

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИБРИДНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ И БЕНТОНИТА

На сегодня нет такой отрасли промышленности и техники, где не использовались бы полимерные материалы. Достаточно хорошее сочетание необходимых физико-механических характеристик с высокопроизводительной технологией их переработки в различные виды изделий их выгодно отличают от традиционных цветных и черных металлов. Подобного преимущества удалось достигнуть благодаря применению различных методов модификации структуры и свойств полимеров путем введения в их состав различных минеральных наполнителей, пластификаторов, стабилизаторов, структурообразователей, приготовления смесей совместимых и несовместимых полимеров и т.д. Большое внимание стало уделяться применению минеральных наполнителей наноразмерного уровня. В этом случае открывались новые возможности значительного улучшения свойств нанокompозитов при небольших количествах наполнителя. При этом, немаловажное значение стали приобретать исследования направленные на изучение термомеханических свойств нанокompозитов, по которым представляется возможным получить достаточно полную информацию о закономерности изменения деформации от температуры в трех состояниях, твердом, высокоэластическом и вязко-текучем состояниях [1].

В связи с этим, представлялось интересным исследовать влияние полифункциональности полимерной матрицы, концентрации наполнителя и процесса аппретирования их наночастиц на закономерность изменения деформации от температуры.

Термомеханические свойства определяли на приборе Канавца в соответствии с ГОСТ 32618.1-2014 (ISO 11359-1:1999). Деформация измерялась при последовательно изменяющихся температурах (Т).

Следует отметить, также, что до сих пор остаются открытыми проблемы, связанные с установлением влияния функциональности полимерной матрицы и процесса аппретирования наночастиц наполнителя на закономерность изменения термомеханических кривых [2]. Поэтому, в данной работе термомеханические исследования проводились в три этапа: исследовали образцы нанокompозитов на основе полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) и

бентонита, графтсополимера полиэтилена с метакриловой кислотой (ПЭМАК) и бентонита, а также, ПЭМАК и аппретированного силанами бентонита.

На рис.1 приводятся термомеханические кривые нанокompозитов на основе ПЭВП и бентонита. Сопоставляя

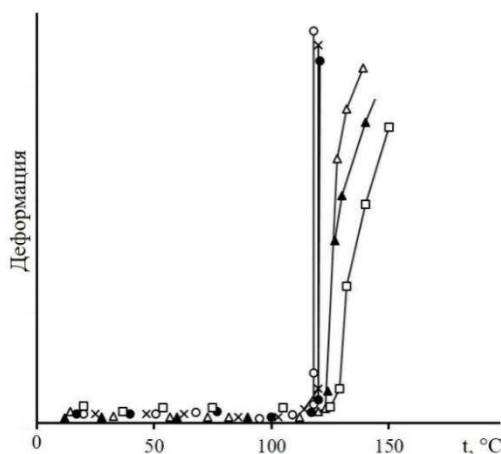


Рис.1. Влияние концентрации бентонита на термомеханические свойства нанокompозитов на основе ПЭВП: ○—исх. ПЭВП, ×— 0,5% бентонит, ●—1,0% бентонит, Δ—5% бентонит, ▲—10% бентонит, □— 20% бентонит.

термомеханические кривые на этом рисунке можно установить, что с увеличением концентрации бентонита от 0.5 до 30%масс. наблюдается заметное изменение области фазового перехода из твердого состояние в вязкотекучее. Характерно, что у исходного ПЭВП и нанокompозитов с содержанием бентонита 0.5 и 1.0%масс. закономерность изменения термомеханических кривых практически не претерпевает каких-либо заметных изменений. При концентрации бентонита 5%масс. и выше наблюдается некоторое возрастание температуры размягчения образцов. Повышение концентрации бентонита в таком порядке — 0.5, 1.0, 5.0, 10, 20%масс. температура начала размягчения образца соответственно изменяется в следующей последовательности: исходный ПЭВП — 119°C, нанокompозитов 120, 121, 123, 123, 124°C. При этом, температура плавления образцов изменяется только у образцов содержащих 10 и 20%масс. бентонита. Если для исходного ПЭВП температура плавления составляет 131°C, то для нанокompозитов с 10 и 20%масс. содержанием бентонита она становится равным 134°C. Такое повышение температуры размягчения и плавления полимерного композита, прежде всего, свидетельствует о сложности физико-химических процессов,

протекающих на границе раздела частицы минерала и полимерной матрицы. Анализируя кривые на этом рисунке можно заметить также, что в области вязкотекучего состояния, обнаруживаются большие различия в закономерности их изменения. Чем больше концентрация бентонита, тем шире становится область вязкотекучего состояния. Этот факт интерпретируется тем, что повышение концентрации минерального наполнителя в составе ПЭВП сопровождается повышением вязкости нанокompозита, затрудняющей его деформацию даже в области вязкотекучего состояния [3, 4].

Предстояло установить роль полярности полимерной матрицы, т.е. процесса функционализации ПЭВП с образованием ПЭМАК на характер изменения термомеханических кривых нанокompозитов. Для этого на рис.2 представлены термомеханические кривые зависимости, которые от данных на рис.1 отличаются только тем, что в качестве полимерной матрицы используется ПЭМАК с температурой

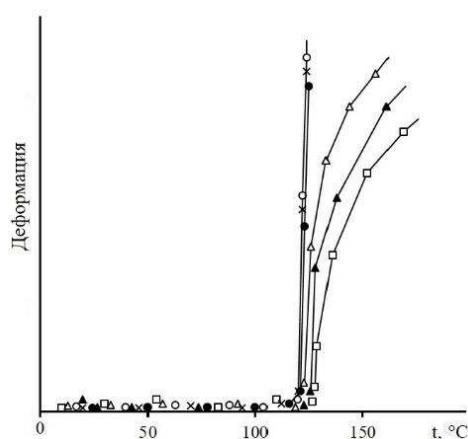


Рис.2. Влияние концентрации бентонита на термомеханические свойства нанокompозитов на основе ПЭМАК: ○—исх. ПЭМАК, ×—0,5% бентонит, ●—1,0% бентонит, Δ—5% бентонит, ▲—10% бентонит, □—20% бентонит

размягчения при 120°C. Как видно из этого рисунка, по мере увеличения концентрации бентонита от 0.5 до 20% масс. и в данном случае наблюдается некоторое возрастание температуры размягчения нанокompозитов. Так, например, по мере повышения содержания бентонита в пределах 0.5, 1.0, 5.0, 10 и 20% масс. температура размягчения нанокompозитов изменяется в следующей последовательности: 120, 121, 123, 125, 126°C, т.е. имеют значения несколько выше, чем у нанокompозитов на основе ПЭВП. Наряду с этим, в области вязкотекучего состояния термомеханические кривые охватывают более широкий диапазон температуры, что однозначно

свидетельствовало о заметном росте вязкости расплава нанокompозитных материалов. Так, например, если у нанокompозитов на основе ПЭВП с 10 %масс. Содержанием бентонита значение ПТР=9.2г/10мин., то у образцов на основе ПЭМАК с таким же содержанием бентонита оно составляет 8.2 г/10мин. Интерпретируется это тем, что сам ПЭМАК по отношению к исходному ПЭВП имеет относительно низкие значения ПТР. Наряду с этим, полярность ПЭМАК обеспечивает относительно хорошую совместимость с частицами бентонита, что выражается в основном на улучшении физико-механических характеристик нанокompозитов.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно констатировать, что полярность исходной полимерной матрицы, оказывает заметное влияние на термомеханические и теплофизические характеристики нанокompозитов ПЭВП и бентонита. Аппретирование наночастиц бентонита кремнийорганическим соединением АГМ-9 позволил существенным образом повысить теплостойкость композитных материалов на основе ПЭМАК. В результате формирования ковалентных связей между аппретом и бентонитом, а также, аппретом и ПЭМАК были получены сшитые минерально-полимерные гибриды нанокompозитов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кахраманов, Н.Т. Наноструктурированные композиты и полимерное материаловедение / Н.Т. Кахраманов, А.Г. Азизов, В.С. Осипчик, У.М. Мамедли // Пластические массы. –2016. –№1-2. –С.49-57.
2. Петухова, М.Д. Исследование свойств полимер-неорганических гибридных композитов / М.Д. Петухова, М.П. Езерницкая, К.С. Пиминова, Т.П. Кравченко // Пластические массы. –2018. –№3-4. –С. 3-9.
3. Атлуханова, Л.Б. Взаимосвязь структуры нанонаполнителя и свойств полимерных нанокompозитов: фрактальная модель / Л.Б. Атлуханова, Г.В. Козлов, И.В. Долбин // Материаловедение. –2019. –№7. –С.19-22.
4. Kakhramanov, N.T. About mechanism of dressing of surface of mineral fillers of plastics. Problems and their solutions / N.T. Kakhramanov, R.V. Kurbanova, Y.N. Kakhramanly, G.M. Mammadova // Processes of petrochemistry and oil refining. –2018. –№4. – P. 389-396.