

PAPER

СОСТАВЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ К ЗАДАЧЕ

Н.Г.Музафарова ^{1*}

¹ Бухарский государственный технический университет (Узбекистан)

* muzafarova@gmail.com

Abstract

В данной статье рассматриваются нагрузки, распределенные по некоторой длине. Величина равнодействующей силы, которой заменяют нагрузку, в данном случае зависит от длины участка, на котором действует нагрузка, и от характера распределения нагрузки. Характеризуется такая нагрузка также интенсивностью, но измеряемой в ньютонах на единицу длины – то есть, в Н/м. Обозначается, как правило, символом q . На действие распределенных по длине нагрузок рассчитываются балки и конструкции самого различного назначения.

Key words: реакция опоры, методы обучения сопротивления материалов, балка, стержень.

Основной часть

Под расчетной схемой к задаче в дальнейшем мы будем понимать: схематическое изображение тела (или системы тел), равновесие которого рассматривается в задаче, с действующими на тело заданными (активными) силами и силами реакций наложенных на тело связей, с введенной для решения задачи системой координатных осей, со всеми необходимыми данными о геометрических размерах и углах, которые должны быть либо известны, либо определены для решения задачи.

Грамотная и четкая расчетная схема – это первое и всегда необходимое условие успешного решения любой задачи и не только в механике.

При составлении расчетной схемы необходимо быть предельно внимательным и аккуратным – внимательным при изучении условия и чертежа к задаче, при нанесении на расчетную схему заданных сил, сил реакций связей и ... аккуратным при оформлении расчетной схемы. На этом этапе решения для быстрого составления расчетной схемы к задаче необходимо отлично знать условные обозначения типов связей и реакции этих связей, уметь заменять любые распределенные нагрузки сосредоточенными силами, уметь определять положение центра тяжести любого тела.

Среди заданных сил в задачах могут быть: сосредоточенные нагрузки, изображенные на чертежах к задачам в виде векторов сил; веса элементов конструкций; распределенные нагрузки с заданной интенсивностью. Еще в задачах на тело

или систему тел могут действовать заданные пары сил. Они обычно задаются величиной момента и направлением вращения. Точки приложения сосредоточенных нагрузок всегда указываются в условии к задаче. Точки приложения сил тяжести, как правило, не указываются. Считается, что каждый, решающий задачу, приложит эту силу в центре тяжести рассматриваемого тела. На распределенных нагрузках необходимо остановиться более подробно. Различают нагрузки, распределенные по некоторой площади, и нагрузки, распределенные по некоторой длине. К первым относят силы ветрового давления на стены зданий, снеговую нагрузку на плиты перекрытия зданий, давление жидкостей на стенки резервуаров, плотин и т.д... Характеризуется эта нагрузка интенсивностью (p), измеряемой в единицах давления – т.е. в Н/м². При равномерной нагрузке на единицу площади величина равнодействующей силы, которой заменяют эту нагрузку, определяется произведением интенсивности нагрузки на площадь поверхности, находящуюся под нагрузкой.

В задачах статики обычно рассматриваются нагрузки, распределенные по некоторой длине. Величина равнодействующей силы, которой заменяют нагрузку, в данном случае зависит от длины участка, на котором действует нагрузка, и от характера распределения нагрузки. Характеризуется такая нагрузка также интенсивностью, но измеряемой в ньютонах на единицу длины – то есть, в Н/м. Обозначается, как правило, символом q . На действие распределенных по длине нагрузок рассчитываются балки и конструкции самого различного назначения.

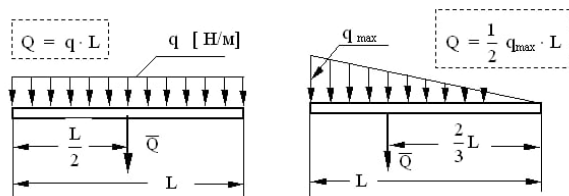


Рис. 1

Здесь желательно запомнить следующую условность. Нагрузка, действующая на несущую поверхность балки (т.е. распределенная по некоторой поверхности), при решении задач “Статики”, “Сопротивления материалов» и следующих за ними технических дисциплин обычно заменяется нагрузкой, действующей условно на линию, изображающую на расчетной схеме ось балки.

Замена одной системы сил эквивалентной ей другой при решении задач встречается практически постоянно.

При решении задач статики нагрузки, распределенные по длине, принято, заменять сосредоточенными силами.

Наиболее типичные случаи замены сосредоточенной силой равномерно распределенной нагрузки и нагрузки, изменяющейся по линейному закону, представлены на рисунках ниже.

Графическое изображение изменения интенсивности нагрузки по длине балки в механике и сопротивлении материалов принято называть эпюрой распределения нагрузки. Для рассмотренных случаев по эпюре распределения нагрузки величину сосредоточенной силы, заменяющей нагрузку, и положение линии действия силы определяют в соответствии с простым правилом. Величина силы равна площади эпюры, изображающей нагрузку. Линия действия силы проходит через центр тяжести площади эпюры.

Кроме заданных сил на расчетной схеме изображаются силы реакций наложенных на тело (систему тел) связей.

Очень коротко о связях было сказано в главе 1. Здесь же на типах связей и их реакциях необходимо остановиться более подробно. Взглянем сначала на плакат 4с, который автор предлагает, желающим научиться решать задачи статики, запомнить на оценку «Отлично». И, как минимум, на четыре года последующей учебы в вузе.

3. Невесомый стержень с идеальными шарнирами на концах – идеализированная связь в виде прямолинейного или криволинейного тела, имеющего вид стержня, с шарнирами в точках его крепления к другим телам и с весом, величиной которого при решении рассматриваемой задачи можно пренебречь.

Считается, что в идеальных шарнирах, соединяющих стержень с другими телами, отсутствует трение.

Стержень может быть или сжат, или растянут. При растянутом стержне сила, с которой прямолинейный стержень действует на тело, направлена вдоль стержня от тела, к которому крепится стержень. При сжатом стержне сила его реакции направлена к точке крепления.

Характер напряжения в стержне обычно неизвестен. Поэтому вектор реакции стержня принято направлять от узла его крепления к телу, считая стержень растянутым. Если при расчете усилия в стержне его значение получается положительным, то стержень действительно растянут.

Если при расчете усилие в стержне получилось отрицательным, то стержень сжат. Определять характер напряжения с помощью знаков (-) – сжат, (+) – растянут удобно и просто.

Эта условность в обозначении характера напряжений используется далее также и при решении задач дисциплины “Сопротивление материалов”.

ТИПЫ СВЯЗЕЙ И ИХ РЕАКЦИИ	
наименование связи	условные изображения связей и реакции связей
Гладкая поверхность (острие, уступ) Негладкая шероховатая поверхность	
Невесомый стержень Гипкая нить (трос, цепь, канат ...) Шарнирно-подвижная опора	
Шарнирно-неподвижная опора (цилиндрический шарнир) в задачах на ПСС и ИПСС	
Шаровой (сферический) шарнир <u>подъёмник</u>	
Защемляющая опора (жёсткая заделка) в плоскости и в пространстве	

Рис. 2

В некоторых задачах встречаются криволинейные невесомые стержни. Реакции таких стержней направляются вдоль линии, соединяющей оси шарниров. Это следует из условия равновесия твердого тела под действием системы из двух сил, приложенных в шарнирах.

Разновидностью рассматриваемого типа связи является опора тела на уступ или острие – т.е. точечную опору. Гладкой в этом случае считается поверхность самого тела. Вектор реакции направляется по нормали к поверхности тела. Обозначать реакции гладкой поверхности принято векторами либо либо с указанием индекса точки приложения силы. 2. Шероховатая (негладкая) поверхность – поверхность, где по условию задачи силами трения пренебречь нельзя. Шероховатость поверхности в данном случае специально оговаривается в условии задачи.

Реакция шероховатой поверхности отличается от реакции гладкой поверхности тем, что эта реакция изображается в виде совокупности двух сил – нормальной реакции поверхности и силы трения в плоскости касания тел. Сила трения направляется в сторону, противоположную возможному перемещению тела по поверхности.

Величина f (коэффициента трения) либо задается в задаче, либо является искомой величиной. В связи с тем, что сила трения по вышеприведенной формуле определяется только при достижении силой трения ее максимального значения, в задачах с трением тела рассматриваются в положении предельного равновесия!

3. Невесомый стержень с идеальными шарнирами на концах – идеализированная связь в виде прямолинейного или криволинейного тела, имеющего вид стержня, с шарнирами в точках его крепления к другим телам и с весом, величиной которого при решении рассматриваемой задачи можно пренебречь.

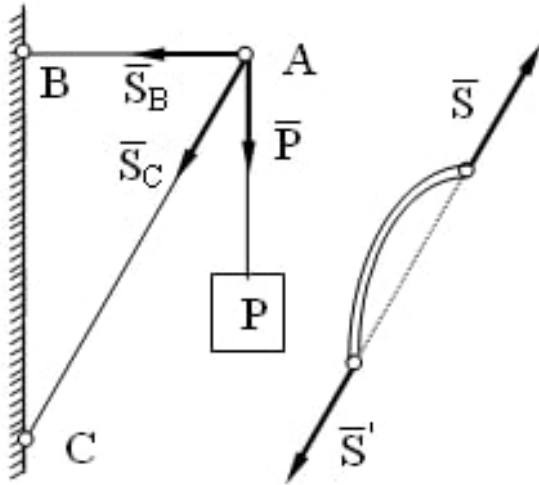


Рис. 3

небрежь.

Считается, что в идеальных шарнирах, соединяющих стержень с другими телами, отсутствует трение.

Стержень может быть или сжат, или растянут. При растянутом стержне сила, с которой прямолинейный стержень действует на тело, направлена вдоль стержня от тела, к которому крепится стержень. При сжатом стержне сила его реакции направлена к точке крепления.

Характер напряжения в стержне обычно неизвестен. Поэтому вектор реакции стержня принято направлять от узла его крепления к телу, считая стержень растянутым. Если при расчете усилия в стержне его значение получается положительным, то стержень действительно растянут.

Если при расчете усилие в стержне получилось отрицательным, то стержень сжат. Определять характер напряжения с помощью знаков (-) - сжат, (+) - растянут удобно и просто.

Эта условность в обозначении характера напряжений используется далее также и при решении задач дисциплины "Сопротивление материалов".

В некоторых задачах встречаются криволинейные невесомые стержни. Реакции таких стержней направляются вдоль линии, соединяющей оси шарниров. Это следует из условия равновесия твердого тела под действием системы из двух сил, приложенных в шарнирах.

4. Гибкая нить - связь, у которой много и других наименований - трос, канат, веревка, цепь и т.д.

Нить, как связь, может работать только тогда, когда она натянута. При отбрасывании нити вектор реакции нити изображают приложенным в точке, где нить привязана к телу, равновесие которого рассматривается, и направляют вдоль нити.

Часто встречается случай, когда тело удерживается нитью, переброшенной через идеальный блок с некоторым грузом на конце. Так как идеальным считается блок, который может вращаться на оси без трения, то натяжение нити в точке ее крепления к телу считается равным весу груза на конце нити.

Чтобы не вводить новых обозначений, рекомендуется натяжение нити в этом случае обозначать тем же символом, что и вес груза на конце нити.

5. Шарнирно-подвижная опора - опора, позволяющая точке тела, которая связана с опорой, перемещаться без трения вдоль какой-либо поверхности. Реакция подвижной опоры

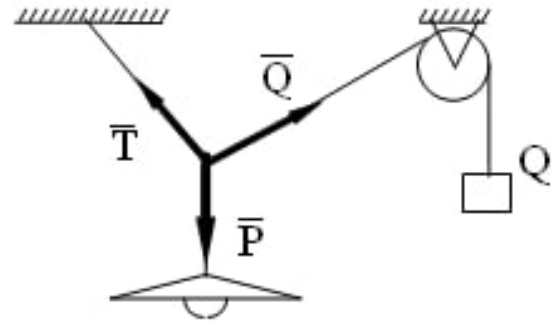


Рис. 4

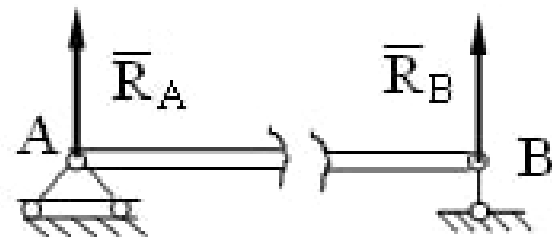


Рис. 5

направляется по нормали к поверхности, вдоль которой может перемещаться опора.

При определенном конструктивном выполнении подвижная опора может препятствовать перемещению точки крепления тела в двух взаимно-противоположных направлениях. Следовательно, результат определения величины реакции опоры, как и в случае со стержнем, может быть, как положительным, так и отрицательным.

не позволяющая точке тела, скрепленной с такой опорой, перемещаться в плоскости, перпендикулярной оси вращения шарнира, но позволяющая телу при отсутствии других связей поворачиваться относительно этой оси. Условно подразумевается, что в шарнире отсутствует трение.

Конструктивное выполнение опор, условно обозначаемых названием "шарнирно-неподвижная опора" (а это могут быть и подшипники скольжения, и подшипники качения, и просто пальцевые соединения), может быть различным. Реакцией опоры является равнодействующая сил, действующих со стороны закрепленной неподвижно части опоры, на связанное с этой опорой и рассматриваемое в положении равновесия тело.

Сила реакции шарнирно-неподвижной опоры расположена в плоскости, перпендикулярной оси вращения шарнира; проходит через центр шарнира; неизвестна ни по величине, ни по направлению. На чертеже эти проекции изображают в виде векторов (компонент или составляющих силы) с соответствующими обозначениями.

Необходимо обратить внимание на то, что на чертежах к задачам возможны различные виды условных обозначений рассматриваемой связи. Основные виды условных обозначений шарнирно-неподвижных опор в задачах на ПСС и в задачах на ППСС приведены на рисунке и на плакате.

7. Шаровая опора или сферический шарнир - связь, не позволяющая одной из точек тела перемещаться ни в одном из направлений, а позволяющая телу поворачиваться в опреде-

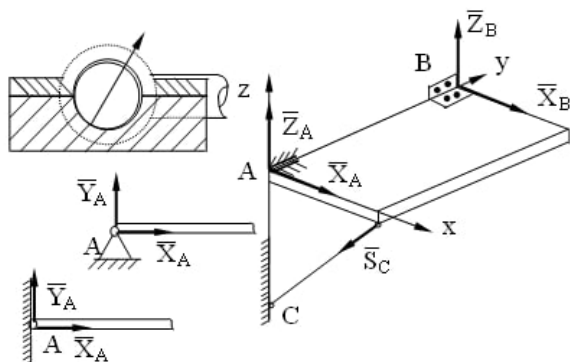


Рис. 6

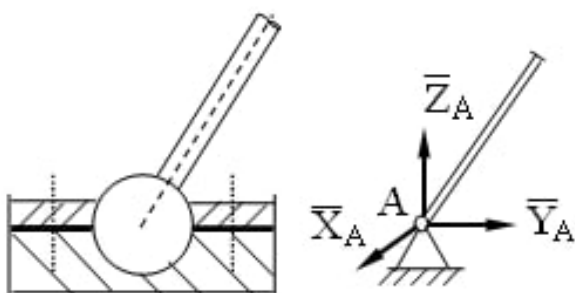


Рис. 7

ленных пределах относительно любой из координатных осей, проходящих через эту точку.

Схематичное конструктивное выполнение такой опоры, ее условное обозначение и реакции приведены на рисунке.

Реакция опоры – неизвестная по величине и направлению в пространстве сила. Ее компоненты по осям координат и являются искомыми величинами.

Условные изображения сферических шарниров на чертежах к задачам и расчетных схемах такие же, как у цилиндрических в задачах на ПСС. Это не должно вводить в заблуждение. Сферические шарниры встречаются в задачах только на ППСС, где условные изображения цилиндрических шарниров являются иными.

8. Подпятник – связь, являющаяся комбинацией цилиндрического шарнира и опорной плоскости. Встречается в задачах на ППСС. Другой опорой тела, имеющего такую связь, является, как правило, цилиндрический шарнир.

Неизвестная по величине и направлению реакция подпятника, как и у сферического шарнира, определяется по ее составляющим, направленным вдоль трех координатных осей. На рисунке приведены условное изображение подпятника и один из вариантов его конструктивного выполнения.

9. Защемляющая опора, называемая также жесткой заделкой – условное название связи, препятствующей заделанному телу перемещаться в любом из направлений и поворачиваться относительно любой из координатных осей. Примерами заземляющих опор являются: заделанные в стену дома плиты подоконников или балконов, кронштейны для крепления труб и батарей отопления, обычные вбитые в стену гвозди и так далее.

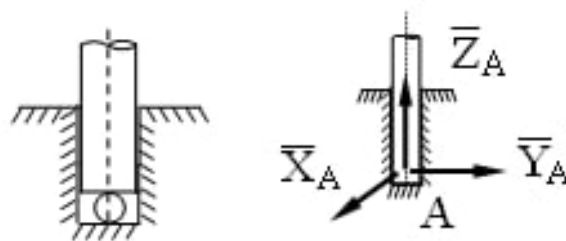


Рис. 8

Список использованной литературы

1. Ferdinand P.Beer E.Russell Johnston, Jr.John T.De.Wolf David F.Mazurek.MECHANIKS OF MATERIALS. United States Coast Guard Academy. Published by Mc Craw-Hill Education,2 Penn Plaza, New York, NY 10121.Copyright @ 2015 by.[1-2]
2. P.Timoshenko, James M Gere. MECHANIKS OF MATERIALS.VAN NO RAND REINHOLD COMPANY.NewYork-Cincinnati-Toronto-London-Melbourne-1972.Механика материалов,Москва, «Мир» 1976 год.[3-4]
3. Н.С.Бибутов, А.Х.Ҳожиёв, Х.Р.Рўзиёв, С.М.Хасанов Материаллар қаршилиги тажриба ишлари Тошкент-2019 йил