

## Алгоритмы и принципы построения автоматизированной системы поддержки работоспособности электротехнических комплексов очистных участков угольных шахт

Опыт создания автоматизированных систем показывает, что эффективное управление энергетическим хозяйством обеспечивается с помощью внедрения в производство систем автоматизированного диспетчерского управления (АСДУ). При существующих условиях построения структуры шахты наиболее рациональной является двухступенчатая АСДУ. В этом случае отдельные энергетические системы предприятия имеют самостоятельные пункты управления, ведающие работой сооружений и сетей только данной энергетической системы, а центральный диспетчерский пункт (ЦДП) отдела главного энергетика (ОГЭ), осуществляет руководство энергетическим хозяйством предприятия в целом, координирует работу отдельных диспетчерских служб и связывается с внешними производителями и потребителями энергии.

Программные комплексы, автоматизирующие работы, проводимые в отделах главного энергетика шахты, выполняют функции, связанные с решением следующих основных задач [1-5]:

- оперативно-техническое управление службами и системами, подчиненными главному энергетику (С и СГЭ);
- организационно-экономическое управление С и СГЭ;
- ремонтно-технологическое управление системами, подчиненными ГЭ.

В состав программного обеспечения ОГЭ входит автоматизированная система расчета электроснабжения (АС РЭС) добычных участков шахты, которая может функционировать и как самостоятельная автономная система. Задачи, решаемые АС РЭС, следующие:

- хранение и обработка данных для расчета схем электроснабжения в соответствии с требованиями ПБ;
- хранение и обработка данных для формирования структуры схем электроснабжения технологических объектов, корректировки изменений в схемах с последующим их расчетом и документированием;
- хранение и вызов справочной информации об аппаратах, о кабельных изделиях, устройствах защиты и управления, имеющихся на складах шахты;
- хранение и выдача по требованию регламентированной ПБ справочной информации, определяющей допустимую структуру и технические характеристики схем электроснабжения;
- хранение в памяти ЭВМ расчетов и графических изображений схем электроснабжения шахты;
- хранение и обработка данных для формирования твердых копий схем электроснабжения.

Расчет имеет линейную структуру, с возможностью возврата в любую точку. На рисунке 1 приведен общий алгоритм расчета электроснабжения добычного участка угольной шахты, без детализации по от-

дельным процедурам расчета. Алгоритм соответствует ГОСТ 15150 и позволяет:

- осуществлять расчет электроснабжения новых участков;
- создавать множество новых вариантов расчета электроснабжения участка;
- автоматизировать процесс расстановки потребителей по участкам;
- проводить проверочные расчеты электроснабжения действующих добычных участков;
- создавать множество новых вариантов схем электроснабжения для существующих добычных участков;
- корректировать результаты расчетов;
- просматривать результаты расчетов.

В соответствии с данным алгоритмом в начале расчета сотрудник отдела главного энергетика выбирает/создает участок для расчета, просмотра или корректировки.

После того как участок выбран/создан, формируется список электропотребителей в соответствии с технологической схемой расстановки оборудования для добычного участка угольной шахты. Список электропотребителей формируется на основании базы данных (БД), спроектированных в СУБД Access.

После расстановки электропотребителей, в соответствии с разработанным алгоритмом, рассчитывается мощность трансформаторной подстанции и производится расстановка потребителей по трансформаторным подстанциям. При этом учитываются мощность и напряжение электропотребителей и формируется несколько списков электропотребителей для каждой трансформаторной подстанции. Далее производится расчет, выбор и проверка кабельной сети участка. Следующими шагами являются выбор и проверка аппаратуры управления и защиты, расчет и выбор автоматических выключателей, пускателей и уставок. После этого рассчитывается осветительная сеть.

Алгоритм расчета/корректировки электроснабжения добычного участка имеет сложную структуру, состоящую из циклических и разветвленных участков (рисунок 2).

На основе данного алгоритма разработана автоматизированная система в среде программирования С Builder. АС РЭС функционирует в следующих режимах:

- информационном, при котором средства вычислительной техники осуществляют хранение и представление информации по запросу;
- в оперативно-расчетном, при котором средства вычислительной техники в диалоговом режиме выполняют задачи автоматизированного расчета с сохранением входных, выходных и промежуточных результатов.

Расчет электроснабжения начинается с формы выбора участка, на которой сотрудник отдела главного энергетика может:

– создавать участок и дату для расчета электроснабжения;

– создавать новые (по дате) расчеты для существующих участков с учетом изменения схемы расстановки технологического и/или электрического оборудования;

– корректировать результаты предыдущих расчетов для выбранного участка и варианта расчета;

– просматривать результаты расчетов;

– удалять расчет схемы электроснабжения с фиксированной датой;

– удалять информацию о технологическом участке с фиксированной датой.

После выбора участка и даты расчета происходит выбор электропотребителей участка из существующей базы данных, здесь же можно произвести, если это необходимо, замену электродвигателя электропотребителя участка, а также просмотреть характеристики электропотребителей и установленных электродвигателей.

На следующем шаге по сформированной нагрузке рассчитывается нагрузка на трансформаторную подстанцию.

Если в результате расчета выбрано 2 и более трансформаторных подстанций, то происходит расстановка электропотребителей по трансформаторным подстанциям с учетом мощности и напряжения. После расстановки электропотребителей проверяется нагрузка на трансформаторную подстанцию.

Затем, согласно технологической схеме расстановки оборудования, вводятся длины кабелей, и согласно алгоритму производится расчет и проверка

кабельной сети. В случае необходимости сотрудник отдела главного энергетика может провести замену кабеля из БД, с последующей проверкой критериев его работоспособности.

На следующем шаге производится выбор аппаратуры управления и защиты. В случае необходимости в системе предусмотрена возможность замены пускателей, автоматических выключателей, уставок из справочников базы данных с последующей проверкой критериев их эксплуатации в схеме электроснабжения добычного участка.

Итоговая форма позволяет просмотреть весь список электропотребителей, выбранные понизительные подстанции, кабельную сеть, аппаратуру управления и защиты на одной общей форме.

Помимо вывода на экран по результатам расчета формируется выходной документ с основными расчетными таблицами и схемой электроснабжения участка.

Следует отметить, что существует достаточно большая вероятность принятия к технической реализации неверных расчетов схем электроснабжения добычных участков. Применение автоматизированной системы расчета электроснабжения позволяет снизить вероятность общего риска до доли физических лиц.

Таким образом, АС РЭС способствует:

– снижению трудоемкости делопроизводства в ОГЭ;

– повышению оперативности и снижению трудоемкости при проведении расчетов схем электроснабжения и энергоснабжения шахты;

– повышению качества расчета электроснабжения добычных участков угольных шахт за счет автоматизации основных процедур и, как следствие, снижению ошибок при проведении расчета.

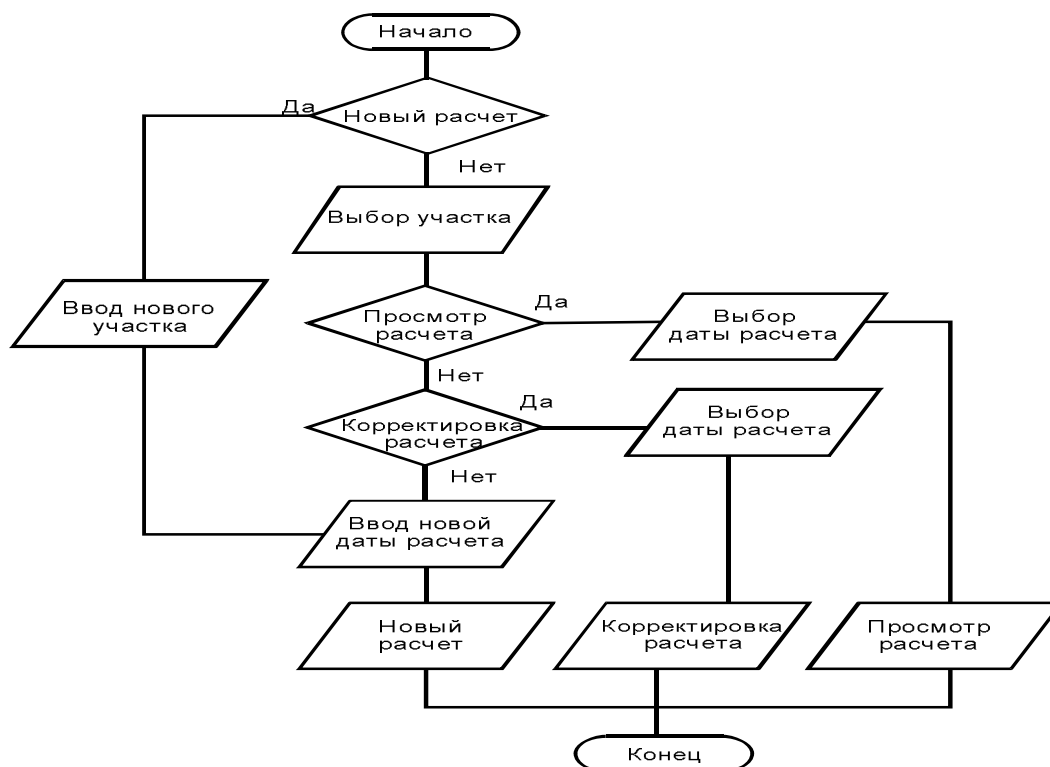


Рисунок 1 – Алгоритм автоматизированного расчета электроснабжения участка угольной шахты

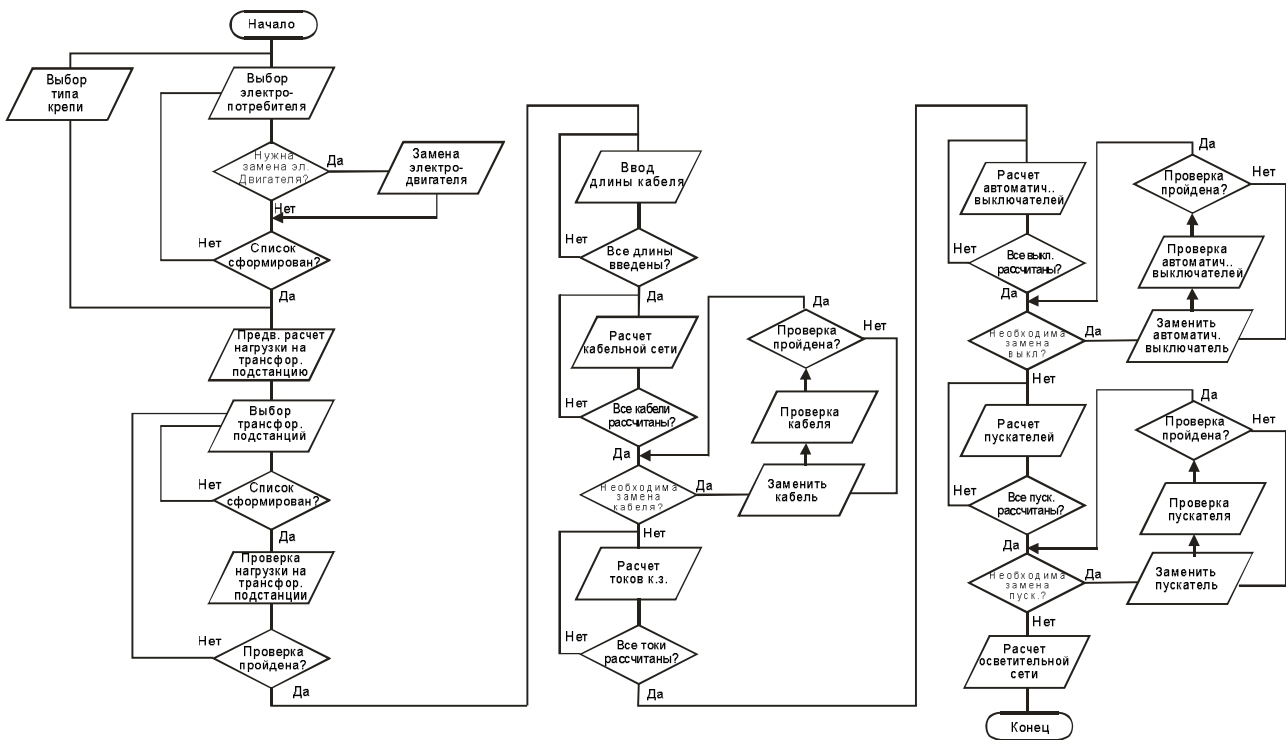


Рисунок 2 – Алгоритм расчета корректировки электроснабжения добычного участка

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по электроустановкам угольных предприятий. Электроустановки угольных шахт: Справочник / В.Ф. Антонов, Ш.Ш. Ахмедов, С.А. Волотковский и др. М.: Недра, 1988. 727 с.
2. Электрооборудование и электроснабжение участка шахты: Справочник / Р.Г. Беккер и др. М.: Недра, 1983. 503 с.
3. Дзюбан В.С., Риман Я.С., Маслий А.К. Справочник энергетика угольной шахты. М.: Недра, 1983. 542 с.
4. Овсянников Ю.А., Кораблев А.А., Топорков А.А. Автоматизация подземного оборудования: Справочник рабочего. М.: Недра, 1990. 287 с.
5. Риман Я.С., Соловей А.И. Устройства и эксплуатация электрооборудования стационарных установок шахт: Справочник рабочего. М.: Недра, 1991. 284 с.

**УДН 621.316.9**

**БРЕЙДО И.В.,  
СМАГУЛОВА И.К.,  
ИСКАНОВ У.К.**

### Методы адаптации параметров аппарата защиты от токов утечки в условиях колебания напряжения

Для обеспечения безопасности эксплуатации электрических сетей с изолированной нейтралью и электрооборудования в горнодобывающей промышленности широко применяются аппараты защиты от токов утечки. Ответственность решаемых с помощью аппаратов защиты от токов утечки задач делает необходимым предъявление особенно жестких требований к надежности и устойчивости работы этих аппаратов, к стабильности их характеристик и точности измерения контролируемых параметров изоляции сети.

Вследствие сложности физических явлений, связанных с токами утечки, известные на данный момент методы защиты, разработанные для аппаратов защиты от токов утечки, не в полной мере отвечают предъявляемым требованиям. В существующих аппаратах не осуществляется автоматической подстройки уставки срабатывания, что приводит к увеличению максимально допустимого длительного тока при двухфазном замыкании и при колебаниях напряжения контро-

лируемой сети. В подземных сетях электроснабжения в процессе эксплуатации периодически изменяется протяженность защищаемых линий. Неконтролируемые изменения параметров защищаемых сетей приводят к снижению эффективности средств защиты. В сущности, аппарат защиты должен обладать адаптивными свойствами к изменяющимся характеристикам сети [1].

Разработка адаптивной системы защиты от токов утечки предлагается осуществить методами нечеткой логики. В области управления техническими системами методы нечеткой логики позволяют получать более эффективные результаты по сравнению с результатами, которые основываются на использовании традиционных аналитических моделей и алгоритмов управления.

Для получения представления о процессах, протекающих в сети с изолированной нейтралью, а также получения данных, необходимых для формирования