

В. В. Кузьмич, В. И. Карпунин, В. О. Шункевич, С. Ю. Микульчик

УО «Белорусский национальный технический университет»

г. Минск, Беларусь

E-mail: kuzmichvv@tut.by

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПЛЕНОК ДЛЯ НУЖД СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Аннотация. Рассмотрено экструзионное оборудование, принцип его работы, технологический процесс получения биоразлагаемых полимерных пленок с учетом показателя текучести расплава.

Полученные экспериментальные данные позволяют заключить, что количественное содержание в композиции крахмала – не более 20–25 %. При наполнении крахмалом свыше 25 % происходит образование агломератов частиц наполнителя, что приводит к существенным изменениям технологических свойств композиционных материалов, а также ухудшает возможность их переработки на существующем оборудовании.

По результатам исследований представлены рекомендации для получения биоразлагаемых пленок.

Ключевые слова: экструдер, экструзия, биоразлагаемая пленка, термопластичный материал, агломерат частиц, термодеструкция, модифицированный крахмал.

V. V. Kuzmich, V. I. Karpunin, V. O. Shunkevich, S. Yu. Mikulchik

EI "Belarusian National Technical University"

Minsk, Belarus

E-mail: kuzmichvv@tut.by

TECHNOLOGICAL PROCESS OF OBTAINING BIODEGRADABLE FILMS FOR THE NEEDS OF AGRICULTURE

Abstract. The extrusion equipment, its operating principle, the technological process of obtaining biodegradable polymer films with account of the melt flow index are considered.

The experimental data obtained allow us to conclude that the quantitative content of starch in the composition is no more than 20–25 %. When filling with starch over 25 %, agglomerates of filler particles are formed, which leads to significant changes in the technological properties of composite materials, and also worsens the possibility of their processing on existing equipment.

Based on the results of the research, recommendations for obtaining biodegradable films are presented.

Keywords: extruder, extrusion, biodegradable film, thermoplastic material, particle agglomerate, thermal degradation, modified starch.

Основная часть

В процессе экструзии происходит непрерывное превращение термопластичного материала в виде гранул в пленку. Последовательность стадий процесса экструзии была следующей: 1) пластикация сырья в виде гранул или порошка; 2) дозирование пластицированного расплава через фильеру, которая придает ему требуемую форму, например рукава; 3) охлаждение и фиксирование требуемой формы; 4) намотка в рулоны.

Экспериментальный экструдер состоял из: корпуса с нагревательными элементами и головкой; рабочего органа – шнека, размещенного в корпусе; узла загрузки перерабатываемого материала в бункере; силового привода; для системы управления и поддержания температурного режима, других контрольно-измерительных и регулирующих устройств (рис. 1).

Стадии 1 и 2 происходят в экструдере, стадии 3 и 4 являются вспомогательными. Экспериментальный экструдер содержит главный рабочий орган – шнек, который вращается внутри нагретого цилиндра. Полимерные гранулы поступают через загрузочную воронку, установленную



Рис. 1. Экспериментальный экструдер

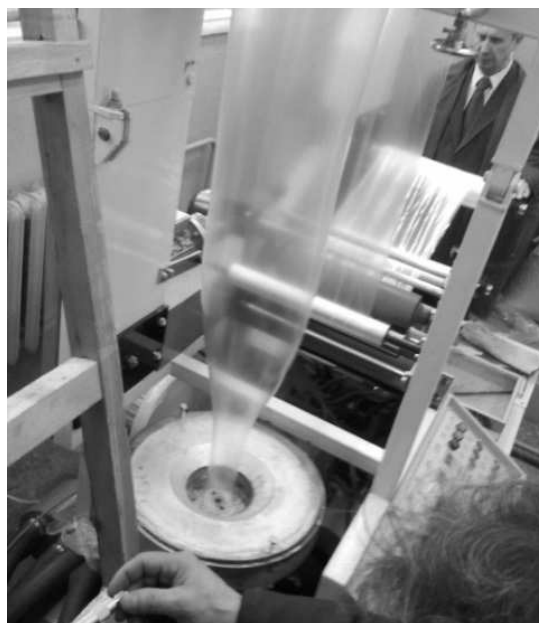


Рис. 2. Получение рукавной пленки

на одном конце цилиндра, и перемещаются с помощью шнека вперед, вдоль цилиндра к головке. При движении вперед гранулы расплавляются за счет контакта горячими стенками цилиндра и за счет тепла, выделяющегося от трения.

При экструзии с раздувом рукава расплавленный полимер поступает в головку, где он обтекает мундштук и выходит через кольцевое отверстие головки в форме трубы (рис. 2).

При процессах экструзии раздув пленки становится более экономичным при увеличении скорости процесса, увеличение потока воздуха приводит к более быстрому охлаждению рукава и снижению линии кристаллизации, но и этот прием ограничен в своем применении, так как слишком высокая скорость потока воздуха вызывает деформацию рукава [1].

Поскольку подавляющее большинство пленок изготавливают из полиэтилена низкой плотности, необходимо рассмотреть влияние различных параметров полимера, таких как показатель текучести расплава и молекулярная масса, на свойства пленок. Ударная вязкость, например, повышается с повышением молекулярной массы (т. е. с понижением температуры плавления) и с уменьшением плотности. Для изготовления тонких технических пленок должны быть использованы полимеры с более высоким показателем текучести расплава из-за сложности вытяжки тонких пленок из вязких расплавов. Показатели текучести расплава от 1,0 до 2,5 типичны в этих случаях, поэтому и ударная вязкость меньше, чем у пленок для мешков. При этом улучшается прозрачность. Когда требуется баланс свойств, например умеренной прозрачности и умеренной ударной вязкости, то используют несколько более высокие плотности ($0,920-0,925 \text{ г/см}^3$) и показатель текучести расплава в пределах 0,75–2,50. Когда требуется высокая прозрачность, применяют марки с высокими плотностью и показателями текучести расплава, так как их увеличение приводит к повышению визуальной прозрачности, уменьшению матовости, повышению блеска. Высокопрозрачные пленки имеют относительно низкую ударную вязкость из-за высокого показателя текучести расплава, и их нельзя употреблять для упаковки тяжелых предметов [2].

Технологический процесс экструзии складывается из последовательного перемещения материала вращающимся шнеком в его зонах (рис. 3), а затем продвижения расплава в каналах формирующей головки.

К технологическим параметрам относятся температура переработки полимера, давление расплава, температура зон головки и температурные режимы охлаждения сформованного экструдата.

При слишком высокой вязкости расплава получать изделия методом экструзии трудно из-за большого сопротивления течению расплава, возникновения неустойчивого режима движения

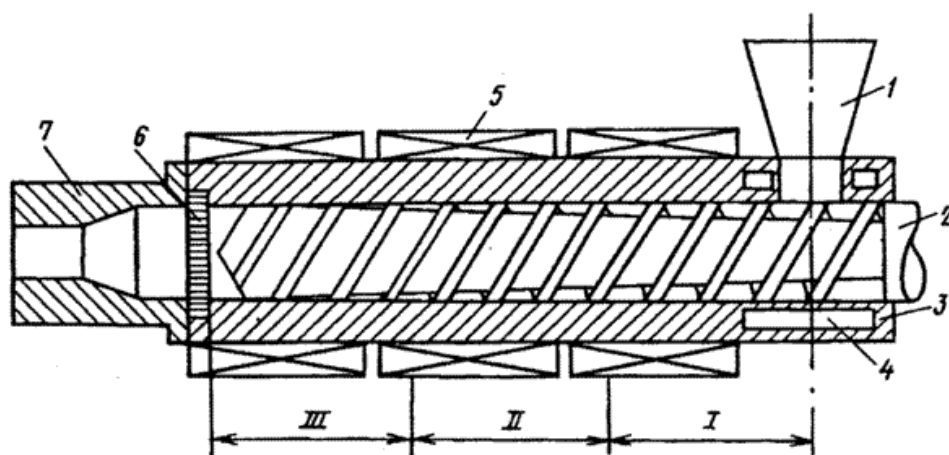


Рис. 3. Схема шнекового экструдера (1 – бункер; 2 – шнек; 3 – цилиндр; 4 – полость для циркуляции воды; 5 – нагреватель; 6 – решетка с сетками; 7 – формующая головка), перемещающего материал в зонах питания (I), пластикации (II) и дозирования расплава (III)

потока. Все это приводит к образованию дефектов изделий. Повышение температуры переработки может привести к термодеструкции расплава, а увеличение давления, мощности привода при более низких температурах – к механодеструкции, т. е. для экструзии расплавов должны применяться полимеры с довольно узким интервалом колебания вязкости.

В результате исследований были разработаны и получены на экспериментальной установке различные композиции биоразлагаемых полимерных пленок с добавками растительного происхождения. В работе был использован полиэтилен ПЭВД промышленного производства, крахмал модифицированный ТУ-9187-144-00008064-97, глицерин (ГОСТ 6259-75).

Компоненты композиций для получения биоразлагающихся пленок изменялись в следующих диапазонах: ПЭВД – 40,0–95,0 %; картофельный крахмал – 1,0–45,0; мочевины – 0,5–10,0; глицерин – 0,5–15,0; вода – 1,0–30,0 %.

Получение биоразлагаемых пленок проводилось в один этап. При этом крахмал и полимер образовывали структуру, в которой они частично проникали друг в друга на молекулярном уровне. Были исследованы варианты получения полимерных пленок при температурных режимах 140–180 °С в зонах экструдера из полиэтилена высокого давления с добавками.

Выводы

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что при выборе конкретных полимерных структур, которые могли быть использованы для получения биоразлагаемых пленок, необходимо исходить из следующих рекомендаций.

1. Полимер должен быть гидрофилен и деструктурировать под действием внешних факторов, подвергаться гидролизу. Продукты гидролиза должны быть подобны природным соединениям, которые могут использоваться микроорганизмами в качестве источника углерода и азота.

2. Элементный состав полимера должен быть сбалансирован, т. е. соотношение элементов в полимере должно соответствовать их содержанию в клетках микроорганизмов, в частности, соотношение углерода и азота должно быть 1 : 10.

3. Количественное содержание в композиции крахмала должна быть не более 20–25 %. При наполнении крахмалом свыше 25 % происходит образование агломератов частиц наполнителя, приводящее к существенным изменениям технологических свойств композиционных материалов, что ухудшает возможность их переработки на существующем оборудовании.

Список использованных источников

1. Раувендааль, К. Экструзия полимеров / К. Раувендааль ; пер. с англ. – СПб. : Профессия, 2008. – 768 с.
2. Полимерные плёнки : пер. с англ. / под ред. Е. Заикова. – СПб. : Профессия, 2006. – 352 с.