

Поэтому, согласно (2.8), находим угловую скорость  $\omega = 4n\pi/t$  и линейную

$$v = \omega R = 4Rn\pi/t = 12.56 \text{ см/с.}$$

**Задача 62\*.** Имея угловую скорость  $\omega = 10.5 \text{ рад/с}^2$ , маховик начинает равномерно тормозить ( $\varepsilon = \text{const}$ ). После 95 оборотов его угловая скорость уменьшается вдвое. За какое время с начала торможения угловая скорость маховика уменьшится втрое?

**Задача 63\*.** Колесо радиусом  $R = 6 \text{ см}$  вращается с постоянным угловым ускорением и развивает угловую скорость  $2 \text{ с}^{-1}$ , сделав 60 оборотов после начала движения. Найти ускорение точки, лежащей на его ободе, в этот момент.

**Задача 64\*.** Колесо начинает вращаться из состояния покоя с постоянным угловым ускорением. Спустя какое время колесо сделает 30 оборотов и разовьет при этом угловую скорость  $1 \text{ рад/с}$ ?

**Задача 65.** Оси колес фрикционной передачи расположены на одной прямой (рис. 161). Даны радиусы колес  $r_2 = 9 \text{ см}$ ,  $R_2 = 12 \text{ см}$ ,  $r_3 = 4 \text{ см}$ ,  $R_3 = 11 \text{ см}$ ,  $r_4 = 4 \text{ см}$ ,  $R_4 = 9 \text{ см}$ , расстояние между крайними осями  $84 \text{ см}$  и угловые скорости  $\omega_1 = 2 \text{ с}^{-1}$ ,  $\omega_5 = 1 \text{ с}^{-1}$ . Найти радиусы колес **1** и **5**.

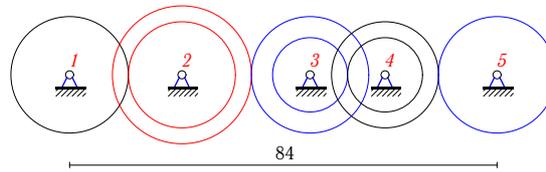


Рис. 161

### Решение

Из условия зацепления колеса **1** и меньшего обода блока колес **2** имеем соотношение

$$\omega_1 R_1 = \omega_2 r_2, \quad (2.10)$$

Внешний (большой) обод блока **2** находится в зацеплении с блоком **3**. Отсюда

$$\omega_2 R_2 = \omega_3 R_3. \quad (2.11)$$

Аналогичные соотношения имеем из контакта колес **3** и **4**, **4** и **5**:

$$\omega_3 r_3 = \omega_4 r_4, \quad \omega_4 R_4 = \omega_5 R_5. \quad (2.12)$$

Кроме того, имеем уравнение, выражающее расстояние между крайними осями механизма

$$R_1 + r_2 + R_2 + R_3 + r_3 + r_4 + R_4 + R_5 = 84. \quad (2.13)$$

Уравнения (2.10-2.13) образуют систему пяти уравнений для пяти неизвестных  $\omega_2$ ,  $\omega_3$ ,  $\omega_4$ ,  $R_1$  и  $R_5$ . Решая эту систему, находим:  $\omega_2 = 2.44 \text{ с}^{-1}$ ,  $\omega_3 = 2.66 \text{ с}^{-1}$ ,  $\omega_4 = 2.66 \text{ с}^{-1}$ ,  $R_1 = 11 \text{ см}$ ,  $R_5 = 24 \text{ см}$ .

**Задача 66\*.** Оси колес фрикционной передачи расположены на одной прямой (рис. 162). Даны радиусы колес  $r_2 = 10 \text{ см}$ ,  $R_2 = 13 \text{ см}$ ,  $R_3 = 11 \text{ см}$ ,  $r_4 = 6 \text{ см}$ ,  $R_4 = 10 \text{ см}$ , расстояние между крайними осями  $76 \text{ см}$  и угловые скорости ведущего колеса  $\omega_1 = 117 \text{ с}^{-1}$  и ведомого  $\omega_5 = 100 \text{ с}^{-1}$ . Найти радиусы колес **1** и **5**.

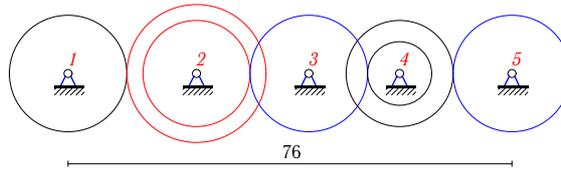


Рис. 162

### 2.3. Плоское движение тела

Скорость произвольной точки  $B$  тела при плоском движении вычисляют через известную скорость какой-либо точки  $A$  того же тела, принимаемой за полюс (рис. 163):

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA}, \quad \vec{v}_{BA} = \vec{\omega} \times \vec{AB}. \quad (2.14)$$

Для нахождения ускорений точек тела при плоском движении используют формулу Ривальса

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{\epsilon} \times \vec{AB} + \vec{\omega} \times \vec{v}_{BA}. \quad (2.15)$$

Вычисление скоростей точек при плоском движении составляет содержание большинства задач по кинематике в этом сборнике и является существенной частью решения задач динамики. Разберем способы использования формулы (2.14) — аналитические (метод графов, уравнения трех угловых скоростей, координатный) и геометрические (метод мгновенных скоростей, план скоростей).

**1. Кинематические графы.** Термин «граф» взят из дискретной математики для удобного обозначения последовательности вычисления скоростей (графов [21]). Для расчета скоростей точек многозвенного механизма, звенья которого совершают плоское движе-