

## Глава XIII

### СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

#### § 1. Характеристический постулат, относящийся к твердым телам, и его следствия

1. Основные уравнения, которые в случае материальной системы произвольного вида являются, как мы видели (гл. XII, п. 4), только необходимыми условиями равновесия, в случае *твердого тела* оказываются также и достаточными. Для того чтобы установить этот важный результат, мы должны прежде всего определить, что в механике называют твердым телом.

В действительности все материальные тела, когда на них действуют достаточно большие сжимающие или растягивающие силы, *деформируются*. Тела, которые в обыденной жизни называются твердыми, обладают особенно большой сопротивляемостью деформациям, так что даже при действии довольно значительных давлений или растяжений они не обнаруживают заметных изменений формы.

Идеализируя это свойство, *твердым телом* в механике называют всякую материальную систему, которая при каких угодно действующих на нее силах и в каких угодно условиях движения (или покоя) ведет себя как *абсолютно твердое тело* в смысле, данном этому названию в кинематике, т. е. всякую систему материальных точек с такими связями, что расстояния между любыми точками системы не изменяются, каковы бы ни были силы, действующие на систему, и каково бы ни было состояние движения (или покоя) системы.

Для дальнейшего уточнения поведения твердых тел по отношению к действующим на них внешним силам мы обратимся к физическому опыту. Если возьмем какое-нибудь твердое (в обычном смысле) тело, которое уже находится в равновесии под действием заданных внешних сил, и присоединим к этим силам две *равные* и прямо противоположные силы  $F$  и  $-F$ , приложенные в каких угодно точках  $P$  и  $Q$  твердого тела, то не только убедимся в том, что расстояние между точками  $P$  и  $Q$  останется неизменным (если пренебречь незначительными деформациями), но и увидим, что вся система останется в равновесии. Таким образом, оказывается возможным принять следующий принцип (*характеристический постулат твердых тел*, который следует считать практически имеющим силу в тех пределах приближения, в которых естественные твердые тела можно рассматривать как абсолютно твердые):

*Равновесие твердого тела не нарушится, если к двум каким угодно его точкам приложить две равные и прямо противоположные силы.*

2. Мы уже знаем (гл. XII, п. 4), что если какая угодно материальная система  $S$  (т. е. также и нетвердое тело) находится в равновесии под действием заданной системы сил и вместо связей, существующих между точками  $S$ , введены соответствующие реакции, то систему можно рассматривать как состоящую из свободных материальных точек, каждая из которых находится в равновесии под действием приложенных к ней активных сил и реакций связей. Поэтому, в силу необходимых и достаточных условий равновесия точки (гл. VII, п. 11), равновесие системы  $S$  не нарушится, если вместо двух или большего числа сил, действующих на одну и ту же точку системы, будет приложена соответствующая результирующая или, наоборот, сила, действующая на точку системы  $S$ , будет разложена на несколько сил, приложенных к той же самой точке.

Мы видим, таким образом, что в какой угодно материальной системе всегда можно, не нарушая равновесия, выполнить над приложенными к отдельным точкам силами первую из векторных операций, которые в п. 40 гл. I мы назвали элементарными.

С другой стороны, в случае твердого тела характеристический постулат предыдущего пункта утверждает, что над силами, приложенными к телу, можно, не нарушая равновесия тела, выполнить также и вторую элементарную операцию.

Так как, комбинируя обе элементарные операции, мы можем (гл. I, п. 14) перейти от одной заданной системы приложенных векторов ко всякой другой эквивалентной ей системе, т. е. к системе, имеющей те же самые результирующий вектор и результирующий момент (по отношению к какому угодно центру приведения), то мы заключаем, что *равновесие твердого тела не нарушится, если системе действующих на него сил заменить какой угодно другой системой сил, (векторно) эквивалентной первоначальной.*

## § 2. Необходимые и достаточные условия равновесия твердого тела

3. Предыдущая теорема позволяет доказать, что *в случае твердых тел основные условия равновесия не только необходимы, как это имеет место для всякой материальной системы, но и достаточны.*

Предположим, что твердое тело  $S$  находится под действием известных внешних сил  $F$ , удовлетворяющих основным условиям

$$R = 0, \quad M = 0, \quad (1)$$

т. е. составляющих систему, эквивалентную нулю.