

ных тел, масса к-рых изменяется во время движения. Осн. исследования по М. т. п. м. принадлежат И. В. Мещерскому и К. Э. Циолковскому. Задачи М. т. п. м. возникли в связи с развитием авиационной и ракетной техники, а также теоретич. механики и астрономии. Частной задачей М. т. п. м. является движение тел с пост. массой, но перем. моментом инерции. Изменение массы тела (точки) во время движения может обуславливаться отделением (отбрасыванием) частиц или их присоединением (налипанием). При полёте совр. реактивных самолётов с воздушно-реактивными двигателями происходят одноврем. процессы как присоединения, так и отделения частиц. Масса таких самолётов увеличивается за счёт воздуха, засасываемого в двигатель, и уменьшается в результате отбрасывания продуктов горения топлива. Осн. векторное дифференц. ур-ние движения точки перем. массы для случая присоединения и отделения частиц, полученное в 1904 Мещерским, имеет вид

$$M \frac{dv}{dt} = F + \frac{dM_1}{dt} V_1 + \frac{dM_2}{dt} V_2, \quad (**)$$

где M — масса точки, v — её скорость, t — время, F — равнодействующая приложенных сил, V_1 — относит. скорость отделяющихся частиц, $\left| \frac{dM_1}{dt} \right|$ — секундный расход массы, V_2 — относит. скорость присоединяющихся частиц, $\left| \frac{dM_2}{dt} \right|$ — секундный приход массы. Производные $(dM_1/dt)V_1 = \Phi_1$ — реактивная тяга, а $(dM_2/dt)V_2 = \Phi_2$ — тормозящая сила, обусловленная присоединением частиц. Для совр. ракет ур-ние движения получается из (*) при условии, что $\Phi_2 = 0$.

В М. т. п. м. рассматриваются два класса задач: определение траектории центра масс и определение движения тела перем. массы около центра масс. В ряде случаев можно найти траекторные характеристики движения центра масс, исходя из ур-ний динамики точки перем. массы. Изучение движения тел перем. массы около центра масс важно для исследования динамич. устойчивости реальных объектов (ракет, самолётов), их управляемости и манёвренности. К задачам М. т. п. м. относятся также отыскание оптим. режимов движения, т. е. определение таких законов изменения массы тела или точки, при к-рых кинематич. или динамич. характеристики их движения становятся наилучшими. Наиб. эфф. методы решения таких задач — методы *вариационного исчисления*.

Важной задачей М. т. п. м. с твёрдой оболочкой является изучение движения этих тел при нек-рых дополнит. условиях, налагаемых на скорость центра масс. Такие задачи возникают, напр., при изучении движения телеуправляемых ракет и беспилотных самолётов, наводимых на цель автоматически или по радиокомандам с Земли, или по командам, вырабатываемым головками самонаведения. Для зенитных управляемых ракет и ракет класса «воздух — воздух» (предназначенных для стрельбы с самолёта по самолёту) процесс изменения массы происходит, как правило, на всей траектории полёта.

Большое число работ по М. т. п. м. относится к изучению движения небесных тел. Допуская, что увеличивающиеся массы небесного тела происходят за счёт налипания космич. пыли, приходят к дополнит. условию о равенстве нулю абс. скорости налипающих частиц. Ур-ние движения точки перем. массы в этом случае принимает вид

$$\frac{d}{dt}(Mv) = F.$$

Интерполируя реальные законы изменения массы небесных тел простыми алгебраич. ф-циями времени («законы Мещерского»), можно аналитически исследовать движение точки перем. массы в поле центральной силы. Мещерскому принадлежит постановка обратных

задач М. т. п. м., в к-рых определяется закон изменения массы точки по нек-рым заданным свойствам наблюдаемого движения в известном поле сил.

Для нек-рых задач небесной механики Мещерский указал такие преобразования переменных (координат и времени), при помощи к-рых ур-ния точки перем. массы переходят в ур-ния точки пост. массы (в новом пространстве-времени). М. т. п. м. находит приложение при исследованиях и в др. областях, напр. в текстильной промышленности и радиолокации.

Лит.: Мещерский И. В., Работы по механике тел переменной массы, 2 изд., М., 1952; Циолковский К. Э., Собр. соч., т. 2, М., 1954; Михайлов Г. К., К истории динамики систем переменного состава и теории реактивного движения, М., 1974; Гродзовский Г. Л., Иванов Ю. Н., Токарев В. В., Механика космического полета, М., 1975; Акуленко Л. Д., Асимптотические методы оптимального управления, М., 1987. А. А. Космодемьянский.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА материалов — реакция материала на приложенные механич. нагрузки. Осн. характеристиками механич. свойств являются напряжения и деформации. Напряжения — характеристики сил, к-рые относят к единице сечения образца материала или изделия, конструкции из него. Деформацию чаще всего оценивают безразмерной величиной относит. изменения длины, стрелой прогиба или углом закручивания.

М. с. конструкц. материалов (металлов и сплавов, полимеров, стекла, керамики, текстильных нитей и тканей, дерева и др.) устанавливают механич. испытаниями, целью к-рых чаще всего является нахождение связи между приложенными механич. напряжениями к материалу и его деформацией. М. с. существенно зависят от структуры испытываемого материала и схемы приложенных сил. Поэтому они не являются физ. константами и не характеризуют сил межмолекулярного взаимодействия материала. Для простоты сопоставления М. с. разных материалов испытания проводят при несложных, легко воспроизводимых схемах нагружения (приложение внеш. сил) — одноосном растяжении (или сжатии), изгибе, кручении. При сопоставлении М. с. разных материалов или одного материала с разной структурой следует иметь в виду соблюдение условий подобия испытаний (одинаковые схемы напряжённого состояния, скорости приложения нагрузок и физ.-механич. условия среды испытаний, а также геом. подобие — форма и размеры испытываемого образца). М. с. существенно зависят от темп-ры и давления.

Механич. испытания можно классифицировать по напряжённому состоянию (схема приложенных сил), способу нагружения при испытаниях (деформирование с заданной скоростью и измерение сил сопротивления деформации), приложению пост. нагрузки (или напряжений) и измерению сил сопротивления деформированию, по характеру изменения статич., динамич. или циклич. нагрузок (напряжений) во времени. Статич. нагрузками считают либо такие, к-рые не изменяются со временем, либо изменяющиеся в течение секунд или минут. При динамич. нагружении возрастание нагрузок происходит за доли секунды, а циклические характеризуются периодич. изменением направления и величины статич. или динамич. нагрузки.

М. с. классифицируются по физ. природе получаемых характеристик.

Упругость — свойство твёрдых тел сопротивляться изменению их объёма или формы под действием механич. напряжений и самопроизвольно восстанавливать исходное состояние при прекращении внеш. воздействий. Характеризуется пределом упругости — макс. напряжением, после удаления к-рого форма и размеры образца полностью восстанавливаются; *модулем упругости* — коэф. пропорциональности, связывающим напряжение и упругую деформацию. Единств. характеристика М. с., дающая информацию о межмолекулярном взаимодействии в кристаллич. решётке материала, — вторая производная энергии взаимодействия атомов (ионов) по расстоянию между ними.