

Экономия электроэнергии при управлении углепотоком в шахте

Характерная особенность угольной шахты – постоянное увеличение объемов электропотребления, которое вызвано ростом добычи угля, техническим переоснащением предприятия, а также постоянным усложнением и ухудшением горно-геологических условий (отработка более глубоких горизонтов, увеличивающиеся выделения метана, притоки шахтной воды, протяженность транспортных выработок и т. д.).

Уменьшить электропотребление можно за счет повышения производительности и ритмичности работы шахты, разработки и внедрения мер по снижению расхода электроэнергии, например, с помощью аппаратуры, обеспечивающей контроль за регламентируемой нормой загрузки технологического оборудования, сокращения работы установок и машин на холостом ходу. Количественная оценка эффективности использования электроэнергии на шахте при интенсификации производства основана на представлении потребляемой шахтой активной энергии в виде двух составляющих [1]:

первая – электрическая энергия, не зависящая от количества добытого угля, которую потребляют вентиляторные, водоотливные и другие установки, непосредственно не связанные с процессами его выемки и доставки. На долю таких установок приходится до 70 % общего потребления электроэнергии в шахте;

вторая – электроэнергия, зависящая от количества добытого угля и потребляемая забойными машинами, подземным конвейерным транспортом, скиповым подъемом и другими машинами и механизмами. Четкая организация процесса добычи, соответствующая горно-геологическим условиям выемки угля, а также технически обоснованная рациональная шахтная транспортная артерия углепотока – решающие факторы эффективной деятельности предприятия.

Мониторинг работы скипового подъема, конвейерного транспорта, аккумулирующих бункеров, их режимов работы и пропускной способности углепотока представляет интерес для диспетчерской службы и содержит информацию, которая позволяет наметить пути рационализации углепотока и снижения общего энергопотребления.

Ежегодное потребление электроэнергии скиповыми подъемами составляет более 11 % общего расхода при подземном способе добычи угля [2]. Повысить экономичность энергопотребления на скиповом подъеме можно, применив технические и организационные меры. Режим работы подъемной машины характеризуется определенными скоростью, ускорением, замедлением и продолжительностью цикла подъема. Режим управления существенно влияет на размеры электропотребления. Из-за несовершенства дозирующих и загрузочных устройств масса скипа может колебаться в больших пределах (до 20 %). Отклонение в массе поднимаемого груза от регламентируемой нормы загрузки скипа существенно влияет на замедление при свободном выбеге подъемной машины, что увеличивает время остановки [3].



С. А. ДОЦЕНКО, инж.
(ГП «НТЦ проблем энергосбережения»)



Ю. П. ЖУКОВ,
канд. техн. наук
(ГП «НТЦ проблем энергосбережения»)



А. А. ЕРЕМЕНКО, инж.
(ГП «НТЦ проблем энергосбережения»)



Е. М. ЧАПЛЮК, инж.
(ГП «НТЦ проблем энергосбережения»)

При неполной загрузке скипов в процессе выдачи горной массы электроэнергия подъемной установкой расходуется нерационально, что определяют по формуле

$$\Delta W = \Delta W_{\text{ц}} n_{\text{н}},$$

где $\Delta W_{\text{ц}} = W_{\text{с}} / n_{\text{ф}}$ – расход электроэнергии на один цикл подъема, кВт/ч;

$W_{\text{с}}$ – суточное потребление электроэнергии подъемной установки, кВт/ч (показания счетчика активной энергии);

$n_{\text{ф}}$ – фактическое количество подъемов за сутки;

$n_{\text{н}} = n_{\text{ф}} - n_{\text{р}}$ – нерациональное количество циклов, сделанных подъемной установкой за расчетный период (месяц, год);

$n_{\text{р}} = A_{\text{ф}} / Q_{\text{с}}$ – рациональное количество циклов, необходимое для выдачи горной массы за расчетный период при условии регламентированной загрузки скипа, т;

$A_{\text{ф}}$ – фактическое количество горной массы, выданное подъемом за расчетный период, т;

$Q_{\text{с}}$ – грузоподъемность скипа, т.

Для обеспечения регламентированных норм загрузки скипов и поддержания оптимального режима работы скипового подъема разработана аппаратура управления загрузочным комплексом скипового подъема АЗКП [4] с весовой дозировкой горной массы и оперативным учетом выдачи ее на поверхность. Опыт эксплуатации нескольких десятков аппаратуры АЗКП на ПАО «Шахтоуправление «Покровское», ПАО «Краснодонуголь», ПАО «ДТЭК Шахта Комсомолец Донбасса», ГП «Артемуголь», ПАО «ДТЭК Павлоградуголь» (шахта «Степная»), а также на шахте «Дальняя» (Россия) и других, показал, что ее применение позволяет:

- повысить безопасность и надежность работы скиповых подъемов за счет стабилизации нагрузки на подъемную машину и формирования оптимальной диаграммы по нагрузкам на кинематические звенья подъемных установок и на подъемные канаты, которые дают возможность улучшить динамические свойства приводов, снизить темпы усталостного износа, увеличить срок службы оборудования и ограничить пусковую мощность приводов;

- увеличить производительность скиповых подъемов в результате интенсификации процессов загрузки скипов, точного выполнения диаграммы движения, а также повышения оперативности управления подъемной машиной.

На всех шахтах относительная энерговооруженность на транспортировку угля значительно превышает аналогичный показатель на его добычу. Для подземного транспорта в общешахтном расходе электроэнергии она составляет примерно 14 % [2].

Углеток шахты неравномерный. Это отражается на погонной нагрузке ленты конвейера, изменяющейся от номинального значения (работа с номинальной нагрузкой) до минимального (работа вхолостую).

Технологический расход электроэнергии за сутки одним ленточным конвейером определяется в зависимости от количества транспортируемого груза и условной продолжительности его работы из выражения [5]

$$W_{\text{к}} = 0,013 L_{\text{к}} \omega \{C_{\text{к}} v_{\text{л}} t_{\text{р}} + 0,28 Q_{\text{р}} [1 \pm (\sin \beta / \omega)]\},$$

где $L_{\text{к}}$ – длина конвейера, м;

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

$C_{\text{к}}$ – масса 1 м погонной длины движущих частей конвейера, кг;

$v_{\text{л}}$ – скорость движения ленты, м/с;

$t_{\text{р}}$ – время работы конвейера в расчетный период, ч;

$Q_{\text{р}}$ – расчетная подача груза конвейером за время

$t_{\text{р}}$, т;

β – угол установки конвейера, ... °.

Сокращение времени работы конвейера на холостом ходу в течение суток позволяет определить технологический расход электроэнергии при $Q_{\text{р}} = 0$ (при отключении):

$$W_{\text{к.х}} = 0,013 L_{\text{к}} \omega C_{\text{к}} v_{\text{л}} t_{\text{р.х}}$$

а годовая экономия электроэнергии составит

$$\Delta W_{\text{к}} = n_{\text{сут}} W_{\text{к.х}}.$$

Сложность технологических схем конвейерных линий, каждая из которых обслуживает несколько очистных забоев, затрудняет организацию рационального управления конвейерным транспортом.

Реализация рациональной стратегии управления подземным транспортом возможна при использовании радарной аппаратуры контроля уровня горной массы аккумулирующих бункеров АКГМ [6] и подземных конвейерных весов ВКАУ [7], с помощью которых диспетчерская служба может осуществлять мониторинг, учет и управление углетокотом шахты при анализе информации:

- об объеме поступления угля из каждого очистного забоя;
- о загрузенности участковых и магистральных конвейеров;
- о контроле уровня процессов загрузки-выгрузки угля из промежуточных аккумулирующих бункеров;
- о контроле рудничной атмосферы в сопоставлении с производительностью очистного забоя.

Задача диспетчерского управления углетокотом шахты – выбор для конкретной технологической ситуации такой стратегии управления углетокотом, в результате которой можно получить наибольший эф-

фект. Так, на базе анализа информации о фактической загрузке участковых конвейерных линий, поступающей от участковых конвейерных весов ВКАУ, прогнозируется загрузка конвейеров магистральных линий. Из условий обеспечения максимально допустимой эксплуатационной подачи головного конвейера магистральной линии, приоритетов участков, количества угля в бункерах, определяемого с помощью аппаратуры АКГМ, устанавливается рациональный технологический режим управления углестокотом шахты.

Очевидно, что анализ и выбор рациональной стратегии управления углестокотом шахты интуитивным способом невозможны. Стратегию и управление углестокотом целесообразно оценивать с помощью автоматизированной системы, позволяющей осуществлять мониторинг и управление в реальном масштабе времени работой и технологическим состоянием звеньев добычестранспортной цепи, объемов углестокотом от забоев до отгрузки, что дает возможность усилить воздействие диспетчерского персонала на организацию ритмичности работы и повышение эффективности шахтного производства путем:

- сокращения простоев очистных забоев;
- увеличения объемов общешахтного углестокотом;
- экономии электроэнергии на конвейерном транспорте за счет сокращения непроизводительной работы и холостого хода;
- увеличения объема угледобычи, связанного с ритмичностью работы шахты.

Организация ритмичности работы шахты – одно из важнейших направлений повышения производительности труда, а также экономичности электропотребления [8].

При организации ритмичной работы шахты в течение года можно добиться уменьшения расхода электроэнергии в процессе реализации плановой добычи, определяемой по формуле

$$\Delta W = \psi [1 - (1/a_{ш.р})] a_{W_1} A_1,$$

где ψ – доля постоянной составляющей в общем расходе электроэнергии по шахте;

$a_{ш.р}$ – коэффициент роста нагрузки на шахту за счет улучшения организации работ;

a_{W_1} – удельное электропотребление по шахте, кВт·ч/т;

A_1 – плановая добыча угля, т.

При ритмичной работе шахты

$$a_{ш.р} = 50n[50 + y_1(n-1) + y_2(n-2) + \dots + y_{n-1}]^{-1},$$

где n – период времени (декада, месяц, квартал).

Так, при организации ритмичной работы шахты (исходные данные: $\psi = 0,5$; $a_{W_1} = 48$ кВт·ч/т; $A_1 = 1314$ тыс. т, разница в месячных объемах угледобычи в течение года 2,2 %, коэффициент роста нагрузки на шахту при орга-

низации ритмичности работы $a_{ш.р} = 1,108$) уменьшение расхода электроэнергии составит $\Delta W = 2523$ кВт·ч.

Выводы. Уменьшения электропотребления можно достичь за счет четкой и ритмичной организации добычи при соответствующих горно-геологическим условиям технологии выемки, а также инженерно-обоснованной рациональной транспортной артерии углестокотом шахты.

Оснащение транспортной артерии углестокотом энергосберегающими техническими средствами АЗКП, АКГМ, ВКАУ позволяет наполнить информацией систему оперативно-диспетчерского мониторинга и управления для работы в режиме реального времени, проанализировать полученные фактические данные с их плановыми показателями, а также принимать информационно-обоснованные решения по управлению углестокотом шахты, а именно: включение и отключение конвейерных линий, при этом необходимо увязать их с производительностью забоев; вместимость аккумулирующих бункеров; пропускная способность скипового подъема.

Таким образом можно добиться значительной экономии электроэнергии, продлить срок службы оборудования транспортной цепочки углестокотом шахты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миновский Ю. П. Эффективность мероприятий по снижению потребления электроэнергии на шахтах / Ю. П. Миновский // Уголь. – 1983. – № 8. – С. 14–18.
2. Волощенко И. И. Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов в угольной промышленности / И. И. Волощенко, В. И. Серов // Промышленная энергетика. – 1984. – № 9. – С. 9–10.
3. Василевский М. М. Асинхронный привод шахтных подъемных машин / М. М. Василевский. – М.: Госгортехиздат, 1979. – 338 с.
4. Жуков Ю. П. Совершенствование системы управления загрузочным комплексом скипового подъема / Ю. П. Жуков, В. Ф. Боронин, С. А. Доценко, А. А. Еременко // Горный журнал. – 2014. – № 4. – С. 106–109.
5. Нормирование топливно-энергетических ресурсов и регулирование режимов электропотребления (сб. инструкций) / Под ред. В. В. Дегтярева. – М.: Недра, 1983. – 224 с.
6. Жуков Ю. П. Аппаратура АКГМ – средство контроля и управления углестокотом шахты / Ю. П. Жуков, А. А. Еременко, В. Ф. Боронин, Ю. А. Пасечник // Уголь Украины. – 2012. – № 3. – С. 21–24.
7. 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. – 2012. – № 7. – С. 23–25.
8. Лубянец В. И. Экономика и управление угольной промышленностью / В. И. Лубянец, Х. Ю. Бичурин // Науч.-техн. реф. сб. ЦНИИУголь. – 1979. – № 1. – С. 8–10.