



Рис. 1. Изменение свойств композиций ПЭНД в зависимости от содержания ТЭП

нии деформируемости материала, о снижении напряжения сдвигового течения, когда атомы и сегменты цепей начинают проскальзывать друг относительно друга [2]. Необратимая пластическая деформация наблюдается при меньшей нагрузке, материал становится более пластичным и менее упругим.

Введение ТЭП приводит к образованию гетерофазной системы, в которой дисперсная фаза (ТЭП) распределена в дисперсионной среде (ПЭНД). На свойства системы влияют множество факторов: свойства матрицы, размер частиц, расстояние между частицами и т.д. Из рисунка видно, что введение ТЭП приводит к повышению ПТР композиций. Агрегаты термоэ-

ластопласта увеличивают подвижность крупных элементов надмолекулярной структуры, способствуя лучшей деформируемости и эластификации полимерной матрицы. Таким образом, ТЭП оказывает пластифицирующее действие. Так при использовании 10 % масс. ДСТ-30 ПТР композиции возрастает с 4,7 до 7,3 г/10 мин. Для композиций, содержащих 10 % масс. А30Р и А65Р, ПТР увеличивается не так значительно до 6,0 и 5,3 г/10 мин соответственно.

Таким образом, использование ТЭП в относительно небольших количествах позволяет целенаправленно регулировать свойства композиций.

### Список литературы

1. Холден Д., Крихельдорф Х.Р., Куирк Р.П. Термоэластопласты. – СПб: Профессия, 2011. – 718с.
2. Пол Д., Бакнелл К. Полимерные смеси. Том II: Функциональные свойства. – СПб: Научные основы и технологии, 2009. – 606с.

## СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИДИЦИКЛОПЕНТАДИЕНА С ХПВХ

Та Куанг Кьонг

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Г. Бондалетов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, langtutimhoa32@yahoo.com

Дициклопентадиен является привлекательным мономером для производства полимеров, поскольку он дешев, а образующиеся полимерные продукты обладают хорошими физико-механическими показателями, устойчивостью к низким и высоким температурам, стабильностью к кислороду воздуха [1].

Однако недостатком полидициклопентадиена (пДЦПД) является высокая горючесть (КИ=20), что затрудняет его массовое использо-

вание и применение в ответственных изделиях и конструкциях. В мире для снижения горючести пДЦПД применяют фосфорсодержащие, галогеносодержащие и даже минеральные антипирены. Хлорированный поливинилхлорид (ХПВХ) может быть хорошим антипиреном, так как он имеет высокое содержание органического хлора и лучше смешивается с пДЦПД по сравнению с минеральными антипиренами. Отрицательным моментом при использовании ХПВХ в качестве

**Таблица 1.** Физико-механические показатели композиций пДЦПД+ХПВХ со стабилизатором ТОСС

| Концентрация ХПВХ, % | Ударная вязкость, кДж/м <sup>2</sup> |        | Модуль упругости при изгибе, МПа |        | Модуль упругости при разрыве, МПа |        |
|----------------------|--------------------------------------|--------|----------------------------------|--------|-----------------------------------|--------|
|                      | без стаб.                            | с ТОСС | без стаб.                        | с ТОСС | без стаб.                         | с ТОСС |
| 0                    | 3,9                                  | 3,9    | 1379                             | 1379   | 1800                              | 1800   |
| 1,0                  | 3,6                                  | 3,6    | 1382                             | 1345   | 1809                              | 1824   |
| 3,0                  | 2,7                                  | 2,4    | 1389                             | 1262   | 1888                              | 1911   |
| 5,0                  | 2,4                                  | 2,1    | 1245                             | 1127   | 1880                              | 1936   |
| 7,5                  | 1,9                                  | 1,7    | 918                              | 855    | 1683                              | 1768   |

является его деструкция с выделением HCl при температуре полимеризации ДЦПД (примерно 180 °С). Поэтому при изготовлении композиции ХПВХ с полидициклопентадиеном необходимо добавить стабилизаторы деструкции ХПВХ, такие, как трехосновный сульфат свинца (ТОСС), двухосновный фосфит свинца (ДОФС) или двухосновный стеарат свинца (ДОСС).

Композиции пДЦПД с ХПВХ В данной работе были получены с добавлением ТОСС в качестве стабилизатора. Целью работы является исследование влияния стабилизатора на физико-механические свойства композиций.

**Методика эксперимента:** к расчетному количеству ДЦПД добавляли 0,1% ингибитора окисления (Агидол-2). Затем расчетное количество ХПВХ, растворенного в минимальном количестве ацетона (1, 3, 5 и 7,5% от массы мономера) вносили в мономер и перемешивали с помощью роторного диспергатора ИКА Т18 basic при скорости вращения 14 000 об/мин. Удаление ацетона проводили при температуре 60 °С в токе азота. В полученную смесь добавляли катализатор Шрока-Граббса [2] (соотношение 1 : 10000) и заливали в алюминиевую форму. Температуру

формы (120 °С) с реакционной массой поддерживали в течение 1 час. Затем форму с полученной композицией охлаждали до температуры 20 °С. Были получены 2 серии образцов: без стабилизатора и со 0,1% ТОСС (от массы ХПВХ).

Из полученных пластин готовили стандартные образцы для испытания на ударную вязкость, изгиб и разрыв. Испытания проводили на двухколонной универсальной испытательной машине серии UGT-A17000-M и копре UGT-7045-НМН.

Внешний вид образцов показали, что ТОСС значительно снижает степень деструкции ХПВХ. Образцы без стабилизатора имеют темный цвет, а образцы с ТОСС – светлые. Кроме этого, из таблицы можно заметить, что добавление ТОСС снижает ударную вязкость (на 0,04–0,27 кДж/м<sup>2</sup>) и модуль упругости при изгибе (на 36–126 МПа). Модуль упругости при разрыве композиции увеличивается на 15–85 МПа.

Результаты данной работы могут быть использованы в дальнейшем исследовании для получения композиции на основе полидициклопентадиена с пониженной горючестью.

### Список литературы

1. Michael R. Buchmeiser – *Metathesis Polymerization. Advances in Polymer Science.* – New York, 2005. – Vol.176. – 142pp.
2. R.H. Grubbs, *Tetrahedron – Handbook of Metathesis, 2004.* – Vol.3(60). – С.7117–7140.