

# Повышение эффективности при уменьшении времени цикла

Интеграция и автоматизация производственных процессов являются важными условиями для улучшения качества изделий и снижения затрат на единицу выпускаемой продукции. В то же время обе эти тенденции сопровождаются усложнением технологических процессов и систем управления, которые должны согласованно выполнять свои функции в режиме реального времени. Только полная интеграция периферийных систем управления в систему управления литьевой машины обеспечивает возможность дальнейшего повышения общей эффективности производства. Большие многоосевые промышленные роботы для литьевых машин с высокими усилиями смыкания в этом отношении еще не так давно были исключением.

**Г. Диммлер, д-р, Й. Фурманн, В. Хеглингер, А. Нельбергер, ENGEL Austria GmbH (г. Швертберг, Австрия)**

Полностью интегрированные системные технические решения, предлагаемые «из одних рук», во всем мире пользуются возрастающим спросом, так как позволяют не только уменьшить расходы на согласование отдельных этапов процесса и ускорить ввод оборудования в эксплуатацию, но и обеспечивают значительные технико-технологические преимущества. Компания ENGEL Austria GmbH (г. Швертберг, Австрия) продемонстрировала на выставке Fakuma-2015 одно из таких решений, которое позволяет уменьшить затраты времени на извлечение изделий на 10 % по сравнению с другими способами, не предусматривающими полной интеграции процессов.

На большой машине модели ENGEL duo 650 combi M по технологии Clearmelt изготавливались декоративные элементы с использованием натурального шпона (фото 1). Полностью интегрированный многоосевой робот модели ENGEL easix помещал заготовки из натуральной древесины как закладные элементы в литьевую форму, извлекал готовые изделия и укладывал их на ленточный транспортер. Тем самым компания ENGEL впервые показала на выставке представителя нового семейства больших роботов, которые, обладая радиусом действия до 3900 мм и грузоподъемностью до 240 кг в стандартном исполнении, расширяют программу поставок многоосевых роботов компании. С применением подобных роботов теперь становится возможной полная автоматизация и литьевых машин с усилиями смыкания до 55 тыс. кН, используемых, в частности, для производства 1000-литровых мусорных контейнеров.

После выставки производственная установка с литьевой машиной, роботом и технологическим пакетом была поставлена на фирму HIB Trim Part Solutions (г. Брухзаль) – дочернюю фирму компании NBHX Trim GmbH. Именно там в ближайшее время будет запущено первое в мире высокоавтоматизированное производство изделий по технологии Clearmelt.

Компания ENGEL своевременно рассмотрела тенденцию развития в направлении индивидуализированной разработки системных технических решений и соответствующим образом сориентировала



*Фото 1. Пример полной интеграции промышленных роботов в большие литьевые машины на выставке Fakuma-2015 (13–17.10.2015, г. Фридрихсхафен, Германия), где на машине ENGEL duo combi M изготавливались декоративные элементы для интерьера автомобилей. При этом многоосевой робот easix выполнял все необходимые манипуляции с заготовками из натуральной древесины и готовыми изделиями (фото: ENGEL)*

деятельность своих подразделений и специалистов, начиная от производителей литьевых машин и заканчивая экспертами в области системных решений. Важным звеном этой стратегии является собственная программа поставки роботов. Еще в 1980 г. компания приступила к разработке и изготовлению линейных роботов с интегрированием их систем управления в системы управления литьевых машин. В дополнение к этому с 2011 г. предлагаются способные к полному интегрированию в литьевые машины многоосевые роботы серии easix. Сохраняющиеся в программе поставки с самого начала меньшие модели базируются на технологической платформе компании Staebli Robotics; к разработке более крупных новых моделей в качестве партнера была привлечена компания ENGEL Kuka.

Благодаря тесному сотрудничеству со своими партнерами компания ENGEL получила доступ к результатам интенсивных исследовательских и конструкторских работ, проводимых производителями



Рис. 1. Системы управления линейными роботами viper (слева) и многоосевыми роботами easix (справа) являются составной частью системы управления СС300 литьевых машин компании ENGEL (в центре). При эксплуатации в автономном режиме применяются пульта ручного управления (рисунок: ENGEL)

промышленных роботов. Для индивидуализированного согласования разрабатываемых средств автоматизации со специфическими требованиями для конкретных областей применения компания ENGEL объединяет ноу-хау этих компаний с результатами собственной экспертизы состояния отрасли и на этом основании создает комплексные технические решения, включаемые в программу поставки. Таким образом появились на свет линейные роботы viper, роботы e-pic, монтируемые непосредственно на машине (Pick-and-Place), многоосевые роботы easix, а также специальные решения в области средств автоматизации технологических процессов. Выступая в роли генерального подрядчика, компания, кроме того, интегрирует в единые концептуальные решения роботы и другие периферийные компоненты сторонних поставщиков.

### Более простое управление сложными процессами

Преимуществом полностью интегрированных технических решений компании ENGEL является то, что литьевые машины и роботы снабжены системой управления и соответствующей базой данных изготавливаемых изделий. Эксплуатационные характеристики линейных роботов могут быть присущи и многоосевым роботам. На первом месте стоит полная интеграция с обеспечением возможности простого и интуитивного обслуживания производственной установки. Система управления роботом компании ENGEL создается как часть системы управления СС300 литьевых машин этой же компании (Dimmler G., Fritz H. *Komplexe Prozesse sicher steuern // Kunststoffe*. Nr. 10. 2013. S. 168–171). Поэтому операторам нет нужды осваивать разные логические схемы обслуживания машин; они могут управлять роботами, используя привычные команды для литьевых машин (рис. 1).

Дополнительные команды для управления перемещениями робота органично включены в графическую панель системы управления машины. При этом не возникает никаких существенных особенностей при управлении тремя линейными или тремя вращающимися осями линейного робота, или многочисленными вращающимися и линейными осями промышленного робота. Аналогичным образом общая система управления СС300 продолжает функциони-

ровать и при интегрировании других периферийных или контрольно-измерительных устройств. Благодаря этому существенно упрощаются программирование сложных технологических процессов и управление ими. Необходимость в дополнительных системах программного управления исключается, так как в любой момент времени обслуживание комплексной производственной установки может выполняться исключительно через систему управления компании ENGEL.

Для быстрого параметрирования даже самых сложных производственных установок система управления СС300 оснащена разнообразными функциями для представления технологических процессов, начиная от простого выбора заранее подготовленных режимов их протекания и заканчивая объектно-ориентированным графическим построением после-



Рис. 2. Полное совмещение систем управления машин и роботов обуславливает возможность простого параметрирования и обслуживания многоосевых роботов easix. Технические решения компании ENGEL позволяют осуществлять объектно-ориентированное графическое построение последовательности технологических операций, причем для этой цели вполне достаточно располагать навыками управления линейными роботами (рисунок: ENGEL)

довательности технологических операций (рис. 2). Перечень возможных функций включает в себя среди прочего традиционно используемые для линейных роботов возможности ручного перемещения осей, вывода сообщений и фактических значений параметров, обеспечения безопасного закрывания формы, контроля рабочих зон, использования стандартных и созданных пользователем масок для предварительно программируемых перемещений роботов. Дополнительные возможности предоставляет стратегия обратного хода, обеспечивающая предварительно программируемый возврат в исходное состояние из любого положения. Все вместе взятое позволяет операторам надежно и уверенно управлять промышленными роботами без предварительного глубокого овладения дополнительными профессиональными знаниями.

Знаний для управления линейными роботами в режиме обучения вполне достаточно и для параметрирования многоосевых роботов. В противоположность этому, освоение базирующихся на синтаксических кодах систем управления распространенных на рынке традиционных многоосевых роботов требует основательных знаний в области программирования в кодах соответствующих изготовителей роботов. Точно так же без осложнений выполняется комбинирование нескольких роботов с одной литейной машиной. Каких-либо ограничений с точек зрения программного позиционирования, скоростей, видов движений, надежного планирования траекторий и обучения не существует.

Дополнительные преимущества открывают технические решения, связанные с применением систем обработки изображений или предназначенные для проверки наличия детали в захвате робота до начала процесса и после его завершения вплоть до роботизированного сопровождения с применением 2½D-технологии. В этом случае специалисты по литью под давлением даже при решении сложных с точ-

ки зрения автоматизации задач получают возможность так называемого «одноточечного управления» (single point of operation) всей производственной установкой и, кроме того, могут свободно переключаться с одного языка на другой. Наряду со всеми европейскими языками, включая русский, стандартные технические решения компании ENGEL предусматривают возможность диалога и на всех других распространенных языках. Благодаря такому широкому спектру возможностей операторы оборудования могут самостоятельно решать многие задачи, которые прежде требовали привлечения программистов. В результате значительно расширяются возможности практического применения оборудования и технологическая гибкость производственного процесса.

### **Извлечение изделий без дополнительных затрат времени при выполнении ускоренных процессов**

Важным преимуществом такого глубокого интегрирования роботов является то, что они не только успешно взаимодействуют и обмениваются информацией с литейной машиной, но в качестве составной части интегрированной системы имеют доступ к той же самой базе данных. Именно в этой особенности лежит ключ к оптимизации и повышению эффективности производственного процесса – ведь литейная машина и робот могут автоматически согласовывать свои перемещения и контуры регулирования.

В случае любого не полностью интегрированного технического решения зона литейной формы освобождается для доступа робота только после полного открывания формы, когда от машины поступает на робот соответствующий сигнал. В соответствии с техническим решением компании ENGEL робот начинает перемещаться в зону литейной формы одновременно с движением открывания крепежных плит. Так называемое «извлечение изделия без затрат времени» (Nullzeit-Entnahme) сокращает продолжительность манипуляций и полностью исключает неизбежные

в традиционных производственных системах затраты времени на обмен информацией между роботом и машиной через соответствующие интерфейсы.

Благодаря коммуникации через промышленную сеть синхронизация движений литьевой машины, литьевой формы и робота происходит без дополнительных затрат времени. Даже при самых сложных процессах это осуществляется через дисплей панели управления литьевой машины в рамках программной среды системы управления СС300. Определение «блокированных зон» также предусмотрено в стандартных интегрированных технических решениях. «Блокированные зоны» графически визуализируются в системе управления. Оператор видит не только местоположение таких зон в области перемещений, но и может определить, какие из этих зон являются активными или, например, были деблокированы за счет ручных перемещений.

При поставке литьевой машины, робота и других периферийных устройств «из одних рук» компания ENGEL как партнер по комплексным проектам берет на себя выполнение процедур, необходимых для присвоения комплексной установке маркировки SE. Новые большие роботы easix KR прошли проверку со стороны Союза работников технического надзора.

### Уровень автоматизации продолжает повышаться

С момента первого появления на рынке было введено в эксплуатацию более 150 многоосевых роботов модели easix и только за последние 12 месяцев продано 80 роботов. Эти цифры отражают общую тенденцию к повышению уровня автоматизации и более широкому применению принципа «одноточечного управления» или управления с одного пульта в литьевом производстве. Наиболее быстрыми темпами развитие в этом направлении происходит в Европе и Америке.

Многоосевые роботы в связи с распространением полной интеграции все чаще оказываются в центре внимания переработчиков, так как они могут способствовать повышению гибкости не



Фото 2. Автономное исполнение многоосевого робота easix – как, например, на предприятии компании Weidplas – позволяет производственным предприятиям использовать единую логическую схему и единое техническое решение для управления процессами, выходящими далеко за рамки литья под давлением (фото: Weidplas)



Фото 3. За счет новых роботов Scara компания ENGEL в очередной раз расширила свою серию роботов easix. Они применяются для быстрого выполнения задач по подъему и перемещению изделий, включая эффективную предварительную загрузку захватов или приемно-накопительных устройств (фото: ENGEL)

только литья под давлением, но и других процессов, включая контроль качества и сборочные работы. Автономное исполнение робота с интерфейсом Eurostar-67 или без него позволяет и без литьевой машины компании ENGEL обеспечить сквозную автоматизацию всех производственных процессов с управлением через единое автоматизированное рабочее место (фото 2).

### Заключение

Благодаря высокому уровню компетентности компания ENGEL в состоянии предлагать высокоэффективные, многофункциональные и удобные технические решения в области автоматизации производственных процессов. В целях максимально эффективного согласования своих разработок с индивидуальными потребностями заказчиков компания непрерывно расширяет свою программу поставок. Так, в частности, продолжает расширяться серия роботов easix, которая теперь дополнена роботами в исполнении Scara (фото 3). При выполнении многих работ определенные преимущества могут обеспечить четырехосевые роботы благодаря большому числу тактов в минуту и относительно низким инвестициям. При расширении программы поставок в этом новом для себя направлении компания ENGEL тесно сотрудничает с компанией Staeubli Robotics. Первые четырехосевые роботы easix уже установлены на промышленных предприятиях.

Перевод А. П. Сергеевкова

### Efficiency up, Cycle Times down

G. Dimmler, J. Fuhrmann, W. Hoeglinger, A. Neiberger

*Process integration and the corresponding automation solutions are important keys to better quality and lower piece costs. However, both trends tend to complicate the processes and lead to several control systems that have to communicate with each other in real time. Overall efficiency cannot be improved further unless peripheral controls are entirely integrated in molding machine control. Large multi-axis industrial robots used in conjunction with injection molding machines with high clamping forces are no longer an exception from the rule.*