

ПЛАТФОРМА FUZION: ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СБОРОЧНО-МОНТАЖНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ

В.Мейлицев, А.Калмыков¹, Н.Васюнькин²

УДК 65.338.3
БАК 05.27.06

В двух статьях, посвященных новейшему семейству монтажных платформ от известного производителя из США – Universal FUZION (см.: "ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес" № 3, 4 за 2015 г.), мы познакомили наших читателей с особенностями конструктива и функциональности этих машин. В данной статье мы расскажем о решениях американского производителя в части программного обеспечения для эффективного автоматизированного управления современной сборочной линией. Программные решения производителя для управления не отдельной единицей оборудования, но целой линией или всем сборочно-монтажным производством традиционно носят название DIMENSIONS.

СЕРВЕР УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ – ЗАЧЕМ?

Сервер управления линией (СУЛ или LMS (Line Manager Server) создан компанией Universal Instruments под брендом Dimensions как инструмент повышения эффективности работы сборочных автоматов ее производства в составе линии сборки электронных модулей.

СУЛ – это комплекс программного обеспечения (ПО), установленный в отдельном компьютере. В этом случае американский производитель поставляет как аппаратное, так и предустановленное и протестированное программное обеспечение. Компьютер может быть поставлен как в виде обычного системного блока и отдельного

монитора, так и в промышленном исполнении, собираемом в стандартных стойках.

Базовая конфигурация СУЛ уже включает в себя несколько предустановленных модулей, остальные можно приобрести сразу или докупить позже. В базовое ПО входит модуль автопроверки номиналов (Auto Validation), который говорит оператору, что питатель, подготовленный удаленно, установлен в правильный слот на станке. Также стандартно идут модули удаленной подготовки питателей (Offline Feeder Setup) и модуль отслеживания питателей и компонентов (Feeder and Component Tracking). Последний помогает оператору определить, где в цехе находится тот или иной питатель или катушка с заданным типономиналом компонента.

Со структурной точки зрения СУЛ представляет собой нижний уровень информационно-управляющей

¹ Группа компаний "Клевер", директор по продажам и сервисной поддержке, akalmykov@clever.ru

² Группа компаний "Клевер", главный инженер, nikolay@clever.ru

сети производства (рис.1). В локальную сеть, замыкающуюся на СУЛ, входят установщики компонентов общим числом до восьми (практика показывает, что большее их количество в одну линию никогда не устанавливается); удаленная станция подготовки питателей; коммутатор, организующий сетевое взаимодействие.

Кроме того, СУЛ имеет линию связи с вышестоящим уровнем сети – сервером управления цехом (СУЦ или, по-английски, LMFS (Line Manager Factory Server), который объединяет несколько сборочных линий и внутрицеховую автоматическую систему хранения. Взаимодействие СУЛ с еще более высокими уровнями сети – с локальной сетью компании, а если требуется, то и с Интернетом, – также происходит через СУЦ. Помимо организации обменов, последний играет роль межсетевого экрана – файрвола, для чего он оснащается не только соответствующим ПО, но и отдельными сетевыми картами.

Операции, связанные с подготовкой линии к сборке следующего изделия, зачастую занимают больше времени, чем собственно работа машин. В многономенклатурном производстве – а это наиболее распространенный тип производства на российских предприятиях – это соотношение может достигать до 4:1 и даже более, когда речь идет об изготовлении единичных образцов либо минимальных опытных партий. Поэтому одна из главнейших задач СУЛ – сокращение времени перезагрузки питателей для нового изделия, для чего он формирует инструкции по подготовке комплекта питателей и по адресам их установки в линию. Вторая составляющая скорости перехода от изделия к изделию – исключение ошибок при подготовке питателей. Автоматический контроль "зарядки" питателей средствами СУЛ происходит гораздо быстрее, чем это может сделать оператор, и с абсолютной надежностью. В результате значительно уменьшается затрачиваемое на переналадку время, а также снижаются требования к квалификации операторов, работающих непосредственно на линии.

Однако функции СУЛ не ограничиваются одной лишь переналадкой. В процессе сборки он выдает предупреждение о приближении окончания компонентов в питателях, что способствует исключению остановок основного производственного процесса. Кроме того, СУЛ производит сбор детальных данных о функционирова-

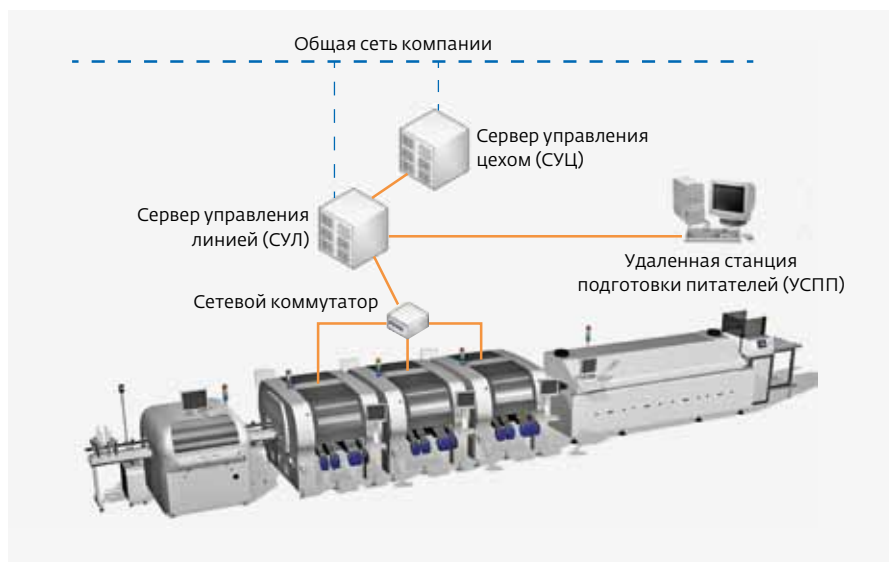


Рис.1. Система управления сборочной линией компании Universal Instruments: установщики через сетевой коммутатор соединены с СУЛ, который также взаимодействует с удаленной станцией подготовки питателей и сервером управления цехом

нии сборочной линии, предоставляя их для использования мониторинговой системой любого уровня. В частности, он отслеживает потребление компонентов по каждому типонамалу, а также фиксирует информацию об установленных компонентах, обеспечивая прослеживаемость, необходимую как для составления материальной отчетности, так и в случаях выявления неисправности при испытаниях изделия или поломки его в эксплуатации у заказчика.

Основу ПО СУЛ составляют 12 модулей, реализующих его функции по управлению ресурсами производственной линии для выполнения перечисленных выше функций. Визуальный интерфейс терминала сервера управления линией специалисты Universal Instruments выполнили максимально похожим на интерфейс своего сборочного оборудования, так что его освоение не вызывает каких-либо трудностей. Кроме того, при необходимости доступ к СУЛ может быть осуществлен с терминала любого из сборочных автоматов линии.

ШТРИХКОД – "ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЧАСТИЦА" ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ЦЕХА

За процесс переналадки линии с изделия на изделие в структуре СУЛ отвечает соответствующий модуль (Changeover Module). Процесс переналадки начинается с формирования комплекта питателей, содержащего все необходимые компоненты для его сборки – обычно это самый трудоемкий и длительный этап переналадки. Для того чтобы его можно было эффективно автоматизировать, нужно решить задачу идентификации ком-



Рис.2. Штрих-кодová этикетка единого формата для всех носителей компонентов в цехе либо на предприятии

понентов: она должна быть единообразной и при этом не допускать потери информации, необходимой для разных систем и служб предприятия.

В чем здесь проблема? Закупаемые носители с компонентами снабжены штрихкодами, но разные производители употребляют разные системы кодирования, так что прямое использование их кодов потребовало бы громоздкой системы распознавания в каждом процессе сети. Один и тот же номинал компонента может приобретаться у разных поставщиков – для сборочного автомата это не имеет значения, а для склада, для обеспечения прослеживаемости – имеет. Можно привести еще ряд примеров, объясняющих, почему Universal Instruments предпочла ввести в ПО СУЛ модуль генератора штрихкодов (Bar Code Generator Module), а в состав оборудования системы управления линией – один или несколько принтеров для печати штрихкодов.

На рис.2 представлен вид этикетки, формируемой сервером управления линией. На ней содержится вся информация, которая может быть необходима в любом из процессов производства и управления компанией. Это (слева, сверху вниз) идентификатор компонента; количество компонентов в данном носителе; идентификаторы поставщика и закупочной партии. Причем информация представлена как в виде штрихкодов – для использования в машинах, так и в буквенно-цифровом виде, предназначенном для человека.

На основе четырех горизонтальных штрихкодов, введенных в СУЛ при помощи сканера, программа генерирует единый интегральный штрихкод (располагается на этикетке вертикально), объединяющий все содержащиеся в них данные. Этот код – индивидуальный номер катушки (лотка), который далее используется во всех интеллектуальных устройствах цеха и предприятия. Он распечатывается на принтере для печати штрихкодов (Bar code label printer) в виде бумажной этикетки, которая наклеивается на катушку или лоток с компонентами.

Информацию о типонамине, производителе и пр. можно ввести в СУЛ вручную, с клавиатуры; индивидуальный номер и его штрихкод при этом будут сформированы по общим правилам.

Возвращаясь к подготовке питателей для переналадки линии, следует отметить, что просто наклеить бумажную этикетку на катушку с компонентами недостаточно – ведь автомат-установщик не может ее "увидеть". Автомат "понимает" лишь серийный номер установленного в него питателя, считываемый на определенных контактах разъема того гнезда, в которое питатель вставлен. Поэтому нужна еще одна операция – соединение индивидуального номера катушки и серийного номера питателя.

Эта операция реализована в системе СУЛ в двух вариантах. Первый работает при заблаговременной подготовке питателей в удаленной станции подготовки питателей. Станция представляет собой отдельное компьютеризированное рабочее место, к которому подключается база с установленными питателями. Оператор, произведя сканирование индивидуального номера катушки, тем самым вводит его в СУЛ; последний "узнает" серийный номер питателя, считав его с контактов, и привязывает к нему номер катушки. Теперь вся система "знает", какой именно компонент содержится в данном питателе.

Второй вариант – когда лента с компонентом подходит к концу в то время, когда питатель установлен в станок, и идет процесс монтажа партии изделий. В этом случае операция физического сращивания новой ленты с остатком старой дополняется сканированием штрихкода, а соединение его с номером питателя осуществляется программным обеспечением сборочного автомата. Таким же образом происходит привязка компонента в том случае, когда носителем является не катушка, а лоток.

Здесь следует отметить, что операторы цеха и другие сотрудники, которым это необходимо, снабжены беспроводными терминалами производства компании Motorola, включенными в локальную сеть СУЛ. Такой терминал представляет собой устройство в габаритах смартфона со сканером штрихкодов и сенсорным экраном для индикации команд и ручного ввода информации.

ГДЕ В ЦЕХУ НАХОДЯТСЯ КОМПОНЕНТЫ?

Вопрос хранения компонентов в цеху, при всей своей кажущейся простоте, способен создавать немалые проблемы, и самая очевидная из них – задержки, связанные с поиском носителя с нужным компонентом. На предприятиях с большой номенклатурой продукции, особенно у контрактных производителей, число типонаминов может составлять несколько тысяч. Если система хранения не автоматизирована, то даже при минимальных нарушениях принятых правил складирования, да и просто исполнительской дисциплины возможны – и наблюдаются на практике – случаи, когда на поиск

нужного компонента уходят часы. А линия простаивает...

В цеху носители компонентов хранятся на стеллажах, в обычных шкафах с контролем внутренней атмосферы или без него и в автоматической системе хранения. В качестве последней Universal Instruments выбрала автоматические шкафы линейки Cubus производства швейцарской компании Essemtec AG. Эти шкафы имеют высокие технические характеристики и хорошо интегрируются в программную среду локальной сети цеха (рис.3). Предлагая их в составе своих комплектов оборудования, Universal Instruments руководствовалась тем соображением, что автоматическая система хранения – логическое продолжение технологической цепочки сборочного цеха. Такая система, формирующая в режиме реального времени информацию о количестве и местоположении находящихся в ней компонентов, кардинально упрощает и ускоряет решение целого ряда задач: от подготовки питателей для переналадки линии и оперативной выдачи на сборку заканчивающегося компонента до обеспечения контроля за движением комплектующих на всем предприятии. Кроме того, передача автоматической системе процессов получения, контроля выдачи и ведения базы данных о компонентах резко сужает поле для возможных ошибок, связанных с человеческим фактором. В целом внутрицеховая система хранения комплектующих завершает структуру технологического процесса, выводит его организацию на новый уровень. И преимущества этого нового уровня быстро окупают затраты на приобретение автоматического склада, которые, по оценке Группы компаний "Клевер", в среднем не превышают 10% общих инвестиций в производственное оборудование цеха.

В шкафах Cubus могут храниться как компоненты в упаковке производителя, так и не до конца использованные катушки, снятые со сборочных автоматов. Шкафы опционально оборудуются системой поддержания заданной температуры и влажности, удерживая последнюю на уровне до 5% RH. Высота межполочного пространства может регулироваться пользователем с шагом 5 мм, позволяя хранить катушки с лентой шириной от 8 до 72 мм. Ширина полок позволяет хранить две 7-дюймовых либо одну 13- или 15-дюймовую катушку.

При необходимости увеличения объемов внутрицехового хранения шкафы могут логически объединяться

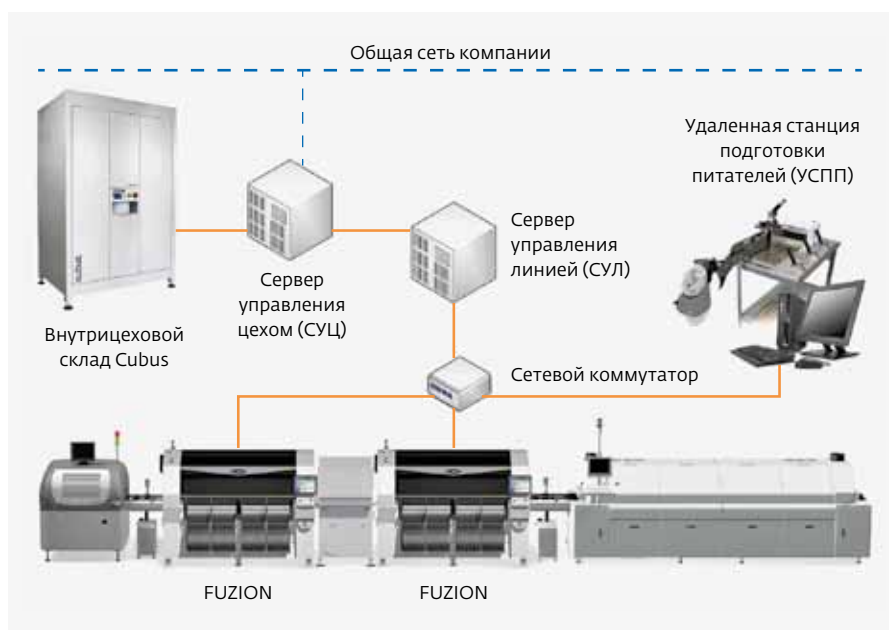


Рис.3. Сервер управления линией (СУЛ) компании Universal Instruments с автоматизированным внутрицеховым складом Cubus

в систему при помощи отдельного сервера, и тогда СУЦ воспринимает их, как один большой склад компонентов.

Первичным источником комплектации для цеха является склад предприятия. При поступлении оттуда у всех катушек и лотков производится сканирование штрихкодов производителя с генерацией индивидуального номера, этикетка наклеивается на носитель. А дальше, внутри цеха, носитель компонентов может находиться в нескольких разных состояниях.

Наилучший, с точки зрения переналадки, случай – когда катушки заряжены в питатели, а питатели установлены в сменные базы; операция объединения номеров катушки и питателя проведена заранее. Остается подкатить тележку с укомплектованной базой к сборочному автомату и состыковать разъемы.

Однако сменная база – недешевый агрегат, и даже крупные компании имеют их лишь по несколько штук на цех. Снаряженные питатели с "привязанными" номерами катушек могут храниться на стеллажах, и в этом случае их установка в линию занимает ненамного больше времени, чем то, которое уходит на установку комплектной базы. Информацию о местонахождении каждого питателя на стеллажах заносит в базу данных СУЛ оператор со своего терминала.

Но и питатель тоже стоит немало, и многономенклатурный производитель с его тысячами различных компонентов не может иметь по одному питателю на каждый типонаминал. Поэтому основная часть катушек находится вне питателей; такое хранение заметно уве-

личивает время переналадки линии, зато очень существенно экономит инвестиции в приобретение техники. При этом в любом случае – отправляются ли катушки на автоматизированный цеховой склад, или они укладываются на стеллажи – перед размещением сканируется их индивидуальный штрихкод. Данные, содержащиеся в нем, поступают в сервер управления цехом; таким образом, в СУЦ формируется база данных, содержащая исчерпывающую информацию обо всех имеющихся в цеху компонентах.

Стоит отметить, что этой базой пользуется не только сервер линии, готовящий на ее основе данные для перезарядки линии. Она нужна и системе управления предприятием. Не будь этой базы, носитель, выданный из общего склада, нужно было бы просто "списывать со счета"; а при ее наличии система верхнего уровня в любой момент может получить информацию о комплектующих, находящихся в цеху – до последнего компонента.

Носитель компонентов может поступать на хранение в цеху не только со склада предприятия, но и из сборочной линии – ведь почти всегда по окончании сборки партии изделий в питателях остается некоторое количество компонентов. Поэтому перед передачей на хранение носителя, снимаемого с питателя, производится еще одна важная операция: фиксация количества оставшихся в ленте (лотке) компонентов. Эти данные (в числе многих других) собираются сервером в процессе работы линии, и на их основе печатается новая этикетка для катушки, в которой обновлено соответствующее цифровое значение (для прочтения человеком) и штрихкоды – как частный штрихкод количества компонентов, так и интегральный штрихкод – индивидуальный номер носителя. Таким образом, на момент возврата катушки на автоматический склад или стеллаж на ней наклеена этикетка с указанием количества оставшихся компонентов, СУЛ также имеет эту информацию, а сборочный автомат получит ее при установке питателя с данной катушкой.

Понятно, что перед использованием катушки, взятые из склада и со стеллажей, должны быть установлены в питатели, после чего должна быть проведена операция привязки индивидуального номера катушки к серийному номеру питателя.

УДАЛЕННАЯ ПОДГОТОВКА ПИТАТЕЛЕЙ

Основная, самая длительная, самая трудоемкая часть переналадки линии для изготовления нового изделия – это перезарядка питателей. Начинается она с того, что исполнительная программа нового изделия загружается в удаленную станцию подготовки питателей (УСПП). Станция, запросив в СУЛ загрузку питателей прежнего изделия, сравнивает ее с требуемой новой загрузкой.

Сравнение в общем случае показывает, что часть питателей с нужными компонентами уже стоит в машинах линии, другая часть снаряжена и находится в цеху на хранении, а третью часть питателей необходимо снарядить катушками, хранимыми отдельно от них.

Начиная с этой задачи, система управления линией компании Universal Instruments, реализованная в программном обеспечении СУЛ, приступает к экономии времени производителя. Во-первых, программа, имея информацию о содержимом внутрицехового автоматического склада, составляет для него "электронную заявку", по которой склад готовит комплект катушек для новой зарядки; для оператора формируется электронная либо бумажная инструкция, указывающая, что он должен забрать со склада. Отметим, что инструкции для оператора могут отображаться как на его беспроводном терминале, так и на терминалах обслуживаемых им станков. Причем на станках Universal Instruments для удобства оператора установлено по два терминала – по одному с фронтальной и тыльной стороны станка.

Во-вторых, если в автоматическом складе нашлась не вся необходимая комплектация, программа выдает инструкции, указывающие операторам, где взять недостающие катушки из числа тех, которые хранятся на стеллажах.

Забрав катушки из склада и со стеллажей, оператор снаряжает ими питатели. Питатели устанавливаются в базу, которая подключается к УСПП. Она автоматически проверяет каждый типонаминал и проводит привязку индивидуальных штрихкодов катушек к серийным номерам питателей – база готова к установке в линию.

На следующем этапе программа СУЛ выдает инструкции, в соответствии с которыми оператор производит необходимые манипуляции со снаряженными питателями; кроме того, инструкция содержит сведения об оснастке, требующейся для нового изделия, – вакуумных захватах, грипперах и т.п.

МЕТОДЫ ПЕРЕНАЛАДКИ

Система управления линией, реализованная в СУЛ, предусматривает три различных метода переналадки линии при переходе на новое изделие (рис.4). Их принято называть:

- первоначальная установка (Initial Setup);
- гибкая установка (Flexible Setup);
- доустановка (Current Setup To Next).

Первоначальная установка – это полная смена всех баз: базы с питателями для законченного монтажа изделия удаляются, устанавливаются базы, снаряженные вне линии новым комплектом питателей. Это максимально быстрый способ переналадки, но и максимально затратный: он требует наличия двух полных комплектов



Рис.4. Экран выбора метода переналадки

питателей. Причем два комплекта – это больше, чем общее число слотов линии, так как приходится учитывать разнообразие питателей, связанное с разной шириной лент – носителей компонентов. Этот способ наилучшим образом подходит для случаев, когда между предыдущим и последующим изделиями нет ничего общего. Такие случаи характерны для контрактных производителей, которым порой приходится по несколько раз в день запускать изделия с разными конфигурациями платы, разными компонентами – не только по номиналу, но и по упаковке.

В данном варианте подготовку питателей можно производить заранее, пока линия занимается сборкой других изделий. Серверу линии в данном случае не требуется сравнивать загрузки текущего и нового изделий. Он просто использует перечень компонентов, необходимый для нового изделия, на основе которого формирует заказ для склада и инструкции для оператора. Оператор в соответствии с ними забирает носители из склада и со стеллажей – в инструкциях указаны конкретные полки и ячейки, в которых они находятся.

Затем производится зарядка носителей в питатели. Питатели для катушек устанавливаются в базу в порядке, также записанном в инструкции от СУЛ. База подключается к удаленной станции подготовки питателей, которая производит привязку индивидуальных номеров катушек к серийным номерам питателей и автоматическую проверку расположения питателей в базе по типонаминалам компонентов (рис.5). Комплектующие в лотках на данном этапе просто ждут установки в предназначенные для них автоматизированные питатели сборочных автоматов.

По окончании сборки предыдущего изделия остается только извлечь из станков базы с его комплектацией, загрузить в линию исполнительную программу для нового изделия и установить те базы, которые подготовлены для него. После установки каждой базы в ста-

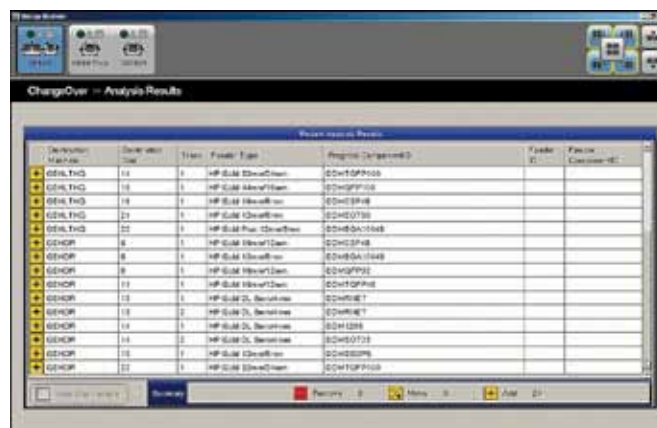


Рис.5. Экран переналадки по методу первоначальной установки. В соответствии с методом, питатели собираются в свободной базе, подключенной к УСПП. Никаких действий, кроме "Добавить" (Add), не производится

нок она включается, и выполняется обязательный автоматический контроль питателей: все ли компоненты установлены в те слоты, которые предусмотрены для них исполнительной программой.

В это же время лотки загружаются в автоматические питатели для лотков, где после считывания штрихкода с лотка такой питатель "знает" местоположение каждого номинала. Операция автопроверки отражается на экране СУЛ для контроля со стороны оператора (рис.6).

Если к этому моменту оператор успел снабдить машины комплектом правильных захватов в соответствии с инструкцией от СУЛ, то можно запускать процесс монтажа нового изделия.

Гибкая установка – вариант перезагрузки, более экономный по затратам на оснастку по сравнению с предыдущим, но также нацеленный на быструю переналадку. Он хорошо подходит для предприятий, производящих небольшими сериями продукцию собственной разработки. Разработчики часто строят схемы устройств на базе некоторой постоянной части: например, интеллектуальные устройства ввода-вывода систем управления техническими объектами могут иметь одинаковую центральную часть – процессор, память, ядро схемы встроенного контроля и т.п. – и различные оконечные каскады. В таких случаях часть комплектации остается общей для группы устройств, а остальное надо каждый раз "подгружать" в сборочный автомат.

В этом варианте СУЛ считывает из линии ее текущую загрузку, сравнивает ее с новой, требуемой, и по результатам сравнения выявляет, каких компонентов не хватает для нового изделия (рис.7). Ненужные для нового изделия питатели остаются в линии. По недостающим типонаминалам СУЛ укажет оператору, где взять пита-

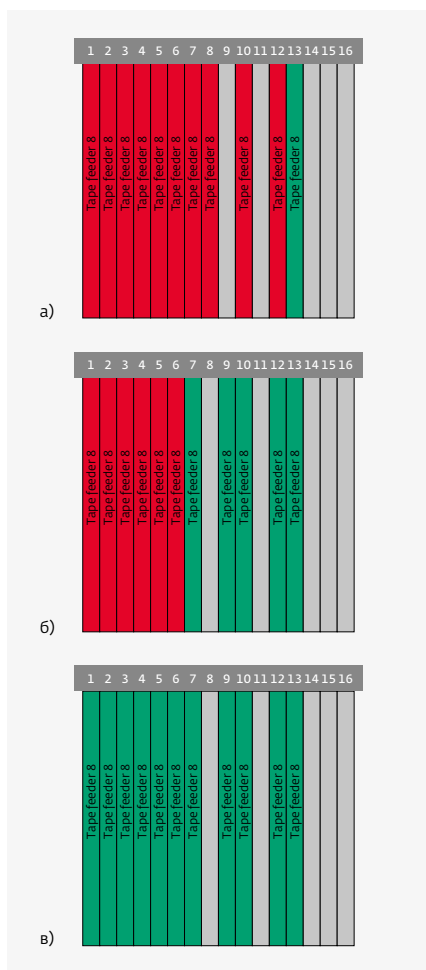


Рис.6. Операция автопроверки питателей на экране сборочного автомата. Первоначально все установленные питатели окрашены красным (а), по мере успешного прохождения проверки цвет каждого из них меняется на зеленый (б, в)

тели с ними, если таковые имеются, а за оставшимися отправит на автоматический склад или к стеллажам – за компонентами, хранимыми отдельно от питателей. Вновь заряженные питатели устанавливаются в УСПП, она подключается к СУЛ для проверки номиналов и привязки номеров катушки и питателя. Далее питатели по одному устанавливаются в произвольные свободные слоты станков.

В программном обеспечении имеется опция, при выборе которой СУЛ проводит некоторую оптимизацию: предлагает подключать питатель не просто в свободный слот, а в слот той машины, монтажная голова которой наилучшим образом подходит для данного компонента. Так, питатели с чипами не имеет смысла устанавливать в машину с универсальной головой, способной работать с крупными компонентами сложной формы, но сравнительно медленной, и СУЛ предложит поставить такой питатель к скоростной турельной голове – чип-шутеру. С другой стороны, если оператор по какой-то причине поставит питатель в произвольное место, программа его найдет, и машина будет работать.

Автопроверка питателей производится после того, как все они установлены: в линии запускается испол-

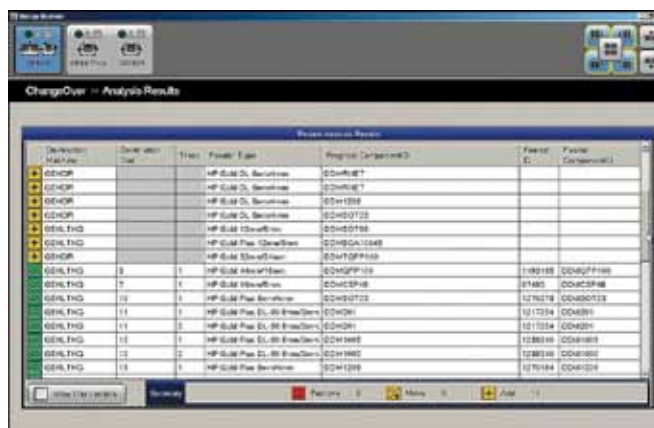


Рис.7. Экран анализа расположения питателей перед включением режима гибкой установки, показывающий, какие питатели задействуются из комплекта прежнего изделия (отмечены зеленым) и какие надо добавить. Никаких действий, кроме "Добавить" (Add), не производится

нительная программа, проводящая верификацию установки. Вообще, автопроверка соответствия зарядки питателя с данным серийным номером производится всякий раз, когда он "появляется" в локальной сети сервера управления линией, и информация о местонахождении питателя, типе и количестве компонентов в нем поступает в СУЛ.

Понятно, что перезарядка в варианте гибкой установки производится быстро. Так же понятно, что производительность линии будет далека от максимальной: ведь голова будет двигаться не по минимальным траекториям, а по тем, которые заданы неоптимально (иногда – произвольно) расположенными питателями.

Здесь стоит отметить, что пользователям, производство которых требует использования преимущественно режима гибкой установки, можно было бы рекомендовать приобретение платформ Fuzion XC2 с расширенной базой питателей.

Доустановка – метод, применяемый для достижения максимальной производительности сборочной линии; временные затраты на переналадку при этом – самые большие. Для этого лишние питатели, остающиеся от предыдущей загрузки, должны быть удалены; питатели, уже стоящие в автомате и нужные для нового изделия, должны быть переставлены в те слоты, где они обеспечат максимальную скорость сборки; и, конечно, должны быть подготовлены и подключены питатели с компонентами, не использовавшимися в прежнем изделии.

Начальная фаза подготовки происходит так же, как в предыдущем случае: активация исполнительной программы в УСПП, сравнение текущей и следующей загрузки

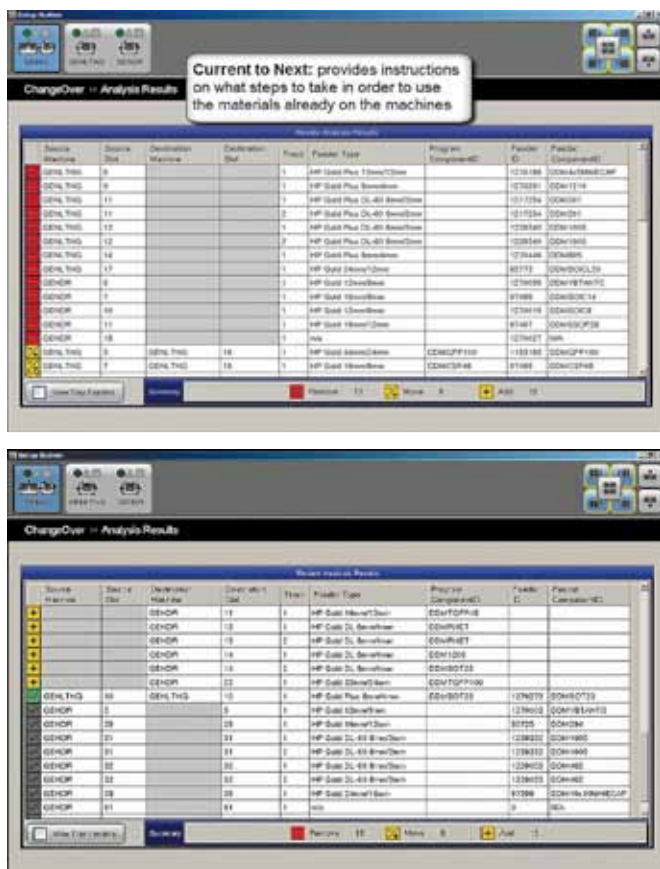


Рис.8. Выработка инструкций для режима доустановки: а – адреса удаляемых (Remove) и перемещаемых (Move) питателей; б – проверка правильности переустановки питателей (зеленое – проверка последнего перемещенного питателя, серое – уже проверенные перемещенные питатели)

привязка индивидуальных номеров компонентов к серийным номерам питателей. Дальше – особенность метода по сравнению с гибкой загрузкой. СУЛ выбатывает инструкции для всей линии: какие питатели удалить, какие вынуть из одних слотов и переставить в другие, куда поставить вновь снаряженные питатели, подготовленные в УСПП (рис.8). После установки, как обычно, в линии запускается исполнительная программа для автоматической проверки правильности подключения питателей в соответствии с содержащимися в них компонентами.

* * *

Мы ознакомили читателя с функционированием сервера управления линией компании Universal Instruments на этапе переналадки для изготовления нового изделия. Но этим этапом его задачи не ограничиваются. СУЛ выполняет полезную работу по обеспечению бесперебойности сборки, а также по глубокому мониторингу параметров производственного процесса и подготовке данных для его всестороннего анализа. Об этом будет рассказано в окончании статьи.

зок питателей, выдача инструкций по снаряжению питателей новыми компонентами, установка их в УСПП,

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"



Цена 1600 руб.

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВИДЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В.П. Дворкович, А.В. Дворкович

Настоящая книга посвящена теоретическим проблемам и практической реализации метрологического обеспечения современных видеoinформационных систем, включая оценку параметров и качественных показателей оборудования формирования, передачи и приема видеoinформации. Данная монография является продолжением темы, рассмотренной авторами в книге "Цифровые видеoinформационные системы. Теория и практика" (ТЕХНОСФЕРА, 2012 г.).

Книга адресована магистрам, инженерам и аспирантам телекоммуникационной отрасли, специализирующимся в области разработки и эксплуатации видеoinформационных систем и сетей.

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2015. – 784 с.,
ISBN 978-5-94836-419-3

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; ☎ (495) 956-3346; ✉ knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru