Методические указания по выполнению расчетно-графической работы

Тематика расчетно-графической работы

Название: «Определить реакции связей для жесткой балки»

<u>**Задача**</u> Жёсткая рама (рис.1) закреплена в точке ***A*** шарнирно, а в точке ***B*** прикреплена к шарнирной опоре на катках или защемлена в точке ***A***. На раму действует пара сил (***m***) две сосредоточенные силы и распределённая нагрузка интенсивностью ***q***, как показано на рисунке 1.

Определить реакции связей в точках ***A*** и ***B***. Данные взять из таблицы № 1.

Таблица № 1

№№ вариантов	$l = 10a$, м	Расстояние в долях пролета			***m***, кН·м	***P***$_1$, кН	***P***$_2$, кН	q, кН/м	α, градусы	β, градусы
		a_1/a	a_2/a	a_3/a						
1	**4**	**3**	**9**	**2**	**8**	**12**	**10**	**20**	**30**	**45**
2	**3**	**2**	**8**	**1**	**6**	**10**	**12**	**6**	**60**	**30**
3	**5**	**4**	**7**	**4**	**10**	**14**	**5**	**8**	**45**	**60**
4	**2**	**6**	**6**	**3**	**12**	**5**	**14**	**12**	**90**	**30**
5	**6**	**5**	**5**	**5**	**16**	**8**	**9**	**10**	**30**	**60**
6	**8**	**7**	**4**	**4**	**14**	**9**	**16**	**14**	**30**	**30**
7	**10**	**1**	**3**	**2**	**7**	**16**	**18**	**16**	**45**	**90**
8	**4**	**8**	**10**	**3**	**20**	**20**	**7**	**18**	**30**	**60**
9	**9**	**10**	**8**	**6**	**15**	**7**	**20**	**10**	**60**	**45**
10	**7**	**9**	**6**	**8**	**9**	**18**	**8**	**12**	**60**	**90**

Тип задания помечен римскими цифрами I – X.

При выборе задания студент руководствуется правилом:

- Тип задания следует выбирать в соответствии с номером в списке журнала учета посещаемости;
- Вариант задания – по последней цифре студенческого билета.

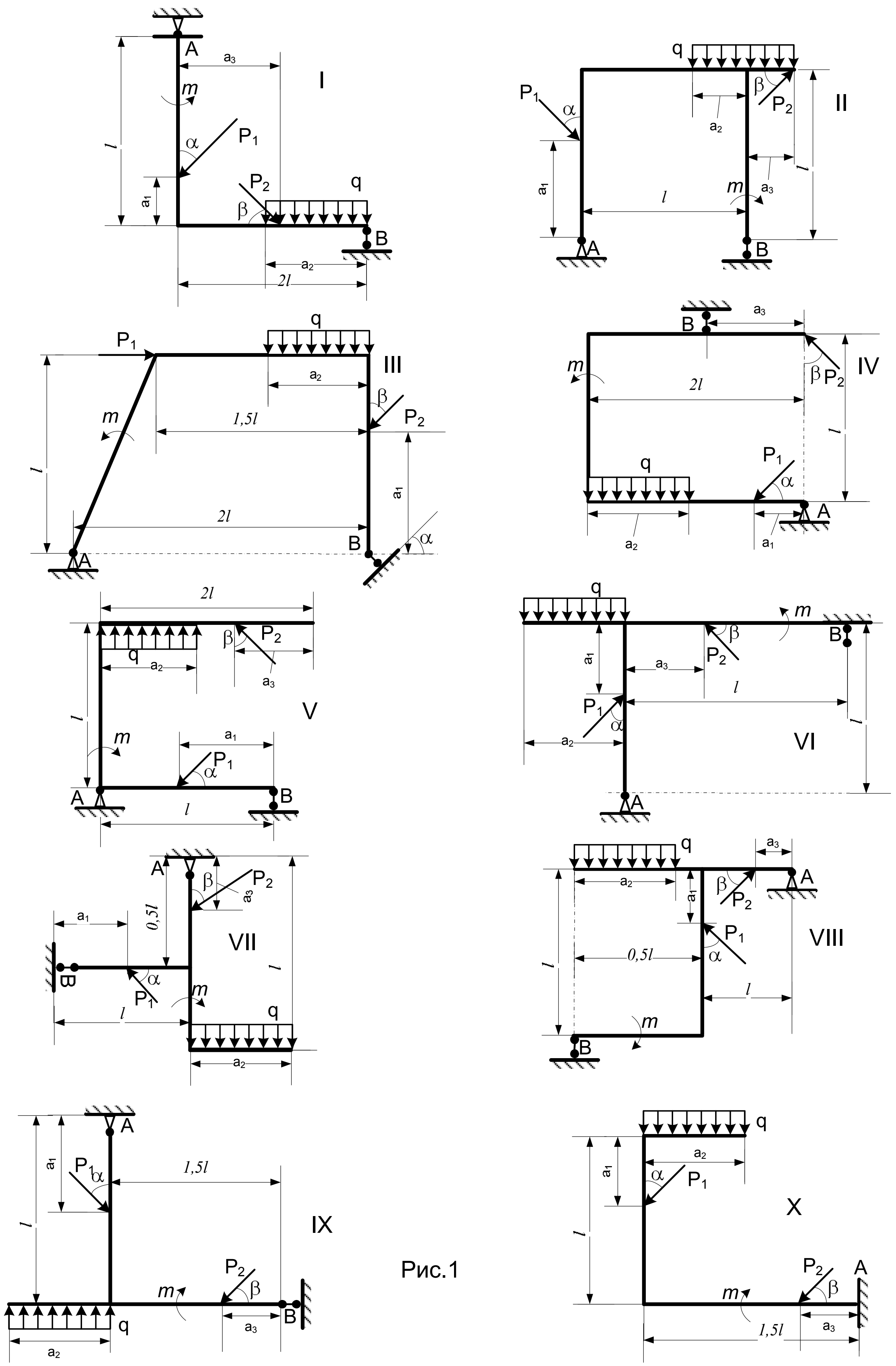

Рис.1

Пример выполнения расчетно-графической работы

Дано: схема закрепления рамы (рис.2), P_1=16*кН*, P_2=12*кН*, *m*=20*кН·м*, *q*=10*кН/м*, α=45°, β=60°, $l = 10a$ =8м, *a*=0,8м, a_1/a=4, $a_1=4a$=3,2м, a_2/a=5, $a_2=5a$=4м, a_3/a=6, a_3=4,8м.

Решение

Рассмотрим систему уравновешивающихся сил, приложенных к конструкции. Действие связей на конструкцию заменяем их реакциями. Для чего отбрасываем мыс ленно связи: шарнирно-неподвижную опору *A* и опору на катках *B,* заменяя их действие соответствующими реакциями. Реакция опоры Ув направлена перпендикулярно к опорной плоскости. Линия действия реакции опоры А неизвестна. Если на рассматриваемую конструкцию действуют силы, произвольно расположенные на плоскости, то необходимо провести оси координат и разложить реакцию неизвестного направления на две составляющие вдоль осей координат. Выбор направления осей обусловлен характером задачи. В рассматриваемой задаче направляем ось х по горизонтали с началом координат в опоре *A*, а ось y-вертикально вверх (см. рис.2). Направления составляющих X_A, Y_A реакции опоры А принимаем совпадающими с направлениями осей координат. В случае, когда принятое направление не совпадает с действительным, ответ, для соответствующей силы при решении задачи, имеет знак минус.

Для составления уравнений равновесия плоской системы сил, действующих на конструкцию, необходимо равномерно распределённую нагрузку интенсивностью *q* заменить эквивалентной равнодействующей силой. Для чего интенсивность распределенной нагрузки *q* умножаем на длину распределения и находим равнодействующую, а затем как сосредоточенную силу прикладываем посередине распределённой нагрузки (см. рис.1), то есть $Q=q \cdot a_2$, точка приложения силы на схеме показана буквой *C*.

Далее для плоской системы сил P_1,P_2, Q, X_A, Y_A,Y_B и пары сил с моментом m, действующих на конструкцию, составляем три уравнения равновесия.

При составлении уравнения необходимо определить моменты сил, действующих на конструкцию относительно какой-либо точки надо силу умножить на плечо-это длина перпендикуляра восстановленного из данной точки к направлению действия силы. Для удобства составления уравнений статики следует силу, действующую на конструкцию под определенным углом, разложить на составляющие по координатным осям. Тогда уравнения статики запишутся следующим образом.

$$\sum_{k=1}^{n} M_{kA} = -a_1 \cdot P_1 \sin\alpha - m - P_2 \cdot \sin\beta \cdot (2l - a_3) + P_2 \cos\beta \cdot l + Y_B \cdot 2l - Q \cdot \left(2l - \frac{a_2}{2}\right) = 0 \qquad (1)$$

$$\sum_{k=1}^{n} X_k = X_A + P_1 \cos\alpha - P_2 \cos\beta = 0 \qquad (2)$$

$$\sum_{k=1}^{n} Y_k = Y_A - P_1 \sin\alpha - P_2 \sin\beta + Y_B - Q = 0 \qquad (3)$$

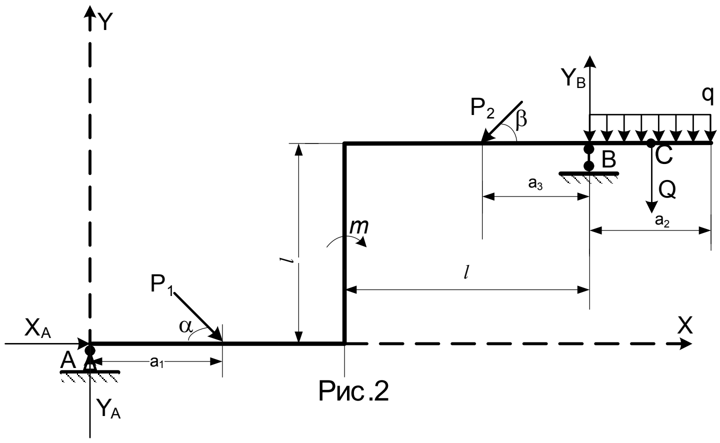

Рис.2

При составлении уравнения моментов сил относительно используем правило знаков: если сила стремится вращать плоскость действия силы, относительно точки вращения, против часовой стрелки, то знак момента этой силы положителен, а в противном случае-отрицателен.

Решая систему уравнений1÷3, находим Y_B, Y_A, X_A.

$$Y_B = \frac{a_1 \cdot P_1 \sin\alpha + m + P_2 \cdot \sin\beta \cdot (2l - a_3) - P_2 \cos\beta \cdot l + Q \cdot \left(2l - \frac{a_2}{2}\right)}{2l}$$

$$X_A = P_2 \cos\beta - P_1 \cos\alpha, \quad Y_A = P_1 \sin\alpha + P_2 \sin\beta - Y_B + Q.$$

Подставляя численные значения, получим:

Y_B=52,782 *кН*, X_A=-5,312 *кН*, Y_A=8,917 *кН*.

Отрицательный знак реакции X_A означает, что направление было выбрано неправильно.

Для того чтобы быть уверенным в достоверности полученных значений опорных реакций, надо сделать проверку. Для чего составляем уравнение моментов всех сил относительно какой-либо другой точки системы за исключением точки *A*, например *D*. Сумма моментов всех сил должна быть равна нулю.

$$\sum_{k=1}^{n} M_{kD} = Y_B \cdot a_3 - Q \cdot \left(a_3 + \frac{a_2}{2}\right) - m + (2l - a_3 - a_1) \cdot P_1 \sin\alpha + l \cdot P_1 \cos\alpha + Y_A \cdot (2l - a_3) + X_a \cdot l = 0$$

Подставляя численные значения параметров, входящих в приведенное уравнение видим, 434,37-434,37=0, то есть убеждаемся в правильности полученных значений опорных реакций.