

УДК 678: 538.911

ГИБРИДНЫЕ МЕТОДЫ УПРОЧНЕНИЯ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

*Е. И. ЭЙСЫМОНТ, А. П. АКУЛА, П. А. ХОВАТОВ

*УО «ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Я. Купалы»
ГНУ «ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАН Беларуси»
Гродно, Минск, Беларусь

Одной из основных задач современного материаловедения является создание новых материалов с повышенными эксплуатационными характеристиками. Для этого используются различные физические, химические методы формирования вещества, а также их комбинация. Одним из распространенных технологических приемов является поверхностная модификация материалов, т.е. нанесение тонкослойных покрытий из газообразного, жидкого, твердого состояния на рабочие поверхности изделий, что приводит к повышению их эксплуатационных характеристик.

Современное машиностроение широко применяет инструмент, на рабочую поверхность которого, нанесены композиционные покрытия. К числу наиболее распространенных покрытий для металлообрабатывающего инструмента относят нитриды и кариды циркония ZrC , $ZrCN$, который наносят с помощью вакуумных технологий. Покрытие из нитрида циркония обеспечивает высокую износостойкость инструмента для холодного деформирования металлических заготовок, благодаря предотвращению явлений схватывания и задира. При нанесении покрытий из карбонитида циркония на металлорежущий инструмент (сверла, фрезы, метчики, зенкеры и т.п.) эффект резко увеличивается.

Перспективными покрытиями являются нанокристаллические соединения на основе нитридов титан-алюминия, которые способны выдерживать температуру до $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ без заметного окисления, сохраняя при этом твердость на уровне 25–30 ГПа.

При формировании вакуумных покрытий применяют различные методы активации поверхности субстрата: механический способ, коронный разряд, термический нагрев, ионным потоком в среде нейтрального газа и т.п. Данная подготовка позволяет существенно изменить адгезионные свойства формируемых покрытий, прочностные и триботехнические характеристики

Таким образом, представляет интерес изучить структуру и свойства формируемых композиционных тонкослойных покрытий в зависимости от предыстории подготовки поверхности субстрата и последующей активации.

При проведении исследований использовали: системный анализ, ИК – спектроскопию пропускания и НПВО, ЭПР – спектроскопию, рентгено-структурный анализ, электронную растровую, оптическую и атомно-силовую микроскопию, специальные машины трения, а так же натурные установки и стенды. Показано, что обработка образцов (сталь 40Х) в жидком азоте приводит к уменьшению значений удельной поверхностной энергии (УПЭ) в 1,5–2 раза и более. Возможно, это связано с распадом остаточного аустенита и образованием мартенсита, что косвенно может привести к изменению значений удельной поверхностной энергии. Другим механизмом может быть образование нанодисперсных или ультрамалых включений в структуре стали, что также может привести к изменению значений УПЭ.

Финишная обработка покрытий в жидком азоте при температуре его кипения приводит к процессам перекристаллизации. Увеличивается количество крупных агломератов с размерами от 6 до 8 мкм. Данные агломераты неоднородны и состоят из более мелких образований с размерами от 0,8 мкм до 1,1 мкм.

Показано, что значения микротвердости исходных образцов лежат в одном диапазоне в пределах от 2400–3000 МПа. Наблюдается некоторая зависимость значений микротвердости от нагрузки на пирамиду. Предварительная обработка в жидком азоте приводит к возрастанию значений микротвердости исходных образцов на 10–12 %. Формирование покрытий на предварительно модифицированных металлических субстратах приводит к резкому изменению значений микротвердости. При нагрузке на пирамиду в 0,1Н значения микротвердости достигают величин от 10 ГПа до 12 ГПа. Увеличение нагрузки на пирамиду до 0,25; 0,5Н приводит к снижению значений микротвердости до 4–8 ГПа. Данное изменение, скорее всего, обусловлено прокалыванием алмазной пирамидой исследуемого покрытия. Необходимо отметить, что предварительная обработка криогенными жидкостями оказывает влияние на прочностные характеристики. Данный эффект характерен для обработки металлического субстрата в течение 30 мин и 120 мин. Твердость покрытия возрастает на 9–13 %.

Обработка в жидком азоте сформированного на металлическом субстрате покрытия CrCN приводит к увеличению значений твердости на 9–14 % по сравнению с контрольным образцом. Возможно, это обусловлено уменьшением размеров фаз, составляющих структуру данного покрытия за счет термического удара, которое испытывает покрытие при обработке в жидком азоте.

