

А.В. Рухлов,

(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ НА ПЕРИОД ДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНОЙ БРОНИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Регламентация плановых технологических режимов работы предприятия для условий, когда отсутствуют какие-либо ограничения, в частности, ограничения в электроснабжении, осуществляется путем применения соответствующих инструкций, регламентов, правил и другой документации, позволяющей управлять производством. Для аварийных ситуаций на угольных шахтах действуют "Планы ликвидации аварий" и т.п. Для периодов ограничения электроснабжения предприятие в соответствии с Правилами [1] обязано составлять акт на аварийную броню (АБ) и указывать ее величину в договоре на обеспечение электроэнергией.

Необходимость обеспечения и определение мощности АБ электроснабжения угольных шахт обусловлено целью сохранить производство и обезопасить жизнь рабочих на время ограничения электроснабжения с возможностью возобновления добычи угля в объеме планового задания после восстановления электроснабжения шахты [2]. Получение равномерного графика электрических нагрузок (ГЭН) предприятия и, следовательно, минимальной мощности АБ электроснабжения для указанного периода времени в связи с невозможностью проведения натуральных экспериментов возможно путем имитационного моделирования режимов работы как отдельных электроприемников АБ, так и шахты в целом. Особенностью угольного предприятия является то, что именно технологический процесс определяет режим электропотребления, а не наоборот. Учитывая все вышеизложенное, можно сформулировать цель настоящей работы - описание возможных технологических режимов угольной шахты и их особенности на период действия АБ электроснабжения по сравнению с нормальными условиями функционирования.

Ниже рассмотрены основные технологические процессы и обеспечивающие их электроприемники, режимы работы которых можно моделировать и суммарная мощность которых составляет большую часть в нагрузке АБ. Для угольной шахты – это процесс откачки воды из подземных выработок на поверхность (потребитель электроэнергии - главная водоотливная установка (ГВУ)), процесс добычи и транспортирования угля, обеспечивающий отбивку угля от массива, транспортирование его по горным выработкам, подъем и передачу в склад на поверхность (потребители электроэнергии – электрооборудование очистных забоев, конвейерный транспорт, подъемная установка главного ствола, оборудование технологического комплекса на поверхности шахты) и процесс спуска-подъема людей (подъемная установка вспомогательного ствола).

Технологический процесс откачки воды

В соответствии с работой [3] для конкретного угольного предприятия определяется количество рабочих, резервных и находящихся в ремонте насосных агрегатов с условием, что время откачки нормального суточного притока воды рабочими насосами должно быть не больше 20 ч. На период действия АБ электроснабжения появляется необходимость за короткий отрезок времени (1-2 ч) откачать большой объем воды, что выполнить практически рабочими насосными агрегатами невозможно. В связи с этим моделирование режимов работы ГВУ необходимо производить с использованием как рабочих, так и резервных насосов и трубопроводных ставов, что позволит значительно расширить возможности для имитационного моделирования и получить большее количество реализаций режимов работы. Зависимость кратности количества реализаций от увеличения количества используемых насосов показана на рис. 1 (за базовый вариант принято число рабочих насосов).

Применение большего количества насосных агрегатов на то же число трубопроводов приведет к изменению фактически подачи и напора насоса, которые могут существенно отличаться от номинальных характеристик. Очевидно,

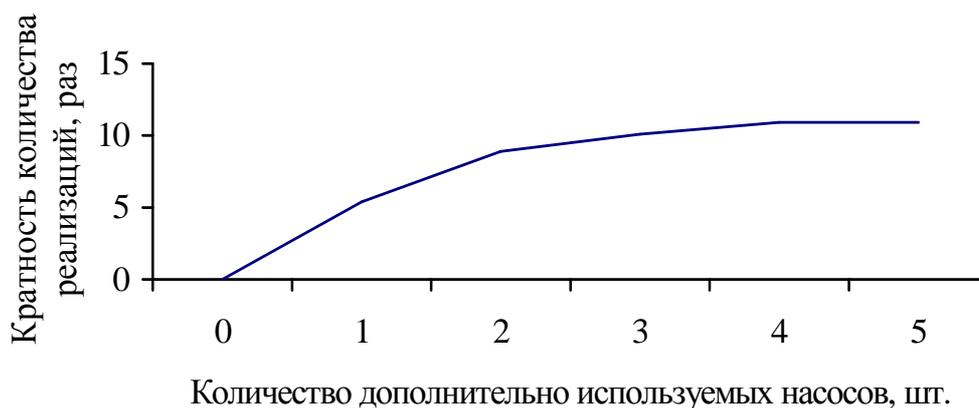


Рис.1. Зависимость количества реализаций режимов работы ГВУ от числа дополнительно используемых насосов

что подача насоса при его работе на став будет значительно выше, чем производительность насосного агрегата при его работе в группе из трех насосов на тот же трубопровод. Поэтому при моделировании режимов работы ГВУ следует использовать фактические характеристики, рассчитанные по методике [4]. При этом расчетные напор и подача насоса определяются как

$$Q_p = \sqrt{\frac{Z \cdot H_k - H_n}{Z \cdot B_k + \frac{1.1 \cdot H \cdot r_0 \cdot N^2}{N_{mp}^2}}};$$
$$H_p = Z \cdot (A + B \cdot Q_p + C \cdot Q_p^2),$$

где Z – число ступеней (колес) насоса; N – количество используемых насосных агрегатов; N_{mp} – количество используемых трубопроводов; r_0 – удельное сопро-

тивление трубопровода, $\text{ч}^2/\text{м}^6$; H_n – высота подъема воды, м; H_k – напор насоса при нулевой подаче, м; B_k – коэффициент напора одной ступени (колеса); A , B , C – постоянные коэффициенты уравнения напорной характеристики насосного агрегата.

Значения r_0 , A , B , C , B_k и H_k принимаются по справочным данным в зависимости от типа применяемых насосов и сечения трубопроводов.

Кроме количества насосных агрегатов регламентируется также и объем водосборников, емкость которых должна быть не менее четырехчасового нормального притока воды. При нормальных условиях работы угольной шахты одна из ветвей водосборника является аварийной и не используется для накопления воды. При заилении одной из других ветвей (максимальное допустимое заиление – 30%) она, соответственно, становится аварийной и выводится в чистку. Период действия АБ электроснабжения именно тот отрезок времени, на протяжении которого целесообразно использовать всю имеющуюся емкость водосборников, т.е. выводить из чистки ветви, даже если они полностью не очищены. Эта процедура также позволит значительно расширить возможности для имитационного моделирования режимов работы ГВУ. Однако при этом стоит учитывать возможность допустимого 30%-го заиления наибольшей ветви водосборника на момент прекращения электроснабжения как наихудшего варианта для моделирования. На рис. 2 изображена зависимость кратности количества реализаций от введения дополнительных емкостей для накопления воды (за базовый принят вариант с использованием рабочих ветвей водосборника).



Рис.2. Зависимость количества реализаций режимов работы ГВУ от дополнительной емкости водосборников

Технологический процесс добычи и транспортирования угля

На шахтах с пологим и наклонным залеганием пластов механизированные комплексы с передвижными гидрофицированными крепями являются основным видом оборудования для добычи угля и поддержания лав. При нормальной работе угольного предприятия в процессе добычи полезного ископаемого производится регулярное обновление линии очистных забоев и передвижка секций крепи, что практически исключает полную потерю раздвижности последних и предотвращает утрату дорогостоящего очистного оборудования. Со всем другие явления наблюдаются на период действия АБ электроснабжения, когда работы по добыче угля не проводятся, но в лаве продолжают проявление горного давления и процесс сближения пород кровли и почвы пласта. В такой ситуации возникает вероятность потери конструктивной раздвижности крепи (ее посадки "на жестко"), после чего работа оборудования очистного за-

боя становится невозможной, а его извлечение из "зажатой" лавы потребует длительных и дорогостоящих ремонтно-восстановительных работ. С целью предотвращения указанных последствий на протяжении аварийного режима функционирования шахты производится раз в сутки регулярное обновление линий всех очистных забоев. Указанная периодичность определяется практикой забастовочных движений шахтеров, т.к. период забастовки с точки зрения технологических режимов работы соответствует периоду действия АБ электрооборудования, и именно тогда выполняются вышеперечисленные мероприятия. Допустимое время простоя очистных забоев T_0 , определяемое по полученным зависимостям, изменяется в пределах от 1 до нескольких десятков суток и является функцией от ряда горнотехнических условий: типа и прочности вмещающих горных пород, мощности пласта, непосредственной и основной кровли, типа используемого механизированного комплекса и др. [5]. Следовательно, время начала обновления очистных забоев определяется:

$$T_{ноб} = T_0 - 1,$$

где 1 – запас по времени, учитываемый для предотвращения потери конструктивной раздвижности секций гидрофицированной крепи, сут.

При достижении времени перерыва в электроснабжении времени $T_{ноб}$ необходимо обеспечить технологический процесс добычи и транспортирования угля, и поэтому функция мощности АБ представляется уже ступенчато-возрастающей, а не постоянной, т.к. в работу будут введены дополнительные электропотребители, обеспечивающие указанный процесс (рис. 3). Следует учитывать и тот факт, что для различных очистных забоев одной шахты $T_{ноб}$ может отличаться, поскольку обычно отрабатываются несколько пластов, для которых различны горно-геологические характеристики и типы используемого очистного оборудования. Поэтому необходимо принимать наименьшее время начала обновления лав, и именно с этого момента произойдет скачок мощности АБ.

Технологический процесс добычи и транспортирования угля на период действия АБ имеет несколько особенностей по сравнению, когда шахта работает в нормальном режиме:

- с целью снижения суммарной мощности АБ следует обновлять очистные забои по одному или по несколько, если они обслуживаются одним транспортным потоком;

- необходимо скачивать всю горную массу с конвейерных линий и полностью опорожнять имеющиеся аккумулирующие бункеры к концу суток в связи с цикличностью производимых операций;

- при наличии аккумулирующих емкостей на транспорте и(или) подъеме работа забункерного электрооборудования должна начинаться после полного заполнения самого бункера и продолжаться до его опорожнения.

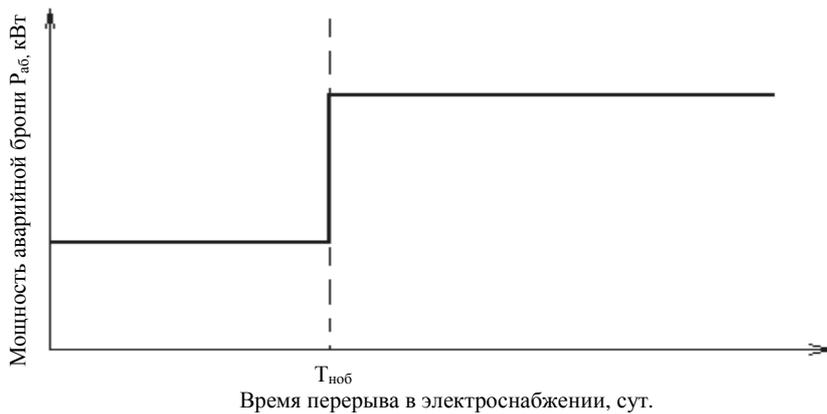


Рис.3. Зависимость мощности АБ от времени перерыва в электроснабжении угольной шахты

Как отмечалось выше, АБ – это минимальная мощность, необходимая для безаварийного простоя предприятия,

поэтому обновление лав в течение суток следует производить по очереди, а не одновременно. В этом случае максимум нагрузки для рассматриваемого технологического процесса может определяться одновременной работой оборудования одного очистного забоя, конвейерной цепочки, транспортирующей горную массу из этого забоя, и скипового подъема (при отсутствии аккумулирующих бункеров достаточной емкости на транспорте и в околоствольном дворе). Альтернативным вариантом может выступать проведение работ по поддержанию сразу в нескольких лавах, если они относятся к одному транспортному потоку. В этом случае максимум потребляемой мощности увеличится незначительно и будет определяться мощностью оборудования нескольких очистных забоев и тех же конвейерной цепи (может добавиться нагрузка участковых конвейеров, а магистральная линия останется постоянной) и скипового подъема. При одновременном обновлении даже двух лав, относящихся к различным транспортным потокам, максимум потребляемой мощности для технологического процесса добычи и транспортирования угля значительно возрастет за счет суммирования мощностей как электрооборудования нескольких очистных забоев, так и стольких же конвейерных цепей, а с учетом того, что мощность конвейеров, особенно магистральных, высока, мы заведомо увеличиваем нагрузку АБ, производя обновление лав таким образом.

Обновление линий очистных забоев, а, следовательно, транспортирование и подъем горной массы на поверхность должно производиться ежедневно до полного восстановления электроснабжения. При выполнении одинакового цикла работ мы сможем обеспечить для разных суток один и тот же график электропотребления рассматриваемого технологического процесса и, соответственно, его максимум. Оставляя горную массу в бункерах или на конвейерных линиях, мы изменяем режим работы электрооборудования на следующие сутки, что может привести к увеличению максимума потребляемой мощности электроприемниками данного технологического процесса и всего предприятия в целом. Именно из этих соображений определено условие, что к концу суток бункеры и конвейеры должны быть свободны от горной массы.

Аккумулирующие бункеры на подземном транспорте и подъеме устанавливаются для сглаживания углетоков, регулирования режимов работы подъема главного ствола и конвейеров и, следовательно, их режимов электропотребления при нормальном функционировании угольного предприятия. Поэто-

му в зависимости от конкретных условий и принятой на шахте последовательности технологических операций эти бункеры не всегда могут заполняться полностью – часто их емкость используется частично. На период действия АБ электроснабжения для выравнивания суммарного суточного графика электрических нагрузок (ГЭН) предприятия и получения минимальной мощности АБ необходимо полностью заполнять имеющиеся аккумулярующие емкости и только потом вводить в работу оборудование, обеспечивающее их опорожнение.

Технологический процесс спуска-подъема людей

При нормальных условиях работы угольной шахты функционирование вспомогательного подъема отличается значительной неравномерностью на протяжении суток. Обычно подъемная установка включается при наличии людей или материалов, которые необходимо поднять или опустить, даже если несколько или один человек. Отсутствие четкого расписания функционирования клетового подъема не приводит к возможности регулирования режима его работы и, тем более, к экономии электроэнергии. Принципиально другой подход должен быть при решении этого вопроса на период действия АБ, т.е. при дефиците электрической мощности и энергии. Количество рабочих, которые должны быть спущены в шахту или подняты на поверхность, снижается до минимума из-за отсутствия необходимости ведения подготовительных и добычных работ в полном объеме. Рабочие, выполняющие обновление линий очистных забоев, должны спускаться (подниматься) по определенному графику и за конкретное число циклов работы подъема. При этом следует учитывать необходимое количество бригад для обновления лав, время нахождения их под землей, время, необходимое для того, чтобы шахтеры добрались от ствола до очистных забоев и обратно, и другие факторы. Исходя из вышеперечисленного следует, что за один цикл включения вспомогательная подъемная установка должна обеспечить три полных цикла спуска-подъема людей, а периодичность циклов подъема определяется временем работ в лавах по поддержанию, учитывая необходимость спустить рабочих в шахту до обновления и поднять их на поверхность после. На интервале времени, когда не требуется обеспечивать технологический процесс добычи и транспортирования угля, т.е. до $T_{ноб}$, подъемная установка должна работать следующим образом: два цикла спуска-подъема рабочих в сутки, обслуживающих водоотливный комплекс, контролирующего пылегазовый режим и др.

Таким образом, предлагаемые технологические режимы угольной шахты на период действия АБ электроснабжения позволят сохранить производство, обеспечить безопасность рабочих и могут служить основой для имитационного моделирования режимов работы всего угольного предприятия с целью получения его равномерного ГЭН и минимизации мощности АБ.

Список литературы

1. Правила користування електричною енергією: Національна комісія з питань регулювання електроенергетики України. – К., 2000. – 53 с.

2. Разумный Ю.Т., Рухлов А.В. Анализ электроприемников аварийной брони электроснабжения угольных шахт // Гірнична електромеханіка та автоматика: Наук.-техн. зб. – 2002. – № 69. – С.15 – 20.
3. Правила безопасности в угольных шахтах. Утверждено Министерством труда и социальной политики Украины от 22.08.2000. – К.: Госнадзорохрантруда, 2000. – 485 с.
4. РТМ 07.02.010-78. Методика расчета режимов параллельной работы насосов водоотлива шахт, имеющих большие притоки. – М.: Минуглепром СССР, 1978. – 54 с.
5. Разумный Ю.Т., Рухлов А.В. Обеспечение электроэнергией угольной шахты в условиях дестабилизирующих воздействий внешних факторов // Сб. науч. – тр. НГУ. – 2002. – №15. – Т. 2. – С.220 – 224.