МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Энергетический 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 5Б22 _____ *Иванов И.И.*
(дата, подпись)

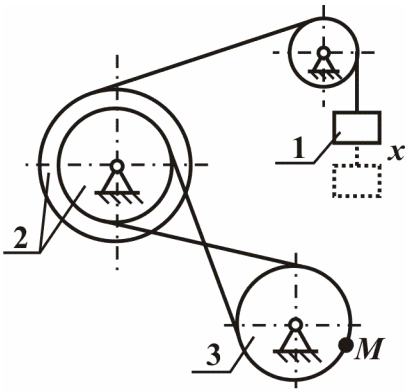
Руководитель _____ *Дробчик В.В.*
(дата, подпись)

Томск – 2014

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

Пример выполнения задания.

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



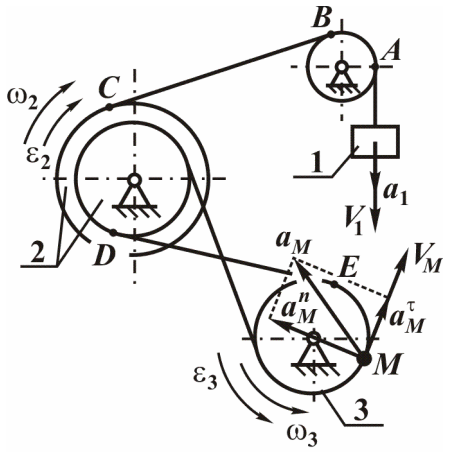
Определить скорость V_M и полное ускорение a_M точки M, угловую скорость ω_3 и угловое ускорение ε_3 звена **3**.

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

$x = x(t) = 5 + 10t^2 = 45$ 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.			Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела	Лит.	Лист 2 / Листов 3
Провер.		Дробчик В.В.					
Реценз.						ТПУ ЭЛТИ группа 9А82	
Н. Контр.							
Утв.							

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, $V_M = V_E = 16t$ 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:

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

Значения определяемых величин для момента времени $t = 2$ 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