

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ОДНОМЕРНОГО УПРУГОГО ОБЪЕКТА ВО ВРЕМЯ ЕГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ СИЛОЙ

Досліджується процес зрушення одновимірного пружного тіла сталою силою. Для аналізу деформування складається диференціальне рівняння руху тіла змінної маси. Наведено приклад використання отриманих формул.

Рассматривается задача о страгивании свободного упругого, одномерного, однородного тела некоторой постоянной силой S , приложенной к жесткой массе m_0 , расположенной на краю (рисунок 1). При действии силы упругая деформация распространяется вдоль тела в направлении, противоположном направлению действия силы.



Рис. 1 – Расчетная схема

При действии силы упругая деформация распространяется вдоль тела в направлении, противоположном направлению действия силы.

Масса, включаемая в движение силой S в процессе деформирования в течение времени t (на рисунке заштрихована), может быть установлена, как

$$m = c \cdot q \cdot t, \quad (1)$$

где c – скорость распространения деформации, м/с; q – интенсивность распределенной массы, кг/м.

В некоторый момент времени t количество движения системы определится как

$$K_1 = (m_0 + m) V_0,$$

а в момент времени $(t + dt)$, как

$$K_1 = (m_0 + m + \mu) V,$$

где $\mu = dm$ – приращение движущейся массы за время dt , кг; V – скорость движения, м/с.

Применяя теорему о количестве движения в проекции на направление движения, получим

$$\frac{dK}{dt} = (m_0 + m) \frac{dV}{dt} + \frac{dm}{dt} V = S,$$

где $dV = V - V_0$ – приращение скорости за время dt .

Подставляя в это уравнение выражение (1), с учетом того, что $c = \sqrt{EF/q}$ [1], будем иметь

$$(m_0 + \sqrt{EFq} \cdot t) \frac{dV}{dt} + \sqrt{EFq} \cdot V = S, \quad (2)$$

где E – модуль упругости материала, МПа; F – площадь поперечного сечения, м².

Решение уравнения движения переменной массы (2) имеет вид

$$V = \frac{St}{m_0 + \sqrt{EFq} \cdot t}.$$

Очевидно, что для конечной длины l рассматриваемого стержня, в момент страгивания его скорость принимает значение

$$V = \frac{S}{\sqrt{EFq}} \cdot \frac{lq}{m_0 + lq}. \quad (3)$$

Для жесткого стержня $(lq + m_0) V = St$, скорость будет определяться уравнением

$$V = St/(lq + m_0), \quad (4)$$

из которого следует ее очевидный рост по линейному закону. В момент времени $t = \frac{l\sqrt{q}}{\sqrt{EF}}$ выражение (4) совпадает с решением (3).

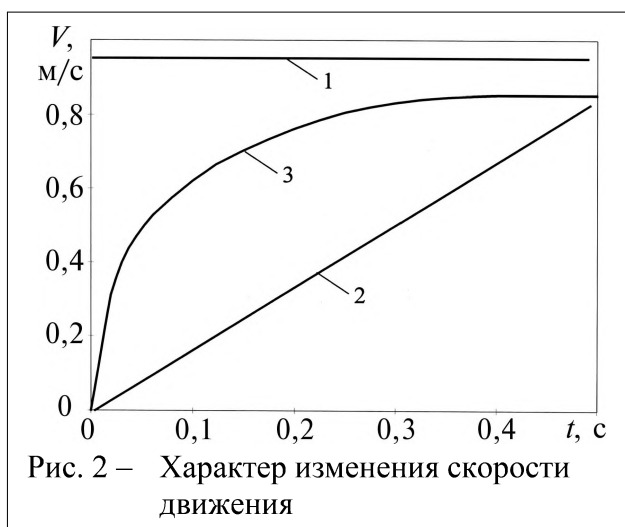


Рис. 2 – Характер изменения скорости движения

В качестве примера рассмотрен пуск поезда, у которого масса локомотива $m_0 = 18,4$ т, сила тяги $S = 400$ кН, $q = 157,1$ кг/м (соответствует распределенной массе пустого вагона 2,2 т длиной 14 м), жесткость $EF = 1,19 \cdot 10^6$ кН [2].

На рис. 2 представлен характер изменения скорости на интервале времени до 0,5 с.

Горизонтальная прямая 1 соответствует теоретическому варианту, при котором $m_0 = 0$, т.е. $V = \frac{S}{\sqrt{EFq}}$; наклонная 2 – жесткому телу, кривая 3 соответствует

упругому телу.

Как видно из рисунка, учет упругости сказывается весьма существенно при расчете режима пуска.

Рассмотренный подход к решению задачи может быть использован для анализа процессов страгивания протяженных упругих стержней, канатов, транспортерных лент, а также для исследования ударных взаимодействий в стержневых системах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов О.Д., Манжосов В.К., Еремьянц В.Э. Удар. Распространение волн деформации в ударных системах. -М.: Наука, 1985. -357 с.
2. Расчеты и испытания тяжеловесных поездов / Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Стамблер Е.Л. и др. -М.: Транспорт, 1986. -363 с.

УДК 620.178

Е.Ф. Чижик

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТОНКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В РУДОРАЗМОЛЬНЫХ МЕЛЬНИЦАХ

Розглядаються деякі важливі аспекти граничного розміру часток при тонкому подрібненні в млинах; показано вплив температури і вологи матеріалу на продуктивність рудоподрібнювальних млинів.

Бондам на основе теории разрушения Гриффитса дал теоретическую оценку предельной крупности частиц, образующихся при измельчении материала в рудоизмельчительных мельницах. Он показал, что наиболее тонкой дефектной структурой поверхности является структура, обусловленная разрывами кристаллической решетки, расположенными на расстоянии 0,1 мкм друг от друга. Последняя величина представляет собой оценку предельной крупности частиц продукта измельчения. Однако эта оценка слишком далека от фактически наблюдающихся величин и, чтобы получить более реалистическую оценку, необходимо учесть некоторые характерные черты физической природы рассматриваемых процессов.

В первую очередь необходимо отметить, что при многостадийном процессе измельчения в рудоизмельчительной мельнице многочисленные случайные контакты и столкновения твердых кусков между собой в среднем не приводят к напряжениям, достаточным для полного разрушения кусков вплоть до частиц конечной крупности. Поэтому образование в продукте измельчения частиц мельчайших