

В. Н. ПОПОВ, В. И. ИЛЬЕНКОВ, А. А. МЕРЗЛОВ, А. Е. ПОКАТИЛОВ

Учреждение образования
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»
Могилев, Беларусь

При исследовании трения в случае целенаправленного движения биомеханической системы, моделирующей опорно-двигательный аппарат человека, необходимо выделить два направления:

- 1) внутреннее трение, т. е. трение в суставах человеческого тела;
- 2) внешнее трение, т. е. трение человеческого тела с окружающими его телами, например, спортивным снарядом.

Последнее направление вызывает отдельный интерес в биомеханике спорта, т. к. именно внешнее трение оказывает влияние на технику выполнения спортивного упражнения.

Рассмотрим случай контакта человека с грифом перекладины в спортивной гимнастике. Анализ различных случаев контакта руки человека с опорой в виде балки круглого поперечного сечения дает возможность выделить три варианта контакта, показанных ниже на рис. 1.

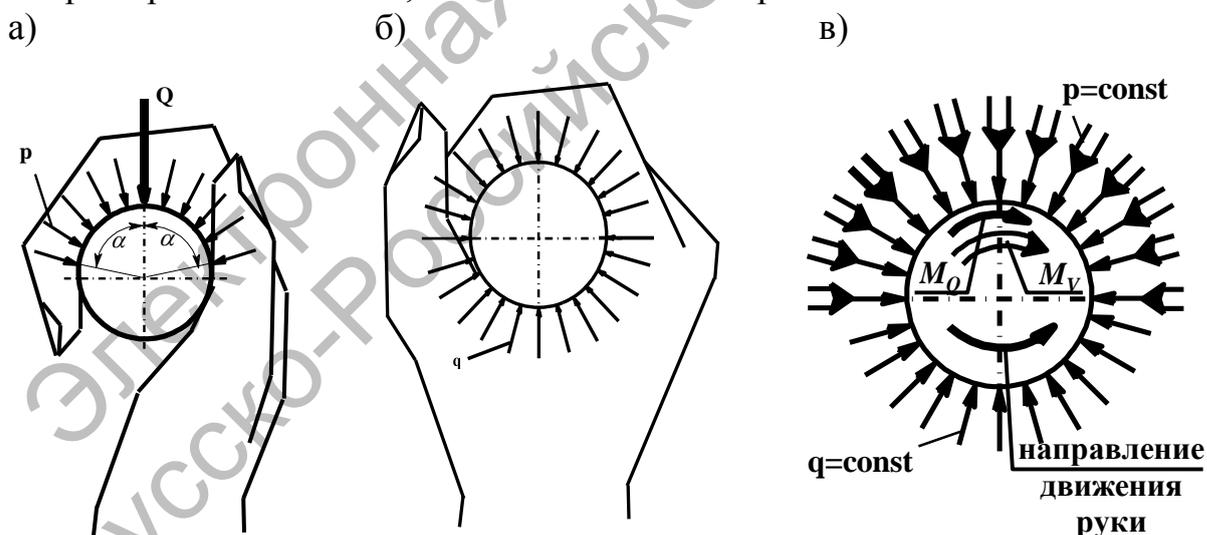


Рис. 1. Варианты контакта руки с грифом перекладины: а – вис; б – сжатие грифа; в – вис со сжатием

На рис. (1, а) показан случай вися спортсмена на снаряде. В этом случае на гриф действует только вес тела Q . По рис. (1, б) спортсмен рукой сжимает снаряд. Сила и охватываемая площадь, зависят от усилий человека. Вес человека здесь не учитывается. А третий случай на рис. (1, в) есть результат действия сразу двух силовых факторов: веса тела и сжатия рукой

снаряда. Соответственно, q – давление руки на гриф; p – давление, возникающее от веса тела. Таким образом, при относительном перемещении двух тел имеем два момента сил трения – M_Q и M_V .

В подобных задачах в механике применяют определенные допущения. Воспользуемся гипотезой Вейсбаха о постоянном давлении. Исходя из нее, считают, что удельное нормальное давление распределено равномерно по всей площади контакта, т. е. $p = const$ и $q = const$.

Теоретическое исследование трения для случая вися дает выражение для момента сил трения в виде уравнения

$$M_Q = \frac{frQ}{\sin \alpha} \alpha, \quad (1)$$

где f – коэффициент трения скольжения в контакте руки человека с грифом перекладины; r – радиус грифа; Q – вес человеческого тела; α – половинный угол обхвата рукой грифа.

Для случая обхвата рукой круглого тела получим выражение момента

$$M_V = 4fq(r^2\beta). \quad (2)$$

Здесь β – четвертной угол обхвата рукой грифа.

При $\alpha = \frac{\pi}{2}$ для случая вися спортсмена, т. е. когда хват рукой составляет собой полуокружность, момент равен

$$M_Q^{\max} = \frac{frQ}{\sin \frac{\pi}{2}} \cdot \frac{\pi}{2} = fr\pi \frac{Q}{2}. \quad (3)$$

Рассмотренный здесь вариант имеет своим аналогом изучаемый в теории механизмов и машин цилиндрический подшипник скольжения.

При $\beta = \frac{\pi}{2}$, т. е. в случае, когда происходит всесторонний хват рукой опоры, получим момент трения

$$M_V^{\max} = fr\pi V. \quad (4)$$

Это максимальное значение момента сил трения при всестороннем сжатии рукой опоры.

Третий случай является суммой первых двух, т. е. спортсмен выполняет вис, при этом сжимая опору. Тогда максимальный момент сил трения с учетом выражений (1–4) будет равен

$$M^{\max} = fr\pi R_B.$$

Здесь R_B является эквивалентной силой, учитывающей вес и сжатие