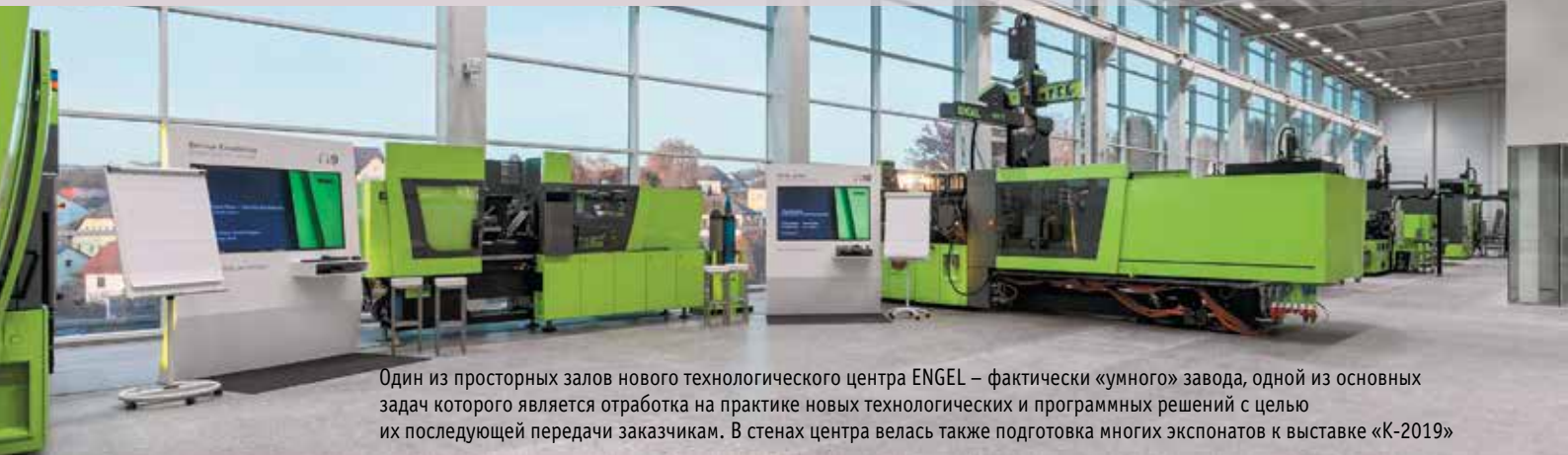


# Новые шаги на пути к «умному» заводу



Один из просторных залов нового технологического центра ENGEL – фактически «умного» завода, одной из основных задач которого является отработка на практике новых технологических и программных решений с целью их последующей передачи заказчикам. В стенах центра велась также подготовка многих экспонатов к выставке «К-2019»

Одной из самых крупных на выставках «К» всегда является экспозиция группы компаний ENGEL. Но дело не только в размерах стенда и количестве представленных на нем и на стендах партнеров экспонатов. Переработчики всего мира всегда ждут от этой «семьи» (в прямом и переносном смысле) качественно новых решений в области литья под давлением и никогда не разочаровываются в своих ожиданиях. Вот и на этот раз, выходя на выставку «К-2019» в Дюссельдорфе, ENGEL представит ряд конструкторско-технологических и цифровых разработок, которые наверняка еще более расширят возможности литьевых технологий на пути к «умному» заводу. В данном обзоре говорится о некоторых из них.

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

Традиционно на крупных выставках, тем более таких, как «К», ENGEL представляет новые решения литьевых задач в сферах автомобилестроения, «телетроники» (электротехники и электроники), технического литья, упаковки и медицины. Одной из ключевых будет также тема inject 4.0 – концепции ENGEL, объединяющей ряд «умных» программных систем-помощников, автоматически оптимизирующих процесс литья под давлением. Кроме того, посетители наверняка оценят новые возможности литьевых технологий в отношении экономики замкнутого цикла. Наконец, не останется без внимания 30-летний юбилей бесколонных литьевых машин.

Следует добавить, что подготовка многих экспонатов к выставке «К-2019» велась в стенах но-

вого технологического центра в г. Швертберге – штаб-квартире ENGEL, где все машины оснащены различными системами-помощниками из семейства iQ компании ENGEL (см. фото у заголовка статьи). Именно здесь были разработаны новые системы.

## 1. Весь процесс литья – в поле зрения

Премьера двух новых «умных» систем-помощников – iQ process observer и iQ melt control, дополняющих концепцию ENGEL inject 4.0, состоится в Дюссельдорфе.

### *iQ process observer – для одновременного отслеживания нескольких сотен параметров*

Если до сих пор с помощью систем-помощников можно было оптимизировать лишь отдельные стадии

процесса литья под давлением, такие как впрыск расплава в форму или ее охлаждение, то новый «помощник» – iQ process observer – держит весь процесс в поле зрения. Благодаря этому еще быстрее происходят обнаружение отклонений в режиме литья, а также выявление и устранение их причин (рис. 1).

На всех четырех основных стадиях процесса литья под давлением – пластикации, впрыске, охлаждении детали и ее извлечении из формы – программное обеспечение iQ process observer постоянно анализирует несколько сотен параметров процесса. А результаты, также разделенные на четыре группы, наглядно представляются как в системе управления CC300 литьевой машиной, так и на клиентском портале ENGEL e-connect.



**Рис. 1.** Система-помощник iQ process observer компании ENGEL, которая в числе других будет установлена на литьевой машине на выставке «К-2019», откроет новые возможности «умной» поддержки переработчика. На всех стадиях процесса литья под давлением программное обеспечение будет одновременно и непрерывно отслеживать и анализировать несколько сотен параметров процесса (все рисунки: ENGEL)

Непрерывно сопоставляя значения параметров в текущем и предыдущем циклах, программа автоматически обнаруживает дрейфы, а также сравнивает фактические значения параметров с заданными эталонными. В виде простого текстового сообщения система указывает оператору на неблагоприятные настройки и ненадлежащее состояние процесса, а также их возможные причины. Это помогает пользователю в оптимизации процесса и устранении ошибок в случае их появления.

«Благодаря системе iQ process observer технологи теперь могут использовать полный потенциал эффективности литья и качества продукции, который обеспечивают литьевая машина и производственная ячейка на ее основе, – говорит *Пауль Капеллер (Paul Kapeller)*, продукт-менеджер по цифровым технологиям ENGEL Austria. – Эта

система в настоящее время является единственной на рынке системой помощи на основе «живых» данных, которая активно указывает на изменения в режиме литья и неблагоприятные настройки, что помогает оптимизировать стабильность процесса, причем автоматически. И что немаловажно для переработчиков, iQ process observer можно использовать без первоначальных затрат».

### ***iQ melt control – для еще более щадящей пластикации***

Вторая новая iQ-разработка ENGEL позволяет оптимизировать процесс пластикации перерабатываемого полимерного материала. Ее цель заключается в том, чтобы гарантированно не навредить ни материалу, ни рабочим элементам узла пластикации. «На практике дозирование расплава зачастую происходит быстрее отводимого

на это времени реальным циклом литья, – поясняет *Гюнтер Кламмер (Günther Klammer)*, руководитель отдела пластикации ENGEL Austria. – Такое положение, как правило, негативно влияет на срок службы шнека и качество продукции, в то время как более длительные процессы пластикации и дозирования улучшают гомогенность расплава и, соответственно, повышают стабильность процесса». Именно здесь приходит на помощь система iQ melt control, которая автоматически определяет оптимальное время набора дозы для каждого конкретного случая и вместо дозирования с максимально возможной скоростью полностью использует для этого процесса время охлаждения детали в форме. А в задачи оператора входят только ввод на пульте управления типа шнека и перерабатываемого материала и получение рекомендаций по оптимизации температуры и противодействию в предшнековом пространстве в дополнение к оптимальному времени дозирования. На выставке будет наглядно продемонстрировано, насколько «спокойней» работает шнек при подобном согласовании параметров процесса литья. «Наградой» для переработчика служат более длительный срок службы шнека, а также постоянно высокое качество расплава, что в конечном итоге повышает качество продукции и эффективность производства.

### **iQ weight control – для расширения спектра применения рециклятов**

На предстоящей выставке будет впервые представлена работа системы-помощника iQ weight control с рециклятом полимерного материала, что еще более раскрывает потенциал концепции inject 4.0 в отношении экономики замкнутого цикла. Эта известная система, которая адаптирует параметры каждого впрыска к текущему состоянию расплава, успешно используется на практике уже с 2014 г., но только для переработки первичных полимерных материалов. В отличие от них рецикляты, как известно, имеют более заметные колебания свойств от партии к партии. Чтобы программное обеспечение iQ weight control работало надежно даже в этих условиях, специалисты ENGEL и компании EREMA, известной в области технологий вторичной переработки полимерных материалов, совместно провели серию испытаний. Для этого сильно загрязненный геотекстиль из полипропилена был переработан с использованием различных технологий в регранулят, который затем использовался для литья под давлением с применением системы iQ weight control. «Результаты испытаний подтвердили, что iQ weight control также сохраняет постоянный объем впрыска расплава рециклятов в течение всего периода переработки, – подвел итоги г-н Капеллер. – Таким образом, мы открываем двери для более широкого спектра применения рециклятов и вносим тем самым важный вклад в экономику замкнутого цикла».

На выставке литьевая машина victory 120 будет перерабатывать с помощью системы iQ weight control на 100 % вторичный АБС-пластик. Чтобы сымитировать реальные условия процесса, будут использованы рецикляты от двух разных компаний – MGG Polymers и Vage-Plastics. «У многих переработчиков есть несколько поставщиков вторичных полимерных материалов – поясняет г-н Капеллер. – Поэтому текучесть таких материалов может сильно отличаться, и обычно нет гарантий, что после смены материала не будет недолива или перелива деталей. Од-

нако iQ weight control настраивает параметры литья в соответствии с новыми условиями уже при первом впрыске нового материала, чтобы независимо от поставщика рециклятов производились качественные детали». (О некоторых других решениях ENGEL, подготовленных для демонстрации на «К-2019» и направленных на реализацию экономики замкнутого цикла в области литья под давлением, см. в ПМ № 8, 2019, с. 16–17 – *Прим. ред.*).

В дополнение к iQ weight control и двум новым системам-помощникам – iQ melt control и iQ process observer – во время выставки на машине victory 120 будут установлены и другие iQ-системы – iQ clamp control для определения оптимального усилия смыкания и iQ flow control для динамически регулируемого многоконтурного термостатирования литьевой формы.

Постоянная настройка параметров процесса, определяющих качество продукции, на основе данных, полученных в режиме реального времени, является важной особенностью «умного» завода. При этом модульный принцип построения ENGEL своей концепции inject 4.0 делает для переработчиков особенно легким переход к цифровым технологиям, открывающим новые возможности повышения эффективности производства. Даже отдельные решения, такие как системы-помощники iQ, приносят большую пользу. Их преимущества поняли и оценили многие переработчики, делая первые шаги на пути к «умному» заводу.

Развитие ENGEL inject 4.0 продолжается.

### **2. Больше иногда означает меньше**

Как этот парадокс реализуется на деле, будет продемонстрировано на стенде ENGEL во время выставки «К-2019»: с целью сокращения времени цикла процесс литья под давлением толстостенных корпусных деталей медицинского прибора будет разделен на две стадии (рис. 2).

#### **Более короткое время цикла литья толстостенных корпусов**

«Определяющим фактором для производительности литья деталей со сравнительно толстой стенкой является время охлаждения, – поясняет профессор, д-р *Георг Штайнбихлер* (Georg Steinbichler), руководитель отдела исследований и развития технологий ENGEL Austria. – Поскольку толщина стенки не может быть уменьшена из соображений сохранения прочности и жесткости изделия, традиционное однокомпонентное литье не позволяет сократить время цикла. В случае же двухкомпонентного процесса мы впрыскиваем два тонких слоя, каждый из которых быстро охлаждается. Обе эти стадии литья происходят одновременно, соответственно повышается эффективность производства». Таким образом, если вернуться к фразе «больше иногда означает меньше», то в данном случае речь идет о меньшем времени цикла литья деталей с более толстой стенкой.

#### **Извлечение деталей из закрытой формы**

На полностью электрической машине e-motion 310H/170W/160 combi в исполнении для чистого помещения используется 8-гнездная форма компании Hack Formenbau,



**Рис. 2.** Толстостенная корпусная деталь медицинского назначения (а) требует значительно более короткого времени цикла при ее двухкомпонентном литье, которое на выставке «К-2019» будет «вживую» проводиться на полностью электрической машине e-motion 310H/170W/160 combi в исполнении для чистого помещения (б)



работающая по так называемой технологии Vario-Spinstack и имеющая 4-позиционный вертикальный индексный вал. В первой позиции впрыскивается базовое тело изделия из прозрачного полипропилена компании Borealis, вторая позиция служит для охлаждения, в третьей осуществляется впрыск второго слоя полипропилена – на этот раз зеленого цвета, а в четвертой позиции происходит извлечение готовой детали роботом типа viper 20 speed. Этот линейный робот извлекает восемь частей корпуса сверху из закрытой формы, что вносит дополнительный вклад в очень короткое время цикла.

Еще одно преимущество такого двухкомпонентного литья заключается в том, что непосредственно в литьевой форме в непрозрачный корпус может быть интегрировано смотровое окошко (см. рис. 2, а).

### **Новое программное обеспечение для литьевых форм с сервоприводами**

Прецизионно точные движения в форме для описанного выше двухкомпонентного литья осуществляются с помощью одних только сервоэлектрических приводов при использовании нового, специально разработанного для этих целей программного обеспечения ENGEL. Это гарантирует, что движения, например, устройств для перемещения стержней или ползунов могут управляться точно так же,

как и в случае гидроприводов. «Теперь, при наличии этого программного обеспечения, для оператора нет разницы, работает ли форма на гидравлическом или сервоэлектрическом приводе, – говорит д-р *Герхард Диммлер* (Gerhard Dimmler), руководитель отдела исследований и разработок компании ENGEL Austria. – Даже пользователь сравнительно невысокой квалификации сможет самостоятельно запрограммировать сервоприводные движения формы. Тем самым мы прокладываем путь к широкому использованию форм с сервоприводами. Они более точны и в сочетании с полностью электрическими литьевыми машинами практически сводят к нулю вероятность контакта гидравлического масла с продукцией медицинского назначения».

### **3. Что такое compact cell**

Еще одна мировая премьера ждет посетителей на стенде ENGEL в виде compact cell – особенно компактной производственной ячейки, которая включает в себя все элементы системы автоматизации и требует при этом значительно меньшего по площади защитного ограждения по сравнению со стандартным. В состав полностью автоматизированной ячейки входит новое устройство смены боксов, в которые робот viper speed укладывает готовые детали. При открытии

защитного ограждения это устройство автоматически смещается в сторону, чтобы быстро обеспечить свободный доступ в зону формы. Compact cell не только экономит площадь, но и повышает гибкость производства. Кроме смены боксов, она может ограждать и другие элементы системы автоматизации, такие как ленточный транспортер с лотками. Стандартизированная конструкция compact cell делает интеграцию дополнительных компонентов в производственную ячейку особенно простой и позволяет быстро переоснастить ее при смене продукции.

### **4. История успеха, которая продолжается**

Отдельного разговора заслуживает 30-летний юбилей бесколонных литьевых машин ENGEL, которые также будут представлены на «К-2019». Более 70 000 поставленных за эти годы машин и около 10 000 пользователей – эти впечатляющие цифры говорят сами за себя. Но начало пути к успеху этого инновационного конструкторского решения, когда компания ENGEL стала первой в мире, представившей на «К-1989» литьевую машину с бесколонным узлом смыкания, было отмечено большим скептицизмом со стороны многих экспертов: до этого никто не сомневался в том, что узел смыкания любой литьевой машины должен

обязательно иметь четыре колонны. Но «За» проголосовали сами пере-работчики, которые на практике поняли преимущества этого нового решения, особенно в случае крупногабаритной литьевой оснастки, когда колонны сдерживают свободу конструирования форм, а их монтаж и демонтаж через четыре колонны является сложной задачей.

В результате высокая доступность зоны формы и простота ее замены, которые предлагает бесколонная литьевая машина, заставили даже скептиков поверить в новый конструкционный принцип. В короткие сроки интерес отрасли к бесколонным машинам вырос настолько, что они стали преобладающим видом продукции на заводе ENGEL в г. Швертберге. В течение нескольких лет был разработан полный серийный ряд этого вида литьевого оборудования, названный victory в честь своего триумфа (рис. 3).

#### **Меньшие машины для большей экономии**

«Рынок быстро понял, что бесколонный узел смыкания не только упрощает замену форм, – говорит д-р Герхард Диммлер (Gerhard Dimmler), руководитель отдела исследований и разработок ENGEL Austria. – К другим его преимуществам относятся высокая эргономичность всех ручных работ в зоне формы, более гибкие концепции автоматизации, поскольку робот может подходить к оформляющим гнездам непосредственно сбоку, а также более компактные производственные ячейки». Ключ к повышению эффективности использования производственной площади в цехе лежит в особенно большой крепежной поверхности формы. Поскольку нет колонн, плиты машины могут использоваться для крепления форм вплоть до своих кромок. Поэтому большие формы могут подойти для сравнительно небольших бесколонных машин. «Во многих случаях можно выбрать машину со значительно меньшим усилием смыкания, чем этого требовали бы габариты формы при классическом, колонном исполнении узла смыкания», – подчеркивает Франц Прессль (Franz



**Рис. 3.** Бесколонные литьевые машины – это параллельность плит, равномерное распределение усилия смыкания и максимально свободное пространство для формы, систем автоматизации и для обслуживания

Pressl), менеджер по бесколонным гидравлическим машинам ENGEL Austria. – Меньшие по размерам машины требуют меньше энергии и охлаждающих сред и, таким образом, вносят значительный вклад в сохранение ресурсов. Еще одним их преимуществом является оптимальное использование производственных площадей, поскольку в цехе помещается больше машин.

Потенциал эффективности бесколонных машин особенно велик, например, при использовании многогнездных литьевых форм, при многокомпонентном литье с устройствами перемещения стержней и ползунов или при литье изделий из вспененных полимерных материалов по технологии ENGEL foammelt. Общим для всех этих случаев является то, что требуется сравнительно небольшое усилие смыкания по отношению к объему литьевой формы.

#### **Равномерное давление по всей площади крепежной плиты**

Важной разработкой стал шарнирный механизм Force Divider на подвижной крепежной плите, который используется в нынешнем поколении машин. Он обеспечивает высокую параллельность подвижной плиты и формы при создании усилия запираания и, тем самым, равномерное распределение усилия смыкания по всей крепежной поверхности формы. Поэтому оформляющие гнезда на периферии формы испытывают то же давление в плоскости разъема, что и гнезда в середине формы. Это предотвращает образование грата даже при переработке низковязких жидких силиконов.

#### **Стандарты экономичности для конкретных требований**

Бесколонная техника ENGEL постоянно адаптируется к изменяющимся требованиям переработчиков. Доказательствами тому являются выход на рынок в 2004 г. гибридной машины e-victory с электрическим узлом впрыска, гидравлический сервопривод, представленный в 2008 г., а с 2016 г. – современное поколение узлов впрыска, которое еще больше повысило точность литья и эффективность гидравлических машин.

С 2013 г. в программу были включены полностью электрические бесколонные машины. Второе поколение полностью электрической серии e-motion TL было специально разработано для изготовления прецизионно точных оптических и электронных деталей. Это решение хорошо зарекомендовало себя в индустрии бытовой электроники, в частности, при производстве линз или уплотнений для смартфонов.

«На пути постоянного развития полностью электрических бесколонных машин мы придерживаемся ориентированного на практику подхода, – рассказывает д-р Диммлер. – Мы и в дальнейшем намерены еще больше повышать рентабельность, эффективность и экологичность производства наших заказчиков, использующих бесколонные литьевые машины». ■

#### **New Steps towards Smart Factory S. Zinckgraf**

From 16 to 23 October at K 2019 in Duesseldorf ENGEL Group will be presenting a number of design, technological and digital solutions.