

## Эффективность мониторинга углепотока из очистных забоев шахты

В настоящее время очистные забои угольных шахт оснащены выемочными комплексами нового технического уровня, которые позволяют увеличить производительность лав в зависимости от мощности вынимаемого пласта до 10 – 24 т/мин. Окупаемость дорогостоящего очистного оборудования (до 100 млн грн и более на одну лаву) может быть достигнута только при поточной организации добычи и транспортировки угля, минимальных простоях и потерях добычи. Вместе с ростом производительности лав растет и неравномерность углепотоков. Неоптимальное управление приводит к значительному недоиспользованию мощностей транспортных средств, к снижению их функциональной надежности, а также ухудшает экономические показатели работы шахты.

В существующих на угольных шахтах системах оперативно-диспетчерского мониторинга и управления углепотоком затруднено получение диспетчерами информации о динамике технологического процесса работы очистных забоев в исходном состоянии и во время добычи. Имеющаяся у диспетчерской службы информация часто далеко не полная для того, чтобы в условиях большой изменчивости горнотехнических, технологических и организационных факторов, влияющих на работу добыче-транспортной цепочки шахты, учесть важные особенности процесса мониторинга и управления углепотоком.

Для поддержания поточного характера работы добыче-транспортной цепи в пределах заданных показателей и для использования возможностей энергосбережения необходим целевой диспетчерский мониторинг углепотока шахты [1].

Система мониторинга углепотока шахты, предназначенная для повышения информированности диспетчерской службы, оперативного управления, выполняет:

- сбор информации о работе и состоянии объектов добыче-транспортной цепочки от очистных забоев до отгрузки угля;

- непрерывный учет объемов угля, поступающего с добычных участков, находящихся на магистральных конвейерах, в промежуточных бункерах и главном бункере-накопителе (угольной яме), выданного на поверхность, поступившего на склад, отгруженного из шахты;

- визуализацию на рабочем экране диспетчера (АРМ технической нарядной, АРМ директора и т. д.) полученной информации о работе и состоянии контролируемых объектов, об объемах угля в виде действующей мнемосхемы добычи и транспортирования, работающей параллельно с производственно-технологическими процессами в режиме реального времени, что позволяет наглядно контролировать объем и непрерывность потока добываемого угля, принимать информационно обоснованные решения по управлению контролируемыми объектами;

- архивирование текущей информации, ее первичную обработку, выдачу отчетных документов (рапортов, сводок, справок и т. п.) автоматически или по вызову оператора в определенных форматах.

Мониторинг в реальном масштабе времени работы и технологических состояний звеньев добыче-транспортной цепи и объемов углепотока от забоев до отгрузки дает возможность усилить воздействие оперативно-диспетчерского персонала на повышение эффективности шахтного производства следующим образом.



**С. А. ДОЦЕНКО,**  
инж.  
(ООО «НПФ «Практика»)



**А. А. ЕРЕМЕНКО,**  
инж.  
(ООО «НПФ «Практика»)



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



**С. В. КОЧЕТКОВ,**  
инж.  
(ООО «НПФ «Практика»)

- *Накопленные в системе данные о простоях лав и отклонениях в темпах добычи угля в очистных забоях*, обнаруженные благодаря весовому контролю и учету поступления угля из лав в транспортную сеть – исходная информация (основание) для совершенствования технологии выемки угля и организации работ в лаве.

Прирост добычи в результате сокращения внутриванных простоев и операционных улучшений существующей технологии и организации очистной выемки (без внедрения инноваций) составляет 3,6–6,9 % в год, в том числе доля влияния системы мониторинга углетотока шахты равна 0,18–0,34 % [2].

Поскольку внутренние простои лав, как правило, не совпадают с внутренними простоями транспортных средств, указанный выше прирост добычи можно реализовать за счет увеличения загрузки транспортных линий. Анализ показывает, что 95 % конвейеров работает с заполнением менее чем на 60–70 % [3].

- *Система позволяет выявлять простои транспортных средств* и любые другие нарушения углетотоков, предпринимать оперативные действия по их ликвидации. Накопленные в системе данные о количестве, длительности и местах нарушений углетотоков, как и в случае с очистными забоями, могут служить исходной информацией для постоянного процесса совершенствования технологии и организации транспортирования угля. Коэффициент готовности транспортных линий колеблется в пределах от 0,29–0,36 до 0,93–0,95.

Прирост добычи (сокращение потерь добычи) за счет снижения простоев очистных забоев по вине транспортной цепи (повышения ее коэффициента готовности) в доле системы мониторинга углетотока шахты принят 0,2–0,3 %.

- *Непрерывный учет* (на основе автоматического взвешивания) добытого, транспортируемого и отгруженного внутренним и внешним потребителям угля – одна из функций системы мониторинга углетотока шахты. Фактически она выполняет функции системы учета поступления и расходования энергоресурсов. Применение таких систем на угольных и других предприятиях позволяет сократить непроизводительные расходы и потери энергоресурсов в размере 3–5 % общего объема.

Прирост добычи (сокращение коммерческих потерь угля) за счет весового учета угля, отгружаемого внешним и внутренним потребителям, в доле системы мониторинга углетотока шахты принят на уровне 0,1–0,2 %.

- *Система контролирует работу конвейерных линий* под нагрузкой и вхолостую, а также уровень горной массы в бункерах. Благодаря этому появляются возможности для энергосбережения на конвейерном транспорте. Используя информацию системы, диспетчер в соответствии с производственной ситуацией может принимать решения по сбережению энергии – отключать конвейерные линии:

надбункерные – в случаях отсутствия поступления угля из очистных забоев (конвейерные весы ВКАУ [4] формируют дискретный сигнал о работе конвейера вхолостую длительностью более 5 мин);

подбункерные – в случаях отсутствия или незначительного поступления горной массы в бункеры (аппаратура контроля уровня горной массы АКГМ [5] выдает в блок управления питателем дискретные сигналы управления (блокировки) через релейные выходы при достижении горной массой настраиваемых значений уровня);

все последующие – за аварийным транспортным средством на время устранения аварий.

В случае отсутствия на шахте такой системы управления конвейерным транспортом конвейерные линии, обеспечивающие выдачу угля от очистных забоев до главного горного бункера-накопителя (угольной ямы), постоянно включены на протяжении всех рабочих смен.

В связи с тем что коэффициент готовности очистного забойного оборудования не равен 1 и колеблется в пределах 0,3–0,55, конвейерные линии работают вхолостую 45–70 % рабочего времени. Этим и определяется потенциал энергосбережения на конвейерном транспорте [6].

Снижение затрат электроэнергии на функционирование конвейерного транспорта благодаря применению оптимального управления им с использованием возможностей энергосбережения принят в доле системы мониторинга углетотока шахты на уровне 9–14 % базового уровня.

**Условный пример** (видеокадр) визуализации технологической *схемы системы мониторинга углетотока шахты показан на с. 3 обложки журнала.*

Сбор информации об углетотоке шахты осуществляется:

- конвейерными весами: унифицированного ряда ВКАУ1–ВКАУ3 для весового контроля и учета поступления угля из добычных участков № 1–3;

ВКАУ4 – для учета поступления угля из приемного бункера в отгрузочный бункер;

ВКАУ5 – для учета поступления угля из приемного бункера на угольный склад;

ВКАУ6 – для учета поступления угля со склада в отгрузочный бункер;

- аппаратурой контроля уровня горной массы в аккумулярующих бункерах:

АКГМ1 – АКГМ2 – для промежуточных бункеров I и II добычных участков № 1 и № 2;

АКГМ3 – для контроля уровня горной массы в приемном бункере;

АКГМ4 – для контроля уровня горной массы в отгрузочном бункере;

- аппаратурой автоматизации загрузочного комплекса скипового подъема АЗКП, осуществляющей весовую загрузку скипов, в ее состав входит устройство для контроля уровня горной массы УКГМ в главном подземном бункере III.

На текущий момент (табло в верхнем левом углу видеокадра) на поверхность шахты выдано (нижнее табло в верхнем левом углу видеокадра) по данным АЗКП 100 весодозированных скипов по 15 т каждый, или 1500 т угля. Из этого количества 1200 т, по данным ВКАУ4, отправлено на отгрузку и, по данным АКГМ4, находятся в отгрузочном бункере, заполненном до верхнего предаварийного уровня (красная линия). Отгрузочный бункер находится в ожидании отгрузки (зеленая линия на месте нижнего предаварийного уровня). В связи с этим загруженная конвейерная линия от приемного до отгрузочного бункера заблокирована (красно-черного цвета). По этой же причине заблокирована незагруженная конвейерная линия от угольного склада до отгрузочного бункера (красно-зеленого цвета). По данным ВКАУ6, по этой конвейерной линии уголь на отгрузку со склада не подается. Скиповой подъем работает на выдачу угля в приемный бункер (стрелка зеленого цвета – простой на подъеме отсутствуют). Приемный бункер работает на прием и выгрузку угля (линии верхнего и нижнего предаварийных уровней в бункере – зеленого цвета).

Выданный из шахты уголь поступает из приемного бункера по работающей конвейерной линии (зелено-черный цвет) на угольный склад. По данным ВКАУ5, на склад отправлено 200 т. По данным АКГМ3, в приемном бункере находится 100 т угля.

Баланс выданного угля на поверхность шахты составляет  $1200$  (отгрузочный бункер)  $+ 200$  (угольный склад)  $+ 100$  (приемный бункер)  $= 1500$  т, что соответствует данным АЗКП об объеме выданного из шахты угля.

*Баланс не выданного* на поверхность шахты угля составляет  $1800$  т: в бункере II участка № 2, по данным АКГМ2, находится  $400$  и  $1400$  т, по данным устройства УКГМ аппаратуры АЗКП, находится в главной угольной яме – бункере III.

*Общий баланс* угля, добытого всеми участками, на поверхность на текущий момент:  $1500 + 1800 = 3300$  т. Участок № 1, по данным ВКАУ1, добыл  $900$  т; участок № 2, по данным ВКАУ2, –  $1300$  т, участок № 3, по данным ВКАУ3, –  $1100$  т, т. е. баланс углепотока по участкам составляет  $900 + 1300 + 1100 = 3300$  т.

*Работы по выемке* угля на текущий момент выполняются только на добычном участке № 3. Стрелка, обозначающая участок, зеленого цвета: внутренние простой и простой по вине транспорта отсутствуют. Конвейерная линия работает на выдачу угля с участка № 3 (зелено-черный цвет) в бункер III.

Участок № 1 не выдает уголь по разным причинам (авария, ремонт и др.). Внутренняя часть стрелки, обозначающей участок № 1, красного цвета, наружная – зеленого, т. е. простоев по вине транспорта нет. Участковая линия зеленого цвета, т. е. работает вхолостую в ожидании выдачи угля с участка № 1. Участковый бункер I готов к приему угля (верхняя предаварийная линия зеленого цвета),

но заблокирован на выгрузку: предаварийная нижняя линия красного цвета. Питатель бункера I и первый конвейер в сборной конвейерной линии для экономии электроэнергии заблокированы (красно-зеленого цвета).

Участок № 2 не добывает уголь по вине транспорта: внутренняя часть стрелки, обозначающей участок № 2, зеленого цвета, а наружная – красного. Причина простая – неисправность питателя (красный цвет) участкового бункера II, который по этой причине не может работать на выгрузку угля (линия нижнего предаварийного уровня – красная). В связи с тем что он заполнен до отказа (линия верхнего предаварийного уровня – красного цвета), он не может работать на прием угля. Поэтому конвейерная линия от участка № 2 до бункера II заблокирована (красно-черный цвет).

Главный горный бункер III (угольная яма) работает на прием и выгрузку угля: линии верхнего и нижнего предаварийного зеленого цвета. Как указывалось, в нем находится  $1400$  т угля, готового к подъему на поверхность.

**Выводы.** Мониторинг объемов поступления угля из очистных забоев, загруженности участковых и магистральных конвейеров, загрузки-выгрузки угля из промежуточных бункеров и главной угольной ямы позволяет оперативно усилить воздействие диспетчерского персонала на повышение эффективности работы очистных забоев и шахтного транспорта.

После группирования однотипных источников экономической эффективности системы мониторинга углепотока шахты их количество сокращается до двух. При этом прирост объема годовой добычи угля на шахте составляет:  $(0,18...0,34) + (0,2...0,3) + (0,1...0,2) = 0,48...0,84\%$ ; энергоемкость подземного конвейерного транспорта снижается на  $9-14\%$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков Ю. П. Мониторинг, учет и управление углепотоком шахты / Ю. П. Жуков, А. А. Еременко, Е. М. Чаплюк, С. А. Жуковский // Уголь Украины. – 2013. – № 9. – С. 54–56.
2. Пилюгин В. И. Влияние технических и технологических инноваций на перспективу развития шахты / В. И. Пилюгин // Уголь Украины. – 2010. – № 12. – С. 13–16.
3. Мизин В. А. Снижение энергопотребления подземного транспорта и зольности угля / [В. А. Мизин, В. С. Пальчик, А. С. Пальчик и др.] // Уголь Украины. – 2008. – № 4. – С. 16.
4. Чаплюк А. Е. Автоматизированный весовой контроль и регистрация транспортируемой горной массы / А. Е. Чаплюк, Е. М. Чаплюк, С. А. Жуковский, П. А. Нестеров // Уголь Украины. – 2013. – № 7. – С. 24–26.
5. Жуков Ю. П. Аппаратура АКГМ – средство контроля и управления углепотоком шахты / Ю. П. Жуков, А. А. Еременко, Ю. А. Пасечник // Уголь Украины. – 2012. – № 3. – С. 21–24.
6. Доценко С. А. Экономия электроэнергии при управлении углепотоком в шахте / С. А. Доценко, Ю. П. Жуков, А. А. Еременко, Е. М. Чаплюк // Уголь Украины. – 2014. – № 7. – С. 13–15.