материалов в отличие от теоретической механики рассматривает уже реальные тела с учётом изменения их размеров и формы при нагружении. В сопротивлении материалов изделия рассчитываются на прочность, жёсткость и устойчивость. В практике такие расчёты выполняют конструкторы при проектировании новых лесохозяйственных машин.

Теория машин и механизмов и детали машин изучает типовые элементы машин и механизмов, применяющихся в машинах разных конструкций и различного назначения.

МЕХАНИКА – наука, изучающая природу. Возникла в древней Греции в IV веке до н.э. Термин «механика» в переводе с древнегреческого означает «изобретение», «машина», «сооружение». Основоположителем механики является Аристотель. Большой вклад в развитие механики внёс Архимед, предложивший закон равновесия рычага и разработавший учение о центре тяжести тел.

Огромная заслуга в развитии механики принадлежит итальянскому учёному Галилео Галилею, английскому математику и механику Исааку Ньютону, французским учёным Вариньону и Л.Пуансо, Ж.Даламберу и Ж.Лагранжу, действительному члену Российской Академии Наук Л.Эйлеру и другим учёным.

Большое влияние на развитие механики оказали труды П.Лапласа, Ж.Фурье, К.Гаусса, С.Пуассона, К.Якоби, У.Гамильтона, Г.Кирхгофа, Г.Гельмгольца, У. Кельвина, Г.Герца и многих других учёных.

Из отечественных учёных значительный вклад в разработку отдельных разделов механики внесли С.К.Котельников, М.В.Остроградский, П.Л.Чебышев, С.В.Ковалевская, А.М.Ляпунов, Н.Е.Жуковский, И.В.Мещерский, К.Э.Циолковский, С.А.Чаплыгин, А.Н.Крылов и многие другие.

Фундаментом технической механики являются ранее изученные дисциплины: математика, физика, инженерная графика и др.

Теоретическая механика включает три части: статику, кинематику и динамику.

СТАТИКА изучает относительное равновесие твёрдых тел, нагруженных внешними силами.

КИНЕМАТИКА рассматривает движение тел, не учитывая причины, вызывающие и изменяющие это движение.

ДИНАМИКА изучает движение тел с учётом действия приложенных к ним сил.

Глава 1. Статика

1.1. Основные понятия и определения статики

В механике изучаются законы взаимодействия и движения твёрдых тел.

Механическим движением называется происходящее с течением времени изменение положения точек или тел в пространстве. Частным случаем движения является состояние покоя. Покой всегда имеет относительный характер, так как покоящееся тело рассматривается как неподвижное по отношению к другому телу, которое, в свою очередь, может перемещаться в пространстве.

Абсолютно твёрдым телом называется тело, когда расстояние между любыми его точками не меняется при действии на него других тел. В статике полагают тела абсолютно твердыми и их физико-механические свойства не учитывают (за исключением вопросов, связанных с трением).

Материальной точкой называется точка, имеющая массу. В статике любое тело можно считать материальной точкой, размерами которого в условиях данной задачи можно пренебречь.

Свободным называется тело, когда никакие другие тела не препятствуют его перемещению в любом направлении. В противном случае тело называется несвободным.

Узлы и детали машин и сооружений во время их работы воспринимают и передают друг другу различного рода нагрузки, то есть силовые воздействия, называемые с и л а м и.

Сила есть мера механического взаимодействия тел. Она характеризуется числовым значением, направлением и точкой приложения. Из этого следует, что сила – величина векторная. Числовое значение силы называется модулем вектора силы. Направление силы есть направление того движения, которое получила бы покоящаяся свободная материальная точка под действием этой силы. Линия действия силы – это прямая линия, по которой направлен вектор силы.

Силы, действующие на тело, бывают активные и реактивные.

А к т и в н ы е силы – это силы, которые стремятся переместить тело, к которому они приложены.

Р е а к т и в н ы е силы – это силы, препятствующие перемещению от действия активных сил.

Единицей измерения силы в системе СИ является Ньютон (Н) – сила, сообщаящая телу массой 1 кг ускорение 1 м/с^2 в направлении действия силы.

По способу приложения силы подразделяются на *сосредоточенные* и *распределённые*.

К **сосредоточенным силам** относятся силы, которые передаются на элемент конструкции *через элементарную площадку*, то есть площадку, размеры, которой стремятся к нулю.

К **распределённым силам** относятся нагрузки, непрерывно приложенные на некоторой длине или площади (снег, жидкость, воздух и т. п.).

Графически силу изображают отрезком прямой со стрелкой; длина отрезка в определенном масштабе равна модулю вектора силы. Масштаб силы показывает, сколько единиц модуля силы содержится в единице длины ее вектора, то есть $\mu = \text{Н/м, Н/см}$.

На рис. 1 изображена сила, приложенная в точке *A* и действующая по линии *mn*. Вектор силы обозначается, как правило, буквой с черточкой над ней ($\vec{F}$), а модуль – без черточки (F). Для силы F точка *A* называется началом, а точка *B* концом вектора. Нередко удобно изображать вектор силы так, чтобы стрелка, стоящая в конце вектора, упиралась в точку приложения силы (сила Q).

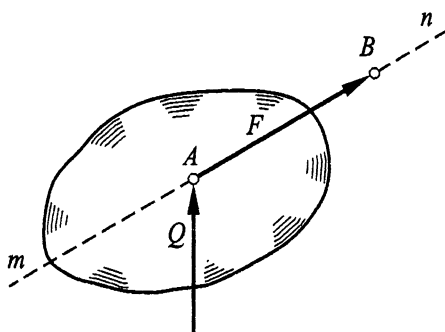


Рис. 1. Изображение действующих сил

Системой сил называется совокупность нескольких сил, приложенных к телу, точке или системе тел и точек. Система сил, линии действия которых лежат в различных плоскостях, называется **пространственной**, а в одной плоскости – **плоской**. Система сил, с пересекающимися в одной точке линиями действия, называется **сходящейся**. Она может быть плоской и пространственной. Различают также систему *параллельных сил* как частный случай *произвольно расположенных сил*, в которых линии действия сил не сходятся в одной точке. Они также могут быть плоскими и пространственными.

Системой сил называется совокупность нескольких сил, приложенных к телу, точке или системе тел и точек.

Система сил, линии действия которых лежат в различных плоскостях, называется **пространственной**, а в одной плоскости – **плоской**. Система сил, с пересекающимися в одной точке линиями действия, называется **сходящейся**. Она может быть плоской и пространственной. Различают также систему *параллельных сил* как частный случай *произвольно расположенных сил*, в которых линии действия сил не сходятся в одной точке. Они также могут быть плоскими и пространственными.

1.1.1. Аксиомы статики

Условия, при которых тело может находиться в равновесии, выводятся из нескольких основных положений, принимаемых без доказательств, но подтвержденных опытом и называемых аксиомами статики.

Аксиома 1 (аксиома инерции или первый закон Ньютона).

Всякое тело сохраняет своё состояние покоя или прямолинейного равномерного движения, пока какие-нибудь силы не выведут тело из этого состояния.

На основании этой аксиомы состоянием равновесия называется такое состояние, когда тело находится в покое или движется прямолинейно и равномерно, то есть по инерции.

Аксиома II (аксиома взаимодействия или третий закон Ньютона).

Силы взаимодействия между собой двух тел всегда равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны.

Из третьего закона Ньютона вытекает, что все силы природы – силы парные.

Если какая-нибудь система сил после приложения её к свободному телу не изменяет его механического состояния, то такая система сил называется уравновешенной.

Аксиома III (условие равновесия двух сил).

Для равновесия свободного твёрдого тела, находящегося под действием двух сил, необходимо и достаточно, чтобы эти силы были равны по модулю и действовали по одной прямой в противоположные стороны.

Аксиома IV.

Равновесие твёрдого тела не нарушится, если к нему приложить или удалить уравновешенную систему сил

Следствие из аксиом III и IV

Механическое состояние твёрдого тела не нарушится от перенесения силы вдоль линии ее действия.

Доказательство. Пусть на твёрдое тело в числе других действует сила P , приложенная в точке A , с линией действия ab (рис. 2). В произвольно взятой на линии ab точке B приложим две равные по модулю и противоположно направленные силы P_1 и P_2 , действующие по линии ab . Согласно аксиоме III, силы P_1 и P_2 взаимно уравновешены, а на основании аксиомы IV их можно приложить к телу, не нарушая механического состояния. Подберём силы P_1 и P_2 равными модулю силе P , то есть

$$P_1 = P_2 = P.$$

На основании аксиомы IV отбросим силы P и P_2 как взаимно уравновешенные. Тогда оставшуюся силу P_1 можно рассматривать как силу P , перенесённую из точки A в точку B по линии действия. При этом механическое состояние не изменится. Следствие доказано.

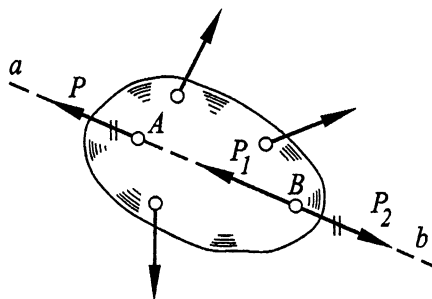


Рис.2. Перенос силы P вдоль линии ее действия

Две различные системы сил называются эквивалентными, если одну из них можно заменить другой, не нарушая механического состояния свободного тела.

Одна сила, эквивалентная данной системе сил, называется равнодействующей, а силы, входящие в эту систему – составляющими.

Аксиома V (аксиома параллелограмма).

Равнодействующая двух сил, приложенных к телу в одной точке, равна по модулю и совпадает по направлению с диагональю параллелограмма, построенного на данных силах, и приложена в той же точке.

Построение диагонали параллелограмма (рис. 3, а), сторонами кото-

рого являются заданные векторы, называется векторным или геометрическим сложением. Таким образом, можно сказать, что *равнодействующая двух сил, приложенных в одной точке, равна их векторной сумме, то есть $\vec{F}_\Sigma = \vec{P} + \vec{Q}$ и приложена в той же точке.*

Равнодействующую двух сил можно найти, построив вместо параллелограмма *треугольник сил* (рис. 3, б). Из рисунка видно, что порядок сложения векторов не влияет на величину равнодействующей, то есть

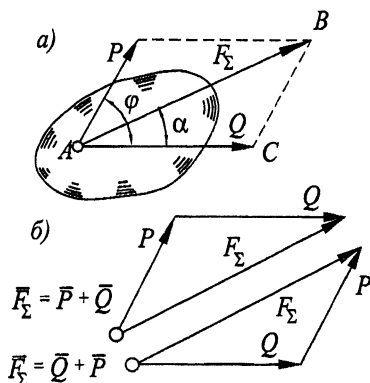


Рис. 3. Сложение сил

$$\vec{F}_\Sigma = \vec{P} + \vec{Q} = \vec{Q} + \vec{P}.$$

Модуль и направление равнодействующей двух сил, приложенных в одной точке, можно определить аналитически, для чего рассмотрим треугольник ABC (рис. 3, а).

По теореме косинусов имеем

$$F_\Sigma^2 = P^2 + Q^2 - 2PQ \cos(\pi - \varphi) = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \varphi,$$

откуда модуль равнодействующей будет иметь вид

$$F_\Sigma = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \varphi}.$$

По теореме синусов имеем:

$$\frac{P}{\sin \alpha} = \frac{F_\Sigma}{\sin(\pi - \varphi)} = \frac{F_\Sigma}{\sin \varphi},$$

откуда найдём направление равнодействующей:

$$\sin \alpha = \frac{P \cdot \sin \varphi}{F_\Sigma}.$$

Частные случаи сложения двух сил будут

1. $\varphi = 0$, тогда $F_{\Sigma} = P + Q$
2. $\varphi = 180^\circ$, тогда $F_{\Sigma} = P - Q$
3. $\varphi = 90^\circ$, тогда $F_{\Sigma} = \sqrt{P^2 + Q^2}$.

1.1.2. Связи и реакции связей, Принцип освобождаемости

Тела, которые ограничивают движение рассматриваемого тела, называются **связями**. При взаимодействии между телом и его связями возникают силы, противодействующие возможным движениям тела. Эти силы действуют на тело со стороны связей и называются **реакциями связей**.

Реакция связи всегда противоположна тому направлению, по которому связь препятствует движению тела.

Определение реакций связей является одной из наиболее важных задач статики. Наиболее распространенными видами связей, встречающихся в задачах, являются следующие:

1. Связь в виде идеально гладкой плоскости или поверхности (рис. 4, а, б). В этом случае реакция связи всегда направлена по нормали к опорной поверхности. На таких плоскостях или поверхностях трением пренебрегают.

2. Связь в виде шероховатой плоскости (рис. 4, в). Здесь возникают две составляющие реакции: нормальная $\bar{N}$, перпендикулярная плоскости, и касательная $\bar{T}$, лежащая в плоскости. Касательная реакция $\bar{T}$ называется силой трения и всегда направлена в сторону, противоположную действи-

тельному или возможному движению тела. Полная реакция $\bar{R}$, равная геометрической сумме нормальной и касательной составляющих $\bar{R} = \bar{N} + \bar{T}$, отклоняется от нормали к опорной поверхности на некоторый угол ρ . Угол ρ зависит от степени шероховатости (трения) или угла наклона.

3. Гибкая связь (канат, верёвка, трос, цепь и т.п.) показана на рис. 4г. Реакции

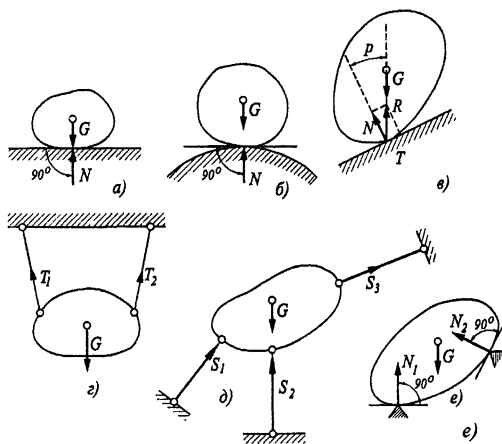


Рис. 4. Реакции связей

связей T_1 и T_2 в этом случае направлены вдоль связей, причём гибкая связь работает только на растяжение. Если гибкая связь перекинута через блок (без учёта трения), то она изменяет своё направление по линии действия связи.

4. Связь в виде жёсткого прямого стержня с шарнирным закреплением концов (рис. 4, *д*). Реакции $\bar{S}_1$, $\bar{S}_2$ и $\bar{S}_3$ в этом случае также, как и в гибкой связи, направлены вдоль стержней. Стержни могут быть как растянутыми, так и сжатыми.

5. Связь в виде двухгранного угла или ребра призмы (рис. 4, *е*).

Реакция $\bar{N}_1$ или $\bar{N}_2$ таких связей направлена перпендикулярно поверхности опирающегося тела, считая эту поверхность идеально гладкой.

Для определения реакций связей используют принцип освобождения, который формулируется так: *всякое несвободное тело можно рассматривать как свободное, если отбросить связи, заменив их реакциями*.

1.2. Плоская система сил

1.2.1. Плоская система сходящихся сил

А. Геометрический метод определения равнодействующей

На основании следствия аксиом III и IV сходящиеся силы можно перенести в одну точку – в точку пересечения их линий действия.

На рис. 5, *а* приведена плоская система сходящихся сил, линии действия которых сходятся в точке K . Пользуясь следствием аксиом III и IV и выполнив перенос сил в точку K , получим четыре силы $\bar{P}_1$, $\bar{P}_2$, $\bar{P}_3$ и $\bar{P}_4$, приложенные в точке K .

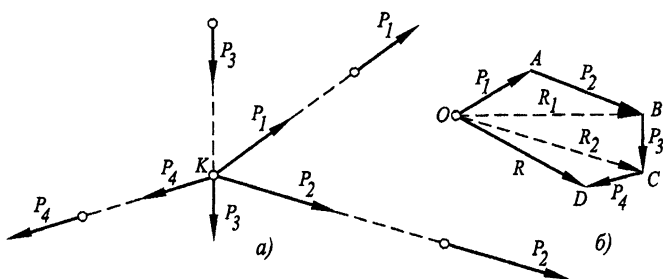


Рис. 5. Геометрический метод определения равнодействующей

Для определения равнодействующей этих сил последовательно сложим все данные силы, используя правило треугольника (рис. 5, *б*). Сначала сложим две силы $\bar{P}_1$ и $\bar{P}_2$. Для этого из произвольной точки O проведем, сохраняя масштаб и направление, силу $\bar{P}_1$. Из конца этой силы проведем

вторую силу $\vec{P}_2$. Соединив точку O (начало силы $\vec{P}_1$) с концом силы $\vec{P}_2$, получим силу $\vec{R}_1$, равную сумме сил, то есть $\vec{R}_1 = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$.

Из конца силы $\vec{R}_1$ проведем силу $\vec{P}_3$. Соединив точку O с концом силы $\vec{P}_3$, получим силу $\vec{R}_2 = \vec{P}_3 + \vec{R}_1$. Подставляя значение силы $\vec{R}_1$, получим

$$\vec{R}_2 = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3$$

Из конца силы $\vec{R}_2$ проведём четвертую силу $\vec{P}_4$. Соединив точку O с концом вектора силы $\vec{P}_4$, получим силу $\vec{R}$; $\vec{R} = \vec{R}_2 + \vec{P}_4$. Подставляя значение силы $\vec{R}_2$, получим

$$\vec{R} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \vec{P}_4.$$

Таким образом, при любом количестве сил, действующих на несвободное тело, результирующую силу в общем случае можно записать:

$$\vec{R} = \sum_{i=1}^n \vec{P}_i$$

При решении задач промежуточные векторы $\vec{R}_1$ и $\vec{R}_2$ можно не строить, а последовательно одну за другой отложить все заданные силы и начало первой силы соединить с концом последней. Фигура $OABCD$ называется силовым многоугольником. Замыкающая сторона этого многоугольника представляет собой равнодействующую $\vec{R}$ заданной системы сил, равную их геометрической сумме.

Равнодействующая $\vec{R}$ всегда направлена от начала первой силы к концу последней или стрелка равнодействующей всегда направлена навстречу обходу сил многоугольника (рис. 5, б). Если конец слагаемой силы силового многоугольника совместится с началом первой, то в этом случае равнодействующая $\vec{R}$ системы сходящихся сил будет равна нулю. В этом случае *система сходящихся сил будет находиться в равновесии*, то есть будет соблюдаться геометрическое условие равновесия. В этом случае должно соблюдаться условие:

$$\vec{R} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \dots + \vec{P}_n = \sum_{i=1}^n \vec{P}_i = 0.$$

Б. Аналитический способ определения равнодействующей

В тех случаях, когда на тело действует более трёх сил, а также, когда направления некоторых сил неизвестны, удобнее при решении задач пользоваться не геометрическим, а аналитическим условием равновесия, основанным на методе проекций.

Проекцией силы на ось называется отрезок оси, заключённый между двумя перпендикулярами, опущенными на ось из начала и конца вектора силы.

Пусть даны координатные оси x и y , сила $\vec{P}$, приложенная в точке A и расположенная в плоскости координатных осей x, y (рис. 6).

Проекциями силы P на оси координат будут отрезки ab и ab' . Обозначим их P_x и P_y . Тогда

$$P_x = P \cdot \cos \alpha; \quad P_y = P \cdot \sin \alpha$$

За *направление проекции* примем направление от проекции начала к проекции конца вектора силы.

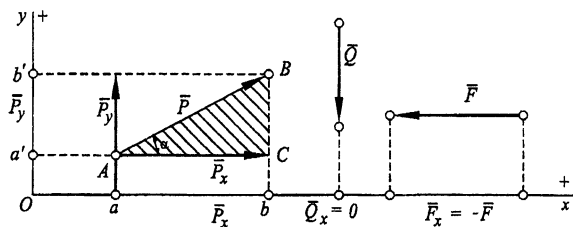


Рис. 6. Нахождение проекций сил

Так как проекция силы является алгебраической величиной, она может быть положительной или отрицательной. Руководствуются следующим правилом знаков. *Если направление проекции силы на ось совпадает с положительным направлением оси, то эта проекция считается положительной, и наоборот.*

Если вектор силы перпендикулярен оси, то его проекция на эту ось равна нулю (рис. 6, сила $\vec{Q}$).

Если вектор силы параллелен оси, то он проецируется на эту ось в натуральную величину (рис. 6, сила $\vec{F}$).

Из треугольника ABC можно определить модуль и направление вектора силы $\vec{P}$ по следующим формулам:

$$\text{модуль силы: } P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2};$$

$$\text{направление силы: } \operatorname{tg} \alpha = \frac{P_y}{P_x}.$$

В системе сходящихся сил равнодействующая может быть найдена через проекции составляющих. Проецируя все силы на оси O_x и O_y , получим

$$\left. \begin{aligned} R_x &= P_{1x} + P_{2x} + P_{3x} + \dots + P_{nx} = \sum_{i=1}^n P_{ix}; \\ R_y &= P_{1y} + P_{2y} + P_{3y} + \dots + P_{ny} = \sum_{i=1}^n P_{iy}. \end{aligned} \right\}$$

Модуль равнодействующей $\bar{R}$ через её проекции определится по формуле

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n P_{ix}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n P_{iy}\right)^2}.$$

Система сходящихся сил находится в равновесии, если величина равнодействующей $R = 0$. При определении модуля равнодействующей оба слагаемых, стоящих под знаком корня, всегда положительны как величины, возведенные в квадрат.

В связи с этим выполнение положения $R = 0$ возможно только при условии:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n P_{ix} &= 0; \\ \sum_{i=1}^n P_{iy} &= 0. \end{aligned} \right\}$$

Эти условия формулируются следующим образом: *для равновесия плоской системы сходящихся сил необходимо и достаточно, чтобы алгебраическая сумма проекций этих сил на каждую из двух координатных осей была равна нулю.*

Приведенные формулы называются уравнениями равновесия плоской системы сходящихся сил и используются при аналитическом способе решения задачи.

Аналитический метод решения задач, по сравнению с геометрическим, является более универсальным и применяется чаще всего.

Решение задач этим методом ведется по следующему плану.

1. Выделяют объект равновесия – тело или точку, где пересекаются линии действия всех сил, то есть точку пересечения.

2. К выделенному объекту равновесия прикладывают заданные силы.

3. Выделенную точку или тело освобождают от связей, заменяя их действие реакциями.

4. Выбирают оси координат и составляют уравнения равновесия.

Для упрощения решения задач рекомендуется, по возможности, оси координат выбирать так, чтобы каждое уравнение равновесия содержало наименьшее число неизвестных.

5. Решают уравнения равновесия.

Если при решении задач искомая реакция получится отрицательной, то это значит, что действительное её направление противоположно направлению, принятому на схеме.

6. Проверяют правильность решения.

Оглавление

Введение.....	3
---------------	---

Раздел I. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

Глава 1. Статика	5
1.1. Основные понятия и определения статики.....	5
1.2. Плоская система сил	10
1.3. Пространственная система сил	24
1.4. Центр тяжести	25
Глава 2. Кинематика	31
2.1. Основные понятия и определения	31
2.2. Уравнения и способы задания движения точки.....	32
2.3. Скорость точки.....	33
2.4. Ускорение точки и виды движения точки в зависимости от ускорения.....	35
2.5. Поступательное движение твердого тела	40
2.6. Вращение вокруг неподвижной оси.....	41
Глава 3. Динамика	45
3.1. Основные аксиомы динамики.....	45
3.2. Метод кинетостатики.....	47
3.3. Работа при поступательном движении	50
3.4. Мощность.....	52
3.5. Работа и мощность при вращательном движении	53
3.6. Понятие о трении и коэффициенте полезного действия	54
3.7. Закон количества движения.....	57
3.8. Потенциальная и кинетическая энергия.....	59
3.9. Моменты инерции некоторых однородных тел.....	60
3.10. Закон изменения кинетической энергии.....	61
Глава 4. Сопротивление материалов	62
4.1. Исходные понятия, гипотезы и допущения.....	62
4.2. Метод сечений и виды деформаций	64
4.3. Напряжение.....	66
4.4. Растяжение и сжатие. Закон Гука	67
4.5. Сдвиг (срез) и смятие	74
4.6. Кручение.....	76

4.7. Изгиб	85
4.8. Сложные виды деформаций	102
4.9. Устойчивость сжатых стержней.....	104
Глава 5. Детали машин	108
5.1. Общие сведения	108
5.2. Неразъёмные соединения	110
5.3. Разъёмные соединения	114
5.4. Передачи вращательного движения	123
5.5. Фрикционные передачи	126
5.6. Ремённые передачи	130
5.7. зубчатые передачи	145
5.8. Цепные передачи	163
5.9. Передача винт-гайка.....	169
5.10. Валы и оси	171
5.11. Опоры валов и осей. Подшипники	172
5.12. Механические муфты	175

Раздел II. ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ

Глава 6. Общее устройство тракторов и автомобилей..... 180

6.1. Понятие о тракторе и автомобиле и требования, предъявляемые к ним	180
6.2. Классификация тракторов	182
6.3. Классификация автомобилей	184
6.4. Общее устройство трактора.....	186
6.5. Общее устройство автомобиля	189

Глава 7. Общее устройство и работа двигателей внутреннего сгорания

190

7.1. Развитие двигателей внутреннего сгорания, их классификация и общее устройство.....	190
7.2. Основные понятия и определения двигателя	193
7.3. Рабочий цикл четырёхтактного дизельного двигателя.....	194
7.4. Рабочий цикл четырёхтактного карбюраторного двигателя	196
7.5. Рабочий цикл двухтактного карбюраторного двигателя	197
7.6. Сравнительная оценка дизельных и карбюраторных двигателей.....	198
7.7. Работа многоцилиндрового двигателя.....	199
7.8. Показатели работы двигателя.....	200

Глава 8. Кривошипно-шатунный механизм	202
8.1. Виды и общее устройство кривошипно-шатунного механизма.....	202
8.2. Блок цилиндров, головка блока, картеры	206
8.3. Поршневая группа.....	210
8.4. Шатунная группа.....	213
8.5. Коленчатый вал, коренные подшипники и маховик.....	215
Глава 9. Механизм газораспределения	218
9.1. Работа механизма газораспределения.....	218
9.2. Детали клапанного механизма газораспределения.....	220
9.3. Декомпрессионный механизм.....	224
Глава 10. Система питания двигателей	226
10.1. Общие сведения. Воздухоочистители	226
10.2. Питание двигателей	228
10.3. Характеристика топлива для автотракторных двигателей	229
10.4. Работа и приборы системы питания дизельного двигателя.....	231
10.5. Работа и приборы системы питания карбюраторного двигателя	241
Глава 11. Смазочная система	249
11.1. Смазочные масла. Требования к маслам. Свойства масел	249
11.2. Классификация и схемы смазочных систем.....	252
11.3. Устройство и работа механизмов смазочной системы	254
Глава 12. Система охлаждения двигателей	260
12.1. Классификация систем охлаждения	260
12.2. Устройство и работа систем охлаждения	262
12.3. Агрегаты жидкостной системы охлаждения двигателей	265
Глава 13. Электрооборудование	271
13.1. Общие сведения.....	271
13.2. Источники тока.....	272
13.3. Система зажигания.....	278
13.4. Система зажигания пускового карбюраторного двигателя	284
13.5. Система электрического пуска двигателей.....	285
Глава 14. Система пуска двигателей	287
14.1. Способы пуска двигателей.....	287
14.2. Пусковые двигатели.....	289
14.3. Вспомогательные устройства, облегчающие пуск дизельных двигателей.....	293
14.4. Система питания пускового двигателя	295

Глава 15. Трансмиссия тракторов и автомобилей	299
15.1. Общие сведения.....	299
15.2. Назначение, типы и устройство сцеплений.....	299
15.3. Классификация и схемы коробок передач.....	304
15.4. Механизмы управления коробками передач.....	307
15.5. Устройство коробок передач тракторов и автомобилей	308
15.6. Промежуточные соединения и карданные валы.....	312
15.7. Раздаточные коробки и ходоуменьшители	314
15.8. Общее устройство ведущих мостов	316
Глава 16. Ходовая часть и управление тракторов и автомобилей	321
16.1. Механизмы ходовой части.....	321
16.2. Ходовая часть гусеничных тракторов.....	322
16.3. Ходовая часть колесных тракторов и автомобилей.....	326
16.4. Общие сведения и устройство рулевых управлений колёсных тракторов и автомобилей.....	330
Глава 17. Рабочее оборудование тракторов	333
17.1. Общие сведения и виды рабочего оборудования.....	333
17.2. Элементы гидравлической раздельно-агрегатной навесной системы	336
17.3. Навесные устройства	343
Глава 18. Тяговые качества трактора и автомобиля	346
18.1. Общие понятия о качении колеса	346
18.2. Силы, действующие на трактор и автомобиль.....	347
18.3. Баланс мощности трактора.....	350
Приложения.....	353
Литература	361
Предметный указатель.....	362
Новые издания по дисциплине «Конструкция автомобилей и тракторов» и смежным дисциплинам.....	366