

Ю.Т. Разумный, д-р техн. наук, А.В. Рухлов

(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)

УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Управление режимами электропотребления промышленных предприятий, в том числе и угольных шахт, осуществляется, главным образом, при применении дифференцированного по зонам суток тарифа на электроэнергию. Финансовые затраты на такое управление окупаются у потребителя за счет снижения оплаты за электроэнергию, а в генерирующей компании компенсируются уменьшением удельного расхода топлива и, следовательно, снижением топливной составляющей себестоимости при выработке электроэнергии. Такие процессы управления электропотреблением с применением указанных тарифов основываются на хорошо отработанных технологических режимах работы предприятия применительно к нормальным, регламентированным условиям функционирования систем генерирования и потребления электроэнергии. Поэтому отношения между энергосистемой и потребителями электроэнергии базируются на взаимовыгодной основе, что не создает каких-либо жестких условий для управления режимами электропотребления.

Совершенно другие условия электроснабжения предприятий появляются при авариях в энергосистеме. Поэтому действующими в Украине "Правилами пользования электрической энергией" предусматриваются условия обеспечения электроэнергией потребителя при аварийных режимах в энергосистеме. Вероятность возникновения таких режимов в последнее время значительно возросла, например: события, которые повторяются в стране каждый зимний период; аварии на шахтах "Краснолиманская" и "Родинская", когда в течение нескольких суток рабочие находились под землей; погашение системы электроснабжения г. Москвы в мае 2005 г и др. Природа возникновения системных аварий в энергосистеме разнообразна и она оговорена в указанных Правилах. Главное, что энергосистема обязана обеспечить электроэнергией потребителей для безаварийного простоя путем покрытия электрической нагрузки аварийной (АБ) и технологической брони электроснабжения. Вместе с тем практика показывает, что не для всех аварийных случаев энергосистема способна ее обеспечить.

Для угольной шахты необходимость покрытия нагрузок АБ обусловлена спецификой угледобывающего предприятия, которая определяется условиями подземной добычи полезного ископаемого и горно-геологическими особенностями. Так, при подземной добыче угля рабочие в течение всей смены находятся в обводненной и загазированной метаном среде и, как правило, при отключении электроэнергии возможность их выхода на поверхность

значительно затрудняется. При длительном же перерыве в электроснабжении и отрицательных температурах появляется непосредственная угроза для жизни людей, так как происходит обмерзание воздухоподающего ствола. Горно-геологические особенности определяют тот факт, что отключение электроэнергии может привести к авариям, поломкам дорогостоящего горного оборудования, и, следовательно, к прекращению добычи угля даже при восстановлении электроснабжения в полном объеме.

Кроме функционирования первоочередных электроприемников, включаемых в перечень АБ электроснабжения шахты (вентилятор главного проветривания, водоотлив, котельная, грузо-людской подъем и др.), следует также предусматривать работу машин и механизмов добычных комплексов в очистных забоях, где по горно-технологическим условиям необходимо обновление их линий. Накопление некоторого количества угля в результате подвигания линии очистного забоя потребует функционирование подземного транспорта. На последующих этапах после заполнения аккумулялирующего бункера околоствольного двора в работу должен быть введен угольный подъем. Указанный порядок работы машин и механизмов неизбежен, если поставлена цель сохранить производственную мощность шахты после полного возобновления электроснабжения и не допустить состояния, при котором ее работоспособность окажется невозможной или потребует вложения значительных дополнительных средств и больших затрат времени и рабочей силы. Из приведенного следует, что значение мощности АБ для условий продолжительного перерыва в электроснабжении является не жестко фиксированной величиной, а зависит от времени ограничения в подаче электроэнергии на шахту.

Характерно, что убытки потребителя вследствие перерыва в электроснабжении и несоблюдения порядка перевода на аварийную или технологическую броню вследствие действия или бездействия энергоснабжающей организации должны возмещаться последней в соответствии с законодательством Украины. Практически они не могут быть возмещены, так как могут исчисляться несколькими млрд. грн.

Для рассматриваемых условий в Украине разработана и введена в действие "Инструкция о порядке составления акта экологической, аварийной и технологической брони электроснабжения потребителей" (далее – Инструкция). При этом АБ определена как наименьшая величина потребляемой электрической мощности и энергии, необходимая для обеспечения безаварийного простоя предприятия при ограничении электроснабжения. В соответствии с Инструкцией расчет электрической нагрузки электроприемников АБ следует выполнять с использованием коэффициентов загрузки (0,7 – 0,8) и одновременности их работы, которые должны уточняться для каждого электроприемника при обследовании, что практически не делается. Нагрузка АБ определяется суммой всех значений полученных мощностей. Предлагаемый в Инструкции подход к расчету электрической мощности АБ не является корректным, поскольку она как наименьшая величина не может быть получена сложением мощностей электроприемников, ее составляющих,

умноженных на коэффициенты загрузки и одновременности. По сути это метод расчета электрической нагрузки с использованием коэффициента спроса, который не может гарантировать минимум мощности, а напротив, утверждает ее осредненный за 30 мин максимум. Таким образом, предлагаемый в Инструкции метод расчета мощности противоречит самому определению АБ и поэтому не может быть научно обоснован.

Определение мощности АБ действующим методом не позволяет получить ее минимального значения, чего можно достичь двумя путями: снижением потребляемой мощности каждым электроприемником АБ путем использования существующих технических средств (при наличии такой возможности) и выравниванием группового графика электрической нагрузки (ГЭН) шахты. Следующий существенный недостаток действующего метода расчета мощности АБ – отсутствие возможности управления электроприемниками на период ограничения электроснабжения, что не позволяет реализовать необходимые технологические процессы в нужной последовательности и тем самым не гарантирует потребления мощности на уровне АБ.

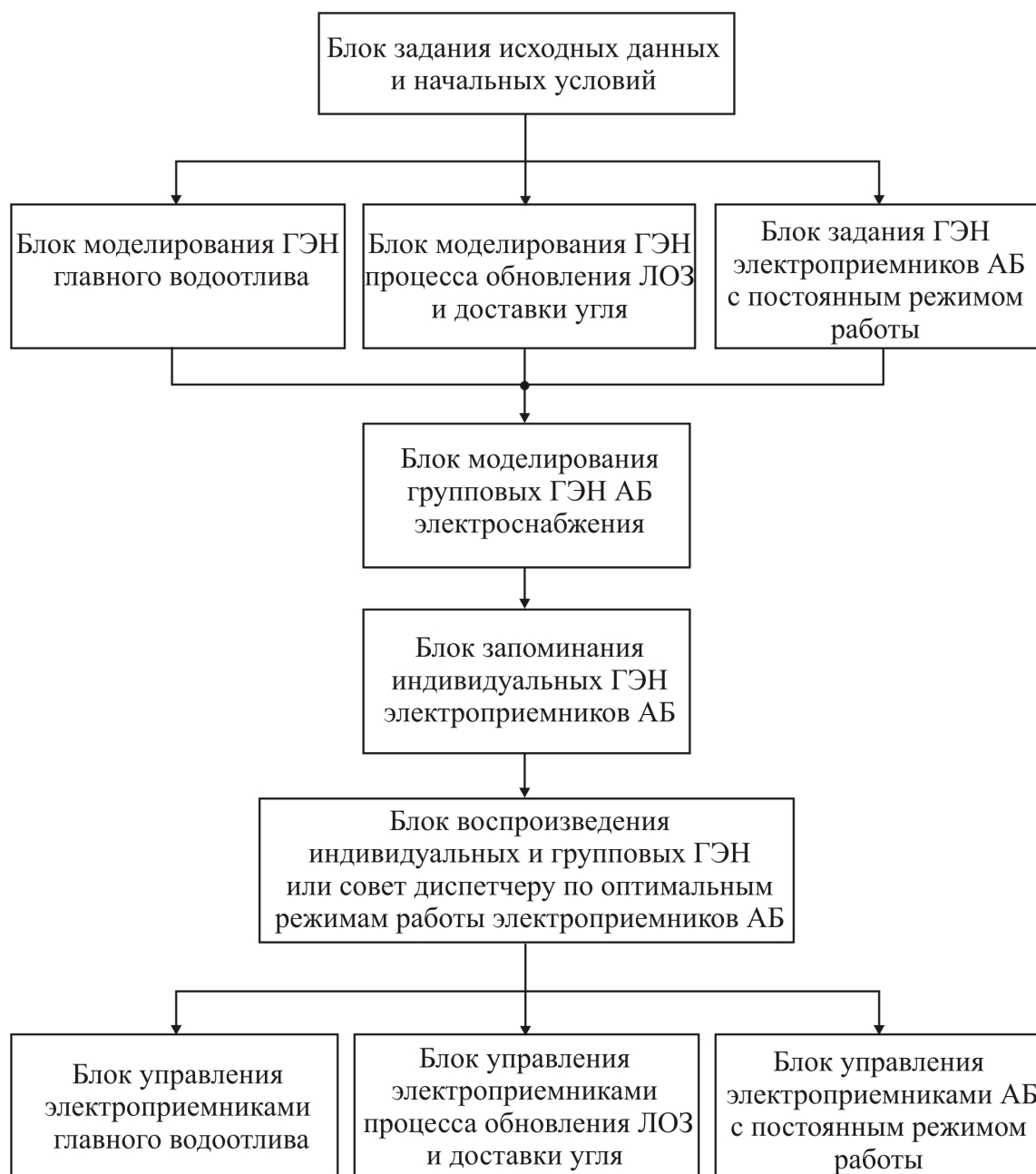
Недооценка вероятности возникновения продолжительных ограничений электроснабжения, несовершенство действующей Инструкции, отсутствие опыта по организации режима электропотребления, обеспечивающего минимизацию мощности АБ, при которой соблюдались бы условия сохранения предприятия и другие обстоятельства не создают предпосылок к управлению режимами электропотребления угольной шахты при ограничениях электроснабжения. Отсутствие логической причинно-следственной последовательности событий, как правило, обуславливает лавинообразное развитие аварии в сложных системах.

Управление электроприемниками АБ в режиме ограничения электроснабжения может осуществляться способом, при котором равномерный ГЭН формируется аппаратом моделирования, позволяющим получить некоторое количество реализаций возможных режимов работы для каждого электроприемника АБ в зависимости от технологического процесса и конкретных условий. Такой способ обеспечивает минимизацию мощности АБ и формирование режимов работы шахты на период ее действия. В схеме на рисунке представлены следующие основные блоки:

- блок задания исходных данных и начальных условий;
- блок моделирования ГЭН главной водоотливной установки;
- блок моделирования ГЭН процесса обновления линий очистных забоев (ЛОЗ) и доставки угля;
- блок задания ГЭН электроприемников АБ с постоянным режимом работы;
- блок моделирования групповых ГЭН шахты;
- блок запоминания индивидуальных ГЭН электроприемников АБ;
- блок воспроизведения индивидуальных и групповых ГЭН или совет оператору по оптимальным режимам работы электроприемников АБ;
- блоки управления электроприемниками АБ.

В блоке задания исходных данных и начальных условий осуществляется ввод необходимой информации по конкретной угольной шахте для точного

определения мощности АБ. Количество такой информации велико, что обуславливается необходимостью описать как систему электроснабжения шахты, так и ее оборудование, обеспечивающее выполнение соответствующих технологических процессов, с учетом всех горно-геологических условий, в рамках которых функционирует угледобывающее предприятие, например, количество очистных забоев, их длина, мощность пластов и т.д.



Обобщенная схема определения режимов работы и управления электроприемниками АБ

По каждому технологическому процессу набор исходных данных и начальных условий будет оригинальным, но для всех блоков один параметр будет общим – время изменения режима работы $t_{и}$. Его можно определить как промежуток времени, через который будет вычисляться мощность АБ как в целом по шахте, так и по отдельным потребителям, и осуществляться изменение режима работы того или иного электроприемника АБ (например,

включение дополнительного числа насосов для главного водоотлива). В связи с использованием получасовых промежутков времени при определении электрических нагрузок интервал t_u целесообразно принять равным 0,5 часа, однако он может быть увеличен до часа и более в зависимости от желаемой точности определения АБ.

В блоках моделирования ГЭН электроприемников АБ технологических процессов откачки воды, обновления ЛОЗ и доставки угля, выполняют формирование их режимов работы с соблюдением технологических и горно-геологических условий для конкретного предприятия. В этом случае время изменения режима работы t_u будет определять время сдвига между началом работ в очистных забоях, а алгоритм обновлений их линий будет разветвленным, поскольку есть возможность и поочередного обновления, и ведения работ по поддержанию очистных забоев сразу в нескольких лавах, относящихся к одному транспортному потоку.

В блоке задания ГЭН электроприемников АБ с постоянным режимом работы производится определение суммарной мощности АБ потребителей, имеющих относительно равномерный ГЭН (вентилятор главного проветривания, ламповая, котельная в зимний период), а также электроприемников, чья суммарная мощность невелика и режим работы которых невозможно точно смоделировать (насосы хозяйственного водоснабжения, оборудование механических мастерских и др.). Их осредненная мощность также представляет собой постоянную составляющую в групповом ГЭН.

Основным блоком в схеме управления выступает блок моделирования групповых ГЭН шахты. В нем осуществляется перебор всех возможных комбинаций ГЭН электроприемников АБ, полученных в блоках их моделирования, осреднение мощностей за получасовой интервал и определение коэффициента заполнения группового ГЭН. Полученное множество K_{3zi} является информационным массивом для выполнения процедуры выбора $K_{3zi} \rightarrow 1$ путем последовательного перебора всех значений. Такой выбор заканчивается не одним конечным значением (даже если $K_{3zi} = 1$), а ограниченным множеством, реально обозримым диспетчером энергослужбы. Суть отбора вариантов при переборе ограниченного множества заключается в задании отклонений $\Delta K_{3zi} = (5...10...15\%)$ от $K_{3zi} = 1$. Если количество вариантов при отклонении $\Delta K_{3zi} = 15\%$ значительное, то его можно ограничить, задав значение $\Delta K_{3zi} = 10\%$ и т.д. Диспетчеру энергослужбы шахты выдается ограниченное количество вариантов, находящихся в области при $K_{3zi} \rightarrow 1$. Он принимает решение о выборе определенного ГЭН, располагая необходимыми данными о режимах работы технологических установок (электроприемников АБ).

Управление электроприемниками осуществляется по разработанным индивидуальным ГЭН, сохраненным и воспроизведенным соответствующими блоками, при которых был определен оптимальный групповой график. Информация о рекомендуемом режиме работы электроприемников АБ поступает энергодиспетчеру. При возможности дистанционного или автоматического управления технологическими установками (вентилятор

главного проветривания – с пульта диспетчера, конвейерный транспорт и насосные агрегаты водоотлива – с помощью систем автоматического управления) эти функции может выполнять энергодиспетчер шахты, однако такой вариант не является распространенным на сегодняшний день. Гораздо чаще для электроприемников должны составляться графики работы (технологические карты), функции по управлению которыми берут на себя операторы местного управления, обеспечивая соблюдение смоделированных индивидуальных ГЭН электроприемников АБ.

Вывод

Разработанный способ управления режимами электропотребления угольной шахты на период ограничения электроснабжения до уровня АБ – принципиально новый подход, который позволяет реализовать наиболее равномерный групповой ГЭН, характеризующийся минимальной мощностью, путем выполнения соответствующих технологических процессов по смоделированным индивидуальным графикам нагрузки. При этом их реализация может осуществляться как диспетчерским (дистанционным), так и операторским (местным) управлением.