

Эволюция подходов к организации контроля жгутов



Текст: Антон Шейхо

Увеличение объема гособоронзаказа потребовало проведения автоматизации процессов производства изделий, содержащих проводной монтаж. Под проводным монтажом подразумеваются жгуты, кросс-платы со связями, выполненными проводами, а также шкафы управления.

На предприятиях стандартно используются следующие типы проверок монтажа:

- проверка соответствия электрической схеме («прозвонка»);
- измерение сопротивления изоляции;
- испытание диэлектрической прочности.

Контроль жгутов проходит в три этапа: до заливки, после заливки и после климатических испытаний; или на рабочем месте, перед ОТК и, наконец, перед ПЗ, т.е. работник выполняет одну и ту же проверку три раза! Чаще всего испытатель в качестве приборов использует мультиметр, мегомметр и пробойную установку.

Такой подход к испытанию имеет ряд недостатков:

- не исключен человеческий фактор — проверку выполняет оператор;
- низкий уровень определения дефектов схемы — методика дает высокий процент пропуска коротких замыканий, ложных цепей, т.к. проверка проводится по схеме ЭЗ и неиспользуемые контакты не проверяются;
- выдержка под напряжением при испытании прочности изоляции может выполняться с нарушением ТУ на изделие при срочности работы;

- пропуск скрытых дефектов — мультиметр фиксирует факт наличия связи, а для поиска некоторых дефектов требуется точное значение (например, холодная пайка или другое сечение проводника).

Еще в советский период были разработаны системы, которые проводили контроль жгутов после сборки: системы КУСТ, АСК, Лиана, СПК и т. д. Многие из них все еще эксплуатируются на предприятиях, хотя морально и физически давно устарели. Производители провели некоторую модернизацию этих систем, однако столкнулись с такими сложностями, как отсутствие современной отечественной элементной базы (в первую очередь, реле) и высокими издержками производства (в основном калько-держателями были предприятия, выпускающие специзделия). Эти факторы снижают привлекательность данных систем, особенно в сравнении с импортными аналогами, которые зачастую обладают лучшими техническими характеристиками и значительно дешевле.

Определенное признание на рынке получили системы, построенные на модульных приборах, они спроектированы в стандартах VXI, PXI и т. д. Их успех базируется на следующих стереотипах:

- высокая гибкость модульных систем за счет возможности конфигурации из блоков разных производителей;
- широкие возможности программного обеспечения, которые можно дополнять собственными силами без обращения к производителю оборудования;



1
Варианты архитектуры исполнения систем. а) подключение на одном посту в одном месте, б) распределенное исполнение

- низкая стоимость изменения конфигурации за счет создания виртуальных приборов под конкретную измерительную задачу;
- возможность получения любых характеристик системы и высокая плотность каналов.

Давайте разберемся, так ли это на самом деле.

Использование модульных приборов определенного стандарта в теории позволяет не «подсесть» на одного производителя. Стандартами жестко регламентируются архитектура приборов, ЭМС и другие параметры, но написание драйверов и методики контроля выходных параметров у всех производителей разные, это делается сознательно для увеличения сложности интеграции.

На тематических конференциях по модульным приборам часто дискутируют о нюансах, связанных с интеграцией продуктов разных производителей. В настоящий момент производителями не преодолены ограничения стандартов по высокому напряжению и мощности, что не позволяет коммутировать высокие напряжения продолжительное время (в первую очередь, это вызвано высокой плотностью каналов).

Программное обеспечение любой универсальной архитектуры дает широкие возможности по подготовке программ. С одной стороны, это позволяет быстро переконфигурировать систему при изменении технических требований путем создания нужных виртуальных приборов, с другой стороны — требует высокой квалификации тестового инженера, и зачастую потребитель все равно обращается к производителю за помощью в подготовке программ контроля. Стоит учитывать и другой момент:

«виртуальный» прибор — это большая метрологическая проблема! Любой метролог, который хоть раз работал с модульными системами, знает, сколько нервов и бумаги необходимо потратить, чтобы объяснить представителю заказчика «легальность» нового виртуального прибора, а в случае неуспеха все закончится повторным внесением в реестр «новой» конфигурации системы.

В то же время системы контроля жгутов спроектированы для конкретной задачи и дают возможность проводить испытания по действующим методам (прописанным в ГОСТах), их базового функционала достаточно для выполнения 95 % всех возникающих задач:

- коммутаторы таких систем спроектированы под высоковольтные задачи, что позволяет проверять цепи на напряжении до 5 кВ;
- открытая архитектура позволяет применять приборы из реестра СИ РФ, что упрощает метрологические процедуры;
- программное обеспечение написано под конкретную задачу испытания и позволяет реализовать все необходимые испытания;
- существует возможность построения распределенных систем — это актуально для крупногабаритных изделий; применение такой архитектуры позволяет снизить стоимость оснастки для подключения к изделию за счет снижения ее сложности.

Все вышеперечисленное свидетельствует о том, что для обеспечения тестирования изделий в промышленных условиях необходимо использовать специализированные системы.

Т 1

Типы дефектов и способы их обнаружения

Тип дефекта	Способ диагностики			Расширенные методики контроля
	Измерение омического сопротивления жилы	Проведение испытания диэлектрической прочности	Измерение сопротивления изоляции	
Короткие замыкания	x			
Ложные цепи	x	x	x	
Обрывы цепей	x			
Остатки флюса на изоляторе разъема		x	x	
Оплавление изоляции при пайке		x	x	
Другое сечение проводника	x			
Неправильный номинал компонента, встроенного в жгут				x
Перепутанные витые пары				x
Целостность экранирования				x
Перепутанная полярность PN переходов				x

Давайте более подробно рассмотрим, какие проверки могут проводить тестовые системы. Первая проверка — это проверка целостности цепей. В современных системах они выполняются путем измерения сопротивления и отбраковки в соответствии с установленным пределом. При измерении сопротивления проводника можно использовать две схемы измерения — двух- или четырехпроводную. В чем их отличие? При подключении двухпроводной схемы измеряется не только искомая величина $R_{\text{проводника}}$, но и паразитные сопротивления, обусловленные подключением:

$R_{\text{измеренное}} = R_{\text{проводника}} + R_{\text{контакта}} + R_{\text{изм. цепи}}$, где:
 $R_{\text{контакта}}$ — сопротивление контакта (подключения)
 $R_{\text{изм. цепи}}$ — сопротивление переходного интерфейса и сопротивление измерительной шины.

С этой проблемой можно бороться двумя способами: вычитать определенную величину программным способом или снизить за счет изменения способа подключения. Многие системы вычитают из измеренного значения поправочный коэффициент, однако значения паразитных сопротивлений не постоянны и зависят от множества факторов (наработка реле, температура и т. д.). Используя четырехпроводную схему измерения, можно добиться физической компенсации паразитных сопротивлений путем подключения стабилизированного источника тока через два провода, который независимо от паразитных сопротивлений стабилизирует заданный ток, а измеритель подключается двумя другими проводами. За счет собственного высокого входного импеданса ток через измеритель не течет, а генератор тока стремится установить заданное значение. Таким образом, измеряется точное значение сопротивления проводника. Для реализации четырехпроводной (Кельвиновской) схемы измерения на тестовых системах применяется следующий принцип: необходимо подключить два канала тестера к одному выводу разъема.

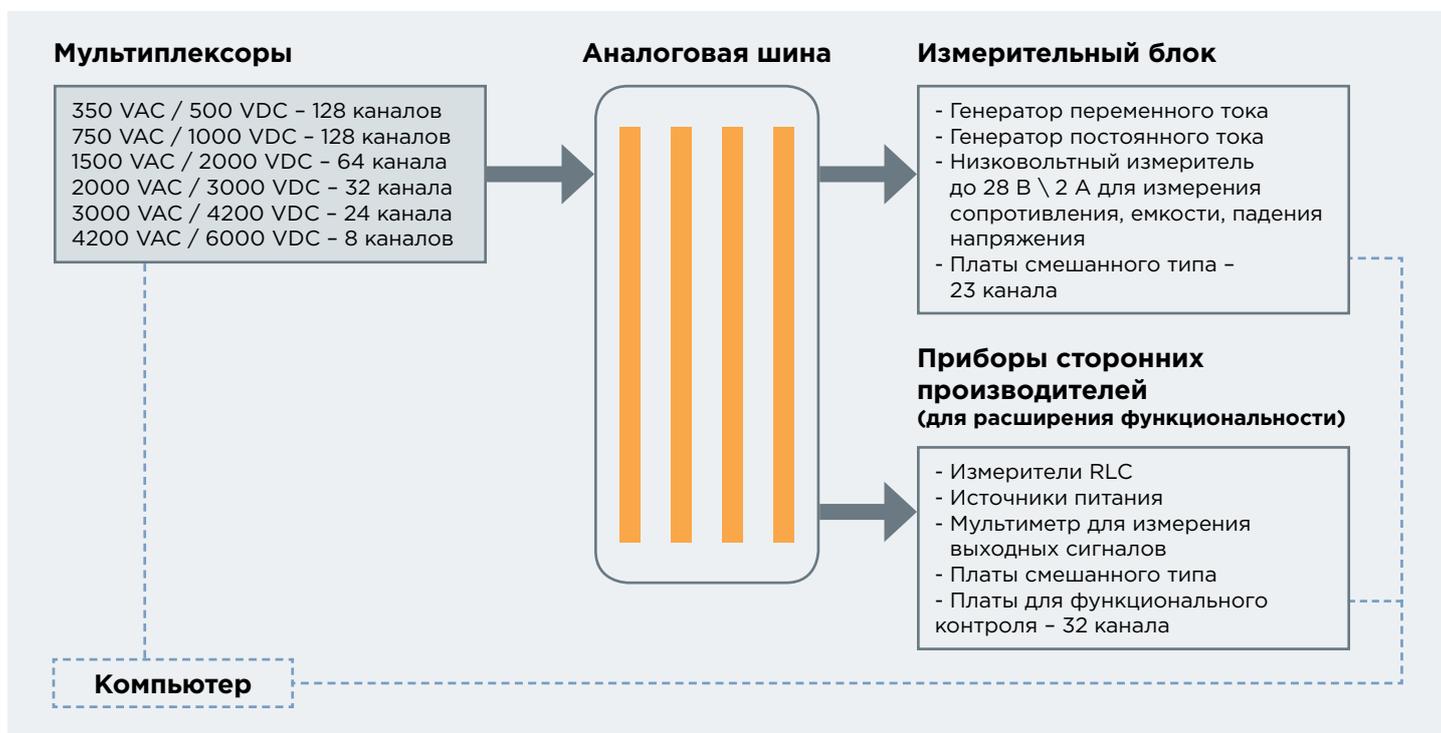
После проверки электрической схемы выполняются высоковольтные проверки. Проводится измерение сопротивления изоляции и испытание ее диэлектрической прочности (проверка на пробой) на переменном токе. В соответствии с требованиями ТУ на жгут они могут проводиться по следующим алгоритмам: каждый проводник и корпус, проводники между собой. Важно учитывать, что в жгуте могут быть цепи различного назначения, например, сигнальные и силовые. Требования к испытательному напряжению у них будут разные, поэтому важно, чтобы коммутатор мог настраивать испытания группы точек против группы точек. Это позволит провести проверки за одно подключение разными напряжениями и при этом не повредить сигнальную часть (подразумевается наличие двух реле на одном канале коммутатора).

Всем известно, что театр начинается с вешалки, значит тестер жгутов — с коммутационной платы. Номенклатура коммутационных плат производства компании Sefelec — производителя тестеров электробезопасности, тестеров жгутов и кабелей, тестеров коммутационных плат, высоковольтных кабельных тестеров — представлена в Т 2.

Т 2

Номенклатура коммутационных плат производства компании Sefelec

Напряжение постоянного тока, В	Напряжение переменного тока, В	Количество каналов
500	350	128
1 000	750	128
2 000	1 500	64
3 000	2 000	32
4 200	3 000	24
6 000	4 200	8



2 Классическая архитектура тестовых систем контроля проводного монтажа.



3 Пример высоковольтной платы на 6 кВ

Обычно выходные разъемы тестовых систем жгутов — это разъемы коммутационных плат. На них установлены массовые разъемы DIN41612. Эти разъемы — самые популярные в системах автоматического контроля благодаря высоким эксплуатационным характеристикам и широкой номенклатуре. Однако у любого разъема есть такой параметр как количество сочленений. Поэтому переходники, необходимые для стыковки испытываемых изделий, не рекомендуется изготавливать на сами выходные разъемы — необходимо делать промежуточ-

ную оснастку. Суммарное количество типов разъемов, используемых в изделиях, охватывает практически всю номенклатуру как советской, так и российской промышленности. Это обусловлено тем, что при проектировании изделия по кооперации задействовано множество предприятий и все используют свои «любимые» соединители. Ситуация усугубляется еще и тем, что в новых разработках используются импортные соединители, а на многих российских предприятиях уже были в эксплуатации тестовые системы жгутов и от них сохранилось большое количество переходников.

Рассмотрим варианты оснастки, которые используются нашими заказчиками для тестовых систем.

1. Интерфейсы на разъемах заказчика интересны с точки зрения сохранения существующего техпроцесса. Из нашего опыта: мы устанавливали на лицевую панель тестера разъемы 6P-150, 6P-100, их применение позволило нашим заказчикам сохранить переходники, которые они использовали для работы с системой АСК МКИ, и максимально быстро ввести оборудование в эксплуатацию рис 4. Однако в настоящий момент существуют определенные риски, связанные с нестабильностью поставок этих разъемов с предприятия, находящегося в г. Полтава.



4
Пример оснастки — интерфейс под разъемы заказчика

2. Другой заказчик самостоятельно разработал несколько панелей, подключение которых позволило проводить контроль определенной номенклатуры изделий. Интересным техническим решением стала разбивка жгутов на группы, анализ соединителей и разбивка на панели по следующему принципу: если разъемы не используются вместе (в одном жгуте), они спаяны в параллели и выведены на каналы тестера рис 5. Это позволило на 256 тестовых каналах разместить количество соединителей, суммарно в три раза превышающее количество подключенных выводов разъемов.

Систематизировав накопленный опыт, конструкторский отдел ООО «Остек-Электро» разработал универсальное рабочее место для контроля кабельно-жгутовой продукции и проводного монтажа. Первый образец панели был введен в эксплуатацию в 2013 году, а в 2014 начался серийный выпуск этого изделия.

Из чего же состоит универсальная панель? Базой служит рабочее место регулировщика серии «Атлант» производства ООО ПО «ГЕФЕСД». На столешницу уста-

навливаются колонны рис 6, которые подключаются к тестовой системе. Таким образом, панель представляет собой наборное поле из разъемов, необходимых для подключения испытываемых жгутов.

Для быстрого поиска разъемов и формирования тестовых программ было разработано специальное программное обеспечение. Если проектирование жгутов выполняется в САПР, то можно создавать тестовую программу в автоматическом режиме. Для этого в ПО загружается схема в виде таблицы и спецификация. Далее алгоритм автоматически подберет правильные ответные части, к которым необходимо подключить проверяемый жгут, а по схеме ЭЗ составит программу тестирования. Формат данных может настраиваться под конкретную систему проектирования. Заложенный функционал позволяет работать не только в автоматическом, но и в ручном режиме. При работе в ручном режиме оператор задает название разъема, а ПО отображает, какой из разъемов можно использовать для подключения к жгуту. Когда разъемы выбраны и жгут подключен, оператору остается только запустить процедуру автообучения, и программа контроля будет сформирована тестовой системой с эталонного жгута рис 7.

Такой подход к организации испытаний жгутов дает следующие преимущества:

- простота управления оснасткой — вся оснастка уже подключена к тестеру, а светодиодная индикация показывает, к какому из разъемов необходимо подключиться;
- снижение требований к испытателю — оператор выбирает готовую программу из списка и, следуя инструкциям, выполняет испытание, по результатам контроля получает «Протокол» и приступает к следующему изделию;



5
Вариант оснастки — «запараллеливание»

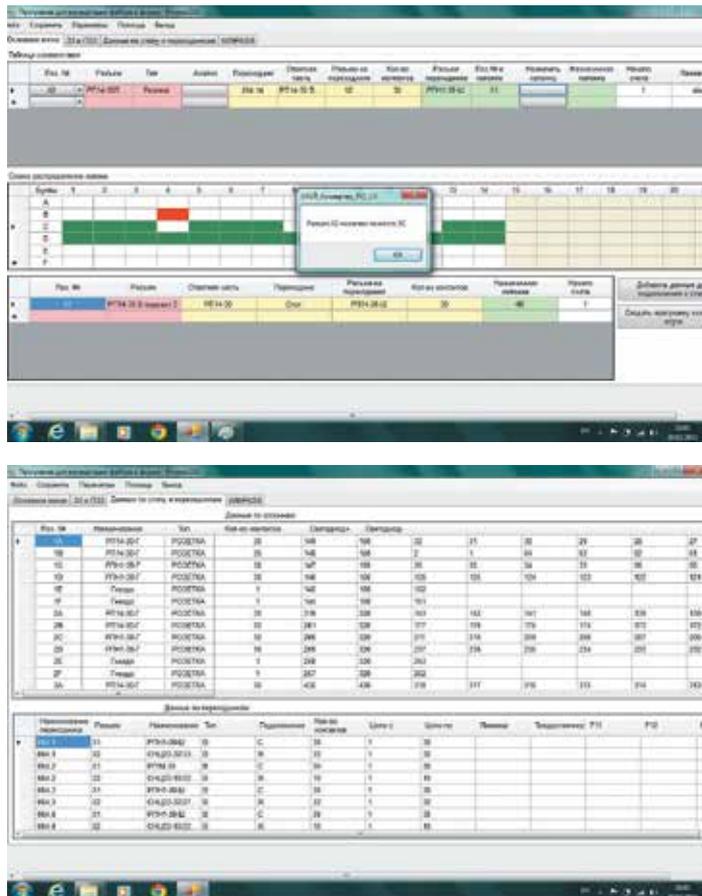




6 Пример колонны

- наращиваемость — при необходимости универсальный комплекс можно дополнить еще одним рабочим местом;
- использование в качестве тестовой системы тестера SYNOR5000 (Sefelec), который внесен в Госреестр СИ РФ.

На протяжении последних пяти лет Остек активно работает с французской компанией Sefelec и уже внедрил на производствах более 30 систем контроля жгутов серии SYNOR5000, которые хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации. В прошлом году компании заключили соглашение о расширении сотрудничества и приступили к совместному производству тестеров на территории России. Наши конструкторы и технологи прошли обучение на заводе-изготовителе и подготовили техническую документацию, необходимую для производства. В апреле мы планируем получить первый образец тестера, изготовленный на нашем производстве, и будем рады продемонстрировать его работоспособность в нашем демонстрационном зале. 



7 Программное обеспечение универсальной панели для контроля кабельно-жгутовой продукции и проводного монтажа



8 Вариант оснастки — рабочее место контроля жгутов

