

Инж. Д.Д. Брагинец,  
канд. техн. наук Р.В. Кирия  
(ИГТМ НАН Украины)

## **МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ГРУЗОПОТОКА НА ШАХТАХ С ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМИ ЛАВАМИ**

Розглянуто актуальне питання зниження нерівномірності вантажопотоку вугілля на шахтах з високопродуктивними лавами. Дано аналіз методів зниження нерівномірності вантажопотоку. Визначено характеристики сумарного вантажопотоку на дільничному конвеєрі. Запропоновано схему згладжуючого перевантажувального пункту.

## **METHODS OF DECLINE OF UNEVENNESS OF GOODS TRAFFIC ON MINES WITH HIGHLY PRODUCTIVE LAVAS**

The actual question of decline of unevenness of goods traffic of coal on mines with highly productive lavas is considered. The analysis of methods of decline of unevenness of goods traffic is given. Descriptions of total goods traffic on a divisional conveyer are defined. The chart of smoothing shifting point is offered.

Совершенствование технологии добычи угля на шахтах связано с интенсификацией ведения горных работ, сокращением количества очистных забоев и повышением нагрузки на один забой до 5-10 тыс.т/сут. Это приведёт к увеличению грузопотока на участковых и магистральных выработках более чем в 2 раза. В этом случае наиболее эффективным является применение высокопроизводительного конвейерного транспорта.

В настоящее время идёт техническое перевооружение подземного транспорта угольных шахт, старое транспортное оборудование заменяется более мощными и надёжными конвейерами. Однако высокой эффективности их работы на высокопроизводительных шахтах не удаётся добиться из-за большой неровности грузопотока и низкой пропускной способности конвейерных линий.

Неравномерность потока груза высокопроизводительных лав приводит к большим просыпям угля и, как следствие, частым заштыбкам ленточных конвейеров.

Для снижения неравномерности грузопотока применяются усредняющие бункеры, сборные конвейеры и усредняющие перегрузочные пункты.

Наиболее эффективным средством снижения неравномерности грузопотока является применение бункеров. Усредняющие бункеры применяют, главным образом, в системах конвейерного транспорта для сглаживания неравномерности грузопотоков, поступающих на конвейерные линии. Наличие усредняющих бункеров обеспечивает равномерную загрузку конвейерных установок, позволяет для конкретных условий выбрать наиболее рациональный по приемной способности тип конвейера.[1,2]

Применение бункеров в узлах сопряжения транспортных звеньев позволяет обеспечить в определённой степени независимую работу смежных звеньев транспорта, а также повышает пропускную способность системы транспорта.

Однако для высокопроизводительных очистных забоев сглаживающие бун-

керы, сооружаемые, как правило, на сопряжении участкового конвейера со сборным, должны иметь большие объёмы ( $60-120\text{м}^3$  при производительности забоя 5-10 тыс.т/сут. и сглаживании грузопотока до среднего минутного).

Для сооружения вертикального горного бункера такого объёма нужно иметь перепад высот между точками загрузки и разгрузки бункера порядка 8-12 м, кроме того строительство бункера приводит к дополнительным затратам времени и средств при подготовке угольного столба. Эти факторы, а также относительно небольшой срок службы (1-2 года), часто делают сооружение горного усредняющего бункера в пределах участковых выработок нецелесообразным.

В данной ситуации более выгодно применение механизированных бункеров (не требуется перепада высот между точками загрузки и выгрузки, меньшие затраты времени на сооружение, возможность после отработки столба демонтажа и установки бункера на новом месте). Несмотря на эти преимущества, применение механизированных бункеров имеет и свои недостатки. Для установки бункера необходимо расширение имеющейся, или проведение новой выработки на длину бункера (70-120м). Механизированные бункеры представляют собой довольно сложные механические устройства, включение которых в линию участкового транспорта может заметно понизить надёжность её работы. Кроме того, применение механизированных бункеров приводит к дополнительному измельчению угля.

Основным достоинством применения безбункерных перегрузочных узлов являются более высокие показатели надёжности цепи ленточных конвейеров в целом, связанные с отсутствием в ней дополнительных звеньев (питателей).

Однако отсутствие сглаживающих бункеров в узлах сопряжения конвейерных линий приводит к необходимости установки конвейеров с заведомо завышенной приёмной способностью, обеспечивающей возможность приёма суммарного максимального минутного грузопотока, что влечёт за собой следующие негативные последствия:

- высокие капитальные затраты на приобретение мощной конвейерной установки;
- повышенный расход электроэнергии, связанный с низким коэффициентом использования конвейера по производительности;
- повышенный износ элементов конвейера.

Многочисленными наблюдениями на угольных шахтах установлено, что грузопотоки, поступающие из механизированных забоев, характеризуются большой неравномерностью, причем появление во времени того или иного значения грузопотока является случайным событием. Неравномерность является результатом совокупного влияния на процессы отбойки, погрузки и транспортирования угля большого числа природных, горнотехнических, организационных и других факторов, которые находятся в сложной случайной взаимосвязи. Они могут изменяться в широких пределах, обуславливая степень варьирования и динамику поступающего из забоя грузопотока.

Исследования показали, что забойный грузопоток можно рассмотреть как нормальный стационарный случайный процесс [3]. Для его описания должны

быть заданы: математическое ожидание  $m_Q$ , среднее квадратическое отклонение  $\sigma_Q$  и автокорреляционная функция грузопотока  $R_Q$ .

Как сказано в работе [3], согласно исследованиям автокорреляционную функцию минутного грузопотока можно определить по формуле:

$$R_Q(\tau) = e^{-a\tau},$$

где  $a$  – параметр нормированной автокорреляционной функции;  $\tau$  – интервал времени между значениями минутных грузопотоков.

Согласно [4,5], если нормальный стационарный процесс имеет экспоненциальную автокорреляционную функцию, то процесс является марковским для достаточно больших  $t > \tau_k$ , где  $\tau_k$  – время корреляции, определяемое по формуле:

$$\tau_k = \int_0^{\infty} R_k(\tau) d\tau = \int_0^{\infty} e^{-a\tau} = \frac{1}{a}.$$

Величина  $\tau_k$  определяет минимальный интервал времени, при котором имеет место некоррелированность, т.е. независимость между значениями случайного процесса.

Как показали исследования,  $\tau_k$  находится в пределах 3-7 минут.

Неравномерность грузопотоков характеризуется коэффициентом неравномерности, равном отношению максимальной производительности  $Q_{\max}$  к средней  $Q_{\text{ср}}$  за оперативное время

$$k_n = \frac{Q_{\max}}{Q_{\text{ср}}}. \quad (1)$$

Математическое ожидание забойного грузопотока будет равно его средней минутной производительности за машинное время работы конвейера и согласно [4] определяется по формуле:

$$m_Q = Q_{\text{ср.мин}} = \frac{A_{\text{см}}}{k_m T_{\text{см}} 60}, \quad (2)$$

где  $A_{\text{см}}$  – сменная производительность очистного забоя, т/см;  $k_m$  – коэффициент машинного времени конвейера;  $T_{\text{см}}$  – продолжительность смены, ч.

Максимальное значение минутного грузопотока по правилу трёх сигм с вероятностью 0,997 определяется следующим образом [6,7]:

$$Q_{\max.\text{мин}} = Q_{\text{ср.мин}} + 3\sigma_{Q_{\text{мин}}}. \quad (3)$$

В результате для одного забоя коэффициент неравномерности будет равен

$$k_n = \frac{Q_{\text{макс.мин}}}{Q_{\text{ср.мин}}} = 1 + \frac{3\sigma_{Q_{\text{мин}}}}{Q_{\text{ср.мин}}}. \quad (4)$$

Рассмотрим изменение коэффициента неравномерности грузопотока для сборного конвейера, принимающего грузопотоки, имеющие одинаковые значения  $Q_{\text{ср.мин}}$  и  $\sigma_{Q_{\text{мин}}}$ , от нескольких очистных забоев и коэффициент неравномерности для одного участкового конвейера.

Коэффициент неравномерности для суммарного грузопотока находится следующим образом:

$$k_{\text{н.сб}} = 1 + \frac{\sigma'_{Q_{\text{мин}}}}{Q'_{\text{ср.мин}}}, \quad (5)$$

где

$$Q'_{\text{ср.мин}} = \sum Q_{\text{ср.мин}} = nQ_{\text{ср.мин}}, \quad (6)$$

$$\sigma'_{Q_{\text{мин}}} = \sqrt{\sum \sigma^2_{Q_{\text{мин}}}} = \sqrt{n}\sigma_{Q_{\text{мин}}}. \quad (7)$$

Подставив (6) и (7) в (5), получим коэффициент неравномерности суммарного грузопотока в виде:

$$k_{\text{н.сб}} = 1 + \frac{3\sigma_{Q_{\text{мин}}}}{\sqrt{n}Q_{\text{ср}}}. \quad (8)$$

С учётом (1) формула (8) примет вид:

$$k_{\text{н.сб}} = 1 + \frac{k_n - 1}{\sqrt{n}}. \quad (9)$$

Из последней формулы видно, что с увеличением количества грузопотоков, поступающих на сборный конвейер, коэффициент неравномерности суммарного грузопотока уменьшается.

На рисунке 1 показано изменение  $k_n$  суммарного грузопотока в зависимости от количества забойных грузопотоков, при условии что забойные грузопотоки имеют одинаковые показатели  $Q_{\text{ср.мин}}$ ,  $\sigma_{Q_{\text{мин}}}$ . При этом принималось, что коэффициент неравномерности одиночного грузопотока равен 2.

Следовательно, для шахт с высокопроизводительными лавами, имеющих небольшое количество забоев, неравномерность суммарного грузопотока на сборном конвейере будет больше, чем для шахт с достаточно большим количеством забоев.

Таким образом, с уменьшением числа очистных забоев повышается необходимость принятия мер, направленных на снижение неравномерности грузопотоков.

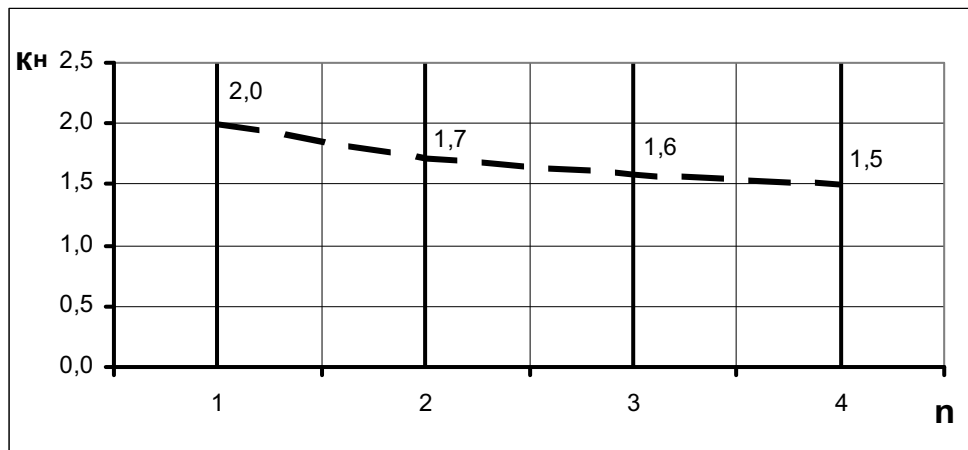


Рис. 1 – Изменение коэффициента неравномерности суммарного грузопотока в зависимости от количества поступающих на сборный конвейер забойных грузопотоков

Как было сказано выше, недостатками применения бункеров на участковых конвейерах являются их большие размеры, а также дополнительные объёмы капитальных работ по их сооружению. Поэтому на участковых конвейерах более целесообразно применение сглаживающих перегрузочных пунктов, способных выравнять грузопотоки.

Схема одного из таких пунктов приведена на рис. 2. Он состоит из лотка 2, небольшого бункера 3, находящегося под лотком, и сбрасывателя 4, находящегося над лотком.

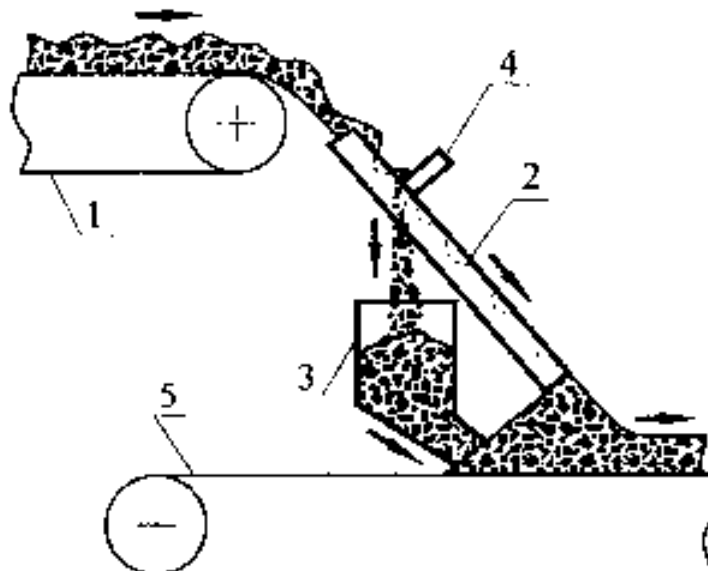


Рис. 2 – Схема сглаживающего перегрузочного пункта

В случае, если количество груза на лотке 2 окажется больше установленного уровня, сбрасыватель 4 часть груза сбрасывает в бункер 3. Остальной груз по лотку загружается на ленту приёмного конвейера 5, при этом выпускное отвер-

стие перекрыто находящимся на ленте конвейера грузом. При уменьшении количества груза, поступающего на лоток, падает количество груза на ленте приёмного конвейера, в результате чего происходит разгрузка бункера.

Следовательно, в отличие от работы сглаживающего бункера, основной поток груза проходит по лотку и перегружается на приёмный конвейер, и только небольшая часть груза, создающая пиковые нагрузки, подаётся в бункер.

Такое устройство позволит без большого объёма бункера и дополнительного приводного механизма (питателя) сглаживать неравномерность грузопотока в местах перегрузки с участков конвейеров на сборные.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прогрессивные техника и технология на подземном транспорте угольных шахт // С.Я. Петренко, Г.Я. Палант, В.В. Шконда, А.Н. Чупика. – К.: Техника, 1990. – 271 с.
2. Основные методические положения по расчету, проектированию и эксплуатации подземных бункеров // Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский угольный институт. – Караганда, 1985.
3. Системы подземного транспорта на угольных шахтах / Под ред. В.А. Пономаренко. – М.: Недра, 1975. – 309 с.
4. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. – М.: Наука, 1968. – 463 с.
5. Тихонов В.И., Миронов М.А. Марковские процессы. – М.: Советское радио, 1977. – 488 с.
6. Транспорт на горных предприятиях / Под общ. ред. проф. Б.А. Кузнецова. Из-во 2-е, перераб. и доп. – М.: Недра, 1976. – 552 с.
7. Шахмейстер Л.Г., Солод Г.И. Подземные конвейерные установки / Под ред. чл.-корр. АН СССР А.О. Спиваковского. М.: Недра, 1976. – 432 с.

УДК 622.831.322

М.н.с. М.Г. Корнилов  
(ИГТМ НАН Украины)

### МОЛЕКУЛЯРНО-МЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТРУКТУРЫ УГОЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА

На основі використання експериментальних даних щодо молекулярного складу вугілля побудовано модель структури вугільної речовини із застосуванням методу молекулярної механіки та виконано її прив'язку до одного з розроблених на теперішній час силових полів.

### MOLECULAR-MECHANICAL MODEL OF COAL SUBSTANCE STRUCTURE

On base of available experimental data about molecular composition of coal model of the structure of coal material with application the molecular mechanics method is built and its binding to one of designed currently force fields is made.

Одним из основных факторов, определяющих поведение угольного массива при нарушении его равновесного состояния, является его молекулярная структура. В связи с этим существует необходимость построения молекулярной модели угля, при помощи которой можно было бы оценить вклад этого фактора.

Согласно наиболее широко распространенной концепции строения угля [1, 2, 3], межпоровое пространство угольного вещества можно представить графитоподобными слоями с межслоевым расстоянием порядка 3,4 – 4,0 Å [1]. Эти