

Кахраманов Н.Т., Аллахвердиева Х.В., Намазлы У.В.
(Институт Полимерных Материалов Национальной Академии Наук
Азербайджана)

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ И АЛЮМИНИЕВОЙ ПУДРЫ

Интенсивное развитие таких отраслей промышленности, как машиностроение, автомобилестроение, судостроение, военная и космическая техника и т.д. диктует необходимость разработки и использования новых и высококачественных полимерных материалов, отличающихся высокими физико-механическими и эксплуатационными характеристиками [1-2]. Особую популярность имеют наполненные композиты на основе полиолефинов, минеральных наполнителей и металлов. Интерпретируется это обстоятельство тем, что использование вышеуказанных наполнителей способствуют значительному улучшению ряда физико-механических свойств [3-4]. В данной работе основное внимание акцентируется на использовании в качестве наполнителя металлического наполнителя – алюминиевой пудры. Важно было выяснить, насколько существенна роль металлического наполнителя в изменении реологических особенностей течения расплава полимеров.

В качестве матрицы использовался полиэтилен низкой плотности, а в качестве наполнителя – порошок алюминия. Количество алюминия в составе ПЭНП варьировали в пределах 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10, 20, 30 % масс. Реологические исследования проводили на реометре марки (*INSTRON, Италия*) на приборе MELT FLOW TESTER, CEAST MF50 в температурном диапазоне 170-230°C и нагрузке 2.16 – 21.6 кг. В процессе исследования подобного типа композитов немаловажное значение приобретает проблема совместимости смешиваемых компонентов. С этой целью была рассмотрена возможность использования компатибилизатора, обеспечивающего не только равномерное диспергирование компонентов смеси, но и достаточно хорошую их совместимость. В начале было исследована влияния концентрации алюминиевой пудры на показатель текучести расплава (ПТР) композитов в присутствии компатибилизатора и без него. Было выявлено, что образцы с компатибилизатором характеризуются с относительно высокими значениями ПТР.

На рис.1 (а,б,в) представлены кривые течения исходного ПЭНП и его наполненных композитов ПЭНП+ПЭМА с 0.5 и 5.0% масс.

содержанием алюминиевой пудры. Из сопоставительного анализа кривых зависимости скорости сдвига от напряжения сдвига в логарифмических координатах

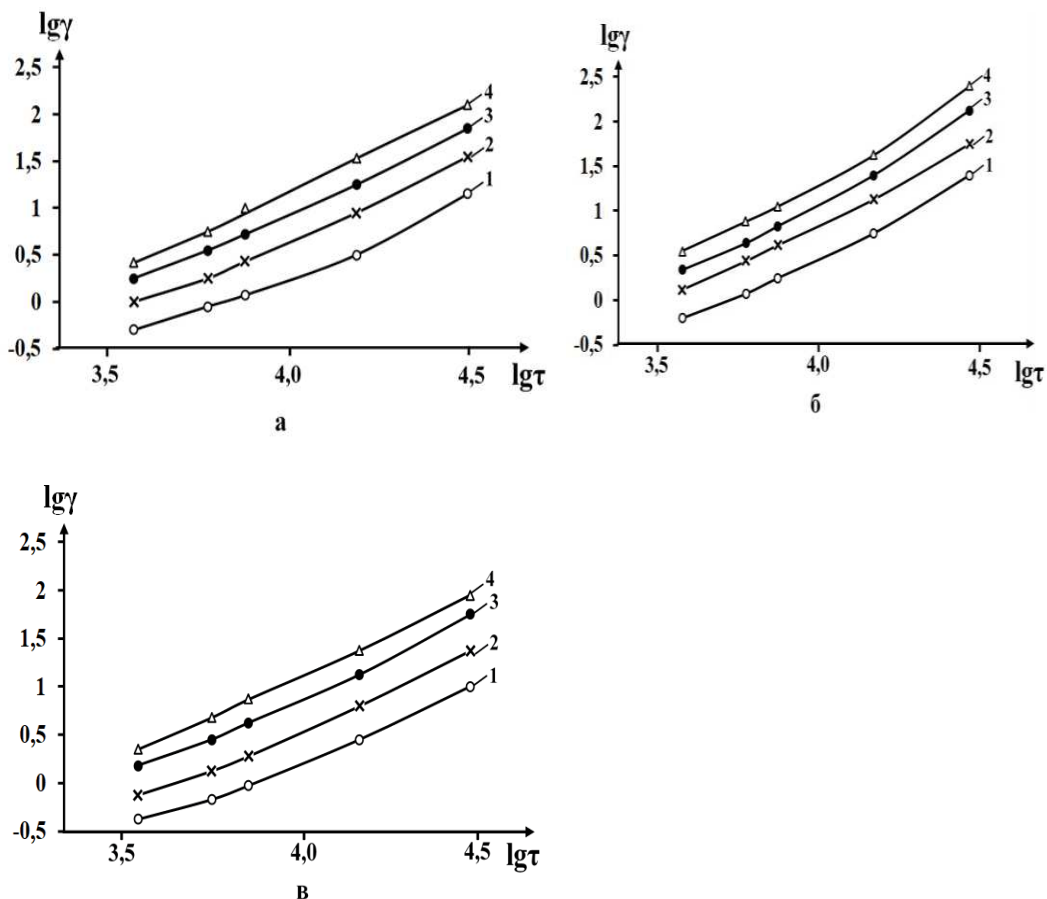


Рис.1. Кривые течения исходного ПЭНП+5.0%mass ПЭМА (а) и их наполненных композитов с 0.5%mass.(б) и 5.0%mass. (в) содержанием алюминиевой пудры при различных температурах: 1- 170°C, 2- 190°C, 3-210°C, 4- 230°C.

можно установить, что при одном и том же напряжении сдвига с увеличением температуры от 170 до 230°C наблюдается закономерное возрастание скорости сдвига всех испытываемых образцов. Из этого рисунка можно увидеть, что и в данном случае у композитов с 0.5%mass. содержанием алюминиевой пудры наблюдается некоторое возрастание скорости сдвига независимо от прилагаемой нагрузки. У всех рассматриваемых образцов зависимость скорости сдвига от напряжения сдвига практически протекает по линейной закономерности. Некоторое искривление имеет место при минимальном значении напряжения сдвига, что, по всей вероятности, можно интерпретировать приближением к области наибольшей

ньютоновской области. Особенно отчетливо этот факт проявляется при сравнительно низкой температуре опыта, равной 170°C. Отсутствие заметных аномальных изменений в закономерности течения полимеров свидетельствует о том, что компатибилизатор способствует равномерному диспергированию металлического наполнителя в объеме полимерной матрицы.

Было показано, что с целью улучшения совместимости алюминиевой пудры с ПЭНП в качестве компатибилизатора использовали ПЭМА, представляющий собой графтсополимер ПЭНП с малеиновым ангидридом.

Исследована зависимость эффективной вязкости расплава композитов от скорости сдвига в логарифмических координатах. Эти данные позволяют глубже взглянуть на процессы, протекающие в полимерной матрице под действием температуры и скорости сдвига. Как и следовало ожидать, с увеличением температуры от 170 до 230°C вязкость расплава уменьшается. Было установлено, что при небольших скоростях сдвига текучесть расплава композитов приближается к наибольшей ньютоновской области. Об этом свидетельствует сам факт образования пологих участков на кривой зависимости вязкости от скорости сдвига, которые соответствуют состоянию, когда эффективная вязкость практически не зависит от скорости и напряжения сдвига.

Следует при этом отметить, что для исходного ПЭНП на кривой зависимости вязкости ($\lg\eta$) от скорости сдвига ($\lg\dot{\gamma}$) пологие участки формируются в рассматриваемом температурном интервале. У композита ПЭНП+ПЭМА+0.5%масс.Ал этот пологий участок наиболее отчетливо проявляется при температуре 190°C и ниже. У композита ПЭНП+ПЭМА+5.0%масс. Ал этот пологий участок проявляется при всех рассматриваемых температурах. Есть основание полагать, что все эти моменты, связанные с приближением к области наибольшей ньютоновской вязкости при низких скоростях сдвига, можно связать с особой формой образования и укладки гетерогенных центров зародышеобразования в расплаве полимерной матрицы с участием макроцепей компатибилизатора.

Для систематизации полученных экспериментальных данных представлялось интересным исследовать температурно-инвариантную характеристику течения расплава композитов. Сам факт существования универсальной температурно-инвариантной кривой дает основание провести оценку динамического состояния расплава полимера в зависимости от установленного режима течения. Такой аналитический подход позволяет в значительной степени упростить

измерение вязкости расплава в широком диапазоне скоростей сдвига и температуры. В этом случае представляется возможным получить достаточно полную информацию о реологических особенностях течения полимерного материала на основании минимального количества экспериментальных данных. Характерно, что, прогнозируя в область высоких скоростей сдвига, представляется возможным получить приближенные значения реологических характеристик композитов близкие к реальным условиям их переработки [3].

Приводится температурно - инвариантная характеристика вязкостных свойств ПЭНП и его композитов. Анализ полученных данных показал, что эта функция не зависит от температуры. Именно поэтому эту зависимость называют температурно-инвариантной. Согласно полученным зависимостям установлено, что с увеличением приведенной скорости сдвига $\gamma\dot{\eta}_0$ наблюдается закономерное снижение приведенной вязкости η_0/η_0 . Сам факт существования температурно-инвариантной характеристики расплава нанокompозитов еще раз свидетельствует о качественно одинаковой природе возникновения и разрушения ассоциатов в вязкотекучем состоянии при одноосном течении расплава в капилляре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симонов-Емельянов И.Д. Построение структур в дисперсно-наполненных полимерах и свойства композиционных материалов // Пластические массы, 2015, № 9-10, с.29-36.
2. Симонов-Емельянов И.Д. Параметры решетки и структуры дисперсно-наполненных полимерных композиционных материалов с регулируемым комплексом свойств // Конструкции из композиционных материалов 2019, №3, с. 37-46.
3. Kakhramanov N.T., Azizov A.G., Osipchik V.S., Mammadli U.M., Arzumanova N.B. Nanostructured composites and polymer materials. // International Polymer Science and technology, 2017, Vol,44, No 2, p.37-47.
4. Спиридонов А. М., Соколова М. Д., Охлопкова А. А. Полимерные композиционные материалы на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена, наполненного органомодифицированным цеолитом. // Все материалы. Энциклопедический справочник, 2019, №8, с.7-11.