

«Лучшее качество по лучшей цене» – благодаря высокой интеграции и автоматизации процесса изготовления ножей шведской компании Morakniv удалось успешно реализовать этот редко реализуемый принцип. В настоящее время из производственной ячейки для литья под давлением каждый час выходят 480 ножей с полимерными рукоятками и ножами, что более чем в два раза превышает производительность старого технологического процесса



## Отточенная, как лезвие ножа, эффективность литья под давлением

На рынке изделий из пластмасс царит жесткая конкуренция. И чтобы сохранить конкурентоспособность, а еще лучше – вырваться вперед на этом рынке, производитель должен постоянно решать одну из двух непростых задач оптимизации своего технологического процесса:

- снизить себестоимость производимой продукции при сохранении ее качества или
- повысить качество продукции при сохранении ее себестоимости.

Еще сложнее добиться одновременного повышения качества и снижения себестоимости изделий.

Шведская компания Morakniv, специализирующаяся, помимо прочего, на производстве ножей, решила эту двуединую задачу с помощью своего партнера – компании ENGEL – за счет полной автоматизации и интеграции процессов. Каждый час из новой литьевой производственной ячейки выходят 480 ножей с ножами, что более чем в два раза превышает производительность старого процесса.

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

#### «Под ключ» из одних рук

От «Габриель» – так ласково называют сотрудники компании Morakniv производственную ячейку с зелеными литьевыми машинами ENGEL – требуется многое: постоянно находиться в готовом к использованию состоянии, обеспечивать стабильное качество продукции и максимально возможную производительность. «Очень важным фактором при выборе производителя оборудования послужил для нас тот факт, что ENGEL способен поставлять комплексные технические решения из одних рук. Мы хотели иметь единый номер телефо-

на для решения всех вопросов, начиная от проектирования и заканчивая сервисным обслуживанием всей комплексной производственной ячейки, а также получить в качестве поставщика достаточно крупную компанию, способную осилить этот проект», – подчеркнул Йохан Хед (Johan Hed), руководитель работ по техническому обслуживанию оборудования Morakniv. «В свою очередь, компания Morakniv предоставила нам большую свободу действий и возможность участия в проекте уже на стадии проработки конструкции оборудования. Благодаря этому проект стал по-настоящему

образцовым. Мы смогли проанализировать и реализовать все возможности повышения эффективности процесса и в итоге получили результат, который существенно повысил конкурентоспособность нашего заказчика», – сообщил Ларс Эрик Эрикссон (Lars Eric Ericsson), представитель подразделения ENGEL Sverige.

Для того чтобы выпускать каждые 30 с по четыре ножа, на сравнительно небольшой площади были смонтированы три литьевые машины серии victory с усилием смыкания 1200 кН, еще одна машина этой же серии с усилием смыкания



Фото 1. Вид с разных сторон на высокоинтегрированную и полностью автоматизированную производственную ячейку, которая позволяет производить 480 ножей в час и которую сотрудники компании Morakniv ласково называют «Габриель» (все фото: ENGEL)

1800 кН, три линейных робота vipер 40, а также замкнутая транспортирующая система (фото 1). В дополнение к этому были установлены большой и малый многоосевые роботы фирмы АВВ и устройства для размещения материалов для упаковывания готовой продукции. Генеральный поставщик также взял на себя ответственность и за проектирование литьевых форм, которые были изготовлены компанией Hofmann.

#### Четыре стадии литья под давлением с четким разделением по фазам

Цикл производства ножей состоит из четырех основных стадий (фото 2–7).

Ножи с заточенными лезвиями подаются к литьевой производственной ячейке из соседнего производственного помещения. Большой из двух многоосевых роботов забирает по четыре ножа из магазина, фиксирует острия лезвий в несущей планке и передает их на центральную транспортирующую систему. С этой рабочей операции начинается процесс изготовления.

Линейный робот vipер 40 перехватывает комплект ножей и помещает их вместе с несущей планкой в форму литьевой машины № 1. На первой стадии литья под давлением осуществляется формование первого слоя рукояток из полипропилена, прилегающего к стальной ручке ножа. Тот же робот vipер, который укладывал ножи в форму, извлекает полученные заготовки и перемещает их в форму литьевой машины № 2. После второй стадии литья под дав-

лением, на которой формируется второй слой полипропилена, уже можно распознать конфигурацию рукоятки ножей. Посредством замкнутой транспортирующей системы они перемещаются к третьей литьевой машине victory 120, где манипуляции с заготовками также выполняются с помощью робота vipер 40. На этой машине формируется третий, поверхностный слой рукоятки, который в зависимости от модели ножа выполняется либо из термопластичного эластомера для обеспечения более надежного захвата рукой, либо из полипропилена, который может отличаться цветом от базового полипропилена.

Робот извлекает готовый комплект ножей с несущей планкой и укладывает его на транспортирующую систему. В этом месте их снова перехватывает большой многоосевой робот. Он отделяет ножи с полимерной рукояткой от несущей планки и вставляет их в ножи, которые одновременно с производством рукояток изготавливаются на четвертой литьевой машине victory 180. Эта машина с усилием смыкания 1800 кН оснащена собственным роботом vipер 40, с помощью которого готовые изделия укладываются в специальную коробку. Эти коробки затем передаются к меньшему из многоосевых роботов. Его задачей является рассортировка ножей вместе с ножнами по торговым контейнерам. Каждые 15 ножей помещаются в одну картонную коробку с надписью Morakniv – величина такой упаковки является оптимальной для размещения у кассы магазина.

#### Трехслойная конструкция рукоятки ножа для уменьшения времени охлаждения

«Благодаря высокоинтегрированному процессу, нам удалось резко повысить как производительность, так и качество изделий», – подвел итог Карл-Андерс Дженсон (Karl-Anders Joenson), инженер компании Morakniv. Новая производственная ячейка заменила старую, работавшую по другой технологии и изготавливавшую рукоятки ножей другой конструкции. Долгое время термопласт наносили на ручку ножа в рамках отдельной стадии технологического процесса. При этом заготовку приходилось охлаждать в ванне перед дальнейшей стадией процесса, что снижало общую эффективность производства. Несмотря на то что прежняя производственная ячейка использовала две литьевые машины для изготовления рукояток ножей, она позволяла производить только 180 изделий в час, т. е. более чем в два раза меньше, чем на «Габриель».

Ключом к достижению максимальной производительности производственной ячейки является, во-первых, автоматизация. При этом все манипуляции на машинах осуществляются абсолютно согласованно, в полном соответствии с цикличностью процесса литья под давлением и не требуют дополнительных затрат времени. Ценные секунды экономит и то, что роботы могут напрямую с боковой стороны входить в зону формы бесколонных литьевых машин victory.

На втором месте по значимости находится многослойная конструкция рукояток ножей, обеспечивающая высокую производительность



Фото 2. С закрепления четырех лезвий на несущей планке начинается производственный процесс. Каждая группа из четырех ножей извлекается из магазина более крупным из двух многоосевых роботов



Фото 3. На первой стадии цикла осуществляется формование первого, внутреннего слоя рукояток из полипропилена по технологии окружного литья



Фото 4. Линейные роботы vipac размещают ножи и заготовки в литые формы, а также извлекают их из форм по окончании соответствующей стадии общего цикла литья под давлением



Фото 5. Смонтированная в центре производственной ячейки замкнутая транспортирующая система объединяет три литые машины ENGEL victory 120, на которых изготавливаются рукоятки ножей



Фото 6. Вплоть до завершения процесса изготовления рукояток блоки из четырех ножей остаются зафиксированными на несущих планках. После этого они снова захватываются большим роботом



Фото 7. Меньший из двух многоосевых роботов извлекает готовые изделия из коробок для размещения их в торговых контейнерах

процесса литья. «Речь идет о времени охлаждения. Специалисты ENGEL определили на основе моделирования, проведенных экспериментов и вычислений оптимальные для кратчайшего времени охлаждения параметры многослойной структуры рукоятки ножа», – пояснил Ульф Эрикссон (Ulf Eriksson), инженер-конструктор фирмы MoraKniv. Дело в том, что время охлаждения, пропорциональное квадрату толщины стенки, составляет львиную долю времени цикла литья толстостенных изделий. И суммарное время охлаждения трех слоев рукоятки оказывается гораздо меньше времени охлаждения монолитной однослойной рукоятки. Кроме того, развернутая ребристая поверхность слоя, формируемого на первой стадии процесса литья под давлением, благодаря своей увеличенной площади, способствует улучшению теплоотдачи и, соответственно, дополнительно сокращению времени охлаждения.

### Замена ФОД при смене конструкции изделий

Рукоятки ножей и ножны имеют почти такой же цвет, как и машины, на которых они изготавли-

ваются. «Этот зеленый цвет является цветом года, так что и ножи подвержены влиянию моды, – отметил Карл-Андерс Дженсон, – покупатель, которые приобретают эти ножи, являются наиболее требовательными. Для них, наряду с качеством, важное значение имеют также внешнее оформление и стоимость».

Благодаря производственной ячейке «Габриель», компания MoraKniv не только достигла максимального уровня производительности. Под давлением требований моды очень часто – даже в течение одной смены – приходится изменять конструкцию и цвет выпускаемых изделий. К многочисленным моделям и комбинациям цветов, которые компания



Фото 8. Партнеры по проекту (слева направо): Ларс Эрик Эрикссон (ENGEL Sverige), Йохан Хед, Ульф Эрикссон, Карл-Андерс Дженсон (MoraKniv) и Франц Прессль (ENGEL Austria)

Morakniv предлагает под собственной маркой, добавляются «горящие» изделия, например, для строительной отрасли. Переход от одного изделия к другому менее чем за час – именно так было сформулировано задание компании Morakniv для генерального поставщика, компании ENGEL. И чтобы выполнить это требование, было принято новое техническое решение, согласно которому при смене конструкции ножей заменяются не литевые формы, а только формообразующие детали (ФОД) форм.

Несмотря на высокую сложность всего технологического процесса, производственная ячейка работает без каких-либо сбоях. «Это вовсе не является само собой разумеющимся, особенно для процессов, объединенных в технологические цепочки. Остановка одной-единственной машины приводит к останову всей производственной ячейки. Однако в нашем случае такого с момента пуска оборудования в эксплуатацию еще не случилось ни разу. Машины ENGEL работают надежно и с высокой воспроизводимостью показателей качества продукции», – со знанием дела отметил *Йохан Хед*. И все-таки для из ряда вон выходящих случаев компания Morakniv предусмотрительно оснастила свои литевые машины системой онлайн-поддержки и дистанционного обслуживания e-connect.24. Благодаря надежной системе передачи данных, специалисты ENGEL могут в любой момент по запросу из Morakniv подключиться к производ-

### Традиционные ножи из Швеции

Чем г. Золинген является для Германии, тем же является и г. Мора для Швеции. Уже более 400 лет в маленьком городке в Средней Швеции занимаются производством ножей. Удары штамповочного пресса раньше задавали ритм жизни этого населенного пункта. В 1891 г. было организовано семейное предприятие, а через короткое время марка Morakniv для всей страны превратилась в символ качества производимых предприятием ножей. В настоящее время 130 сотрудников компании ежедневно изготавливают в общей сложности около 85 тыс. ножей, которые продаются более чем в 65 стран мира. Поставки осуществляются даже во дворец короля Швеции. Спектр выпускаемой продукции простирается от профессиональных ножей для строительства до кухонных и охотничьих ножей, ножей для резьбы по дереву и других ножей для применения вне помещения, которые предлагаются в разных исполнениях и в разном цветовом оформлении.

ственной ячейке непосредственно из Австрии, осуществить поиск ошибок и устранить выявленные нарушения через интернет.

### Энергосбережение для Швеции – дело чести

Производительность и постоянная готовность к работе – это лишь два важных фактора обеспечения высокой эффективности процесса, третьим является энергосбережение. Все четыре литевые машины victory, объединенные в сетевую структуру, оснащены сервогидравлическими системами ecodrive, которые предотвращают потери энергии и существенно снижают общий уровень энергопотребления. Так, в частности, производственная ячейка «Габриель» потребляет меньше энергии, чем предыдущая с меньшим количеством литевых машин, что позво-

ляет дополнительно снизить себестоимость единицы продукции. Но дело тут не только в этом. «В Швеции в целом и в нашей компании в частности очень щепетильно относятся к экономии энергии, считая это вкладом в общую задачу охраны окружающей среды», – так обозначил *Карл-Андерс Дженсон* позицию Morakniv в этом вопросе.

*Перевод А. П. Сергеевкова*

### Razor-sharp Knives Produced with Razor-sharp Efficiency of Injection Moulding S. Zinckgraf

*The market for outdoor equipment is highly competitive. Demands on both quality and price are increasing. Morakniv is one of the successful players in this area. For the production of outdoor knives, this long-established Swedish company relies on process integration, automation and its partner ENGEL. ■*