

Г Л А В А Х
МЕХАНИКА УПРУГИХ ТЕЛ

* *

§ 73. Идеально упругие тела

1. Все реальные тела *деформируемы*. Под действием приложенных сил они меняют свою форму или объем. Такие изменения называются *деформациями*. В случае твердых тел различают два предельных случая: *деформации упругие* и *деформации пластические*. *Упругими* называются деформации, исчезающие после прекращения действия приложенных сил. *Пластическими* или *остаточными деформациями* называют такие деформации, которые сохраняются в теле, по крайней мере частично, и после прекращения действия внешних приложенных сил. На пластических деформациях основана *холодная обработка металлов* — штамповка, ковка и пр. Является ли деформация упругой или пластической — это зависит не только от материала тела, но и от *величины приложенных сил*. Если сила (точнее, сила, отнесенная к единице площади, т. е. напряжение) не превосходит известной величины, называемой *пределом упругости*, то возникающая деформация будет упругой. Если же она превосходит этот предел, то возникающая деформация будет пластической. Предел упругости имеет различные значения для разных материалов. Он является не вполне четко определенной величиной. Разделение тел на упругие и пластические также в какой-то степени условно. Строго говоря, все деформации после прекращения действия внешних сил исчезают не полностью, а потому являются пластическими. Однако если величины остаточных деформаций малы, то во многих случаях их можно не принимать во внимание. Как велика должна быть остаточная деформация, чтобы можно было так поступать, — это зависит от конкретных условий. В некоторых случаях, например, можно пренебречь остаточными деформациями, если они не превосходят 0,1% от максимальных значений, достигавшихся под действием приложенных сил. В других случаях этот предел должен быть снижен до 0,01% и т. д.

2. В настоящей главе мы ограничимся изучением только упругих деформаций. При этом мы остановимся только на механике, но не на физике явлений. Механика описывает упругие свойства тел посредством некоторых эмпирически вводимых *упругих постоянных*, различных для различных тел и зависящих от их физического состоя-

ния (например, от температуры). Более глубоким является физический подход, рассматривающий явление деформаций с атомистической точки зрения. Этим занимается *теория твердого тела*. Она позволяет в принципе не только вывести основные уравнения механики деформируемых тел с атомистической точки зрения, но и установить связь упругих постоянных вещества с другими его физическими свойствами.

Тела мы будем считать *идеально упругими*. Так называются идеализированные тела, которые могут претерпевать только упругие, но не пластические деформации. Такими идеализациями можно пользоваться, когда силы, приложенные к реальным телам, не превосходят предела упругости. Для *идеально упругих тел существует однозначная зависимость между действующими силами и вызываемыми ими деформациями*. В случае пластических деформаций такой однозначной связи не существует. Это видно хотя бы из того, что до и после пластической деформации тело имеет различную форму, хотя в обоих случаях оно не подвергается действию внешних сил. Мы ограничимся изучением только *малых деформаций*. *Малыми* называются упругие деформации, подчиняющиеся закону Гука. Это — приближенный закон, согласно которому *деформации пропорциональны силам, их вызывающим*.

3. Твердые тела разделяются на *изотропные* и *анизотропные*. *Изотропными* называются тела, свойства которых по всем направлениям одинаковы. *Анизотропными* называются тела, свойства которых в разных направлениях не одинаковы. Типичными представителями анизотропных тел являются *кристаллы*. Приведенные определения отличаются некоторой неопределенностью, поскольку в них явно не указано, о каких физических свойствах идет речь. Дело в том, что *тела могут вести себя как изотропные по отношению к одним свойствам и как анизотропные — по отношению к другим*. Так, все кристаллы *кубической системы* ведут себя как изотропные, если речь идет о распространении света в них. Однако они будут анизотропными, если интересоваться их упругими свойствами. В настоящей главе нас интересует изотропия или анизотропия тел по отношению к их упругим свойствам. Но мы ограничимся простейшим случаем, когда тела являются изотропными. Металлы обычно имеют *поликристаллическую структуру*, т. е. состоят из мельчайших беспорядочно ориентированных кристалликов. Каждый из таких кристалликов есть тело анизотропное. Но кусочек металла, содержащий множество их, ведет себя как изотропное тело, если всевозможные ориентации кристалликов представлены с одинаковой вероятностью. В результате пластической деформации хаотичность в ориентации кристалликов может нарушиться. Тогда после пластической деформации металл становится анизотропным. Такое явление наблюдается, например, при вытягивании или кручении проволоч.