

Одним из факторов (и притом немаловажным) снижения производственных издержек и, тем самым, себестоимости продукции является производственная площадь, занимаемая технологическим оборудованием. Однако, стремление к ее минимизации входит в противоречие с современной тенденцией, существующей, например, в отрасли литья под давлением изделий из полимерных материалов и заключающейся в объединении в рамках одной производственной ячейки литьевой машины, средств автоматизации и периферийного оборудования. Как показывает пример одного из европейских поставщиков осветительных приборов для автомобилестроения, разрешить этот конфликт интересов позволяет продуманное использование коленно-рычажных роботов.



Прецизионная работа: на минимальной площади коленно-рычажный робот ENGEL easix бережно извлекает чувствительные к механическим воздействиям элементы автомобильной оптики из сложной литьевой формы

## Мастер экономии площади

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

Постоянное видоизменение систем освещения автомобилей и возрастающая сложность и индивидуализация их элементов требуют от производства повышенной технологической гибкости при сохранении и даже повышении его эффективности и экономичности. Немаловажную роль при этом играет экономия производственных площадей, занимаемых оборудованием, и максимальная эффективность их использования. Примером успешного решения этой задачи служит продуманная компоновка производственной ячейки по изготовлению элементов осветительных приборов автомобилей из полимерных материалов, в центре которой расположен многоосевой коленно-рычажный робот ENGEL easix (фото 1).



Фото 1. Коленно-рычажный робот ENGEL easix делает производственные ячейки максимально компактными (все фото: ENGEL)

### Специфика производимой продукции

Предприятие, о котором речь, специализируется на разработке и производстве элементов систем наружного освещения легковых машин, в числе которых линзы, корпуса, диафрагмы и рефлекторы, которые покидают завод в составе полностью смонтированных передних фар, задних фонарей или противотуманных фар. В цехе по переработке пластмасс «трудятся» несколько предназначенных для этих целей литьевых машин компании ENGEL Austria, но одновременно продолжается начатое недавно расширение участков литья под давлением и монтажа изделий. По мнению руководства предприятия, «рынок автомобильных систем освещения все более диверсифицируется, что непрерывно повышает требования к этой продукции, производимой литьем под давлением». Этой тенденции отвечают различные разработки предприятия. К ним относятся такие инновационные технологии, как нанесение на оптику противотуманных покрытий, интеграция новых функций в виде, например, поворотного света, а также внедрение элементов дифференцированного дизайна осветительных приборов по запро-

сам автопроизводителей. И чтобы вместе с заказчиками разрабатывать индивидуализированные решения в этой области, переработчик должен полностью использовать в том числе весь спектр источников света – галогеновых, ксеноновых, светодиодных или даже лазерных.

### На полметра короче

Чтобы растущие издержки на изготовление и монтаж изделий не отражались на эффективности процессов или затратах на единицу продукции, стратегия производства должна быть направлена на адаптацию к новым рыночным реалиям и постоянные инвестиции в оптимизацию технологических процессов, интеграция и автоматизация которых становятся определяющими факторами обеспечения высокой конкурентоспособности. «Полностью автоматизированные двух- и трехкомпонентные технологии стали у нас сегодня стандартными», – говорит ведущий специалист предприятия. Благодаря этому удается сокращать количество технологических операций и переходов и, соответственно, увеличивать эффективность производства вопреки возрастающей сложности продукции. Единственная «ложка дег-

тя» – это то, что с повышением степени интеграции и автоматизации, как правило, увеличивается площадь, занимаемая высокоинтегрированной производственной ячейкой. «Поскольку продуктивность использования рабочих площадей также учитывается в общей эффективности производства, то эти новые задачи мы решаем вместе с нашим машиностроительным партнером – компанией ENGEL. Для того, чтобы добиться успеха, сегодня уже недостаточны высокая воспроизводимость, короткие циклы и надеж-



Фото 2. «Мы, действительно, задействовали все возможности для максимальной компактности производственных ячеек», – говорит Рейнхард Хольцнер, руководитель отдела проектирования ENGEL

ный сервис; мы должны постоянно опираться на новые технологии, которые требуют небольшой производственной площади, и ENGEL оптимально поддерживает нас со всех этих точек зрения», – продолжает специалист предприятия.

«Мы, действительно, задействовали все возможности в направлении еще большей компактности производственных ячеек», – сообщает Рейнхард Хольцнер (Reinhard Holzner), руководитель отдела проектирования ENGEL, говоря о недавнем сотрудничестве (фото 2). Чтобы спроектировать новую производственную ячейку для изготовления стекла автомобильной фары нового внедорожника, он и команда тесно сотрудничали с ответственными лицами заказчика, а опыт и результаты совместной работы стали хорошей школой для монтажа следующей ячейки. Определяющим фактором очень компактной интеграции всех ее компонентов является, прежде всего, коленно-рычажный робот ENGEL easix. Теперь робототехнической системе требуются лишь два метра для движений руки робота, что экономит целых полметра по сравнению с его линейным «собратом».

### Прецизионно точное обращение с чувствительными к повреждению деталями

Стекла автомобильных фар состоят из двух различных типов поликарбоната (ПК), которые перерабатываются в двухкомпонентной

форме на поворотном столе литейной машины ENGEL duo 1100 с усилием смыкания 11 000 кН, сначала – прозрачный, затем ПК черного цвета. Задачами робота easix являются извлечение готовых конструктивных элементов и их укладка на капсулированный ленточный транспортер, отвечающий требованиям чистого помещения, поскольку вслед за литьем под давлением на изделие наносится твердое износостойкое покрытие. Для некоторых моделей фар робот организует также отделение литников.

Машины серии duo принадлежат к преобладающему типу машин на заводе, что объясняется; не в последнюю очередь их компактным для своего класса исполнением. Благодаря двухплитному узлу смыкания эти большие машины ENGEL отличаются сравнительно короткой длиной. При этом перемещение плит на направляющих передвижных тележках обеспечивает оптимальную параллельность плит и надежную защиту формы. В случае многокомпонентного литья несколько узлов впрыска могут компактно располагаться либо рядом, либо друг над другом.

С помощью пневмопривода рабочая рука робота easix уверенно входит между колоннами в открытую форму, что особенно важно для чувствительных к внешним воздействиям извлекаемых оптических деталей. Поскольку конструкция используемой формы с несколькими



**Фото 3.** Программируемые зоны блокировки движений робота и надежный контроль его рабочих зон позволяют приблизить защитное ограждение максимально близко к роботу и тем самым еще более уменьшить занимаемую производственной ячейкой площадь

стержнями и ползунами достаточно сложна, то важное значение имеет также то, что данный робот обладает прецизионной точностью движений в тесном пространстве.

Наконец, задаваемые программой зоны блокировки движений робота позволяют разместить защитное ограждение на минимальном от него расстоянии, реализуя тем самым еще один потенциал экономии производственной площади (фото 3). «Это в наших силах, поскольку мы поставляем литьевую машину и робота как комплексное интегрированное решение», – объясняет *Рейнхард Хольцнер*.

### Унифицированная логика обслуживания для большего комфорта и надежности

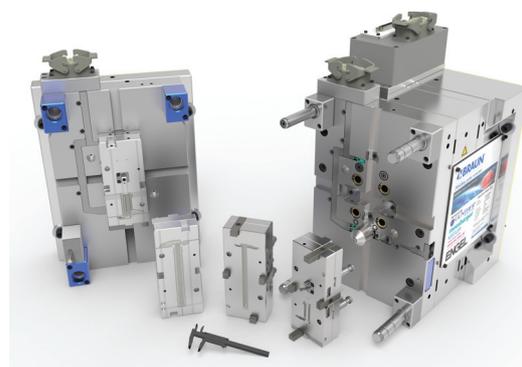
У европейского производителя, о котором речь, в настоящее время уже несколько литьевых машин оснащены коленно-рычажными роботами. Когда же 10 лет назад на заводе был запущен в эксплуатацию первый подобный робот фирмы Кука, его обслуживание выглядело для операторов, как «терра инкогнита». Тенденция налицо. Чтобы упростить освоение и применение коленно-рычажных роботов в литьевом производстве, компания ENGEL заключила соглашение с двумя их производителями, включая Кука, и полностью интегрировала управление роботом в систему управления литьевыми машинами. В настоящее время робот easix и литьевые машины ENGEL имеют одну и ту же логику обслуживания, что позволяет управлять работой всей производственной ячей-

ки с одного пульта управления литьевой машиной. Прототипом для этого послужили линейные роботы серии viper собственного производства ENGEL, управление которыми с самого начала задумывалось как составная часть управления своими же литьевыми машинами. «Тот, кто может обслуживать литьевую машину, может обслуживать и робота, причем независимо от того, идет ли речь о линейной или коленно-рычажной его версии», – убежден *Рейнхард Хольцнер*. – Для системы управления нет никакой разницы в отношении типа осей роботов – линейных или вращения». Как следствие, требуется всего лишь один оператор для обслуживания робота и машины. Еще одно преимущество такого решения – уменьшение риска ошибки, так как машина и робот используют общую базу данных.

### Дополнительный фактор минимизации производственной площади

Есть еще один фактор сокращения занимаемой производственной ячейкой площади, предлагаемый только компанией ENGEL, – использование бесколонных литьевых машин. Но об этом по порядку.

Решение более сложной по сравнению с описанными выше задачи на минимальной производственной площади будет представлено компанией ENGEL на выставке Fakuma-2018, которая пройдет с 16 по 20 октября в г. Фридрихсхафене (Германия). Речь здесь идет о литье под давлением малых партий изделий с индивидуализированным дизайном, что обычно связано с потерями времени на частое переоснащение литьевых форм. В случае того изделия, которое будет производиться на выставке, – штангенциркуля из АБС-пластика – добавляется еще одна проблема – очень разная масса двух деталей, из которых собирается изделие. Эти проблемы были среди прочего решены при использовании литьевой формы фирмы Braunform с запатентованным ею механическим устройством, которое осуществляет полностью автоматизированную смену формообразующих вставок в литьевой форме всего лишь за одну минуту (фото 4).



**Фото 4.** Разработанная фирмой Braunform форма с запатентованной механикой быстрой смены вставок позволяет за одну минуту перейти на выпуск нового изделия (внизу фото – изготавливаемый в данной форме штангенциркуль из АБС-пластика)

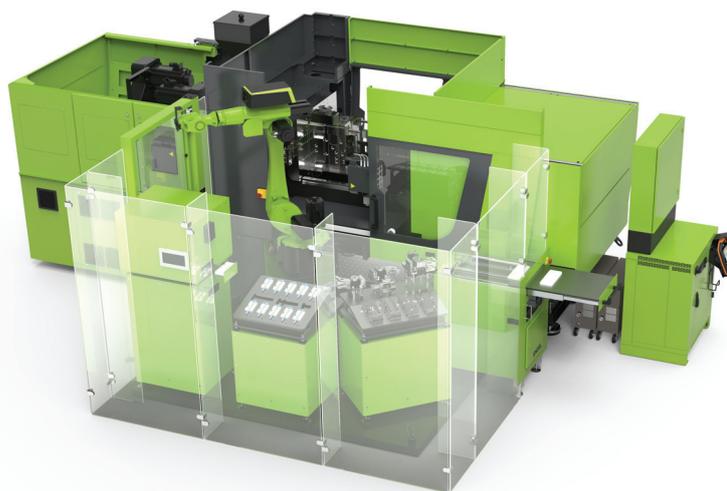
Сверхзадача, которую ставят перед собой партнеры по проекту на предстоящей выставке, – продемонстрировать на примере компактной производственной ячейки то, как можно литьем под давлением производить самые малые партии изделий с той же эффективностью и экономичностью, как и крупные серии. Три премьеры, доказывающие возможность решения поставленной задачи, состоятся за одну демонстрацию этого экспоната. Это, во-первых, упомянутое выше устройство по быстрой смене вставок в форме, во-вторых, новая модель машины из полностью электрической и бесколонной серии e-motion TL с усилием смыкания 1200 кН (фото 5) и, наконец, третья новинка – электронный распределитель термостатирующей воды e-flow с расширенным объемом функций. Весомый вклад в достижение поставленной цели вносят три умные системы из собственной программы ENGEL inject 4.0, непрерывно оптимизирующие работу литьевой машины. В то время как система iQ weight control обеспечивает для каждого отдельного впрыска его заданный объем, iQ clamp control определяет и автоматически задает оптимальное усилие смыкания, а третья система-помощник – iQ flow control – параллельно двум другим и на основе измеренных распределителем e-flow значений перепада температур в контуре охлаждения формы регулирует производительность насосов термостатов e-temp. Такую полностью авто-



**Фото 5. Новая e-motion 120 TL с усилием смыкания 1200 кН является самой большой литьевой машиной в своей серии**

матизированную производственную ячейку партнеры по проекту – ENGEL и Braunform – предлагают тем переработчикам, которые производят похожие друг на друга изделия малыми партиями или самые разнообразные варианты изделий. Типичная продукция – это товары широкого потребления, такие как письменные принадлежности, технические детали для электротехники и автомобилестроения (например, те же элементы осветительных приборов), а также ряд медицинских технических изделий.

Расширяя серию энергоэффективных и высокоточных полностью электрических бесколонных машин e-motion TL в сторону более высоких усилий смыкания, ENGEL учитывает тенденцию к применению форм с большей гнездовью: при отсутствии колонн можно полностью использовать площадь крепежных плит. В этом случае выбор габаритов формы определяется не столько размером машины, сколько фактическим потребным усили-



**Фото 6. Компактная производственная ячейка с интеграцией всех ее компонентов на очень малой площади**

ем смыкания, что способствует экономии издержек.

Возвращаясь к теме данной статьи, можно предположить, что посетители стенда наверняка обратят внимание на исключительно компактное исполнение производственной ячейки, в центре которой находится робот easix. Он полностью отвечает за манипулирование вставками в форме и конструктивными элементами изделия, маркировку литьевых изделий и их монтаж, а также за транспортировку готовых штангенциркулей. Литьевая машина, платформа для захватов и вставок в форме, лазерный принтер для нанесения маркировки на штангенциркуль, монтажное устройство и узел подачи расположены для этих целей вокруг робота в форме звезды (фото 6). Сверх-

компактному расположению отдельных компонентов ячейки способствует в данном случае бесколонный узел смыкания литьевой машины e-motion TL: беспрепятственный доступ к зоне формы позволяет роботу без ограничений движения очень близко подойти к узлу смыкания.

### **Space-saving Champion**

**S. Zinckgraf**

*Automotive lighting systems are consistently being reinvented as well as their manufacturing processes. The growing complexity of components makes it essential to further increase efficiency and cost-effectiveness. That is why productivity per floor space plays an increasingly important role, as the example of a Tier 1 supplier demonstrates. The European plastics processor uses ENGEL easix multi-axis robots to keep its injection moulding cells to a compact size. ■*