

**Ю.Т. Разумный, д-р техн. наук, А.В. Рухлов, канд. техн. наук,
А.В. Козарь**

(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Постановка задачи. Одной из особенностей угольных шахт является большая энергоемкость добычи полезного ископаемого и существенные непроизводительные расходы электроэнергии основными мощными электроприемниками, к которым относится и конвейерный транспорт. Поэтому необходимость решения вопроса о повышении его энергоэффективности путем применения как новых технологий, так и использования существующих на основе выбора рациональных режимов их работы не вызывает сомнений.

Преимущества конвейерного транспорта очевидны: высокая производительность, обусловленная непрерывностью процесса транспортирования; надежность (коэффициент готовности достигает для ленточных конвейеров 0,999, для пластинчатых – 0,987); технологическая приспособленность к работе с автоматизированным управлением и вследствие этого низкая трудоемкость обслуживания (1-4 чел./смену в сутки на один конвейер); способность транспортирования груза как по горизонтальным, так и по наклонным горным выработкам; простота и удобство сопряжения с оборудованием очистных и подготовительных забоев. Общая протяженность всех подземных ленточных конвейеров на шахтах Украины достигает 1270 км, а для одной шахты – десятков километров [1]. Суммарная мощность электродвигателей участковых конвейеров составляет 300-500 кВт, а магистральных – несколько тысяч киловатт, поэтому подземная транспортная система современной угольной шахты наравне с подъемными, водоотливными и вентиляторными установками является основным потребителем электроэнергии. Затраты на конвейерный транспорт шахты составляют более 20% от общей себестоимости добычи угля [2]. Однако это значение может быть снижено, так как сегодня существует ряд факторов, отрицательно сказывающихся на энергоэффективности такого транспорта. К основным из них относятся: значительная недогрузка магистральных конвейеров; продолжительная работа в режиме холостого хода; необходимость номинальной загрузки, что позволит снизить непроизводительный и удельный расходы электроэнергии.

Изложение основного материала. Низкая энергоэффективность конвейерного транспорта объясняется двумя основными причинами. Первая относится к формированию грузопотоков. Определение значений как максимальных, так и средних минутных грузопотоков для каждого расчетного участка конвейерной линии производится либо прямыми замерами (хронометражными наблюдениями), либо с помощью приближенных расчетов количественных характеристик

грузопотоков [3]. При этом отклонения их максимальных минутных значений от средних достигают 1,5 раза, а в некоторых случаях и более, поэтому для предотвращения просыпания груза на почву выбирается конвейер по приближительному заведомо завышенному параметру минутного грузопотока. Такие решения неизбежны и оправданы, однако они уже изначально обуславливают пониженную загрузку конвейера. Кроме этого технологические паузы в работе выемочных комбайнов, в том числе при аварийной остановке лавы, и периодическое изменение их скорости перемещения вдоль линии очистного забоя являются причиной неравномерности или отсутствия грузопотоков, которые также отражаются на загрузке конвейера. Поэтому большая часть конвейеров, находящихся сегодня в эксплуатации на шахтах, работает в режиме неравномерной загрузки, что подтверждается результатами исследований [4], в которых указывается, что дисперсия грузопотока при нагрузках на лаву 2000-3000 т/сутки достигает значений 150-200 т²/мин. Режимы работы конвейера с неполной загрузкой и вхолостую неэффективны и приводят к повышению удельных расходов электроэнергии.

Вторая причина связана с более сложными процессами текущего периода. Характерно, что при проектировании шахт в 70-80 гг. прошлого столетия закладывалась завышенная производственная мощность, которая в силу ряда объективных и субъективных причин не была достигнута или значительно снизилась в последние годы из-за уменьшения объема добычи угля. При этом конвейеры выбирались именно по значениям грузопотоков, соответствующим расчётной мощности шахты, что объясняет сложившуюся на большинстве горнодобывающих предприятий ситуацию, при которой производительность магистрального транспорта иногда в несколько раз превышает необходимую, а отсюда и возникает режим работы с постоянной недогрузкой и, как следствие, – значительные непроизводительные расходы электроэнергии.

Режим работы конвейера с номинальной загрузкой – наиболее экономически выгодный с точки зрения повышения энергоэффективности транспортирования полезного ископаемого. В данном режиме грузопоток соответствует номинальной производительности конвейера. Увеличение загрузки рабочей машины до номинальной уменьшает долю непроизводительного расхода, что, собственно, и ассоциируется с экономией электроэнергии на некотором отрезке времени, характеризуемым ее среднечасовой величиной [5].

Вышеперечисленные факторы снижают энергоэффективность конвейерного транспорта, поэтому **цель** настоящей статьи – определение задач, решение которых обеспечит ее повышение.

В настоящее время на угольных предприятиях все мероприятия в большей или меньшей степени направлены на повышение эффективности конвейерного транспорта. В частности, это применение систем автоматического управления конвейерами, частотно-регулируемого привода (ЧРП) и угольных аккумулирующих бункеров.

Автоматизированные системы управления, например САУКЛ, обеспечи-

вают большую безопасность, надёжность эксплуатации конвейерных линий, расширяют возможности автоматического управления транспортной системы, что позволяет обеспечить совместную работу конвейерного транспорта и другого горного оборудования [6]. Также САУКЛ может останавливать участковые конвейера в случае отсутствия грузопотока из очистных забоев. Таким образом, автоматизированные системы расширяют возможности управления конвейерным транспортом, но малоэффективны как отдельно взятое мероприятие для исключения работы магистральных конвейеров в режиме холостого хода и неполной загрузки.

Существуют предложения по эффективному управлению грузопотоками путем регулирования скорости движения конвейерных лент при помощи ЧРП. Однако целесообразность его использования для этой цели имеет ряд спорных моментов. Во-первых, диапазон регулирования частоты в установившемся режиме для таких механизмов, особенно в наклонных выработках, ограничен, чтобы говорить о существенном изменении производительности. Увеличению скорости движения ленты будет препятствовать характеристика транспортируемого груза, который будет просто падать с конвейера. При уменьшении частоты вращения необходимо обеспечить рабочий момент на валу двигателя, к тому же использовать высокопроизводительный конвейер для транспортирования малого объема груза просто нецелесообразно. Во-вторых, длительная работа преобразователя в режиме пониженных частот приведет к необходимости дополнительного принудительного охлаждения как двигателя, так и самого преобразователя. Значительно больший интерес ЧРП асинхронного двигателя конвейера представляет для режима его ступенчатого или плавного запуска (особенно в загруженном состоянии). Данные, полученные специалистами Донгипроуглемаша, свидетельствуют, что динамические нагрузки в элементах привода при плавном пуске снижаются на 40 % [7].

С точки зрения повышения энергоэффективности конвейерного транспорта целесообразнее регулировать не производительность конвейера, а поступающий на него грузопоток, приближая его к номинальному значению. Наиболее эффективным мероприятием для предотвращения режима холостого хода и сокращения времени работы конвейеров путем обеспечения их полной загрузки является применение усредняющих и аккумулирующих бункеров, объем и производительность разгрузки которых будут выравнивать и определять грузопоток на забункерной конвейерной линии.

По признакам они подразделяются на технологические и аварийные. К технологическим относятся приемные, погрузочные, сглаживающие (усредняющие) и другие бункеры небольшой емкости (до 15 м^3), особенностью которых является выполнение определенных функций при нормальном (неаварийном) режиме работы шахты. К аварийным относят бункеры емкостью до 100 м^3 , предназначенные для аккумуляции горной массы в периоды, когда транспортная система шахты или её отдельные звенья простаивают из-за технических неполадок [8].

При всем многообразии угольных бункеров и широких возможностях их применения сегодня они выполняют только усредняющие грузопоток функции, хотя для повышения энергоэффективности конвейерного транспорта шахты необходимо использовать функцию накопления горной массы. Поэтому при отсутствии грузопотока с одного или более участков конвейерная цепочка работает в режиме неполной загрузки или холостого хода. Аккумулирующие бункеры емкостью до 300-500 м³ на сегодняшний момент применяются достаточно редко, что не позволяет раскрыть весь их потенциал в аспекте повышения энергоэффективности конвейерного транспорта.

К примеру, по самым скромным подсчетам, исключение холостого хода и полная загрузка (через бункер) одного мощного магистрального конвейера позволит снизить суточное электропотребление до 1 МВт·ч при транспортировании того же объема горной массы, что существенно отразится на значении удельного расхода электроэнергии. К тому же, применение аккумулирующих бункеров позволит на время их заполнения остановить магистральные конвейеры большой мощности и перенести время их работы на периоды с меньшей оплатой за электроэнергию (например, на "ночной провал") при расчете по дифференцированному по зонам суток тарифу.

Подземные бункеры подразделяются на два основных вида: горные и механизированные (механические). К горным бункерам относятся те, емкостью которых является непосредственно горная выработка. Они широко применяются там, где позволяет разность высот загрузочных конвейеров и приемных устройств после бункера. В противном случае рекомендуется применять механизированные бункеры. Преимущества стационарных бункеров – невысокая энергоемкость (только на питатель), полезное использование объема горных выработок, низкая стоимость эксплуатации, длительный срок службы. Недостатки – переизмельчение материала, дополнительный значительный объем горных работ, невозможность использования после изменения транспортной схемы. Механизированные бункеры имеют разборную ёмкость заводского изготовления, устанавливаемую в горных выработках, и оснащены механизмами для распределения груза и выгрузки. Они могут быть установлены при небольшом перепаде высот между пунктами загрузки и разгрузки с минимальным объемом горных работ, разбираются и ремонтируются вслед за перемещением горных работ; переизмельчение груза в них незначительно.

Обособленное применение автоматизированных систем управления, ЧРП и аккумулирующих бункеров на конвейерном транспорте угольных шахт не способно повысить энергоэффективность до того уровня, которого можно достичь при совместном их использовании. Поэтому необходим комплексный подход к решению этой проблемы, связанный со следующими задачами:

1. Выбор технологических параметров, конструкции и места расположения аккумулирующих бункеров, которые должны обеспечить достижение максимально возможного в условиях конкретной шахты экономического эффекта;

2. Определение критерия оценки энергоэффективности конвейерного транспорта, в качестве которого может выступить минимум удельных расходов электроэнергии и (или) минимум оплаты за ее потребление;

3. Разработка алгоритма работы системы управления, направленного на повышение энергоэффективности конвейерного транспорта шахты и учитывающего технологические особенности и условия безопасности.

В настоящее время отсутствуют указания по решению таких задач, поскольку их разработка связана с необходимостью обработки значительного количества массивов исходных данных и ограничивающих параметров, и, как следствие, с получением не одного, а множества неоднозначных вариантов расположения аккумулирующих бункеров и соответствующих режимов функционирования конвейеров. Поэтому моделирование и анализ таких вариантов целесообразно осуществлять на ЭВМ с использованием имеющихся программных продуктов. Результатом работы будет информационный массив, позволяющий как для вновь проектируемой, так и для действующей шахты, определить оптимальные схему расположения подземных бункеров и режим работы конвейерного транспорта.

Выводы:

1. Режимы работы и технологические параметры конвейеров большинства угольных шахт являются крайне неэффективными с точки зрения удельного расхода электроэнергии. Поэтому конвейерная транспортная система угледобывающих предприятий требует разработки и внедрения решений и мероприятий, способных повысить энергоэффективность как самой системы, так и предприятия в целом.

2. Применение аккумулирующих бункеров на подземном конвейерном транспорте угольных шахт позволяет повысить загрузку конвейеров до номинальной и исключить их работу в режиме холостого хода, что сокращает непроизводительные и удельные расходы электроэнергии.

Список литературы

1. Грудачев А.Я., Ихно С.А. Влияние параметров ленты на технико-экономические показатели конвейера // Уголь Украины. – 2004. – №1. – С.27-28.
2. Обоснование необходимости управления затратами на конвейерном транспорте в условиях ОАО "Воркутауголь" /К.А. Васильев, А.М. Вдовиченко, С.А. Хачатрян, Д.А. Сизякин // Горные машины и автоматика. – 2001. – №8. – С.35-37.
3. Справочник по шахтному транспорту / Э.Я. Базер, А.С. Богомолов, В.П. Гудалов и др.: Под ред. Г.Я. Пейсаховича и П.П. Ремизова. – М.: Недра, 1977. – 624 с.
4. Кариман С.А., Брайцев А.В., Шрамко В.М. Моделирование и оптимизация производственных процессов при добыче угля. – М.: Наука, 1975. – 135 с.
5. Розумний Ю.Т., Заїка В.Т., Степаненко Ю.В. Енергозбереження: Навч. посібник– Д.: Національний гірничий університет, 2005. – 170 с.
6. В.В. Ткачѐв, Н.В. Козарь, С.П. Проценко, В.И. Шевченко Компьютерная система автоматизированного управления конвейерным транспортом. // Горный журнал. – 1999. – №6. – С.48-50.
7. Шевцов Е.В., Пименов А.В. Новый тиристорный электропривод для шахтных ленточных конвейеров // Уголь. – 2005. – №1. – С.15-16.
8. Основные методические положения по расчёту, проектированию и эксплуатации подземных бункеров. – Караганда: КНИУИ, 1985. – 124 с.

