ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

ЛЕКЦИЯ 4

Пространственная система сил. Центр тяжести

4.1. Пространственная система сил

Если силы, действующие на тело, не лежат в одной плоскости, система называется пространственной. Для её описания используют три оси координат: X, Y и Z. Каждая сила раскладывается на три составляющие вдоль этих осей.

Условие равновесия пространственной системы сил содержит шесть уравнений: суммы проекций всех сил на три оси равны нулю и суммы моментов всех сил относительно трёх осей равны нулю. Это позволяет определить до шести неизвестных реакций.

Пространственные системы встречаются в работе электромонтёра при расчёте сложных конструкций опор ЛЭП, где провода тянут в разных направлениях, а ветер создаёт нагрузки под произвольными углами.

4.2. Приведение силы к заданному центру

Любую силу, не проходящую через заданную точку, можно перенести в эту точку, добавив при этом момент, равный моменту исходной силы относительно этой точки. Это правило — основа метода приведения системы сил к простейшему виду.

В результате приведения пространственной системы сил к центру получаем одну силу (главный вектор) и одну пару (главный момент). Если оба равны нулю — система уравновешена.

4.3. Центр тяжести тела

Центр тяжести — это точка, через которую проходит линия действия равнодействующей сил тяжести тела при любом его положении. В центре тяжести как бы сосредоточена вся сила тяжести тела.

Для симметричных тел центр тяжести находится в геометрическом центре: для прямоугольной пластины — на пересечении диагоналей, для цилиндра — на середине оси симметрии, для шара — в его центре.

Если тело состоит из нескольких частей, координаты его центра тяжести определяются как среднее взвешенное координат центров тяжести отдельных частей, где «весами» служат массы (или веса) этих частей. Чем тяжелее часть, тем больше она «тянет» центр тяжести к себе.

4.4. Устойчивость тел

Устойчивость тела зависит от положения его центра тяжести и площади опоры. Чем ниже центр тяжести и чем больше площадь опоры, тем устойчивее тело. Тело опрокидывается, когда вертикаль, проведённая из центра тяжести, выходит за пределы опоры.

Различают три вида равновесия: устойчивое (при отклонении тело возвращается в исходное положение — центр тяжести при этом поднимается), неустойчивое (при

отклонении тело удаляется от исходного положения — центр тяжести опускается) и безразличное (центр тяжести не меняет высоты при любом положении тела).

4.5. Профессиональные примеры

Трансформатор на подстанции. Тяжёлый трансформатор устанавливают на ровное основание как можно ниже. Низкое расположение центра тяжести (трансформатор с маслом весит десятки тонн) и большая площадь опоры обеспечивают устойчивость даже при землетрясениях или сильных порывах ветра. Если трансформатор установлен на подставке, его устойчивость снижается — подставка повышает центр тяжести.

Опора ЛЭП. Опора должна выдерживать ветровые нагрузки и вес проводов. Для устойчивости опору заглубляют в грунт или устанавливают на бетонные фундаменты. Угловые опоры, где провода меняют направление, испытывают значительные боковые нагрузки — для них применяют дополнительные оттяжки или более массивные фундаменты, чтобы линия действия равнодействующей не вышла за пределы опоры.

Определение центра тяжести при подъёме оборудования. При подъёме электродвигателя или генератора стропы нужно крепить так, чтобы центр тяжести груза находился ниже точек подвеса. Если этого не сделать, груз может перевернуться, что приведёт к аварии и травмам.

Контрольные вопросы

1. Сколько уравнений равновесия используется для пространственной системы сил и почему?
2. Что такое центр тяжести тела и где он находится у симметричных тел?
3. От чего зависит устойчивость тела? Как её повысить?
4. Чем отличаются три вида равновесия: устойчивое, неустойчивое и безразличное?
5. Почему при подъёме электродвигателя стропы нужно крепить выше центра тяжести?