

УДК 621.31.031

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ АВТОНОМНОГО ИСТОНИКА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ

Скребнева Е.В., старший преподаватель
Ефременко В.М., к.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Масштабная авария в кузбасской энергосистеме 26.01.14 г. выявила несколько острых проблемных вопросов, один из которых – выполнение требований Постановления Правительства РФ № 861 от 27.12.04 г. в части обеспеченности угольных шахт автономным источником электроэнергии требуемой мощности [1]. Причём, суммарная требуемая мощность автономных источников для отдельной шахты достигает 10-15 МВА. Таким образом, мощность автономной энергоустановки шахты приближается к мощности малой ТЭЦ.

Следует отметить, что Постановление Правительства РФ № 861 говорит именно об «автономном источнике», технологически не связанном с энергосистемой. При этом отдельная фидерная линия от «другой» подстанции территориальной сетевой организации не рассматривается в качестве автономного источника, хотя при определённых условиях может гарантированно заменить автономный источник [2].

Автономный резервный источник питания с сетями технологически и функционально не связан. При этом владелец сам несет бремя содержания автономного резервного источника питания, на что указывают Правила технологического присоединения [1], обязывая владельца поддерживать электроустановку в состоянии готовности к использованию при возникновении аварийных ситуаций.

В законодательных и нормативных документах отсутствует однозначная трактовка термина «автономный источник электроэнергии», особенно для потребителей с большой величиной резервируемой мощности.

В настоящее время существуют научные работы, посвященные разработке алгоритмов и методики выбора и обоснования применения автономного источника электроснабжения на предприятии, но нет опыта реализации автономного электроснабжения крупных промышленных предприятий, в том числе угольных предприятий, с большой величиной резервируемой мощности.

Как было показано в работе [3], при каждой аварийной остановке высокоэнергоемкого технологического оборудования повышаются расходы электроэнергии за счет дополнительных затрат энергии на запуск агрегатов и работы технологического оборудования в неноминальных режимах работы. Повторный пуск электродвигателей сопровождается значительными пусковыми токами и негативно сказывается на его эксплуатационных характеристиках.

Также необходимо учитывать затраты предприятия на работу технологического оборудования на холостом ходу при запуске технологической цепочки. При внезапном прекращении электроснабжения угольной шахты и аварийной остановке технологического оборудования возникают условия, предопределяющие длительное восстановление нормального режима работы конвейерного транспорта, очистных и подготовительных забоев.

По проведенным теоретическим расчетам время запуска конвейерной линии (в зависимости от протяженности конвейера) составляет 35-76 мин. при условии, что все конвейеры в транспортной линии разгружены, т.е. на ленточном полотне отсутствует горная масса [3].

А учитывая, что вероятность остановки конвейера во время транспортировки горной массы достаточно велика, то будет осуществляться запуск конвейерного транспорта в загруженном состоянии, что приводит к серьезным поломкам коммутационного и сетевого электрооборудования, приводного оборудования и ленточного полотна конвейера. Последствия таких запусков приведут к дорогостоящим ремонтам, длительному простою технологического оборудования, а сам запуск может длиться от 2 часов до нескольких смен.

Проведенные исследования позволяют сформулировать общие принципы выбора мощности автономных источников питания (АИП) потребителей угольных шахты в условиях полного прекращения электроснабжения от энергосистемы.

Поскольку системы вентиляции и водоотлива допускают некоторый перерыв в электроснабжении, который должен быть определен конкретно для каждой шахты и указан в Плане ликвидации аварий, в начальный момент прекращения электроснабжения мощность АИП должна обеспечить работу людских подъемных установок на шахтах с вертикальными стволами, а также электрифицированных средств транспорта людей по горным выработкам. Для шахт с дизелевозным транспортом эта составляющая не учитывается. При вскрытии месторождения наклонными стволами в расчете мощности необходимо учитывать только мощность электрифицированного транспорта людей на поверхность.

Время допустимого перехода (время запуска и выхода на номинальный режим работы АИП) определяется Планом ликвидации аварий, но не более 0,5 ч [4]. При времени допустимого перерыва электроснабжения водоотливных и вентиляторных установок меньше времени, необходимого для эвакуации людей из горных выработок, необходимо предусмотреть работу вентиляторов или насосов водоотлива в режиме, обеспечивающем безопасные условия нахождения людей в выработках. Конкретная мощность и время включения в работу того или иного потребителя (водоотлив или вентиляция) определяется индивидуально для каждой шахты и указывается в Плане ликвидации аварий. После вывода людей из горных выработок людской подъем и транспорт могут быть отключены от АИП.

Кроме потребителей, указанных выше и обеспечивающих эвакуацию людей из подземных выработок необходимо в расчет мощности АИП включать мощность требуемую для работы средств связи, диспетчерского управления, контроля и автоматизации, а в зимний период – питательные насосы котельной.

Для поддержания шахты в постоянной готовности к возобновлению угледобычи после восстановления внешнего электроснабжения от централизованной энергосистемы, необходимо обеспечить не затопление выработок, а также их проветривание. Режим работы вентиляторных установок должен определяться недопустимостью превышения уровня метана в выработках выше критического ($\text{CH}_4 < 2\%$). Потребляемая при этом мощность электродвигателями насосов и вентиляторов должна быть минимально возможной.

Поскольку необходимо периодически обновлять линию очистного забоя, на данном временном отрезке перерыва централизованного электроснабжения, аварийный источник питания должен быть рассчитан на обеспечение работы очистных комбайнов, скребковых и ленточных конвейеров транспорта угля либо на поверхность либо к промежуточным или пристволовым бункерам. На рис. 1 приведена схема конвейерного транспорта одной из шахт Кузбасс.

Общая протяженность ленточных конвейеров шахты составляет 5700 м. Скорость движения транспортного конвейера – 3,15 м/с. Последовательный запуск каждого конвейера осуществляется с пульта горного диспетчера с поверхности шахты. Производится автоматический контроль режима работы каждого конвейера – контроль экстренной остановки, контроль пробуксовки, контроль скорости, контроль схода ленты, контроль противопожарной защиты конвейера.



Рис. 1 Схема конвейерного транспорта

Мощности электропривода современного технологического оборудования – комбайнов, лавных скребковых конвейеров и другого оборудования очистных забоев – могут достигать нескольких тысяч киловатт, а с учетом двигателей ленточных конвейеров по доставке угля на поверхность десятков тысяч киловатт. На рис. 2 приведена транспортная цепочка от лавы до угольного склада одной из шахт Кузбасса. Суммарная мощность всех приводов составляет 11250 кВт.

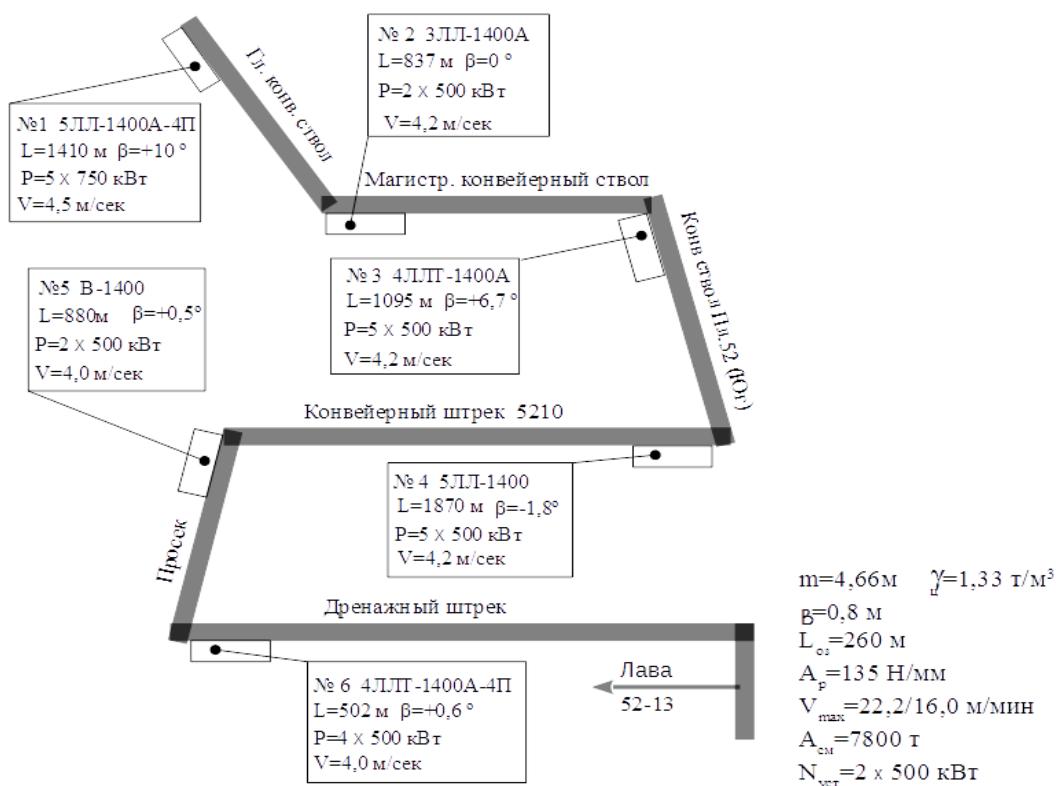


Рис. 2 Конвейерная линия шахты

Учитывая вышеизложенное, с целью оптимизации (минимизации) величины мощности независимого источника питания необходимо разрабатывать специальные план-графики работы всего электроборудования, подключенного к АИП.

Например, при остановленном очистном забое, а, вследствие этого снижении метановыделения, потребляемая мощность вентиляционных установок может быть снижена, при этом водоотливные установки, наоборот, должны работать в режиме, обеспечивающих поддержание уровня воды в водохранилищах на минимальном уровне (полностью откаченных).

В случае запуска забоя общая мощность АИП должна увеличиваться на величину мощности привода комбайна и конвейерного транспорта. Мощность, потребляемая вентиляционной установкой, увеличивается вследствие увеличения подачи воздуха в подземные выработки, а двигатели насосов водоотливных установок могут быть отключены. Время простоя водоотлива

определяется временем заполнения свободного объема водосборника и части резервного.

Расчет мощности аварийного источника питания необходимо проводить на основе графиков электрической нагрузки (ГЭН) для разных временных отрезков в перерыве электроснабжения от централизованного источника. Получение таких графиков экспериментальным путем затруднительно, поэтому необходимо создание компьютерной имитационной модели, которая позволить моделировать различные сочетания нагрузки, как по содержанию, так и по величине и времени действия.

Исходя из изложенного, для определения мощности автономного источника электроснабжения угольных шахт необходимо:

- сформировать перечень электроприемников угольных шахт, относимых к электроприемникам аварийной и технологической брони электроснабжения;
- определить время допустимого перерыва электроснабжения электроприемников аварийной и технологической брони электроснабжения угольных шахт;
- разработать план-графики работы всего электроборудования угольных шахт, подключенного к автономному источнику электроснабжения;
- создать компьютерную имитационную модель, позволяющую моделировать различные сочетания нагрузки, как по содержанию, так и по величине и времени действия.

Список литературы:

1. Об утверждении Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг и т.д. [Электронный ресурс]: постановление Правительства Рос. Федерации от 27 дек. 2004 г. № 861 (ред. от 18 апр. 2018 г.) // КонсультантПлюс: справ.-правовая система. – Версия Проф, сетевая. – Электрон. дан. – Доступ из локальной сети Науч. техн. б-ки Кузбас. гос. техн. ун-та.
2. Кудряшов, Д. С. Некоторые проблемные вопросы электроснабжения угольных предприятий Кузбасса [Текст] / Д. С. Кудряшов, А. С. Ярош, О. В. Наумов // Безопасность труда в промышленности. – 2014. – № 8. – С. 69-71.
- 3 Скребнева Е.В., Никулин В.Д. Использование быстродействующего АВР в системе электроснабжения угольных шахт [Электронный ресурс] / Е.В. Скребнева, В.Д. Никулин // IV Всероссийская научно-практическая конференция «ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА». – С. 242-1.
4. Охрана труда. – Режим доступа: <http://ohrana-bgd.ru/>.
5. Семыкина, И.Ю. Проблемы и пути решения вопросов надежности внешнего электроснабжения угольных шахт / И.Ю. Семыкина, Е.В. Скребнева // Записки горного журнала. 2017. – Т. 226.

6. Скребнева, Е.В. Анализ методов повышения надежности электроснабжения [Электронный ресурс] / Е.В. Скребнева // IX Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, 2017.