**Преподаватель: Клышников Игорь Дмитриевич**

**Группа 1 ТОС**

**Учебная дисциплина: ОП.02 Техническая механика**

**Дата проведения: 25.03.2020 г.**

**Практическое занятие №21 (1 часть)**

**Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в консольных балках, нагруженных равнораспределенной нагрузкой.**

Цели занятия:

***• Образовательные:***
- Закрепить знания по лекционному материалу на практике.
- Научиться строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов в консольных балках ***• Развивающие:***
- умения анализировать, сравнивать, систематизировать и обобщать;
- интерес к учению, стремление к расширению кругозора;
***• Воспитательные:***
- бережное отношение к имуществу и учебным пособиям;
- дисциплинированность, любознательность.

**Ход работы**

**Пример1.**

Построить эпюры *Qy* и *Мх* для простой консоли, изображенной на рисунке.

 

**Решение.**

1. Определение опорных реакций. Составляем уравнения равновесия:

,   *MA* + *F.a* + *M* - q . 2a . 4a = 0,

откуда *MA* = 6*qa*2;

,    *RA* = *q* . 2*a* - *F* = *qa*.

2. Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента.

Э п ю р а *Qy*. В сечении *А* имеем *QA* = *RA* (скачок на величину и в направлении реакции *RA* = *qa*). На участке *АВ* погонной нагрузки нет, поэтому поперечная сила постоянна. В сечении *В* поперечная сила меняется скачком от *QBA* = *QA* = *qa* до *QBC* = *QBA* + *F* = 2*qa* (скачок на величину и в направлении силы *F* = *qa*). На участках *ВС* и *CD* поперечная сила опять сохраняет постоянное значение, т.е. *QBC* = *QCD* = 2*qa*. На участке *DE* поперечная сила изменяется по линейному закону от *QD* = 2*qa* до *QE* = *QD* - q . 2a = 0.

Э п ю р а *Мх*. В сечении *А* приложен момент *МА*, вызывающий растяжение верхних волокон, поэтому на эпюре изгибающего момента происходит скачок вверх на величину момента *MA* = 6*qa*2.

На участке *АВ* *Мх* изменяется по линейному закону. Вычисляем момент в сечении *В* *MB* = *MA* + = -6*qa*2 + *qa*×*a* = -5*qa*2 и проводим наклонную прямую. Аналогично на участках *ВС* и *СD*. В бесконечно близком сечении слева от точки *С* момент равен *MСB* = *MB* + = -5*qa*2 + 2*qa . a* = -3*qa*2.

В сечении *С* на эпюре *Мх* скачок вверх, равный приложенной паре сил *M* = *qa*2, и правее этого сечения имеем *MCD* = *MCB* - *qa*2 = -3*qa*2 - *qa*2 = -4*qa*2.

Момент в сечении *D* *MD* = *MCD* + = -4qa2 + 2qa. = -2qa2.

На участке *DE* изгибающий момент изменяется по закону квадратной параболы, обращенной выпуклостью вниз (в сторону погонной нагрузки *q*). В сечении *Е* по условию загружения балки *МЕ* = 0. По двум точкам *D* и *Е* приближённо строим эпюру.

**Оформите отчет в тетрадях для практических занятий**

**по ОП.02 Техническая механика**

**ОТЧЕТ должен содержать:**

1. Название работы.

2. Цели работы.

3. Задание.

4. Результаты практического занятия.

5. Выводы.

**Практическое занятие №21 (часть 2)**

**Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в консольных балках, нагруженных равнораспределенной нагрузкой.**

Цели занятия:

***• Образовательные:***
- Закрепить знания по лекционному материалу на практике.
- Закрепить умение строить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов в консольных балках ***• Развивающие:***
- умения анализировать, сравнивать, систематизировать и обобщать;
- интерес к учению, стремление к расширению кругозора;
***• Воспитательные:***
- бережное отношение к имуществу и учебным пособиям;
- дисциплинированность, любознательность.

**Ход работы**

**Пример 2.**

Построить эпюры *Qy* и *Мх* для балки.



**Решение.**

1. Определение опорных реакций. Составляем уравнения равновесия:

,    *q* . 4*a* . а + *qa*2 + 3*qa*2-*RD* . 4a = 0,

откуда *RD* = 2*qa*;

,    *RB*a + qa2 +3qa2-qaa = 0,

откуда *RB* = 2*qa*.

П р о в е р к а

,    *q*×4*a* - *RB* - *RD* = 4*qa* - 2*qa* - 2*qa* = 0.

2. Построение эпюр поперечной силы и изгибающего момента.

Э п ю р а *Qy*. Строится по формуле *Qy* = *Qo* ± *qz*. В данном случае перед вторым слагаемым следует взять знак “плюс”, так как погонная нагрузка положительна (см. правила построения эпюр). На участках *АВ* и *ВС* эпюра *Qy* изображается прямой, наклоненной вверх (в направлении погонной нагрузки *q*), а на участке *CD* поперечная сила постоянна (*q* = 0). В сечениях *В* и *D* на балку действуют сосредоточенные силы *RA* и *RD*, поэтому на эпюре *Qy*возникают скачки. Вычисляем значения поперечной силы в характерных точках *QA* = 0,

*QBA* = *QA* + *q×a* = *qa*,

*QBC* = *QBA* - *RB* = *qa* - 2*qa* = -*qa*,

*QC* = *QBC* + *q* . 3a = -*qa* + 3*qa* = 2*qa* и строим эпюру *Qy*.

Э п ю р а *Мх*. Она строится по формуле *Мх* = Мо + . На участках с погонной нагрузкой (*АВ* и *ВС*) изгибающий момент изменяется по закону квадратной параболы *Mx* = *Mo* + *Qoz* + 0,5*qz*2, обращенной выпуклостью вверх (в сторону погонной нагрузки *q*). В сечениях *А* и *D*, где приложены сосредоточенные пары, на эпюре *М*х наблюдаются скачки, причем момент *qa*2 вызывает растяжение сверху (при обходе слева направо), поэтому в сечении *А* скачок направлен вверх, а момент 3*qa*2 вызывает растяжение снизу (при обходе справа налево), поэтому в сечении *D* скачок происходит вниз. На участке *АВ* парабола строится по двум точкам *А* и *В*, а на участке *ВС* – по трем точкам (к крайним точкам *В* и *С* добавляется точка экстремума). Положение точки экстремума определяется из условия *zo* = *QBC* /. Согласно дифференциальной зависимости = *dQ*/*dz* = *q*, поэтому *zo* = *qa*/*q* = 0. Вычисляем значения момента в характерных точках:

*MA* = -*qa*2, *MB* = *MA* + = -qa2 + (1/2) . q .a = -*qa*2/2,

*Mmax* = *MB* + = -*qa*2/2 - (1/2) .*qa* . a = -*qa*2,

*MC* = *Mmax* + = -*qa*2 + (1/2) . 2 *qa* . 2*a* = *qa*2

и строим эпюру *Мх*.

**Пример 3**

По заданной эпюре поперечной силы *Qy* установить нагрузку, действующую на двухопорную балку, и ее опорные реакции. Построить также эпюру изгибающего момента, учитывая, что на правой опоре *С* приложена пара сил.

 

**Решение.**

Скачки на эпюре *Qy* свидетельствуют о приложенных в этих сечениях сосредоточенных силах. Приняв направление обхода слева направо, получим: реакция в точке *А* равна *RA* = *qa* и направлена вверх; в сечении *В* приложена сосредоточенная сила *F* = 5*qa*, направленная вверх; наконец, реакция *RB* = 2*qa* и направлена вниз. На участке *АВ* поперечная сила изменяется по линейному закону, что связано с наличием погонной нагрузки, интенсивность которой определяется как тангенс угла наклона прямой *qy* = *dQ*/*dz* = (-3*qa* - *qa*)/4*a* = -*q*. Знак “минус” означает, что нагрузка направлена вниз. Для определения неизвестной пары сил *М*, приложенной в сечении *С*, составим уравнение моментов относительно этой точки:

,      -*RA* . 7a - *F* .3a + q . 4a . 5a + *MC* = 0,

откуда *MC* = 2*qa*2 и направлен против часовой стрелки.

Эпюру *Мх* строим по формуле *Мх* = *Мо* + . На участке *АВ* изгибающий момент изменяется по квадратичному закону. На концевой шарнирной опоре *А* нет пары сил, поэтому *МА* = 0. В сечении, где *Qy* = 0, изгибающий момент принимает экстремальное значение:

*Mmax* = *M*A + = (1/2)*qa* . a = *qa*2/2.

Находим момент в сечении *В*: *MB* = *Mmax* + т = *qa*2/2- (1/2)3*qa . 3*a = -4*qa*2 и по трём точкам приближенно строим параболу, обращенную выпуклостью вниз. На участке *ВС* изгибающий момент изменяется по линейному закону от *MB* = -4*qa*2 до *MC* = *MB* + = -4*qa*2 + 2*qa . 3*a = 2*qa*2. По условию загружения балки также имеем *MC* =2*qa*2. Совпадение значений *МС*, найденных независимо друг от друга, свидетельствует о правильности построения эпюры *М*х.

**Оформите отчет в тетрадях для практических занятий**

**по ОП.02 Техническая механика**

**ОТЧЕТ должен содержать:**

1. Название работы.

2. Цели работы.

3. Задание.

4. Результаты практического занятия.

5. Выводы.