

этих зародышей вырастают полусферические линзообразные микрочаечки, срастающиеся затем в сплошной барьерный слой. При соприкосновении с шестью окружающими ячейками образуется форма гексагональной призмы с полусферой в основании. Под влиянием локальных воздействий ионов электролита в барьерном слое зарождаются поры (в центре ячеек), число которых обратно пропорционально напряжению.

Для формирования пленок, согласно модели Келлера, был создан блок управления источника питания работающий по аналоговой схеме на тиристорной основе. Формирующиеся импульсы тока представляют пилу с максимальным напряжением на пике 520В, диапазон регулировки выходного тока 0 – 5 А, при периоде следования 3-10 мсек, длительностью 1-3 мс. Для сохранения режимов процесса без перехода в микродуговое окислирование, использовался балласт который забирал на себя излишки энергии, в результате до 50% уходило в тепло. После модернизации блока управления получилось изменить характеристики установки. В результате чего более 30% энергии пошло на формирование пленок алюмооксидной керамики, произошло снижение затрат электроэнергии процесса и стабилизации работы источника.

Напряжение питания комплекса, промышленная трех фазная сеть 380 В с частотой 50 – 60 Гц. Мощность источника питания, выделяемая в нагрузке не менее 2,5кВ·А, максимальный рабочий ток 5 А, максимальное выпрямленное напряжение 520В, диапазон регулировки выходного тока, 0 – 5 А, диапазон выходного напряжения 15 – 520 В при периоде следования 3-10 мсек, длительности 1-3 мс.

Таким образом, модифицирование блока управления источника питания высоковольтного электрохимического окислирования позволило сократить токовые потери при проведении процесса, увеличить энергию импульсов, стабилизировать работу блока управления, что сказалось и на повышении качества получаемых пленок алюмооксидной керамики.

УДК 669.58

### **Перспективы применения термодиффузионного цинкования для антикоррозионной защиты стальных упругих элементов**

Константинов В.М., Гегеня Д.В., Булойчик И.А.  
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время, не смотря на наличие серьезной производственной базы в сфере термической обработки изделий, Республика Беларусь не может в полной мере обеспечить себя всеми необходимыми видами упругих элементов. Так, например, существует необходимость импорта пружинных шайб из России или Украины с целью их последующей реализа-

ции на территории Республики Беларусь. Следовательно, перспективу представляет разработка импортозамещающих производств, с применением эффективных энергосберегающих технологий изготовления элементов данного типа с учетом их последующей антикоррозионной обработки.

Одним из альтернативных направлений в сфере получения защитных цинковых покрытий на упругих элементах является термодиффузионное цинкование в порошковых насыщающих средах (ТДС). Особенностью данного метода цинкования является обеспечение диффузионного взаимодействия между насыщаемой поверхностью и насыщающим веществом, в результате чего происходит формирование интерметаллидных диффузионных слоев, обладающих значительно более высокими эксплуатационными характеристиками по сравнению с покрытиями из чистого цинка.

В большинстве случаев, нанесение защитных покрытий на упругие элементы производится непосредственно после окончательной термообработки деталей. Стандартные операции термической обработки элементов данного типа заключаются в закалке и проведении среднего отпуска, с целью формирования оптимальной структуры, обеспечивающие необходимые упругие свойства. Учитывая температурные режимы протекания процесса термодиффузионного цинкования (таблица 1), существует обобщенная возможность замены стандартных операций отпуска данным видом химико-термической обработки.

Применение технологий термодиффузионного цинкования совместно с процессами основной термической обработки пружинных элементов, позволит повысить срок службы изделий с существенным снижением затрат на антикоррозионную обработку, а так же обеспечит создание собственной эффективной технологии производства на территории Республики Беларусь.

УДК 669.771:621.774.32

### **Исследование кинетики, фазового состава и свойств оксидных слоев на сталях, используемых для изготовления прошивных оправок**

Удот А.Ю., Копытко А.В.

Белорусский национальный технический университет

Целью настоящей работы является исследование кинетики образования фазового состава и свойств оксидных слоев на сталях, используемых для изготовления прошивных оправок.

Во время работы оправки подвергаются длительному циклическому воздействию высокой температуры (поверхность оправки разогревается до 800... 1000 °С) и значительного давления, поэтому материал оправок дол-