

Три ключевые темы международной специализированной выставки пластмасс и каучука «K-2022» (19–26.10.2022, Дюссельдорф) – экономика замкнутого цикла, защита окружающей среды и цифровизация – стали основными и для сектора экструзионной переработки полимерных материалов, представленного на крупнейшем отраслевом форуме. Об этом свидетельствует приведенная в данном обзоре краткая характеристика экспозиций некоторых ведущих машиностроительных компаний, занятых в данном сегменте индустрии пластмасс.



Новые разработки в области экструзионных технологий на выставке «K-2022»

Windmüller & Hölscher. Девиз «Get in the Loop» («Будь в тренде» – в свободном переводе с английского), с которым Windmüller & Hölscher KG (W&H), известная немецкая компания из г. Ленгериха, вышла на выставку «K-2022», означал для нее демонстрацию соответствия новым требованиям экономики замкнутого цикла, новых возможностей (благодаря цифровизации технологических процессов) и своих результатов повышения эффективности производства, несмотря на те трудности, которые переживает отрасль гибкой упаковки в 2022 г. Этот девиз W&H и петля в его графическом отображении символизируют замкнутую систему этих трех взаимосвязанных тем, влияющих друг на друга и в совокупности – на успехи бизнеса (рис. 1). «На выставке «K-2022» мы продемонстрировали пленочные технологии и оборудование, которые предоставляют нашим клиентам конкурентные преимущества в современных условиях быстрых изменений на рынке пленочной упаковки», – сказал д-р *Саша Витт* (Sascha Witt), директор по сбыту W&H. По его словам, в 2019 г. основ-

ное внимание было уделено разработке упаковочных решений с возможностью последующей безотходной переработки упаковки. В этом году – на конкретных примерах конечных продуктов, таких как барьерные пленки или пленки с повышенным содержанием вторсырья, – было показано, как их производить с максимальной эффективностью.

«В 2019 г. мы впервые представили автоматизированную систему TURBOSTART, которая позволяет экономить до 50 % времени при остановке и запуске экструзионно-раздувной установки. Как показывает практика, в реальных условиях производства приходится хотя бы раз в день останавливать и запускать оборудование, например,



Рис. 1. Особое внимание посетителей на стенде W&H привлекла демонстрация работы экструзионно-раздувной линии Varex II, предназначенной для производства рукавных пленок. Справа сверху – графическое отображение девиза W&H на выставке «K-2022» (источники: Messe Duesseldorf, W&H)

для очистки и технического обслуживания. Оператору на это требуется не менее 30 мин работы вручную, тогда как системе TURBOSTART – менее 15 мин при нажатии всего лишь одной кнопки на пульте управления. Продолжая развивать эту тему, мы на выставке этого года непосредственно на своем стенде, на примере линии Vagex II, показали, как можно еще больше повысить производительность ее работы. Посетители воочию могли убедиться в достигнутом прогрессе», – пояснил д-р Фалько Пайпенмюллер (Falco Paerenmüller), технический директор W&H (см. рис. 1).

Решения для автоматизации и цифровые системы повышения эффективности, такие как цифровая платформа RUBY, также были в центре внимания W&H и в 2022 г. Так, в ее состав входят следующие приложения:

- RUBY Go, которое собирает все машинные данные и визуализирует их непосредственно на экране пульта управления оборудованием или дистанционно – на мониторе компьютера в центре управления производством;

- RUBY Gain, контролирующее фактические значения технологических параметров процесса, заданные значения которых могут быть самыми различными в зависимости от метода экструзии – выдувной или плоскошелевой, а также от состава и структуры упаковочных материалов (в случае многослойной пленки);

- RUBY Track, которое на экране панели управления объединяет ключевые показатели эффективности производственного процесса, такие как процент брака, скорость выпуска пленки, время настройки и простоя, а также показатели общей эффективности оборудования OEE (Overall Equipment Efficiency), и предлагает возможности их углубленного анализа;

- RUBY Check, которое контролирует процесс нанесения печати на пленку и служит для сбора информации об ошибках и минимизации отходов;

- RUBY Flow, предназначенное для перевода в цифровой формат заказов, вводимых вручную в систему управления оборудованием.

Чтобы более подробно ознакомиться с ассортиментом машиностроительной продукции компании W&H, посетители выставки «К-2022» в процессе ее проведения могли посетить штаб-квартиру компании в г. Ленгерихе, где им было продемонстрировано более 10 установок для экструзии пленок, нанесения на них печати и пост-обработки. «После двух выставочных мероприятий, проведенных нашей компанией в онлайн-формате за три года, прошедшие после «К-2019», мы с нетерпением ждали выставки «К-2022», на которой наши эксперты могли бы «вживую» побеседовать и обменяться мнениями с нашими клиентами и партнерами, поскольку именно такой формат лучше всего формирует доверительные отношения. И «К-2022» полностью оправдала наши ожидания», – с удовлетворением подчеркнул генеральный директор W&H Петер Штайнбек (Peter Steinbeck).

Macchi. Компания Macchi S.p.A. (г. Венегоно-Инфериоре, Италия), которая с 1961 г. специализируется на производстве экструзионно-раздувных линий, значительную часть своего оборота вкладывает в R&D-разработки. На выставке «К-2022» она представила модернизированную версию линии R-POD Flex 5 для производства 5-слойных



Рис. 2. Новая высокопроизводительная экструзионно-раздувная линия R-POD Flex 5 (источник: Macchi)

рукавных полиолефиновых пленок уменьшенной толщины и с высокими оптическими и механическими свойствами (рис. 2). В компании отмечают, что данная линия позволяет удовлетворить растущий рыночный спрос на гибкое высокоскоростное пленочное оборудование, способное экструдировать вторичные полиолефины с производительностью до 1200 кг/ч при ширине рукавной пленки до 2500 мм.

Линия R-POD Flex 5 позволяет очень быстро менять настройки и в то же время сводит к минимуму производственные отходы. Благодаря новым конструкторско-технологическим решениям, в том числе в аспекте автоматизации процесса, обеспечивается простой переход от выпуска пленок для ламинирования к выпуску промышленной упаковочной пленки из вторичного сырья. Полностью автоматическая 6-компонентная гравиметрическая система с активной системой контроля загрузки сырья позволяет не только повысить точность дозирования компонентов, но и сократить время на смену материала и очистку смесителей. Экструзионная головка серии TE556 Coex-flex специально разработана для работы как с первичными, так и с вторичными полиолефинами, обеспечивая при этом высокую воспроизводимость рецептуры и сводя к минимуму время переналадки при смене режима работы. Сдвоенная станция намотки с устройством BoPlus оснащена системой Smart Load для автоматического обращения с намотанными рулонами.

Другими новшествами являются:

- устройство автоматической замены фильтрующей сетки непосредственно в процессе экструзии, позволяющее избежать простоя оборудования во время этой операции;

- новая конструкция и сочетание шнеков различного диаметра (65, 80, 120, 80 и 65 мм) у 5 экструдеров, что обеспечивает гибкость и повышенную производительность экструзии при переработке различных полиолефинов;

- эффективное кольцо охлаждения рукава с высокой скоростью воздушного потока, обеспечивающее

стабильность процесса и минимальное время настройки при переходе на новый режим работы;

- бесконтактная емкостная система контроля толщины пленки;
- система двусторонней обработки пленки коронным разрядом;
- устройство для термообработки и вытяжки пленки для обеспечения ее максимальной плоскостности;
- совершенно новая система управления Maschi IoT со встроенными системами мониторинга общей эффективности оборудования, анализа производственных сбоев и прогнозирования технического обслуживания.

Brückner. Компания Brückner Maschinenbau GmbH & Co. KG (г. Зигсдорф, Германия) уверена, что в обозримом будущем невозможно обойтись без пластиковой упаковки, изготавливаемой с минимальными затратами ресурсов. Вот почему она придерживается амбициозных целей по дальнейшему повышению эффективности производства упаковочной пленки. Это означает сокращение использования сырья и потребления электроэнергии, а также уменьшение образования отходов вплоть до нуля (Zero Waste) на оборудовании Brückner для производства биаксиально-ориентированных (БО) полимерных пленок. Так, на удель-

ное потребление электроэнергии, под которым понимается ее абсолютное значение, приходящееся на единицу массы выпускаемой пленки, и которое измеряется в кВт·ч/кг, в основном влияют скорость выпуска V и ширина B пленки. При производстве двух наиболее популярных упаковочных БОПП- и БОПЭТ-пленок максимальное значение V до сих пор составляло около 600 м/мин. На выставке «К-2022» компания Brückner Maschinenbau представила новые концепции установок со значительно более высокой рабочей скоростью (рис. 3). Тот же подход был реализован и по отношению к БОПА-пленке, которая особенно подходит для упаковки жирных и замороженных пищевых продуктов. Например, производительность новых линий по производству БОПА-пленок была повышена на 80 % за счет увеличения значений V с 220 до 350 м/мин и B с 6,6 до 7,4 м соответственно.

В сегментах оборудования для производства сепараторных пленок для литий-ионных аккумуляторов и конденсаторных пленок также проведено дальнейшее увеличение их ширины с 5,5 до более чем 6 м с повышением производительности более чем на 20 % (рис. 4). Кроме того, была усовершенствована технология как последовательной, так и одновременной вытяжки кон-

денсаторной БО-пленки толщиной 2 мкм, что позволило повысить ее выпуск и оптимизировать свойства.

Благодаря новому способу прямого дозирования «пуха» (Direct Fluff Dosing), под которым понимаются обрезки и прочие отходы, образующиеся в процессе производства и – без предварительного процесса их регрануляции – подаваемые непосредственно в экструдер вместе с первичным материалом, достигается экономия электроэнергии и сырья с одновременной реализацией принципа «нулевых отходов».

Еще одно инновационное решение заключается в том, что вместо использования обычных теплообменников для рекуперации тепла предложено запатентованное энергоэффективное управление термообработкой вытягиваемой пленки с аэродинамическим разделением зон нагрева, которое обеспечивает не только существенную экономию электроэнергии (около 1,6 млн кВт·ч в год на одной линии), но и повышение качества пленки и сокращение ее отходов.

Coperion. В целом компания Coperion GmbH (г. Штутгарт, Германия) и объединившаяся с ней в 2013 г. компания Coperion K-Tron (г. Нидерленц, Швейцария) продемонстрировали на собственном стенде, а также на открытой выставочной площадке (в павильоне Форума экономики замкнутого цикла VDMA) комплексную программу подготовки и компаундирования полимерных материалов, включая такие трудные для экструзионной переработки сыпучие отходы, как волокна и хлопья с низкой насыпной плотностью. В центре внимания на стенде был новый промышленный двухшнековый экструдер ZSK 70 Mc¹⁸ с диаметром сонаправленных шнеков 70 мм (рис. 5). Обладая удельным крутящим моментом, равным 18 Н·м/см³, он особенно подходит для эффективного высокопроизводительного смешивания компаундов при сравнительно низком энергопотреблении. Экструдер оснащен боковыми модульными системами подачи сырья и дегазации моделей ZS-B easy и ZS-EG easy соответственно. Обе эти системы,



Рис. 3. Образцы пищевой упаковки из БОПП- и БОПЭТ-пленок, изготовленных на высокоскоростных линиях Brückner (рис. 3–4: Brückner)



Рис. 4. Узел модернизированной линии для производства сепараторных БО-пленок



Рис. 5. Двухшнековый экструдер ZSK 70 Mc¹⁸ (рис. 5–8: Coperion)

благодаря своей простой конструкции (об этом говорит слово *easy* в их обозначении), значительно сокращают время, необходимое для изменения рецептуры сырья или работ по техническому обслуживанию, поскольку их можно быстро отсоединить от технологической секции всего за несколько приемов. На главном загрузочном окне экструдера установлен вибрационный дозатор K3-ML-D5-V200, на системе ZS-B *easy* – дозатор K-ML-SFS-BSP-100.

Еще одним экспонатом на стенде Coperion был лабораторный экструдер серии STS Mc¹¹ с диаметром шнека 25 мм и удельным крутящим моментом 11,3 Н·м/см³, оснащенный двухшнековым дозатором K-ML-SFS-KT20 и отличающийся удобством в использовании и простотой очистки, что важно для проведения исследовательских работ с новыми рецептурами (рис. 6).

Новые дозаторы серии ProRate PLUS от Coperion K-Tron, предлагаемые в настоящее время в трех типоразмерах – S, M и L, являются, как заявляют в компании, экономичным решением для надежной подачи сыпучих материалов.

Компания Coperion провела комплексную реконструкцию сво-

их стреновых грануляторов серии SP с подшипниками с обеих сторон, представив типоразмер SP340 на своем выставочном стенде. Эти грануляторы стали более доступными для их очистки и позволяют еще быстрее менять рецептуру и цвет перерабатываемых композиций по сравнению с предыдущими моделями. Камера резания не имеет «мертвых» зон, а сам режущий блок можно при необходимости быстро и легко заменить.

Еще одной новинкой является барабанный шлюзовый питатель ZXQ 800, обладающий высокой герметичностью и специально разработанный для подачи порошкообразного сырья в систему пневмотранспорта под давлением до 3,5 бар. Благодаря своей высокой производительности, он хорошо подходит для также высокопроизводительного оборудования, которое в перспективе планируется использовать для производства гранулированных полиолефинов.

В павильоне Форума экономики замкнутого цикла VDMA компания Coperion представила технические решения и технологии, позволяющие экономично перерабатывать широкий спектр пластмасс и добиваться улучшенного качества продукции. Большой интерес посетителей вызвала система на базе двухшнекового экструдера ZSK 58 Mc¹⁸, предназначенная для производства высококачественного регранулята ПЭТ. Экструдер оснащен «умным» ленточным весовым дозатором SWB-300 с одношнековым питателем S100 (рис. 7) и новым боковым питателем ZS-B 70 MEGAfeed (рис. 8)

для эффективной подачи объемных отходов в виде хлопьев и (или) волокон из ПЭТ. Дозаторы серии SWB-300 характеризуются высокой производительностью и точностью подачи сыпучих материалов с различной текучестью, а серии ZS-B MEGAfeed – надежностью в обращении с рециклятом, обладающим насыпной плотностью менее 200 кг/м³ и считавшимся до сих пор по этой причине ограниченным для его переработки.

В технологической секции экструдера ZSK 58 Mc¹⁸, представленного на выставке, происходят плавление, интенсивная дегазация и полная гомогенизация перерабатываемого компаунда ПЭТ перед тем, как его расплав через шестеренчатый насос и фильтр с автоматической сменой сетки будет подан в подводный гранулятор для производства гранул. Затем полученный гранулят подвергается твердотельной поликонденсации (SSP) в реакторе SSP и может быть переработан обратно в волокна, бутылки или пленки пищевого качества, что подтверждено заключением от FDA. Следует добавить, что в данном непрерывном процессе – в отличие от традиционных технологий вторичной переработки ПЭТ – исключаются предварительные стадии сушки и кристаллизации отходов ПЭТ. Это



Рис. 7. Гравиметрический ленточный дозатор SWB-300



Рис. 8. Боковой питатель серии ZS-B MEGAfeed (справа) позволяет подавать в экструдер-компаундер (слева) рециклят с очень малой насыпной плотностью – менее 200 кг/м³



Рис. 6. Лабораторный экструдер модели STS 25 Mc¹¹

достается за счет интенсивной дегазации расплава, благодаря которой из него надежно удаляются летучие компоненты, такие как мономеры, олигомеры и вода.

На выставке была также продемонстрирована новая мобильная дезодорирующая система для нейтрализации неприятных запахов от свежизготовленного регранулята. Причем Sorption предлагает провести ее испытания и настройку на уменьшение или даже полное удаление запаха в реальных производственных условиях на заводе клиента.

Leistritz. Центральным экспонатом компании Leistritz Extrusionstechnik GmbH (г. Нюрнберг, Германия) на выставке стал двухшнековый экструдер серии ZSE iMAXX, которая впервые была представлена на выставке «Fakuma-2018», а в на-

стоящее время расширена до нескольких типоразмеров с диаметром шнека 18, 27, 35, 40, 50 и 60 мм. Данные экструдеры могут работать как в автономном режиме, производя гранулированные компаунды, так и в составе линии по прямому производству экструзионной продукции – листов или пленок – из вторичного сырья в виде дробленки или пленочных хлопьев, минуя стадию гранулирования. С переработкой вторичных материалов на экструдере ZSE 27 iMAXX посетители могли «вживую» познакомиться на стенде Leistritz (рис. 9). Примером нового применения экструдера данного типоразмера служит линия, установленная на одном из предприятий и предназначенная для производства однонаправленных лент, усиленных непрерывными армированными волокнами (рис. 10). Эти ленты в дальнейшем служат

полуфабрикатами для изготовления композитных изделий конструкционного назначения.

В непрерывном процессе экструзии очень важно своевременно проконтролировать и предотвратить отклонения от нормального хода производства, чувствительным индикатором которого является вязкость расплава, чутко реагирующая на колебания свойств сырья. Для этих целей Leistritz предлагает реометр, встраиваемый непосредственно в экструзионную линию (рис. 11). Его достоинством является возможность построения кривой течения не по двум, а по нескольким точкам измерения, а также идентификации как сдвиговой, так и продольной



Рис. 9. Двухшнековый экструдер-компаундер ZSE 27 iMAXX (источник рис. 9–11: Leistritz)



Рис. 10. Вид со стороны шпулярника с катушками с армирующими нитями на линию на основе экструдера ZSE 27 iMAXX для производства однонаправленных лент

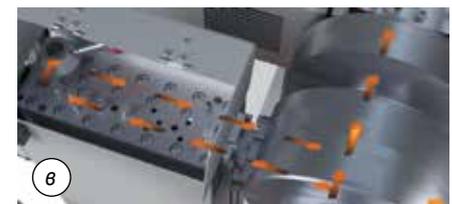


Рис. 11. Автономная (а) и встроенная (б) версии реометра, а также схема течения расплава (направления течения показаны стрелками) в основном формующем канале и реометре (в)

вязкости расплава. В автономном исполнении реометр можно использовать для целей исследования и оптимизации свойств новых термопластичных материалов, для входного контроля поступающих на производство новых партий сырья, а также для приемочного контроля гранулята, отгружаемого заказчику. В этом случае измерения выполняются на выбранной фиксированной производительности насоса расплава. В исследовательской версии реометр может автоматически отображать полные кривые течения расплава.

battenfeld-cincinnati.

Как с юмором заявили в компании battenfeld-cincinnati GmbH (г. Бад-Эйнхаузен, Германия), «репертуар» ее машиностроительной экструзионной продукции становится все разнообразней. В него входит оборудование для производства профилей, листов, пленок, гранул и труб, в том числе большого диаметра (рис. 12). Основными экспонатами на стенде компании были:

- высокопроизводительный экструдер для производства труб;
- экструдер-гранулятор новой серии;
- система FDC (Fast Dimension Change) быстрого перехода на новый диаметр трубы непосредственно во время ее производства;
- решение steady flow для уменьшения колебаний давления при экструзии ПВХ.

Посетители смогли также познакомиться с новым подходом battenfeld-cincinnati к дизайну оборудования, в частности трубного, которое начиная с 2023 г. будет



Рис. 13. Лощильная система Multi-Touch для обработки экструдированных экологически чистых напольных ПП-покрытий и других листовых изделий

окрашиваться в фирменный бело-зеленый цвет. Помимо внешнего вида, речь идет об удобстве очистки и оптимальной доступности каждого узла производственной линии – от экструдера до интегрированных в единый контроллер VStouch UX систем калибрования, охлаждения, вакуумирования, резки, а также стола для приема труб. Что касается данного вида продукции, то, пользуясь терминологией разработчиков, «репертуар» типовых размеров производимых изделий здесь тоже весьма разнообразный, начиная от труб самого малого диаметра для капельного орошения в сельском хозяйстве и заканчивая крупногабаритными трубами для водоснабжения и водоотведения (см. рис. 12). Причем обе эти крайние позиции пользуются в последнее время повышенным спросом на рынке. Прогнозируется из соображений экологичности, что ПП будет играть здесь ведущую роль и частично заменит ПВХ.

Растет значение фактора экологичности и по отношению к напольным покрытиям, от которых требуются также ровная поверхность и минимальные отклоне-

ния толщины. Решение этих задач усложняет частично кристаллическая структура экологически чистого ПП, все чаще используемого для производства напольных покрытий. Выполнение указанных требований достигается путем выглаживания экструдированных листов на лощильной системе Multi-Touch в контакте с 9 охлаждающими валами предварительного и последующего калибрования (рис. 13). В результате получается монолитный, визуально привлекательный листовый материал с идеальной плоскостностью и минимальными отклонениями по толщине. Разумеется, назначение этой системы не ограничивается производством напольных покрытий. Обработке на ней могут подвергаться и другие листовые изделия, в том числе из ПС, – плиты для стенок холодильников или тонкие пленки, выглаженные с обеих сторон, в чем могли убедиться посетители стенда battenfeld-cincinnati.

(Продолжение следует)

Подготовил канд. техн. наук

В. Н. Мыртин с использованием пресс-материалов компаний, упомянутых в данном обзоре

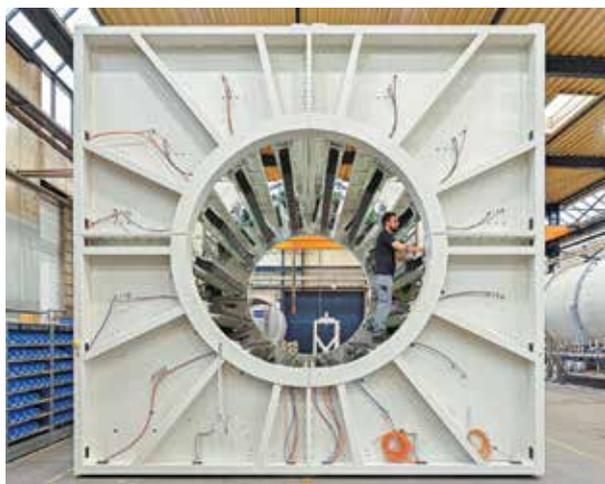


Рис. 12. Узел линии по производству пластиковых труб большого диаметра (рис. 12–13: battenfeld-cincinnati)

New Developments in the Field of Extrusion Technologies at the K-2022 Trade Fair

Three key topics of the international specialized exhibition of plastics and rubber K-2022 (19–26.10.2022, Duesseldorf) – the circular economy, environmental protection and digitalization – have also become the main ones for the sector of extrusion processing of polymer materials, presented at the largest industry forum. This is evidenced by the brief description given in this review of the expositions of some of the leading engineering companies engaged in this sector of the plastics industry.

(To be continued) ■