

# Системы для предупреждения дефектов на производстве

А. Генцелев<sup>1</sup>

УДК 658.5 | ВАК 05.27.06

В первом номере журнала «ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес» за 2019 год\* мы подробно рассмотрели влияние дефектности изделий на экономические показатели производства, а также способы автоматизированного выявления технологических дефектов – автоматическую оптическую инспекцию (АОИ) и автоматическую рентгеновскую инспекцию (АРИ). В данной статье мы рассмотрим системы, способные предупреждать появление этих дефектов.

## СИСТЕМА VISCOM QUALITY UPLINK

Даже при условии, что на предприятии налажен входной контроль и существует устоявшаяся цепочка поставок комплектующих, от технологических дефектов из-за большого разнообразия причин их возникновения не застрахован никто. Для обеспечения качества изделий важно не только не пропускать дефекты, но и выявлять их на наиболее ранней стадии, иметь возможность прогнозировать их возникновение, чтобы оперативно предпринимать корректирующие меры. Этот вопрос решается уже не при помощи какого-либо конкретного оборудования, а с использованием системы, которая охватывает различные стадии технологического процесса и способна осуществлять сбор данных с оборудования и проводить их аналитическую обработку.

Один из способов выявить возможное появление дефекта – это контроль качества нанесения паяльной пасты. В составе автоматизированной линии он может быть реализован двумя способами: путем инспекции качества нанесения с применением автомата трафаретной печати либо с помощью отдельной автоматической системы контроля качества нанесения пасты, например, Viscom S3088 SPI. Отдельная специализированная система может выявить гораздо больше потенциальных дефектов по результатам инспекции отпечатков, но и оптический контроль, встроенный в принтер, это уже значительно лучше, чем «ничего».

Есть интересная статистика по снижению уровня дефектов при последовательном оснащении сборочной линии различными системами контроля на одном из немецких предприятий, производящих автомобильную электронику (табл. 1). Она показывает, что в отдельных случаях при

помощи контроля качества нанесения пасты удалось исключить до 50% дефектов, а дополнительное оснащение линии системами АОИ и АРИ (использовались отдельно система рентгеновского контроля, встраиваемая в линию, и отдельно АОИ) свело общее количество дефектов на платах, переходящих на функциональное тестирование, практически к нулю.

Естественно, концепция обеспечения 100%-ного качества на выходе требует слаженной работы команды специалистов: технологов, конструкторов, снабженцев и управляющих производством. Существенным подспорьем для них станет внедрение автоматической системы сбора и анализа информации, которая призвана ускорить и облегчить отладку технологического процесса.

Создать подобную систему можно, оснастив линию поверхностного монтажа системой контроля качества нанесения пасты в начале линии и системой автоматической оптической инспекции после операции пайки. Если эти системы будут обмениваться данными, то появится возможность анализировать и совершенствовать технологический процесс в автоматическом режиме. В качестве примера можно рассмотреть Viscom Quality Uplink. В данной системе управления качеством на сборочной линии есть, условно, два уровня – «верхний» и «нижний».

На «нижнем» уровне системы контроля объединены между собой и с оборудованием, находящимся в линии. Возможности системы S3088 SPI позволяют ей взаимодействовать с автоматом нанесения паяльной пасты, автоматом установки компонентов и АОИ контроля пайки. Помимо общей оценки качества нанесения пасты, система анализирует величину смещения отпечатков, их объем, а также наличие загрязнений, вызванных неочищенным трафаретом. При необходимости система подает принтеру сигнал на корректировку совмещения трафарета с платой либо на его очистку. Также S3088 SPI передает информацию об отпечатках, параметры которых близки к пороговым значениям, на АОИ, стоящую после печи оплавления.

<sup>1</sup> Центр технологий и инноваций ООО «Остек-СМТ», главный специалист, info@ostec-group.ru.

\* Генцелев А. Обеспечение технологического качества на производстве // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес. 2019. №1. С. 138–145.

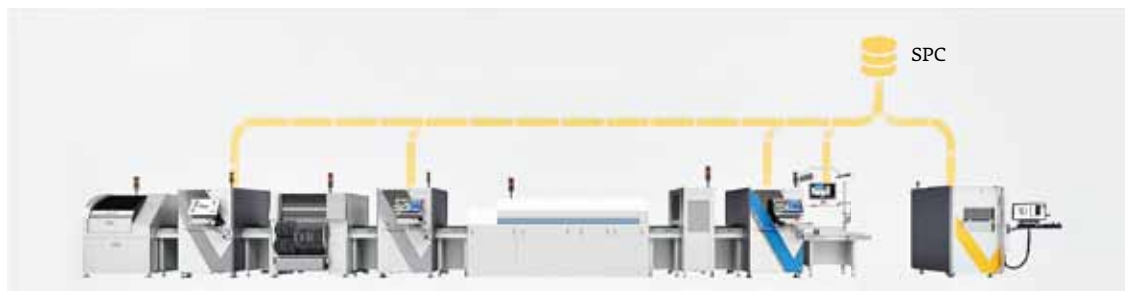
АОИ, в свою очередь, снимает несколько дополнительных изображений компонентов, установленных на данные контактные площадки, что позволяет более тщательно провести оценку качества полученных паяных соединений. Использование этих функций позволяет проанализировать операцию трафаретной печати в целом и внести корректировки в технологический процесс. Автомат установки компонентов, стоящий после системы S3088 SPI, получив от нее сигнал о том, что некоторые отпечатки пасты могут

быть смещены, при монтаже внесет корректировки в свои координаты установки компонентов на величину смещения отпечатков пасты.

На «верхнем» уровне объединенные между собой системы SPI (solder paste inspection – контроль паяльной пасты), АОИ и рентгеновского контроля образуют единое информационное пространство, в котором реализована централизованная система контроля качества на сборочной линии.

**Таблица 1.** Статистика снижения уровня дефектов

Дефект	Процент снижения технологических дефектов за отчетный период при последовательном внедрении систем контроля (за 100% взято общее количество дефектов до внедрения системы), %			Примечание
	Внедрение 3D-контроля качества нанесения пасты	Внедрение системы АОИ после пайки	Внедрение системы рентгеновской инспекции	
Непропай	40	40	20	Применение рентгена для поиска данного типа дефектов целесообразно при контроле скрытых под корпусом выводов
Холодная пайка, отсутствие «мениска» и т. п.	40	60	0	
Внутренние повреждения компонента	0	0	100	
Внутренние дефекты паяного соединения	0	0	100	
Отсутствие компонента	0	100	0	
Смещение компонента	30	70	0	
Установлен не тот типономинал	0	90	0	Система АОИ не сможет определить ошибочный типономинал при отсутствии на нем маркировки
Короткое замыкание	40	40	20	Применение рентгена для поиска данного типа дефектов целесообразно при контроле скрытых под корпусом выводов
Шарики припоя	50	40	10	Применение рентгена для поиска данного типа дефектов целесообразно при контроле скрытых под корпусом выводов
«Надгробный камень»	5	95	0	



**Рис. 1.**  
Иллюстрация реализации функции SPC

Собранные со всех систем данные аккумулируются в базе, доступ в которую возможен с рабочего места верификации (ремонтной станции) или с любого рабочего места, интегрированного в данную сеть. Эта функция носит название SPC (Statistical Process Control – статистическое управление процессами) и предоставляет пользователю полную информацию о выявленных в ходе сборки платы дефектах (рис. 1). Для анализа доступна четко структурированная статистика, детализированная вплоть до каждого конкретного компонента, с возможностью группировки по различным категориям и привязкой полученных изображений отпечатков пасты, рентгеновских снимков, снимков с АОИ и 3D-моделей к каждому электронному компоненту.

Также все эти данные могут поступать в систему управления производством, если таковая есть на предприятии.

## СИСТЕМА «УМНАЯ ЛИНИЯ»

Программно-аналитический комплекс (ПАК) «Умная линия», разработанный ООО «Остек-СМТ», был создан для повышения общей эффективности оборудования. Также он предоставляет все необходимые инструменты для организации системы контроля качества на производстве.

«Умная линия» – это единственный на сегодняшний день производственный комплекс, в который входит все оборудование сборочно-монтажной линии и который объединяет его в общее информационное пространство для обмена данными и повышения эффективности работы для оперативного принятия решений и предоставления персоналу дополнительных элементов управления линией (рис. 2).

С точки зрения обеспечения качества «Умная линия» не только собирает первичную информацию с оборудования и ведет полную статистику, но и реализует ряд полезных функций.

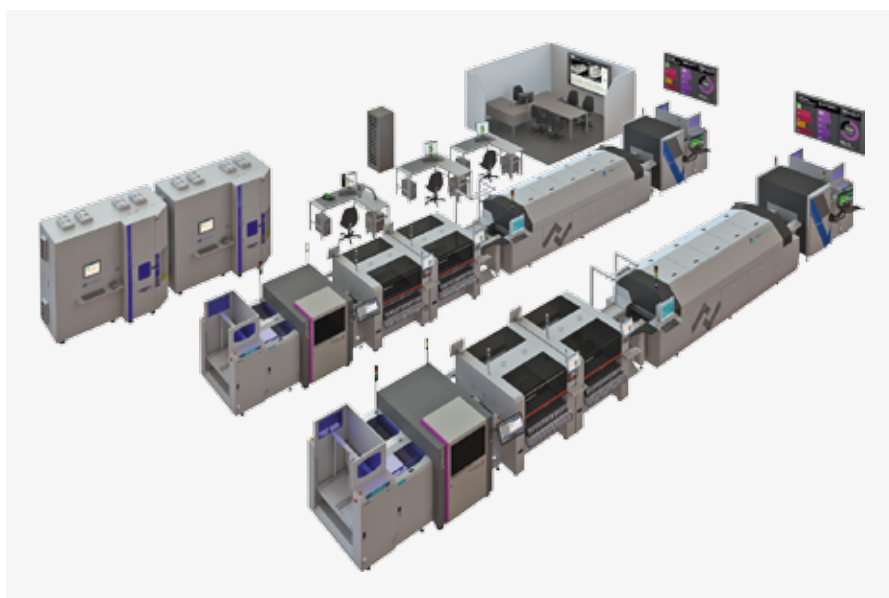
- **Предупреждение дефектов.**

Сбор данных с автомата трафаретной печати позволяет увидеть изменение процесса в момент, когда оно еще не привело

к возникновению дефектов, и оперативно вносить корректировки в техпроцесс. Система начинает реагировать в тот момент, когда на основании статистики замечает тенденцию к возникновению дефекта, например снижение количества паяльной пасты на контактных площадках, и уведомляет оператора о необходимости вмешательства.

- **Автоматический мониторинг качества.** Осуществляется непрерывно в процессе работы с легко интерпретируемой графической визуализацией на экране. Данные поступают с автомата трафаретной печати, АОИ и SPI (при наличии).

- **Автоматическое обнаружение причины дефектов.** Для наиболее полного использования данной функции рекомендуется использовать в составе линии систему инспекции качества паяльной пасты (SPI). Все дефекты анализируются экспертной системой – она сопоставляет технологические режимы, при которых был получен дефект, с результатами инспекций и формирует перечень причин, которые могли к данному дефекту привести. Причины возникновения дефектов выдаются в порядке, соответствующем их весовым



**Рис. 2.** Программно-аналитический комплекс «Умная линия»

коэффициентам, либо по наибольшей вероятности при данных условиях.

- **Автоматическая разработка рекомендаций по устранению дефектов.** После выявления дефекта экспертная система предлагает рекомендации по оптимизации технологического процесса для исключения дефекта в будущем. При возникновении дефектов, специфичных для конкретного предприятия, их можно внести в базу данных системы вместе с рекомендациями по их устранению.
- **Контроль климатических параметров.** При необходимости в систему можно «завести» сигналы с датчиков температуры и влажности в помещении. Полученные данные будут храниться вместе со всей статистикой о производстве. Есть возможность задавать пороговые значения этих данных, при которых система будет выдавать предупреждения.
- **Формирование пользовательских отчетов.** «Умная линия» позволяет формировать отчеты по необходимым показателям, в том числе и по качеству. Отчеты представлены в удобном для восприятия графическом виде и могут содержать полную информацию о состоянии производства за выбранный период времени (рис. 3).

ПАК «Умная линия» не является альтернативой Viscom Quality Uplink, это две разные системы. Viscom Quality Uplink работает с данными, полученными в ходе инспекций, и ведет статистику. «Умная линия» работает со всеми данными, которые вырабатывает линия (в том числе используются данные Viscom Quality Uplink) и не только, ведет статистику, готовит аналитику, генерирует предупреждения и разрабатывает технологические рекомендации.

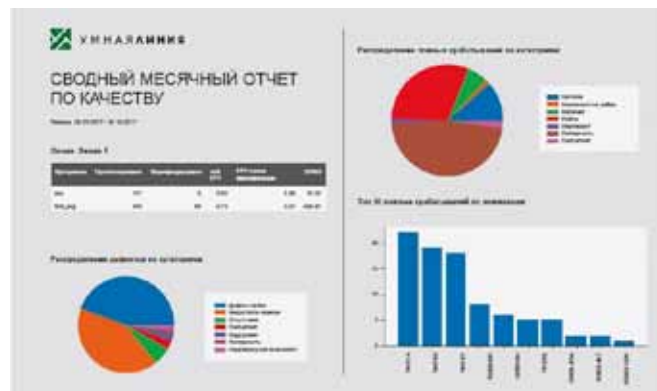


Рис. 3. Пример пользовательского отчета

\*\*\*

При подготовке этой статьи и предыдущей публикации (в первом номере журнала «ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес» за 2019 год – см. выше) мы ставили перед собой цель донести до читателей концепцию организации 100%-ного контроля качества на всех этапах производства электроники, показать, какое существенное влияние могут оказать на культуру производства, его прибыльность, прозрачность и перспективность дополнительные точки контроля технологических процессов. Все это позволяет поддерживать высокий уровень качества производства и конкурентоспособность выпускаемой продукции.

Подробнее ознакомиться с актуальным инспекционным оборудованием, программными комплексами и другими технологиями для повышения качества производства можно в демонстрационном зале ООО «Остек-СМТ» или задать вопросы по электронной почте [info@ostec-group.ru](mailto:info@ostec-group.ru). ●

## КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 1090 руб.

### ВНЕДРЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНДУСТРИИ 4.0. ОСНОВЫ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРИМЕРЫ ИЗ ПРАКТИКИ

Под ред. Армина Рота

Издание осуществлено при финансовой поддержке ПАО «Ростелеком»

Перевод с немецкого под общ. ред. А.В. Кострова

В книге представлены концепция, основные парадигмы развития, структура технологии «Индустрия 4.0».

Книга вызовет интерес, как у новичков отрасли, так и у научных сотрудников, инженерно-технических работников и руководителей высшего и среднего звена.

Благодаря обширному глоссарию издание станет ценным справочным пособием по использованию основных положений и лучших практик «Индустрии 4.0».

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2017. – 294 с.  
ISBN 978-5-94836-482-7

### КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ +7 495 234-0110; 📠 +7 495 956-3346; [knigi@technosphera.ru](mailto:knigi@technosphera.ru), [sales@technosphera.ru](mailto:sales@technosphera.ru)