

Концепция модернизации производства ЖГУТОВ и ВНУТРИБЛОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ для изделий специального назначения



Текст: **Андрей Голубьев**



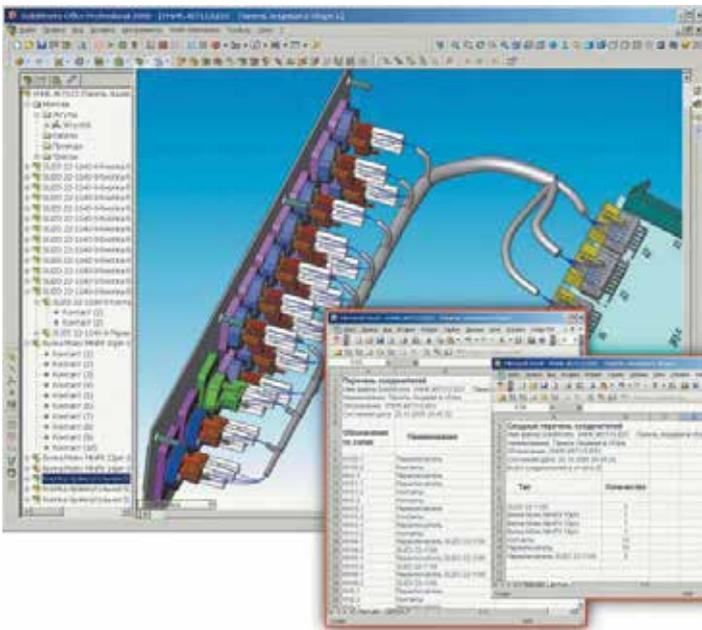
Проводные жгуты и внутриблочные соединения являются неотъемлемой частью изделий радиоэлектронной аппаратуры. Общая тенденция миниатюризации и повышения функциональности РЭА создает аналогичные предпосылки для развития проводных сборок в этом направлении. Для современных изделий и разработок характерна более высокая степень интеграции проводных жгутов с электроникой, уменьшение сечений применяемых проводов и повышение требований к качеству обработки провода. В такой ситуации становится очевиден разрыв между устаревшей технологией производства жгутов и новыми требованиями к функциональности и качеству изделий.



1 Жгут с идентификацией проводов на картонной бирке



2 «Обжигалка» с нихромовой нитью



3 Проектирование жгута

По объективным оценкам, на большинстве предприятий радиоэлектронного комплекса применяется устаревшая технология производства и сборки жгутов, для которой характерны низкая степень автоматизации и использование ручного труда. Применение таких методов обработки проводов и сборки жгутов приводит к высокой трудоемкости производственного процесса и отсутствию высокой повторяемости, делает процесс изготовления жгутов зависимым от человеческого фактора.

На рис 1 показан действующий жгут, собранный в наши дни по устаревшей технологии. Каждый провод должен быть впаян в соответствующий контакт соединителя. Идентификация каждого провода осуществляется вручную путем нанесения соответствующей надписи на картонной бирке. Вероятность ошибочного нанесения надписи, суммируемая с вероятностью ошибочного считывания, приводит к снижению уровня качества и надежности конечных изделий.

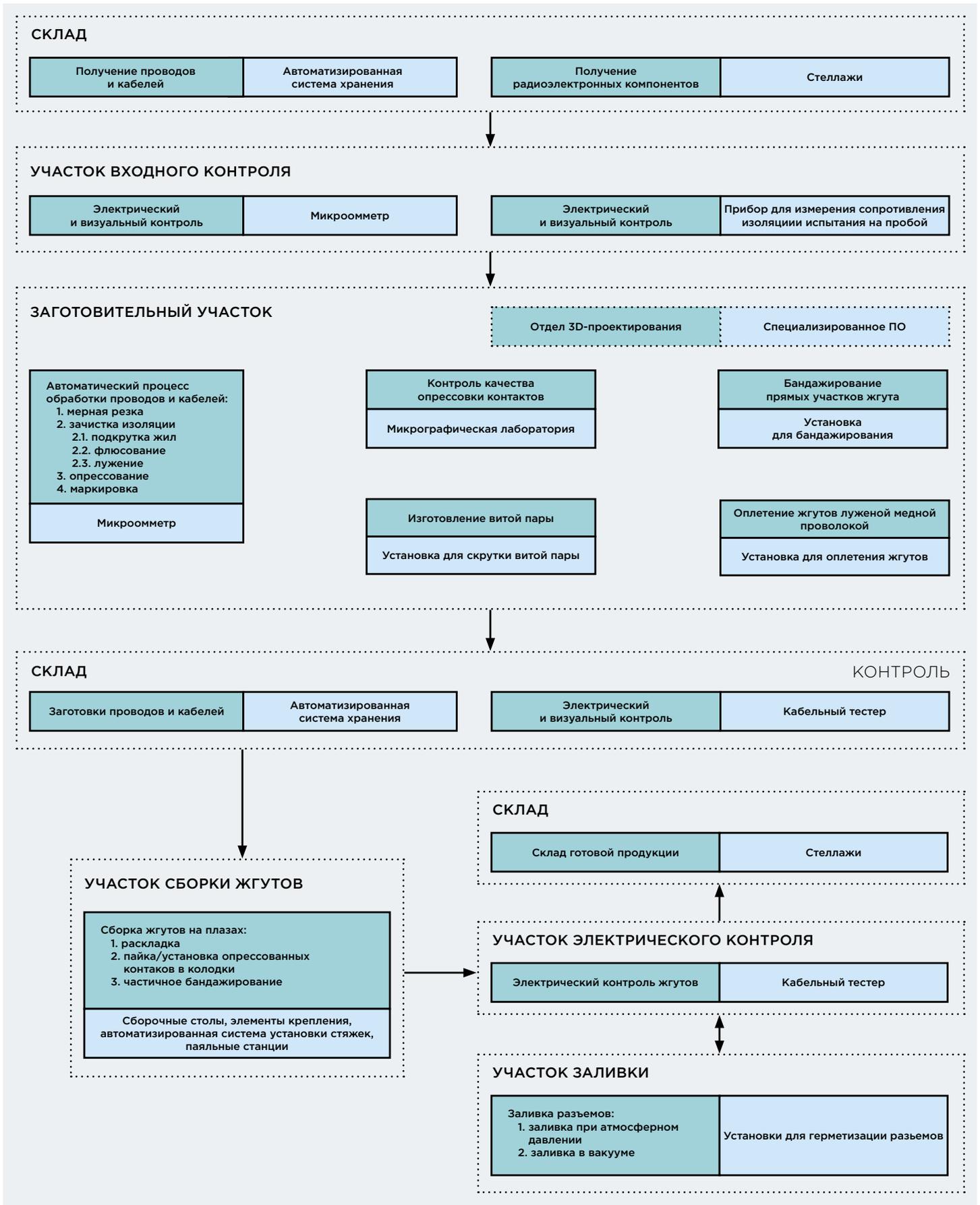
Другой пример применения устаревшей технологии обработки проводов — использование бокорезов и ручных «обжигалок» рис 2 в качестве основных инструментов жгутового производства.

Большинство руководителей и технических специалистов понимают, что изменения технологии производства жгутов необходимы и неизбежны. Более того, у многих имеется общее представление об организации конкретных технологических этапов. Однако не все понимают, как должно быть организовано жгутовое производство с точки зрения соответствия современным требованиям. В статье мы представим концепцию изменения существующего технологического процесса производства проводных сборок.

Следует отметить, что при создании современного жгутового производства невозможно напрямую скопировать опыт зарубежных стран. Это обусловлено рядом факторов, таких как:

- использование проводов, кабелей, контактов и других материалов, отличных от используемых в отечественном производстве;
- требования и нормы КД (обработка проводов под пайку, требования к маркировке и т.д.);
- большая номенклатура жгутов и внутриблочных соединений при малой серии изделий.

Ключевой момент: «сквозное» проектирование существенно сокращает пресловутый разрыв между конструкторами и технологами.



Представленная концепция технологического процесса основана на адаптации достижений зарубежных компаний к российским реалиям. В результате гарантируется:

- высокий уровень автоматизации;
- снижение трудоемкости производства;
- уменьшение (иногда сведение к нулю) влияния человеческого фактора;
- обеспечение высокого и контролируемого уровня качества изделий.

Любой технологический процесс начинается с проектирования. К сожалению, на большинстве предприятий проектированию жгутов не уделяется должного внимания. Причина — исторически принято проектировать само изделие, но не входящий в его состав жгут, хотя именно на этапе проектирования можно решить ряд задач, которые помогут избежать появления возможных проблем и ошибок на последующих этапах рис 3.

Применение современных систем проектирования позволяет:

- сократить время на проектирование для конструкторов и разработчиков;
- разложить жгут в 3D формате и построить его оптимальную геометрию в готовом изделии;
- параллельно проектировать механические узлы изделия и жгутовых сборок;
- обеспечить единое информационное поле от конструкторов-разработчиков до операторов, работающих на автоматических линиях, и монтажников, осуществляющих сборку жгутов;
- сократить временные затраты на этапах подготовки производства жгутов.

Современные системы проектирования уже на этапе разработки изделий помогут выявить «узкие» технологические места.

Необходимо отметить, что языки программирования

становятся все более универсальными. Иными словами, формат данных, созданных при проектировании жгута, позволяет загрузить их в качестве задания для автоматических машин по обработке провода (нарезка точной длины, зачистка по строго определенным размерам и т.д.).

После проектирования начинается собственно процесс производства жгута.

Схематически технологический процесс представлен на рис 4.

Рассмотрим более подробно этапы жгутового производства.

Склад. При новом подходе к организации жгутового производства особое внимание необходимо уделить складскому хозяйству. При правильной организации склада поступающие на хранение провода, кабели и радиоэлектронные элементы подлежат идентификации с помощью этикеток со штрих-кодом и дублирующими символами. Все перемещения складской номенклатуры фиксируются путем считывания сканером соответствующих штрих-кодов. Это позволяет обеспечить постоянный контроль наличия на складе всех типов материалов и оперативный учет движения номенклатуры и комплектующих.

Другая важная составляющая организации складского хозяйства — это обеспечение входного контроля проводной продукции. Для минимизации риска попадания бракованных проводов и кабелей в основное производство необходимо контролировать такие параметры, как:

- сопротивление проводов, кабелей с точностью до мОм;
- мельчайшие дефекты в изоляции.

Сегодня для предприятий доступны системы контроля сопротивления изоляции и испытаний на пробой рис 5.

Проблема контрафактной и низкокачественной продукции не обошла стороной и рынок проводов





6
Автоматическая линия обработки провода

и кабелей. Зачастую в производство попадают материалы с более тонкой изоляцией и меньшим количеством токопроводящих жил, что не соответствует ни ТУ, ни ГОСТам. Применение таких материалов повышает риски выпуска некачественной продукции независимо от того, как будет организован дальнейший технологический процесс. Обнаружение дефекта до начала обработки провода позволяет существенно сократить время и затраты на поиск дефекта на последующих стадиях производства или в готовом изделии.

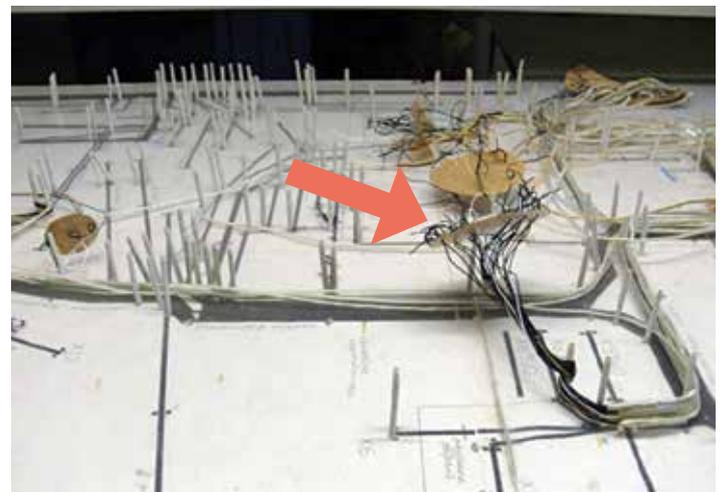
Заготовительный участок. В основе заготовительного участка должна находиться автоматизированная линия рис. 6, позволяющая осуществлять следующие операции:

- автоматическую подачу провода из различных катушек/бухт в соответствии с утвержденным заданием;
- мерную резку провода;
- зачистку изоляции провода с одной или двух сторон;
- подкрутку жил провода с одной или двух сторон;
- флюсование с одной или двух сторон;
- лужение жил провода с одной или двух сторон;
- встроенный автоматический контроль наличия дефектов в изоляции провода с автоматическим удалением данного участка провода из процесса обработки;
- маркировку концов обработанных проводов (штрих-код + символы).

На заготовительном участке также могут быть применены полуавтоматические машины, каждая из которых включает в себя часть описанного выше функционала. Дополнительно заготовительный участок следует оснастить установками для изготовления витой пары,

машинами оплетения готовых жгутов луженой медной проволокой (что заменяет процесс протягивания жгутов через оплетку), оборудованием предварительного лужения разъемов и отмывки разъемов после лужения и т.д.

Необходимость создания полноценного заготовительного участка объясняется, в том числе и экономией расходных материалов. Согласно имеющейся устаревшей технологии раскладка проводов на плазе осуществляется оператором по месту с катушки или бухты с припуском для дальнейшей обработки рис. 7. «Лишние» концы проводов в процессе сборки отрезают и выбрасывают. Практика показывает, что отходы, получаемые в результате применения данной технологии, составляют до 30%. В масштабах предприятия это колоссальный перерасход материалов.



7
Припуск для дальнейшей «обработки»



8
Сканер штрих-кодов для обеспечения прослеживаемости

Сборка. Применение в новом технологическом процессе систем прослеживаемости значительно сокращает время идентификации проводов и снижает вероятность ошибки до минимума. Монтажник/сборщик идентифицирует каждый провод с помощью сканера штрих-кодов и раскладывает заранее обработанные провода по структуре жгута в соответствии с требованиями КД РИС 8.

Дополнительными элементами, обеспечивающими целостность провода и удобство оператора при сборке, являются современные держатели проводов. Данные приспособления в отличие от гвоздей и фанеры существенно упрощают процесс сборки и позволяют легко формировать структуру жгута над плазом РИС 9.

Контроль электрических параметров является неотъемлемой частью технологического процесса. Если в технологии производства жгутовых изделий заложена операция заливки разъемов, целесообразно проводить контроль электрических параметров как до процесса заливки, так и после. Здесь также срабатывает правило: «Чем раньше локализован дефект, тем проще и дешевле его устранить».

Рассматривая концепцию изменения технологического процесса производства и сборки жгутов, стоит отметить, что это комплексная задача, которая требует не только точечной автоматизации и внесения единичных изменений, но и новых подходов к организации всей цепочки, начиная от проектирования и складирования и заканчивая контролем. Накопленный опыт



9
Современные держатели провода при сборке жгута

позволяет говорить о возможности внесения изменений в технологический процесс в сжатые сроки. Благодаря этим изменениям в жгутовом производстве повысится уровень автоматизации производственных процессов. Это позволит снизить трудоемкость изготовления жгутовых сборок, минимизировать влияние человеческого фактора и повысить качество выпускаемой продукции. Кроме того, появится возможность обработки проводов малых сечений.

В организационном плане такие изменения позволяют:

- сократить время на проектирование изделий и подготовку производства;
- повысить технологичность жгутовых изделий;
- обеспечить прослеживаемость технологического процесса;
- устранить дефекты на ранних этапах технологического процесса.

Мероприятия по модернизации производства жгутов обеспечат технологический задел на долгосрочную перспективу и позволят вывести жгутовое производство на современный передовой уровень. ▢