УДК 53.09

ТЕРМОВЛАЖНОЕ СТАРЕНИЕ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА

Акаева Маднат Магомедовна

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет
им. А.А. Кадырова», Академия наук ЧР

Аннотация: В работе получены ПКМ на основе полиамида-6, исследовано в частности сопротивление агрессивности окружающей среды (устойчивости к температурному и механическому старению). Также практическим путем выявлены наилучшие значения концентрации вводимых добавок в полимер, которые позволили бы повысить сопротивление старению без значительной утраты прочности и ударной вязкости.

Ключевые слова: Полиамид, старение, модификатор, оксид, цинк.

THERMAL AGING OF POLYAMIDE-BASED COMPOSITIONS

Akaeva Madnat Magomedovna

Abstract: In this work, PCMs based on polyamide-6 were obtained, in particular, the resistance to aggressiveness of the environment (resistance to thermal and mechanical aging) was investigated. Also, in a practical way, the best values of the concentration of additives introduced into the polymer have been revealed, which would make it possible to increase the aging resistance without a significant loss of strength and impact strength.

Key words: Polyamide, aging, modifier, oxide, zinc.

Полиамиды - высокомолекулярные соединения, содержащие в основной цепи макромолекулы повторяющиеся амидные группы $-C(=O)-NH-$, относятся к наиболее распространенным промышленным термопластам. Полиамиды, получаемые по реакциям ступенчатой поликонденсации и иницированной полимеризацией с раскрытием циклов, могут быть линейными,

разветвленными, сшитыми, а также иметь циклическое строение. Все это, а также наличие комплекса великолепных физико-химических и механических свойств обеспечили полиамидам широкое применение в различных отраслях промышленности.

Важную роль в процессах переработки полиамидов (литье под давлением, прессование, экструзия и др.) играют молекулярная масса (ММ) и молекулярно-массовое распределение (ММР). Переработка полиамидов облегчается при снижении молекулярной массы, нижняя граница которой определяется необходимостью сохранения заданных механических свойств готового изделия.

На хранение и эксплуатацию полиамидных изделий существенное влияние оказывает морфология их поверхности. Рентгеноструктурный анализ линейных гомополиамидов в твердом состоянии (например, ПА-6 и ПА-66) показывает, что это – частично кристаллические материалы.

Многочисленные исследования посвящены стабилизации полиамидов при воздействии на них тепла, видимого и УФ-излучения и гидролизующих агентов. Поскольку основной функцией вводимых для этих целей веществ является уменьшение возможности окисления, и, следовательно, деструкции полимера, они называются антиоксидантами. Типичными антиоксидантами, подавляющими деструкцию полиамидов, являются органические фосфиты.

Подготовка исходных веществ.

Предварительная обработка материалов, входящих в состав композиций, заключалась в их высушивании. Этот процесс проводился в вакуумном сушильном шкафу при следующих условиях:

Полиамид-6 - 100°C 4 часа

Оксид цинка - 75 - 85°C 1 час

Помимо этого, с целью предотвращения поглощения влаги, образцы композиций в промежутке между испытаниями прибывали в эксикаторе.

Технология приготовления композиционных материалов.

После высушивания в вакуумной печи, гранулированный полиамид был взвешен и распределен по 100г на 4 части. Каждую часть смешали с оксидом цинка (ZnO) в процентных пропорциях по массе. В Таблице 1 показано % содержание ZnO в каждой из частей полиамида.

Таблица 1

Номер части	Полиамида в пачке.	Содержание ZnO, %
1	100г	0.5
2	100г	1.0
2	100г	2.5
4	100г	5.0

Рабочую композицию на основе полимера (ПА-6) и высокодисперсного наполнителя (белило (оксид цинка, ZnO)) готовили экструзией последующей грануляцией на ленточном однозаходном экструдере.

Процесс экструдирования проводили при скорости вращения шнека (стандартный диаметр шнека 25 мм.) около 50 об/мин. Температурный режим червячного канала (цилиндра) и формующей головки (сопла) определяется особенностями экструдированного полимера или его композиции. В нашем случае процесс экструдирования проводили при температуре материального цилиндра 237°C, для 2-й и 3-й зон по 246°C и температуре формующей головки 230 °C.

Заготовки из ПКМ формы «двойной лопатки» были помещены на 3, 6 и 9 суток в печь термовлажностного старения, при влажности 60% и температуре 50 °C. Эта печь может обеспечивать стабильную температуру до 150°C и влажность воздуха до 85%. Полиамид-6 не является гидрофобным полимером, однако, как и любой другой полимер способен впитывать некоторое количество воды из воздуха при его длительном нахождении в области повышенной влажности воздуха, а высокая температура способствует этому.

В проведении опытов нами была использована печь модели GT-7017, максимальной мощностью 4,5кВт от компании GOTECH Testing machines inc.

Проверка прочности на растяжение происходит на специальном оборудовании, при температуре 23+/-2°C в соответствии с ГОСТ 11262-80.

Заготовку нагружают возрастающей нагрузкой. Скорость роста нагрузки составляет 25 мм/мин. Компьютер, в момент разрушения фиксирует наибольшее усилие и определяет прочность при растяжении следующей формулой:

$$\sigma_p = F_p / S_0$$

где F_p – нагрузка, при которой произошло разрушение образца, S_0 – начальное поперечное сечение образца.

Полученные результаты были занесены на график.

Рис. 1. График зависимости предельной прочности ПКМ с различной концентрацией оксида цинка от времени пребывания заготовок в печи в сутках

♦ – 1 (0,5%), ■ – 2 (1,5%), ▲ – 3 (2,5%) × – 4 (5%).

Нужно сказать, что от добавления оксида цинка, базовая прочность материала тоже снижается. Как показывает график, базовая прочность σ ПКМ с 0,5% содержанием добавки отличается от 2,5%-го на 7 МПа. Однако содержание этого вещества ослабляет падение прочности со временем, что хорошо показывает 4 функция для 2,5% добавки.

Напряжение (σ) – это единица измерения показывающая отношение нагрузки разрушения P , к поперечной площади сечения заготовки F .

Исходя из опытов, можно сделать вывод, что внедрение оксида цинка (ZnO) в полимер полиамид-6, повышает стойкость к тремовлажностному старению. При дальнейшем использовании такого ПКМ, и внедрения его в промышленные производства стоит обратить внимание, на то, что базовая прочность такого ПКМ, немного ниже чем у исходного ПА-6.

Работа выполнена в лаборатории биосовместимых полимеров и нанокомпозитных материалов Чеченского государственного университета имени Кадырова А.А.

Список литературы

1. Акаева, М.М. Влияние минеральных наполнителей на полипропилен и полиамид / М.М. Акаева // Известия Чеченского государственного университета. 2020. № 4 (20) – С. 33-37.
2. Воробьева Г.Я. Химическая стойкость полимерных материалов. – М.: Химия, 1981. – 293 с.

© М.М. Акаева, 2021