

УДК 622:693.23

Совершенствование системы технологического мониторинга и управления конвейерным транспортом

Рассмотрены назначение, область применения, функциональные возможности системы технологического мониторинга и управления конвейерным транспортом (СТМК), снижение простоев оборудования, уменьшение энергозатрат на конвейерный транспорт. Даны технические предложения применения системы.

Ключевые слова: конвейер, транспорт, весы конвейерные, грузопоток, система мониторинга.

Контактная информация: ntcpe@ntcpe.dn.ua, tau_ch@ukr.net

За последние годы конвейерный транспорт претерпел качественные изменения. Увеличение нагрузки на забой и концентрации грузопотоков способствовали разработке и широкому распространению новых технологических схем транспортирования горной массы.

Большинство магистральных конвейерных линий при максимуме поступающего на них груза, т. е. в часы пик, загружены на 100 %, при этом сборный конвейер может оказаться перегруженным. При перегрузке срабатывает защита, участковые конвейерные линии отключаются и конвейер останавливается. Запуск мощного перегруженного конвейера – это сложный и длительный процесс, вызывающий ускоренный износ двигателя, конвейерной ленты и привода.

Основные причины выхода из строя двигателей – пробой изоляции обмотки статора (40–60 %) и повреждение обмотки ротора (30–40 %). Повреждение обмотки ротора обусловлено разными причинами: пуск перегруженного конвейера; многократное включение (раскачка) двигателя; частые пуски под нагрузкой; отключение температурной защиты двигателя.

Из-за отсутствия в шахте на магистральных участковых конвейерных линиях подземных конвейерных весов принято, что производительность комбайна постоянна и на базе этого прогнозируются перегрузка сборной линии и переполнение аккумулирующих бункеров.

Для шахт, добывающих 2 тыс. т и более угля в сутки, авария на магистральном подземном транспорте означает прямые убытки. С ростом нагрузки на забой и концентрации грузопотоков конвейерный транспорт становится сдерживающим фактором дальнейшего наращивания угледобычи. И без существенной модернизации, особенно мониторинга загрузки и оперативного управления, увеличить его пропускную способность возможно только за счет сокращения времени простоя – основного источника экономической эффективности.

Как основное средство автоматизации конвейерных линий шахты на протяжении последних десятилетий использовалась аппаратура серии АУК [1]. Среди ее многочисленных функций главные:

дистанционное включение и отключение конвейеров в линии с заданной очередностью и заданными интервалами времени;



Ю. П. ЖУКОВ,
канд. техн. наук
(ООО «НПФ «Практика»)



Е. М. ЧАПЛЮК,
инж.
(ООО «НПФ «Практика»)



Е. А. АКСЕНОВА,
канд. экон. наук
(ДонГУУ)



М. В. ШИШОВ,
инж.
(ООО «ДТЭК энерго»)

защитное отключение конвейерной линии при возникновении предпосылок аварий (сход ленты конвейера, пробуксовывание ленты, заштыбовка конвейера);

возможность подачи команды персоналом на отключение конвейерной линии с любой точки вдоль конвейерного става (посредством кабель-тросовых выключателей).

К основным недостаткам аппаратуры АУК следует отнести ограничение функциональных возможностей (по количеству конвейеров в линии, конфигурации последней), относительно низкий уровень надежности, обусловленный применением многочисленных электронных и релейных элементов схемы.

Поэтому для шахты необходима такая система технологического мониторинга, оперативной координации и управления конвейерами, которая позволит сократить непроизводительные периоды в работе конвейеров, а также обеспечит автоматический учет времени их работы. Комплекс САУКЛ (система автоматизированного управления конвейерными линиями) [2], выполненный на основе микроконтроллеров и обеспечивающий информационную связь непосредственно с ЭВМ диспетчера, широкого применения на шахтах пока не получил.

Отметим, что системы АУК и САУКЛ не выполняют технологический контроль и не представляют информацию о нем в центральный диспетчерский пункт. В частности, не осуществляют контроль, измерение, учет и регистрацию грузопотока на ленте, а также контроль степени заполнения аккумулирующих бункеров.

Технологический мониторинг разветвленных и неразветвленных конвейерными линиями должен выполняться в условиях значительной неравномерности нагрузки на ее тяговый орган массы транспортируемого груза, зависящей от производительности добычных машин. В связи с этим постоянно присутствует риск возникновения и развития технологических процессов, которые приводят к аварийным ситуациям, особенно при перегрузке конвейера. В итоге – простои, вызванные ликвидацией последствий аварии, снижение добычи угля. Поэтому задача безопасного технологического мониторинга и управления актуальна и ее решение должно быть направлено на выбор оптимальной нагрузки на конвейер, что способствует уменьшению аварийности и максимально возможной производительности добычных участков.

Учитывая сложность реализации известных систем контроля нагрузки, т. е. поступления груза на

конвейерную ленту, а также стабилизации погонной нагрузки до уровня номинального значения, необходимы альтернативные экономически доступные источники информации. Одним из вариантов оптимизации процесса контроля нагрузки в целях предельного использования аккумулирующей способности конвейерной линии рекомендуется применять подземные конвейерные весы ВКАУ [3], предназначенные для автоматического измерения нарастающим итогом массы угля, транспортируемого конвейерами, контроля и учета добытого угля и предотвращения перегрузки рабочего органа конвейера, а также для управления загрузочными устройствами.

В целях устранения перерывов в работе магистральной конвейерной линии, особенно при ее перегрузке, частых пусков и остановок конвейеров, снижения времени холостых пробегов участковых линий, осуществления мониторинга технологическим процессом работы подземного конвейерного транспорта разработана **система технологического мониторинга и управления конвейерным транспортом** (СТМК), позволяющая увеличить пропускную способность конвейера за счет предельного использования подачи груза в течение часа, сокращения времени работы на холостом ходу – основных источников экономической эффективности. Так, технологический расход электроэнергии за сутки одним ленточным конвейером определяется в зависимости от количества транспортируемого груза и условной продолжительности работы конвейера из выражения [4]

$$W_k = 0,013L_k \omega \{C_k v_l t_p + 0,28Q_p [1 \pm (\sin\beta/\omega)]\},$$

где L_k – длина конвейера, м;

ω – коэффициент сопротивления движению Q_p для конвейеров: стационарных $\omega = 0,02...0,03$; установленных в пределах выемочных участков $\omega = 0,04...0,06$; работающих в особо тяжелых условиях $\omega = 0,08...0,12$;

C_k – масса 1 м погонной длины движущихся частей конвейера, кг;

v_l – скорость движения ленты, м/с;

t_p – время работы конвейера в расчетный период, ч;

Q_p – расчетная подача конвейера за время t_p , т;

β – угол установки конвейера, ... °.

Для отражения в СТМК динамики технологического процесса работы подземного конвейерного транспорта, а именно учета объемов поступления угля из каждого очистного забоя, управления работой питателей и перегружателей при контроле

загруженности участковых и магистральных конвейеров с защитой от их перегрузки применяются подземные конвейерные весы ВКАУ, обеспечивающие безопасность и безаварийность работы конвейерных линий, мониторинг технологических параметров, автоматическое измерение, защиту блокировки и управление средствами транспортирования технологической цепочки (бункер, питатель, конвейер).

Система имеет наиболее перспективный вид управления, что позволяет за счет расширенных функций давать оценку ситуации и выбирать такую стратегию управления, при которой простои добычных комплексов из-за конвейерного транспорта максимально сокращаются. Оптимальное управление достигается путем контроля за предельным использованием аккумулирующей способности конвейерной линии, что способствует увеличению ее пропускной способности.

Применение подземных конвейерных весов ВКАУ дает возможность осуществить: стабилизацию погонной нагрузки; синхронизацию моментов пуска (остановки) конвейера с момента поступления (прекращения поступления) груза на его ленту; контроль расположения и количества груза, находящегося в данный момент в разветвленной части конвейерной линии; стабилизацию скорости конвейеров на уровне номинального значения при номинальной погонной нагрузке.

Система СТМК предназначена для дистанционного (с диспетчерского пульта) мониторинга и управления одиночными, разветвленными и неразветвленными конвейерными линиями, а также дистанционного или местного автоматизированного мониторинга и управления вспомогательным оборудованием, используемым при работе конвейерного транспорта: загрузкой и разгрузкой промежуточными аккумулирующими бункерами, питателями, шиберами и др.

Система СТМК – проектно-компонованная, с непрерывной передачей данных по сети. Ее функциональность и состав оборудования определяются в процессе рабочего проектирования на основе технического задания, представленного заказчиком.

В состав СТМК входит:

оборудование диспетчерской – блок управления и мониторинга БУМ со специализированным программным обеспечением и визуализацией технологической схемы подземного конвейерного транспорта;

оборудование, размещенное на подземном конвейерном транспорте, – блок мониторинга



Рис. 1. Весы конвейерные ВКАУ.

и управления конвейерной линией; весы подземные конвейерные ВКАУ (рис. 1), аппаратура контроля уровня горной массы АКГМ [5], осуществляющая загрузку-разгрузку аккумулирующих бункеров (рис. 2).

Для оперативного контроля оператор по серверу может отследить следующую информацию:

- схему транспортных потоков шахты;
- транспортные потоки (количество угля, прошедшего через участок взвешивания за час, смену, сутки, месяц, год; текущая нагрузка на конвейере в разных единицах измерения – %, кг/м или т/ч; текущая скорость движения ленты конвейера).

Для итогового контроля оператор отслеживает информацию об усредненной нагрузке на конвейер за час, смену, сутки; о простоях конвейерных линий; об учете добытого, транспортируемого и отгруженного потребителям угля, продуктов обогащения, породы; о работе транспортных цепочек.

Таким образом, усовершенствованная СТМК выполняет следующие основные функции:

- автоматическое взвешивание угля;
- индикацию накопленным итогом информации о массе взвешенного материала и о его подаче конвейером в течение 1 ч;
- формирование дискретного сигнала о работе конвейера на холостом ходу более 5 мин;
- оперативный контроль скорости движения ленты конвейера;
- дозированную весовую загрузку технологических емкостей;

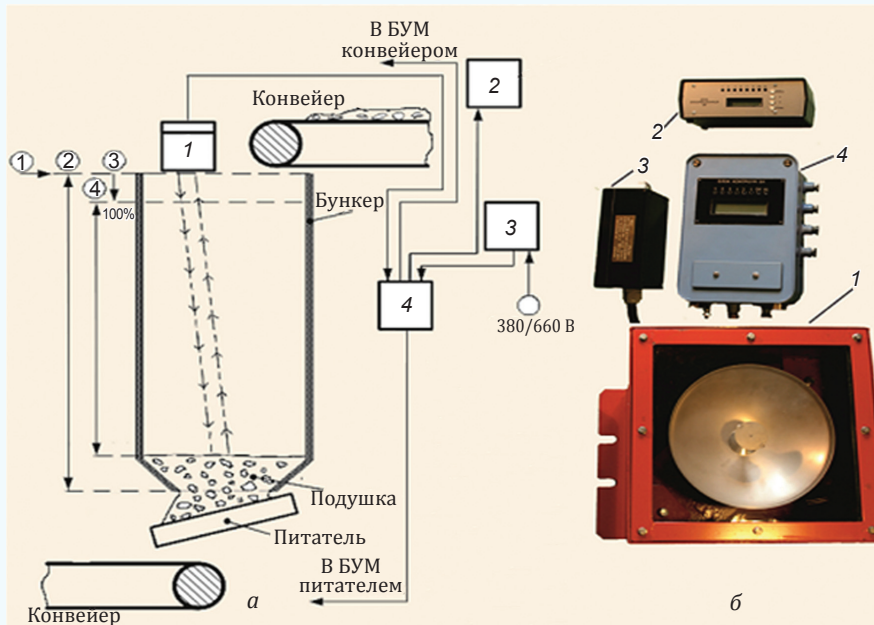


Рис. 2. Схема контроля уровня горной массы (а) и общий вид аппаратуры АКГМ (б): ① – базовая плоскость; ② – бункер пустой (максимальное измеряемое расстояние); ③ – бункер полный; ④ – рабочий диапазон уровня горной массы. 1 – устройство контроля уровня горной массы; 2 – блок информационный; 3 – блок питания АГАТ ВСН-12.10; 4 – блок контроля.

- оперативный контроль скорости движения потока воздуха в зависимости от производительности очистного забоя;
 - контроль температуры воздуха в забое;
 - хранение результатов измерений без применения автономных источников питания (энерго-независимая память);
 - выдачу сигналов в систему автоматизации технологического процесса предприятия для поддержания заданной подачи ленточных конвейеров;
 - интерфейсный выход RS-485 (Modbus RTU);
 - дистанционную передачу информации в АСОДУ предприятия;
 - передачу информации о прошедшей по конвейеру массе угля, времени работы и о часовой подаче конвейера на расстояние до 10 км;
 - программное обеспечение приема и обработки информации в системе компьютеризации предприятия;
 - оперативную остановку конвейерной линии с конвейерных весов ВКАУ на остановку принимающего конвейера в целях исключения завала мест перегрузки.
- Диспетчерский пульт управления представляет собой персональный компьютер в промышленном исполнении с бесперебойным источником питания, специализированным программным обеспе-

чением и центральным сервером системы, что дает возможность обеспечить удобный интерфейс управления конвейерным транспортом.

Выводы. Оценку стратегии управления подземным конвейерным транспортом, загрузкой и разгрузкой бункеров целесообразно выполнять с помощью мониторинга (измерение, сигнализация, связь, регистрация, учет добычи угля и др.) технологической ситуации на конвейерных линиях, анализ которых позволяет выработать требуемое управляющее воздействие.

Разработанная система СТМК, оснащенная подземными конвейерными весами ВКАУ, осуществляющими технологический мониторинг и представляющими информацию о наличии груза на ленте конвейера, контроле грузопотока, пробуксовке и обрыве

ленты, о местах перегрузки, степени заполнения аккумулирующих бункеров, позволяет отследить перемещение груза и снизить потери от холостых пробегов конвейерных линий путем оптимального управления участковыми линиями во время простоев комбайнов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация системы управления конвейерной линией // Автоматизация процессов подземных горных работ / [под ред. проф. А. А. Иванова]. – К.; Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – С. 153–157.
2. Башков Е. А. К построению систем управления процессами и мониторинга состояния оборудования угольных шахт / Е. А. Башков // Взрывозащищенное электрооборудование: сб. науч. трудов УкрНИИпроект. – К., 2007. – С. 305–314.
3. Чаплюк Е. М. Автоматизированный весовой контроль и регистрация транспортируемой горной массы / Е. М. Чаплюк, А. Е. Чаплюк, С. А. Жуковский, П. А. Нестеров // Уголь Украины. – 2013. – № 7. – С. 24–26.
4. Доценко С. А. Экономия электроэнергии при управлении углетоком в шахте / С. А. Доценко, Ю. П. Жуков, А. А. Еременко, Е. М. Чаплюк // Уголь Украины. – 2014. – № 7. – С. 13–15.
5. Жуков Ю. П. Аппаратура АКГМ – средство контроля и управления углетоком шахты / Ю. П. Жуков, А. А. Еременко, В. Ф. Боронин, Ю. А. Пасечник // Уголь Украины. – 2012. – № 3. – С. 21–24.