

# РАСЧЕТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ (РЕГУЛЯТОРОВ) КЛИНОРЕМЕННОГО ВАРИАТОРА

Филькин Н.М., Швецов С.А.

*ГОУ ВПО "Ижевский государственный технический университет", г. Ижевск, Россия*

Принцип действия вариатора с центробежным регулятором и регулятором по моменту основан на том, что распорные усилия, создаваемые ремнем, уравниваются осевыми усилиями, создаваемыми регуляторами.

Расчетная схема регулятора по моменту при воздействии на один диск ведомого шкива представлена на рис. 1. На валу 1 диск 2 крепится неподвижно, а диск 3 может перемещаться в осевом направлении. С диском 3 жестко связана кулачковая полумуфта 4, которая взаимодействует через промежуточный элемент 5 со второй полумуфтой 6, закрепленной на валу 1.

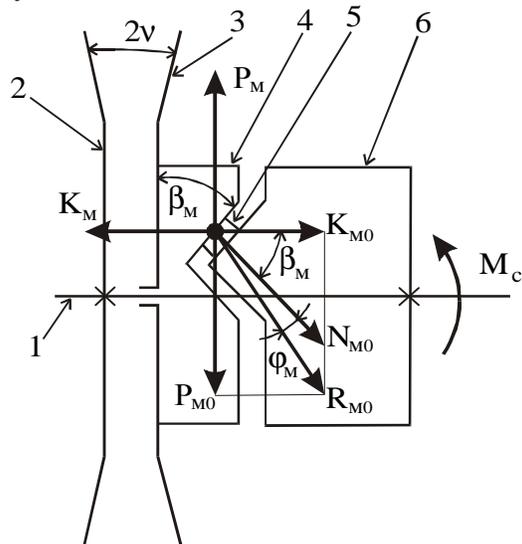
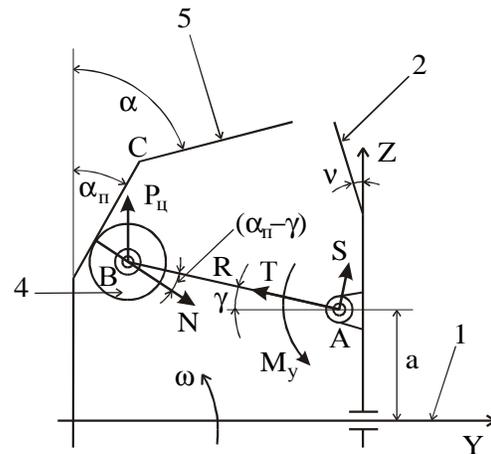
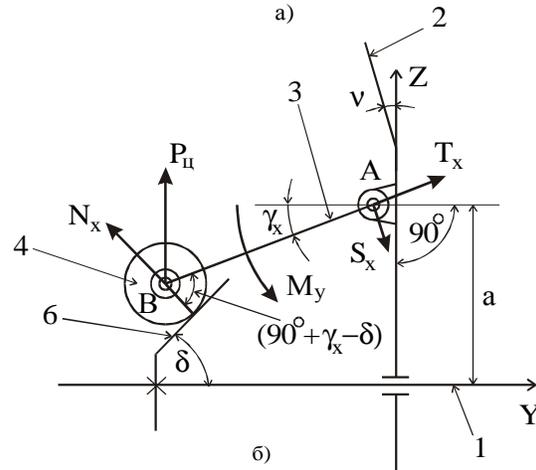


Рис. 1. Расчетная схема регулятора по моменту



а)



б)

Рис. 2. Расчетная схема центробежного регулятора

Считая, что один из дисков шкива передает половину вращающего момента, осевое усилие, создаваемое регулятором по моменту, равно 
$$K_M = P_{\max} - C_M X + \frac{0,5M_c}{r_{кл}} \operatorname{ctg}(\beta_M + \varphi_M),$$

где  $P_{\max}$  – усилие пружины на ведомом шкиве, когда диски полностью раздвинуты, т.е. передаточное отношение вариатора  $i = i_{\min}$  и при этом перемещение  $X$  подвижного диска ведомого шкива равно нулю;  $C_M$  – жесткость пружины;  $r_{кл}$  – радиус, на котором происходит взаимодействие кулачков регулятора по моменту;  $M_c$  – момент сил сопротивления;  $\beta_M$  – угол наклона кулачка регулятора по моменту по отношению к плоскости вращения шкива;  $\varphi_M$  – угол

трения на поверхности взаимодействия кулачков.

Расчетная схема центробежного регулятора представлена на рис. 2. На валу 1 установлен подвижный диск 2 ведущего шкива. Этот диск может перемещаться вдоль оси вала. С диском 2 шарнирно в точке А, расположенной на расстоянии  $h_a$  от оси вала, связан рычаг 3, на конце которого на шарнире установлен груз 4, взаимодействующий под действием центробежной силы  $P_{ц}$  с профильной направляющей 5. Пружина, связанная с рычагом 3, создает упругий момент  $M_y$ , направленный в сторону, противоположную силе  $P_{ц}$ . Груз 4 упирается в опорную плоскость б (рис. 2, б) и при этом под действием упругого момента  $M_y$  подвижный диск перемещается в сторону опорной плоскости б. Ремень переходит на наименьший диаметр на ведущем шкиве.

Профильная направляющая 5 имеет два участка с разными углами по отношению к плоскости вращения шкива:  $\alpha_n$  – участок запуска вариатора;  $\alpha$  – рабочий участок автоматического изменения угловой скорости ведомого шкива. Из условия равновесия относительно точки А моментов всех сил, приложенных к рычагу 3, находим реакцию N в точке контакта груза с профильной направляющей:  $N = \frac{P_{ц}R \cos \gamma - M_y}{R \sin(\alpha - \gamma)}$ , где  $R = AB$  – длина рычага 3;  $\gamma$  –

угол наклона рычага 3 по отношению к оси вала;  $\alpha$  – угол наклона профильной направляющей 5 по отношению к плоскости вращения шкива.

Центробежная сила равна  $P_{ц} = m\omega^2(a + R \sin \gamma)$ , где  $m$  – общая масса грузов;  $a$  – расстояние от оси вала 1 до точки А шарнирного закрепления рычага 3. Если обозначить через T реакцию в шарнире А, направленную по рычагу 3, а через S – перпендикулярную рычагу 3, то из условия равновесия рычага на ось Y имеем  $N \cos \alpha - T \cos \gamma + S \sin \gamma = 0$ . Но при этом  $T \cos \gamma - S \sin \gamma = K_{ц}$ , и таким образом получаем:  $K_{ц} = \frac{m\omega^2 R (a + R \sin \gamma) \cos \gamma - M_y}{R \sin(\alpha - \gamma)} \cos \alpha$ . Оче-

видно, что  $K_{ц} > 0$  в том случае, если  $m\omega^2 R (a + R \sin \gamma) \cos \gamma > M_y$ , и  $\alpha > \gamma$ . На основании рис. 2, б при холостых оборотах двигателя осевое усилие  $K_{цх}$  регулятора вычисляется по

формуле:  $K_{цх} = \frac{M_y - m\omega_x^2 R (a - R \sin \gamma_x) \cos \gamma_x}{R \cos(\gamma_x - \delta)} \sin \delta$ , где  $\delta$  – угол наклона опорной плоскости

б к оси вала;  $\gamma_x$  – угол наклона рычага, при котором рычаг взаимодействует с опорной поверхностью б и ремень неподвижный. Значение  $K_{цх} > 0$ , если  $M_y > m\omega_x^2 R (a - R \sin \gamma_x) \cos \gamma_x$ .

---

Работа представлена на заочную электронную конференцию «Автомобиле- и тракторостроение: проектирование, конструирование, расчет и технологии ремонта и производства, 15-20 июня, 2007 г.». Поступила в редакцию 22.02.2008г.