

## **О КОЭФФИЦИЕНТЕ ДИНАМИЧНОСТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ КРУПНЫХ КУСКОВ ГРУЗА ПО СТАВУ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА**

Розглянуто питання про коефіцієнт динамічності при русі великих кусків вантажу по стрічці конвеєра для твердих і податливих роликоопор. Визначено умови, при яких застосування податливих роликоопор істотно знижує динамічну силу при взаємодії великих кусків вантажу з роликоопорою.

## **ON THE COEFFICIENT OF DYNAMICS UNDER THE MOTION OF THE LARGE PIECES OF LOAD ALONG THE STAV OF THE BELT CONVEYER**

The question under consideration deals with the coefficient of dynamics under the motion of the large pieces along the belt of the conveyer for tough and pliable roller-bearings. The conditions are determined, under which the application of the pliable roller-bearings reduces essentially the dynamic force at the interaction of the large pieces of load with the roller-bearing.

При движении крупных кусков груза по ставу ленточного конвейера вследствие их взаимодействия с роликоопорами возникают динамические усилия. Эти усилия не только разрушают роликоопору, но и могут привести к опасному выбросу кусков со става конвейера.

Задачей взаимодействия крупных кусков горной массы с роликоопорами линейной части ленточного конвейера занимались многие исследователи [1-4]. Однако достаточно ясной физической картины возникновения динамических усилий при движении крупных кусков груза по ставу ленточного конвейера не существует.

Так, в работе [1] динамические усилия при взаимодействии крупного куска с роликоопорой связаны с прогибом вала ролика. Поэтому полученный автором коэффициент динамичности не зависит от натяжения ленты конвейера, что не соответствует опытным данным.

В работе [2] динамические усилия, возникающие при взаимодействии крупных кусков с роликоопорой, обусловлены сжатием конвейерной ленты в момент прохождения куска по ролику. Коэффициент динамичности при этом зависит от жесткости ленты при ее сдавливании. Этот механизм так же не объясняет зависимость динамических усилий от натяжения ленты при взаимодействии крупных кусков с роликоопорами ленточного конвейера.

В работах [3, 4] динамические усилия при взаимодействии крупных кусков груза с роликоопорами объясняются прогибом конвейерной ленты, возникшим под действием силы веса куска. В результате кусок при переходе через ролик ударяет его острой кромкой. Однако это объяснение не полностью раскрывает механизм взаимодействия крупных кусков груза с роликоопорой.

По нашему мнению, динамические усилия при прохождении крупных кусков через роликоопору обусловлены изменением направления вектора скорости центра тяжести куска из-за прогиба ленты, возникшего под действием этого куска.

Исходя из этого механизма, определим критическую скорость и коэффициент динамичности при взаимодействии крупного куска груза с жесткой и податливой роlikоопорой (рис. 1а, б).

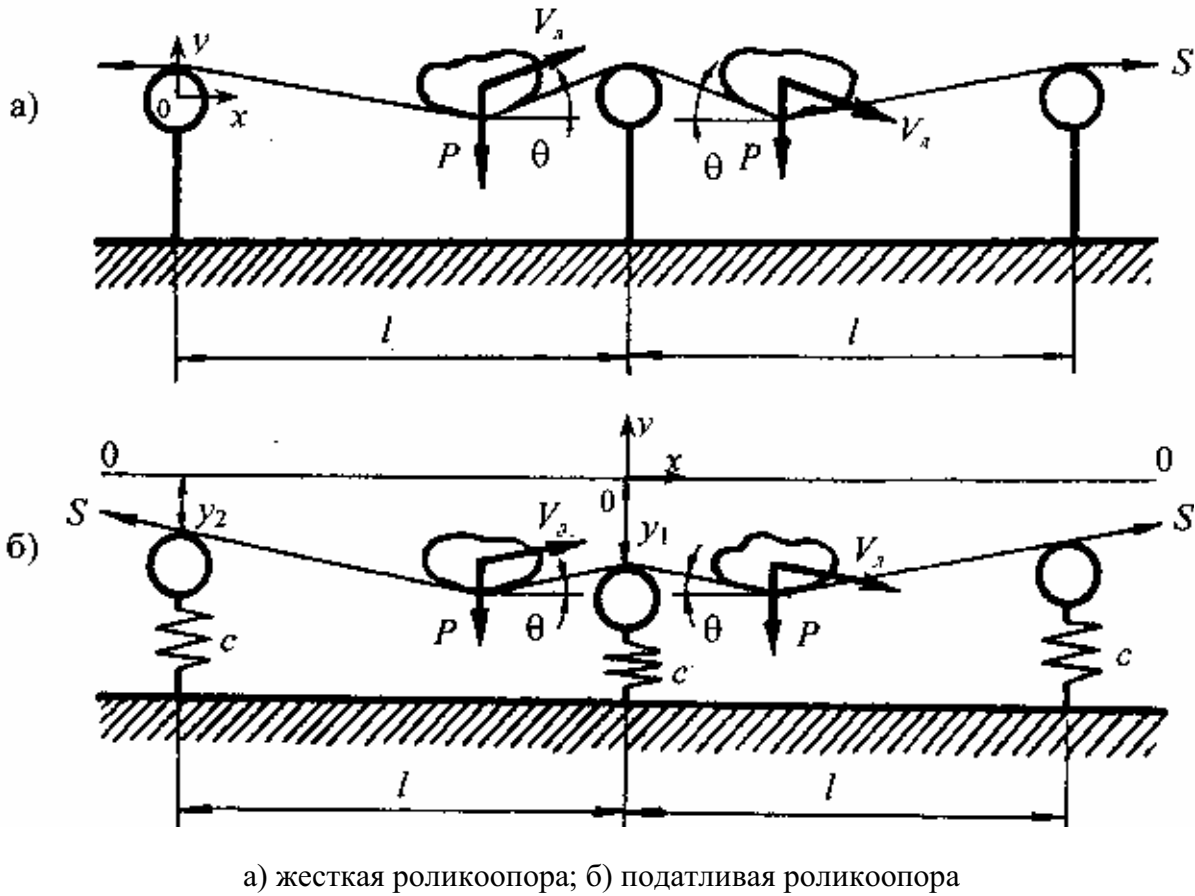


Рис. 1 – Расчетная схема взаимодействия крупного куска с роlikоопорами

Предположим, что лента представляет собой упругую гибкую нить, деформируемую под действием сосредоточенной силы. Весом ленты пренебрегаем.

В случае жестких роlikоопор (см. рис. 1а) динамическое усилие при переходе через роlikоопору определяем по теореме импульсов [5]

$$\vec{P}_o = \frac{\Delta(m_k \vec{V})}{\Delta t}, \tag{1}$$

где  $m_k$  – масса куска, кг;  $\vec{V}$  – вектор скорости центра тяжести груза, м/с;  $\Delta t$  – время взаимодействия куска с роlikоопорой, с.

При переходе куска через роlikоопору приращение импульса направлено вертикально вверх и его величина определяется по формуле

$$\Delta(m_k \vec{V})_y = 2m_k V_l \sin \theta, \tag{2}$$

где  $V_l$  – скорость ленты конвейера, м/с;  $\theta$  – угол набегания ленты на ролик, град.

Время взаимодействия куска с роlikоопорой

$$\Delta t = \frac{l_k}{V_l}, \quad (3)$$

где  $l_k$  – длина куска, м.

Подставляя (2) и (3) в (1), учитывая, что  $\theta$  мало ( $\sin\theta \approx \theta$ ), получим величину динамической силы

$$P_\partial = \frac{2m_k V_l^2 \theta}{l_k}. \quad (4)$$

Для малых прогибов ленты согласно [6] имеем

$$\operatorname{tg}\theta \approx \theta = \frac{P}{S}, \quad (5)$$

где  $P$  – сила тяжести куска, Н.

Подставив (5) в (4), получим

$$P_\partial = \frac{2m_k V_l^2 P}{S l_k}. \quad (6)$$

Коэффициент динамичности согласно [7] равен

$$k_\partial = \frac{P + P_\partial}{P}. \quad (7)$$

Подставив (6) в (7), после преобразования получим

$$k_\partial = 1 + V_l^2 \frac{2m_k}{S l_k}. \quad (8)$$

Из (8) следует, что чем больше скорость ленты и масса куска, тем больше коэффициент динамичности. А чем больше натяжение ленты, тем меньше коэффициент динамичности.

Критическая скорость ленты конвейера, при которой кусок отрывается от роlikоопоры, определяется из условия

$$P_\partial = P = m_k g. \quad (9)$$

Подставляя (6) в (9), после преобразования получим

$$V_{kp} = \sqrt{\frac{Sl_k}{2m_k}}. \quad (10)$$

Для податливых роlikоопор (см. рис. 1б), в виду проседания роlikоопоры под действием куска, угол набегания ленты  $\theta$  на роlikоопору уменьшится и согласно [6] определится по формуле

$$\theta = \frac{P}{S} - \frac{\delta}{l}, \quad (11)$$

где  $\delta$  – разность перемещения роlikоопоры, непосредственно находящейся под действием груза, и соседней с ней, м.

Эта разность согласно [8] равна (см. рис. 1,б)

$$\delta = y_1 - y_2 = \frac{P}{c} \frac{\gamma}{1 + k\gamma}, \quad (12)$$

где  $\gamma = \frac{2k + 1 - \sqrt{4k + 1}}{2k^2}$ ;  $k = \frac{S}{cl}$ ;  $c$  – жесткость подвески роlikоопоры, Н/м;  $l$  – расстояние между роlikоопорами, м.

Подставив (11) в (4) с учетом (12), после преобразования получим

$$P_\delta = \frac{V_l^2 m_k P}{Sl_k} \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{4k + 1}} \right). \quad (13)$$

Подставив (13) в (7), получим коэффициент динамичности для податливых роlikоопор:

$$k_\delta = 1 + V_l^2 \frac{m_k}{Sl_k} \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{4k + 1}} \right). \quad (14)$$

Критическая скорость для податливых роlikоопор согласно (13) примет вид

$$V_{kp} = \sqrt{\frac{Sl_k}{m_k}} \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{4k + 1}}{1 + \sqrt{4k + 1}}}. \quad (15)$$

Из сравнения (14) и (8) следует, что коэффициент динамичности для податливых роlikоопор всегда меньше коэффициента динамичности для жестких роlikоопор.

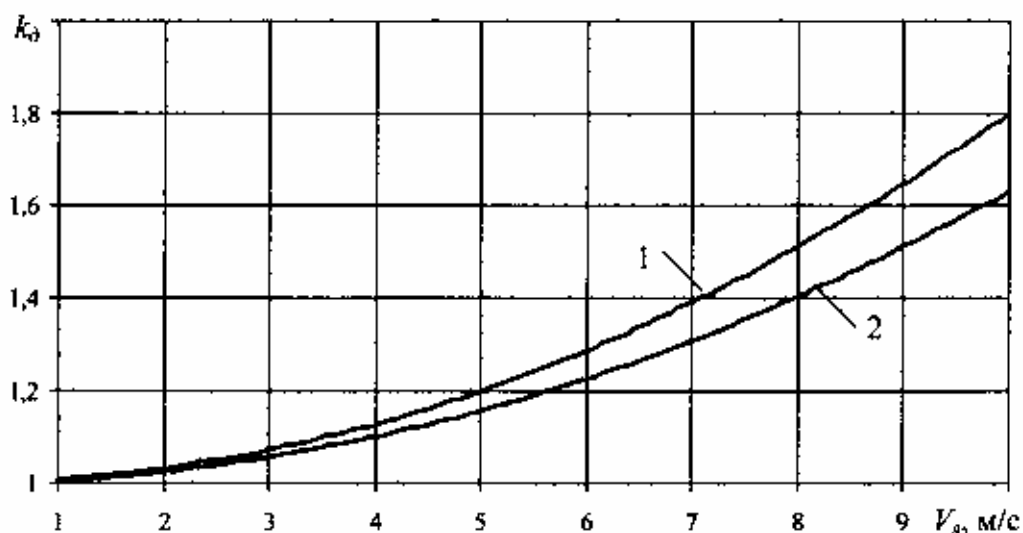
Из (14) следует, что для податливых роlikоопор, так же как и для жестких роlikоопор, коэффициент динамичности увеличивается с увеличением скорости и массы куска и уменьшается с увеличением натяжения ленты и длины куска.

Кроме того, коэффициент динамичности для податливых роlikоопор зависит от безразмерного параметра  $k$ , который согласно (12) прямо пропорционален натяжению ленты и обратно пропорционален жесткости подвески роlikоопор и расстоянию между роlikооперами.

Следовательно, с уменьшением жесткости подвески роlikоопоры или расстояния между роlikооперами коэффициент динамичности уменьшается, а критическая скорость увеличивается. Если жесткость роlikоопор большая ( $c \gg \frac{S}{l}$ ), то  $k = 0$  и формулы (14) и (15) совпадают соответственно с формулами (8) и (10), т.е. коэффициенты динамичности и критические скорости для жестких и податливых роlikоопор совпадают.

На рис. 2 показаны графики зависимости коэффициента динамичности от скорости ленты для жестких (кривая 1) и податливых (кривая 2) роlikоопор, построенных согласно формулам (8) и (14). При этом параметры конвейера и груза принимали значения:  $S = 5 \cdot 10^4$  Н,  $l = 1,0$  м,  $c = 10^5$  Н/м,  $l_k = 0,5$  м,  $m_k = 100$  кг.

Из графиков (см. рис. 2) видно, что для значений скорости ленты, меньших 3 м/с, коэффициенты динамичности для жестких и податливых роlikоопор практически совпадают. Существенное различие в коэффициентах динамичности для жестких и податливых роlikоопор наблюдается при скоростях ленты конвейера, больших 3 м/с.



1 – жесткие роlikоопоры; 2 – податливые роlikоопоры

Рис. 2 – Зависимость коэффициента динамичности от скорости ленты

Следовательно, для скоростей ленты конвейера  $V > 3$  м/с применение податливых роlikоопор на линейной части конвейера существенно уменьшает динамические усилия при движении груза по роlikооперам, что подтвердилось опытом работы податливых роlikоопор на горных предприятиях Кривбасса [9].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Взаимодействие груза с роликами линейно части конвейера / В.А. Кузнецов, В.К. Смирнов, А.В. Коваль, В.Ф. Монастырский // Сб. Metallургическая и горнорудная промышленность. - Днепропетровск: Промінь. - 1978. - №4. - С. 54-57.
2. Новиков Е.Е., Смирнов В.К. Теория ленточных конвейеров для крупнокусовых горных пород. - К.: Наук. думка, 1983. - 184 с.
3. Барабанов В.Я. Исследование транспортирования кусковых грузов ленточным конвейером // Изв. ВУЗов. Горный журнал. - 1965. - №1. - С. 83-88.
4. Монастырский В.Ф., Кайтанджан Э.Г. Определение предельного угла наклона ленточного конвейера для крупнокусовых грузов // Динамика и прочность горных пород. - Киев: Наук. думка. - 1981. - С. 15-24.
5. Лойценский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики. - М.: Наука, 1983. - Т.2. - 640 с.
6. Меркин Д.Р. Введение в механику гибкой нити. - М.: Наука, 1980. - 240 с.
7. Тимошенко С.П. Курс теории упругости. - Киев: Наукова думка, 1972. - 501 с.
8. К вопросу о распределении нагрузки от единичного куска между роликоопорами конвейера / Е.Е. Новиков, В.К. Смирнов, В.Ф. Монастырский, А.В. Шевченко // Теория и расчет горных машин. - Киев: Наук. думка, 1982. - С. 3-9.
9. Поляков Н.С. Опыт применения конвейеров с податливыми роликоопорами // Сб. Metallургическая и горнорудная промышленность. - Днепропетровск: Промінь. - 1973. - №2. - С. 51-53.

УДК 622

С.П. Минеев, А.Л. Сахненко,  
А.А. Прусова, В.Н. Кириченко

### **ОБ ОЦЕНКЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АГРЕГИРОВАННОГО УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА ПРИ ЕГО ВИБРОРАЗУПРОЧНЕНИИ**

Розглянуто моделювання процесів, які проходять у перехідному шарі поміж вібрджерелом та агрегрованою вуглепородною масою. Розглянута методика визначення параметрів інтенсивного розкріплення шару масиву вібророзпушуючими пристроями.

### **ABOUT AN REOLOGICAL ESTIMATION OF PARAMETERS AGGREGATED COAL-ROCK MASSIVE AT IT VIBRO-DEHARDENING**

Modeling processes taking place in a transitive layer between vibro-sources and aggregated coal-rock in weight is considered. The technique of definition of parameters intensive dehardening of a layer of a file vibro-destructuring by devices is considered

В последнее время существует ряд технологических задач по разупрочнению агрегированной углепородной массы или горного массива, посредством использования различных виброрыхлительных установок [1, 2]. Однако эффективность разупрочнения массива во многом зависит от правильности выбора виброрежимов воздействия на обрабатываемую среду. Причем, в случае некорректного выбора виброрежима, ожидаемый результат может быть как положительный, так и прямо противоположный [3]. Поэтому исследования, способствующие уточнению характеристик выбираемого виброрежима является актуальными.

В тоже время развитие способов вибрационного воздействия на горный массив (ослабление массива, дегазация, интенсификация скважинных способов добычи полезных ископаемых и др.), связано с интерпретацией сейсмоакустических данных заставляет проводить исследования состояния пород, слагаемых реальный горный массив, при динамическом его нагружении.