

4.6. Другие возможные возмущения движения ротора при разгоне

Кроме рассмотренных возмущений, связанных с функционированием технической и энергетической частей системы ОТС, возможны возмущения естественного происхождения – крупномасштабные изменения рельефа земной поверхности – горные массивы, плато и т. д., а также землетрясения, штормы, цунами, изменить характер которых, а тем более предотвратить их, невозможно.

При прохождении эстакады по участкам с крупными изменениями рельефа поверхности основной возмущающий фактор – изменение радиуса кривизны трассы; наиболее опасны случаи, когда меняется знак кривизны или при его постоянстве уменьшается радиус кривизны. Первый случай должен быть исключен, так как центробежная сила элементов ротора действует в ту же сторону, что и сила притяжения, а потому не отрывает, а прижимает эти элементы к эстакаде. Во втором случае необходимо отсутствие угловых точек в местах сопряжения участков с различными радиусами кривизны.

В случае прохода трассы через горный хребет или плато этого можно добиться, если действовать в соответствии со схемой, показанной на рисунке 30. Здесь AB – участок трассы вдоль экватора с радиусом кривизны R ; BC – участок с переменным радиусом кривизны ρ_k от R до $\rho_1 < R$, гладко сопрягающийся с участками AB и CD ; CD – участок с постоянным радиусом кривизны ρ_1 ; далее следует участок DE с переменным радиусом $\rho_1 \leq \rho_k \leq R$ и экваториальный участок EF с гладкими сопряжениями в точках D и E .

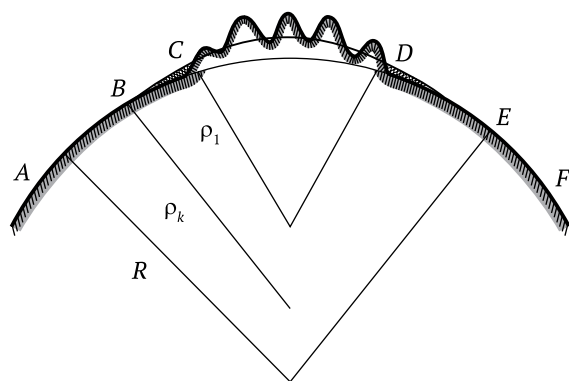


Рисунок 30 – Трасса эстакады ОТС на горном участке. Исходный рельеф – штриховка; насыпные участки – двойная штриховка. Гладкое сопряжение участков с радиусами кривизны R , ρ (переменный) и ρ_1 в точках B , C , D , E

Трасса на горном участке CD проходит вдоль каньона, проложенного через хребты; изъятые горные породы используются на сооружение насыпей через ущелья на участках BC и DE . Такая трасса более экономична по сравнению с той, которая имела бы всюду постоянный радиус кривизны R , так как глубина каньона в первом случае меньше, чем во втором.

Рассмотрим элемент ротора, движущийся на участке $BCDE$ с радиусом кривизны, отличным от R . Пусть m – масса этого элемента; mg – сила притяжения, направленная к центру Земли вдоль местного радиуса экватора R ; q – тяговое усилие от электродвигателя, приходящееся на данный элемент; N – левитационное усилие от системы подвеса.

При отсутствии угловых точек дифференциальное уравнение движения рассматриваемого элемента в проекции на касательную к траектории имеет вид:

$$m \frac{dV_r}{dt} = q \pm mg \sin \alpha, \quad (4.12)$$

где α – угол между касательной к траектории и соответствующей касательной к линии экватора, равный углу между местным радиусом кривизны ρ_k и радиусом экватора R . Этот угол очень мал, поэтому можно записать $\sin \alpha = \alpha$; отрицательный знак принимаем на участке BC_1 , положительный – на участке C_1E , где C_1 – средняя точка участка CD . Элемент ротора здесь въезжает на очень пологую горку, а затем съезжает с нее.

Если уравнение (4.12) суммировать по всем элементам ротора, то получим уравнение невозмущенного движения ротора (4.1), где $M_p = \sum m$, $Q = \sum q$.

Уравнение возмущенного движения для упруго-вязкой дискретной модели ротора имеет вид (4.11), в правую часть здесь следует поставить возмущающую силу $\pm mqs \sin \alpha$, меняющую знак в точке C_1 . Возмущенное движение, как и в предыдущем случае, представляет собой продольные затухающие колебания или аperiodическое движение типа одиночной волны.

В проекции на нормаль к траектории, совпадающей с направлением местного радиуса кривизны, получим формулу левитационного усилия N :

$$N = m \left(g \cos \alpha - \frac{V_a^2}{\rho} \right), \quad V_a \leq V^* < V_1,$$

где $V^* = (g\rho_k \cos \alpha)^{1/2}$ – абсолютная скорость, при которой N обращается в нуль. В интервале изменения скорости $V^* \leq V_a \leq V_0$ усилие N меняет направление и определяется формулой: