

УДК 622.647.2:621.4

А.В. Козарь

(Украина, Днепропетровск, Национальный горный университет)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АККУМУЛИРУЮЩИХ УГОЛЬНЫХ БУНКЕРОВ

Постановка задачи. Применение аккумулирующих угольных бункеров (АУБ) значительно повышает эффективность и надежность подземной транспортной системы шахт. Принятию решения по месту установки и вместимости АУБ предшествуют разработка имитационной модели работы транспортной системы и выполнение расчетов с ее помощью. При этом сложно воссоздать характер поступающего в бункер грузопотока, так как он зависит от различных факторов. Неравномерный участковый грузопоток, поступающий в бункер, определяет время его заполнения и разгрузки. От подхода к описанию этого процесса зависит достоверность модели и точность полученных результатов.

Изложение основного материала. Повышение эффективности работы конвейерного транспорта с применением АУБ достигается за счет снижения жесткости связи между элементами транспортной системы и уменьшения непроизводительного расхода электроэнергии. На рис.1 изображена упрощенная система конвейерного транспорта с применением АУБ. В бункер *Б* вместимостью V_b поступает неравномерный грузопоток $Q_{пост}(t)$. Производительность разгрузки бункера равна $Q_{рб}(t)$, при этом она меньше либо равна технической производительности забункерного конвейера *К*.

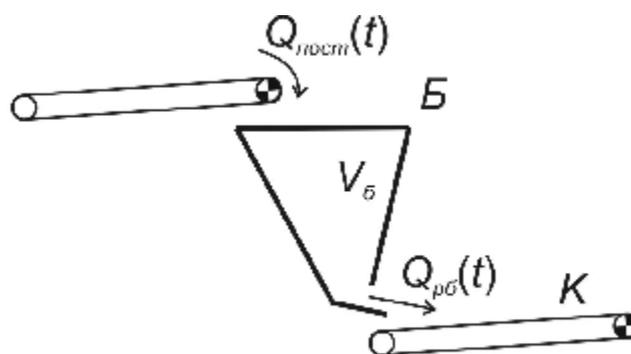


Рис.1. Графическое представление системы конвейерного транспорта с АУБ

Учитывая прогнозируемость добычи шахты, применение АУБ с производительностью разгрузки, близкой к технической производительности конвейера *К*, может привести к ситуации, когда на период заполнения бункера *Б* (при условии $Q_{рб} = 0$) на забункерной цепочке конвейеров будет отсутствовать грузопоток. Далее есть два варианта: либо останавливать забункерную цепочку конвейеров, либо продолжать ее эксплуатировать, но в холостом режиме. Решаю-

шим фактором при этом выступает экономическая целесообразность остановки конвейерных линий. С одной стороны, не изнашивается дорогостоящая конвейерная лента, отсутствует непроизводительный расход электроэнергии, с другой стороны – сложность пуска конвейерных линий.

Для определения величины потребляемой электрической энергии приводом конвейера необходимо располагать значениями мощности и продолжительности исследуемого режима работы.

Целью настоящей статьи является представление процесса работы АУБ посредством математического описания продолжительности заполнения и разгрузки бункера.

Процесс заполнения АУБ характеризуется следующими условиями:

$$\begin{cases} Q_{pб}(t) = 0, \\ Q_{nocm}(t) > 0. \end{cases}$$

Продолжительность загрузки бункера зависит от вместимости бункера $V_б$ и поступающего грузопотока. Грузопоток, поступающий в бункер, представляет собой непрерывный кусочно-гладкий случайный процесс.

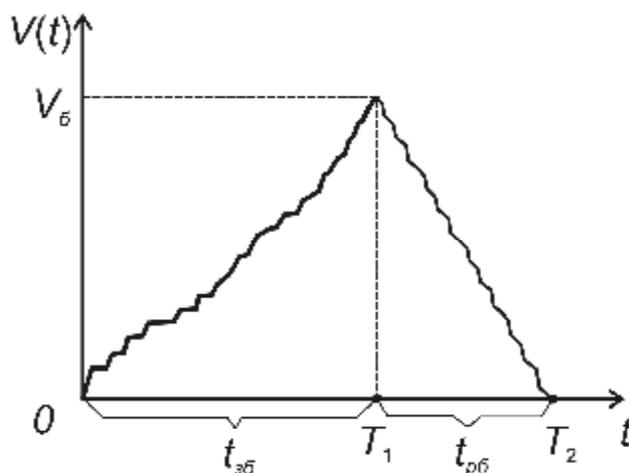


Рис.2. Графическое представление процесса заполнения и разгрузки АУБ

Математическое ожидание функции, описывающей этот процесс, является средним значением поступающего грузопотока:

$$Q_{nocm}^{cp} = M[Q_{nocm}(t)],$$

где Q_{nocm}^{cp} - интегральная характеристика мгновенных значений грузопотока $Q_{nocm}(t)$ за промежуток времени T ,

$$Q_{nocm}^{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T Q_{nocm}(t) dt.$$

За период времени $t_{зб}$ бункер наполняется до уровня V_{δ} , что соответствует точке T_1 на оси абсцисс. Характер кривой на промежутке от 0 до T_1 обусловлен неравномерностью поступающего грузопотока. На промежутке от T_1 до T_2 происходит разгрузка бункера до уровня $V(t) = 0$, т.е. за время $t_{рб} = T_2 - T_1$. При этом характеристика имеет более гладкий вид, чем при загрузке, т.е. характеризуется меньшей дисперсией, но отсутствие линейности обусловлено фракционным составом добываемого угля, который поступает на забункерный конвейер.

Время заполнения бункера до уровня V_{δ} можно определить как

$$t_{зб} = \frac{V_{\delta}}{\frac{1}{T_1} \int_0^{T_1} Q_{nocm}(t) dt}.$$

Разбив отрезок $[0; T_1]$ на N равных интервалов времени длительностью Δt , можно заменить интеграл конечной суммой:

$$t_{зб} = \frac{V_{\delta}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_{nocm i}}.$$

Производительность разгрузки бункера принимается из условия технической производительности забункерной конвейерной линии, и она должна быть больше поступающего грузопотока, т.е. $Q_{рб}(t) > Q_{nocm}(t)$.

Возможны два варианта разгрузки бункера.

1. Разгрузка бункера происходит при отсутствии поступающего грузопотока:

$$\begin{cases} Q_{рб}(t) > 0; \\ Q_{nocm}(t) = 0. \end{cases}$$

При $Q_{nocm}(t) = 0$ времени $t_{рб}$ будет соответствовать следующее значение:

$$t_{рб}^1 = \frac{V_{\delta}}{\frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} Q_{рб}(t) dt}.$$

Заменив интеграл конечной суммой, для отрезка $[T_1; T_2]$, разбитого на N равных интервалов времени, получим:

$$t_{рб}^1 = \frac{V_{\delta}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_{рб i}}. \quad (1)$$

2. Разгрузка осуществляется при поступлении груза:

$$\begin{cases} Q_{p\bar{o}}(t) > 0; \\ Q_{nocm}(t) > 0. \end{cases}$$

Так как время разгрузки бункера зависит от трех факторов: объема груза в бункере $V(t)$, поступающего $Q_{nocm}(t)$ и исходящего $Q_{p\bar{o}}(t)$ грузопотоков, то можно представить следующей формулой:

$$t_{p\bar{o}} = \frac{V_{\bar{o}}}{\frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} (Q_{p\bar{o}}(t) - Q_{nocm}(t)) dt} = \frac{V_{\bar{o}}}{\frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} Q_{p\bar{o}}(t) dt - \frac{1}{T_2 - T_1} \int_{T_1}^{T_2} Q_{nocm}(t) dt} = \frac{V_{\bar{o}}}{Q_{p\bar{o}}^{cp} - Q_{nocm}^{cp}}$$

ИЛИ

$$t_{p\bar{o}} = \frac{V_{\bar{o}}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Q_{p\bar{o}i} - Q_{nocmi})},$$

где $Q_{p\bar{o}}^{cp}$, Q_{nocm}^{cp} - математическое ожидание производительности разгрузки бункера и поступающего грузопотока на отрезке $[T_1; T_2]$.

При условии $Q_{p\bar{o}}^{cp} > Q_{nocm}^{cp}$ величина соотношения $\frac{Q_{nocm}^{cp}}{Q_{p\bar{o}}^{cp}}$ находится в пределах от 0 до ≈ 1 . На рис.3 представлена зависимость $t_{p\bar{o}} = f\left(\frac{Q_{nocm}^{cp}}{Q_{p\bar{o}}^{cp}}\right)$, полученная путем изменения значения Q_{nocm}^{cp} от 0 до значения, близкого к $Q_{p\bar{o}}^{cp}$.

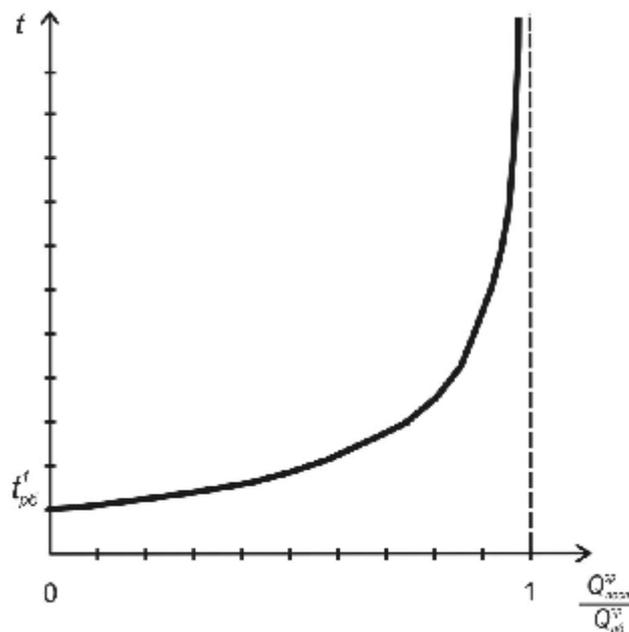


Рис.3. Зависимость $t_{p\bar{o}} = f\left(\frac{Q_{nocm}^{cp}}{Q_{p\bar{o}}^{cp}}\right)$

Величина t_{pb}^1 определяет положение начальной точки кривой на оси ординат и рассчитывается по формуле (1), указывая на продолжительность разгрузки бункера при отсутствии поступающего грузопотока. Форма кривой сохраняется для любых значений $Q_{пост}^{cp}$ и Q_{pb}^{cp} . Как видим, чем больше соотношение $Q_{пост}^{cp}/Q_{pb}^{cp}$, тем продолжительнее будет процесс разгрузки бункера.

На основании предложенной зависимости можно дать рекомендации в отношении необходимой производительности разгрузки бункера и приемной способности забункерной цепочки конвейеров, чтобы обеспечить требуемую продолжительность разгрузки.

Выводы

1. Создание математической модели функционирования системы конвейерного транспорта на основе предложенного математического описания процесса заполнения/разгрузки АУБ позволит учитывать неравномерный характер участков грузопотоков и спрогнозировать результаты применения АУБ.

2. Полученная зависимость $t_{pb} = f\left(\frac{Q_{пост}^{cp}}{Q_{pb}^{cp}}\right)$ позволяет дать рекомендации о необходимой вместимости АУБ, производительности разгрузки бункера и приемной способности забункерной конвейерной цепочки при наличии ограничений по длительности разгрузки и периоде ее выполнения.