

## Добавки, облегчающие переработку полимеров

В соответствии с определением, добавки, облегчающие переработку полимеров (Polymer Processing Aids), действуют во время процесса экструзии, но улучшают не только технологические параметры переработки материала, но и качество готовых изделий. Эти добавки представляют собой низкомолекулярные фторэластомеры с содержанием фтора 60%.

Суперконцентраты таких добавок изготавливают с 2-5% активного компонента. Так как фторэластомеры не совместимы с полиэтиленом, они образуют дисперсную фазу в матрице полиэтилена. Чем меньше размер частиц, тем больше эффективность суперконцентрата. В любом случае, для нормальной работы размер частиц должен быть не более 20 мкм. Степень диспергирования определяется качеством оборудования производителя таких материалов, поэтому для изготовления суперконцентратов используются двухшнековые экструдеры с сонаправленным вращением шнеков.

Наиболее широкое применение нашли добавки для переработки линейного полиэтилена, но относительно недавно появились на рынке и успешно прошли испытания добавки, облегчающие переработку полипропилена (нити, трубы) и полистирола (плоскощелевая экструзия).

### Принцип действия добавок

На рис. 1 показан профиль распределения скорости движения расплава полимера в щелевом зазоре фильеры. Как видно на рис. 1 а, скорости в сере-

дине потока и около стенки очень сильно различаются вследствие разницы коэффициента внутреннего трения и коэффициента трения материала по стенке металлической оснастки. Как только материал выходит из зазора, скорости начинают выравниваться, и в пристенном слое возникают большие сдвиговые напряжения, вызывающие разрыв расплава в этом месте. Это явление называют аномалией вязкости при высоких сдвиговых напряжениях. В результате плёнка получается мутной, шершавой.

На рис. 1б, изображён профиль распределения скоростей в присутствии 0,05% добавки, облегчающей переработку. Так как фторэластомеры не совместимы с полиэтиленом и имеют большое сродство к металлу, они мигрируют на поверхность полимера и образуют тонкий слой (несколько молекул) на металлических частях формообразующего инструмента.

Коэффициент трения полимера по фторэластомеру близок к коэффициенту внутреннего трения, что способствует выравниванию профиля скоростей. Перепад скоростей на выходе полимера из формующей головки значительно снижается. Это приводит к стабилизации процесса экструзии и повышению качества поверхности изделия. Использование фторэластомеров позволяет получать более тонкие и прозрачные плёнки (для полимеров с узким молекулярно-массовым распределением, т.е. металлоценовых).

### Обеспечение технологичности и улучшение качества изделий

Изначально добавки применялись при переработке линейного полиэтилена низкой плотности. При экструзии смесей полимеров с содержанием ЛПЭНП более 50% наблюдается так называемый эффект «акульей кожи» - большое количество микроразрывов расплава, что приводит к появлению мутности, снижению блеска и физико-механических показателей. Похожий эффект отмечается и при экструзии других высоковязких полимеров, поэтому фторэластомеры стали использовать и при экструзии полипропилена, полистирола и конструкционных термопластов. Эффективность процессинговых добавок при экструзии ударопрочного полистирола заметна по существенному увеличению глянца поверхности листа.

Особенно эффективно фторэластомеры проявили себя при экструзии плёнок из полиэтилена высокой плотности (низкого давления). Для их производства выставляется очень узкий зазор экструзионной головки и создаются высокие скорости вытяжки, для того что-

бы получить тонкие плёнки, к которым предъявляются строгие требования по прочностным и деформационным характеристикам. Как и в любом другом процессе, здесь важны стабильность и снижение количества обрывов и брака. Применение фторэластомеров позволяет стабилизировать процесс и значительно повысить производительность – примерно на 15-20%.

Всем производителям плёнки приходилось сталкиваться с появлением на ней полос вследствие образования нагара на поверхности экструзионной головки. Как только фторэластомер образует слой на поверхности формующей оснастки, скорость движения полимера значительно возрастает, время пребывания материала в узком зазоре значительно снижается, что предотвращает окисление полимера и образование нагара. Более того, частицы окислившегося в материальном цилиндре полимера (чёрные точки и гелики) свободно проскальзывают по слою фторэластомера и не налипают на поверхности головки. Применение 0,01-0,02% таких добавок в производстве плёнок позволяет увеличить время между чистками в 10 и более раз.

Когда европейские переработчики линейного полиэтилена впервые применили фторэластомеры, они были приятно удивлены значительным увеличением глянца поверхности плёнок.

Введение 0,05-0,06% фторэластомера позволяет снизить давление в головке экструдера на 15-20%. Снижение давления позволяет либо понизить температуру расплава, что уменьшает разнотолщинность плёнок за счёт повышения упругости расплава, либо повысить производительность процесса при одинаковой нагрузке на привод экструдера.

Фторэластомеры действуют также и как поверхностно-активные вещества, разрушая агрегаты пигментов и улучшая распределение пигментов в полимерной матрице, что приводит к повышению белизны плёнок на 3-5% по ASTM 1925.

В соответствии с теорией разрушения одним из основных параметров, влияющих на прочностные характеристики материала, является количество микродефектов на поверхности изделия. Применение фторэластомеров позволяет получать плёнки с улучшенными физико-механическими характеристиками, так как уменьшается количество поверхностных дефектов вследствие снижения сдвиговых напряжений на выходе полимера из формующей головки.

М.В. Глиштерн

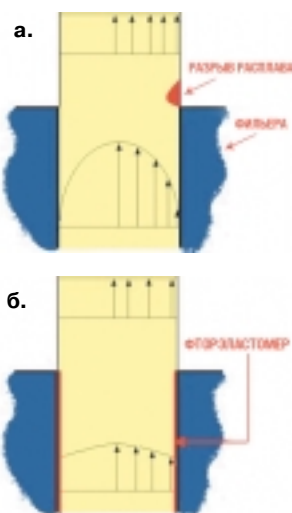


Рис. 1. Профили распределения скоростей движения расплава полимеров в щелевом зазоре фильеры без процессинговой добавки (а) и с добавкой 0,05% фторэластомера (б)