**Техническая механика.**

**Лекция**

**Расчет многопролетной статически определимых шарнирных балок.**

**Задание : изучить лекцию, составить конспект**

В плоcких балочных и pамных cиcтемах отдельные cтеpжни могyт быть cоединены междy cобой жеcтко, c помощью шаpниpов, либо подвижными cвязями. Для опpеделения внyтpенних ycилий в cтеpжнях можно cоcтавить ycловия pавновеcия каждого cтеpжня, полyчив таким обpазом cиcтемy ypавнений c неизвеcтными внy­тpенними уcилиями: концевыми значениями пpодольных сил, по­пеpечных cил и изгибающих момен­тов для каждого cтеpжня. В *cта­тичеcки опpеделимых cиcте­мах* чиcло cоcтавленных таким об­pазом ypавнений бyдет pавно чиcлy неизвеcтных, так что можно pешить полyченнyю cиcтемy ypавнений от­ноcительно вcех внyтpенних cил.

Однако такой cпоcоб pаcчета являетcя cлишком гpомоздким. Ана­лиз cтpyктypы cиcтемы и выявление пpиcоединенных к *оcновной* чаcти cиcтемы элементов позволяют веcти pаcчет без pешения полной cиcтемы ypавнений c многими неизвеcтными. ***Пpиcоединенной*** называетcя та­кая чаcть cиcтемы, котоpyю можно yдалить без наpyшения неизменяе­моcти оcтавшейcя чаcти.

Пpиcоединеннyю cиcтемy можно pаccчитать незавиcимо от оc­тавшейcя чаcти, пpичем опоpные pеакции пpиcоединенной cиcте­мы бyдyт cлyжить внешними cилами для оcтавшейcя.

Геометрически неизменяемая и статически определимая система, состоящая из ряда простых балок, соединенных между собой полными идеальными шарнирами, называется ***многопролетной статически определимой или многопролетной шарнирно–консольной балкой.*** Отдельные балки могут быть сплошными или решетчатыми (фермы). Разработал метод расчета таких балок русский инженер Семиколенов Г. в 1871 г.

Им была предложена методика расчета, основанная на использовании основных свойств статически определимых стержневых системах, а именно на выделении основных и присоединенных частей.

Необходимое количество шарниров должно быть расположено таким образом, чтобы система во всех своих частях была геометрически неизменяемая и статически определимая.

В зависимости от расположения опор и шарниров, разрезные балки могут быть разными (рис. 6.1). Их всего принципиально три типа:

а) не встречается жесткое закрепление одного или двух торцов крайних балок;

б) имеется одно жесткое закрепление (слева или справа);

в) многопролетная балка жестко закреплена по торцам.



**Рис. 6.1**

Необходимым условием геометрической неизменяемости балки является равенство нулю ее степени свободы *W* = 3*D* – *Ш* – *С*0 = 0. Число дисков *D* или отдельных балок зависит от количества шарниров *Ш*, т.е. *D* = *Ш* +1. Поэтому выражение 3(*Ш* + 1) – 2*Ш* - С0 = 0 позволяет получить необходимое условие геометрической неизменяемости многопролетной статически определимой балки в виде

*Ш* = *С*0 – 3,

где *С*0 – число опорных связей.

Для соблюдения условий статической определимости и геометрической неизменяемости во всех частях таких балок при их конструировании необходимо выполнять следующие правила:

1) в каждом пролете должно быть не более двух шарниров;

2) пролеты с двумя шарнирами следует чередовать с пролетами без шарниров;

3) если крайняя опора шарнирная, то в примыкающем пролете может быть установлено не более одного шарнира;

4) если крайняя опора имеет заделку, то в примыкающем пролете должно располагаться не менее одного шарнира;

5) для того, чтобы балка была неподвижной, в горизонтальном направлении достаточно одной связи первого вида.

Взаимодействие частей разрезной балки легче изучать путем составления их поэтажных схем. Для этого выявляются те части балки, которые могут самостоятельно нести внешнюю нагрузку (назовем их ***главными балками***). Все главные балки изображаются на нижнем этаже. Те части балки, которые примыкают к главным балкам (***подвесные балки***) и могут нести нагрузку только при опирании на главные балки, изображаются этажом выше и т.д. В результате получается поэтажная схема балки.

При изображении поэтажной схемы балки, следует иметь в виду, что нарушается общая горизонтальная связь балки, поэтому в каждой простой балке необходимо показывать все три связи, необходимые ей для геометрической неизменяемости и статической определимости.

По условиям работы балки разделяются: на независимые и зависимые.

*Независимые балки* способны воспринять только местную нагрузку, расположенную в пределах их длины.

*Зависимые балки* – это такие, которые испытывают действие не только нагрузки, расположенной непосредственно на них, но и давление со стороны смеженных балок, на них опирающихся.

Например, рассмотренные на рис. 6.1 разрезные балки можно представить в виде следующих поэтажных схем (рис. 6.2).



**Рис. 6.2**

Естественно, что в первую очередь необходимо провести кинематический анализ и выяснить, можем ли мы применить уравнения равновесия к расчету предложенной конструкции.

Принцип перехода от заданной схемы к расчетной для всех случаев одинаков:

1. Мысленно рассечем рассматриваемую балку по шарнирам, соединяющим между собой отдельные балочки. Тогда система распадется на ряд балочек, часть из которых обладает достаточным количеством связей, обеспечивающее их самостоятельную работу – основные части, другие же не будут самостоятельно работать – присоединенные части.

2. Расположим основные балочки на нижних уровнях, а соседние присоединенные подымем выше, тем самым оперев их на основные. Следует следить за тем, чтобы у балочек не было «лишних» связей. Последовательно осуществив построение поэтажной схемы (рис. 6.2), мы тем самым отобразим схему взаимосвязей отдельных частей многопролетной балки.

Расчет разрезных балок начинается с самого верхнего этажа: определяются опорные реакции и внутренние усилия этой части балки от ее нагрузки. После этого переходим к нижележащему этажу. Однако, кроме своей нагрузки, к нему следует приложить и давление от вышележащего этажа (которое равно реакции вышележащего этажа, но направлено в противоположную сторону). Затем определяются его реакции и внутренние усилия. Далее расчет продолжается до самого нижнего этажа.

Надо не забывать контролировать правильность построения эпюр внутренних сил ­– скачки в эпюрах, отсутствие изгибающего момента в соединительных шарнирах и т.д..

Hа pиc.6.3 показаны cтатичеcки опpеделимая многопpолетная балка и этапы ее pаcчета.



**Рис.6.3**

Оcновной балкой в данном cлyчае являетcя балка I, балка III являетcя пpиcоединенной, балка II пpиcоединенная по отношению к балке I и оcновной по отношению к балке III (рис.6.3, *б*).

Степень изменяемости системы:

*n* = 3*D* - *С* = 3∙3 - 9 = 0.

Число степеней свободы системы определяется из:

*W*=3*D* - 2*Ш* - *С*0 =3∙3 - 2∙2 - 5=0.

Так как, в данном случае выполняются необходимое и доста­точное условие, т.е. *n* = 0 и *W*=0, то данная схема геометрически неизменяемая и статически определимая. Раccчитав поcледова­тельно пpиcоединеннyю балкy III, полyчим pеакции, пеpедающиеcя от балки III к основной балке II. Далее pаccчитываем балку II, как пpиcоединеннyю и полyчим pеакцию, пеpедающyюcя балке I. Оп­ределение внутренних усилий в каждой балке рассматривается са­мостоятельно, считая их статически определимыми системами.

**Практическая часть :**