**Возможная, действительная и виртуальная скорость точки.**

**Возможная и виртуальная мощность силы.**

**Методы Ньютона и Лагранжа**

Рассмотрим простейший пример движения точки массы под действием силы и нестационарной геометрической связи

Уравнение связи можно трактовать как уравнение подвижной поверхности, по которой движется точка. На Рис. 2 изображена фотография поверхности в момент

времени t.

0

q1

**R**

q2

***r***

Рис.2

**F**

Траектория

Равнодействующая активных сил ***F*** и реакция связи однозначно определяют ускорение точки согласно закону Ньютона

Уравнение (6) порождает множество  ***возможных*** положений искоростей точки, отвечающих множеству начальных условий. На Рис.2 изображена точка, имеющая в одном из возможных положений возможную скорость .

П

Рассмотрим движение точки как составное движение. Возможную скорость точки представим суммой переносной скорости вместе с поверхностью связи и относительной скорости по поверхности связи (Рис.2):

Переносная скорость однозначно определена движением связи в данном положении точки на связи.

Относительная скорость может принимать множество значений, соответствующих множеству начальных условий. Поэтому множество относительных скоростей называют ***виртуальными скоростями*** точки***.*** Относительные скорости имеют произвольный модуль, и все лежатв касательной к связи плоскости П.

Если связи стационарны, то переносная скорость отсутствует и виртуальные скорости становятся возможными скоростями.

На Рис.2 изображена переносная скорость, соответствующая положению точки на связи, и одна из виртуальных скоростей **,** отвечающаяконкретным начальным условиям. Их сумма называется ***действительной*** ***скоростью*** . Она касательна к действительной траектории точки, отвечающей конкретным начальным условиям.

Если связь стационарна, то связь неподвижна, и множества возможных и виртуальных скоростей совпадают.

***Возможной мощностью*** силы ***F*** назовем скалярную величину

***Виртуальной мощностью*** силы ***F*** назовем скалярную величину

Система материальных точек { в данный момент находится в одном из возможных положений {имеет возможные скорости {состоящие из переносных скоростей { и виртуальных скоростей {.

Лекции А.Костарева

Вывод дифференциальных уравнений движения по связям представляет основной интерес при изучении движения системы.

Векторный метод ***Ньютона*** позволяет получить ***полную систему уравнений***, состоящую как из ***дифференциальных уравнений*** движения системы по связям, так и из ***уравнений для определения реакций*** связей. Недостатком метода можно считать векторный характер и «избыточность» уравнений. Ведь вычисления удобнее вести в скалярном виде, а главный интерес часто представляют только дифференциальные уравнения движения системы по связям.

Аналитический метод ***Лагранжа*** является скалярным и ограничивается получением только дифференциальных уравнений движения. Оноснован на трех идеях:

1. Рассматриваются только идеальные связи, реакции которых, не имеют виртуальной мощности (например, перпендикулярны связям- Рис.2).
2. Уравнения Ньютона скалярно умножаются на векторы виртуальной скорости .

Такое умножение:

1. приводит к скалярной форме уравнений,
2. исключает идеальные реакции (

с) дает проекцию уравнений Ньютона, которая не зависит от виртуальных

скоростей .

Рис.3

q1

**R(**

q2

q1

Действительно, согласно закону Ньютона полное ускорение зависитот реакции , которая, в свою очередь, зависит от виртуальной скорости (вспомним реакцию моста на автомобиль)**.** Значит, зависит от **.** Но касательное **к связи** ускорение не зависит от ортогональной ему реакции **,**  а значит и от виртуальной скорости .

1. Движение рассматривается в независимых обобщенных координатах.