

Примеры прецизионно точных гибридных металлополимерных изделий электротехнического назначения, используемых в самых различных отраслях промышленности

Модульные системы для производства гибридных металлополимерных изделий

Изготовление штекеров, выключателей или контакторов, состоящих из металлических и полимерных компонентов, наиболее эффективно в специализированных и адаптированных к конкретному виду такой продукции производственных ячейках, в которые интегрированы различные технологические процессы – от металлообработки до литья пластмасс под давлением. Увеличение вариативности типоразмеров и уменьшение объема партий подобных металлополимерных изделий заставляют производителей искать еще более гибкие в технологическом отношении решения. Примерами таких решений являются совместные разработки австрийских компаний ENGEL Austria и Modular Molding Systems (MMS) по созданию производственных ячеек с модульным принципом их компоновки, что позволяет сочетать высокую экономичность с максимальной технологической гибкостью.

Х. Разингер, Р. Эренвебер, ENGEL Austria GmbH (г. Швертберг, Австрия), **П. Буксбаум**, MMS GmbH & Co KG (г. Берндорф, Австрия)

Гибридные металлополимерные изделия электротехнического назначения используются в самых различных отраслях – автомобилестроении, производстве медицинского оборудования, телекоммуникационной техники, электробытовой продукции и др. (см. фото у заголовка статьи). Несмотря на такое разнообразие сфер применения, есть общая особенность производства подобных изделий – ориентация на растущую их индивидуализацию. Для производства это означает потребность в более гибких процессах и быстрой переналадке оборудования, причем без увеличения затрат на единицу продукции, что возможно только в условиях интеграции и автоматизации технологических операций.

Ключевыми факторами достижения этой цели являются модульный принцип компоновки производственной ячейки и тесное сотрудничество между разработчиками разных технологий, объединяющих в данном случае два мира – металлов и полимеров. Как это может выглядеть на практике, было продемонстрировано компаниями ENGEL и MMS на международной отраслевой выставке NPE-2018 в г. Орlando (штат Флорида, США).

1. Производственная ячейка линейного типа

Все технологические операции производства корпусов термовыключателей – от вырубке контактов до контроля и маркировки этих готовых к применению изде-

лий электротехнического назначения – протекают в полностью автоматизированной, высокоинтегрированной производственной ячейке линейного типа (рис. 1). Исходная лента для несущих латунных плат сматывается непосредственно с катушек и предварительно штампуются с нарезанием отверстий за один проход на поточной линии. Затем эти платы, находящиеся еще в составе непрерывной ленты, подаются на вертикальную машину ENGEL insert 60V/35 single, где методом литья под давлением к ним приформовывается наполненный стекловолокнами полиамид. На этой же поточной линии осуществляется и непрерывный 100%-ный контроль качества термовыключателей.

телей, который включает операции оптического контроля и испытания на короткое замыкание под высоким напряжением. Чтобы обеспечить полную прослеживаемость процесса, перед отделением литников и отрезанием готовых качественных изделий от ленты на них наносится лазерная маркировка. Каждые 20 с восемь готовых к монтажу изделий покидают производственную ячейку.

Обычно подобные термовыключатели, которые используются, например, для контроля электродвигателей в автомобилях или в электробытовых изделиях, изготавливаются по затратной многоступенчатой технологии. При этом вырубная штамповка металлических элементов и последующее литье под давлением полимерного компонента осуществляются в различных, иногда даже удаленных друг от друга, местах производства. Это требует не только значительных логистических издержек, но и высоких материальных затрат, так как необходимо согласовать два независимых друг от друга процесса. Данных технико-экономических недостатков лишена описываемая производственная ячейка (см. рис. 1).

Благодаря модульному принципу компоновки оборудования, исповедуемому компанией MMS, в состав производственных ячеек по мере надобности могут интегрироваться и другие обрабатывающие модули или станции, предназна-

ченные, например, для сварки сопротивлением или лазерной сварки металлических элементов, для склеивания, монтажа или очистки деталей. Однако, независимо от количества модулей можно визуализировать весь технологический процесс и управлять им с помощью одной системы управления ENGEL CC300 машиной insert (см. фото). Это является важной особенностью интегрированных решений, поскольку обеспечивает более простое и надежное управление всем сложным процессом. Для настройки и производимых вручную работ по обслуживанию ячейки имеется также пульт ручного управления.

Представленная на выставке NPE производственная ячейка служит примером ее линейной компоновки (см. рис. 1), которая используется, прежде всего, в так называемых процессах «с рулона на рулон» (Reel-to-Reel), когда в составе ячейки не требуются никакие другие системы автоматизации типа манипуляторов и роботов. Транспортировка полуфабриката от модуля к модулю осуществляется с помощью сматываемой с катушки непрерывной несущей ленты, которая в конце процесса, после отделения от нее готовых гибридных изделий, снова сматывается в рулон. Литьевая машина расположена между различными модулями по металлообработке. Линейная компоновка такой производственной ячейки делает ее особенно хорошо обозримой и упрощает обслужива-



С помощью системы управления CC300 вертикальной машиной ENGEL insert можно независимо от количества модулей в производственной ячейке визуализировать весь технологический процесс изготовления металлополимерных изделий и управлять им

ние. Кроме того, эта же компоновка отличается особой компактностью и обеспечивает тем самым более высокую эффективность использования установочной производственной площади, что на многих предприятиях уже стало важным фактором эффективности производства в целом.

2. Производственная ячейка радиального типа

Модульные производственные ячейки радиального, или, иначе, трансферного типа, напротив, применяются в тех случаях, когда в составе гибридных изделий не может быть использована несущая, проходящая через все модули металлическая лента или когда металлические компоненты изделий значительно меньше полимерных. Центральной частью подобных ячеек



Рис. 1. Производственная ячейка линейного типа (а) для изготовления корпусов термовыключателей (б), в которой последовательно осуществляются операции (слева направо) сматывания с катушки металлической ленты, ее предварительной штамповки с вырубкой, литья под давлением полимерного материала, лазерной маркировки, контроля качества, отделения литников и отрезания готовых к монтажу изделий (все иллюстрации: MMS/ENGEL)

являются литьевые машины, оснащенные многостанционным поворотным столом и позволяющие параллельно извлекать из формы готовые литьевые изделия и размещать новые металлические закладные детали. Как правило, модули предварительной обработки располагаются слева от литьевой машины, а модули для завершающих операций, таких как контроль качества и маркировка продукции, – справа. Между ними находится робототехническая система. Линейные роботы, в том числе с несколькими осями X и (или) Y, делают компоновку ячейки особенно обозримой для оператора. В зависимости от назначения и вида гибридных изделий часто находят применение также многоосевые коленно-рычажные роботы. Радиальная компоновка ячейки позволяет быстро переоборудовать или дополнить расположенные до и после литьевой машины модули.

2.1. Ячейка с одной линией подачи металлических компонентов

Концепция радиального расположения компонентов производственной ячейки реализована, например, при изготовлении 4-полюсных штекеров (рис. 2). Предварительно отштампованная и гальванизованная лента с позолоченной контактной зоной сматывается с катушки и с помощью автоматического поворотного намотчика подается к модулю обработ-

ки и втягивается сервоэлектрическим цанговым устройством подачи. Поворотный намотчик позволяет в текущем режиме, в течение самого короткого времени цикла, заменить металлическую ленту без термического повреждения полимерного материала.

В штамповочно-гибочном модуле с кулачковым управлением осуществляются вырубка и формирование контактных перемычек, а также гибка контактов. Последующие стадии сборки и герметизации металлического компонента в литьевой форме требуют особенно высокой точности, что обеспечивается подачей в нее деталей на ленте. Кроме того, предварительное изгибание контактов непосредственно перед впрыском расплава полимерного материала позволяет компенсировать колебания напряжений еще в самой ленте. Затем 32 контакта (4×8), разделенные с помощью вырубного штампа, закладываются в литьевую форму многоосевым роботом ENGEL easix в исполнении Scara. На поворотном столе вертикальной машины ENGEL insert 60V/35 XS найдутся 2 нижние полуформы, чтобы во время впрыска расплава в одну из них заложить серию контактов в другую. Такая параллельная работа способствует сокращению времени цикла и энергопотребления, так как в этом случае узел смыкания должен открываться лишь на короткое время.

За один впрыск таким образом производится 8 штекеров, которые извлекаются из формы линейным роботом ENGEL viper 6, сразу после чего осуществляется их визуально-оптический контроль качества с помощью камеры, установленной непосредственно на захвате робота. Робот viper передает изделия на поворотный стол, который служит также своеобразным накопительным буфером для последующих операций контроля и монтажа. При повороте этот стол в циклическом режиме последовательно проходит 8(!) станций, на которых осуществляются операции монтажа уплотнений, завершающего контроля и др.

Всего лишь 24 с требуются на изготовление 8 изделий, которые затем передаются сервоманипулятором на конвейер, где укладываются штабелями в лотки для отправки заказчику. Речь идет, конечно, о качественных изделиях, поскольку отделение бракованных (если таковые имеются) происходит автоматически.

2.2. Ячейка с двумя линиями подачи металлических компонентов

Другим примером модульной, радиально скомпонованной производственной ячейки служит такая, предназначенная для изготовления представленного на рис. 3 изделия с серией контактов. По причине сложности конфигурации токопроводящих дорожек в этом изделии и соотношения площадей, отводимых под них, перфорированная металлическая лента здесь должна быть разделена на 2 отдельные полосы. Предварительно отштампованные и гальванизированные ленты здесь так же, как и в предыдущем случае, подвоятся слева от литьевой машины. Обе станции подачи лент и гибки контактов конструктив-

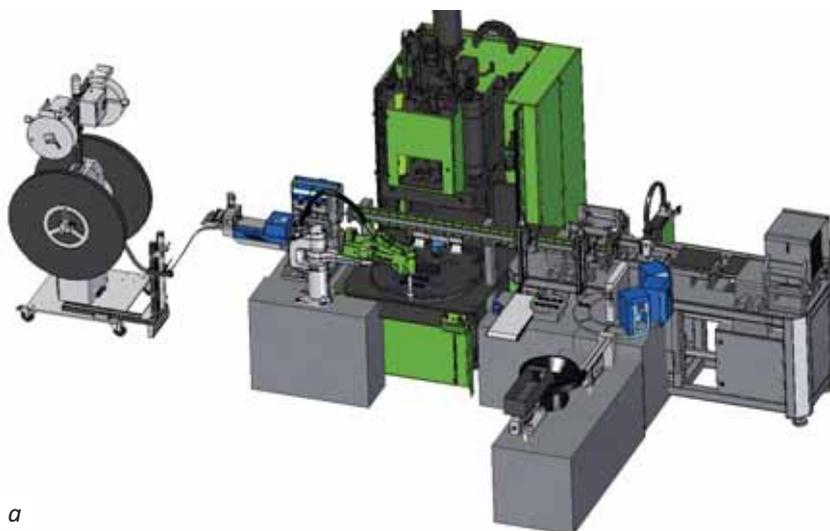


Рис. 2. Производственная ячейка радиального типа (а), используемая в тех случаях, когда в состав изготавливаемых в ней гибридных изделий, например, таких как 4-полюсные штекеры (б), не входит транспортирующая несущая лента

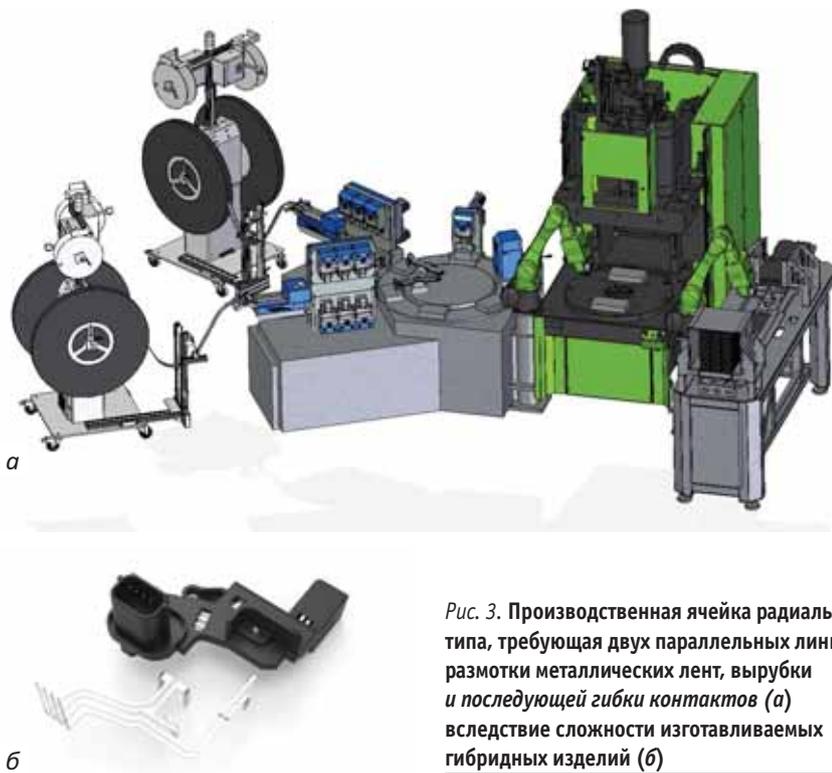


Рис. 3. Производственная ячейка радиального типа, требующая двух параллельных линий размотки металлических лент, вырубки и последующей гибки контактов (а) вследствие сложности изготавливаемых гибридных изделий (б)

но идентичны. И так же, как ранее, сматывание лент с катушек осуществляется поворотным намотчиком, а подача – сервоэлектрическим цанговым устройством. С помощью так называемых летучих вырубных матриц и двух сервоманипуляторов полученные металлические перфорированные заготовки передаются в литьевую машину и размещаются в форме в соответствующих позициях. Перед впрыском расплава полимерно-

го материала контакты сгибаются в изгибном модуле. При этом особенно точно должен быть выдержан заданный угол изгиба контактов, равный 90°, так как при смыкании формы эти контакты должны точно и без смятия войти в ее верхнюю половину. Положение контактов проверяется с помощью камеры, прежде чем левый из двух коленно-рычажных роботов ENGEL easix примет металлические контактные заготовки и за-

ложит их в 2-гнездную литьевую форму. В данной производственной ячейке также используется вертикальная машина insert, оснащенная поворотным столом, чтобы выполнять операцию впрыска параллельно с другими операциями, выполняемыми роботами. Второй коленно-рычажный робот easix, расположенный справа от литьевой машины и смонтированный рядом с узлом смыкания, извлекает из формы готовые изделия и укладывает их в блистерный лоток.

Концепция роботизации производственной ячейки на основе двух коленно-рычажных роботов, расположенных по обе стороны от узла смыкания, обеспечивает хорошую доступность зоны литьевой формы. Кроме того, параллельная в данном случае работа этих двух роботов позволяет сократить время цикла, так как операция литья под давлением не требует длительного времени охлаждения данных изделий вследствие их сравнительно небольшой массы и малой площади поверхности.

Modular Systems for Production of Hybrid Metal-Polymer Parts

H. Rasinger, R. Ehrenweber, P. Buxbaum

ENGEL and Modular Molding Systems from Austria have developed highly effective modular systems for production of metal-polymer parts. This article deals with the features of configuration and advantages of these systems. ■