

В разрешении проблемы, "пуха" исследуются три главные сферы: ПРЯЖА, ВЯЗАЛЬНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ, ВЯЗАЛЬНЫЕ МАШИНЫ.

**Пряжа.** Количество выделяемого пуха зависит прежде всего от вида перерабатываемого сырья. При использовании синтетических волокон проблемы пуха, как правило не бывает. Большая длина этих волокон уменьшает возможность разрыва и всякая ворванная нить не выпадает из общего пучка волокон. Кроме того, они выдерживают механические нагрузки: усилия при изгибании на больших скоростях. Как показал анализ, в основном пух образуется при использовании прежде всего хлопка, затем шерсти и полушерсти. Сухой хлопок особенно ломок. Эта проблема частично может быть решена путем увлажнения воздуха рабочего помещения. Влажность не только уменьшает образование пуха, но и так как она впитывается пухом, то увеличивая его вес, способствует быстрому оседанию.

**Вязальные помещения.** Большое значение в борьбе с пухом имеет система кондиционирования, работающая на основе внутреннего цикла кондиционного и очищенного воздуха, установленная наверху и на уровне пола. Дешевое и наиболее распространенное средство задерживания пуха внутри зоны одной машины - занавеска или перегородка из пластика. Однако отдельные занавесы затрудняют доступ работницы к машине, и при пластиковых перегородках, кроме того, возможность наблюдения за ними.

**Вязальные машины.** Разрешение пуховыделения в данной сфере является наиболее важным, поскольку источником пуха является сама вязальная машина. Выделение пуха на кругловязальных машинах происходит неравномерно. Как показали наблюдения, проведенные на Коссинской трикотажной фабрике на машине типа "Интерлок", наиболее интенсивное выделение пуха происходит в следующих местах:

1. на нитеводах и иглах - 50%
2. на бобинах - 10%
3. на механизме нитеподачи - 15%
4. на остальных узлах - 25%

Приведенные цифры показывают, что наиболее целесообразным является удаление пуха из зон вязания и шпулярики. Пневмосистема кругловязальных машин предназначается именно для этой цели.

УДК 621.357

## **СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ СЕРНОКИСЛО-ПЕРОКСИДНЫЕ РАСТВОРЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕДИ**

**Л.И. Степанова, О.Г. Пуровская**

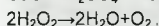
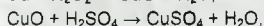
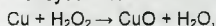
*НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета.  
г. Минск, Беларусь*

Прогресс в области гальванотехники во многом связан с созданием новых технологических процессов, обеспечивающих высокое качество металлических покрытий при одновременном сокращении расхода энергии, химикатов, решении экологических и социальных проблем. Травление используется для подготовки поверхности металлов к проведению последующих операций: нанесению химических или гальванических металлических, лакокрасочных покрытий, фотолитографических масок, пассивированию, анодированию и т.п. Цель такого рода операции заключается в очистке поверхности и создании на ней определенного микрорельефа, обеспечивающего сцепление наносимого в последующем слоя с поверхностью металла. В зависимости от состава и способа изготовления детали из меди и медных сплавов на стадии подготовки поверхности травят в растворах серной, соляной,

азотной или фосфорной кислот, присутствие в растворе небольших количеств нитратов или хроматов интенсифицирует процесс. Широко используемые в настоящее время травящие растворы, как правило, трудно утилизируемые, и с этой точки зрения производство нуждается в их замене на более простые и экологически чистые растворы. В течение последних лет для травления меди и сплавов на ее основе начинают применяться пероксидно-сернокислые растворы. Такие растворы легко утилизируются и характеризуются улучшенной рабочей атмосферой, поскольку в состав раствора входит малолетучая серная кислота, а продуктом распада пероксида водорода является вода. Пероксидно-сернокислые растворы травления после длительной эксплуатации содержат остатки серной кислоты и пероксида водорода, а также значительное количество соли меди в виде сульфата, большая часть которого относительно легко удаляется при подкислении раствора серной кислотой и охлаждении. Окончательная очистка раствора от ионов меди проводится на катионите, вышедший из ионообменной колонки раствор содержит только серную кислоту, и его при соответствующей корректировке можно использовать в производстве. Недостатком пероксидно-сернокислых травящих растворов является необходимость их стабилизации, поскольку пероксид водорода склонен к разложению, а накапливаемые в объеме по мере эксплуатации ионы меди катализируют процесс разложения  $H_2O_2$ .

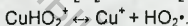
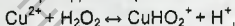
Процессы травления и самопроизвольного и катализируемого ионами меди разложения пероксида водорода протекают в соответствии со следующими реакциями:

в отсутствие ионов меди в растворе

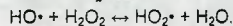
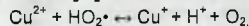
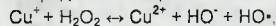


в присутствии ионов меди в растворе:

1. зарождение цепи -



2. продолжение цепи -



Авторами доклада на основании проведенного исследования предложено несколько вариантов эффективной стабилизации сернокисло-пероксидного травящего раствора. Установлено, что скорость травления определяется в первую очередь концентрацией пероксида водорода и ионов меди в растворе, поэтому в состав травящего раствора наряду с серной кислотой и пероксидом водорода необходимо вводить сульфат меди. В качестве стабилизаторов пероксида водорода испытаны сульфокислоты, ароматические гидроксикислоты, амины, имины, амиды, органофосфонаты, полимеры. Показано, что наиболее эффективно стабилизируют раствор некоторые органические амины, ароматические гидроксисоединения и сульфокислоты, причем амины могут выполнять функции как стабилизаторов, так и ускорителей (скорость процесса может возрастать до 3-5 раз). При использовании других стабилизирующих веществ повышение скорости травления достигается дополнительным введением в состав травителей наряду со стабилизатором разложения пероксида водорода ускорителей процесса. Для формирования в результате травления более развитой поверхности в состав растворов необходимо вводить также т.н. модификаторы поверхности: триазолы и тетразолы, кетоны, диолы, циклические спирты, вольфраматы и молибдаты, тиосульфат и т. д.

В результате проведенного исследования предложен следующий состав травителя для меди и медных сплавов (г/л):  $H_2O_2$  - 30-50,  $H_2SO_4$  - 100-150,  $CuSO_4$  - 12-15 стабилизатор в зависимости от природы - 0.5-20 г/л, при необходимости ускоритель-катализатор травления - до 1 г/л и модификатор поверхности - 0.1-2 г/л. При оценке влияния наличия стабилизатора в растворе на концентрацию пероксида водорода и скорость травления установлено, что:

- скорость травления металла в стабилизированном растворе в зависимости от природы стабилизирующей добавки при комнатной температуре составляет 2.5-10

мкм/мин, в свежеприготовленном растворе без стабилизатора – около 2.3 мкм/мин, через сутки скорость травления в отсутствие стабилизатора падает в 5 раз;

- при комнатной температуре концентрация  $H_2O_2$  заметно не убывает при хранении стабилизированного травителя в течение года и более, в отсутствие стабилизатора за 30 суток она убывает на 60-80 %;

- при температуре 60 °С в присутствии стабилизатора через 12 часов концентрация  $H_2O_2$  убывает на 10%, в его отсутствие – на 90 %. В первом случае скорость травления практически не изменяется, во втором – падает в 10-12 раз;

- в процессе эксплуатации раствора в нем происходит накопление ионов меди и снижение концентрации пероксида водорода: при возрастании обработанной площади с 1 до 5  $дм^2$  /л концентрация пероксида водорода падает примерно в два раза, скорость травления при этом снижается в 2-3 раза. Однако, откорректированный по пероксиду водорода раствор работает почти с той же скоростью, что и свежеприготовленный раствор.

Электронно-микроскопическое исследование морфологии поверхности медной фольги до травления и после травления в течение 1 мин показало, что в отсутствие ускорителей процесса в стабилизированном растворе при низкой скорости реакции морфология поверхности медной фольги близка к морфологии поверхности образцов до травления. В присутствии в растворе органического амина, когда наряду со стабилизацией наблюдается ускорение процесса травления, протравленная поверхность характеризуется незначительным микрорельефом и сглаженностью. Шероховатость поверхности заметно повышается, если травитель наряду с органическим амином содержит модификатор поверхности, например, молибдат натрия: в этом случае в результате травления формируется поверхность с ярко выраженной микроструктурой и равномерной шероховатостью при сохранении кинетических параметров процесса и стабильности раствора. Т.о., используя различный набор допирующих веществ, один и тот же раствор можно использовать для микро- и макротравления поверхности меди.

Стабилизированный органическим амином раствор использовался в струйной установке микротравления участка печатных плат ОАО «Горизонт» при подготовке поверхности медной фольги в процессе нанесения лаемых защитных органических покрытий. Испытания показали, что по скорости травления (6-8 мкм/мин), стабильности, формируемой в результате травления морфологии поверхности меди и возможности утилизации после эксплуатации раствор аналогичен закупаемому за рубежом травителю фирмы Lantronik.

УДК 621.357.7

**ЗАЩИТНЫЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ИЗНОСОСТОЙКИЕ  
ПОКРЫТИЯ ИЗ НИКЕЛЯ С ВКЛЮЧЕННЫМИ  
УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМИ ОКСИДАМИ ВОЛЬФРАМА  
И/ИЛИ МОЛИБДЕНА**

***Л.И. Степанова, Т.И. Бодрых,  
Т.В. Свиридова, Г.А. Браницкий***

*НИИ физико-химических проблем Белгосуниверситета,  
г. Минск, Беларусь*

Основной проблемой в области эксплуатации изделий из металлов является улучшение их функциональных свойств, особенно в отношении коррозионного и трибологического износа. Увеличение нагрузок и рабочих температур приводит к тому, что традиционные материалы уже не обеспечивают необходимую износостойкость,