

В системе smart factory («умное» предприятие) компании ENGEL Austria GmbH отдельные компоненты производственных установок непрерывно и автоматически оптимизируются; децентрализованный «интеллект» является главной особенностью промышленной революции Industrie 4.0. При этом в центре внимания оказываются не только отдельные литьевые машины, но и комплексные производственные системы, включая средства автоматизации. Так, например, линейные роботы ENGEL viper нового поколения могут в режиме реального времени компенсировать внешние возмущающие воздействия, способные вызвать нарушения технологических процессов.



Благодаря «интеллектуальному» программному обеспечению и сенсорике линейный робот ENGEL viper обеспечивает значительное повышение эффективности работы оборудования

Компенсация внешних воздействий «умными» линейными роботами

Г. Диммлер, д-р, В. Хеглингер, Й. Килиан, д-р, ENGEL Austria GmbH (г. Швертберг, Австрия)

Еще семь лет назад, представив на рынке новое (на тот момент) поколение линейных роботов ENGEL viper, компания ENGEL Austria GmbH обозначила свое развитие в направлении создания системы smart factory (более подробно о системе smart factory см. в ПМ № 2, 2016, с. 28–31. – *Прим. ред.*). Эти роботы характеризуются оптимизированной механикой и приводными системами, построенной на использовании полевых шин системой коммуникации, включающей в себя датчики на передаточной головке, а также интегрированной системой управления базами данных для робота и литьевой машины. Все вместе взятое создает необходимые предпосылки для применения «интеллектуального» программного обеспечения (см. фото у заголовка статьи). Основной целью при этом является оптимальное использование потенциальных возможностей производственных установок и повышение уровня практической ценности оборудования для его пользователей.

Ускоренное позиционирование при малом времени цикла

Начало было положено в 2009 г. созданием трех модулей программного обеспечения. Благодаря этим модулям роботы смогли оптимизировать режимы движений и динамику, обеспечивая повышение общей эффективности работы литьевых машин даже при большой длине осей. Модуль vibration control рассчитывает параметры ожидаемых собственных колебаний для каждой конкретной нагрузки и комплекса выполняемых манипуляций, а затем компенсирует их в режиме реального времени.

Усовершенствованная версия модуля, получившая название active vibration control, позволила компании

ENGEL сделать еще один шаг вперед. Теперь система управления обладает возможностью компенсировать даже те вибрации, которые обуславливаются внешними причинами. В результате робот значительно быстрее достигает стабильного конечного положения, что во многих случаях позволяет уменьшить время цикла. Наиболее значительный эффект с точки зрения сокращения времени цикла достигается при необходимости помещения в форму закладного элемента или перемещения предварительно изготовленных заготовок. В обоих случаях модуль active vibration control оказывает непосредственное влияние на время цикла.

Благодаря облегченной конструкции и высокой грузоподъемности робот ENGEL viper является системой с практически незатухающими колебаниями. Если механическая часть начинает вибрировать, то эти колебания затухают очень медленно и этот процесс в зависимости от типоразмера системы может продолжаться несколько секунд. Причина заключается во внешних силах, возникновением которых могут сопровождаться движения рабочих органов выталкивателя или которые могут передаваться через крепежные соединения робота от других компонентов производственной установки. В дополнение к этому вибрации робота могут быть обусловлены работой ручной оси или пневмоцилиндров. Благодаря достаточно жесткой конструкции малых роботов компенсация вибраций при выполнении простых подъемно-транспортных операций, как правило, не требуется. Однако при значительных нагрузках и большой длине осей потенциальные возможности для оптимизации оказываются очень большими.

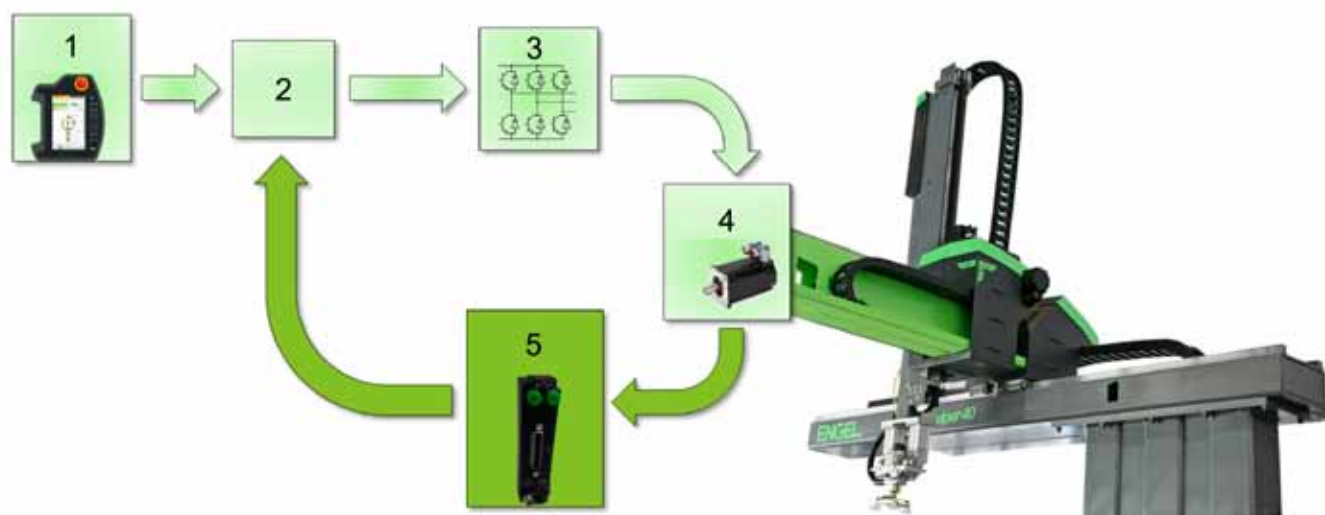


Рис. 1. Схема работы системы контроля с обратной связью: 3D-датчик ускорения регистрирует динамические параметры работы вертикальной руки и передает результаты измерений в систему управления движениями робота по осям X, Y и Z, которая, в свою очередь, через контроллер «командует» серводвигателем (все иллюстрации: ENGEL): 1 – обучающая программа; 2 – блок управления движениями; 3 – контроллер приводов осей X, Y и Z; 4 – серводвигатель осей X, Y и Z; 5 – датчик ускорения

«Интеллектуальная» сенсорика делает возможным эффективное гашение колебаний

Эффективное гашение вибраций, обусловленных не движениями робота, а внешними причинами, может быть обеспечено с помощью 3D-датчиков ускорения. Эти датчики регистрируют динамические параметры работы вертикальной руки и передают результаты измерений в систему управления робота ENGEL viper (рис. 1). Система управления пересчитывает параметры движения робота с тем, чтобы свести к минимуму вибрации в момент достижения крайнего положения.

Благодаря системе active vibration control около 90 % всех обусловленных внешними воздействиями отклонений могут быть устранены исключительно за счет собственных колебаний. В зависимости от размеров робота и области его применения система затрачива-

ет на это доли секунды. Без использования системы active vibration control этот процесс продолжается, по меньшей мере, в 10 раз дольше (рис. 2). Поскольку собственные колебания робота зависят от вертикального положения захвата и изменяются нелинейным образом, необходимо обеспечить активность системы active vibration control на протяжении всей динамической фазы работы.

Для интегрирования в робот был разработан специальный датчик с подключением через полевую шину, который монтируется на конце вертикальной оси робота. Этот «интеллектуальный» датчик включает в себя два датчика ускорения, имеющих различную ориентацию. Такая «избыточность» функций позволяет не только исключить выход системы из строя, но и способствует расширению возможностей робота.

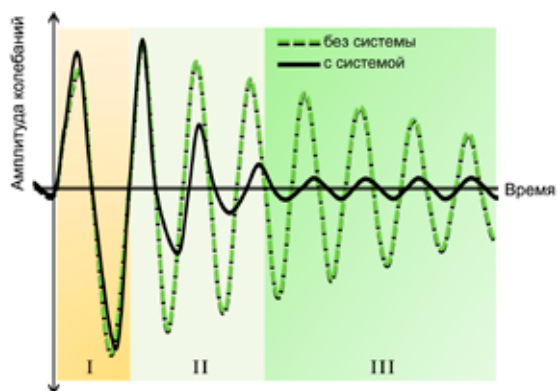


Рис. 2. Система active vibration control позволяет в кратчайшее время погасить любые вибрации робота, возникающие как в состоянии покоя, так и в процессе движения. Даже в случае больших переносимых роботом нагрузок для снижения вибраций до практически неуловимого уровня оказывается достаточно долей секунды: I – стадия возбуждения колебаний; II и III – начальная и заключительная стадии затухания колебаний

Компания ENGEL впервые представила новую систему active vibration control на выставке Fakuma-2015, где «вживую» демонстрировался двоярный робот ENGEL viper 40. Захваты удерживали втулку и соответствующий ей сердечник. Оба робота, перемещаясь вдоль одной оси, многократно вставляли сердечник во втулку и разъединяли эти детали. Для более убедительной демонстрации возможностей повышения эффективности работы нового модуля программного обеспечения система active vibration control была активирована только на одном из роботов. Посетители выставки могли наглядно убедиться в том, что робот, работавший с активированной системой active vibration control, быстрее достигал стабильного конечного положения, что существенно уменьшало время цикла (см. фото).

Если выставочный экспонат демонстрировал возможности манипуляций с двумя не соприкасающимися между собой изделиями, то на практике часто приходится иметь дело с контактирующими друг с другом деталями, например, при позиционировании закладных деталей, приемке или укладке изделий. Для робота это означает, что он во время контакта не должен совер-

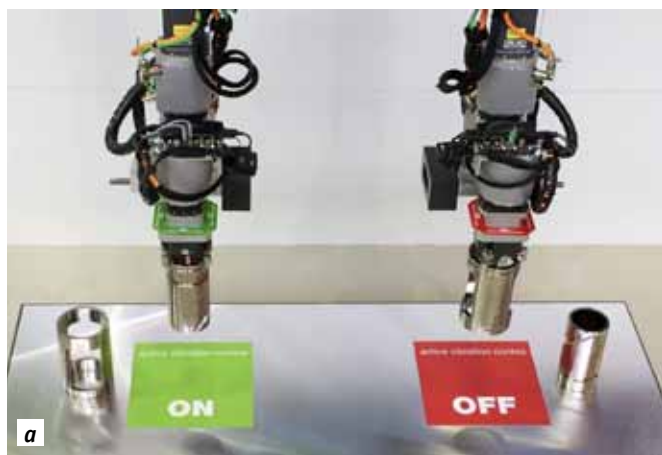
шать колебаний с недопустимо большой амплитудой в каком-то определенном направлении. Робот ENGEL viper с активированной системой active vibration control автоматически распознает такую ситуацию и тем самым предохраняет от повреждений собственные механизмы, литьевую форму и периферийное оборудование.

Возможность заранее рассчитать ожидаемое время цикла

Усовершенствованные линейные роботы компании ENGEL обеспечивают не только повышение скорости позиционирования, но и общую производительность и эффективность работы. Современные роботы могут еще лучше автоматически оптимизировать свою динамику в соответствии с реальными нагрузками. В дополнение к этому функция efficiency control предусматривает оптимизацию процесса выполнения цикла литья под давлением. Закон движения рабочих органов автоматически настраивается во время первого цикла, а при выполнении следующего цикла все настройки уточняются. Уже после второго цикла робот ENGEL viper обеспечивает оптимальную динамику своих движений, подстроенных под оптимальный режим литья под давлением.

При этом абсолютные значения скорости определяются не только на основе фактической нагрузки; во внимание принимаются также длина хода, температура двигателя и конкретный момент времени при выполнении последовательности операций. Извлечение изделий из формы всегда осуществляется с максимальной скоростью, так как эта операция оказывает непосредственное и значительное влияние на время цикла. При продолжительном периоде охлаждения робот замедляет движения, происходящие за пределами рабочей зоны литьевой формы.

В конечном счете пользователь оценивает только время цикла, а не скорость движений и динамику робота. С помощью калькулятора времени цикла программы управления CC300 литьевой машины компании ENGEL можно для любого конкретного случая практического применения с высокой точностью рассчитать ожидаемое время цикла. Это стало возможным благодаря тому, что система управления RC300 линейного



Один из двух роботов ENGEL viper 40 работал на выставке Fakuma-2015 с применением системы компенсации вибраций active vibration control, а другой – без нее. Робот с активированной системой, одновременно начинавший работу со вторым роботом (а), значительно раньше достигал стабильного крайнего положения (б) и мог выполнять свою задачу по перемещению изделия за более короткое время, чем робот с дезактивированной системой

робота ENGEL viper в качестве отдельной подсистемы полностью интегрирована в систему CC300 управления литьевой машиной.

Автоматическая оптимизация динамики движений робота не только способствует минимизации времени цикла, но и одновременно повышает эффективность использования потребляемой энергии, а также предохраняет механические узлы робота, увеличивая тем самым общий срок его службы. Кроме того, появляется возможность увеличения интервалов между периодами технического обслуживания и более полного использования оборудования на протяжении предполагаемого срока его эксплуатации.

Применение сенсоров открывает путь к новым интеллектуальным возможностям

Выставка Fakuma-2015 послужила стартовой точкой для новой системы компенсации вибраций. С тех пор сфера применения системы active vibration control последовательно распространилась на роботы с типоразмером от 20 до 120. До 2017 г. предусматривается завершить оснащение системой active vibration control и самых больших роботов ENGEL viper – с максимальной грузоподъемностью 120 кг. Описанный модуль системы программного обеспечения автоматически конфигурируется и оптимизируется в соответствии с конкретными условиями эксплуатации, включая изменяющиеся нагрузки. Это существенно упрощает

управлением процессом в целом. Простота обслуживания наряду с полной интеграцией робота в систему управления литьевой машины являются характерными особенностями робота ENGEL viper.

Применение сенсоров (например, 3D-датчика ускорения) открывает путь к дальнейшему совершенствованию роботов и расширению их возможностей. Поскольку благодаря «интеллектуальной» системе регулирования роботы могут удерживаться в стабильных конечных положениях, в перспективе можно будет создавать более крупные роботы и перемещать более тяжелые грузы при одновременном уменьшении массы самих роботов. Наибольшую пользу при этом приносит, тем не менее, «интеллектуальный» сенсор. Именно он открывает путь к созданию новых интеллектуальных функций и, тем самым, к системе smart factory.

Перевод А. П. Сергеевкова

New Software from ENGEL Compensates for External Influences in Injection Molding Handling

G. Dimmler, W. Hoeglenger, J. Kilian

The vision for the smart factory is that the various components of the production cells will be permanently self-optimizing – distributed intelligence is a prominent feature of Industry 4.0. For injection molding operations, this means that the focus is widening from just the molding machines to the entire production cell, including the automation. A new generation of linear robots is now capable of reacting to external influences in real time.