

Евгений Банников  
cable@ostec-group.ru

## Стратегия переоснащения участков серийного производства рядных катушек

Сегодня необходимо выделить стратегию переоснащения участков серийного производства рядных катушек как одну из основных, с точки зрения развития отечественных производителей модулей с применением рядных катушек. Данная тема обоснована такими потребностями рынка, как вывод контрактных производств, в частности, автомобильных компонентов, на новый качественный уровень. Необходимость в этом была неоднократно подчеркнута в ходе докладов на 14 Российском автофоруме, посвященном производству автомобильных компонентов, а также обусловлена явной необходимостью повышения эффективности средне- и крупносерийных производств модулей, использующихся при производстве электротехнических изделий как общего, так и специального применения. В этой связи предлагается точка зрения специалистов Предприятия Остек на возможные варианты данной стратегии.

С точки зрения производства катушек для электротехнических модулей будут рассмотрены следующие инженерные и технологические операции.

Инженерные:

1. Аудит конструкции изделия.
2. Оптимизация конструкции изделия.
3. Создание стереолитографической модели каркаса изделия.

Технологические:

1. Намотка.
2. Установка металлических выводов.
3. Заделка провода обмотки на металлические выводы.
4. Маркировка.

5. Контроль качества.

Итак, наша точка зрения заключается в следующем: определение четкой стратегии переоснащения данных производств должна осуществляться через технологический аудит, реализовываться при помощи технических средств, позволяющих произвести частичную или полную автоматизацию производственного участка.

Начнем с того, что в подавляющем большинстве случаев отечественные изделия, для которых рассматривается возможность частичной или полной автоматизации, изначально были спроектированы с учетом устаревших технологий. Проще говоря, конструкции предполагают многошаговую технологию с десятками операций, выполняемых вручную. Стоит ли пробовать внедрять современные решения частично? Вопрос предсказуемый, впрочем, так же, как и ответ. Опыт общения с заказчиками подсказывает, что такой подход либо неосуществим в принципе, либо является крайне неэффективным. Следовательно, с точки зрения построения эффективного производства, нам необходимо говорить об адаптации конструкции изделия либо учета современных требований и возможностей автоматизированных решений при проектировании изделия.

Поговорим об основном процессе – автоматизированной намотке провода. Естественно, нельзя не упомянуть вопросы качества материалов. Оставляя этот аспект для последующего подробного обсуждения, кратко упомянем, что стабильность геометрии, материала каркаса, а также обмоточного провода и металлических

выводов крайне важны при внедрении автоматизированных решений. Особенность автоматической намотки в том, что после того, как катушка намотана, концы провода должны быть жестко зафиксированы. Повышение эффективности в данном случае происходит за счет унификации процесса дальнейшего монтажа катушки. Идея заключается в исключении промежуточных операций между операцией намотки и фиксирования провода на выводе. После намотки катушка переходит на следующий этап: пайка, сварка и т.п. Такая практика принята всемирно известными производителями рядных катушек.

Таким образом, неотъемлемым требованием к конструкции изделия является наличие металлических выводов. Конечно, конструкция изделия остается за разработчиком, но в процессе проектирования можно учесть различные методы расположения и установки выводов.

## СОЗДАНИЕ ОПЫТНОГО УЧАСТКА ДЛЯ ОТРАБОТКИ АВТОМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Для этой цели подойдут отдельные станки намотки серий VW или Mars (рис. 2 и 3) – выбор зависит от характеристик изделия и перспектив интеграции станка в производственную линию.

В данном случае выводы могут быть установлены вручную, представлять собой отрезки металлической проволоки или штампованные элементы в зависимости от требований к монтажу катушки (рис. 1-1, 1-2, 1-3). При построении автоматизированной линии операцию установки выводов можно автоматизировать либо при помощи модуля подачи и нарезки проволоки на отрезки заданной длины, либо вырубки контактов из несущей ленты.

Далее необходимо зафиксировать провод обмотки с металлическим выводом. Сегодня в нашем арсенале находятся практически все широко применяемые методы соединения: пайка, в т.ч. тугоплавким припоем, термокомпрессионная сварка, резистивная микросварка, импульсная микро-дуговая сварка, лазерная сварка для соединения с контактными площадками печатных плат.

Продолжая рассуждать в контексте опытного производства, предлагаю далее рассмотреть операции пайки и сварки, ко-

торые могут быть реализованы на отдельных станках типа FNT 3 или MWS. Пайка является широко применяемым методом соединения проводов на отечественном производстве, что в том числе обусловлено догмами конструкторской документации, которая не всегда позволяет в значительной степени повысить эффективность производства. Тем не менее, существует полуавтоматическое решение, позволяющее производить следующие операции: лужение, пайка, тест на электрическое сопротивление. На рис. 4 представлена установка FNT 3, имеющая конструкцию карусельного типа.

Управление происходит в полуавтоматическом режиме одним оператором. Конструкция установки предполагает возможность установки второго шпинделя, что увеличивает производительность. Другим возможным вариантом выполнения соединения провода с металлическим выводом является сварка. Этот метод обладает рядом преимуществ перед пайкой: чистота, управляемость, повторяемость, экономичность. В преобладающем большинстве случаев качество сварки удовлетворяет требованиям серийного производства. Таким образом, существует выбор технологий в зависимости от требований производства. На рис. 5 изображена сварочная установка модели MWS.

Наким образом убедиться, что инвестирование в подобные решения, тем более при условии изменения конструкторской документации, не будет связано с неоправданно увеличенным сроком окупаемости по причине длительного внедрения решений и проведения многочисленных тестов? Это можно сделать через активное взаимодействие поставщика решения и специалистов заказчика. В ходе создания оптимальной конструкции можно учесть не только потребительские свойства продукта, но и его технологичность. В ряде случаев уже на этапе проектирования возможно избежать дополнительных затрат, связанных с усложнением технологического решения, например, за счет сокращения количества осей, в которых должен перемещаться раскладчик провода. Проектирование можно сделать более эффективным через создание прототипа изделия, а именно, стереолитографической модели каркаса с выводами. Соз-

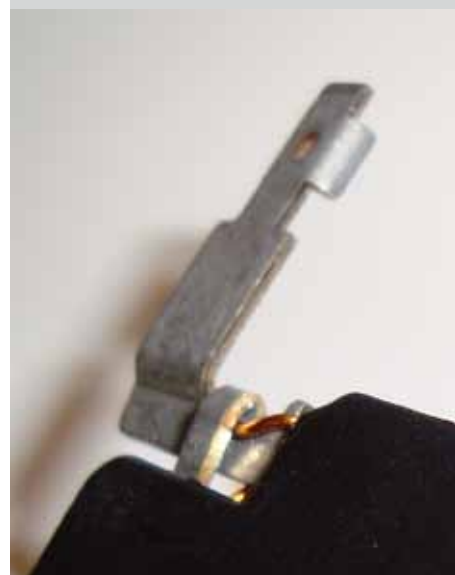


Рис. 1-1 Пример изделия с металлическим выводом типа "крючок"



Рис. 1-2 Пример изделия проволочным выводом, фиксация провода методом намотки



Рис. 1-3 Пример изделия с проволочным выводом, фиксация провода пайкой



Рис. 2 Многошпиндельный намоточный станок серии BW



Рис. 3 Многошпиндельный намоточный станок серии MARS с возможностью интеграции в производственную линию



Рис. 4 Установка пайки FNT 3



Рис. 5 Установка сварки MWS

дание такой модели позволяет увидеть, будут ли соблюдаться режимы производства на применяемом оборудовании.

Важно отметить, что затраты, связанные с отработкой режимов на стереолитографической модели, существенно ниже, чем затраты на доведение модели до оптимального состояния на укомплектованной производственной площадке. Безусловно, выход на необходимую производственную мощность требует времени даже при наличии оптимальной конструкции и технологического решения, но результат в данном случае больше связан с квалификацией сервисных инженеров, качеством технической поддержки и взаимодействия со специалистами заказчика при запуске.

Итак: переход на высокоэффективное средне- или крупносерийное производство рядных катушек можно производить постепенно. Обозначим эти важные шаги как первый этап. Он разбивается на 3 шага:

- 1 выбор одного или нескольких изделий для последующего перехода на автоматизированное производство на основе заключения аудита;
- 2 внесение конструктивных изменений (при необходимости);
- 3 постепенный переход на элементарные автоматизированные решения – намотка, соединение провода, электрический тест.

Результат такого подхода даст следующие результаты:

- 1 Повышение эффективности произ-

водства за счет повышения уровня автоматизации.

2 Перспектива построения крупносерийной линии на базе уже имеющегося оборудования.

3 Опыт и уверенность при последующем проектировании изделий с выводом на серийное производство.

Все эти шаги можно объединить в один проект, направленный на достижение стратегической цели: повышение эффективности производства путем внедрения современных технологических решений.

Сегодня мы рассмотрели первый этап внедрения автоматизированных решений, подходящий больше для опытного или среднесерийного производства. Автор предполагает, что такой подход может быть наиболее эффективным для большинства отечественных производств. Конечно, для части заказчиков этот этап может быть значительно сокращен, а для кого-то будет возможен стремительный переход на автоматизированное крупносерийное решение. Часть технологических операций для таких случаев удобнее рассматривать в контексте построения модульной производственной линии. Например, тестирование, отбраковку или маркировку изделий. Поэтому следующая статья будет посвящена следующему этапу: построению полуавтоматических и автоматических производственных линий. **С**

*Продолжение в следующем номере*