

*А.В. Рухлов, канд. техн. наук, А.В. Козарь
(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)*

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАКОПИТЕЛЬНЫХ УГОЛЬНЫХ БУНКЕРОВ В ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ ШАХТ

Постановка задачи. Конвейерный транспорт современных угольных шахт представляет собой динамическую систему, пространственное расположение и элементы которой подвержены периодическим изменениям. Эти изменения обусловлены сроком службы горных выработок, в которых расположены ленточные конвейеры. Применение таких конвейеров как единственного транспорта для доставки угля от очистного забоя до околоствольного двора возможно лишь при разработке пологих пластов (угол падения до 18°). От схем вскрытия и способов подготовки пологих пластов зависят срок службы горных выработок и пространственное расположение средств транспортирования. Срок службы околоствольных выработок равен сроку службы шахты или разрабатываемого горизонта. Двигаясь от ствола к выемочным участкам, уменьшается срок эксплуатации выработок. При проектировании шахт капитальные выработки закладываются из расчета оптимальной эксплуатации с учетом развития и отработки новых угольных лав. Все вышеперечисленное непосредственно влияет на транспортную систему горного предприятия, что приводит к значительной разветвленности транспортной сети. При этом технологический процесс по добыче угля предполагает изменение числа и места расположения участков, а это в свою очередь сказывается на загрузке магистральных конвейеров, которые работают в режиме, когда реальная загрузка значительно ниже номинальной и имеют место значительные непроизводительные расходы электроэнергии и увеличение себестоимости угля.

Изложение основного материала. Для повышения эффективности работы конвейерного транспорта имеется ряд мероприятий, одно из них – установка аккумулялирующего угольного бункера перед частично загруженным конвейером или конвейерной линией. При определении возможности установки угольного бункера, его типа и вместимости следует учитывать:

- горно-геологические условия;
- стоимость бункера и его обустройства;
- срок окупаемости;
- срок службы сопряженных горных выработок;
- экономическую эффективность и др.

Срок службы участков погрузочных пунктов составляет 8–12 месяцев. Также из-за отсутствия перепада высот на сопряжении очистного забоя с штреком создать аккумулялирующие емкости в виде горных бункеров практически невозможно, а с экономической точки зрения, и нецелесообразно, так как срок окупаемости капитального бункера будет больше срока службы сопряженных выработок. В этом случае более эффективным будет применение механизиро-

ванных угольных бункеров, которые после выполнения своей задачи можно перенести и использовать на других транспортных ветвях.

Цель настоящей работы – изложение алгоритма программы определения оптимальных вместимости и места расположения аккумулирующих угольных бункеров для транспортной схемы, при которых значение удельного расхода электроэнергии на транспортирование полезного ископаемого будет наименьшим.

Для определения оптимального места расположения и вместимости угольных бункеров рассмотрим случай, который встречается практически в каждой конвейерной системе шахты, когда грузопоток двух участков поступает на один магистральный конвейер. Для предложенной системы исследованы пять различных вариантов (рис.1) при изменении вместимости бункера V от 0 до V_{max} с шагом S .

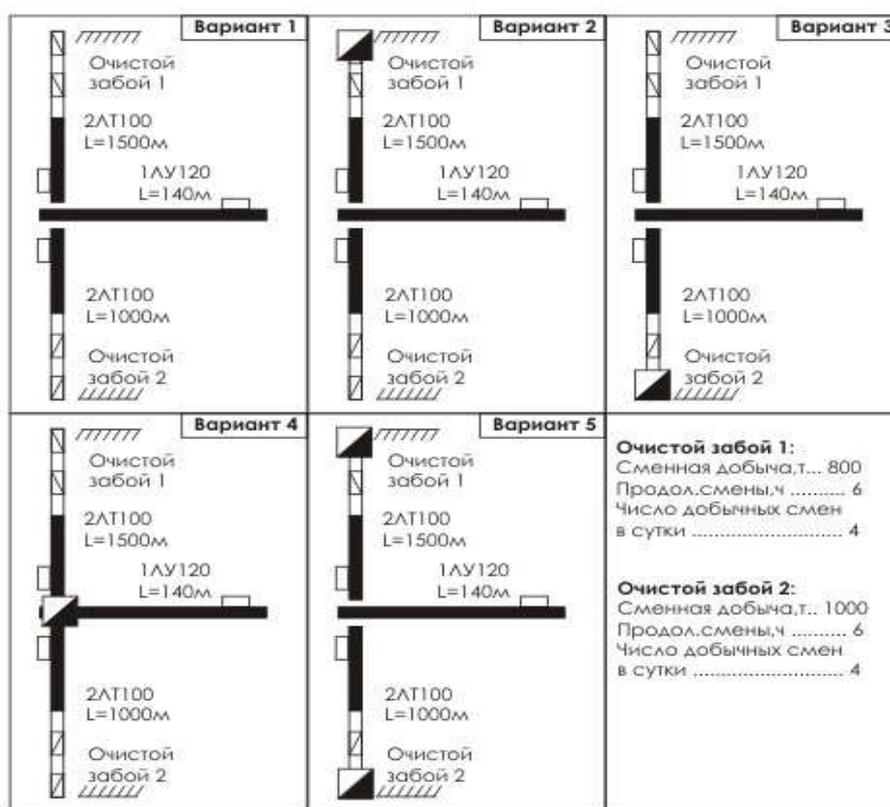


Рис.1. Схемы вариантов размещения угольных бункеров

Принято, что при заполнении бункера подбункерная цепочка останавливается, кроме случая, когда время заполнения меньше или равно времени, необходимого для готовности транспортной ветви принимать груз. Пуск конвейеров по требованиям ПБ осуществляется в последовательности от околоствольного двора к участку. Производительность бункерных питателей выбрана близкой к номинальной производительности подбункерных конвейеров для полной загрузки и в то же время таким образом, чтобы исключить просыпание груза на последующих конвейерах. Время работы системы – 24 часа (1440 минут). Имитационное моделирование процессов транспортной системы выполнено с помощью ЭВМ и соответствующего программного обеспечения. Исходные дан-

ные задаются в виде информационных массивов, где номер строки соответствует грузопотоку участка, а номер столбца – конвейеру. Так, конвейеру первого участка присвоено значение K11, второго K21, магистральному – K3(K12).

Этапы моделирования:

1. Формирование минутных грузопотоков каждого участка. Полученные грузопотоки используются при сравнительном анализе всех вариантов;
2. Определение загрузки каждого конвейера с учетом наличия бункера в ветви;
3. Определение потребляемой мощности конвейерами и суммарного значения потребленной электроэнергии всей цепочкой;
4. Расчет удельного расхода электроэнергии для каждого конвейера и системы в целом.

Конечные результаты представляют собой массив значений потребляемой W и удельного расхода w электроэнергии. Промежуточные результаты включают количество циклов разгрузки, время работы питателя бункера, время работы, загрузку и значения мгновенной мощности для каждого конвейера. Таким образом возможно отследить изменение любых параметров для любого конвейера в промежутке времени T . Результаты варианта 1 – базовые для проведения сравнительного анализа. Решением для варианта 4 являются векторы $w(1, V)$, рис. 2.

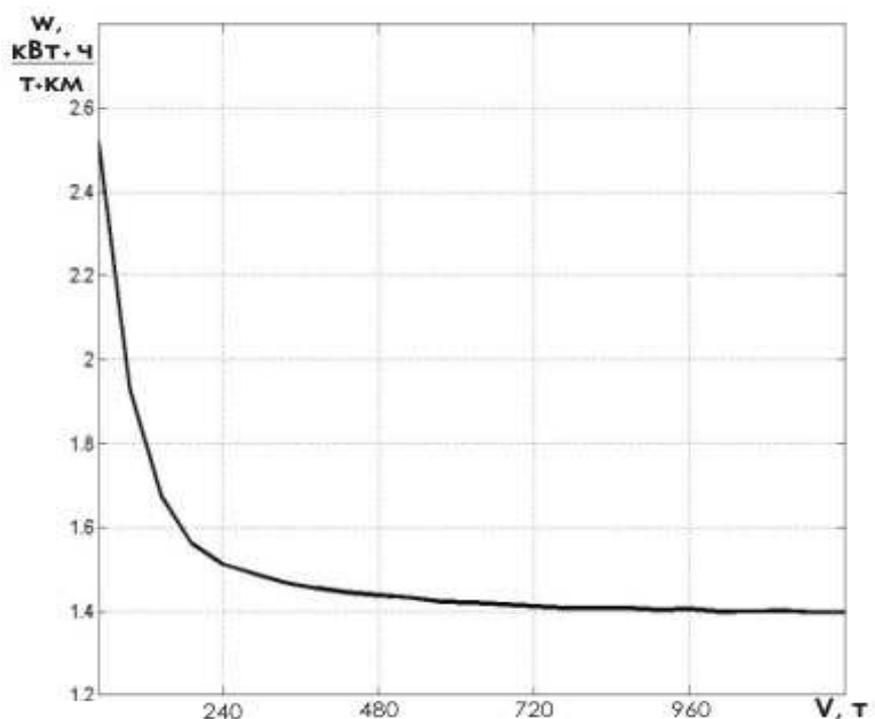


Рис.2. Зависимость $w = f(V)$ для варианта 4

Согласно этой кривой можно судить о вместимости угольного бункера, установленного перед конвейером K3. Если же сейчас не говорить о горно-геологических ограничениях при установке бункера и о других факторах, которые будут рассмотрены ниже, то бункер вместимостью от 480 до 720 тонн будет оптимальный. С точки зрения удельного расхода электроэнергии установка

для этого случая бункера вместимостью более 720 т незначительно снизит значение w .

Результаты расчетов варианта 5 представлены в виде массива $w(V1, V2)$, где $V1$ – вместимость бункера перед конвейером К11, а $V2$ – перед конвейером К12. Полученный массив является результатом также для варианта 2 (первый столбец таблицы) и варианта 3 (первая строка таблицы). Как показывают выполненные исследования, установка угольных бункеров для вариантов 2 и 3 нецелесообразна. Расход электроэнергии снижается незначительно по сравнению с базовым, а при определенных условиях может быть и больше.

Значение удельного расхода электроэнергии в зависимости от вместимости угольных бункеров, расположенных перед конвейерами К11 и К12

| | | Вместимость бункера для участка 2 ($V2$), т | | | | | | |
|---|-----|---|------|------|------|------|------|------|
| Вместимость бункера для участка 1 ($V1$), т | | 0 | 50 | 100 | 200 | 300 | 500 | 1200 |
| 0 | 0 | 2,53 | 2,63 | 2,52 | 2,43 | 2,43 | 2,39 | 2,6 |
| | 50 | 2,58 | 2,68 | 2,56 | 2,46 | 2,46 | 2,45 | 2,63 |
| | 100 | 2,48 | 2,58 | 2,32 | 2,09 | 2,04 | 2,03 | 2,09 |
| | 200 | 2,42 | 2,52 | 2,13 | 1,84 | 1,76 | 1,61 | 1,65 |
| | 300 | 2,43 | 2,54 | 2,14 | 1,85 | 1,75 | 1,62 | 1,57 |
| | 500 | 2,38 | 2,48 | 2,03 | 1,63 | 1,55 | 1,44 | 1,46 |
| | 950 | 2,54 | 2,66 | 2,12 | 1,69 | 1,56 | 1,45 | 1,07 |

После получения результатов, позволяющих определить оптимальные места расположения и вместимость бункеров, можно включить в модель ограничивающие факторы:

- количество пусков подбункерного конвейера должно сводиться к минимуму. Частые пуски могут привести к ненормальному режиму работы и даже порыву дорогостоящей конвейерной ленты;

- горно-геологические условия повлияют на место расположения, а на ряду со сроком службы горных выработок, и на тип угольного бункера. От типа бункера зависит алгоритм работы погрузочно-разгрузочного механизма; при использовании механизированного бункера к электроэнергии, потребляемой транспортной системой, добавится мощность его системы заполнения и разгрузки;

- необходимо учесть, что параметрический ряд вместимости механизированных угольных бункеров, изготавливаемых в Украине (АО "Петровский машиностроительный завод", г. Донецк), составляет 50, 100, 200, 300, 500 т;

- при оплате по дифференцированному по времени суток тарифу за потребленную электроэнергию вместимость и время разгрузки бункеров должны определяться с условием исключения работы магистральных конвейеров в часы пик нагрузок энергосистемы.

Как видно из таблицы, наименьшее значение удельного расхода электроэнергии будет при вместимости бункеров $V1 - 950$ т и $V2 - 1200$ т. На рис. 3 приведены промежуточные результаты расчетов для этих значений.

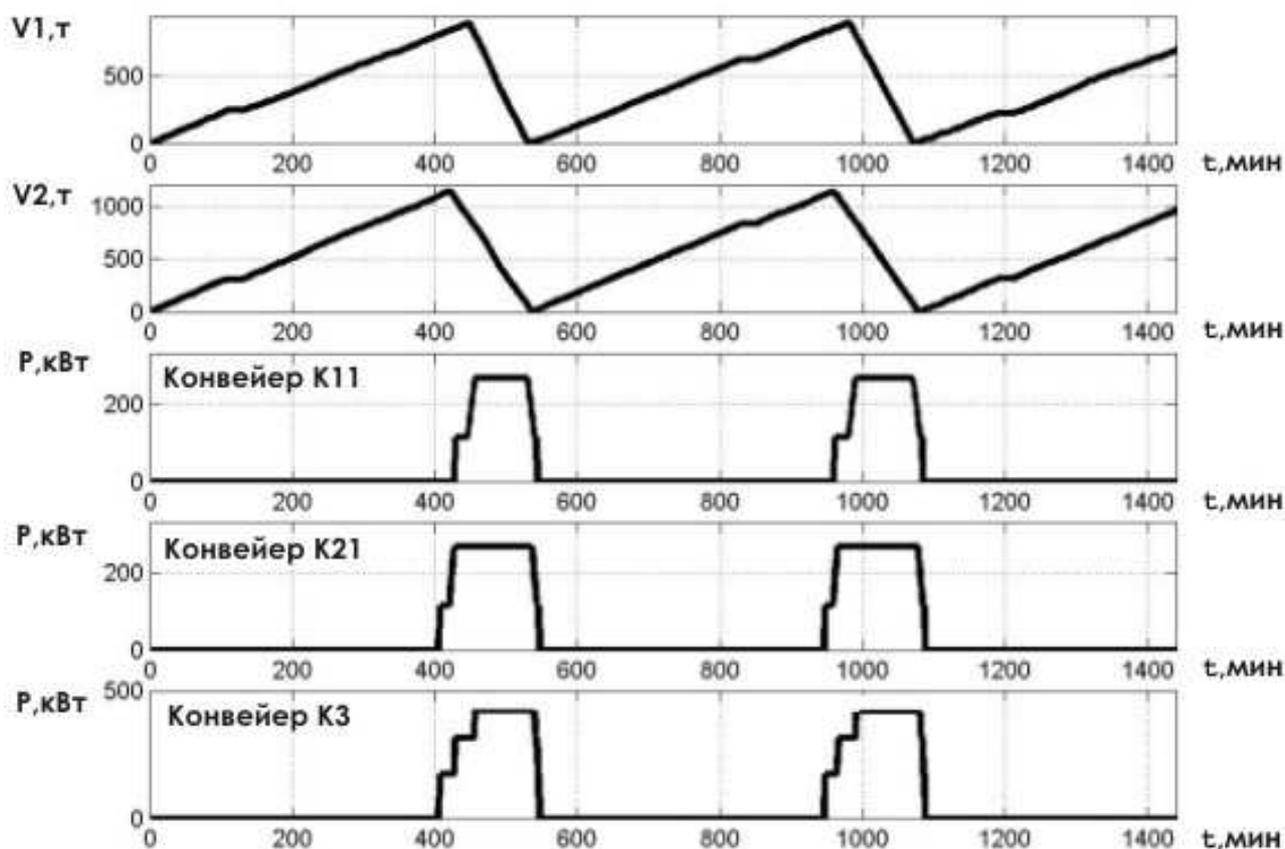


Рис.3. Графики заполнения и разгрузки угольных бункеров и электрических нагрузок конвейеров

Таким образом, в любой момент времени и для любого значения вместимости угольных бункеров можно получить данные, которые в полной мере описывают процессы, происходящие при транспортировании угля и необходимые для оптимизации работы конвейерного транспорта шахт.

Выводы

1. Разработанная имитационная модель в значительной мере облегчает поиск оптимальных мест расположения и вместимости накопительных бункеров для двух участков, работающих на один магистральный конвейер.

2. Дальнейшее развитие модели для описания работы всей конвейерной системы шахты позволит повысить эффективность транспортирования в аспекте снижения удельного расхода электроэнергии и платы за нее.