

УДК 536

Г.В. Котов, доцент Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь;
И.Б. Бутылина, доцент Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь;
В.В. Дударев, ст. преподаватель БГТУ

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК УЛЬТРАДИСПЕРСНОЙ АЛМАЗ-ГРАФИТОВОЙ СМЕСИ НА СВОЙСТВА ПОЛИАМИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

This article is considered the investigation of properties of systems content a polyamide with ultra diamond component. An addition of ultra diamond component to polyamide increases adhesive and technological properties of these polyamide thin films.

Используемые в настоящее время синтетические материалы на основе полиамидов с широким набором положительных свойств отличаются своей химической и термической устойчивостью, нетоксичностью, высоким триботехническим уровнем. Защитные полиамидные покрытия долговечны, коррозионно- и износоустойчивы, при этом существует возможность целевого улучшения их свойств при введении различного рода добавок.

В качестве добавки, влияющей не только на свойства, но и на процесс получения полиамидных покрытий, перспективным представляется использование ультрадисперсных алмазов (УДА) или алмаз-графитовой смеси (УДАГ) [1]. Ультрадисперсные алмазы обладают ярко выраженными поверхностно-активными свойствами, которые позволяют координировать процесс структурообразования получаемых материалов или покрытий на их основе.

Выделение ультрадисперсных алмазов из используемого для их получения сырья достаточно трудоемко, вместе с тем применение алмаз-графитовой смеси доступно в широких масштабах [2]. Используемая УДАГ получается синтезом по взрывной технологии [3], результатом является алмазосодержащая шихта с наноразмерной величиной структурных единиц УДА. Размеры частиц шихты зависят от качества помола и просеивания. Использование шихты выглядит привлекательным и с точки зрения выбора материала, необходимого для ее получения, в качестве которого могут применяться взрывчатые вещества, подлежащие утилизации.

Ультрадисперсные алмазы в настоящее время широко применяются в гальванических процессах для их соосаждения в слое наносимого покрытия металла. Ультрадисперсная алмаз-графитовая смесь наиболее перспективна в использовании при получении различных полимерных материалов и введении в технические смеси органических веществ [4].

В настоящей работе в качестве объектов исследования использовались смеси полиамида “Рильсан – ES” и алмаз-графитовой шихты (УДАГ). Рильсан достаточно широко применяется для нанесения износоустойчивых покрытий. Вместе с тем, возможно повышение его адгезионных и триботехнических свойств при использовании тонкодисперсной алмазосодержащей шихты, получаемой по взрывной технологии.

Смесь приготавливалась в смесителе барабанного типа из предварительно просушенных компонентов, шихта подвергалась измельчению и просеиванию по технологии, позволяющей достичь оптимальных результатов. Нанесение полиамидной смеси проводилось электростатическим напылением при вертикальном расположении образца, оплавление – горизонтально, в сушильной камере.

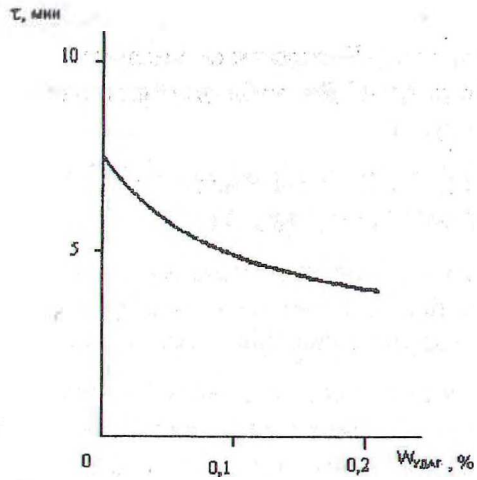


Рис. 1. Зависимость времени оплавления смеси от содержания УДАГ при температуре 230°C

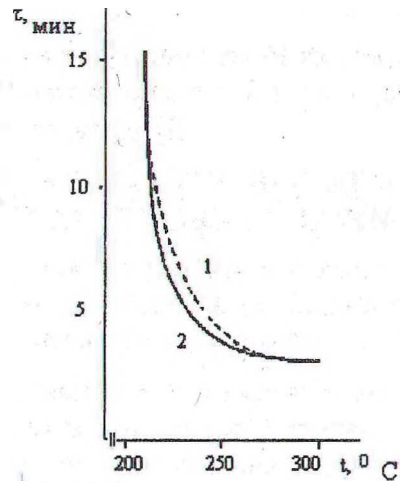


Рис. 2. Зависимость времени оплавления смеси от температуры при содержании УДАГ: 1 – 0%; 2 – 0,1%

На рис. 1 представлена зависимость времени оплавления напыленных образцов в зависимости от содержания УДАГ при температуре 230 °С. Видно, что с ростом содержания шихты в образце время, необходимое для оплавления, снижается, особенно ярко эта зависимость проявляет себя при концентрации $\omega_{\text{УДАГ}} < 0,15\%$.

Наличие химического взаимодействия в данном случае не происходит. Присутствие частиц шихты вносит изменения в динамику прогрева и оплавления. Горизонтальное расположение образца с обращенной вверх напыленной поверхностью препятствует конвективным потокам, обогревающим слой полимера. Следствием этого становится рост влияния теплообмена излучением на процесс прогрева спекаемого порошка. Исследуемый полиамид, не обладая собственной окраской, будучи мелкодисперсным, представляет собой порошок белого цвета с малым значением степени черноты поверхности. Имея высокую отражательную способность, напыленная поверхность плохо прогревается, диффузно рассеивая падающее на нее тепловое излучение.

Нанесенный порошок представляет собой теплоизолирующий слой, препятствующий за счет своей пористости прогреву образца. Введение в полиамид частиц шихты повышает степень черноты поверхности. Активно поглощая падающее на их поверхность инфракрасное излучение от стен сушильной камеры, частицы более интенсивно нагреваются, выступая центрами оплавления.

В пользу этого предположения говорит то, что оплавление тонких слоев индивидуального напыленного полимера дает неоднородное покрытие, состоящее из большого числа отдельных капель. Введение УДАГ резко снижает этот дефект, свидетельствуя о том, что спекание происходит более равномерно за счет большого числа центров оплавления. Это дает возможность нанесения более тонких покрытий.

Такой характер зависимости подтвержден в ходе исследования влияния температуры в сушильной камере на время оплавления полимера. На рис. 2 представлены кривые для чистого рильсана (1) и рильсана, содержащего 0,1 % (мас. д.) УДАГ.

Значительный эффект уменьшения времени оплавления наблюдается в области температур 210–260 °С, что включает в себя рекомендуемый для оплавления диапазон

(210–230 °С). Таким образом, введение алмазосодержащей шихты позволяет снизить время нахождения покрываемого образца в зоне нагрева.

На рис. 3 представлена область, ограниченная линией ОС, соответствующая получению устойчивого качественного покрытия в зависимости от температуры оплавления и содержания УДАГ. Осуществление спекания при условиях, соответствующих нижней части диаграммы, приводит к получению покрытия низкого качества, частично оплавленного или вообще без оплавления. Данные температурные поля определены при времени оплавления стандартного образца 5 мин, конечным результатом которого явилось бы получение покрытия толщиной 0,1 мм.

Наибольший интерес представляют результаты упрочнения сцепления полиамида с поверхностью металла, полученные при использовании добавок алмазосодержащей шихты. Исследования прочности сцепления нанесенного покрытия с основой проведены с помощью разрывной машины РТ–250М–2.

Большое внимание уделено вопросу стандартизации опытного материала. В качестве испытуемых образцов использовались стальные полосы толщиной 1 мм размером 10x100 мм. Подготовка поверхности заключалась в механическом шлифовании с последующим электрохимическим полированием и обезжириванием.

Слой полиамида требуемой толщины наносился электростатическим напылением при вертикальном расположении пластины. Оплавление проводилось в термостатированной сушильной камере.

Отрыв полимера от поверхности осуществлялся за предварительно отслоенную часть в направлении вдоль пластины при изгибе покрытия на 180°.

Была исследована адгезионная способность полиамида, содержащего УДАГ, в зависимости от условий оплавления, толщины наносимого покрытия и его состава.

На рис. 4 представлена зависимость усилия отрыва (Н/см) от толщины покрытия при различном содержании УДАГ. Полученные результаты указывают на то, что при любых значениях толщины полимерного покрытия введение алмазосодержащей шихты повышает прочность сцепления покрытия со сталью.

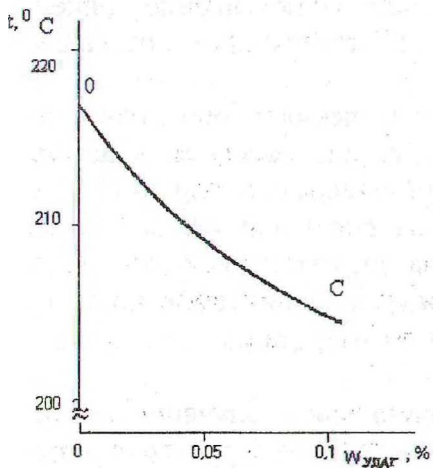


Рис. 3. Границы устойчивого качественного оплавления смеси полиамид—УДАГ

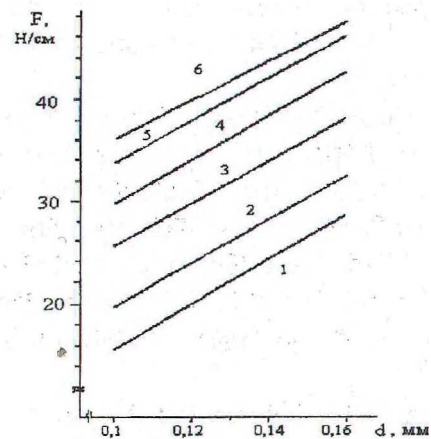


Рис. 4. Зависимость усилия отрыва полимерной пленки различной толщины от поверхности стали при содержании УДАГ: 1 – 0%; 2 – 0,01%; 3 – 0,04%; 4 – 0,06%; 5 – 0,08%; 6 – 0,10%

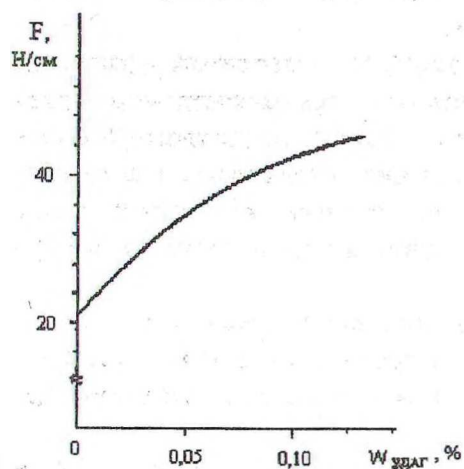


Рис. 5. Зависимость усилия отрыва полимерной пленки (0,13 мм) от содержания УДАГ

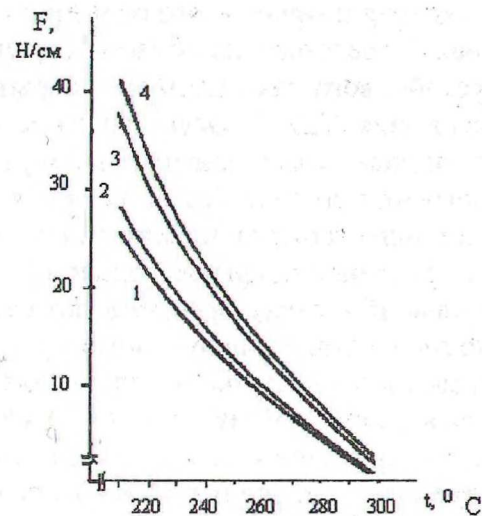


Рис. 6. Зависимость усилия отрыва полимерной пленки от температуры оплавления при содержания УДАГ: 1 – 0%; 2 – 0,05%; 3 – 0,08%; 4 – 0,10%

Влияние введения УДАГ в полимер на его адгезионные свойства можно проследить по зависимости, представленной на рис. 5. Здесь указаны значения усилия отрыва покрытия, полученного при времени оплавления 7 мин, температуре оплавления 220 °С и толщине покрытия 0,13 мм.

Резкий рост усилия отрыва при введении в полимер тонкодисперсной шихты наблюдается уже при достаточно низком содержании УДАГ. С ростом концентрации шихты прочность сцепления полимера, с поверхностью стали увеличивается. Но эта зависимость носит затухающий характер, и при концентрации $\omega_{\text{УДАГ}} \approx 0,5\%$ увеличение содержания шихты становится неэффективным. Дальнейшее повышение концентрации шихты в полиамиде сопровождается “графитизацией” поверхности с отслаиванием покрытия.

Было проведено определение влияния температуры оплавления на прочность сцепления полимерной пленки с поверхностью стали при различном содержании шихты (до 0,1 мас. д., %). Время нахождения образцов в сушильной камере составляло 15 мин. Полученные результаты представлены на рис. 6. Все кривые носят одноподобный характер. Повышение температуры отрицательно сказывается на прочности покрытия. Вместе с тем, потеря прочности сцепления с поверхностью при увеличении температуры на 20 – 30 °С может быть компенсирована введением в состав полимера алмазосодержащей шихты.

Проведенные исследования влияния добавок УДАГ на процесс получения и свойства полиамидных покрытий показали, что введение алмаз-графитовой шихты в порошок полиамида для электростатического нанесения позволяет значительно улучшить условия проведения дальнейшего оплавления за счет уменьшения времени и интенсивности нагрева.

Добавление тонкодисперсной алмазосодержащей шихты в полимер позволит значительно повысить качество наносимого покрытия за счет упрочнения его сцепления с поверхностью, достигающего двукратной величины.

Определено оптимальное содержание ультрадисперсной алмаз-графитовой шихты в полиамиде (около 0,1 % по массе) с учетом величины и характера положительного эффекта и стоимости шихты. Найдено, что при высоких концентрациях УДАГ (более 1%) наступает уменьшение прочности связи полимера со сталью вплоть до полного прекращения пленкообразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков К.В., Даниленко В.В. Синтез алмаза из углерода и продуктов детонации взрывчатых веществ // Физика горения и взрыва. 1990. № 3. С. 123–125.
2. Верещагин В.А., Журавлев В.В. Композиционные алмазосодержащие материалы и покрытия. Мн: Навука і тэхніка, 1991.
3. Ставер А.М., Губарева Н.В., Лемкин А.И., Петров Е.А. Ультрадисперсные алмазные порошки, полученные с использованием энергии взрыва // Физика горения и взрыва. 1984. № 5. С. 100–103.
4. Алмазосодержащие материалы и их применение: Сб. научных трудов. Киев: ИСМ АН УССР, 1985.

УДК 678.042

Н.А. Кречко, ассистент БГПА; В.В. Яценко, доцент;
Ю.П. Лосев, вед. науч. сотрудник БГУ; Ю.В. Кочеткова, мл. науч. сотрудник

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ПРОЦЕСС ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНА

The article examines influence the number of stabilizers for stable of the fuller polymers compositions to the thermo and light oxidizer destruction. Presents a valuation for physics and mechanics properties of the fuller stabilizer systems. Surveys the comparative characteristic for the efficacy of stabilizer in the compositions with different fibrous.

Эксплуатационные характеристики полимерных композиционных материалов в значительной степени определяются сроком их использования с сохранением исходных физико-механических характеристик. В этом смысле важное значение имеет подбор стабилизаторов термо- и фотоокислительной деструкции наполненных полимеров. В литературе вопросы старения наполненных полимерных композиций носят отрывочный характер и не дают полного представления о протекании процессов окисления и возможных путях ингибирования этих процессов в наполненных материалах [1,2,3].

В данной работе изучался процесс фотоокислительного старения полиэтилена высокого давления (ПЭВД) марки 10803-020 в присутствии синтезированных серосодержащих стабилизаторов и промышленного стабилизатора оксафенамида, а также в присутствии минеральных наполнителей (кизельгура и мела). Эффективность действия стабилизаторов оценивалась по периоду индукции окисления в атмосфере кислорода при 200⁰С и начальном давлении кислорода 350 мм рт. ст., по кинетическим кривым поглощения кислорода и по изменению физико-механических свойств в процессе старения.

В качестве стабилизаторов использовались полидисульфиды, характеристики которых представлены в табл. 1. Эффективность стабилизаторов оценивалась при их концентрации в композициях 0.1; 0.25 и 0.5%.