

насоса, с помощью замены базового электродвигателя и тем самым повысить КПД насоса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 2018713 Российская Федерация, МПК F04C2/344/5/02. Механический вакуумный насос / Л.Н. Лавренюк. – №4935300/29, заявл. 12.05.1994, опубл. 30.08.1994. – 5 с.

2. Пат. 2195582 Российская Федерация, МПК F04C2/344/5/02. Вакуумный пластинчато-роторный насос / А.В. Малышев. – № 2000117695/06, заявл. 04.07.2000, опубл. 20.06.2002. – 5 с.

3. Пат. 2358158 Российская Федерация, МПК F04C2/344/5/02. Вакуумный пластинчато-роторный насос / А.В. Авдеев, А.Ю. Галкин, В.М. Елькин, В.Г. Охотников, Р.Р. Шехмаматьев. – № 2007130584/06, заявл. 09.08.2007, опубл. 10.06.2009. – 5 с.

4. Пат. 2360147 Российская Федерация, МПК F04C2/344/5/02. Вакуумный пластинчато-роторный насос / А.В. Авдеев, А.Ю. Галкин, В.М. Елькин, В.Г. Охотников, Р.Р. Шехмаматьев. – № 2007138127/06, заявл. 15.10.2015, опубл. 27.06.2009. – 5 с.

5. Пат. EP2587059 В1 Соединенные Штаты Америки, МПК EP20130152172. Портативный, роторный вакуумный насос со съемным картриджем масляного резервуара / С. Грегори. – № WO2006036598A8, заявл. 16.11.2005, опубл. 06.05.2015. – 7 с.

УДК 621.7

Комаровская В.М., Суша Ю.И., Боровок О.А.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

БНТУ, Минск

В основе повышения износостойкости и усталостной прочности деталей лежит воздействие на рабочую поверхность деталей и элементы кристаллической решетки металла путем применения различных видов обработок. Различают следующие виды повышения износостойкости:

1. Термические, термохимические способы:

– Термическая обработка деталей: цель – создание технологических и эксплуатационных свойств детали по всему объему или только на поверхности или одновременно по всему объему и поверхности. Технологические процессы ТО различаются температурой и способом нагрева, скоростью нагрева и охлаждения, закалочной средой и способом охлаждения в закалочных средах.

– Термомеханическая обработка (ТМО). При ТМО совмещаются операции обработки давлением с термической обработкой деталей. При ТМО измельчается зерно и создается определенная структура сплава. В результате этого повышаются прочностные характеристики, а чувствительность сплава к надрезам снижается.

– Поверхностная закалка. Ей подвергают детали из средне- и высокоуглеродистых сталей, а также из чугунов, в которых содержание связанного углерода в металлической основе составляет 0,4–0,85%. Поверхностный нагрев детали осуществляется газовым пламенем (при закалке деталей крупногабаритных и сложной формы), токами высокой частоты (увеличивает срок службы деталей примерно в 3 раза), распыленными электролитами или электроконтактами.

– Термомодиффузионное (химико-термическое) упрочнение – осуществляется в результате насыщения поверхности детали легирующими элементами, которые изменяют химический состав и структуру поверхностного слоя.

– Термохимическое упрочнение – деталь покрывается энерговыделяющими термитными пастами. Термитная смесь состоит из кислородосодержащих веществ и порошков алюминия, магния, железа, кальция и связующего вещества. После поджигания смеси на поверхности детали развиваются температуры до 600–800°C. В результате реакции, легирующий элемент диффундирует в поверхность детали.

2. Электрохимические и электрофизические способы:

– Гальванические способы упрочнения. К ним относят: твердое никелирование (позволяет восстановить размеры деталей и повысить износостойкость, толщина покрытий достигает 2 мм), электролитическое фосфатирование (производят после окончательной механической обработки, в зависимости от

назначения толщину пленки получают от 0,002 до 0,016 мм и более), эмалирование (процесс получения электролитическим путем плотных защитно-декоративных эмалевидных пленок толщиной 0,01–0,12 мм).

– Химические способы нанесения покрытия используются для повышения долговечности и надежности деталей. Поверхность детали проходит предварительную обработку, достигается определенная чистота обработки, производится обезжиривание и протравливание. Затем деталь погружается в ванну с раствором, содержащим необходимый элемент, который оседает на поверхности детали.

– Электроискровое упрочнение. При электроискровом разряде в цепи постоянного тока происходит перенос материала анода на катод. Деталь включается в цепь в качестве катода, анодом служит инструмент из упрочняющего материала. В процессе разряда происходят оплавление тонкого слоя детали, легирование этого слоя перенесенным материалом анода, диффузия легирующего материала под этот слой и наплавка на него материала. В результате быстрого охлаждения происходит термическое упрочнение.

– Электроконтактное упрочнение. Возникает при перемещении инструмента – анода по поверхности детали-катода. За счет переноса легирующего материала, процесса его диффузии и закалки, образуется упрочненный поверхностный слой.

3. Механическое упрочнение поверхностей деталей:

– Пластическое деформирование – происходит изменение формы кристаллов и измельчение зерен сплава. Изменяются физико-механические свойства поверхностного слоя, повышается твердость, прочность, коррозионно-усталостная прочность, контактная выносливость и износостойкость.

– Дробеструйная обработка – проводится на пневматических или центробежных дробометах. Пневматические дробометы используются для обработки внутренних поверхностей или деталей сложной формы (спиральных пружин). Сочетание предварительной упрочняющей термической или химико-термической обработки с обдувкой дробью увеличивает срок службы сварных швов в 3 раза, коленчатых валов – в 9 раз.

– Обкатка роликами и шариками. Уменьшение диаметра ролика и радиуса скругления контактной поверхности повышают глубину и степень наклепа.

– Вибрационная обработка. Кроме упрочнения создает определенный микрорельеф поверхности, который улучшает условия смазки в поверхностях трения. Повышается износостойкость. Способ используется для упрочнения и создания микрорельефа в поверхностях подшипников и цилиндрических втулок ДВС.

– Алмазное упрочнение и выглаживание. Инструмент – кристалл алмаза, имеющий сферическую рабочую часть. Алмаз заделан в оправку. Усилие прижима создается тарированной пружиной. Шлифование создает в поверхностном слое остаточные растягивающие напряжения, которые компенсируются сжимающими напряжениями после алмазного выглаживания.

– Дорнование – применяется для упрочнения и повышения точности и чистоты обработки внутренних поверхностей деталей. Суть процесса заключается в проталкивании или протягивании специальной оправки (дорна) или шарика через отверстие.

4. Напыление покрытий в вакууме:

– Катодное распыление заключается в бомбардировке мишени ионами газоразрядной плазмы и осаждении распыленных частиц на поверхности деталей.

– Ионное осаждение представляет собой термическое формирование покрытий в газовом разряде. Характерная особенность ионного осаждения – использование процесса бомбардировки поверхности основы (катода) потоком ионов высокой энергии как перед осаждением покрытия, для очистки поверхности, так и в процессе формирования покрытия.

– Термическое осаждение покрытий основано на свойстве паров металла осаждаться на поверхности основы-изделия.

Наиболее прогрессивными способами повышения износостойкости и долговечности являются методы напыления покрытий в вакууме.

Каждый из рассмотренных способов имеет определённые достоинства и недостатки. Так, способ катодного распыления, отличаясь большой универсальностью, ограничен сравнительно низкой скоростью осаждения покрытий; термическое осаждение

характеризуется высокой производительностью, но имеет существенный недостаток – низкий коэффициент использования испаряемого материала; применение способа ионного осаждения, позволяющего получать покрытия с высокой степенью износостойкости, ограничено трудностью стабилизации плазмы разряда, а также же сложностью оборудования, связанной с необходимостью использования инертных газов.

УДК 621.793

Латушкина С.Д., Жижченко А.Г., Комаровская В.М.

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ

ФТИ НАН Беларуси, Минск

В современных отраслях промышленности требования к сроку службы и эксплуатационным характеристикам изделий постоянно возрастают, что стимулирует усовершенствование методов модификации поверхности. Перспективным направлением является метод электродугового осаждения покрытий, который позволяет формировать на поверхности изделий многокомпонентные защитные покрытия с высокими физико-механическими свойствами. Основным фактором, ограничивающим возможность использования рассматриваемой технологии, является наличие в плазменном потоке капельной фракции, ухудшающей структуру и эксплуатационные характеристики осаждаемых покрытий. Необходимость осаждения высококачественных покрытий с широким диапазоном свойств обуславливает усовершенствование способов снижения гетерофазности плазменного потока, что особенно актуально при формировании многокомпонентных покрытий на основе нитрида титана.

На основе научных и экспериментальных исследований в лаборатории вакуумно-плазменных покрытий Физико-технического института НАН Беларуси разработан способ вакуумно-плазменного формирования многокомпонентных покрытий при двухкатодном распылении с использованием сепарированных плазменных потоков.