

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы

Тематика расчетно-графической работы

Название: «Определить реакции связей для жесткой балки»

Задача Жёсткая рама (рис.1) закреплена в точке **A** шарнирно, а в точке **B** прикреплена к шарнирной опоре на катках или закреплена 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	$Q,$	$\alpha,$ град усы	$\beta,$ град усы
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 по предпоследней цифре номера студенческого билета;
- Вариант задания – по последней цифре.

Например, если номер оканчивается цифрами 30, то это соответствует III типу и 10 варианту задания.

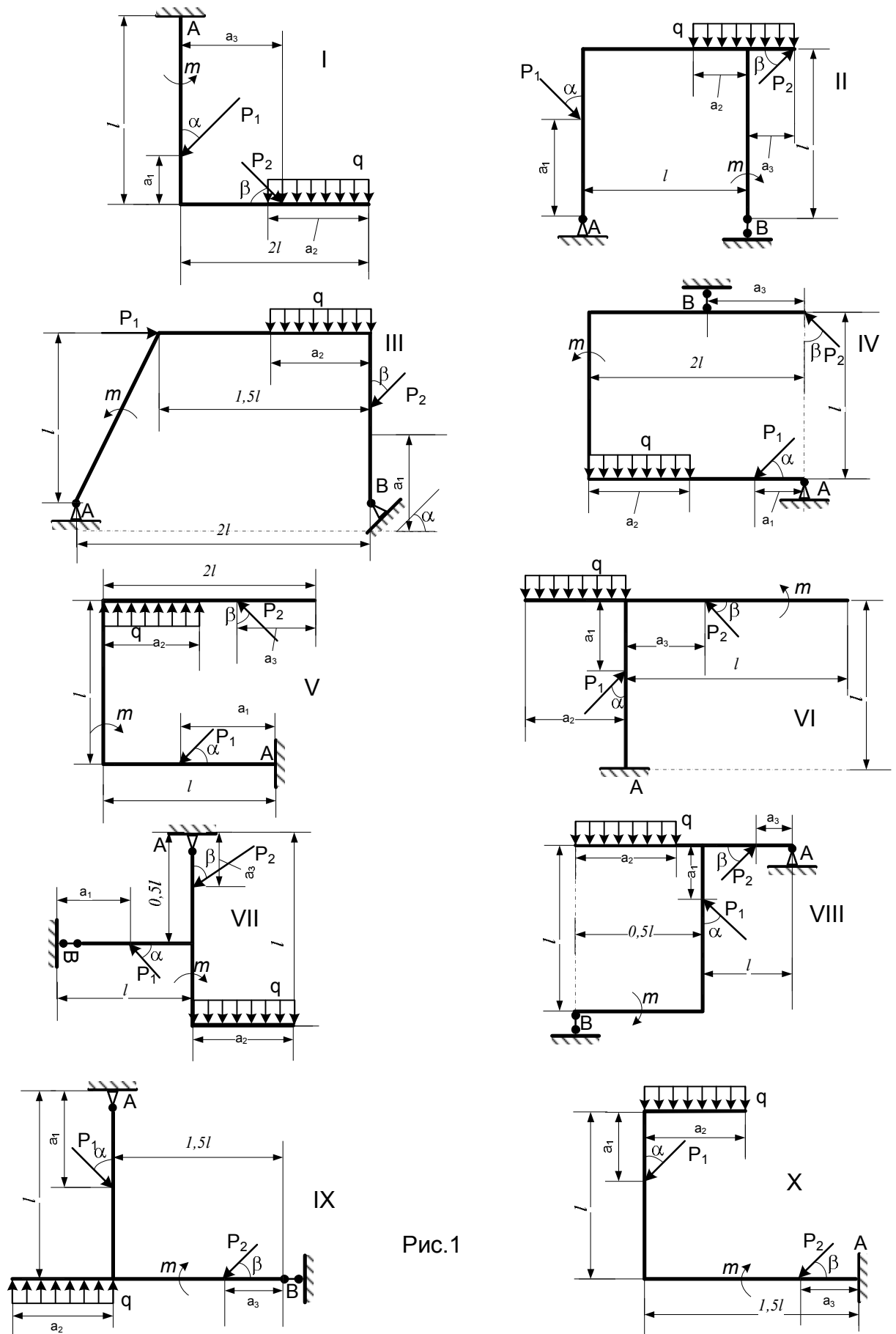


Рис.1

Пример выполнения расчетно-графической работы

Дано: схема закрепления рамы (рис.2), $P_1=16\text{кН}$, $P_2=12\text{кН}$, $m=20\text{кН}\cdot\text{м}$, $q=10\text{кН/м}$,
 $\alpha=45^\circ$, $\beta=60^\circ$, $l=10a=8\text{м}$, $a=0,8\text{м}$, $a_1/a=4$, $a_1=4a=3,2\text{м}$, $a_2/a=5$, $a_2=5a=4\text{м}$,
 $a_3/a=6$, $a_3=4,8\text{м}$.

Решение

Рассмотрим систему уравнивающихся сил, приложенных к конструкции. Действие связей на конструкцию заменяем их реакциями. Для чего отбрасываем мысленно связи: шарнирно-неподвижную опору A и опору на катках B , заменяя их действие соответствующими реакциями. Реакция опоры U_B направлена перпендикулярно к опорной плоскости. Линия действия реакции опоры A 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 x по горизонтали с началом координат в опоре A , а ось y -вертикально вверх (см. рис.2). Направления составляющих X_A , Y_A реакции опоры A 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 распределённой 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.

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

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

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

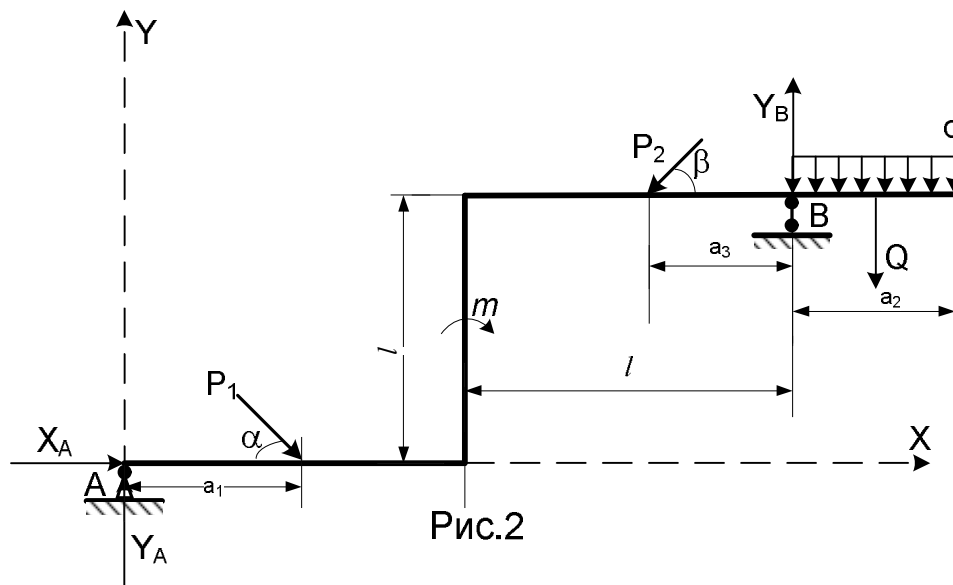


Рис.2

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 уравнений 1÷3, находим Y_B , Y_A , X_A .

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

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

Подставляя численные значения, получим:

$$Y_B = 52,782 \text{ кН}, \quad X_A = -5,312 \text{ кН}, \quad Y_A = 8,917 \text{ кН}.$$

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.