

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

404-1

12-14 ноября 2020 года

УДК 621.311

М.П. ГАВРИЛОВ, студент гр. ЭПм-191 (КузГТУ)
Научный руководитель Р.В. БЕЛЯЕВСКИЙ, к.т.н., доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ FACTS ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
НАДЕЖНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ
ШАХТ**

Понятие интеллектуальных сетей SmartGrid предусматривает применение современных технологий, которые направлены на превращение пассивных элементов электрической сети в активные элементы, характеристики и параметры которых предполагают изменения соответственно от эксплуатации в реальном режиме времени, и активно участвуют в процедурах производства, распределения, передачи и потребления электрической энергии [1].

В России на настоящий момент начала активно формироваться интеллектуальная энергетическая система с активно-адаптивной сетью - ИЭС ААС (за рубежом - Smart Grid). Базовыми элементами архитектуры SmartGrid являются устройства компенсации реактивной мощности FACTS (FlexibleACTransmissionSystem – перспективная система по передаче переменного тока). FACTS представляет собой одну из наиболее перспективных технологий электрических сетей, существование которой состоит в преобразовании пассивных устройств электрической сети по передаче электрической энергии в систему активного участия в регулировании режимов работы электросетей.

В этой связи важнейшей задачей становится создание управляемых систем электропередачи переменного тока FACTS-устройств архитектуры Smart Grid, сложность проектирования которых заключается в многовекторности стоящих перед проектировщиками задач, которые требуют высокоэффективных, заинтересованных и скоординированных решений всеми субъектами (участниками) рынка электрической энергии (сетевые организации, компании, обладающими генерирующими мощностями, крупные потребители, имеющие регулируемые компенсирующие устройства и пр.).

Тенденцией технического оснащения современных энергосистем становится применение гибких (управляемых) систем электропередач FACTS. Использование устройств и технологий FACTS, содержащие все элементы электроэнергетической инфраструктуры: электрогенерацию, передачу, потребление электрической энергии, способствует в предотвращении

III Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

404-2

12-14 ноября 2020 года

системных аварий, снижении числа аварийных отключений, позволяет провести оптимизацию систем электроснабжения.

Базовым критерием, служащим для оценки энергетической эффективности распределительных сетей является уровень потерь электрической энергии при ее транспортировке. Уровень потерь электроэнергии, в первую очередь показывает общее состояние системы учета электроэнергии в энергосистеме, общее техническое состояние электрооборудования, а также свидетельствует об имеющемся уровне эксплуатации распределительных сетей сетевыми организациями.

Результаты проведенного технического аудита энергетических объектов в электросетевых и промышленных предприятиях свидетельствуют о том, что основная доля технологических потерь в распределительных сетях напряжением 6-10 кВ приходится на потери в линиях электропередачи, а также на потери холостого хода трансформаторов. В первую очередь, это свидетельствует о недостаточном уровне организации работы по эксплуатации электрических распределительных сетей, о критическом уровне износа электрооборудования в распределительных сетях, а также о незначительном уровне автоматизации систем управления техпроцессами по передаче электроэнергии в сетях.

Существующие на сегодняшний день объемы и темпы капитальных ремонтов электрооборудования, работ по техническому переустройству и реконструкции распределительных сетей, могут привести только к приостановке, либо к незначительному снижению уровня износа электросетевых объектов электроэнергетического комплекса.

Зачастую руководители промпредприятий не в полной мере владеют информацией по имеющемуся потенциалу по снижению энергоемкости выпускаемой продукции за счет снижения издержек по содержанию электроэнергетического комплекса, также повышения производительности (эффективности) работы распределительных сетей предприятий.

Для оптимальной работы распределительных сетей с минимальными потерями необходимо обеспечить их рациональное построение, с повышением эффективности режимов работы сетей, как по активной и реактивной мощностям, так и по напряжению [2].

Горные предприятия (угольные шахты и разрезы) являются электропотребителями, ограничение режима электроснабжения которых приводит к значительным экономическим, социальным и экологическим последствиям. Перерывы электроснабжения данных предприятий не только приводят к экономическим убыткам, но и в целом угрожают жизням и здоровью людей, приводят к экологическим катастрофам.

III Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

404-3

12-14 ноября 2020 года

Основным фактором для повышения надежности электроснабжения горных предприятий служит создание систем резервирования. Вторым фактором являются схемы электрических соединений.

Кроме того, надежность электроснабжения угольных предприятий обуславливается надежностью энергосистемы в целом, а также надежностью ее составных частей: надежностью проводов, кабельных линий электропередач, исправностью изоляторов, опор ЛЭП и пр.

Проведенные исследования систем внешнего энергоснабжения шахт выявили основные причины аварийных отключений горных предприятий, а именно - для электроснабжения многих шахт применяются схемы снабжения с двухцепными воздушными линиями электропередачи, что согласуется с Правилами устройства электроустановок, но не позволяет обеспечить требуемый уровень надежности по обеспечению электроэнергией потребителей. В этой связи необходимо осуществлять поиск новых методик и методов для проектирования и проведения реконструкции систем электроснабжения горных предприятий и шахт.

Применение различных технических решений, выбор мер и мероприятий для повышения надежности внешнего электроснабжения горных предприятий в значительной мере обуславливается уровнем обособленности источников питания. Существующие методики оценки обособленности (независимости) способов резервирования и источников электроснабжения направлены не на количественные показатели, а чаще всего на определение и качественное описание степени независимости.

Проведенный анализ показал, что в последние годы очень мало внимания уделялось проблемам надежности электроснабжения шахт.

В целях повышения надежности электроснабжения анализ технического состояния систем внешнего электроснабжения шахт не проводился, в том числе моральный и физический износ СЭС, количество ремонтов, условий эксплуатации.

За последние годы отмечается значительный прирост энергопотребления большого числа угольных предприятий, что привело к дефициту мощности данных производств. Все это требует принятие оперативных действенных мер по скорейшему вводу в эксплуатацию дополнительных генерирующих мощностей, находящихся в ведении Кузбасского филиала АО «СГК», а также ввода в эксплуатацию новых объектов электросетевого хозяйства, находящихся в ведении распределительной компании - филиала ПАО «МРСК Сибири» - «Кузбассэнерго - РЭС». Отмечается дефицит мощности в энергосистеме Кузбасса.

В связи с невозможностью осуществить технологическое присоединение электрических сетей для новых горных предприятий к сетям гарантирующих поставщиков, происходит приостановка строительства новых шахт и

III Всероссийская (с международным участием) молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

404-4

12-14 ноября 2020 года

разрезов, что в конечном итоге приводит к снижению производства угля, лишает большого количества новых рабочих мест.

На современном этапе «заявочные» принципы по технологическому присоединению угольных предприятий фактически отменили перспективное планирование по развитию энергосистем для угольных месторождений Кемеровской области, а также привели к тому, что повсеместно стала применяться негативная практика присоединения к энергосистемам по «отпаечным» схемам.

Применение «отпаечных» схем может негативно повлиять на безопасность производственных процессов и в целом на производственную безопасность. Зачастую при подключении опасных промышленных объектов не соблюдаются требования по надежности снабжения предприятий электроэнергией.

Необходимо отметить, что в правовых и нормативных актах современной России на сегодняшний день отсутствует единеное толкование понятия «автономный источник электроэнергии». Также отсутствуют единые способы рассмотрения проблем по автономному снабжению электричеством крупных горных предприятий с большими величинами резервируемых мощностей [3].

Согласно требованиям Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии (Постановление Правительства РФ от 27.12.2004 №861) для питания аварийной брони на угольных шахтах необходимо применять автономные источники питания. Это означает, что значительная доля приемников электроэнергии горных предприятий фактически принадлежит к «особой» группе надежности электроснабжения. Электроприемники «особой» группы по надежности электроснабжения согласно требованиям Правил устройства электроустановок необходимо подключать от трех независимых источников питания.

В условиях Кузбасса в форме третьего независимого источника питания возможно применение отдельной питающей линии электропередачи от другой подстанции, принадлежащей сетевой организации.

Таким образом, для внешнего электроснабжения угольных шахт необходимо применять не менее двух одноцепных воздушных линий.

Сравнительная простота обслуживания и достаточно небольшие эксплуатационные расходы, позволяет ЛЭП превосходить другие варианты решения проблемы по затратам в виде третьего источника питания.

Это все значительно повысило бы общую надежность внешнего электроснабжения горных предприятий, исключив причины не связанных с эксплуатацией аварийных ситуаций.

В результате анализа установлено, что строительство линии электропередачи 35 кВ по «отпаечной» схеме и строительства подстанции ПС 35/6

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

404-5

12-14 ноября 2020 года

кВ, как третий независимый источник питания электроприемников аварийной брони, является экономически наиболее целесообразным и практичным вариантом в сравнении прочими вариантами.

Затраты на строительство и срок окупаемости являются наиболее оптимальными фактором для повышения надежности электроснабжения шахты и подлежат реализации в первоочередном порядке, в том числе для снижения угрозы жизни людей и предотвращения аварий техногенного характера.

При этом на выбор третьего источника питания для повышения надежности систем внешнего электроснабжения угольных предприятий, влияют мощность аварийной брони и удаленность шахты от центров питания.

Разнесение по цепям двухцепной ВЛ 110 кВ на две одно-цепные линии при строительстве двух линий в соответствии с требованием ПУЭ являются неприемлемыми в связи с большими затратами по их строительству.

Применение технологического присоединения по «отпаечной» схеме от ВЛ 35 кВ оказалось наиболее оптимальным для шахты. Таким образом, в случае наличия свободных резервных мощностей на ближайших к шахтам подстанциях наиболее целесообразно использовать третью питающую линию, что позволит зарезервировать основные источники питания, и при каком - либо нарушении электроснабжения запитать аварийную броню шахты.

Список литературы:

1. Повышение энергоэффективности в распределительных сетях 6-10 кВ // Энергетика. Энергосбережение. Инвестиции [электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://energosber18.ru/energosberezhenie/propaganda/publikacii/povyishenie-energoeffektivnosti-v-raspredelitelnyix-setyax-6-10-kv.html>

2. Долингер С.Ю., Лютаревич А.Г., Панкрац Т.В., Жданова В.А. Основные подходы реализации системы управления устройствами FACTS с учетом оптимизации режима электрической системы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований № 11, 2016 [электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://applied-research.ru/pdf/2016/11-2/10465.pdf>

3. Скребнева Е.В., Анализ методов повышения надежности электроснабжения // Сборник материалов IX Всероссийской, научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая» 18-21 апреля 2017 г. [электронный ресурс]. - Режим доступа:

**III Всероссийская (с международным участием) молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

404-6

12-14 ноября 2020 года

<http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2017/RM17/pages/Articles/0201062-.pdf>

Информация об авторах:

Гаврилов Михаил Павлович, студент гр. ЭПм-191, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, gmp199712@gmail.com

Беляевский Роман Владимирович, к.т.н., доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, brv.egpp@kuzstu.ru