**ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ**

Актуальным является вопрос изготовления удобной и гигиеничной тары. В настоящее время упаковка продукта имеет огромное значение для качества продукции. Поскольку упаковочная тара имеет несколько разновидностей, для каждого из них присущи специфические особенности, и в связи с этим к материалу, из которой она изготавливается, предъявляются определенные требования.

**Этапы разработки состава полимерной композиции, предназначенной для изготовления тары**

тара экструзия литье полимерный

Разработка состава полимерной композиции, отвечающего требованиям, предъявляемым к транспортной таре, решается методом математического планирования эксперимента с применением статистического анализа. При оптимизации состава полимерной композиции находят уравнение регрессии, устанавливающее связь между физико-механическими показателями (параметром отклика Y) и составом полимерной композиции (параметрами оптимизации А',, Хг, ..., Х„ — факторами). В общем случае такое уравнение может быть представлено в виде функции, имеющей вид (уравнения регрессии);

Y=f(Xi,X,X,).

Для получения соответствующего уравнения регрессии в виде математической зависимости необходимо оценить границы областей варьирования факторов с использованием априорной информации и выбрать интервалы варьирования. Следующим этапом является составление матрицы планирования эксперимента и получение уравнения регрессии. В результате решения уравнения (с помощью ЭВМ) определяют оптимальный состав, обусловленный необходимыми значениями физико-механических и эксплуатационных характеристик.

**СМЕШЕНИЕ**

После оптимизации состава важнейшей операцией является получение композиции путем смешения ингредиентов. Эта стадия в значительной степени определяет качество и эксплуатационные характеристики получаемых изделий. Назначение смешения весьма разнообразно, но главная его задача — обеспечение качественного диспергирования и перемешивания ингредиентов и полимера.

Полимерные композиции можно получать разными способами: предварительным смешением компонентов с последующей экструзией; в пласто-смесителях непрерывного действия (типа «Ко-Кнетер»); введением модифицирующих добавок непосредственно в зону расплава экструдера при его оснащении гомогенизирующими червяками специальной конструкции, а также на вальцах.

Смешение осуществляется под действием механических сил, создаваемых рабочими органами смесительного оборудования, а его качество определяется величиной деформации сдвига [24, 25]. Уже на стадии смешения вследствие сдвиговых механических воздействий в полимере протекают механо-химические процессы, которые открывают широкие возможности для модификации полимера в процессе подготовки полимерной композиции, что позволяет получать материалы с заранее заданными свойствами.

Для обеспечения качественного смешения и получения композиций, пригодных для переработки в транспортную тару, необходимо специальное оборудование. Оборудование, используемое для диспергирования и получения наполненного гранулята существенно отличается от традициейного оборудования, используемого при получении изделий из термопластов. В настоящее время для диспергирующего смешения используется следующее оборудование; вальцы; двухчервячные прессы; одночервячные осциллирующие экструдеры; дисковые экструдеры; червячно-дисковые экструдеры типа ЭЧД.

Вальцы используют в технологии переработки пластмасс для: 1) смешения ингредиентов с полимерной матрицей, при этом полимер переходит, как правило, в вязкотекучее (или пластичное) состояние; 2) пластикации материала с целью облегчения его дальнейшей переработки; 3) изготовления полуфабрикатов (листов, пленок и т. д.) и других целей.

Переработка полимерных материалов на вальцах осуществляется в зазоре между параллельно расположенными и вращающимися навстречу друг другу полыми цилиндрами — валками. Сложное комплексное воздействие, которому подвергается вальцуемый материал в зазоре между валками, позволяет осуществлять многие технологические операции, .главными из которых являются: смешение, гомогенизация, размягчение и пластикация.

Смешение на вальцах предпочитают проводить в тех случаях, когда имеют дело с высоковязкими нетермостабильными материалами, а также при введении большого количества наполнителей. Вальцевание является периодическим процессом, оно характеризуется длительностью цикла при получении композиций с заданным качеством смешения; производительность его невысока, расход энергии значителен особенно при переработке термопластов.

Одночервячный экструдер осуществляет перемешивание материала, создавая давление на него за счет преобразования вращательного момента вала в поступательное движение материала. Смесительная функция червячной машины выражена слабо. Причиной этого является то, что червячная машина осуществляет идеальное вытеснение, в то время как для качественного диспергирования необходима высокая степень смешения, которая может быть достигнута при эффективном сдвиге перемешиваемых материалов. Необходимость совмещения в червячных экструдерах функций перемещения материала под давлением с диспергированием привела к созданию удлиненных червяков (с отношением длины к диаметру до 30 и более) и усложнению их конструкции; использованию кулачков, сме-сительно-диспергирующих элементов, разрывов гребней червяка; совмещению левой и правой нарезки червяка, применению осциллирующего движения вала, а также к созданию двухчервячных экструдеров. Все это значительно усложнило конструкцию экструдеров, сделало ее менее надежной в эксплуатации, существенно увеличило металлоемкость и стоимость оборудования [25].

Одночервячные экструдеры с червяками соответствующих конструкций используются для получения полимер - полимерных гранулированных ком позиций, которые подвергнуты предварительному холодному смешению, и композиций с различными модифицирующими добавками.

Червячно-осциллирующие экструдеры позволяют достичь более высокого смесительного воздействия при получении наполненных и модифицированных композиций из полимерных систем типа жидкость — жидкость и жидкость — твердое тело. Такой эффект достигается на одночервячных пластикаторах «Ко-Кнетер», разработанных фирмой «Бусс» (Швейцария). В СССР аналогичные смесители-пластикаторы выпускаются под названием ЧОС (червячно-осциллирующие смесители).

Смеситель «Ко-Кнетер» представляет собой одночервячный экструдер, рабочий орган которого помимо вращения совершает осциллирующее (возвратно-поступательное) движение.

Качество смешения в таком оборудовании зависит от геометрических •параметров червяка (в частности, угла наклона винтовых лопастей и их числа), а также от технологических режимов переработки.

Этот тип смесителей используется для получения полимер-полимерных и наполненных композиций.

Двухчервячный экструдер с месительными кулачками (шайбами) типа ZSK является смесителем-пластикатором с взаимозацепляющимися и вращающимися в одном направлении червяками. В качестве перемешивающих и пластицирующих рабочих органов в такой машине используются месительные кулачки (шайбы). Червяки экструдера имеют профиль, обеспечивающий самоочищение, и смонтированы из сборных элементов (насадок).

Двухчервячные прессы с одинаковым направлением вращения червяков в основном применяют для переработки термопластов с низкой и средней вязкостью расплава, хотя в специальном исполнении могут использоваться и для переработки таких высоковязких расплавов, как расплав ПВХ.

Двухчервячные экструдеры характеризуются хорошим качеством смешения, однако являются энерго- и металлоемким оборудованием, имеют высокую стоимость.

Червячные машины с одним или несколькими червяками являются машинами непрерывного действия. Бесспорными преимуществами червячных экструдеров являются: высокая производительность, стабильность процесса переработки и возможность создания необходимого давления экструзий. Однако сравнительно невысокое качество смешения при переработке композиций и относительно большая длительность процесса при. необходимости поддержания высоких температур формования отрицательно сказываются на термочувствительных композициях, особенно с использованием вторичного сырья, что зачастую делает непригодным такое оборудование для их переработки. Стремление улучшить показатели работы экструдера приводит к усложнению его конструкции за счет применения сложных в изготовлении и ремонте специальных смесительных элементов, удлинения червяков до L/D = 30-H40 и увеличения их числа.

Дисковые экструдеры являются более простыми по конструкции и изготовлению, надежными в работе, их производство освоено в СССР в конце 60-х годов. Они являются прекрасными смесителями-пластикаторами, обеспечивают высокую степень смешения и гомогенизации, особенно при переработке высоконаполненных и термочувствительных полимерных композиций, так как характеризуются незначительной продолжительностью процесса (15—20 с). В связи с отсутствием в рабочих зазорах трущихся поверхностей они достаточно долговечны в эксплуатации. Но дисковые экструдеры развивают невысокое давление экструзии (до 1 МПа), имеют относительно небольшую производительность и не обеспечивают стабильность процесса во времени, поэтому в чистом виде находят ограниченное применение. Червячно-дисковые экструдеры (ЭЧД)—комбинированные машины, которые стали применять в последнее время для переработки сложных полимерных систем.

Рис. 11, Принципиальная схема рабочего органа червячно-дисхового экструдера (ЭЧД): / — червяк; 2 — подвижный диск; 3 — цилиндр 4 — неподвижный диск

Рабочий орган такого экструдера (рис. 11) состоит из относительно короткого червяка /, длина которого не превышает 10 диаметров, и жестко закрепленного на нем подвижного диска 2 большого диаметра, расположенного в цилиндре 3. Функцию неподвижного диска выполняет корпус 4. Совместное применение червяка и диска позволяет в одной машине использовать преимущества экструдеров двух типов и обеспечивать:

1) высокую смешивающую способность при незначительном времени переработки и высокую производительность; 2) стабильность процесса и возможность создания необходимых давлений экструзии (30—35 МПа). Киевским заводом «Большевик» совместно с Киевским политехническим институтом создан экспериментально-промышленный образец червячно-дискового экструдера типа ЭЧД, имеющий червяк с насаженным на него диском. Диаметр диска больше диаметра червяка, поэтому в дисковой зоне образуется два зазора, в которых развиваются высокие деформации сдвига, обеспечивающие интенсивную переработку и смешение полимерного материала. Перерабатываемый материал перемещается через дисковую зону за счет давления, создаваемого в червячной зоне. В дисковой зоне при необходимости могут быть установлены устройства для дополнительного воздействия на расплав полимера. В зависимости от величины и геометрии рабочих зазоров, частоты вращения диска, реологических характеристик перерабатываемого материала, производительности экструдера, противодавления формующего инструмента, можно задавать такие режимы послойного сдвигового течения, при которых скорость перемещения частицы в радиальном направлении рабочего зазора увеличивается, остается постоянной или уменьшается. При этом в каждом слое полимер подвергается действию растягивающих деформаций. Кроме того, возможность создания условий возникновения вторичных течений позволяет осуществлять обмен между слоями полимера. Все это в комплексе обеспечивает высокое качество диспергирования, смешения или гомогенизации полимерной композиции.

Существенным достоинством ЭЧД является также значительно меньший (по сравнению с червячными машинами) износ при введении абразивных добавок, поскольку для обеспечения устойчивой работы и высокого качества смешения образование расплава происходит на стыке червячной и дисковой зон, т. е. после прохождения червячной зоны, а время пребывания в дисковой зоне очень мало — секунды или десятки секунд.

Агрегаты типа ЭЧД позволяют изготавливать однородный и воспроизводимый от партии к партии продукт, осуществлять достаточно точный контроль и эффективное управление параметрами технологического процесса, устанавливать высокий уровень автоматизации процесса переработки, обеспечивать непрерывное получение изделий из композиционных полимерных материалов, перерабатывать высоконаполненные, термочувствительные и термодинамически несовместимые полимеры.

Качество смешения и интенсивность процесса переработки повышается .при использовании композиций с нанесенным на базовый полимер дозированным количеством дисперсного наполнителя.

Перспективным способом дозирования наполнителя при получении композиционных полимерных материалов является дражирование в тарельчатых аппаратах с последующей подачей полученных гранул в приемное устройство литьевой машины или экструдера, оснащенного червяком с зоной диспергирования. Такой способ грануляции позволяет вести процесс при комнатной температуре, он весьма прост и отличается малой металло-и энергоемкостью.

В этом случае для дозирования наполнителя и грануляции используются тарельчатые (дисковые или чашевые) аппараты — дражираторы. Основной частью такого аппарата является тарелка (чаша, диск), вращающаяся вокруг оси, угол которой относительно вертикали регулируется в пределах 15—30°.

В дражираторе могут подвергаться смешению и грануляции различные порошкообразные продукты (дисперсные наполнители, минеральные и органические при разном их соотношении, порошкообразные и гранулированные термопласты). В них возможно осуществлять и дозированное нанесение дисперсных наполнителей или их смесей на гранулы полимера с последующим диспергированием в одном из видов червячного оборудования.

Простота конструкции и эксплуатации дражиратора, его высокая: производительность и низкая стоимость, хорошее качество получаемых гранул, отсутствие механодеструктивных процессов ввиду того, что в дражираторе гранулирование осуществляется при комнатной температуре (это особенно важно при переработке вторичных, легко деструктируемых термопластов), малые износ оборудования и энергоемкость процесса, а также возможность достижения более высокого коэффициента смешения при получении композиции в процессе последующей переработки выгодно отличают дражираторы от используемого традиционного оборудования.

При наличии в экструдерах и литьевых машинах червяков соответствующей конструкции, обеспечивающих качественное диспергирование, гранулы после дражиратора можно перерабатывать непосредственно в изделия.

При производстве крупногабаритной тары из термопластичных композиционных материалов решающим фактором, определяющим технологию ее производства, является выбор перерабатывающего оборудования. Выбор оборудования и технологической оснастки обусловливается конфигурацией и функциональным назначением формуемой тары, а выбор материала, как указывалось ранее,— условиями эксплуатации и сроком службы, который оценивается стойкостью к старению.

Изготовление полимерной тары в промышленности осуществляется различными технологическими способами: экструзией и соэкструзией, раздувным формованием, литьем под давлением, ротационным формованием; из листов и пленок — сваркой, склеиванием, термоформованием, формованием в твердой фазе (штамповкой), прессованием. В последние годы разработана и получает сравнительно широкое распространение новая технология изготовления изделий непосредственно из реакционноспособных компонентов — так называемый RlM-процесс, а также радиационно-химическая технология, которые могут успешно использоваться и в производстве транспортной тары

Эффективность традиционных способов переработки полимерных материалов и композиций в тару определяется в первую очередь серийностью выпускаемых изделий, их габаритами, стоимостью оборудования и оснастки и т. д. Так, при серийности свыше 10 тыс. шт. тары емкостью до 20 л эффективно литье под давлением, при меньшей серийности и большей емкости — ротационное формование.

**ЭКСТРУЗИОННОЕ ФОРМОВАНИЕ**

Экструзия представляет собой процесс получения из исходного полимерного материала в виде гранул или порошка непрерывного изделия заданного поперечного сечения продавливанием расплава через формующий инструмент. Это один из наиболее распространенных способов переработки полимеров. Как способ получения тары экструзия представляет существенный интерес, поскольку этим методом можно получать мягкую транспортную тару в виде мешков (в том числе с газоселективным устройством для хранения плодоовощной продукции), комбинированную тару и т. д. При этом первоначально экструзией или соэкструзией получают однослойные или комбинированные (двухслойные) пленочные материалы, которые затем могут подвергаться сварке, склеиванию или другому виду обработки [24, 25, 29]. Экструзия является также неотъемлемой операцией при получении тары из листов термоформованием, раздувом, склеиванием и штамповкой.

Экструдеры для переработки полимерных материалов делятся на червячные (одно-, двух-, многочервячные) и бесчервячные — дисковые, работающие на использовании эффекта Вайссенберга. В последнее время появились модели, в которых сочетаются диск и червяк — червячно-дисковые экструдеры.

Наибольшее распространение для переработки полимерных композиций в пленку и листы получили одночервячные экструдеры с постоянным диаметром червяка.

В настоящее время широкое распространение получило использование многослойных комбинированных материалов в сочетании с бумагой, фольгой, картоном, другими полимерами, что позволяет на базе ограниченного числа полимеров, изготавливать тару и упаковку с любым комплексом заданных свойств. Такие комбинированные материалы получают экструзией с нанесением расплава на подложку или склеиванием исходных пленочных материалов

Комбинированные пленочные материалы улучшенного качества для производства тары (мешков) можно производить и таким прогрессивным способом, каксоэкструзия. Соэкструзия позволяет получать комбинированный материал за счет соединения двух или нескольких потоков расплавов в головке специальной конструкции. В головку (рис. 2, а), которая имеет два входовых канала 1 и 2 (1 — внутренний кольцевой канал, 2 — наружный), расплавы полимеров подаются из двух экструдеров. Сваривание их происходит в кольцевом зазоре 3, при этом они не смешиваются друг с другом, так как ламинарное течение расплавов обеспечивает четкое разграничение слоев.

Метод соэкструзии имеет существенное преимущество перед другими способами получения комбинированных материалов (экструзионным покрытием и ламинированием, ламинированием с помощью мокрого: или сухого связующего и др.). Достоинства этого метода заключаются в следующем. Он обеспечивает возможность получения многослойных материалов в одну стадию с оптимальными затратами энергии и металла; исключает применение клеев, растворителей, горячих расплавов и других компонентов для соединения отдельных слоев; позволяет создать высокую адгезию между слоями за счет соединения их в расплаве и получить более качественный материал с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками; дает возможность получать комбинированный материал за счет соединения очень тонких слоев, что позволяет уменьшать расход полимеров; позволяет уменьшать степень деструкции термочувствительных полимеров за счет того, что они могут быть использованы в качестве среднего слоя; способствует повышению производительности процесса благодаря применению двух и более экструдеров в сочетании с одной головкой

Рис. 2

Ограничением при соэкструзии является необходимость использования полимеров с реологически подобными характеристиками, например ПЭВП/ПЭВП, ПЭНП/ПЭНП, ПЭНП/попролин, ПЭВП/попролин и т. д. Соэкструзией можно получать многослойные и многоцветные пленки.

Для производства однослойных двухцветных рукавных пленок на том же агрегате его оснащают сменной экструзионной головкой, предназначенной для этих целей. Угловая кольцевая головка для производства однослойных двухцветных рукавных пленок (рис. 2,6) имеет два формующих полукольцевых канала 1 л 2 (1 — центральный кольцевой канал, 2 — наружный), по которым окрашенные в различные цвета расплавы направляются в выходной кольцевой зазор 3, где свариваются и откуда изделие в виде однослойного двухцветного рукава выходит наружу. Однако и в этом случае подобие вязкостных свойств используемых расплавов является необходимым условием переработки. Расплавы с одинаковыми вязкостными свойствами, контролируемыми таким технологическим параметром, как ПТР, можно получать, регулируя режимы переработки или состав полимерной композиции.

Основными направлениями работ в области экструзии в последние годы являются: изменение геометрии и профиля червяка; создание многочервячных экструзионных машин с наборными элементами и специальными профилями, что позволяет улучшать качество расплава и повышать производительность оборудования; применение экструдеров с нарезанными в цилиндрах канавками разных размеров, обеспечивающих большие возможности при переходе от одного типа материала к другому; снижение противодавления и повышение вследствие этого производительности за счет модернизации экструзионной головки; снижение скорости сдвига, приводящее к облегчению переработки и повышению срока службы упорных подшипников; совершенствование системы внутреннего охлаждения рукава; использование диабетических экструзионных систем и др.

Например, система внутреннего охлаждения рукавной пленки, включающая блок, через который поток воздуха равномерно распределяется по окружности и одновременно попадает на всю внутреннюю поверхность рукава, позволяет получать пленки из полиолефинов толщиной 200 мкм при производительности до 300 кг/ч, диаметре червяка 90 мм, диаметре мундштука 225 мм, отношении L/D = 30:1 и мощности электродвигателя 70 кВт. В многочервячных экструдерах совершенствуется конструкция червяков с более глубокими канавками (при этом удается снизить скорость вращения червяков); применяются конические червяки в трехчервячных к струдерах, а также последовательное расположение червяков с разделением зон плавления и транспортировки расплава. При этом отношение L/D первого червяка такой двухчервячной системы составляет 18:1, второго 14:1, далее располагается интенсивно охлаждаемая головка. Достижения в области экструзии открывают новые возможности получения и использования мягкой транспортной тары из полимерных материалов.

**ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

Литье под давлением на сегодняшний день является самым распространенным способом получения жесткой транспортной тары в виде ящиков разных размеров и сложной конфигурации при минимальных затратах машинного времени. Литье под давлением является эффективным при серийности свыше 10 тыс. шт. единиц среднегабаритной тары (до 75 л). При этом литьевая машина должна обладать высокой пластикационной производительностью.

Выбор типоразмера литьевой машины определяется следующими параметрами: а) массой (объемом) одной отливки; б) усилием смыкания формы в соответствии с площадью одной отливки и инжекционным давлением; в) размером плит и ходом подвижной плиты; г) максимальным расстоянием между плитами; д) конструкцией выталкивателей.

Литьевые машины создаются универсальными по конструкционным параметрам и специализированными по перерабатываемым материалам. Это достигается выпуском литьевых машин с инжекционными цилиндрами различной конструкции, размерами и геометрией червяков, их наконечников, обратных клапанов, сопел. Такие машины могут работать в различных технологических режимах, что позволяет перерабатывать на них разнообразные полимерные материалы и получать изделия, отличающиеся по объему и конфигурации. Обычно современные литьевые машины имеют в комплекте 3—4 цилиндра, несколько червяков и инжекционных сопел, термостатирующее устройство для охлаждения формы и оснащаются указанными узлами в соответствии с типом перерабатываемых материалов, требуемыми давлениями литья и объемами получаемых изделий.

Универсальность литьевой машины обеспечивается выбором оптимальных параметров механизмов инжекции и запирания формы. Как правило, каждая фирма (завод) создают ряд (серию) машин для литья изделий массой от нескольких граммов до нескольких килограммов, а в отдельных случаях — десятков килограммов (крупногабаритные машины).

Для производства ящичной крупногабаритной тары необходимы термопластавтоматы с объемами впрыска от 1 до 10—15 кг и усилением смыкания полуформ от 4 до 16 мН. Такие машины выпускаются зарубежными фирмами — ФРГ («Баттенфельд», «Краусс— Маффей», «Мауер», «Штюббе»), Италии («Триульцы— Ресо, «Бираги», «Негри — БоссиСандретто»), Франции («Биллион»), Индии («Виндзор» по лицензии ив сотрудничестве с английской фирмой «Клекнер Виндзор»), ГДР («Трузиома», машины типа «Куаси»). В СССР также освоено производство подобных машин (с объемом выпуска до 5000 см3).

Масса одной отливки и необходимая пластикационная производительность определяют типоразмер выбираемого термопластавтомата, требуемое их число и усилие смыкания формы, необходимое для получения изделия в соответствии с его габаритами.

Усилие смыкания формы рассчитывается с учетом площади проекции изделия s на плоскость, перпендикулярную усилию смыкания:

F=kbps,

где k — коэффициент давления; b — коэффициент запаса; р — инжекционное давление в цилиндре литьевой машины.

Коэффициент k является отношением давления в форме к давлению в цилиндре и колеблется от 0,25 (для крупных литьевых машин) до 0,8 (для малых). Коэффициент b принимается для машин с центральным литником равным 1,1 —1,2 в зависимости от вязкости материала в литьевой форме (большие значения b принимаются для менее вязких материалов при проектировании литьевых машин). Например, при изготовлении унифицированной ящичной тары типоразмера 600X400 мм (площадь 0,24 м2) из модифицированного полиолефинового сырья -— попролина инжекционное давление литья при выбранной литниковой системе должно составлять/І=115 МПа; £ = 0,35, 6 = 1,1. При этих параметрах требуемое усилие смыкания формы будет равно

F=0,35-1,1 -115-0,24= 1,06 МН

Именно значение этой величины и определяет типоразмер выбираемого термопластавтомата.

Для съема больших изделий, таких как ящичная тара, в современных литьевых машинах используется микропроцессорная робототехника.

Более крупногабаритную и толстостенную тару можно получать литьем под давлением в режимах интрузии и литьевого прессования. Основное отличие интрузии от собственно литья под давлением заключается в том, что операции пластикации и впрыска совмещены во времени: заполнение основного объема оформляющей полости на 70—80 %осуществляется вращающимся червяком, а остальная часть впрыскивается движущимся в осевом направлении червяком, работающим как поршень. Этот прием позволяет получать изделия значительно большей массы, чем та максимальная доза, которую способен накопить червяк в пластикационном цилиндре, и при давлении во много раз меньшем, чем давление литья.

Литьевое прессование особенно целесообразно использовать при переработке материалов и композиций, сложных для литья под давлением (например, для материалов с повышенной вязкостью, низкой термостойкостью, а также материалов, склонных к структурированию при переработке), или при изготовлении деталей сложной конфигурации, когда возникает большое сопротивление течению материала при изготовлении.

Для получения особо толстостенных изделий из термопластов используют вариант впрыска в частично замкнутую форму, но с уже герметизированной оформляющей полостью. При этом в процессе впрыска заполняется весь объем оформляющей полости формы. Этим способом можно получать упрочненные контейнеры, выдерживающие большие деформационные нагрузки, и другие изделия.

Основными направлениями работ в области усовершенствования литьевого формования в последние годы являются: автоматизация за счет использования ЭВМ и робототехники; повышение надежности работы гидравлических систем и контрольно-измерительной аппаратуры (что позволяет изготавливать изделия повышенной точности при сокращении литьевого цикла и с меньшими затратами труда); изменение геометрии червяка и литьевого цилиндра для отсоса летучих веществ при переработке гигроскопичных и нестабильных материалов, в результате чего повышается качество изделий при переработке композиций с различными добавками.

Например, при использовании дополнительной контрольно-регулирующей аппаратуры можно повысить полезный объем впрыска на 30 % при неизменном давлении литья, а пластикационную способность — на 20—30%.

Применение пластикации с дегазацией имеет большое значение при переработке гигроскопичных полимерных материалов, таких, как полиамиды, поликарбонаты, полиметилметакрилат, сополимеры АБС и САН, ацетилцеллюлоза. Содержащаяся в них влага вызывает образование пузырей и свищей в литьевых изделиях, значительно снижает их качество и срок службы. Поэтому такие материалы перед переработкой сушат в сушильных шкафах в течение длительного времени, значительно превышающего время самой переработки. Альтернативой такому методу является пластикация с дегазацией, при которой влага и другие летучие вещества удаляются из пластицируемого расплава. При использовании литьевых машин с дегазацией расплава устраняется стадия предварительной сушки материала, отпадает необходимость в специальных мерах при упаковке и хранении гигроскопичных материалов, сокращаются технологические отходы при переработке, снижается содержание остаточного мономера в полимерном материале, повышается качество получаемых изделий.

Основной особенностью таких машин является использование более длинных дегазационных червяков (L/D = 22:1 вместо L/D = 20:1 для стандартных червяков). Дегазационный червяк имеет две зоны сжатия, между которыми находится зона дегазации, имеющая более глубокую нарезку при этом глубина нарезки во второй зоне сжатия в 1,6—2 раза больше, чем в первой, что необходимо для предотвращения заполнения расплавом зоны дегазации. Пластикация расплава должна полностью завершаться в первой зоне сжатия.

Недостатками производства крупногабаритной тары из термопластов литьем под давлением является сложность и металлоемкость оборудования, трудоемкость его изготовления и высокая стоимость, сложность изготовления литьевых форм с высокой точностью размеров, с требуемой твердостью и чистотой поверхности, энергоемкость процесса.

Применение пластикации с дегазацией имеет большое значение при переработке гигроскопичных полимерных материалов, таких, как полиамиды, поликарбонаты, полиметилметакрилат, сополимеры АБС и САН, ацетилцеллюлоза. Содержащаяся в них влага вызывает образование пузырей и свищей в литьевых изделиях, значительно снижает их качество и срок службы. Поэтому такие материалы перед переработкой сушат в сушильных шкафах в течение длительного времени, значительно превышающего время самой переработки. Альтернативой такому методу является пластикация с дегазацией, при которой влага и другие летучие вещества удаляются из пластицируемого расплава. При использовании литьевых машин с дегазацией расплава устраняется стадия предварительной сушки материала, отпадает необходимость в специальных мерах при упаковке и хранении гигроскопичных материалов, сокращаются технологические отходы при переработке, снижается содержание остаточного мономера в полимерном материале, повышается качество получаемых изделий.

Основной особенностью таких машин является использование более длинных дегазационных червяков (L/D = 22:1 вместо L/D = 20:1 для стандартных червяков). Дегазационный червяк имеет две зоны сжатия, между которыми находится зона дегазации, имеющая более глубокую нарезку, при этом глубина нарезки во второй зоне сжатия в 1,6—2 раза больше, чем в первой, что необходимо для предотвращения заполнения расплавом зоны дегазации. Пластикация расплава должна полностью завершаться в первой зоне сжатия.

Недостатками производства крупногабаритной тары из термопластов литьем под давлением является сложность и металлоемкость оборудования, трудоемкость его изготовления и высокая стоимость, сложность изготовления литьевых форм с высокой точностью размеров, с требуемой твердостью и чистотой поверхности, энергоемкость процесса.