

## Число степеней свободы механической системы

Число степеней свободы механической системы вычисляем по формуле  $W = 3D + 2U - 2Ш - С$ , либо по формуле  $W = 3D - 2Ш - С$ , где  $W$  — число степеней свободы,  $D$  — число дисков,  $U$  — число узлов,  $Ш$  — число шарниров,  $С$  — число стержней.

Во втором случае система не должна содержать узлов. Имеют место следующие утверждения

1. Шарниры соединяют только диски.
2. К "земле" присоединены только стержни.
3. "Земля" — не диск.
4. Узел соединяет только стержни.
5. Стержень не может быть свободным на одном конце.

Пример. Найти число степеней свободы механической системы (рис. 1)

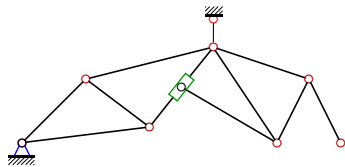


Рис. 1

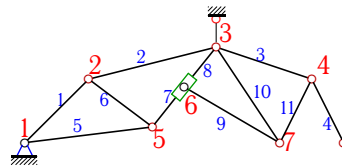


Рис. 2

### Решение

**Способ 1.** Определим стержневые элементы системы как диски (рис. 1). Пронумеруем их, отмечая их цифрами синего цвета. Дисков в системе 11. Муфта (диск 7) скользит по диску 8. Вычислим число шарниров с учетом их кратности. Кратность шарнира равна числу дисков, соединенных в нем минус 1.

Шарнир 1 имеет кратность 1, шарниры 2, 4, 5, 7 двухкратные, 3 — трехкратный. Шарнир 6, соединяющий муфту и диск 9, однократный. Таким образом, с учетом кратности имеем  $Ш = 2 \cdot 1 + 4 \cdot 2 + 1 \cdot 3 = 13$ . Стержней в системе 5, из них два образуют неподвижную шарнирную опору (шарнир 1), один опорный стержень и два стержня соединяют диск 7 (муфту) с диском 8. В итоге

$$W = 3 \cdot 11 - 2 \cdot 13 - 5 = 2.$$

Ответ. Система имеет две степени свободы.

**Способ 2.** Элементы 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11 примем за стержни (рис. 3). Тогда шарнирные соединения 1, 2, 7 являются узлами. Элементы 4, 7, 8 — диски. Диски между собой шарнирно не соединены, поэтому шарниров нет (диск 7 и диск 8 соединены двумя стержнями). Шарнирные соединения 3, 4, 5, 6 не являются ни шарнирами, ни узлами, так как к ним подходят и стержни, и диски. В итоге дисков 3, узлов 3, стержней 13 (с учетом трех опорных и двух, соединяющих диск 7 и диск 8). Получаем

$$W = 3 \cdot 3 + 3 \cdot 2 - 13 = 2.$$

Оба способа дают один и тот же результат.

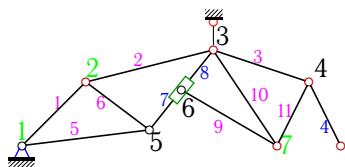


Рис. 3