

Тенденции и пути развития современного жгутового производства для изделий специального назначения предприятий ВПК России

Приближается очередная выставка «ЭкспоЭлектроника-2017», предоставляющая возможность специалистам узкопрофильных предприятий ознакомиться с современным оборудованием и его поставщиками на российском рынке. Для опытного и мелкосерийного жгутового производства в области изделий специального назначения это основная тематическая выставка года, знаковое событие, позволяющее сверить часы в рамках модернизации технических мощностей. Вот об этом и хотелось бы поговорить в статье.

Алексей Горбач

gorbach.a@yunionstroj.ru

Из года в год те, кто посещает «ЭкспоЭлектронику», знают практически всех ее основных участников, предлагаемое оборудование и решения и, собственно, то, что скрывается за самими выставочными стендами этих компаний — осуществленные проекты. Узконаправленность жгутового производства делает общеизвестным каждое значимое событие внутри отрасли. Основные дистрибьюторы на российском рынке знают, кто выиграл какой тендер, какое оборудование было поставлено, как осуществлен тот или иной проект. В результате имеется объемный массив данных по реализованным и реализуемым проектам в рамках модернизации жгутовых производств для изделий специального назначения — военной отрасли, космоса, атомной и авиационной промышленности.

Парадоксально, но, анализируя эту информацию, никто не говорит правду до конца. На отечественном рынке мы видим крупных дистрибьюторов, которые представляют все более современное оборудование и решения для жгутового производства — автоматические линии, системы управления (системы прослеживаемости) и многое другое, но при этом крайне аккуратно упоминают о том, где уже внедрены подобные системы и как они работают. Давайте попробуем разобраться. За последние годы российскими дистрибьюторами в области жгутового производства были выполнены или выполняются крупные проекты в АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», госкорпорации «Роскосмос», АО «Научно-производственная корпорация «Уралвагонзавод», государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» и т. д.

На этих предприятиях жгутовое производство создавалось участками, целенаправленно, с учетом применения современного оборудования по обработке проводов и кабелей. Часть проектов находится в стадии реализации, часть — в эксплуатации. Что вы можете увидеть, будучи сотрудником предприятия ВПК,

проявившим желание посетить такие организации для ознакомления и заимствования лучшего опыта?

Во-первых, обращают на себя внимание изменения в существующих технологических процессах. Причем эти новшества проведены в рамках конструкторской документации и не идут в разрез с нормативными документами предприятий и отрасли в целом.

Существуют следующие градации:

- заготовительный участок, где происходит обработка провода и производство жгутовых заготовок:
 - мерная резка провода,
 - зачистка изоляции провода с одной или двух сторон,
 - подкрутка жил провода, его флюсование и лужение,
 - опрессовка наконечников и т. д.
 - участок сборки жгутов, где заранее обработанные провода и жгутовые заготовки собирают на плазах. Технологически «между» заготовительным участком и участком сборки жгутов на плазах располагается промежуточный склад для хранения заранее обработанных проводов и жгутовых заготовок. Для исключения ошибок и человеческого фактора все заранее обработанные провода и жгутовые заготовки маркируются технологическими бирками, с внесением данных в электронную систему контроля и управления жгутовым производством — локальную систему прослеживаемости. Технологическая маркировка ведется с помощью бирок, с нанесенными символами и штрихкодом с разных сторон, позволяя визуально или с помощью сканера считывать информацию.
- Во-вторых, мы видим большое количество разнообразных станков по обработке провода и формированию жгутов. Часть из них — станки с ЧПУ, позволяющие в автоматическом и полуавтоматическом режимах выполнять все необходимые операции. Особо хочется выделить появившиеся автоматические линии с лазерными модулями, позволяющие

обрабатывать неэкранированные провода с 100%-ной гарантией, без повреждения жил.

Надо заметить, что выделение в технологическом процессе жгутового производства заготовительного участка и участка сборки жгутов на плазах не является заслугой внедрения западного опыта или технологических новшеств от дистрибьюторов поставляемого оборудования. Такая градация применялась на предприятиях ВПК еще в советское время и показала как свою эффективность, так и определенные недостатки. Положительные моменты подобного разделения технологического процесса, несомненно, заключаются в распределении труда между теми, кто заранее обрабатывает провода и жгутовые заготовки, и теми, кто только собирает их на плазе. Но это приемлемо лишь для тех предприятий ВПК, где есть серийный выпуск продукции. Для организаций с опытным жгутовым производством, с малой серией, большой номенклатурой и единичными партиями жгутов, или там, где сборка осуществляется по конструкторской документации с часто вносимыми изменениями, — это практически неприменимо. На таких предприятиях сборка жгутов в основном происходит вручную.

Как бы банально ни звучало, но именно возможность выделить в технологическом процессе отдельный заготовительный участок крайне выгодна тем, кто занимается поставкой зарубежного оборудования по обработке проводов и кабелей. На этом в основном и зарабатывают дистрибьюторы. А что же получает заказчик? Вот тут и скрыто множество противоречий. Чтобы понять их суть, давайте вспомним, что большинство руководителей уровня главного инженера и главного технолога — профессионалы, как правило, очень хорошо знающие механообработку металлов. Еще живы воспоминания о незаменимых специалистах, кроме которых никто не мог сделать ту или иную деталь быстро и качественно. Но появились станки с ЧПУ, увеличилась производительность труда, и то, что раньше изготавливалось несколько дней, теперь выпускается менее чем за час.

Казалось бы, процесс изготовления жгутов должен пойти тем же эволюционным путем, чтобы избавиться от ручного труда и человеческого фактора. Но факты показывают обратное. Внедрение станков с ЧПУ в жгутовое производство не приносит столь быстрых и ожидаемых результатов, как в области механообработки. Причин этому множество.

Во-первых, нужно четко понимать, что согласно конструкторской документации в наших изделиях применяется конкретная номенклатура отечественных проводов. Слово «отечественных» — ключевое. «Наши» провода, как советского, так и российского периода разработки и изготовления, изначально не предназначены для автоматической обработки, в отличие от механообработки по аналогии с исходным материалом. «Наши» провода не симметричны по сечению жил провода относительно его длины, по диаметру (толщине) изоляции относительно жил провода. Сами провода имеют хорошую «память», то есть стараются остаться в состоянии небольшой изогнутости, как на катушке или в бухте. К тому же состав жил и изоляции

«наших» проводов сильно отличается от зарубежных аналогов. В итоге нельзя просто выбрать подходящий по параметрам зарубежный станок по обработке провода и внедрить его на любом из отечественных предприятий ВПК.

Основные дистрибьюторы на российском рынке, поставляющие станки по обработке провода, знают, что если взять зарубежный станок с параметрами, максимально близкими к характеристикам предполагаемого к обработке отечественного провода (допустим, по сечению жил), то этот станок или сразу не будет работать, или выйдет из строя в ближайшее время. Вследствие чего параметры станков берутся с превышением на 30% и более. Это имеет очень простое объяснение, подтверждение которому многие компании получили при тестовой обработке «наших» проводов. Состав жил отечественных проводов, в частности медных, например БПВЛ, отличается от зарубежных аналогов — он более жесткий. Ножевые блоки импортных станков рассчитаны на «мягкую» медь. В результате пересчета на нашу, «жесткую», максимальные параметры станка уменьшаются. То же относится и к экранированным проводам, скажем, БПВЛЭ: жесткая медная проволока экрана приводит к ускоренному износу зачистных ножей станков.

Казалось бы, теперь все просто: берем станок с запасом по характеристикам — и нет проблем. Оказывается, есть. Скорее всего, вы столкнетесь с трудностями при полуавтоматической или автоматической обработке провода. Дело в том, что основная масса подобных западных станков изначально создавалась для автопрома, под импортные провода, а сами провода в последующем производстве адаптировались под эти же станки. Первичное наличие проводов с «мягкими» жилами определило конструктивную особенность оборудования. Ножевые модули таких станков оснащены ножами, осуществляющими резку провода и только резку, но никак не его рубку. Ножи имеют острый угол заточки и, соответственно, тонкую кромку. В результате работы с «нашими» проводами их ресурс значительно снижается, износ возрастает, поскольку изначально они не предназначены для этого. Для «наших» проводов и кабелей подходят те станки, которые имеют «тупую» заточку ножей и осуществляют не резку провода, а именно его рубку. Следовательно, такие станки имеют гораздо более мощный ножевой блок и изначально гораздо ближе к реалиям отечественного жгутового производства. Ответ на вопрос: как же быть и не ошибиться, — чрезвычайно прост. Это заводские испытания оборудования по тестовой обработке основной номенклатуры проводов и кабелей. Достаточно осуществить мерную резку 100-м провода или кабеля с зачисткой изоляции с одной стороны при длине заготовок в 7–10 см — и вы получите достоверную картину состояния отрезных и/или зачистных ножей, с соответствующим пониманием их реального ресурса.

Во-вторых, по конструкторской документации мы обязаны использовать именно указанную марку флюса, припоя и других расходных материалов отечественного производства. Это, в свою очередь, оказывает влияние на подбор

зарубежного оборудования, особенно позволяющего в автоматическом режиме осуществлять обработку проводов. Поставляемые сейчас на российский рынок автоматические линии с лазерной обработкой неэкранированных проводов способны нарезать провод в размер, выполнять зачистку лазером его концов (со 100%-ной гарантией не повреждения жил), подкручивать жилы провода за изоляцию, флюсовать и лудить в соответствии с заданием оператора. Поскольку импортные флюсы запрещены, применяется ректификат из спирта и сосной канифоли, разведенные в заданной пропорции. Использование данного ректификата влечет за собой ряд проблем, одна из которых — испарение спирта, что вызывает трудности настройки линии при лужении.

Надо отметить, что вопрос настройки автоматических линий по обработке провода крайне болезненный при эксплуатации и весьма сложный. Нет желаемой аналогии со станками с ЧПУ для механообработки. Станок с ЧПУ для автоматической обработки провода вы будете неоднократно регулировать, даже для одних и тех же проводов, и причина этого кроется в «наших» отечественных материалах, изначально не предназначенных для автоматических операций.

В-третьих, отсутствие конструкторской документации на жгуты в электронной форме, позволяющей применить такое понятие, как «САПР для станков с ЧПУ» в области обработки провода. К сожалению, большая часть КД на жгуты — бумажная документация. Процесс перевода КД в электронный вид запущен практически на всех предприятиях ВПК, но объем в бумажном виде обычно преобладает над электронным. В связи с этим предлагаемые крупными дистрибьюторами локальные системы прослеживаемости крайне сложно адаптируются в реальных условиях. Как правило, технологам жгутового производства приходится делать двойную работу, формируя из бумажной КД электронную, с учетом специфики соответствующих станков.

В результате заказчик может получить набор дорогих станков и программного обеспечения, который вписывается в понимание руководителей по аналогии с механообработкой, что все должно четко функционировать, а в действительности получается крайне сложный процесс адаптации оборудования в реальное производство. Часть станков вводится в эксплуатацию, часть — стоит или используется с минимальной загрузкой. А сами жгуты, по сути, продолжают собирать вручную, с обработкой концов проводов по месту, с минимальным применением новшеств, то есть по старинке.

Хочу сразу подчеркнуть, что все сказанное никак не является призывом вернуть жгутовое производство к прошлому — к ручному труду. Ведь на самом деле стремление его автоматизировать — правильный путь для снижения трудозатрат и, следовательно, себестоимости изделия в целом. И тут не обойтись без специализированных станков по обработке проводов и кабелей, установок по бандажу жгутов, систем прослеживаемости и т. д.

Давайте копнем глубже и разберемся во всем этом. Какие технологические и технические ре-



Рис. 1. Специализированные держатели проводов типа Panduit

шения позволят сделать не хуже, а действительно лучше наше отечественное жгутовое производство в области специального назначения? Самым простым и объективным инструментом служит обратная связь от предприятий, на которые было поставлено современное оборудование для жгутового производства.

Первое, что более всего заинтересовало и было принято специалистами жгутовых цехов, — специализированные держатели проводов типа Panduit (рис. 1).

История появления держателей проводов в сборке жгутов берет начало на АО «МКБ «Факел», где был собран первый фанерный плаз с применением держателей (рис. 2).

При этом преследовались цели приподнять жгут над плазом для более удобного бандажа и фиксации структуры в соответствии с КД, а также требовалось проверить возможность распайки жгута на плазах с применением специализированных держателей разъемов с ответной частью. При этом использовались провода, заранее обработанные (залуженные) с одной стороны на автоматической линии.

В дальнейшем, по мере отработки технологии применения специализированных держателей проводов типа Panduit, с целью исключения влияния шага перфорации на расстановку держателей при сборке жгутов на перфори-



Рис. 2. Первый фанерный плаз с применением держателей, собранный АО «МКБ «Факел»

рованных плазах, держатели Panduit установили на мощные магниты (рис. 3), а перфорированные столы покрыли магнитной металлизированной поверхностью (рис. 4).

В результате появились три основные аксиомы технологии монтажа жгутов на магнитных держателях:

- любой магнитный держатель жгутов может быть установлен в любую точку плаза за несколько секунд. Больше не надо сверлить отверстия в фанере. Перфорированные панели с сотнями отверстий уходят в прошлое;
- любой магнитный держатель жгута может быть установлен под любым углом по отношению к другим держателям;
- любой магнитный держатель жгута крепко «сидит» на магнитном плазе, но его всегда можно снять или переставить в другое место.

Данное решение создано специалистами НТФ «Техно-Альянс Электроникс» при сотрудничестве с одним из крупнейших отечественных дистрибьюторов; разработка

выполнена в ходе проекта по модернизации жгутового производства «Всероссийский НИИ автоматики им. Н. Л. Духова» (Москва) и позже запатентована.

Конструктив предназначен для изготовления мелких серий или опытных образцов, с большой номенклатурой жгутов при их единичном выпуске. За счет магнитного покрытия плаза и держателей проводов на магнитах значительно сокращается время перехода от сборки одного типа жгута к другому. Сама металлизированная поверхность плаза может использоваться для отрисовки маркером структуры жгута с помощью поверенного инструмента. Это позволяет не распечатывать структурные схемы жгутов на бумаге и, соответственно, экономит как рабочее пространство (нет необходимости хранить десятки плаз), так и расходные материалы.

Ключевое отличие специализированных держателей Panduit состоит в том, что можно не только приподнять жгуты над сборочным плазом, но и собирать их с заранее обработан-

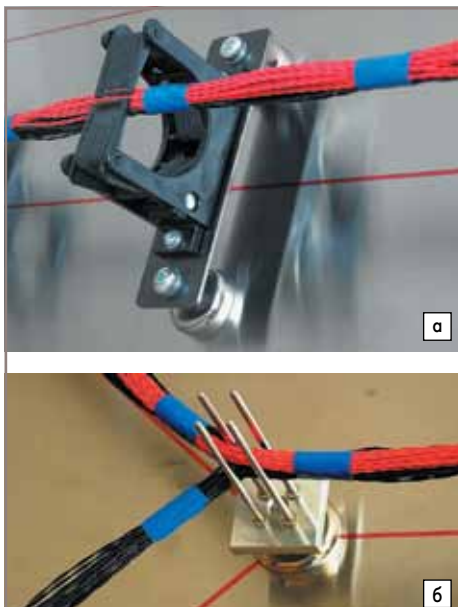


Рис. 3. Магнитные держатели проводов: а) типа зажим; б) типа разветвление



Рис. 4. Стол производства ТЕРМОПРО

ными проводами — с одной или двух сторон. Это обеспечивается за счет удачных конструктивных особенностей данных устройств.

Удерживаемые с помощью эластичной резинки провода зафиксированы не жестко, как при укладке на фанерном плазе между штырей. При такой раскладке конструкторская документация запрещает их тянуть, поскольку это способно вызвать внутренний обрыв жил. При использовании держателей Panduit структуру жгута можно корректировать за счет плавного перемещения проводов — подтягивания и выравнивания относительно требуемого края разъема. Выравнивая провода, с заранее обработанными концами с одной стороны, вы фиксируете структуру жгута и тем самым сокращаете время монтажника на их распапку в разъем. В ряде случаев, когда структурная схема жгутов содержит 2–3 разъема, предусмотрена подготовка провода с двух сторон, что значительно снижает время их сборки.

Принцип сборки жгутов с применением заранее обработанных проводов с одной или двух сторон стал вторым по популярности технологическим новшеством, вызвавшим различные дискуссии между специалистами. Суть принципа во внедрении технологии, адаптирующей жгутовое производство предприятия для нового оборудования, для требований существующей КД, а никак не поставка самого оборудования.

Если уж быть до конца откровенными, оборудование может быть любого производителя при условии соответствия параметрам технического задания заказчика. Самое ценное и самое дорогое — адаптированная для вашего жгутового производства технология, уникальная в своем роде. В независимости от стоимости станков,

какой бы высокой она ни была, вы не получите единого цельного технического решения, где с одной стороны можно подать провода и расходные материалы, а с другой — получать готовые жгуты, которые примет ОТК. На сегодняшний день таких решений не существует.

Третьим техническим решением, вызвавшим не меньший интерес, по отзывам специалистов жгутовых производств отечественных предприятий ВПК различных отраслей, стала локальная система управления жгутовыми производством — так называемая система прослеживаемости. На данный момент лишь два крупных отечественных дистрибьютора на российском рынке поставляют данный программный продукт и имеют реализованные проекты на таких предприятиях, как Всероссийский НИИ автоматики им. Н.Л. Духова (Москва) и АО «НПО ИТ» — ведущее предприятие по телеметрической и датчиковой аппаратуре, микроэлектронике для ракетно-космической техники (Королев).

По своей сути эти программы призваны решать одну задачу — формирование, контроль и управление распределением заданий в производстве от самого начала (склада с проводами) до выхода готового изделия (жгута). По факту — это два разных программных продукта, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы. Мы не беремся судить, какой из них лучше, но настоятельно рекомендуем потенциальным покупателям такого специализированного софта лично посетить эти предприятия и самостоятельно разобраться, что больше подходит именно для их производства.

Четвертой привлекательной новинкой стала автоматическая линия по обработке проводов с помощью лазерных модулей. О достоинствах

и недостатках этого оборудования было сказано ранее. Единственное, что хочется порекомендовать, — перед выбором данного высокотехнологичного решения посетите предприятия ВПК, где оно уже установлено и эксплуатируется.

Если не брать во внимание события более мелкого масштаба, в итоге мы получаем четыре ключевые инновации, прошедшие апробацию на российском рынке. Они внедрены или внедряются на ряде отечественных предприятий ВПК и имеют реальный опыт по адаптации в существующие технологические процессы жгутового производства. Понимание сути каждого из этих технических и технологических решений, а также видение требуемого вспомогательного оборудования для формирования полной картины современного жгутового производства позволяет протянуть незримую технологическую нить сквозь линейку любого оборудования по обработке провода, связав его и неотъемлемый ручной труд в замкнутый технологический цикл, не идущий вразрез с нормативной документацией, а дополняющий ваш бесценный опыт, накопленный ранее. Приятно видеть, что пройден этап, лейтмотивом которого была фраза «Запад нам поможет». «Памятники» на предприятиях ВПК — купленное и не введенное в эксплуатацию дорогостоящее оборудование — уходят в прошлое. Все больше появляется российских аналогов оборудования, не хуже, а в чем-то и лучше зарубежных.

В заключение хочется вспомнить слова нашего президента В.В. Путина, которые актуальны сегодня как никогда: «Сила России — внутри нас самих, она внутри нашего народа, в наших людях, в наших традициях и нашей культуре, в нашей экономике».



ПАЯЛЬНЫЕ СТАНЦИИ АЛЬФА-102 ИТ

Паяльник 100 ватт с адаптивной регулировкой мощности

Импульсный съемник для безопасной зачистки тугоплавкой изоляции на проводах МГТФ, МС, БИФ и БФС



ГАРАНТИЯ 3 ГОДА,



СДЕЛАНО В РОССИИ



НТФ «ТЕХНО-АЛЬЯНС ЭЛЕКТРОНИКС»

115516, Москва,
ул. Промышленная, д. 11
ta@termopro.ru

+7 (495) 231-37-21
+7 (495) 782-95-26
www.TERMOPRO.ru