

локальное давление паров (1-10 Па) превышает критическое, при этом происходит зажигание вакуумно-дугового разряда, горящего в продуктах эрозии центрального электрода. Далее внешний накал с кольцевого электрода снимается, и разряд переходит в самостоятельный режим, при этом температура кольцевого электрода снижается до ~1500К. Разряд в обоих режимах горит спокойно, без скачкообразных колебаний параметров, характерных для «холодной» дуги.

Таким образом, в анодном режиме, в отличие от катодного, степень ионизации уменьшается с увеличением разрядного тока за счет прироста паровой составляющей генерируемого вещества. Использование источника плазмы с двумя режимами работы позволяет использовать для обработки поверхностей преимущества обоих случаев. В анодном режиме значительно больше расход рабочего вещества и, как следствие, скорость нанесения покрытия, в катодном режиме – выше степень ионизации продуктов генерации и, как следствие, улучшается возможность управлять ими для повышения качества покрытий.

УДК 621.7

Шидловский И.И.

## **НАНЕСЕНИЕ НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: Вегера И.И.*

Интерес к наноструктурным пленкам с размерами кристаллов менее 100 нм связан с их высокими коррозионной, износостойкостью, улучшенными антифрикционными характеристиками. Нанесение таких защитных покрытий на обрабатываемые инструменты и детали машин значительно увеличивает их срок службы. Подобные материалы перспективны также для создания биосовместимых покрытий на имплантах, формирования функциональных покрытий различного назначения, в том числе оптических [1, 2]. Для нанесения

твердых износостойких покрытий, таких как TiN, CrN, TiAlN, TiC, используются химическое осаждение из газовой фазы – CVD и физическое осаждение из паров или плазмы – PVD. Для CVD-метода осаждения пленок требуется высокая температура, что не всегда приемлемо вследствие невысокой стабильности ряда получаемых структур или обрабатываемых материалов. В случае создания многокомпонентных наноструктурных покрытий PVD-метод универсальнее [1], поскольку можно получать более широкий спектр покрытий (нитриды, карбиды, бориды металлов) и процесс осаждения покрытий может быть выполнен при более низкой, чем в CVD-процессе, температуре подложек. Ионно-плазменные методы включают в себя магнетронное распыление [2], вакуумно-дуговое и термическое испарение. Последний из перечисленных методов используется достаточно редко, поскольку температура осаждающихся частиц в них относительно низкая. В результате формируемые покрытия могут иметь меньшую плотность, низкую адгезию и высокий уровень шероховатости.

Переход от микро- к нано- структурным покрытиям позволяет существенно улучшить их свойства [2], поскольку:

а) происходит изменение свойств самого кристаллического образования;

б) возникает разветвленная структура границ раздела нанокристаллов внутри пленки.

Так как в нанокристаллах количество находящихся внутри структуры атомов соизмеримо с их числом на поверхности, то в ней отсутствуют дислокации и внутренние напряжения. Кроме того, расстояние между нанокристаллами соответствует размеру нескольких монослоев, в результате чего между ними проявляются эффекты квантового взаимодействия. Нанокондитные покрытия (nc-TiN/a-BN, nc-TiAlN/a-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>), состоящие из нанокристаллов, находящихся внутри аморфной

(BN, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) или металлической (Cu, Ni) матриц, обладают высокой твердостью и износостойкостью [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Решетняк, Е.Н. Синтез упрочняющих наноструктурных покрытий / Е.Н. Решетняк, В.Е. Стрельницкий. – М.: Феникс, 2008. – 130 с.

2. Кирюханцев-Корнеев, Ф.В. Перспективные наноструктурные покрытия для машиностроения / Ф.В. Кирюханцев-Корнеев [и др.]. – М.: РИОР, 2009. – 187 с.

УДК 541.8:742.2

Шукова Е.В.

## ГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОВМЕСТИМОСТИ ПОЛИЭТИЛЕНОВ И ОЛИФ

*БелГУТ, г. Гомель*

*Научный руководитель: Неверов А.С.*

Целью настоящей работы является определение оптимальных составов смесей исследуемых полимеров.

Используемый метод симплекс-решетчатого планирования состава полимерных материалов, позволяет при помощи сравнительно небольшого числа экспериментов оценивать зависимость свойств от состава во всем диапазоне возможных концентраций компонентов [1].

Нами изучена возможность применения легкоокисляемых растительных масел (олиф) в качестве пластификаторов. Достоинством таких масел является отверждение за счет окисления кислородом воздуха. Неполярные растительные масла хорошо совмещаются с неполярным полимером, что способствует повышению прочностных характеристик такого материала после затвердевания.

Полимерные пленки изготавливали из ПЭНД (ГОСТ 16338-77), ПЭВД (ГОСТ 16803-07) и олифы (ГОСТ 7931-76) методом «горячего» прессования на гидравлическом прессе ПГПР