

ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ И СПОСОБЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ.

Самарский государственный аэрокосмический университет

Трудно переоценить ту важную роль, которую играют устройства релейной защиты и автоматики в обеспечении надежности функционирования технологического оборудования и электрических систем. Промышленные электросети и электроустановки для своей защиты от повреждений и ненормальных режимов работы в большинстве случаев не требуют сложных устройств релейной защиты. Однако, особенности технологических процессов и связанные с ними условия работы и электрические режимы электроприемников и распределительных сетей могут предъявлять повышенные требования к быстродействию, чувствительности и селективности устройств релейной защиты, к их взаимодействию с сетевой автоматикой: автоматическим повторным включением резервного питания (АВР), автоматическим повторным включением (АПВ), автоматической частотной разгрузкой (АЧР). При этом не вызывает сомнения, что одно из самых основных требований, которому должны отвечать устройства релейной защиты и автоматики, это надежность и правильность их функционирования. Поэтому из этого требования вытекает соответственно и проблема качества монтажа этих устройств. Особенно эта проблема актуальна для заводов-изготовителей данных устройств, так как в условия рынка на сегодняшний день всевозрастающая конкурентная борьба среди отечественных производителей как между собой, так и с зарубежными фирмами, такими как "Siemens" (Германия), "Merlin Gerin" (Франция) и т.д., которые все больше завоевывают позиции на нашем отечественном рынке электрооборудования, заставляет их кардинально пересмотреть способы решения проблемы качества систем релейной защиты и автоматики на своих предприятиях.

Основной способ решения данной проблемы, который применяется на отечественных предприятиях, это проверка правильности монтажа схем релейной защиты и автоматики при помощи пробника или тестера, так



Рис. 1. Схема проверки правильности монтажа схем релейной защиты и автоматики.

называемая "прозвонка" цепей. Такой метод контроля требует минимальную квалификацию от проверяющего и минимум затрат времени на данную операцию. Как видно из рис. 1., смысл этого метода заключается в выборе контрольных точек, а затем при помощи тестера или пробника проверить соответствие цепей между ними принципиальной схеме, например 1-2, 1-3, 1-

4 и т.д. Однако это позволяет определить только грубые ошибки в монтаже схем, не говоря о том, что “прозвонка” цепей не позволяет осуществить контроль на правильность их функционирования, т.е. динамический контроль. При этом, второе и является главным требованием, которому должны отвечать схемы релейной защиты и автоматики. Эта проблема актуальна еще и потому, что заводы-изготовители, основная задача которых состояла в разработке монтажных схем, взяли сейчас на себя функцию проектных институтов, т.е. стали разрабатывать и принципиальные схемы. Это автоматически повлекло за собой повышение вероятности возникновения ошибок не столько в монтаже схем, а сколько в принятии неправильных принципиальных решений. Поэтому ошибка может возникнуть на всем пути разработки схем релейной защиты и автоматики: от принятия



Рис. 2. Схема контроля правильности функционирования схем релейной защиты и автоматики.

принципиального решения до монтажа данных схем. Предлагаемый способ решения проблемы качества схем релейной защиты и автоматики позволяет охватить только этап разработки монтажных схем и их изготовления, при этом принципиальные решения остаются за пределами этого метода, что до сегодняшнего времени и являлось недостаточным.

Однако для полной гарантии правильного функционирования схем следующим этапом решения проблемы качества устройств и систем релейной защиты и автоматики является имитация работы данных схем, что и представлено на рис.2. При этом данный метод уже требует высокой квалификации от проверяющего, а также специальных аппаратных средств, позволяющих получить необходимые сигналы токов и напряжения. Он сводится к опробованию основных режимов работы схем с помощью специальных тестовых воздействий, имитирующих аварию, либо установкой соответствующих переключателей. Следует отметить, что при этом требуется разработка программы испытаний, в которой определены тестовые точки и технологическое оборудование (аппаратные средства). Реализация этого метода заключается в том, чтобы на измерительную часть схемы релейной защиты и автоматики необходимо подавать тестовый сигнал и затем следить за последовательностью работы логической части этой схемы. При этом

заключение о правильности функционирования, как правило, дается по реакции пускового органа защиты, например реле напряжения, промежуточное реле, или выключателя главной цепи (отключено, включено).

Аппаратные средства для контроля схем релейной защиты и автоматики выпускаются на сегодняшний день многими зарубежными и отечественными фирмами. Их можно разделить на ручные и автоматизированные, стационарные и переносные. Особое место среди них занимает испытательная система для проверки релейной защиты и автоматики "РЕЛЕ-ТОМОГРАФ-41М" (РЕТОМ), разработанная НПП "Динамика", которую можно отнести к ручному, автоматизированному типу данного оборудования. Она состоит непосредственно из испытательного прибора РЕТОМ, персонального компьютера и прикладного программного обеспечения. Несомненными преимуществами данной испытательной системы являются ее малые габариты и вес, что позволяет легко переносить РЕТОМ с места на место, легкость ее наладки, удобный и интуитивно понятный интерфейс программного обеспечения. Испытательная система РЕТОМ содержит три независимых канала тока и напряжения, таймер, позволяющий замерять время срабатывания и возврата в исходное положение защиты, восемь входных и четыре выходных каналов, а также блок АЦП, что позволяет РЕТОМ выступать и в роли амперметра, вольтметра, фазометра и частотомера. В зависимости от прикладного программного обеспечения РЕТОМ может быть применен либо как испытательная система для автоматической или полуавтоматической проверки реле тока, напряжения, сопротивления, счетчиков, АПВ и т.д., либо как независимый источник тока и напряжения. Все это делает испытательную систему "РЕЛЕ-ТОМОГРАФ-41М" незаменимой как при эксплуатации устройств и систем релейной защиты и автоматики, так и на заводах-изготовителях данных систем. Так



Рис. 3. Система интеллектуальной диагностики.

например, РЕТОМ может быть одновременно как источник оперативного питания, необходимого для обеспечения функционирования элементов логической части схемы релейной защиты и автоматики, так и источник тестового воздействия, имитирующего аварийный режим, например, подавая определенный уровень тока или напряжения на измерительную часть схемы, а также измерителем контролируемого сигнала (ток, напряжение, угол фазы, частота), позволяющего получить более полную картину испытаний.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что данный способ решения проблемы контроля качества схем релейной защиты и автоматики позволяет охватить все этапы создания этих схем: от принятия принципиальных решений до монтажа. Метод проверки правильности функционирования схем имеет неоспоримые преимущества перед методом "прозвонки" цепей, т.к. он позволяет не только контролировать отсутствие ошибок в монтаже, но и гарантировать правильность работы логической части схем, а значит и правильность принятия принципиальных решений. Однако, наряду с преимуществами, данный метод имеет и существенные недостатки. К ним можно отнести повышенное требование к квалификации проверяющего персонала, увеличение трудоемкости и времени контроля. При этом, на увеличение времени контроля будет влиять как увеличенный объем проверок, так и субъективные признаки, т.е. вероятность возникновения ошибки на самом этапе контроля по вине человека, например, неверная коммутация тестовых точек проверяющим, невнимательность и т.д.

Поэтому, следующий этап в решении проблемы качества устройств и систем релейной защиты и автоматики заключается в автоматизации процессов контроля, что позволяет уменьшить влияние субъективных факторов на получении конечных результатов, на основе которых и определяется качество устройств и систем. Этому способствует быстрое развитие микропроцессорной техники и расширение области ее применения. Использование данной техники позволяет создавать гибкие автоматизированные системы контроля, которые выполняют как отработанные алгоритмы, так и перестраиваются на новые, находящиеся в стадии разработки. При этом основой является высоконадежная микропроцессорная техника, которая служит для создания новых видов приборов – интеллектуальных систем диагностики, выполняющих функции экспертных систем для запоминания нагрузок, воздействий и их реализация в реальном масштабе времени с целью более эффективного прогнозирования состояния оборудования. Автоматический метод охватывает все этапы разработки схем релейной защиты и автоматики (генезис, состояние, прогноз) и позволяет с высокой точностью выявить ошибки в монтаже вплоть до конечного элемента схемы, что естественно уменьшает затраты времени на поиск и устранение неисправности. Упрощенная структурная схема интеллектуальной системы диагностики представлена на рис. 3. Оборудование, применяемое для этого метода можно разделить на две части. Первая представляет собой силовую часть, которая непосредственно выдает тестовые сигналы и принимает контрольные с тестовых точек схем. Вторая часть – это непосредственно интеллектуальная система управления, которая объединяет модель и алгоритм, по которому выдает сигналы управления в первую часть и принимает от нее соответствующую реакцию на них. При этом силовая часть может содержать микропроцессор, который обрабатывает сигналы, поступающие от контролируемого объекта, и передает полученные результаты в систему управления. Либо силовая часть может выступать только в роли приемника сигналов от объекта, а вся обработка данных

импульсов производится в системе управления. В любом случае основная задача данного метода заключается в разработке моделей и алгоритмов контроля, выборе контрольных точек схемы. При этом данный процесс должен идти параллельно с разработкой и принятием принципиальных решений для схем релейной защиты и автоматики, что позволяет уже на самом начальном этапе заложить необходимые контрольные точки, необходимые для более полного контроля. Сюда также входят следующие этапы:

- разработка математической модели защищаемого объекта;
- анализ поведения на математической модели защищаемого объекта в аварийных ситуациях и составление стимулирующих воздействий для устройств защиты;
- определения необходимых точек подачи стимулирующих воздействий и съема реакций, проектирование программы контроля;
- съем реакций и сравнение их с эталонными;
- анализ логической и аналоговой частей защиты как объекта диагностирования, составление диагностических моделей;
- составление проверяющих тестов и формирования словаря;
- проектирование алгоритмов программ проверки;
- выбор технических средств проведения проверок.

Понятно, что данный метод не требует высокой квалификации от проверяющего, т.к. его задача заключается в основном в подсоединении необходимых тестовых кабелей и проводов к соответствующим точкам тестируемого объекта, а также в слезении за ходом контроля, поскольку весь процесс контроля выполняется автоматически. Вместе с этим, составление алгоритмов и математических моделей наоборот требует специалистов очень высокой квалификации, что можно отнести к недостатку данного метода контроля. Этот недостаток усугубляется еще и тем, что каждая схема релейной защиты и автоматики требует своей схемы контроля, а их количество на каждом предприятии достигает до двух тысяч. Хотя бурное развитие микропроцессорной техники и прикладного программного обеспечения позволяет с уверенностью говорить о том, что в ближайшем будущем схемы контроля будут разрабатываться специализированным прикладным программным обеспечением, при этом влияние субъективных признаков на ход процесса контроля практически полностью устраняется. К недостатку данного метода также можно отнести довольно высокую стоимость специализированного оборудования.

Таким образом, можно сделать вывод, что гарантированное качество схем релейной защиты и автоматики можно сделать только при втором и третьем методе контроля, которые полностью охватывают все этапы создания этих схем. Однако, говоря о решении проблемы качества устройств и систем релейной защиты и автоматики на заводах-изготовителях, следует рассматривать все стороны решения данной проблемы, т.е. интеграция всех этапов проектирования и изготовления, а также создание интегрированной автоматизированной системы диагностического управления качеством на предприятии, как, например, представленную на рис. 4.

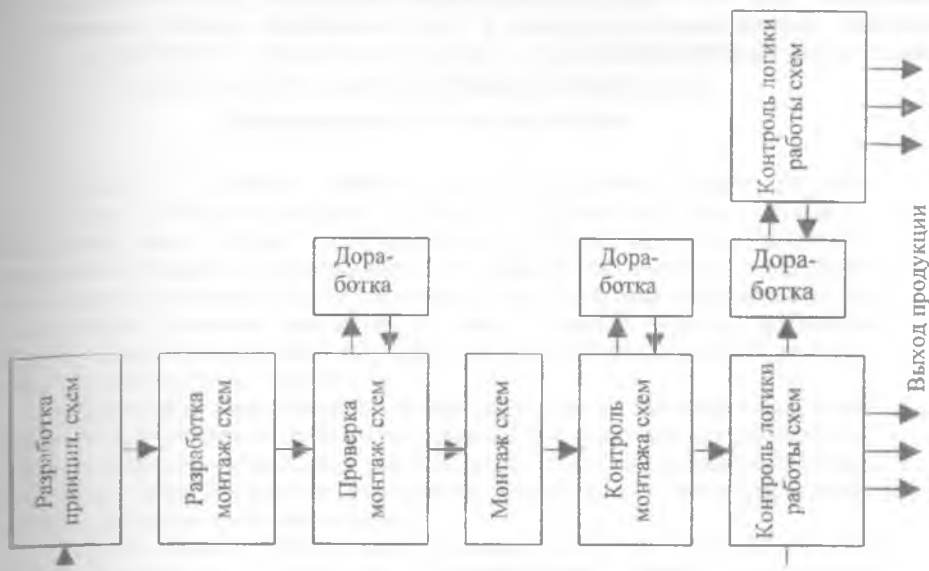


Рис. 4. Пример схемы контроля схем релейной защиты и автоматики на всех этапах их разработки на

Здесь представлена следующая последовательность разработки схем релейной защиты и автоматики. После принятия принципиального решения и разработки соответствующих схем следует этап разработки монтажных схем. После этого следует вторичная проверка монтажных схем для выявления ошибок в процессе их создания. Если ошибки не обнаружены, то схемы выдаются на сборочный участок, где происходит непосредственно монтаж схем релейной защиты и автоматики. Следующий этап это контроль монтажа схем при помощи первого метода контроля, т.е. “прозвонка” цепей. При этом, если обнаружены ошибки то они исправляются и следует следующий этап контроля на правильности функционирования. Это решается при помощи автоматизированной системы, т.е. третий метод контроля, при помощи которой и дается окончательное заключение о качестве схемы релейной защиты и автоматики. Если на этом этапе обнаружена ошибка в монтаже, то схема идет на доработку и далее снова контролируется. Эту функция выполняется при помощи второго метода, т.е. при помощи таких испытательных систем, как, например, “РЕЛЕ-ТОМОГРАФ-41М”, после чего, также следует заключение о качестве схемы. При этом, как видно из рис. 4., этап контроля на правильность функционирования позволяет выявить ошибки не только на этапах изготовления, но что более существенно, и на этапе принятия принципиального решения.

Поэтому, говоря о решении проблемы качества систем и устройств релейной защиты и автоматики, необходимо учитывать все этапы их разработки. Исходя из этого, можно говорить о необходимости автоматизации производства этих систем и устройств, которая позволит гарантировать качество на каждом этапе их изготовления. При этом автоматизированная система контроля выступает здесь как система,

позволяющая наработать первоначальный ресурс схемам релейной защиты и автоматики для выявления их неисправных элементов и правильности принятия принципиального решения, а задача выявления ошибок монтажа сводиться здесь к минимуму.

