

Новая система ENGEL – iQ process observer, предназначенная для постоянного мониторинга процесса литья под давлением, одновременно контролирует сотни параметров производственной ячейки и в случае их отклонения от заданных значений оповещает пользователя таким образом, чтобы тот мог легко распознать не только сами отклонения, но и их причины. Во многих случаях эта новая «умная» система-помощник из семейства iQ-программ даже выдает предложения для решения возникших проблем. В результате снижается процент брака и сокращается простой производства.



Желтый сигнал (как у светофора) системы iQ process observer на экране пульта управления предупреждает оператора о возникших отклонениях какого-либо параметра процесса литья

## Одновременный контроль сотен параметров процесса литья

Й. Гиссауф, д-р, Г. Пиллвайн, д-р, П. Капеллер, Й. Килиан, д-р, ENGEL Austria GmbH (г. Швертберг, Австрия)

Если где-то и нужны изменения, то только не в текущем процессе литья под давлением. Переработчики пластмасс хорошо знают, что, с одной стороны, переменные условия окружающей среды, неожиданные колебания свойств перерабатываемого материала и постепенный износ рабочих элементов формы и литьевой машины в той или иной степени нарушают нормальный ход производства. Кроме того, возникают не такие уж и редкие проблемы с подачей материала и автоматизацией процесса, которые нарушают тепловой баланс в материальном цилиндре и форме и приводят к кратковременным остановкам производства. С другой стороны, в новых литьевых машинах уже многое автоматически регулируется, например движения их осей, значения параметров литья – температуры и давления. Другими примерами служат такие уже опробованные в серийном производстве разработки ENGEL, как «умные» распределители термостатирующей жидкости e-flowo [1], система-помощник iQ weight control, обеспечивающая постоянный объем впрыска [2], и др.

### Автоматизированный анализ данных – замена оператора или помощь для эксперта?

Таким образом, многие отклонения в процессе литья под давлением могут быть отрегулированы, но далеко не все. И если все же возникают «нерегулируемые» изменения параметров, они зачастую распознаются слишком поздно или вообще не распознаются, что и в том, и в другом случае грозит появлением брака. Поиск причин возникновения дефектных изделий является, как правило, достаточно трудоемким процессом и требует привлечения экспертов, опыта и знаний которых, однако, не всегда бывает достаточно. Понятно, что при этом устранение причин таких дефектов происходит не мгновенно и связано с остановкой производства. Исключить поставку заказчику дефектных изделий можно, конечно, за счет сплошного (100%-ного) контроля качества серийной продукции, который, однако, слишком дорог и используется лишь в особых случаях. Решить задачу помогает непрерывный контроль самого процесса

литья. Стабильный, неизменный процесс, хотя и не является абсолютной гарантией заданного качества продукции, но, тем не менее, – его важной основой. Так какой же процесс можно назвать стабильным и как добиться его стабильности?

Обычно считается, что для этого нужно выбрать определенные параметры процесса, значимые для качества изделий, чтобы затем контролировать их значения и поддерживать их на заданном уровне с учетом допусков. Но не все так просто: в то время как по отношению к показателям качества изделий всегда имеются четкие требования к допустимым отклонениям, мониторинг процессов связан с выбором параметров и определением допусков на них в основном на основе субъективного опыта. И мнение экспертов по этому поводу бывает, как правило, различным.

На этот счет существует также «всеобъемлющий» подход к сбору и анализу данных процесса литья, который гласит: «контролируйте все возможные параметры процесса, которые можете проконтролировать»,

поскольку, мол, лучше отслеживать все, что можно, чем упустить из виду что-то важное. С одной стороны, подобный подход предоставляет переработчику целостную и однозначную картину процесса литья – своего рода его «отпечатки пальцев», а с другой стороны, «всех возможных контролируемых параметров» может быть достаточно много, и с увеличением их числа соответственно повышается трудоемкость настройки контрольных границ и интерпретации результатов контроля.

Новый программный продукт ENGEL – iQ process observer – полностью устраняет эти противоречия и проблемы, практически сводя к нулю трудоемкость процедур контроля, обработки и корректировки сотен параметров процесса литья. Функционирование этого iQ-продукта основано на следующих положениях:

- все доступные для контроля параметры уже предварительно сконфигурированы на заводе с учетом технических характеристик поставляемой литьевой машины;
- во время работы машины программное обеспечение iQ process observer само распознает, какие зоны нагрева материального цилиндра и литьевой формы или какие точки на профиле скорости впрыска являются значимыми для процесса литья и, следовательно, должны подвергаться контролю;
- границы допусков на параметры литья автоматически программируются и, при необходимости, перепрограммируются на основе текущего цикла. Этот процесс «обучения» машины базируется на «встроенных экспертных знаниях» и, при необходимости, корректируется таким образом, чтобы не возникало слишком узких или слишком широких полей допусков на параметры режима литья, рассчитываемых в данный момент на основе очень небольшого или очень большого рассеивания значений контролируемых параметров.

Теперь поговорим об интерпретации результатов контроля. Предположим, что изменяются одновременно 40 параметров процесса литья. Как лучше всего сообщить пользователю об этом? Должен ли он получить на пульт управления



**Рис. 1.** Обзорная экранная страница iQ process observer представляет информацию о текущем состоянии основных стадий процесса литья в терминах «в порядке» (зеленый свет «светофора») или «не в порядке» (желтый цвет) (все рисунки: ENGEL)

или свой смартфон только список этих 40 изменившихся параметров или же 40 сообщений с более подробной информацией? Понятно, что можно «захлебнуться» от такого избытка информации и не разглядеть в ней действительно значимые сведения. Чтобы этого не произошло, система-помощник iQ process observer представляет результаты мониторинга в виде своего рода «резюме» (рис. 1). При этом текущее состояние каждой из четырех его основных стадий – пластикация, впрыска, охлаждения и извлечения изделия – отображается на экране пульта управления или смартфона цветом аналогично сигналам светофора. Если все они зеленого цвета, значит, все в порядке, а если, например, загорается желтый сигнал, это свидетельствует об отклонениях каких-либо параметров соответствующей стадии литья от опорных значений.

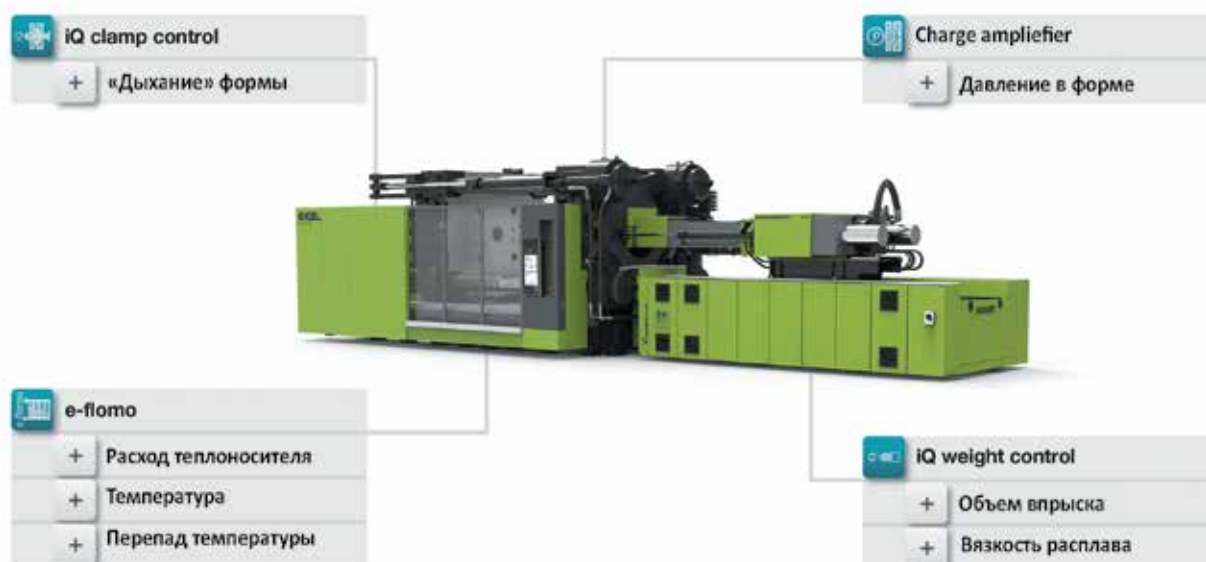
### Сигналы светофора для четырех стадий процесса литья

Если оператор или другой сотрудник увидит желтый сигнал на экране пульта управления, он наверняка захочет узнать, какой именно параметр отклоняется от опорного значения и как это произошло. Касанием желтого символа можно более детально отобразить соответствующую стадию процесса литья, причем степень детализации этой информации может быть различной. Например, если оператор захочет «проникнуть в глубины» причин отклонения интересующего его параметра, он может вызвать график его изменения в течение последних циклов с его точными численными значениями.

В примере, показанном на рис. 2, желтые области сигнализируют об отклонениях фактических значений параметров литья за определенный



**Рис. 2.** Пример предоставления информации об изменениях в процессе литья за последние 20 циклов, откуда специалист сразу поймет, что изменения ряда параметров (выделены желтым цветом) являются следствием выполненного пользователем изменения заданного значения противодавления, отмеченного символом в виде карандаша на желтом фоне



**Рис. 3.** Такие iQ-продукты и опции, как iQ clamp control, e-flow и др., помимо собственной ценности для управления процессом литья, приносят дополнительную пользу, предоставляя информацию системе iQ process observer о ключевых параметрах («дыхание» формы, расход термостатирующей жидкости и другие параметры со знаком «+») и делая тем самым более целостной картину процесса литья и без дополнительных датчиков

период времени. Видно, что на стадии «Пластикация» в группе параметров «Дозирование» изменились фактические значения противодействия, времени и производительности дозирования, что стало следствием проведенного пользователем изменения противодействия в предшнековой зоне материального цилиндра. Это понятно по символу в виде карандаша на желтом поле полосы «Противодавление». Благодаря программному обеспечению, можно также увидеть, что данное вмешательство в процесс литья привело и к изменению вязкости расплава.

Фактически система iQ process observer делает то же самое, что и специалист-технолог, когда он анализирует возникшие проблемы, пытаясь разобраться в них на основе имеющихся данных. Однако у человека, каких бы «семи пядей во лбу» он ни был, подобная деятельность может занять довольно много времени, тогда как программное обеспечение выполняет эту работу практически мгновенно и в режиме реального времени. Поэтому теперь специалист может полностью сосредоточиться на интерпретации сведений, полученных от надежной системы-помощника, и подумать о возможных путях решения проблемы. Несколько перефразируя известное выражение Альберта Эйнштейна, можно

сказать, что в этом случае решение проблемы начинается с ее правильного понимания.

Производители литьевых машин предлагают своим клиентам все больше и больше разработок, целью которых является более воспроизводимый или лучше настроенный процесс литья. В связи с этим возникает вопрос: зачем необходимо еще одно программное решение – в виде системы мониторинга iQ process observer? Ответ заключается в том, что эта система как бы объединяет все другие программы-помощники, называемые в компании ENGEL iQ-продуктами. Их примерами служат iQ clamp control или iQ weight control, которые сами по себе поставляют ценные данные о процессе литья, характеризующие «дыхание» формы или колебания объема впрыска и вязкости расплава, но в совокупности, объединенные системой iQ process observer, они могут дополнять друг друга и развиваться с помощью этой системы (рис. 3). При этом не требуется установка дополнительных датчиков в форме или в контурах ее системы термостатирования, поскольку всю информацию о процессе литья теперь предоставляет iQ process observer.

#### «Разговор» цифрового помощника с пользователем на простом и понятном языке

Основная задача системы мониторинга iQ process observer –

визуализация данных о процессе литья, чтобы пользователь мог их наилучшим образом интерпретировать, сделать выводы и предпринять необходимые действия. Однако программное обеспечение системы не ограничивается этим и предлагает дополнительные возможности, когда пользователь не может сразу разобраться в полученной информации. Так, повтор данных об изменениях параметров в каждом последующем цикле литья позволяет убедиться в ненадлежащем состоянии процесса и необходимости корректирующих действий. В таком случае цифровой помощник в виде системы iQ process observer выдает пользователю указания на причины проблемы и предложения для ее устранения или оптимизации процесса. Получить их можно единственным кликом на экране пульта управления или смартфона.

#### «Живой» iQ-продукт

Команда разработчиков ENGEL поставила перед собой цель постоянного совершенствования системы iQ process observer. Среди прочего расширяется спектр «подсказок», которые распространяются на новые случаи ненадлежащего состояния режима литья, так что данный iQ-продукт «живет» и становится все более мощным инструментом управления процессом, его оптимизации и обеспечения тем самым

требуемого качества продукции. По этой причине особое внимание разработчиков уделяется тому, чтобы программное обеспечение iQ process observer легко обновлялось. При этом вычислительный аппарат iQ process observer, созданный на основе собственного аппаратного оснащения ENGEL и предназначенный для анализа данных о процессе литья, поддерживается системой управления литейной машиной, куда возвращаются и визуализируются результаты расчета, что существенно упрощает для оператора работу с цифровым помощником (рис. 4).

Система iQ process observer использует современную и безопасную IoT-инфраструктуру устройства Edge (интерфейс коммуникации между платформой данных ENGEL и оборудованием), которое через интернет автоматически ищет доступные обновления, но только после полученного разрешения от пользователя. Выполнение этого условия является обязательным из соображений безопасности.



**Рис. 4.** Аппаратное оснащение iQ process observer, хотя и связано с системой управления литейной машиной, функционирует за ее пределами. При этом внешний компьютер может предоставлять системе iQ process observer данные о веб-приложениях, открывая тем самым ей двери в окружающий «цифровой» мир

### Преимущества сети

Сделать шаг к сетевому подключению системы iQ process observer зачастую совсем не просто. Причины тому могут быть разные. Самая простая заключается в отсутствии соответствующего сетевого кабеля; сложнее, если у компании имеются проблемы с безопасностью и во-

просы к «автономии» собственных данных. Такое, как показывает практика, встречается у многих компаний. В этом случае компания ENGEL готова помочь словом и делом. Те преимущества, которые предоставляет сетевое объединение, приобретают все большее значение год от года, причем инвестиции,



необходимые для его внедрения, быстро окупаются.

Сеть образует основу для будущей продукции. Преимущества сетевого подключения iQ process observer выходят далеко за рамки простого обновления. С помощью сети пользователь может держать в поле зрения не только одну литейную машину, но и весь парк оборудования со всей необходимой, наглядно отображаемой информацией. Кроме того, становится доступным множество дополнительных полезных функций, которые не может предоставить машина. В перспективе будет возможно также скачать в дистанционном режиме и программное обеспечение iQ process observer в виде веб-версии.

### Принцип действия и преимущества iQ process observer

Таким образом, система iQ process observer предлагает новый уровень «умной» помощи переработчику пластмасс, контролируя несколько сотен параметров в каж-

дом цикле и на каждой стадии цикла и тем самым отслеживая не только работу отдельных узлов литейной машины, как это делают другие системы-помощники, но и весь процесс литья в целом.

Весь процесс литья под контролем: с помощью имеющихся датчиков все важные технологические и машинные параметры оцениваются на предмет их потенциального изменения или имеющегося отклонения от опорного состояния, что отображается на экране пульта управления литейной машиной зеленым либо желтым цветом, сигнализируя пользователю о том, что все в порядке или не в порядке с каким-либо параметром.

Общий обзор процесса: все контролируемые параметры объединены в логические группы, чтобы пользователь мог сначала оценить общее состояние процесса литья, а уже потом, при необходимости, перейти к более детальному анализу.

Предыстория: процесс литья представлен за несколько предыдущих циклов, чтобы можно было

оценить возникновение отклонений в их временной последовательности.

Фильтрация информации: iQ process observer обращает внимание пользователя только на изменения параметров (желтый цвет «светофора»), чтобы тот мог сосредоточиться на самой важной в данный момент проблеме.

### Литература

1. *Schläger M., Balka C., Giessauf J.* Working with instead of against One Another // *Kunststoffe international*. – 2017. – No. 2. – P. 17–20.
2. *Pillwein G., Willnauer P., Steinbichler G.* Opening up a Broader Range of Applications for Recyclates // *Kunststoffe international*. – 2020. – No. 4. – P. 26–30.

### **Monitoring Hundreds of the Injection Moulding Parameters Simultaneously**

**J. Gießauf, G. Pillwein, P. Kapeller, J. Kilian**

*iQ process observer, the new ENGEL process monitoring platform monitors hundreds of parameters of an injection moulding cell and presents deviations in such a way that injection moulders can easily identify their cause. In many cases, this iQ-assistance system even suggests a solution itself. Thus, the new solution helps reduce rejects and downtime.* ■