

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет имени  
П.О. Сухого»

Машиностроительный факультет  
Кафедра «РТС»

Практическая работа №1  
«Расчет конструкции ручных систем управления

Выполнил студент группы МР–51  
Калашников А. В.  
Принял преподаватель  
Лепший А. П.

Гомель 2021

## Практическая работа №1

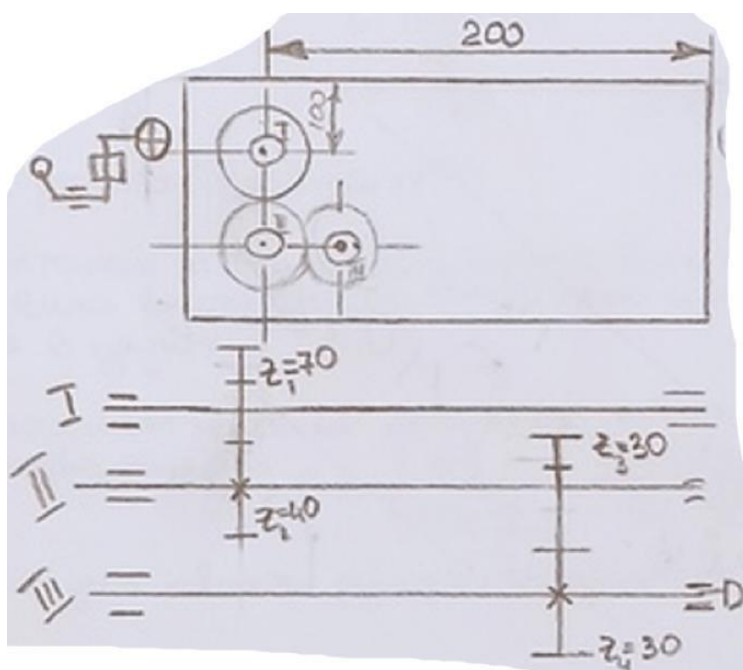
### Расчет конструкции ручных систем управления

Цель работы: получить навык в разработке и расчете ручных систем управления.

#### Порядок выполнения работы

- 1) Изучить конструкцию механизма переключения.
- 2) Определить количество переключаемых передач, величину перемещения перемещаемых управляемых механизмов.
- 3) Изобразить кинематическую схему механизма управления.
- 4) Произвести кинематический и силовой расчеты механизма управления.
- 5) Начертить сборочный чертеж разрабатываемого механизма управления.

#### Вариант 3



$m=3$  мм;  
 $d_I=30$  мм;  
 $d_{II}=35$  мм;  
 $d_{III}=40$  мм.

Рисунок 1-

Расчетная схема механизма управления Межосевое расстояние  $a_{w1} = m$

$$\text{_____} \quad \text{_____} (Z_i + 2Z_{i+1}) = 3(70 + 40) = 165;$$

$$a_{w1} = \frac{3(30 + 30)}{2} = 90.$$

$$\text{Ширина колеса } bk_1 = a_w \cdot 0,12 = 90 \cdot 0,12 = 10,8;$$

$$bk_2 = 90 \cdot 0,12 = 10,8.$$

$$\text{Ширина шестерни } b_{ш1} = bk_1 \cdot 0,88 = 19,8 \cdot 0,88 = 17,42;$$

$$b_{ш2} = bk_2 \cdot 0,88 = 9,5.$$

Перемещение колеса по валу 2 осуществляется от рукоятки. Рукоятка осуществляет непосредственное управление блоком.

При расчете угла поворота рукоятки необходимо знать полный ход  $S$  перемещаемого блока, а также ход рейки вправо  $S_1$  и влево  $S_2$ . Длина рейки обеспечивающая осевое перемещение блока  $l = (S + 10) = 47,22$ .

Для перемещения блока влево от среднего положения необходимо определить:

$$\text{А) число оборотов: } n_1' = \frac{S_1}{s} = \frac{19,8}{3,14 \cdot 3 \cdot 70} = 0,03_{\pi m Z_1}.$$

Б) Число оборотов рукоятки управления определяется из уравнения

$$z^2 - \text{передаточное отношение ЗП.}$$

кинематического баланса:  $n_i \cdot i = n_1'$ , где  $i = z_1$

Тогда число оборотов рукоятки составляет:

$$n_1' = \frac{n_1'}{i} = \frac{n_1' \cdot Z_1}{Z_2} = \frac{0,03 \cdot 70}{40} = 0,052.$$

Количество зубьев  $Z_2$  и  $Z_4$  принимаются из конструктивных соображений, т.е. из межосевого расстояния между осью рукоятки и валом:

$$A = \frac{(Z_1 + Z_2)m}{2} = \frac{(70 + 40)3}{2} = 165 \text{ мм.}$$

Рассчитанное число оборотов переводится в угол поворота рукоятки  $\varphi_1$  град:  $\varphi_1 = n_1 \cdot 360^\circ = 0,052 \cdot 360^\circ = 0,326^\circ$ .

Полный угол поворота рукоятки составляет  $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 = 0,326 + 0,238 = 0,564$ . Данное значение не должно превышать  $\varphi_{max} = 90^\circ \dots 120^\circ$ . В противном случае необходимо пересмотреть передаточное отношение  $i$  зубчато секторной передачи или межосевого расстояния  $A$ .

$$\text{отношение: } i^1 = \frac{1}{n_1 \cdot \pi \cdot m \cdot Z_1} = \frac{s}{0,052 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 70} = 0,577. \quad \text{Передаточное}$$

$$\text{Радиус рычага: } R = A_1 + a = 150 \text{ мм.}$$

Где  $A_1$  – расстояние от оси вала зубчатого блока до оси поворота рычага, мм;  $a$  – половина высоты дуги, описанной осью камня, при перемещении блока из одного крайнего положения в другое.

Необходимым условием правильного выбора длины переводного рычага для нормальной работы сухаря является  $R \geq \frac{0,6l}{1 - \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,6 \cdot 47,22}{1 - \cos \frac{0,132}{2}} = 13013,98$ .

Полный угол поворота рукоятки определяется из выражения:

$$\alpha = \arcsin \frac{S_1}{R} = \arcsin \frac{19,8}{150} = 0,132 = 7,59^\circ.$$

Модуль  $m$  зубчато-реечной передачи в механизмах управления принимаем равным 1,5 мм 2 мм, тогда минимальное необходимое число зубьев сектора:  $Z_1 = \frac{S \cdot 360^\circ}{m \cdot \varphi^\circ} = \frac{19,8 \cdot 360^\circ}{2 \cdot 3,14 \cdot 60^\circ} = 12,605$ .

сектора:  $Z_1 = \pi \frac{S \cdot 360^\circ}{m \cdot \varphi^\circ} = 3,14 \cdot 3 \cdot 60^\circ = 12,605$ .

Длина зубчатого сектора  $C$ , мм:

$$C = m \cdot Z + \Delta = 3 \cdot 12,605 + 11,344 = 49,160 \text{ мм.}$$

Радиус сектора определяется:

$$R^1 = \frac{C \cdot 360^\circ}{2\pi \cdot \varphi^\circ} = \frac{49,160 \cdot 360^\circ}{2 \cdot 3,14 \cdot 60^\circ} = 46,944;$$

$$R^2 = \frac{26,812 \cdot 360^\circ}{2 \cdot 3,14 \cdot 60^\circ} = 26,603.$$

Силовой расчет механизма ручного управления

Для перемещения блока зубчатых колес непосредственно по валу необходимо приложить усилие равное:  $F_1 = Q + F_2$ , где  $Q$  – сила, затрагивающая соединения зубчатых колес. В предварительных силовых расчет она принимается  $Q = aF_1(0,3 \dots 0,6)F_1$ ,  $F_2 = kfG$  – сила трения, определяемая с учетом конструктивного коэффициента  $k = 1,5 \dots 20$ ,  $f$  – коэффициент трения,  $G$  – вес перемещаемого блока.

Тогда усилие перемещения блока составляет:

$$F^1 = \frac{kfG}{1 - a}; Q = 0,3 \cdot 3392,2 = 1017,66; \rho_{ст} = 0,0078; d_1 = Z_1 \cdot m = 70 \cdot 3 = 210; S_1 = \pi R_1^2 = 3,14 \cdot 46^2 = 6644,2; S = S_1 - S_2 =$$

$$\begin{aligned}
&= 6644,2 - 1962,5 = 4681,7; V_1 = S \cdot b_1 = 46,81 \cdot 19,8 = \\
&= 92697,6; m_1 = V \cdot \rho = 92697,6 \cdot 0,0078 = 723,04; m_2 = V_2 \cdot \rho \\
&= 50562,36 \cdot 0,0078 = 394,386; G_1 = m \cdot g = 723,04 \cdot 9,8 = \\
&= 7085,79; G_2 = m \cdot g = 394,386 \cdot 9,8 = 3865,012; F_1 = \frac{kfG}{1-a} = \\
&= \frac{1,8 \cdot 0,12 \cdot 7085,79}{1-0,5} = 3392,29.
\end{aligned}$$

Наибольшая сила трения  $P_1$  возникает при подходе блока к крайнему положению, т.е. когда рычаг отклонен на угол  $\varphi_1$  от среднего положения и определяется:

$$P_1 = F_1 \cdot tg\varphi_1 = 3392,29 \cdot tg0,56 = 2126,73.$$

Длина рукоятки механизма управления можно определить:

$$\begin{aligned}
&\frac{P_2 r_2 - P_1 r_1 - \frac{F_2 d}{2}}{200} = Qlg \\
&\frac{25 \cdot 2126 + \frac{1416,64 \cdot 210}{2}}{1014,6} = \frac{P}{r_0} = 760 \text{ мм}
\end{aligned}$$

$$P_2 = N_m \cdot \sin 45^\circ = 3 \cdot \sin 45^\circ = 2,552;$$

$$P_2 \cdot r_2 = 2,552 \cdot 10 = 25; F_2 = kfG = 1,5 \cdot$$

$$0,133 \cdot 7065 = 1416,64;$$

$$d = mZ = 3 \cdot 70 = 210.$$

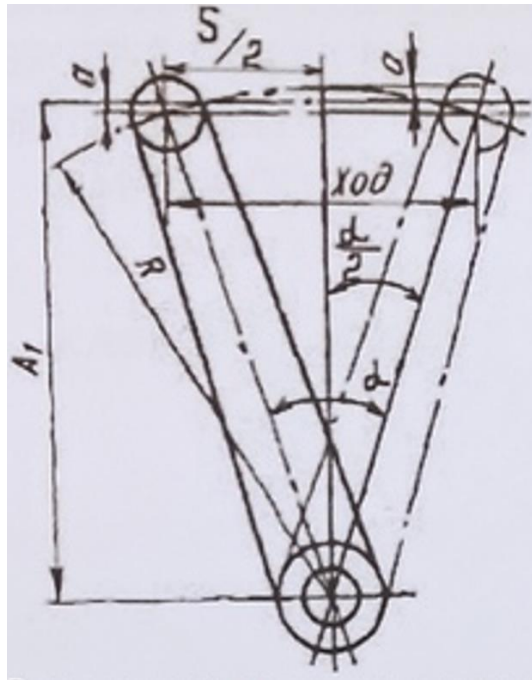


Рисунок 2 – схема поворота рычага механизма управления

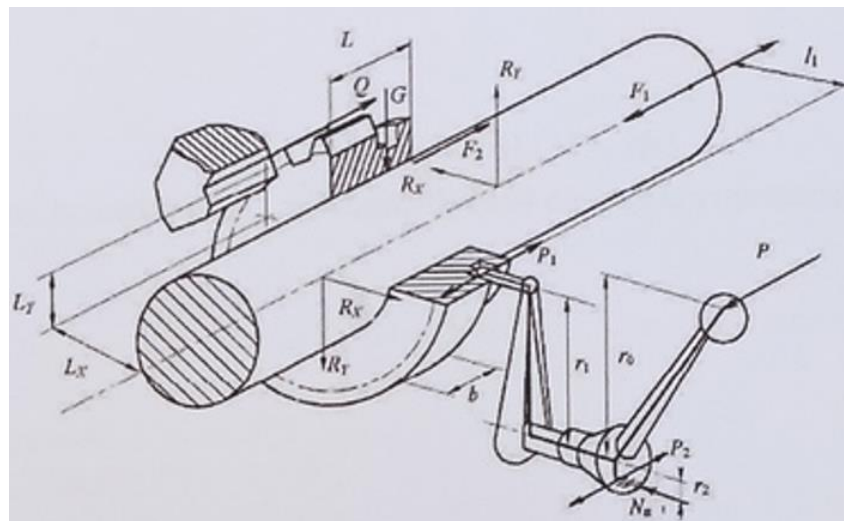


Рисунок 3 – Схема к силовому расчету механизма управления

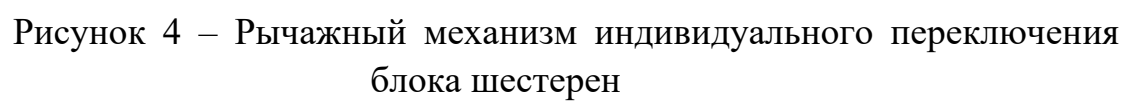


Рисунок 4 – Рычажный механизм индивидуального переключения блока шестерен

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический университет  
им. П. О. Сухого»

Машиностроительный факультет

Кафедра «РТС»

Отчет по лабораторным работам  
По курсу: «Автоматическое управление процессами и системами»

Выполнил студент гр. МР-51

Калашников А. В.

Проверил преподаватель

Лепший А. П.

Гомель 2021