

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Электротехнический институт

Кафедра теоретической и
прикладной механики



ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №2

Тема: «Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела
при поступательном и вращательном движениях»

Работу выполнил

студент группы 9А82 _____ Иванов И.И.
(дата, подпись)

Руководитель _____ Дробчик В.В.
(дата, подпись)

Томск – 2009

Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела при поступательном и вращательном движениях

Пример выполнения задания.

Пример. Дано: схема механизма: $R_2 = 50 \text{ см}$; $r_2 = 40 \text{ см}$; $r_3 = 20 \text{ см}$; $S = 45 \text{ см}$; закон движения груза **1** $x = 5 + 10t^2 \text{ см}$ (t – в секундах).

Определить скорость V_M и полное ускорение a_M точки M , угловую скорость ω_3 и угловое ускорение ε_3 звена **3**.

Решение. Определим момент времени t , когда путь S , пройденный грузом **1**, равен 45 см:

$$x = x(t) = 5 + 10t^2 = 45 \text{ см},$$

следовательно:

$$t = \sqrt{\frac{45 - 5}{10}} = 2 \text{ с}.$$

Для определения скорости груза дифференцируем по времени уравнение его движения:

$$V_1 = |\dot{x}| = 20t \text{ см/с}.$$

Линейная скорость точки A , лежащей на колесе **2**, равна скорости груза:

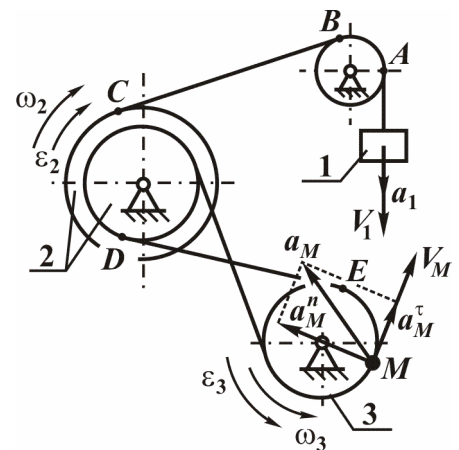
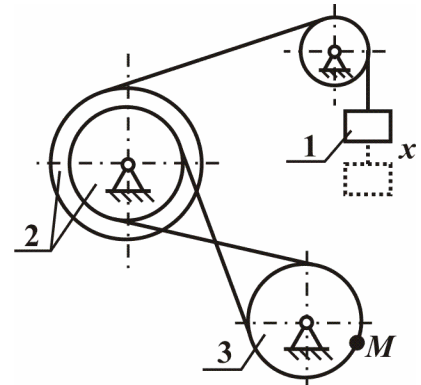
Точка C , находящаяся на колесе **2**, с помощью гибкой связи соединяется с вспомогательным блоком, на котором лежат точки B и A , следовательно, её линейная скорость равна скорости точки B :

$$V_C = V_B = V_A = 20t \text{ см/с}.$$

Определив линейную скорость точки C , находим угловую скорость ω_2 колеса **2**:

$$\omega_2 = \frac{V_C}{R_2} = \frac{20t}{50} = 0,4t \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

$$V_A = V_1 = 20t \text{ см/с}.$$



Индивидуальное задание №2				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Иванов И.И.			
Провер.	Дробчик В.В.			
Реценз.				
Н. Контр.				
Утв.				
Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела			Лит.	Лист
			2	3
ТПУ ЭЛТИ группа 9А82				

Точка D принадлежит колесу **2** и лежит на окружности меньшего радиуса. Зная угловую скорость ω_2 колеса **2**, определим линейную скорость точки D :

$$V_D = \omega_2 \cdot r_2 = 0,4t \cdot 40 = 16t \text{ см/с}.$$

Точка E , находящаяся на колесе **3**, с помощью гибкой связи соединяется с колесом **2**, следовательно, её линейная скорость равна скорости точки D :

$$V_E = V_D = 16t \text{ см/с}.$$

Точки M и E принадлежат колесу **3**, следовательно, $V_M = V_E = 16t \text{ см/с}$. Вектор скорости V_M направлен перпендикулярно к радиусу в сторону вращения колеса **3**.

Зная линейную скорость точки M , находим угловую скорость ω_3 колеса **3**:

$$\omega_3 = \frac{V_M}{r_3} = \frac{16t}{20} = 0,8t \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Определив угловую скорость ω_3 колеса **3**, находим угловое ускорение ε_3 колеса **3**:

$$\varepsilon_3 = \dot{\omega}_3 = 0,8 = \text{const} \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}.$$

Касательное ускорение точки M :

$$a_M^\tau = \varepsilon_3 \cdot r_3 = 0,8 \cdot 20 = 16 \text{ см/с}^2,$$

вектор касательного ускорения имеет одинаковое с вектором скорости направление, так как в рассматриваемом примере вращение колес равноускоренное (ω_3 и ε_3 направлены в одну сторону).

Нормальное ускорение точки M :

$$a_M^n = \omega_3^2 \cdot r_3 = 20 \omega_3^2 \text{ см/с}^2,$$

направлено по радиусу в сторону центра колеса **3** (см. рис.).

Полное ускорение точки M :

$$a_M = \sqrt{(a_M^n)^2 + (a_M^\tau)^2}.$$

Значения определяемых величин для момента времени $t = 2 \text{ с}$ приведены в табл.

$V_M, \frac{\text{см}}{\text{с}}$	ускорение, $\frac{\text{см}}{\text{с}^2}$			$\omega_3, \frac{\text{рад}}{\text{с}}$	$\varepsilon_3, \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$
	a_M^n	a_M^τ	a_M		
32	51,2	16	53,6417	1,6	0,8