

УДК 622.647

А.Ю. Захаров, Н.В. Ерофеева

МЕТОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СЕГРЕГАЦИИ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ НА ЛЕНТОЧНОМ КОНВЕЙЕРЕ

Как показывают многочисленные исследования, при транспортировании крупнокусковой горной массы, лента получает наибольшее число повреждений в загрузочном пункте и по длине става от взаимодействия с транспортируемым грузом. От действия высоких динамических нагрузок лента может получить повреждения следующих видов: срыв верхней обкладки, ее пробой, порезы, задиры, отслоение обкладки, пробой верхних прокладок и их порывы [1]. Кроме того, наблюдается абразивный износ верхней обкладки (в основном от продольных и поперечных смещений, скольжения крупных кусков на ленте в пролете между роликоопорами [2] и на роликоопорах [3]).

На длинных конвейерах износ на роликоопорах является определяющим. Так, на конвейерах длиной 200–300 м износ обкладки на роликоопорах составляет 60–65 % от общего износа, а на длинных конвейерах (800 м) – износ обкладки на роликоопорах составляет 85 %. Перемещение ленточными конвейерами крупнодробленной (крупность до 400 мм) и крупнокусковой (до 600 мм) горной массы сопровождается динамическими нагрузками на линейном ставе в местах контакта «кусок – лента – ролик». При этом динамические нагрузки от взаимодействия куска с лентой могут превышать силу тяжести куска.

В Кузбасском государственном техническом университете разработано устройство, обеспечивающее снижение динамических нагрузок на линейном ставе путем отделения от поверхности ленты крупных кусков за счет

создания подсыпки из мелкокускового груза. Это достигается установкой под груженую ветвь 1 ленточного конвейера ударного устройства, наносящего удары определенной частоты и амплитуды по нерабочей обкладке ленты (рис. 1). Ударное устройство представляет собой четыре ролика 4, шарнирно установленных на двух дисках 3, которые жестко соединены с валом 8.

Исследования, проведенные в Московском государственном горном университете [2, 4] показали, что наибольшие динамические нагрузки вызывают куски прямоугольной формы с низко расположенным центром тяжести, очевидно, что такой формы кусок будет перемещаться в среде мелких с наибольшим сопротивлением, поэтому именно такая форма куска выбрана для экспериментального моделирования процесса сегрегации, предполагая, что кусок с лучшей обтекаемостью отделить от ленты легче при одинаковых параметрах ударного воздействия.

Процесс сегрегации груза на ленте конвейера под воздействием ударного устройства весьма сложен и быстротечен. Ударный импульс передается кускам груза различной крупности, те в свою очередь передают уже измененный импульс близлежащим, при этом происходит взаимопреломление. По более крупным кускам происходит воздействие нескольких ударных импульсов. Для проведения экспериментальных исследований процесса сегрегации разработан следующий метод. На ленте конвейера устанавливался исследуемый крупный кусок. Затем он засыпался грузом различного фракционного состава при наличии прозрачного

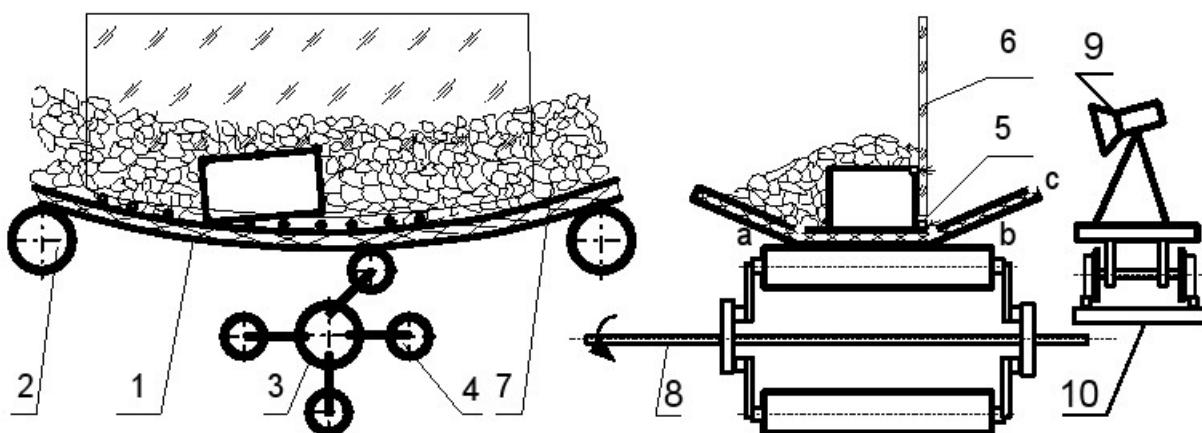


Рис. 1. Схема установки: 1 – конвейерная лента; 2 – роликоопора; 3 – ударное устройство; 4 – ролик; 5 – светодиоды; 6 – прозрачный экран; 7 – мелкая фракция; 8 – вал; 9 – видеокамера; 10 – рельсовый путь

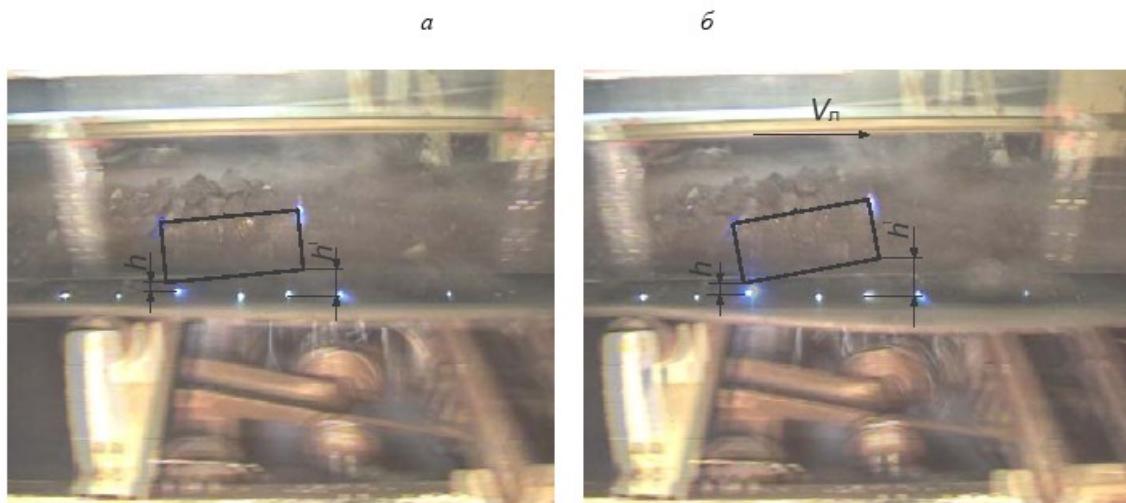


Рис. 2. Пример определения высоты подъема куска:
а) предыдущий кадр; б) следующий кадр через 0,04 с

экрана (рис. 1). Каждый экспериментальный прогон ленты фиксировался на видеокамеру 9 для последующей обработки информации. В связи с тем, что метки, нанесенные на кусок и ленту, могли быть засыпаны мелкой фракцией груза для получения более устойчивой информации на рабочей поверхности конвейерной ленте через 50 мм и на верхней грани имитатора куска закреплялись светодиоды 5. Видеокамера устанавливалась на тележку 10 и приводилась в движение совместно с лентой (рис. 1).

Обработка результатов экспериментальных исследований производилась в следующем порядке.

1) Раскадровка видеозаписи осуществлялась с помощью программы Light Alloy 4.4 с сохранением кадра в файл, в названии которого указывается текущее время. Программа позволяет произвести раскадровку через 0,04 секунды.

2) Каждый кадр открывался с помощью программы Paint.Net

Для нахождения положения нижней грани куска относительно ленты в масштабе, соразмерном с масштабом изображения в кадре, вычерчивался имитатор крупного куска. Далее соединялись два ближайших центра светодиодов, закрепленных на ленте, прямой линией и опускался перпендикуляр от ребер нижней грани куска на эту прямую (рис. 2). Координаты точек программы Paint.Net показывает в правом нижнем углу при наведении на неё курсора. Длина перпендикулярной линии является высотой подъема первой или второй по ходу движения грани куска. Данная операция проводилась с каждым кадром.

3) Результаты обработки заносились в таблицу.

Зависимость движения граней куска от времени показана на (рис. 3). Из результатов видно, что при частоте вращения вала ударного устройства 300 мин⁻¹ первая по ходу движения

грань куска приподнялась на 9 мм, вторая по ходу движения – на 7 мм.

3) Для получения соизмеримых результатов данные каждого экспериментального исследования выравнивались по моменту прохождения первой грани куска ролика ударного устройства.

Для этого проводилась линия от нижнего ребра первой по ходу движения грани куска до вертикальной прямой, проходящей через ось ролика ударного механизма. Измерялось расстояние между построенной линией и ребром куска до прохождения им аналогичной линии в предыдущем кадре, и после прохождения им этой линии в последующем кадре. Суммируя отрезки и учитывая, что время прохождения ребром найденного расстояния соответствует 0,04 секундам, составлялась пропорция:

$$L / l = 0,04 / x,$$

где L – сумма длин двух отрезков в пикселях или миллиметрах в зависимости от того, как настроена программа Paint.Net;

l – длина одного из отрезков;

x – момент прохождения ребром передней грани куска ролика ударного устройства.

Полученное значение x прибавлялось к времени, указанному в кадре, если брали отрезок слева, и отнималось x от времени кадра, если отрезок – справа от вертикальной линии. Полученное число будет моментом удара по ребру передней грани куска. На графике этот момент удара происходит в 0,2 секунды.

Подсыпка под крупные фракции груза снижает динамические нагрузки на ленту и роликоопоры, тем самым, увеличивая срок службы обоих. Предложенная методика позволяет определять траекторию движения крупного куска в среде мелких с дифференцированием траектории отдельных его граней. Таким образом, с помощью предложенного метода можно установить рациональное соотношение между параметрами крупных кусков в транспортируемом грузе и

параметрами ударных импульсов для управления процессом сегрегации.

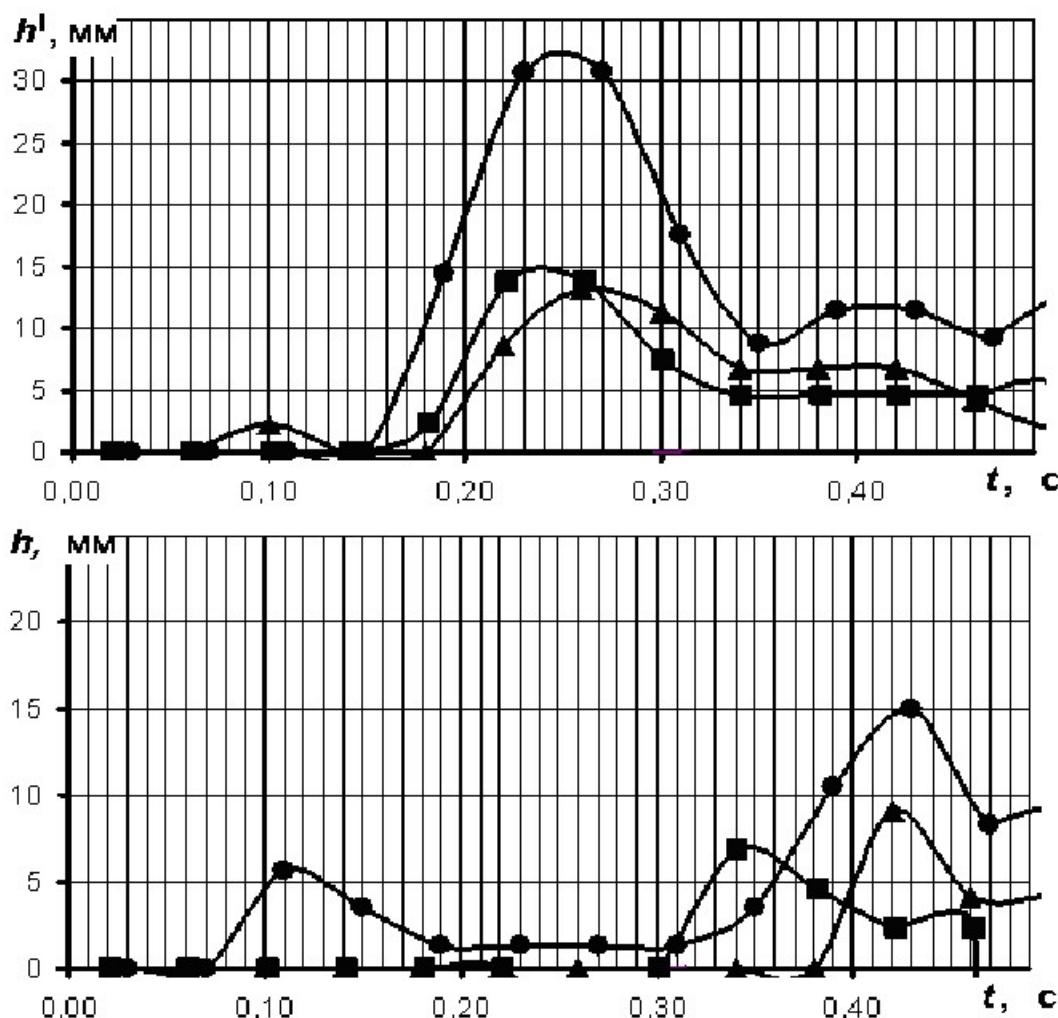


Рис. 3. Траектория движения граней крупного куска при скорости движения ленты $V_a = 1,6 \text{ м/с}$ и частоте вращения вала ударного устройства: 1 – 300 мин^{-1} ; 2 – 250 мин^{-1} ; 3 – 165 мин^{-1} ; а) первой; б) второй по ходу движения грани

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Григорьев, Ю.И. Причины износа конвейерных лент на подземных ленточных конвейерах и пути его уменьшения. – Сб.: Транспорт шахт и карьеров.– М.: Недра, 1971. – Вып. 1. – С. 48–52.
- Дмитриев, В.Г. Исследование динамических нагрузок в роликоопорах загрузочных и линейных секций ленточных конвейеров при транспортировании крупных кусков / В.Г. Дмитриев, В.И. Галкин // Изв. вузов. Горный журнал. – 1975. – № 1. – С. 108–112.
- Полунин, В.Т. Исследование удельного износа рабочих обкладок конвейерных лент на роликоопорах и в месте загрузки / В.Т. Полунин, Г.Н. Гуленко, В.И. Фролов. // Изв. вузов. Горный журнал. – 1974. – № 5. – С. 100–103.
- Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий / В.И. Галкин [и др]. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2005. – 543 с.

□ Авторы статьи

Захаров
Александр Юрьевич,
докт. техн. наук, доцент, зав. каф.
стационарных и транспортных ма-
шин КузГТУ, e-mail:
auzaharov@rambler.ru

Ерофеева
Наталья Валерьевна,
канд. техн. наук, доцент ка-
ф. стационарных и транспортных
машин КузГТУ, e-mail:
nayka2009@rambler.ru