УДК 534.014

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ЧАСТИЦЫ С ВИБРИРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИЛЫ С НЕУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СВЯЗЬЮ

Елисеев А.В.

ФБГОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения», Иркутск, e-mail: eliseev_s@inbox.ru

В статье рассмотрена модельная задача подбрасывания материальной частицы на горизонтальной поверхности с неудерживающими связями при наличии гравитационной силы и некоторой постоянной дополнительной силы, не зависящей от массы частицы. Представлены результаты исследования ключевых характеристик зазора: фазы, высоты и длительности. Исследована зависимость условий отрыва и условий реализации режима кратного подбрасывания от соотношения дополнительной силы и силы тяжести, определены диапазоны масс частиц и действующих сил, при которых реализуется отрыв. Приведены данные графоаналитических исследований, позволяющие оценить величину зазора в зависимости от дополнительных сил и массы.

Ключевые слова: неудерживающие связи, вибрирующая поверхность, режим непрерывного подбрасывания, кратный режим подбрасывания, зазор, постоянная дополнительная сила

FEATURES OF THE INTERACTION OF MATERIAL PARTICLES WITH A VIBRATING SURFACE, DEPENDING ON THE ADDITIONAL FORCE WITH «NOT HOLDING» TIES

Eliseev A.V.

FBSEI HPE «Irkutsk State Transport University», Irkutsk, e-mail: eliseev_s@inbox.ru

In this article the model problem of a particle flip on a horizontal surface with «not holding» ties in the presence of gravitational force and a constant additional force is considered. The results of the study of key characteristics of the gap like a phase, height and duration are presented. The dependence of the terms and conditions for the implementation of separation of multiple flip mode of the additional forces and gravity is determined. The mass range of particles and forces which provide separation are investigated. Graphic and analytical data to evaluate the gaps, depending on the switchable forces are presented.

Keywords: «not holding» ties, unilateral constraints, the vibrating surface to continuous flip, flip fold mode, the gap, additional force

Необходимость исследования процесса динамического взаимодействия материального объекта с вибрирующей поверхностью с учетом дополнительных сил регулярно возникает при решении широкого спектра технических задач в ключевых отраслях современной экономики. С целью обеспечения безопасности перевозки грузов важными являются исследования взаимодействия твердого тела с вибрирующей поверхностью при наличии неудерживающих связей в сложном силовом поле.

Изучение обозначенных динамических процессов проводилось в значительном числе работ по теоретической [1] и аналитической механике [2], теории механизмов и машин [3], теории вибрационного переноса [4]. Ряд вопросов, касающихся контактного взаимодействия, движения с подбрасыванием, периодических безударных движений в системах с неудерживающими связями отражен в работах [5–8]. В работе [9] приведены условия отрыва, условия существования режима с кратным подбрасыванием, представлены аналитические выражения основных характеристик отрыва и режимов кратного подбрасывания.

Несмотря на то, что многие вопросы взаимодействия материальной частицы и поверхности достаточно глубоко исследованы, ряд вопросов не получил должного развития. В частности, мало изученными оказались зависимости условий отрыва и условий формирования режимов кратного подбрасывания в зависимости от сил, действующих на материальную частицу.

Цель работы – получить аналитическое представление о влиянии постоянной дополнительной силы на реализацию отрыва материальной частицы, условия осуществления режимов кратного подбрасывания на вибрирующей поверхности и оценить характеристики возникающего зазора между точкой и вибрирующей поверхностью.

I. Общие положения и постановка задачи. Рассматривается математическая модель процесса подбрасывания материальной частицы с массой m горизонтальной поверхностью H при вертикальных гармонических колебаниях $H(t) = A\sin(\omega t)$ с учетом силы гравитации Q и некоторой постоянной силы F

Полагаем, что сила F может действовать как в одном направлении с силой Q, так и противоположном. Дополнительно

будем считать, что возможно переключение направления и модуля силы F в точке максимального подлета частицы. Такие ситуации возникают при подбрасывании частицы в сложном силовом поле. На рис. 1 представлена расчетная схема рассматриваемых сил, действующих в одном направлении.

В соответствии с рис. 1, а представлена расчетная схема стадии отрыва материальной частицы от поверхности. На рис. 1, в представлена расчетная схема для стадии контакта с поверхностью, где N –нормальная реакция опоры, F – дополнительная сила, Q – сила тяжести.

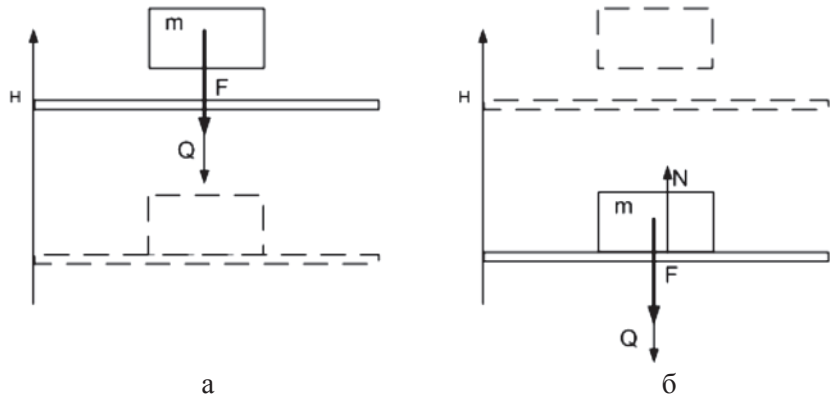

Рис. 1. Движение частицы с учетом сил Q и F, действующими в одном направлении: а – стадия подлета; б – стадия контакта

Связь между частицей и поверхность полагается неудерживающей. При определенных параметрах колебания поверхности возможен отрыв частицы. Характерная траектория подбрасывания S формируется из стадии подлета над поверхностью и стадии непрерывного контакта. Возможны режимы подбрасывания, когда частица касается поверхности в одной точке и перелетает через целое число периодов колебания поверхности H. На рис. 2 представлена характерная траектория подбрасывания частицы с перелетом через один период. В стадии контакта с поверхностью, силы, действующие на частицу, определяются на основе принципа Даламбера. Если S траекторий движения частицы в процессе контакта с поверхностью, то справедливо равенство:

$$m\ddot{S} = N + Q \pm F.$$

Полагаем, что сила F действует в направлении силы тяжести Q, в этом случае значение имеет верхний знак перед силой, а – F действует в противоположном направлении и значение имеет нижний знак.

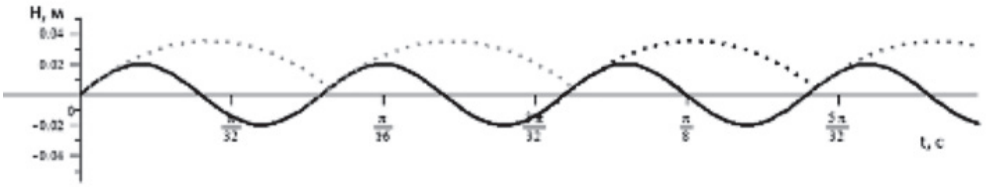

Рис. 2. Характерная траектория подбрасывания материальной частицы

При определенных условиях частица отрывается от поверхности и через некоторое время опять падает. Удар о поверхность предполагается абсолютно неупругим.

Отрыв материальной частицы приводит к возникновению зазора – расстоянию между материальной частицей и вибрирующей поверхностью в определенный момент времени.

Требуется определить характеристики зазора в зависимости от дополнительной силы, массы частицы, силы с переключением.

II. Общие характеристики зазора в процессе подбрасывания частицы. Гармонические колебания поверхности в силу наличия неудерживающих связей приводят к отрыву материальной частицы. Условия отрыва [9] частицы от поверхности H имеют вид:

$$-mA\omega^2 \sin(\omega t_0) + mg\left(1 \pm \frac{f}{mg}\right) = 0,$$

$$\cos(\omega t_0) > 0.$$

Траектория подлета частицы с отрывом в момент времени t_0 имеет вид:

$$S(t) = A\sin(\omega t_0) + A\omega(t - t_0)\cos(\omega t_0) - \frac{1}{2}g\left(1 \pm \frac{f}{mg}\right)(t - t_0)^2;$$

$$t_0 = \frac{\arcsin\left(\dfrac{g\left(1 \pm \dfrac{f}{mg}\right)}{A\omega^2}\right)}{\omega}. \qquad (1)$$

Будем считать, что $1 \pm \frac{f}{mg} > 0$. В противном случае, траектория частицы приобретает безвозвратный характер.

Условия на амплитуду и частоту, при которых реализуется режим кратного подбрасывания [9], имеют вид:

$$\frac{A\omega^2}{g\left(1 \pm \dfrac{f}{mg}\right)} = \sqrt{1 + \pi^2 k^2}.$$

При реализации отрыва точки от поверхности колебания возникает зазор *R(t)*, который представляет собою расстояние между точкой и поверхностью:

$$R(t) = S(t) - H(t).$$

Исходя из определения зазора и гармонического характера колебания поверхности, величина зазора оценивается через величину высоты подлета и амплитуду колебания поверхности:

$$S(t) - A \le R(t) \le S(t) + A. \qquad (2)$$

Высота подлета может быть получена из закона изменения кинетической энергии [1] в виде:

$$S_{\max} = A\sin(\omega t_0) + \frac{\left(A\omega\cos(\omega t_0)\right)^2}{2g\left(1 \pm \dfrac{f}{mg}\right)}. \qquad (3)$$

В итоге величину максимального зазора можно оценить с учетом выражений (2) и (3):

$$R(t) \le 2A + \frac{(A\omega)^2}{2g\left(1 \pm \dfrac{f}{mg}\right)}. \qquad (4)$$

В качестве временной характеристики зазора будем использовать длительность нахождения материальной точки выше амплитуды колебания поверхности. Можно показать, что данная величина составляет:

$$\Delta T = 2\frac{A\omega}{g\left(1 \pm \dfrac{f}{mg}\right)} - \frac{2}{\omega}. \qquad (5)$$

Для исследования характеристик процесса подбрасывания материальной частицы в зависимости от массы частицы m и дополнительной силы F необходимо определить соответствующие производные момента времени отрыва, высоты и длительности подлета частицы. Знаки полученных производных позволяют оценить характер изменения исследуемых характеристик для частиц с различными массами и частиц, на которые действуют различные силы. В частности, если дополнительная сила действует в направлении силы тяжести, то производная функции длительности подлета(5) по массе частицы имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial m}\Delta T = \frac{2A\omega f}{(mg + f)^2}. \qquad (6)$$

Если $f > 0$, то есть на частицы действует сила в направлении действия силы тяжести и из положительности полученной производной (6) следует, что частицы с большей массой находятся в подлете дольше, чем частицы с меньшей массой. Если $f < 0$, то есть дополнительная сила действует в противоположном направлении к силе тяжести и частицы с большей массой находятся в подлете меньшее время, чем частицы меньшей массы.

III. Движение материальной частицы под действием дополнительной силы с переключением в момент достижения точкой максимальной высоты после отрыва. Рассмотрим вариант силы, воздействующей на точку, с переключением в момент $t_{\max}$ достижения точкой максимальной высоты с дальнейшим её падением. Полагаем следующий вариант действия дополнительной силы F:

$$F = \begin{cases} F_1, \ t < t_{\max}; \\ 0, t = t_{\max}; \\ F_2, t > t_{\max}. \end{cases}$$

Пусть рассматриваемые силы представлены значениями f_1, f_2. В дальнейших вычислениях будем использовать переменные:

$$\gamma_1 = 1 + \frac{f_1}{mg};$$

$$\gamma_2 = 1 - \frac{f_2}{mg}.$$

Рассмотрим подлет X_1 точки до максимальной высоты. Траектория движения точки на данном промежутке имеет вид:

$$X_1(t) = A\sin(\omega t_0) + A\omega(t - t_0)\cos(\omega t_0) - -\frac{1}{2} g\gamma_1 (t - t_0)^2.$$

При движении по траектории X_1 до максимальной высоты точка будет находиться выше уровня амплитуды в течение времени:

$$\Delta T_1 = \frac{A\omega}{g\gamma_1} - \frac{1}{\omega}.$$

Траектория падения X_2 материальной частицы будет удовлетворять системе уравнений:

$$\begin{cases} m\ddot{X}_2 = -mg\gamma_2, \quad t > t_{\max}; \\ \dot{X}_{2\max}(t) = 0; \\ X_{2\max}(t) = \dfrac{\gamma_1}{2}\dfrac{g}{\omega} + \dfrac{1}{2\gamma_1}\dfrac{A^2\omega^2}{g}. \end{cases}$$

Решение данного уравнения имеет вид:

$$X_2(t) = -\frac{1}{2} g\gamma_2 (t - t_{\max})^2 + \frac{\gamma_1}{2}\frac{g}{\omega} + \frac{1}{2\gamma_1}\frac{A^2\omega^2}{g}.$$

Момент $t_{\max}$ достижения максимальной высоты имеет вид:

$$t_{\max} = t_0 + \frac{A\omega\cos(\omega t_0)}{g\gamma_1};$$

$$t_0 = \frac{\arcsin\left(\dfrac{g\gamma_1}{A\omega^2}\right)}{\omega}.$$

Промежуток времени падения точки по траектории X_2 до уровня амплитуды колебания составляет:

$$\Delta T_2 = \frac{A\omega^2 - g\gamma_1}{\sqrt{\gamma_1\gamma_2}\,\omega g} = \frac{1}{\sqrt{\gamma_1\gamma_2}}\frac{A\omega}{g} - \sqrt{\frac{\gamma_1}{\gamma_2}}\frac{1}{\omega}.$$

В результате получаем, что при режиме с переключением суммарное время подлета над уровнем амплитуды A составляет величину:

$$\Delta T = \left(1 + \sqrt{\frac{\gamma_1}{\gamma_2}}\right)\left(\frac{A\omega}{g\gamma_1} - \frac{1}{\omega}\right); \qquad (7)$$

$$\gamma_1 = 1 + \frac{f_1}{mg}, \quad \gamma_2 = 1 + \frac{f_2}{mg}.$$

Не ограничивая общности, параметры f_1, f_2, описывающие силы для различных направлений, будем называть интенсивностью соответствующих сил, допуская их положительные и отрицательные значения. Если параметр f_i принимает положительное значение, то считается, что сила действует в направлении силы тяжести, а модуль силы равен f_i; если параметр f_i принимает отрицательное значение, то считается, что дополнительная сила действует в противоположном к силе тяжести направлении, а модель силы равен $-f_i$ Рассматривая вариант действия силы с переключением, полагаем, что дополнительная сила после отрыва действует на материальную точку с интенсивностью f_1 до момента достижения точной максимальной высоты подлета, и с интенсивностью f_2 после достижения материальной точкой максимальной высоты до момента контакта с поверхностью. Фраза, что интенсивность силы f_1 больше или меньше интенсивности силы f_2 означает, что для параметров выполнено $f_1 > f_2$ или $f_1 < f_2$ соответственно

Рассмотрим зависимость времени подлета от воздействующих на материальную частицу сил.

Длительность движения частиц при различных дополнительных силах *F*, действующих на промежутке достижения частицей максимальной высоты после отрыва. Положим, что в выражении времени подлета (7) f_2 фиксирована, а сила f_1 переменная величина. Называя f_1 переменной величиной, считаем, что рассматриваются различные режимы подбрасывания частицы с фиксированной дополнительной силой, действующей на этапе движения частицы вверх. Для обеспечения возвратного подбрасывания необходимо, чтобы выполнялось условие:

$$1 + \frac{f_1}{mg} > 0.$$

Условия существования отрыва могут быть представлены в виде:

$$\frac{A\omega^2}{g\left(1 + \dfrac{f_1}{mg}\right)} > 1.$$

Объединение обозначенных условий определяет диапазон сил, которые обеспечивают подбрасывание:

$$-mg < f_1 < -mg + mA\omega^2.$$

Длительность движения частиц при дополнительных силах *F*, находящихся в фиксированном отношении. Рассмотрим изменение величины времени подбрасывания частицы при условии, что сила после переключения изменяется в фиксированное число раз. Полагаем, что силы f_1 и f_2 связаны соотношением $f_2 = \alpha f_1$ для некоторого α. Считается, что параметр α может принимать отрицательные и положительные значения.

Пусть $\alpha > 1$ Это означает, что после переключения интенсивность силы возрастает. При фиксированном параметре величина времени подлета в зависимости от дополнительной силы будет иметь вид:

$$\Delta T = \left(1 + \sqrt{\frac{1 + \frac{f_1}{mg}}{1 + \frac{\alpha f_1}{mg}}}\right)\left(\frac{A\omega}{g\left(1 + \frac{f_1}{mg}\right)} - \frac{1}{\omega}\right).$$

Так как $\alpha > 1$, то при условии возвратности подлета и реализации отрыва имеем диапазон сил, при которых реализуется отрыв с возвратом частицы на поверхность:

$$-\frac{mg}{\alpha} < f_1 < -mg + mA\omega^2.$$

Если $A\omega^2 - g > 0$, то для любого $\alpha > 1$ рассматриваемый диапазон сил не пуст. Если же $A\omega^2 - g < 0$, то необходимо рассматривать α в диапазоне:

$$1 < \alpha < \frac{g}{g - A\omega^2}.$$

Пусть $0 < \alpha < 1$. Данный вариант означает, что сила после переключения ослабевает. Условия возвратного подбрасывания в сочетании существования отрыва принимают вид:

$$-mg < f_1 < -mg + mA\omega^2.$$

Пусть $\alpha < 0$ Это означает, что сила в момент переключения меняет своё направление. Объединение условий возвратного подлета с условиями существования отрыва принимает вид:

$$-mg < f_1 < -\frac{mg}{\alpha}.$$

Данное условие при рассматриваемом параметре переключения всегда имеет смысл. По мере приближения силы к границам диапазона время подлета частицы неограниченно возрастает. В момент достижения дополнительной силой критического значения $f_0 = m(A\omega^2 - g)$ происходит сокращение времени подлета частицы до нуля. Если коэффициент переключения таков, что значение критической силы f_0 превышает максимальное значение диапазона возвратного подлета:

$$-mg < f_1 < -\frac{mg}{\alpha}.$$

то характерный график высоты подлета имеет вид в соответствии с рис. 3.

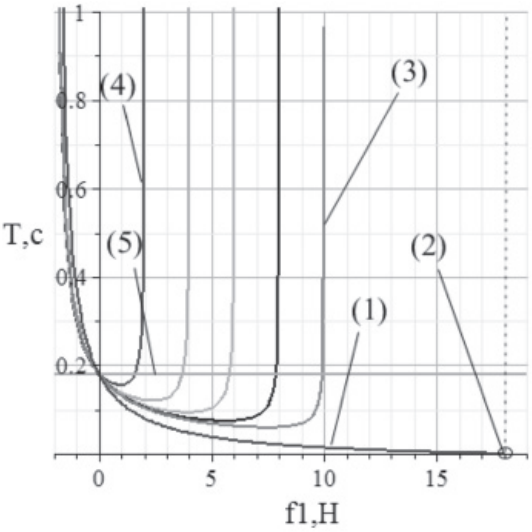

Рис. 3. Характерный график функции длительности подлета при α < 0

Представленные графики соответствуют следующим данным колебания поверхности и материальной частицы: $A = 0{,}01$ м, $\omega = 100$ рад/с, $m = 0{,}2$ кг. График 4 соответствует параметру переключения $\alpha = -1$, для которого дополнительная сила в момент переключения меняет своё направление, но сохраняет модуль. График 3 соответствует параметру $\alpha = -0{,}2$. Так как сила подавления подбрасывания f_0, представленная точкой 2, находится за границами диапазона возвратного подбрасывания, то внутри данного диапазона время подлета положительно. Для сравнения на рис. 3 представляет график 1 времени подлета для варианта, когда переключения не происходит и сила сохраняет интенсивность в течение всего движения частицы. Горизонтальная линия 5 представляет время подлета при отсутствии дополнительных сил.

Рассмотрим теперь сочетания сил, которые обеспечивают заданное время подлета материальной частицы над уровнем колебания поверхности *A*. Для определения

сочетания сил, при которых время подлета частицы составляет T_0, рассмотрим уравнение, в котором дополнительные силы выступают в качестве искомых величин:

$$\left(1+\sqrt{\frac{1+\frac{f_1}{mg}}{1+\frac{f_2}{mg}}}\right)\left(\frac{A\omega}{g\left(1+\frac{f_1}{mg}\right)}-\frac{1}{\omega}\right)=T_0.$$

Для того, чтобы данное уравнение имело решение необходимо выполнение условий:

$$\sqrt{\frac{1+\frac{f_1}{mg}}{1+\frac{f_2}{mg}}}=\frac{T_0}{\left(\frac{A\omega}{g\left(1+\frac{f_1}{mg}\right)}-\frac{1}{\omega}\right)}-1>0.$$

Из данного неравенства следует, что дополнительная сила f_1 лежим в диапазоне:

$$-mg+\frac{1}{T_0\omega+1}mA\omega^2<f_1<-mg+mA\omega^2.$$

Если сила f_1 удовлетворяет приведенному неравенству, то дополнительная сила определяется однозначным образом и представляет собою дробно-рациональную функцию.

Длительность подлета материальной частицы для режимов подбрасывания при различном сочетании дополнительных сил. Положим, что поверхность колеблется с некоторой частой ω и амплитудой *A*. Подбрасываемая материальная точка имеет массу *m*. Пусть на подбрасываемую материальную частицу действуют силы f_1 и f_2, соответственно, до и после достижения максимальной высоты относительно уровня колебания поверхности с нулевой фазой. В соответствии с рис. 4 рассмотрим плоскость *YOX* с декартовой системой координат.

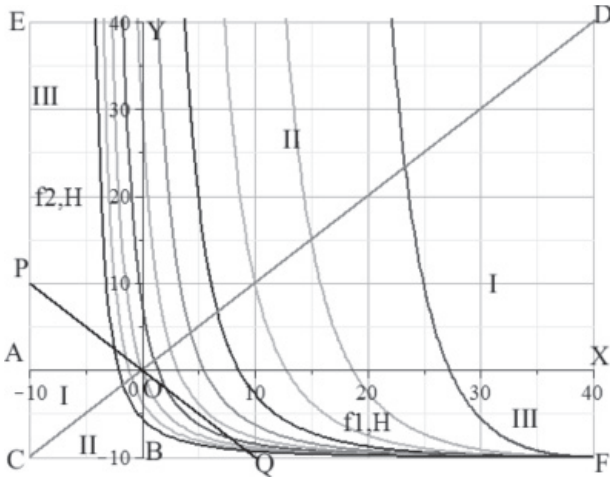

Рис. 4. Множество режимов отрыва с фиксированной длительностью подлета

Каждой точке плоскости $F=(f_1, f_2)$ поставим в соответствие режим подбрасывания материальной частицы с силами, интенсивность которых равны f_1, f_2. Положительному значению будет соответствовать сила, направленная в сторону силы тяжести, отрицательному значению будет соответствовать сила, направленная в противоположную сторону к силе тяжести. Рассмотрим на плоскости область, которая ограничена двумя лучами *CE* и *FD* параллельными оси ординат. Координата точки *C* равна $(-mg, -mg)$. Координата точки *F* равна $(-mg+mA\omega^2, -mg)$. Внутри обозначенной области происходит периодическое подбрасывание материальной частицы. На рис. 4 данная область означена прямоугольником *ECFD*. На границе области *CE и CF* время подлета частицы стремится к бесконечности. На границе *FD* длительность подлета приближается к нулю. Если точка *F* находится вне данной области, либо частица находится в зоне отсутствия отрыва от поверхности, то есть правее прямой *FD,* либо в области безвозвратного отрыва, то есть или левее прямой *EC*, или ниже прямой *CF* и одновременно левее прямой *FD*. Область периодического отрыва условно можно разделить на различные подобласти в зависимости от рассматриваемых режимов.

Режимам, при которых после прохождения частицей момента переключения интенсивность силы возрастает в направ-

лении прежнего действия, соответствует множество точек внутри треугольников *DYO* и *OBC*. На рис. 4 данная область обозначена цифрой II. Режимам, для которых после переключения сила сохраняет направление, но интенсивность понижается, соответствует область I. Данная область находится внутри треугольников *CAO* и *ODX*. Множеству режимов, для которых после переключения сила меняет направление, соответствуют области, находящиеся внутри прямоугольников *AOYE* и *BOXD*. Данная область обозначена цифрой III. Отрезком *PQ* обозначено множество режимов с периодическим подбрасыванием, для которых сила сохраняет модуль, но меняет направление. В точках *P* и *Q* происходит безвозвратный отрыв от поверхности. Для такого режима можно найти сочетание сил, которые минимизируют высоту подлета частицы. Это возможно только если точка *F* лежит правее точки *Q*. Данное условие эквивалентно неравенству:

$$mg < -mg + mA\omega^2.$$

При дальнейшем движении вдоль прямой *PQ* происходит переход взаимодействия в безвозвратный режим отрыва материальной частицы.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. При наличии фиксированной дополнительной силы, действующей в направлении силы тяжести в процессе всего подлета частицы, основные характеристики подлета зависят от массы следующим образом: более тяжелые частицы отрываются от поверхности раньше легких, подлетают на большую высоту и дольше находятся в состоянии подлета.

2. При наличии дополнительной силы, действующей в направлении силы тяжести, основные характеристики подлета при фиксированной массе зависят от интенсивности силы (под интенсивностью силы понимаются значения параметров f_1, f_2, которые характеризуют дополнительную силу) следующим образом: увеличение интенсивности задерживает частицу на поверхности колебания, приводит к уменьшению высоты максимального подлета и сокращает время подлета частицы.

3. При наличии дополнительной силы, действующей в противоположном к силе тяжести направлении, основные характеристики подлета частицы зависят от массы следующим образом: более легкие частицы отрываются от поверхности раньше тяжелых частиц, подлетают на большую высоту и находятся в подлете дольше.

4. При наличии дополнительной силы, действующей в противоположном направлении к силе тяжести, зависимость основных характеристик от интенсивности силы при фиксированной массе определяется следующим образом: с ростом силы отрыв частицы происходит раньше, частицы подлетают выше и находятся в подлете дольше.

5. При условии, что переключение силы реализуется только при достижении частицей максимальной высоты в состоянии отрыва справедливо: фазы отрыва и высота подлета частицы определяется исключительно силой, которая действует на частицу в стадии подлета до момента достижения максимальной высоты.

Список литературы

1. Лойцянский Л.Г. Курс теоретической механики: в 2 т. Т 2 Динамика / Л.Г. Лойцянский, А.И. Лурье. – М.: Наука. 1968. – 638 с.

2. Лурье А.И. Аналитическая механика. – М.: Наука. 1986. – 516 с.

3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука. 1978. – 640 с.

4. Блехман И.И., Джаналидзе Г.Ю. Вибрационное перемещение. – М.: Наука. 1968. – 316 с.

5. Сельвинский В.В. Динамика контактного взаимодействия твердых тел. – Благовещенск: Изд-во Амурского государственного университета. 2009. – 164 с.

6. Елисеев С.В., Марков К.К. Некоторые вопросы динамики колебательного процесса при неудерживающих связях // Механика и процессы управления. – Иркутск: ИПИ, 1971. – С. 71–83.

7. Елисеев С.В., Лоткин О.И. Условия существования и нарушения контакта для систем с неудерживающими связями // Труды ОМИИТа. – Вып. 69. – Омск: ОМИИТ, 1966. – С. 93–99.

8. Горбиков С.П., Неймарк Ю.И. Основные режимы движения при вибротранспортировании с подбрасыванием // Изв. АН СССР «Мех. тв. тела». – 1981. – № 4. – С. 39–50.

9. Елисеев С.В., Елисеев А.В. Режимы подбрасывания материальной частицы на вибрирующей поверхности в модельной задаче с неудерживающими связями. // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2012. – № 3(35). – С. 64–75.