УДК 621.3.049.77

Б.И.Коган, А.Л.Майтаков

ПРИМЕНЕНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАНОСТРУКТУРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИЩЕВЫХ МАШИН

Пищевые машины для шелушения, шлифования, измельчения и транспортировки сыпучих и жидких продуктов должны соответствовать высоким требованиям к надёжности, определяемым качеством функциональных поверхностей: коррозионной и износостойкостью, антиадгезионными свойствами, отсутствием взаимодействия с перерабатываемыми продуктами.

Для изготовления деталей пищевых машин и аппаратов используются стали (40Х13, 12Х18Н10Т, 20Х13Н14Г9, ШХ15 и др.), бронзы и бронзали, медь, латунь, титан и сплавы на его основе, серые и износостойкие легированные, отбелённые чугуны, низкоуглеродистые конструкционные стали, биметаллы с плакирующим слоем из стали 08Х17Т и др.

Для придания функциональным поверхностям специфических свойств и трибохарактеристик с большей или меньшей эффективностью применяются многочисленные технологические методы, например, плазменное упрочнение, газопламенное и детонационное напыление, электроискровое упрочнение, закалка, химическое никелирование, финишная абразивная обработка, гальваноконтактное осаждение покрытий, поверхностно-пластическое деформирование, комбинированные методы, в том числе кластерные покрытия ультрадисперсным порошком искусственных алмазов (УДПА).

Нанотехнология определяется как совокупность технических процессов, связанных с манипуляциями молекулами и атомами в масштабах 1 - 100 нм. Новые материалы, получаемые с использованием нанотехнологий, превосходят аналоги микрометрического масштаба по физическим, механическим, термическим и др. свойствам в 1000 раз [1].

Нанотехнология предлагает новые возможности микрообработки материалов и создания на этой основе новых методов технологического обеспечения показателей надежности рабочих модулей пищевых и других машин. Термин «кластер» используется для частиц, включающих небольшое число атомов ($2 \div 10^3$).

Авторами были выполнены исследования по электрохимическому осаждению покрытий из хрома с УДПА, имеющих размеры частиц 4 - 6 нм, на рабочие поверхности деталей пищевых машин и определению износостойкости этих деталей [2].

Алмазные (углеродистые) кластеры введённые в электролит хромирования, благодаря их высокой физико-химической активности, участвуют в процессе электрокристаллизации хрома как затравочные образования.

Вследствие большого числа центров кристаллизация носит массовый многозародышевый характер. Образовавшееся покрытие имеет сверхмалые размеры структурных фрагментов. УДПА, внедряясь в электрохимически осаждаемый металл, нарушает кристаллическую структуру и образует дефекты (дислокации) в кристаллической решётке. Электроосаждаемые покрытия воспроизводят форму упрочняемого изделия, имеют прочное сцепление с основой, снижают коэффициент трения.

Для исследований был применён саморегулирующийся бариевый электролит следующего состава: ангидрит хромовый – 250 г/л, кислота серная – 0,7 г/л, барий сернокислый – 6 г/л, калий кремнефтористый – 20 г/л; ультрадисперсный алмазный порошок (введён в количестве 15 г/л). Режим хромирования: катодная плотность тока $i_к$ = 50 А/дм^2,температура электролита t = (50±5) ^{o}C.

При данном режиме скорость осаждения слоя хрома с УДПА составляет 46 мкм/час. Для нанесения рекомендуемого слоя толщиной 10 мкм расчётное время хромирования составило 14 мин. Эта выдержка применялась при отработке режимов на пробных образцах. Рабочее время хромирования - 20 мин. Активация проводилась в ванне путём реверсирования тока перед хромированием на 20 - 30 сек. для инструмента с полностью шлифованной поверхностью. Частота вращения мешалки 200 об./мин. Подготовка обрабатываемого инструмента проводилась в зависимости от состояния его поверхности. Использовались щелочные моющие растворы, венская известь, абразивные материалы.

Для разрушения окалины лучшие результаты дал раствор следующего состава: кислота соляная - 100 г/л, кислота серная - 270 г/л. Режим травления: температура раствора - 50 - 60 ^{o}C, время – 15 - 25 мин.

В период экспериментальной отработки технологии нанесения кластерных покрытий УДПА установлена необходимость разработки и применения оснастки для выравнивания потенциального поля над обрабатываемой поверхностью (диэлектрические вставки, дополнительные катоды). При этом необходимо исключить возможность накопления дисперсной фазы на элементах оснастки (рис.1).

Для травления детали со следами окалины желательно использовать дополнительную ванну

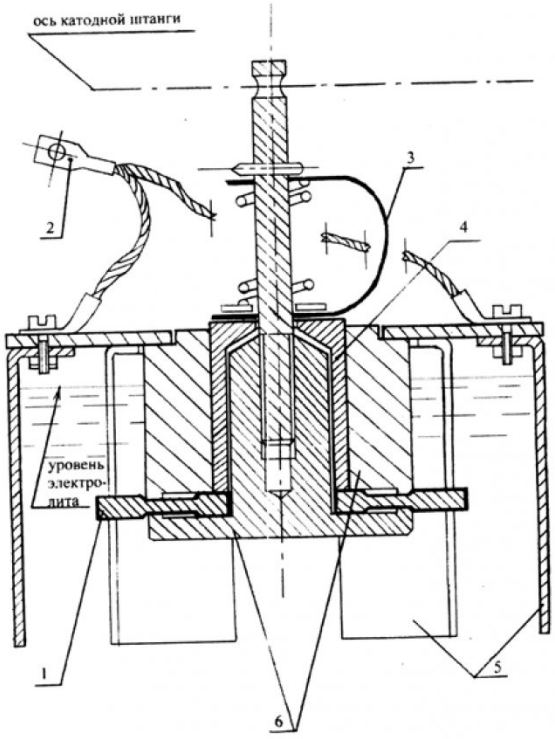

Рис.1. Схема нанесения кластерного покрытия на деталь:
1-деталь; 2-клемма к аноду; 3-перемычка медная; 4-стакан нажимной; 5-анод свинцовый; 6-изоляторы фторопластовые

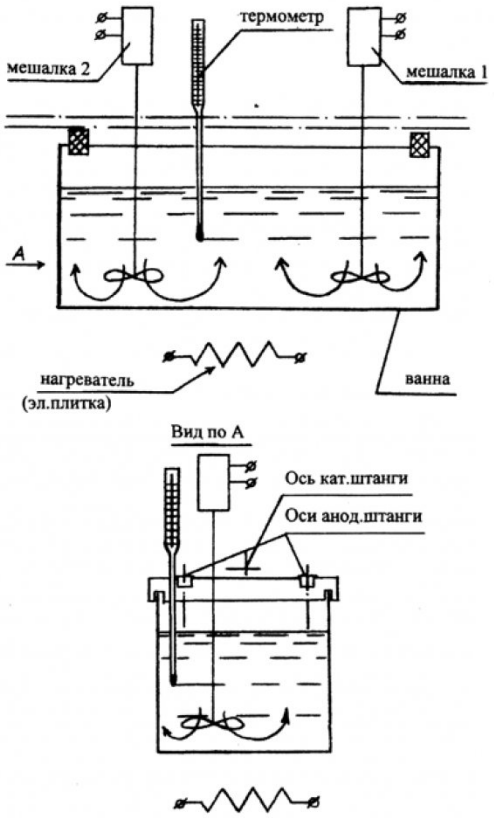

Рис.2. Схема оснащения ванны экспериментальной гальванической установки

со стандартным электролитом хромирования, либо с электролитом, аналогичным основной ванне (за исключением, естественно, алмазного компонента). Изделия при травлении находятся под положительным потенциалом. Тепловой и токовый режим такой же, как и в основной ванне.

Температуру желательно держать даже немного выше, учитывая её снижение при перегрузке. При этом достигается высокое качество травления и снимаются проблемы, связанные с подогревом обрабатываемого инструмента перед нагрузкой в ванну хромирования.

Пробное травление, проведенное в электролите хромирования на экспериментальной установке (рис.2), дало хорошие результаты.

Энергозатраты процесса в 2 - 4 раза ниже, чем при нанесении нитрида титана. Не требуется сложное вакуумное оборудование.

Уже первые опыты нанесения кластерных покрытий УДПА в составе хромовых покрытий показала увеличение стойкости в 1,3÷1,8 раза. Наноструктурные материалы с упорядоченной структурой нанометрического масштаба при использовании в вышеуказанных технологиях позволят повысить надёжность рабочих элементов пищевых машин в несколько раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Меньшутина Н.В.* Введение в нанотехнологию - Калуга: Изд. научной литературы Бочкаревой Н.Ф., 2006. - 132 с.

2. *Коган Б.И., Плотников В.В.* Опыт кластерного покрытия режущих инструментов ультрадисперсным порошком искусственных алмазов. / Инструмент Сибири, 2000, №3(6), С. 8 - 10

Авторы статьи

Коган
Борис Исаевич
- докт.техн.наук, проф. каф. технологии машиностроения КузГТУ
E-mail: tms@kuzstu.ru

Майтаков
Анатолий Леонидович
– канд. техн. наук, зав. каф. технологии металлов КемТИПП
E-mail: may@kemtipp.ru