Все более острым становится конфликт интересов в сфере потребительской и промышленной пластиковой упаковки, которая, с одной стороны, давно и бесповоротно стала жизненно необходимой, а с другой стороны, она же является львиной долей всех отходов пластика, которых только в океан ежегодно поступает около 8 млн т. Понятно, что решить проблему эффективного обращения с пластиковыми отходами (если вообще удастся ее решить) можно только совместными усилиями всего мирового сообщества в целом, включая и потребителей, и производителей – упаковочных материалов, оборудования и собственно полимерной упаковки. Возникает вопрос – какой вклад в решение этой проблемы может внести производитель, в частности, литьевого оборудования и какими для этого возможностями он обладает. Пример конструкторско-технологических, цифровых и сетевых разработок компании ENGEL, а также ее накопленного опыта и инициатив помогает найти ответ на этот вопрос.

Производственный комплекс на базе литьевой машины ENGEL e-motion 740/220 с линейным роботом viper 20 и системой IML uniLINE, предназначенный для изготовления этикетированных крышек для пищевой упаковки и представленный на выставке «Интерпластика-2019»

Литьевое машиностроение и экономика замкнутого жизненного цикла пластиковой упаковки

Задачи литьевого машиностроения на пути к «новой экономике пластмасс»

Весомый вклад в создание экономики замкнутого цикла в последние годы вносит фонд *Эллен Макартур* (Ellen MacArthur Foundation). С 2010 г. эта организация, основанная британским общественным деятелем, г- жой *Макартур*, работает с бизнесом, общественностью, правительственными и научными кругами, чтобы создать основу для ресурсосберегающего обращения с отходами, в частности, пластиковой упаковки. ENGEL Austria GmbH одной из первых компаний в области полимерного машиностроения в середине марта 2019 г. подписала глобальное обязательство по «Новой экономике пластмасс» фонда *Эллен Макартур*. Тем самым вместе с более чем 350 другими предприятиями, университетами и организациями ENGEL обязалась активно способствовать внедрению экономики замкнутого цикла в мир пластмасс [1].

«Являясь представителями мировой индустрии пластмасс, мы отвечаем не только за нашу собственную продукцию, но и за продукцию, произведенную на нашем оборудовании, – подчеркивает *Штефан Энгледер* (Stefan Engleder), генеральный директор группы компаний ENGEL. – Для нас важно использовать наш опыт и знания для того, чтобы во всех регионах Земли люди ответственно относились к полимерным материалам и создавали условия для возвращения в кругооборот изделий из пластмасс по окончании срока их службы. Но как отдельное предприятие, мы имеем ограниченные возможности для влияния на этот процесс. Именно поэтому мы и поддержали инициативу в виде "Новой экономики пластмасс", которая объединяет заинтересованных игроков во всем мире и повышает нашу общую озабоченность». В частности, Инициатива 2018 года заключается в том, чтобы избежать образования ненужной упаковки и обеспечить к 2025 г. возможность повторного использования, вторичной переработки или компостирования всех пластиковых упаковок. Каждая компания – участник данной Инициативы – должна систематизировать свои индивидуальные задачи в этом деле и регулярно сообщать фонду *Эллен Макартур* о достигнутом прогрессе.

Являясь производителем оборудования для переработки пластмасс, ENGEL одновременно помогает своим клиентам проектировать и производить упаковку в соответствии с правилами замкнутого жизненного цикла, а также открывать рециклятам более широкий спектр применений. При этом в центре внимания находятся следующие темы:

- обеспечение с помощью «умных» систем-помощников высокой стабильности процессов и предотвращение образование брака, даже если полимерное сырье подвержено сильным колебаниям качества, как это часто бывает с рециклятами;

• повышение с помощью инновационных технологий переработки доли рециклята во внутренних слоях сэндвичеподобных изделий;

• тесное сотрудничество с переработчиками в целях сокращения расхода материалов и обеспечения последующей вторичной переработки продукции;

• дальнейшее расширение консультационных услуг в области вспомогательных процессов для оптимизации подготовки вторичных полимерных материалов к переработке литьем под давлением.

Разработка технологий и литьевого оборудования для производства пластиковой упаковки было и остается одним из основных направлений деятельности компании ENGEL, в составе которой для этих целей было организовано специальное бизнес-подразделение. Подобные структуры были созданы и для других важных направлений применения полимерных материалов – автомобилестроения, медицины, электротехники и электроники, а также изделий технического назначения, что было обусловлено спецификой как самих изделий, так и характером их производства. Так, литьевое производство пластиковой упаковки является, чаще всего, крупносерийным или даже массовым, но бывает и мелкосерийным с частой сменой вида продукции. В любом случае от процесса ее производства требуется предельно малое время цикла. Кроме того, к изделиям упаковочного назначения предъявляются высокие требования к точности размеров.

Практически на каждой крупной международной выставке ENGEL демонстрирует новые упаковочные решения, требующие слаженного взаимодействия машин, форм и средств автоматизации. Примерами служат две сравнительно недавно прошедшие выставки – «Интерпластика» (29.01–01.02.2019, Москва) и Plastimagen (02–05.04.2019, Мехико).

Производство упаковочных изделий на выставке «Интерпластика-2019»

В зависимости от вида упаковочных изделий и программы выпуска для их производства могут быть использованы литьевые машины различных серий – e-cap, e-motion, e-mac или victory. Например, на выставке «Интерпластика-2019» была продемонстрирована экономичная концепция этикетирования в литьевой форме, в том числе для небольших партий изделий. Готовые к использованию этикетированные крышки для упаковки пищевых продуктов производились за один рабочий цикл на литьевой машине e-motion 740/220 с линейным роботом viper 20 в сочетании с системой IML uniLINE от компании TMA Automation (см. фото у заголовка статьи). Робот viper забирает этикетку из магазина и размещает ее в форме, при этом одновременно осуществляется съем роботом готового изделия и его укладка на транспортер. Литьевую машину можно легко и быстро переоснастить для выполнения других задач – с этикетированием или без него. «Таким образом, этикетирование в форме с использованием литьевой машины и робота, а также модуля uniLINE представляет интерес как новое эффективное универсальное комплексное решение, – подчеркивает *Олаф Кассек*, генеральный директор ООО «ЭНГЕЛЬ» в г. Москве. – Решения по этикетированию от компании TMA успешно реализованы как на машинах серий e-motion и e-mac, так и на бесколонных сервогидравлических victory».

Производство упаковочных изделий на выставке Plastimagen-2019

Литьевые машины серии ENGEL e-cap с усилием смыкания от 1100 до 4200 кН являются, по данным производителя, единственными на рынке машинами для производства крышек и колпачков, которые, будучи полностью электрическими, работают даже в области высоких усилий смыкания. Это делает их самыми энергоэффективными машинами в своем классе. На выставке Plastimagen-2019 в 24-гнездной литьевой форме, изготовленной австрийской фирмой HTW, перерабатывался ПЭВП компании Borealis (Вена, Австрия) в колпачки с массой впрыска 2 г на одно гнездо (фото 1). В качестве периферийного оборудования данный экспонат включал среди прочего систему сушки сухим воздухом фирмы Eisbär из Австрии. «Если мы с самого начала точно подберем литьевую машину, материал, форму и периферийное оборудование, то мы сможем оптимально использовать потенциал эффективности и еще больше снизить общее потребление энергии», – подчеркивает *Питер Ауингер* (Peter Auinger), генеральный директор ENGEL de Mexico в г. Керетаро (Мексика).

ENGEL адаптировала серию высокопроизводительных машин e-cap специально к требованиям производства колпачков для напитков, обеспечивая особенно короткое время цикла для каждого их типа. Например, изготовление легких колпачков для негазированной воды отличается самым коротким временем цикла – менее 2 с, а для колпачков типа CSD время цик-

Фото 1. **ENGEL e-cap – единственная на рынке полностью электрическая машина, которая с максимальной производительностью и при минимальном энергопотреблении производит колпачки даже при высоких усилиях смыкания** (все фото: ENGEL)

ла варьируется в зависимости от типа этих деталей. Для колпачков типа PCO 1881 диаметром 28 мм оно составило на выставке Plastimagen-2019 3,7 с. Кроме энергоэффективности и производительности, решающее значение при выборе литьевой машины подобного назначения имеют прецизионная точность и стабильность процесса. «С точки зрения массы укупорочные колпачки для напитков уже достигли своего минимального значения благодаря оптимизации их геометрии, – говорит г-н *Ауингер*. – Таким образом, они предъявляют более высокие, чем когда-либо прежде, требования к литьевым машинам в отношении точности и воспроизводимости». Отвечают за особенно высокую стабильность процесса у машин серии e-cap среди прочего мощные серводвигатели с прямым приводом. Даже при использовании высоковязких марок ПЭВП с ПТР менее 1 г/10 мин они обеспечивают требуемую производительность пластикации и максимально высокое качество деталей. Однако, в контексте данной статьи имеют также значение те решения ENGEL, которые обеспечивают безотходность литьевого производства и поддержку переработчиков в этом направлении.

«Умные» вспомогательные системы для предотвращения образования брака

Возможности снижения уровня барака и, тем самым, количества производственных отходов в числе других мероприятий на пути к «умному» заводу предусматриваются концепцией ENGEL inject 4.0, реализуемой как для пластиков [2, 3], так и для эластомеров [4]. «Наши клиенты все больше и больше используют потенциал современного программного обеспечения, дистанционной диагностики оборудования и возможности его сетевого объединения», – рассказывает *Олаф Кассек*. Особой популярностью пользуются «умные» вспомогательные системы, которые позволяют литьевым машинам самостоятельно и непрерывно оптимизировать текущий режим работы. Так, например, программа iQ weight control для каждого отдельного цикла автоматически адаптирует профиль впрыска и точку переключения на выдержку под давлением в соответствии с текущими условиями, что позволяет поддерживать постоянную массу впрыскиваемого материала на протяжении всего производственного цикла. Таким образом, колебания в характеристиках сырья и условиях литья компенсируются машиной автоматически еще до возможного возникновения брака. Другие системы-помощники представляют собой программы iQ clamp control для автоматического определения оптимального усилия смыкания и iQ flow control для автоматически регулируемого термостатирования литьевой формы. «Умные» вспомогательные системы часто представляют собой первый шаг на пути к “умному” заводу», – говорит *Олаф Кассек*. – Модульная структура программы inject 4.0 позволяет легко начать модернизацию с помощью отдельных небольших решений, а затем на этой базе развивать стратегию внедрения современного программного обеспечения в соответствии с потребностями».

1/2

Дистанционная диагностика ENGEL e-connect.24

Сегодня все больше заказчиков ENGEL в России используют на литьевых машинах ENGEL систему удаленного обслуживания e-connect.24 (на русском языке). Посредством удаленного соединения высококвалифицированные специалисты ENGEL могут начать поиск причины проблемы сразу же после получения сообщения в режиме онлайн (фото 2). Как результат, повышается производительность оборудования за счет сокращения времени его простоя, снижаются потери времени на устранение неисправности и трудозатраты на восстановление работоспособности оборудования.

«В такой огромной стране, как Россия, онлайн-поддержка и дистанционное техобслуживание часто становятся решающим фактором для конкурентоспособности предприятий», – подчеркивает *Олаф Кассек*. Специалисты по сервисному обслуживанию ENGEL находятся на связи в круглосуточном режиме. Они в самые короткие сроки помогут пользователю найти возможный дефект и, таким образом, минимизировать время простоя оборудования и уровень брака. По желанию пользователя литьевые машины могут даже самостоятельно отправлять электронный запрос о помощи в компанию ENGEL, чтобы сервисные инженеры могли сразу же начать обработку запроса. Соответствующее мобильное приложение позволяет переработчику быть в курсе происходящего, даже если он в данный момент находится далеко от производства.

Фото 2. **Специалисты, работающие в системе ENGEL e-connect.24, всегда на связи в круглосуточном режиме**

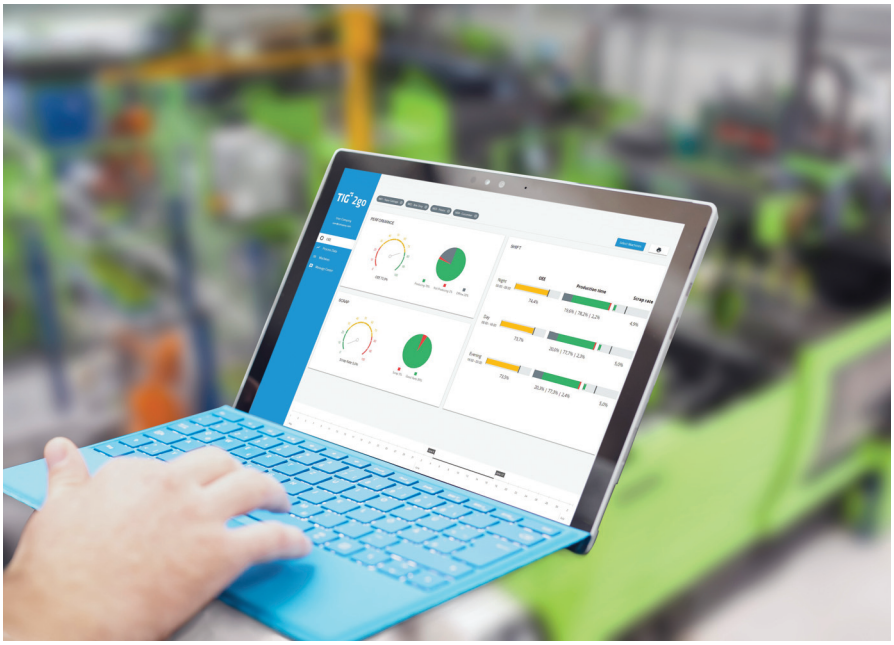

Фото 3. **Новая информационная панель TIG 2go значительно упрощает знакомство с СУП**

На той же выставке «Интерпластика-2019» было представлено еще одно «умное» решение ENGEL в виде программного продукта TIG authentig, который представляет собой систему управления производством (СУП) и был разработан дочерней фирмой компании ENGEL – TIG (г. Ранквайль, Австрия) – с учетом специфики литья под давлением. Эта СУП также способствует обеспечению качества продукции в рамках всего предприятия и, опять же, снижению производственных отходов. Среди новых продуктов, которые компания TIG впервые представила на выставке в России, была информационная панель TIG 2go, разработанная в первую очередь для работы в СУП TIG authentig (фото 3), а также высокопроизводительная аналитическая платформа TIG big data для объединения в сеть оборудования со всего мира в едином центральном модуле.

Очевидно, что подобными конструкторско-технологическими, цифровыми и сетевыми разработками не ограничиваются возможности литьевого машиностроения в области реализации экономики замкнутого цикла для изделий из пластмасс в целом и пластиковой упаковки в частности. Будем ждать новых решений в этом направлении от компании ENGEL и ее «коллег» по отрасли.

Литература

1. ENGEL signs New Plastics Economy Global Commitment. URL: https://www.engelglobal.com/en/at/news-press/news-press-releases/detail/news/detail/News/engel-signs-new-plastics-economy-global-commitment.html (дата обращения: 21.03.2019).

2. *Сергеенков А. П.* Концепция inject 4.0 как инструмент повышения эффективности литьевого производства // Полимерные материалы. – 2018. – № 1. – С. 4–9.

3. Непрерывный контроль состояния гидравлического масла и насосов / *Г. Диммлер, Й. Килиан, П. Бадер* и др. // Полимерные материалы. – 2018. – № 2. – С. 26–28.

4. *Праер Л., Капеллер П.* «Умные» литьевые технологии производства изделий из эластомеров // Полимерные материалы. – 2019. – № 4. – С. 10–14.

Подготовил ***Р. Б. Палыга*** *с использованием пресс-материалов ENGEL*

Injection Molding Machine Industry and Circular Economy in Plastic Packaging

ENGEL sets an example for other engineering companies in reducing waste in plastic packaging.