Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института
им. Г.В.Плеханова, т./XIX,вып.1, 1975 г.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЯГОВЫХ УСТРОЙСТВ, РАБОТАЮЩИХ НА КРУГОВОМ РЕЛЬСЕ

И.В.НИКИФОРОВ

При работе тягового устройства на круговом рельсе наблюдается более сложная взаимосвязь внешних и внутренних сил, связанных с геометрическими параметрами механизма[x]. Эти силы могут привести тяговое устройство к перекосам[xx]. Причиной перекосов являются: а) продольное скольжение колес; б) перераспределение нагрузок между внутренней и наружной частями механизма относительно кругового рельса; в) возникновение момента при несовпадении по направлению силы тяги, создаваемой тяговым устройством и внешним сопротивлением.

Продольное скольжение приводных колес возникает при несоответствии их окружных скоростей длинам окружностей внутренней и наружной рабочих поверхностей головки кругового рельса. Методы устранения продольного скольжения приводных колес в значительной мере зависят от типа привода. Применение, например, дифференциальной передачи при общем двигателе позволило бы полностью устранить продольное скольжение.

Однако на практике наиболее распространены менее сложные механизмы, основанные на применении общего привода с жесткой кинематической связью приводных колес и индивидуальных приводов с одинаковыми параметрами двигателей и передач. Поэтому все последующие

---

x) В.С.Б е р с е н е в . О развитии самоходных рельсовых транспортных устройств с гладкими ведущими колесами.–Зап.ЛГИ,1970,т.60,вып.1.

xx) И.В.Н и к и ф о р о в. Новый периферический привод для сгустителей пульпы.–Зап.ЛГИ, 1970,т.60,вып. 1.

рассуждения основаны на предположении, что на приводные колеса при равенстве угловых скоростей воздействуют одинаковые крутящие моменты. При этом для устранения продольного скольжения необходимо диаметры приводных колес принять пропорциональными радиусам наружной $R_н$ и внутренней $R_в$ рабочих поверхностей головки кругового рельса:

$$\frac{D_в}{D_н} = \frac{R_в}{R_н} = \xi \ , \qquad (1)$$

где $D_в$ и $D_н$ – диаметры поверхностей качения внутреннего и наружного приводного колеса; ξ – соотношение диаметров приводных колес тягового устройства и радиусов рабочих поверхностей рельса.

При принятых диаметрах приводных колес и надлежащем их сцеплении с рельсом создаваемые ими тяговые усилия связаны зависимостью

$$\frac{T_в}{T_н} = \frac{R_н}{R_в} = \frac{1}{\xi} \qquad (2)$$

или

$$T_в \xi = T_н \ . \qquad (3)$$

На внутреннюю и наружную части тягового устройства (см. рисунок), разделенные круговым рельсом, действуют различные усилия $T_в$ и $T_н$, а следовательно, и различные значения силы $K_в$ и $K_н$, которые неизбежно вызовут перекос механизма относительно оси рельса. Пе-

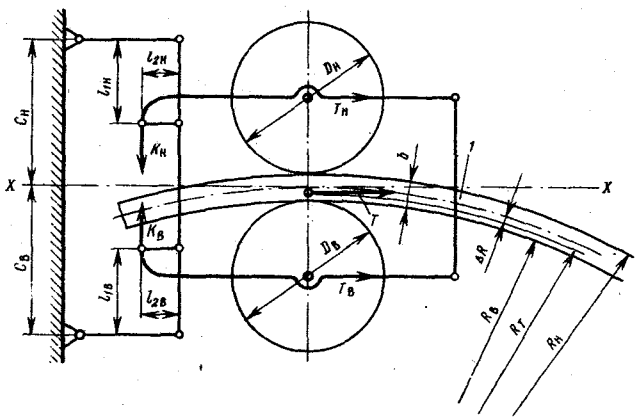


Схема шарнирно-рычажного тягового устройства, расположенного на круговом рельсе (1)

рекос, как всякое отклонение от нормального состояния механизма, связан с неблагоприятным расположением деталей и нежелательным сочетанием сил. Для устранения сил, вызывающих перекос механизма, необходимо создать условия, при которых сила $K_в$ по величине равнялась бы силе $K_н$. Тогда внутренняя часть тягового устройства будет уравновешивать наружную.

Для выполнения условия $K_в = K_н$ необходимо при проектировании в передаточное отношение обратной связи половины тягового устройства $m_в$, приводное колесо которой взаимодействует с внутренней рабочей поверхностью головки кругового рельса; ввести поправку

$$\Delta m_в = \frac{2T_в}{T_в + T_н} = \frac{2}{1 + \xi} \quad . \tag{4}$$

Для тяговых устройств со стабильным отношением обратной связи конструктивно удобнее внести поправку в передаточное отношение углового рычага $m_{у.рв}$, которое с учетом поправки будет определяться выражением

$$m_{у.рв} = \frac{l_{1в}}{l_{2в}} \cdot \frac{2}{1 + \xi} \quad . \tag{5}$$

Короткое плечо углового рычага $l_{2в}$ по условию технологии изготовления и сборки тягового устройства следует оставлять без изменения на обеих половинах механизма $(l_{2в} = l_{2н})$, следовательно, значение поправки необходимо вводить через длинное плечо $l_{1в}$. При этом конструктивная величина плеч $l_{1в}$ и $l_{1н}$ между половинами тягового устройства распределится согласно выражению

$$\frac{l_{1в}}{l_{1н}} = \frac{T_н}{T_в} = \xi \quad . \tag{6}$$

Спроектированные в соответствии с зависимостями (1)–(6) тяговые устройства все еще могут подвергаться перекосам, так как для обеспечения равновесия системы необходимо, чтобы внешние силы не создавали моментов. Это означает, что равнодействующая тяговых усилий колес $T_в$ и $T_н$ должна действовать по одному направлению с равнодействующей силой внешнего сопротивления. Вполне очевидно, что направление равнодействующей T не совпадает с осью головки рельса. Силовая ось тягового устройства будет смещена от оси головки рельса к центру кривизны на величину ΔR. Плечи $C_в$ и $C_н$ расположения реакций сил $T_в$ и $T_н$ относительно силовой оси можно найти из соотношений

$$\frac{C_в}{C_н} = \frac{R_в}{R_н} = \xi \tag{7}$$

или

$$C_в = C_н \xi \quad . \tag{8}$$

Если ширина головки рельса

$$b = R_н - R_в \quad , \tag{9}$$

то равнодействующая T сил $T_в$ и $T_н$ будет находиться от внутренней рабочей поверхности рельса на расстоянии

$$b_в = \frac{b}{2}\,\xi\,. \qquad (10)$$

Величина смещения равнодействующей силы T от оси головки к центру кривизны рельса

$$\Delta R = \frac{b}{2} - \frac{b}{2}\,\xi\,. \qquad (11)$$

Подставив в уравнение (11) значение ξ, получим

$$\Delta R = \frac{b^2}{2R_н}\,. \qquad (12)$$

Из этой зависимости следует, что смещение силовой оси тягового устройства относительно головки кругового рельса необходимо учитывать при малых радиусах кругового рельса и большой ширине его головки. Равнодействующая силы T будет находиться от центра кривизны рельса на расстоянии

$$R_т = R_в + \left(\frac{b}{2} - \Delta R\right)\,. \qquad (13)$$

При проектировании тяговых устройств, работающих на круговом рельсе, для устранения геометрического скольжения приводных колес и возможных перекосов механизма необходимо в расчет геометрических параметров угловых рычагов и диаметров приводных колес вносить поправки.