

Д.С. Новак, доц. канд. техн. наук;  
В.П. Плаван, проф., д-р техн. наук;  
Н.М. Березненко, доц., канд. техн. наук  
(Киевский национальный университет технологий  
и дизайна, г. Киев, Украина)

## **ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ**

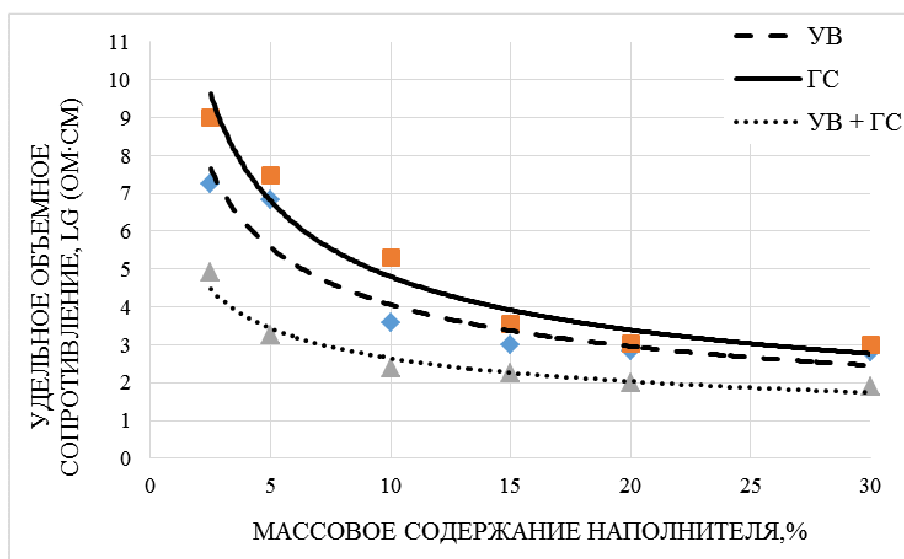
Сфера электропроводящих полимерных композиций интенсивно развивается. Электропроводящие полимерные материалы обычно получают путем введения в высокомолекулярные диэлектрики веществ с высокой проводимостью (металлы, графит, углеродные волокна и нанотрубки). Такие композиции могут быть использованы как антистатические материалы, гибкие нагреватели, контактные материалы для электронной техники, защитные покрытия от электромагнитного излучения, электропроводящие клеи и т.д. Они представляют собой матрицу, из термопластичного или термореактивного полимера, содержащую определенное количество токопроводящего наполнителя, которым может быть дисперсный металл, технический углерод, графит, углеродные волокна или нанотрубки и т.п [1].

Создание токопроводящих композиций включает следующие этапы: смешивание всех компонентов композиций, прессование композиции, получение композиционных изделий методом спекания в форме. Смешивание проходит в два этапа. Сначала происходит перемешивание всех сыпучих компонентов, а именно поливинилхлоридные (ПВХ) смолы и наполнителей на одностадийном лопастном смесителе периодического действия типа Henschel (3-4 минуты), после чего в композицию добавляется пластификатор и перемешивают готовую композицию в течение 5 минут [2].

Завершающим этапом получения изделия является операция спекания. После тщательного перемешивания компонентов композиции, смесь помещали в цилиндрическую пресс-форму диаметром 30 мм, на поверхности которой находились фторопластовые пластины (для предотвращения прилипания материала к металлической поверхности) и выдерживают 2 минут при температуре 190°C. Образцы композитов получали в виде круглых пластинок диаметром 30мм и толщиной 1-2 мм [3].

С целью анализа влияния природы наполнителей на токопроводимость ПВХ композиционных материалов были получены полимерные композиции, которые в своем составе содержали различные токопроводящие наполнители и их смеси. В результате проведения изме-

рений сопротивления исследуемых образцов были получены данные, представленные на рисунках ниже.



**Рисунок 1 - Зависимость удельного объемного сопротивления от содержания наполнителя для композиций наполненных УВ, ГС и их смесями**

Как видно из рис. 1. для образцов, наполненных углеродными волокнами (УВ), удельное объемное сопротивление уменьшается с увеличением содержания наполнителя, и на промежутке 5-15% наполнения происходит резкий спад сопротивления композитов, что говорит о присутствии порога перколяции. Такая же зависимость характерна и для образцов, наполненных графитизированной сажей (ГС), но промежуток на котором находится перколяционный порог несколько растянут и имеет менее выразительный характер. Что касается бинарнонаполненных образцов, то есть наполненных ГС и УВ, на кривой наблюдается значительное уменьшение сопротивления композиций при соответствующих концентрациях наполнителей в композициях. Также следует отметить, что при бинарном наполнении наблюдается значительное снижение порога перколяции по сравнению с мононаполненными композициями. Из вышеприведенного можно предположить, что сочетание нескольких наполнителей создает эффект усиления свойств каждого из них в композиции. Это можно объяснить образованием так называемой проводящей структуры в гибридном композите, которую можно создать при введении наполнителей разного строения.

В качестве волокнистых наполнителей были выбраны углеродных и металлические материалы (рис. 2).

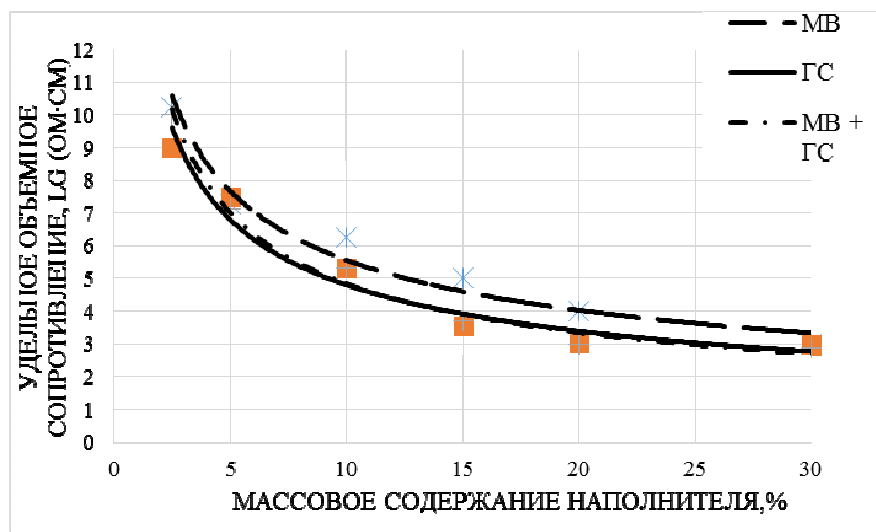
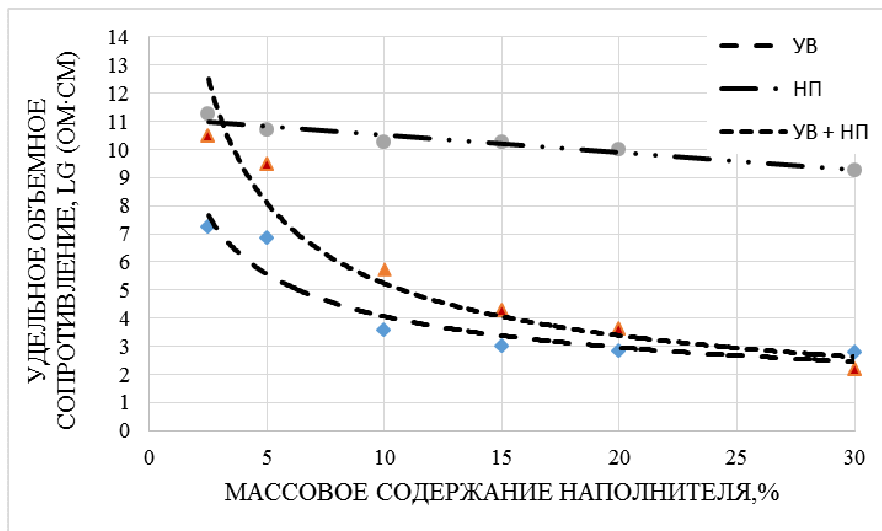


Рисунок 2 - Зависимость удельного объемного сопротивления образцов композиций наполненных МВ, ГС и их смесями

Из рисунка видно, что кривая зависимости содержания наполнителя от удельного объемного сопротивления для образцов, наполненных медными волокнами (МВ), имеет не четко выраженный перколяционный порог. Для образцов, наполненных ГС, перколяционный порог находится в промежутке наполнения 10-20 мас. %. Что касается бинарнонаполненных образцов, наполненных ГС и МВ, на графике наблюдается незначительное уменьшение сопротивления композиций в сравнении с композитами наполненными ГС. Незначительное снижение сопротивления гибридных композитов по сравнению с ГС можно объяснить особенностями строения МВ.

В работе был также использован металлический порошок, а именно никелевый порошок (НП). Сочетание наполнителей, которые имеют разную структуру, позволяет получить материалы с улучшенными характеристикам по сравнению с материалами наполненными наполнителями с одинаковой структурой. Исходя из вышеприведенного был выбран наполнитель, состоящий из смеси УВ и НП. Результаты измерений сопротивления полученных композитов представлены на рис. 3. Как видим, кривая зависимости содержания наполнителя от удельного объемного сопротивления для образцов, наполненных НП, не имеет перколяционного порога.

Это можно объяснить особенностью структуры НП. Как и МВ НП имеет значительно большую плотность по сравнению с ПВХ и УВ, поэтому для создания проводящей сетки требуется значительно большее наполнение НП. Эту гипотезу подтверждают кривые на графике, так при наполнении 30 мас.% происходит значительное усиление свойств для композиции наполненной смесью УВ и НП.



**Рисунок 3 - Зависимость удельного объемного сопротивления образцов композиций наполненных УФ, НП и их смесями**

Таким образом, можно сделать вывод, что гибридное наполнение дает улучшение токопроводящих свойств, снижение порога перколяции, но надо учитывать особенности каждого материала, его природу, физические свойства и структуру, что очень важно при создании текстильных материалов и одежды для защиты персонала от внешнего электромагнитного излучения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Наноматериалы, нанотехнология, наносистемная техника. Сборник под ред. М.М.Мальцева. – М.: Техносфера. – 2006. – 152 с.
2. Курыптя Я.А. Токопроводящие полиолефиновые композиции, полученные экструзионным методом / Курыптя Я.А., Новак Д.С., Березненко Н.М., Пахаренко В.А., Шостак Т.С. // Пластические массы. – 2013. - № 8. – С. 53 – 58.
3. Кислинский С.А. Современные тенденции технологии получения и применение токопроводящих полимерных композиций / Кислинский С.А., Новак Д.С., Березненко Н.М. // Вестник КНУТД. - 2015. – № 3 (86). –С. 202 – 208.