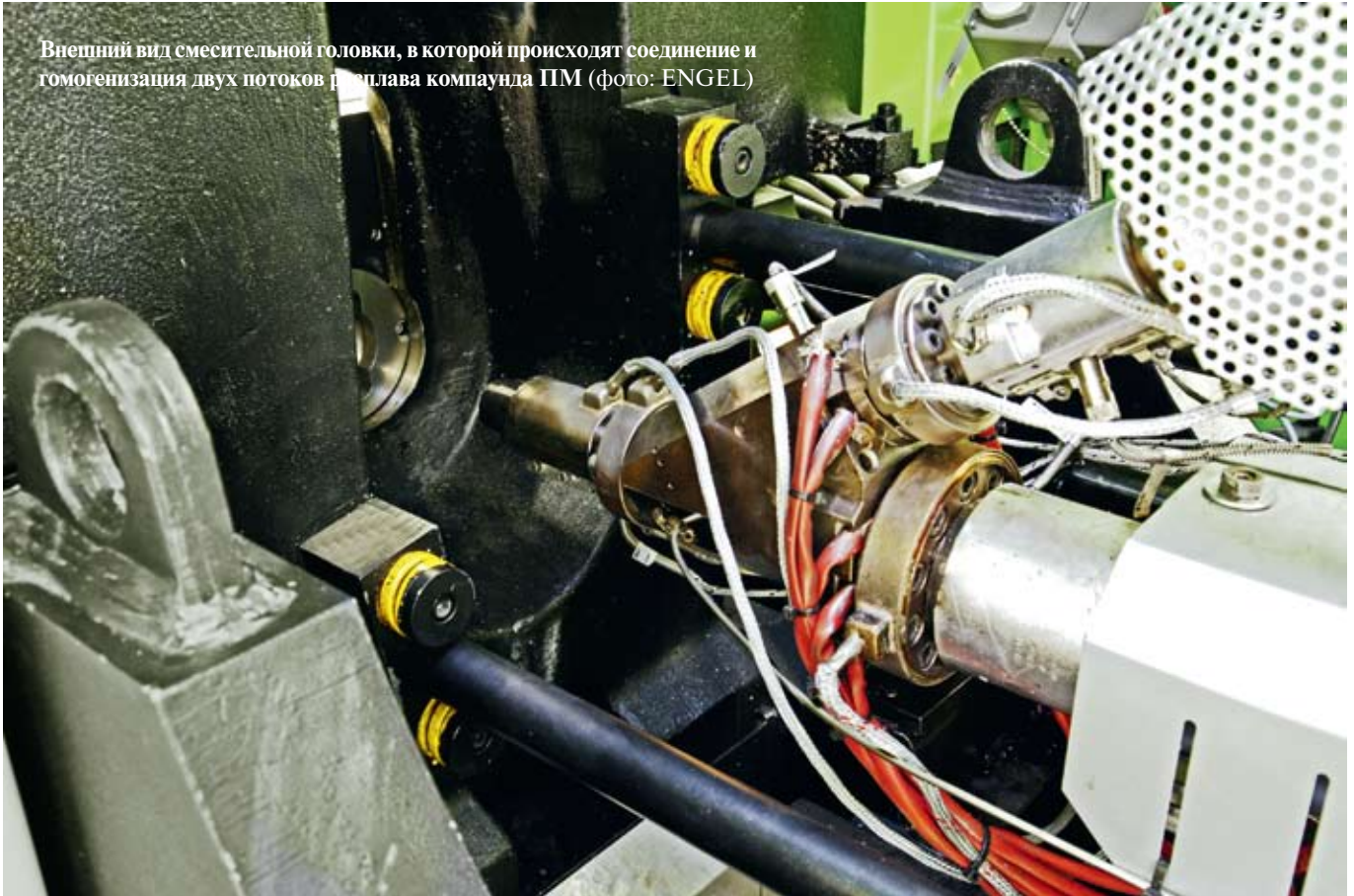


Внешний вид смесительной головки, в которой происходят соединение и гомогенизация двух потоков расплава компаунда ПМ (фото: ENGEL)



Серийная индивидуальность

Встроенный компаундер. Значительную часть многочисленных, пользующихся в настоящее время спросом литьевых изделий получают путем целенаправленного изменения рецептуры и соответственно свойств полимерных материалов (ПМ), цвета или состояния поверхности изделий. В связи с этим многократно возрастает потребность в небольших партиях индивидуально приготавливаемых компаундов, что связано, однако, со значительными затратами времени и средств. Существенную помощь в этом деле может оказать установка, позволяющая объединить процессы компаундирования и литья под давлением.

**Ганс Воббе,
Герхард Бэк**

Во все времена любая индивидуальность имела высокую цену. Разработанная фирмой ENGEL Austria GmbH (г. Швертберг, Австрия) новая серийная литьевая машина модели e-compounders со встроенной компаундирующей системой ставит этот тезис под сомнение, по меньшей мере в отношении производства ли-

тневых изделий. Появление новой литьевой машины стало результатом сотрудничества компаний ENGEL и Polymaterials AG (г. Кауфбойлен) [1]. Основной целью этой совместной работы было создание нового технологического оборудования, которое позволило бы упростить, ускорить и сделать более экономичным процесс разработки рецептур для приготовления компаундов из ПМ.

На основе первоначального замысла, заключавшегося в создании компаундера путем объединения статической смесительной системы с узлом пластикации литьевой машины

(рис. 1), предстояло разработать альтернативу традиционному процессу экструзионного компаундирования (рис. 2). Вместо нескольких отдельных стадий (в хронологическом порядке: экструзионное компаундирование компонентов ПМ с последующим получением гранулята, изготовление пробных литьевых изделий, проведение испытаний образцов и оптимизация параметров технологического процесса) необходимо было разработать комбинированный процесс, позволяющий быстрее достигать поставленных целей. Альтернативная технология должна была обеспечить

Wobbe H., Baeck G. Individualitaet serienmaessig. Kunststoffe 98 (2008) 12. S. 56-58.

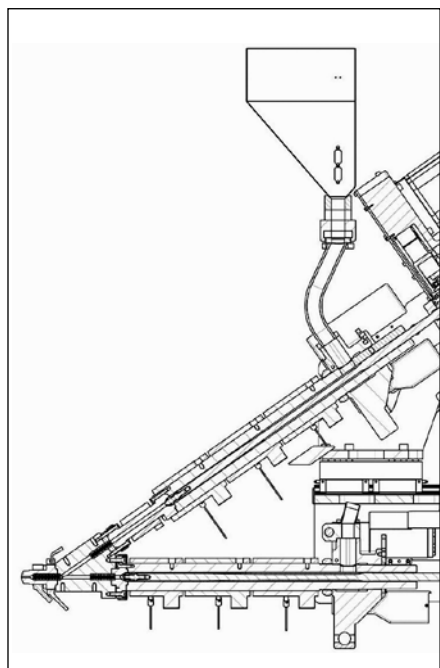


Рис. 1. При совмещении литья под давлением и компаундирования на одной установке используются два узла впрыска, которые снабжены отдельными статическими смесителями. После раздельного перемешивания оба потока материала соединяются и гомогенизируются в третьем смесителе. Система работает в непрерывном режиме (рисунок: ENGEL)

возможность полного исключения промежуточной стадии – изготовления гранулята. Ее основной областью применения должна была стать переработка небольших партий материала, так как возможности уменьшения габаритов двухшнековых компаундирующих установок имеют свои пределы.

Высокая гибкость при переработке небольших партий материала

Решение поставленной задачи потребовало совершенно иного, нетрадиционного подхода – объединения компаундирования материала с процессом литья под давлением. При этом отдельные компоненты подаются в пластикационный цилиндр с помощью высокоточных дозирующих устройств гравиметрического типа. После пластикации доза расплава ПМ для очередной отливки подвергается дальнейшему перемешиванию и гомогенизации с помощью дополнительной смесительной системы во время процесса литья и формования предыдущей отливки.

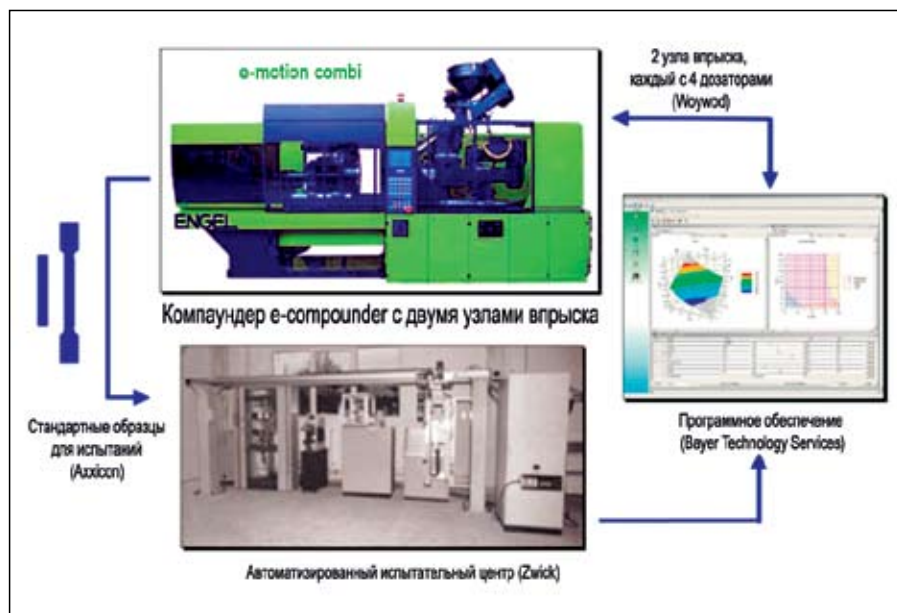
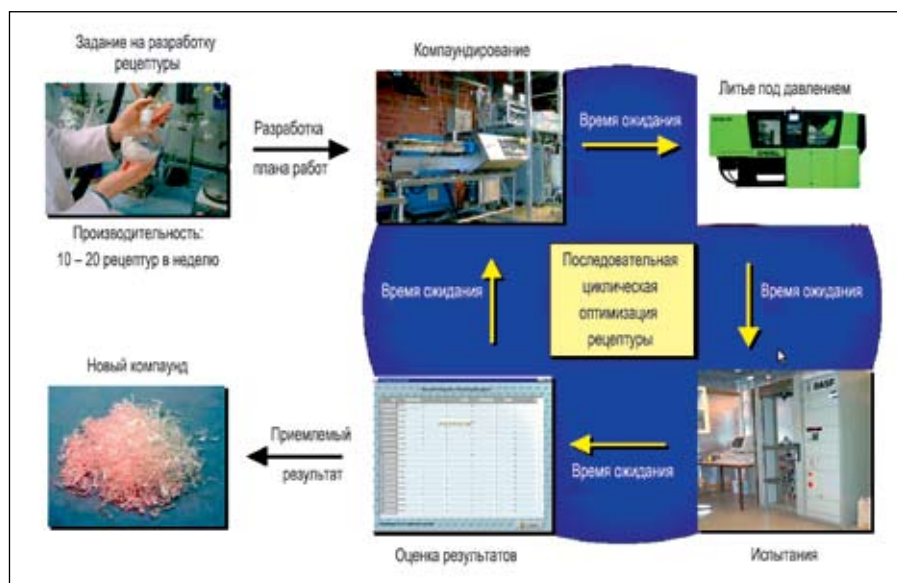


Рис. 2. Отправной точкой исследований был поиск альтернативы традиционному трудоемкому процессу разработки новой рецептуры компаунда, включающему в себя четыре отдельных стадии (вверху). Важной отличительной особенностью альтернативной системы (внизу), ускоряющей этот процесс, является осуществление стадий компаундирования и пластикации непосредственно на литьевой машине (рисунок: Polymaterials)

Результаты многочисленных экспериментов подтвердили эффективность разработанной системы. Главная цель разработанной концепции состояла в обеспечении возможности компаундирования строго определенных объемов материала в соответствии с потребностью в нем. Это является необходимым условием для достижения высокой технологической гибкости при переработке малых партий материала. Вторая важная цель состояла в повышении эффективности использования потребляемой в процессе литья под давлением энергии, что

было достигнуто за счет устранения отдельного процесса изготовления гранулята ПМ.

Чтобы увеличить количество смешиваемых компонентов, фирмы-партнеры приняли решение использовать базовую литьевую машину с двумя управляемыми независимо друг от друга узлами впрыска, каждый из которых оснащен четырьмя смесительно-дозировочными модулями (рис. 3). С помощью одного узла впрыска подается основной поток расплава (ПМ и окрашивающий гранулят), а с помощью другого узла



Рис. 3. Каждый из двух узлов пластикации установки e-compounder включает в себя четыре смешивательных устройства, благодаря чему имеется возможность дозирования до восьми различных компонентов компаунда ПМ (фото: ENGEL)

впрыска – дополнительный поток расплава с добавками.

К точности исполнения отдельных узлов внедряемого в промышленность технологического оборудования предъявляются высокие требования. Это относится не только к точности перемещений рабочих органов при пластикации и впрыске, но и к управлению перемещением обоих узлов впрыска друг относительно друга. Точность относительного перемещения предопределяет соотношение обоих смешиваемых компонентов и, следовательно, окончательный состав готового компаунда. Именно она является ключевым условием для стабильного поддержания требуемого состава смеси в процессе экструзии. Важным дополнительным критерием при выборе конструктивного исполнения установки было обеспечение широкого диапазона варьирования соотношения смешиваемых потоков, которое в соответствии с техническим заданием должно было изменяться от 90:10 до 10:90. Такой широкий диапазон варьирования данного соотношения требуется, например, при приготовлении смесей АБС-пластика и поликарбоната.

Наилучшим образом всему сформулированному комплексу требований удовлетворяют машины с

электромеханическими приводными системами, обеспечивающие высокую точность управления всеми перемещениями при любых производственных условиях. С учетом этого в качестве базовой модели для создания новой установки была выбрана литьевая машина для двухкомпонентного литья под давлением с двумя расположенными друг над другом (в так называемом Нускераш-положении) узлами впрыска (модель ENGEL e-motion

200H/200W/100 combi). При этом две отдельные сопловые головки были заменены одной общей сопловой головкой, обеспечивающей подачу обоих потоков материала к узлам впрыска. Эта имеющая форму буквы Y сопловая головка (рис. 4) включает в себя в общей сложности три статических смесителя. Первые два смесителя предназначены для отдельной гомогенизации потоков материала, а третий смеситель обеспечивает соедине-



Рис. 4. Основой установки e-compounder стала электрическая литьевая машина серии ENGEL e-motion, а ее главным узлом – имеющая форму буквы Y смешивательно-гомогенизирующая система (фото: ENGEL)

ние и перемешивание обоих потоков с образованием готового компаунда.

Полусерийная установка для широкого применения

Первая созданная установка была изначально предназначена для использования в лабораторных условиях с целью изготовления стандартных образцов для проведения испытаний. В то же время эта полусерийная машина вполне пригодна и для использования в производственных условиях. В качестве возможных областей ее применения можно назвать разработку новых материалов и их подбор для изготовления конкретных изделий. Установка обладает также достаточно большими потенциальными возможностями для производства изделий с определенными индивидуальными особенностями. В частности, ее можно использовать для изготовления небольших партий изделий бытового назначения, таких как очки или косметическая продукция, в специальной цветовой гамме или с определенными эффектами. Можно также быстро и независимо от состава применяемых стандартных смесей вводить специальные полимерные маркировочные элементы, защищающие продукцию от фальсификации или изготавливать путем варьирования состава полимерных смесей изделия с особыми характеристиками, отличающиеся по своим свойствам от серийной продукции.

Новая установка e-compounder модульной конструкции, состоящая из серийных агрегатов и узлов (с сервоэлектрическими приводами и встроенной смесительно-гомогенизирующей системой), может стать в перспективе основой для целой серии машин. Она является дополнением к установкам компании ENGEL, состоящим из двухшнековых экструдеров и больших литьевых машин серии duo [2]. Принципиальное различие между этими сериями установок заключается в том, что компаундирование с помощью двухшнековых экструдеров с технико-экономической точки зрения является оправданным только при производительности выше 100 кг/ч. При более низкой производительности целесообразнее использовать альтернативные методы, одним



Рис. 5. Интегрирование компаундера в серийный узел пластикационной электрической литьевой машины открывает широкие возможности для экономичного производства изделий с индивидуализированными характеристиками (фото: ENGEL)

из которых может служить применение установки e-compounder.

Несмотря на многочисленные преимущества, эта установка имеет один существенный недостаток, ограничивающий возможности ее применения при переработке армированных длинными стеклянными волокнами компаундов. В связи с характерным для статических смесителей движением потоков материала длинные стеклянные волокна подвергаются высокому перерезывающему нагрузкам, и потому в процессе переработки наблюдается существенное уменьшение их длины. Этот недостаток проявляется в меньшей степени или не проявляется вовсе при переработке компаундов, армированных короткими стеклянными волокнами или стеклянными шариками.

Вывод и заключение

Полусерийная установка, в которой литьевая машина объединена с компаундером, позволяет существенно повысить гибкость технологического процесса. На таком универсальном оборудовании с подобранными надлежащим образом дозирующими устройствами можно при вполне приемлемых производственных затратах и оперативно обеспечить выпуск небольших партий изделий с индивидуальными характеристиками, а также

изготовление пробных образцов компаундов ПМ при разработке их новых рецептов (рис. 5).

Благодаря более широким возможностям изготовления изделий и более эффективному использованию потребляемой энергии новый способ имеет большие потенциальные возможности не только для специального, но и для широкого практического применения.

Литература

1. Stebani J., Maier G., Bacher E. Schneller – umfassender – effizienter. *Kunststoffe* 97 (2007) 9. S. 227-231.
2. Wobbe H., Bauer R. Wenn zwei zusammen ruecken. *Kunststoffe* 98 (2008) 1. S. 68-71.

Перевод А. П. Сергеевкова

Mass-produced Individualism H. Wobbe, G. Baeck

INJECTION MOLDING WITH AN INTEGRATED COMPOUNDER. *Many of the numerous product variants that are now current are created from mass-product by varying the material properties, colors and surfaces. This greatly increases the demand for individually tailored compounds in small amounts. It is generally time consuming and expensive to produce such small quantities. The answer is to combine compounding and injection molding in a single machine.*