

ного слоя (до  $10^{-5}$  см), и несколько увеличенная в нём температура. Однако, при этом следует иметь в виду, что разряд при всех режимах обработки должен быть аномальным, т.е. вся поверхность обрабатываемых изделий должна быть покрыта свечением. По мере увеличения загрузки камеры деталями должно возрасть и количество углеродсодержащего газа, необходимого для формирования диффузионного слоя, что обычно обеспечивается увеличением доли этого в газовой смеси, используемой при обработке (если такая возможность имеется), либо повышением давления, что чревато переходом разряда в режим нормального, когда часть изделий в садке может быть не покрыта разрядом.

УДК 551.22.19

Грицук М. В.

## **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Иващенко С. А.*

Специальные физико-механические свойства материалов деталей (коррозионная стойкость, вакуумная плотность, немагнитность) обусловлены особыми условиями эксплуатации. Под особыми условиями эксплуатации понимается: работа в вакууме, воздействие электромагнитного излучения и агрессивных сред, высокие температуры и удельные нагрузки, трение без смазочного материала и др. Естественно, что для обеспечения особых условий эксплуатации деталей и механизмов их рабочие поверхности должны обладать специальными, часто трудносовместимыми физико-механическими и эксплуатационными свойствами: коррозионной стойкостью, вакуумной плотностью, немагнитностью, теплостойкостью, износостойкостью, твердостью, контактной жесткостью и др. Наиболее пригодными для изготовления

деталей, работающих в особых условиях эксплуатации, являются аустенитные хромоникелевые стали, сплавы меди и алюминия. Аустенитные хромоникелевые стали обладают высокой коррозионной стойкостью, немагнитностью, вакуумной плотностью, удовлетворительной обрабатываемостью и хорошей свариваемостью.

Основным элементом, обуславливающим высокую коррозионную стойкость данных сталей, является хром, который обеспечивает способность стали к пассивации. Легирование никелем в количестве 9...12% переводит сталь в аустенитный класс, что позволяет использовать эти стали в качестве жаро- и коррозионностойких, жаропрочных и криогенных материалов. Температурно-временная область склонности аустенитных хромоникелевых сталей к межкристаллитной коррозии в первую очередь определяется концентрацией углерода, содержащегося в твердом растворе. Повышение содержания углерода расширяет область склонности стали к межкристаллитной коррозии. Для устранения этого нежелательного явления хромоникелевые стали стабилизируют титаном или ниобием. По характеру влияния легирующих и примесных элементов на магнитные свойства стали их можно разделить на две группы: первая – хром, кремний (ферритообразующие элементы), вторая – никель, углерод, азот (аустенитообразующие элементы). Влияние титана и ниобия на магнитные свойства хромоникелевых сталей может быть двояким. Находясь в твердой растворе, оба элемента повышают стабильность аустенита в отношении мартенситного превращения. Если титан и ниобий связаны в карбонитриды, то в результате может повыситься температура мартенситного превращения вследствие обеднения аустенита сильными стабилизаторами, которыми являются углерод и азот [1].

Для обеспечения высокой точности и производительности электроннолучевых установок их рабочие элементы должны обладать высокой коррозионной стойкостью, тепло- и износостойкостью, вакуумной плотностью, немагнитностью. При этом особые требования предъявляются к деталям механизмов, осуществ-

ляющих прецизионные перемещения в вакууме, т.е. к направляющим и телам качения. Технические требования на изготовление направляющих предусматривают получение рабочих поверхностей с шероховатостью Ra менее 0,32 мкм, неплоскостностью и непараллельностью не более 2 мкм на длине 150 мм, высокой твердостью (HRCэ более 50), низким коэффициентом трения и отсутствием релаксационных толчков при трогании с места и останове. Тела качения должны обладать высокой несущей способностью, контактной выносливостью, малым коэффициентом трения при достаточной твердости и низкой шероховатости, а также должны быть коррозионностойкими и немагнитными.

Однако применение аустенитных сталей, как и других материалов со специальными физико-механическими свойствами, ограничивается из-за низкой износостойкости, особенно в условиях значительных контактных нагрузок и высоких скоростей скольжения сопряженных поверхностей.

Процесс трения для всех материалов данной группы при особых условиях эксплуатации деталей происходит в режиме схватывания и заедания контактирующих поверхностей, что приводит к их катастрофическому износу и, как следствие, быстрому выходу пары трения из строя.

Поэтому эффективное использование деталей из материалов со специальными физико-механическими свойствами, имеющих высокую тепло- и коррозионную стойкость, вакуумную плотность и немагнитность, возможно при достаточной твердости (HRCэ более 50) их рабочих поверхностей, что позволяет получить требуемые точность и шероховатость. В связи с этим возникает необходимость применения упрочняющей обработки для деталей, изготовленных из таких материалов [2].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ульянов, Е. А. Коррозионностойкие стали и сплавы: Справочник. – М.: Металлургия, 1980. – 208 с.

2. Иващенко, С. А. Анализ методов упрочнения немагнитных аустенитных сталей / С. А. Иващенко. – Минск: Белорусская государственная политехническая академия, 2001. – 18 с.

УДК 621.791.3

Дегалевич А. С., Шахнов Н. С.  
**ПАЙКА В ВАКУУМЕ**

*БНТУ, г. Минск*

*Научный руководитель: ст. преподаватель Бабук В. В.*

Процесс пайки в вакууме сложен и его применяют только для специальных целей, когда другие методы не дают положительных результатов. В вакууме можно паять металлы и сплавы с керамикой, стеклом и графитом, жаропрочные и коррозионно-стойкие стали с алюминием, титаном, вольфрамом и молибденом без предварительного покрытия этих металлов хромом или никелем. В вакууме не рекомендуется паять сплавы и применять припой, содержащие металлы с высокой упругостью паров: цинк, магний, бериллий, марганец, кадмий, фосфор, литий. При нагреве в вакууме эти металлы испаряются раньше, чем произойдет процесс пайки. Достоинства этого метода: в том, что во время нагрева не образуются окислы некоторых металлов, входящих в состав припоев и основного металла; простота управления и безопасность процесса; высокая прочность и пластичность паяных соединений вследствие интенсивной дегазации припоя во время плавления; возможность пайки без флюса.

Недостатки: требуется высококвалифицированная рабочая сила; высокая стоимость оборудования; могут быть использованы припой только определенного состава.

Пайку в вакууме можно выполнить двумя способами: при независимом действии вакуумной камеры и нагревателя, и в печах, вакуумное пространство в которых создается внутри камеры нагрева. Паяльная установка по первому способу со-