На выставке «К-2022» группа компаний ENGEL представит среди прочего две новые «умные» функции из своей программы inject 4.0 – Parameter-Limits и iQ hold control, а также новую компактную полностью электрическую литьевую машину e-motion 160 combi M. Все эти инновации направлены в конечном счете на повышение эффективности и конкурентоспособности перерабатывающего предприятия.

Пути повышения эффективности литьевого производства

С. Цинкграф, ENGEL Austria GmbH (г. Швертберг, Австрия)

Технологическое окно для 150 параметров

Колебания свойств сырья, износ формообразующих и трущихся деталей литьевой формы, изменение условий окружающей среды – самые разные причины могут повлиять на процесс литья под давлением и, следовательно, на качество продукции. Новая функция Parameter-Limits следит за тем, чтобы значения любого параметра литья, выбранного из 150 (!) возможных, всегда находились в пределах определенного технологического окна, не выходя за границы установленного допуска (рис. 1).

Все выбранные параметры, которые отображаются для оператора на главной странице экрана панели управления, разделены на четыре основные группы – соответственно основным этапам процесса литья под давлением – с возможностью добавления других групп. При этом для каждого из них указано текущее заданное значение. Кроме того, на экране отображается значение данного параметра, которое было получено из результатов оптимизации или отработки процесса литья и при котором было достигнуто наилучшее возможное качество детали. Это значение служит опорным (эталонным) для допустимых отклонений, которые находятся внутри границ допуска, назначаемых в их абсолютном или относительном (процентном) выражении. В качестве альтернативы оператор может напрямую ввести верхнее и нижнее предельные значения параметра, после чего допуск рассчитывается автоматически. Таким образом, на экране панели управления он видит полное технологическое окно процесса литья, установленные в данный момент значения параметров, а также их соответствующие опорные значения.

Рис. 1. Новая функция Parameter-Limits позволяет устанавливать на экране панели системы управления литьевой машиной допуски для 150 параметров процесса литья *(все рисунки: ENGEL)*

Функция Parameter-Limits легко активируется с помощью простой постановки галочки рядом с ее иконкой на экране панели управления, после чего соответствующие параметры процесса более не могут выходить за границы технологического окна, а все принятые настройки сохраняются в наборе данных о деталях. Таким образом, при повторном использовании соответствующей литьевой формы установленные допуски сразу же воспроизводятся в системе управления CC300 литьевой машиной, исключая риск ошибок ввода.

Новая функция позволяет предотвратить возникновение брака и работать с экономией энергии и ресурсов. Ее большой потенциал для настройки и поддержания заданного технологического окна процесса литья будет продемонстрирован на выставке «К-2022» на примере изготовления пластиковых сосудов для медицинских проб. Высокая надежность делает эту функцию особенно полезной при производстве деталей медицинского назначения.

Сокращение времени отработки режима литья

Другая новая «умная» программная функция – iQ hold control – экономит много времени технологу, автоматически определяя

оптимальное время подпитки или, иначе, время охлаждения отливки под давлением, которое является одним из важных технологических параметров процесса литья под давлением, определяющих качество продукции. Как правило, оно настраивается индивидуально после крепления формы на литьевой машине и определяется эмпирически. Определение точки перехода отливки в твердое состояние занимает не только много времени, но и требует большого расхода полимерного сырья, так как сначала необходимо изготовить достаточное количество пробных деталей для их испытаний в лаборатории контроля качества. Новая же система-помощник сама решает эту задачу для производственного персонала, экономя как время, так и сырье.

Основой для автоматического расчета времени подпитки является, с одной стороны, «дыхание» формы, а с другой – позиция шнека пластикации. Система iQ hold control анализирует оба эти параметра и уже через несколько циклов литья предлагает оптимальное время подпитки, отображая его на панели системы управления CC300 ТПА. Если наладчик подтвердит это значение, можно немедленно запустить серийное производство. Поскольку на время подпитки не влияет человеческий фактор, даже менее опытные технологи могут настроить любой параметр процесса литья одним щелчком мыши при смене партии перерабатываемого материала. При этом бывает, что автоматически настраиваемое оптимальное время подпитки оказывается ниже, чем установленное в начале (рис. 2). В этих случаях сокращается время цикла и снижается потребление энергии.

Посетители «К-2022» смогут познакомиться «вживую» с принципом действия новой функции iQ hold control на стенде ENGEL, где на полностью электрической литьевой машине e-mac, оснащенной и другими «умными» системами-помощниками из программы inject 4.0, будут производиться разъемы для автомобильной электроники. Эти системы можно будет активировать и деактивировать по отдельности, чтобы в режиме

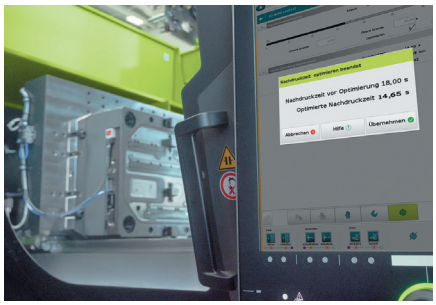

Рис. 2. Часто оптимальное время подпитки оказывается короче установленного при запуске производства, что сокращает время цикла: в данном случае на экране панели управления можно прочитать, что время подпитки до его оптимизации составляло 18 с, а после – 14,65 с

реального времени следить за тем, как они работают, и убедиться в эффективности действия каждой из них. Специалисты ENGEL сымитируют различные возможности управления процессом, в том числе для достижения более высокой энергоэффективности или постоянного качества продукции, даже если сырье подвержено колебаниям свойств.

Минимальная установочная площадь при максимальной производительности

Премьерой на выставке будет также оснащенная горизонтальной поворотной плитой полностью электрическая литьевая машина e-motion 160 combi M с усилием смыкания всего 1600 кН (см. фото у заголовка статьи). Дело в том, что ранее конструкторская концепция ENGEL combi M была присуща более крупным литьевым машинам. В горизонтальном исполнении поворотная плита разделяет зону смыкания литьевой машины на две половины для параллельного управления двумя формами, что позволяет реализовать технологию двухкомпонентного литья под давлением или удвоить производительность литья при использовании, например, двух одинаковых литьевых форм. Литьевые машины серии combi M в стандартной комплектации оснащены двумя узлами впрыска, один из которых находится на неподвижной крепежной плите, а второй – на подвижной.

Рис. 3. Двухкомпонентные сосуды для диагностических проб, произведенные в условиях чистого помещения на новой литьевой машине e-motion 160 combi M

Сосуды для медицинской диагностики являются двухкомпонентными (рис. 3). На первом этапе процесса литья отливаются корпуса сосудов из поликарбоната черного цвета, имеющие цилиндрические полости. Затем плита поворачивается на 180°, чтобы на втором этапе закрыть эти цилиндрические детали с их одной стороны крышками в форме линз из прозрачного поликарбоната. Одновременно – с другой стороны поворотной плиты – изготавливается новый набор корпусных деталей. Две 32-гнездные формы произведены немецкой фирмой Hack Formenbau.

Концепция combi M с горизонтальным поворотным столом позволяет существенно экономить ценную производственную площадь, особенно при использовании многогнездных форм. Так, сопоставимая 32-гнездная пресс-форма с вертикальной поворотной плитой потребовала бы более мощной литьевой машины e-motion с усилием смыкания не менее 2800 кН и более чем на 20 % большей установочной площади. Эти преимущества значительно повышают экономическую эффективность использования литьевых машин серии combi M, особенно если речь идет о производстве в условиях чистого помещения, где дорог каждый квадратный метр производственной площади. Кроме того, меньшее по размерам литьевое оборудование потребляет меньше энергии. Кстати, полностью электрические литьевые машины серии ENGEL e-motion уже сейчас являются одними из самых энергоэффективных в своем классе на рынке литьевого оборудования.

Большой вклад в компактность производственной ячейки вносит также система автоматизации. Благодаря своей стандартизированной конструкции, эта система, разработанная ENGEL, позволяет особенно легко интегрировать в нее

различные элементы автоматизации и другие технологические блоки, и при этом требует значительно более узкого защитного ограждения по сравнению со стандартным. Для производства сосудов для диагностики на выставке будет использоваться тандем манипуляторов. Линейный робот ENGEL viper 20 извлекает из формы двухкомпонентные детали и укладывает их в лотки, а робот ENGEL e pic, работающий по принципу pick-and-place, закрывает полностью загруженные лотки промежуточным слоем, чтобы их можно было штабелировать в коробки и направлять к выходу из производственной ячейки через встроенный сервер лотков.

«Умная» поддержка налаженных процессов

Описываемый экспонат раскрывает широкие возможности цифровизации в условиях чистого помещения, поскольку литьевая машина e-motion combi M оснащена целым набором «умных» систем-помощников из программы ENGEL inject 4.0 для производства двухкомпонентных деталей. К ним относятся среди прочего система iQ weight control, которая выявляет колебания объема впрыска и вязкости материала и автоматически компенсирует их в пределах установленного допуска в одном и том же цикле литья, а также iQ flow control, которая обеспечивает постоянный режим термостатирования формы за счет регулирования разницы температур в отдельных контурах охлаждения до заданного значения. Кроме того, посетители выставки смогут «вживую» ознакомиться с системой iQ process observer, особенность которой заключается в том, что она не оптимизирует отдельные этапы литья под давлением, а постоянно следит за процессом в целом. При этом одновременно анализируется несколько сотен параметров, а наиболее значимые для качества деталей отклонения от опорных значений наглядно отображаются для оператора на экране панели управления. Во многих случаях программное обеспечение само предлагает пути оптимизации процесса литья. Таким образом, iQ process observer является одним из первых примеров использования искусственного интеллекта в литье под давлением.

«Умные» системы-помощники делают производственные процессы более стабильными и надежными и поэтому приобретают все большее значение, особенно в медицинской технике и фармацевтике. С их помощью можно улучшить даже налаженные процессы литья. Ключом к этому является назначение технологических окон вместо конкретных установленных значений параметров, которые можно перенастроить с помощью упомянутой ранее программной функции Parameter-Limits.

Цифровизация процессов литья особенно важна при переработке вторичного пластика. Этой актуальной задаче посвящена значительная часть выставочной экспозиции ENGEL (более подробно о подходе компании к рециклингу пластмасс средствами литья под давлением см. в ПМ № 7 2022 г., с 12–16. – *Прим. ред.*).

Следует добавить, что в качестве единого поставщика ENGEL – за счет цифровизации процессов литьевого производства – обеспечивает также полную интеграцию управления внешними объектами, такими как формы или периферийные устройства, в систему управления литьевой машиной. Например, в случае описываемого производства сосудов для диагностики, в систему CC300 встроено программное обеспечение HACK mouldlife sense, которое с помощью технологии веб-просмотра выявляет ошибки и рассогласования в работе литьевой формы и автоматически уведомляет об этом оператора еще до появления брака и связанных с ним высоких затрат.

Пакеты эффективности против роста стоимости энергии

Важным источником повышения эффективности литьевого производства является экономия энергии, которая становится все более актуальной в условиях стремительно растущих цен на энергоносители. Решить эту задачу позволяют разработанные ENGEL и индивидуально подбираемые для клиентов

Рис. 4. До 67 % сэкономить энергию гидравлической литьевой машины с насосом постоянного расхода позволяют новые пакеты эффективности, основанные на оптимальном взаимодействии литьевой машины, системы термостатирования формы и цифровых решений

пакеты повышения эффективности процесса литья, в основе которых лежит организация «умного» взаимодействия литьевой машины, системы термостатирования формы и цифровых решений. На выставке «K-2022» ENGEL на конкретных примерах сделает наглядными преимущества такого взаимодействия. При этом всеми пакетами эффективности можно оснастить не только новое литьевое оборудование, но и имеющиеся на предприятиях литьевые машины серий e-motion, e-mac, victory и duo с контроллерами CC300. На примере гидравлической литьевой машины с насосом постоянного расхода это означает до 67 % экономии энергии (рис. 4).

Помимо прямого снижения энергопотребления отдельными компонентами производственной ячейки, повышению эффективности и в конечном счете конкурентоспособности производства способствуют предотвращение брака, экономия времени обслуживающего персонала и постоянная эксплуатационная готовность литьевого оборудования. Наконец, чем выше общая эффективность новой литьевой машины, тем быстрее она окупится.

Ways to Improve Efficiency of Injection Moulding

S. Zinckgraf

Several smart solutions by ENGEL are described in the article. These solutions will be presented at the K Show and are aimed at improving efficiency and competitiveness of injection moulding production.