

УДК 621.833

М.В. Песин, доц. канд. техн. наук, Пермский государственный технический университет

6. Повышение долговечности деталей горного машиностроения технологическими методами.

Рассмотрено применение процесса ионно-вакуумного азотирования в импульсной плазме в совокупности со специальной технологией подготовки поверхности для упрочнения деталей горного машиностроения.

Ключевые слова: упрочнение, покрытие, повышения износостойкости.

Упрочнение деталей необходимо для повышения износостойкости и коррозионной стойкости изделий горного машиностроения, например, азотирование производится для увеличения твердости рабочей поверхности канала цилиндра пары «цилиндр-плунжер» на 870...1124 HV с толщиной покрытия не менее 0,2...0,5 мм.

Например, в США для упрочнения цилиндров штанговых насосов применяется закалка ТВЧ и цементация, но наибольшее распространение получили хромирование и азотирование, это связано с более широкой сферой применения данных методов. Полученные с использованием хромирования и азотирования цилиндры СШН обладают высокими коррозионной стойкостью, усталостной прочностью, контактной выносливостью по сравнению с другими методами упрочнения [3].

К сожалению, в настоящее время серийной технологии хромирования внутренней поверхности цилиндров в России нет, в виду сложного оборудования и трудной утилизации хрома Cr^{+6} . Нельзя не отметить опыт ОАО «Ижнефтемаш» в изготовлении хромированных цилиндров. Однако, на сегодняшний момент используются в России в основном, импортные.

В нашей стране широкое распространение получил процесс азотирования цилиндров, который стал бурно развиваться с 90-х годов прошлого века. Этому способствовало и развитие технологий ионно-вакуумного азотирования, появление производительного оборудования для данного процесса. В конечном счёте, усилиями российских машиностроителей (ЗАО «ПКНМ», ОАО «Ижнефтемаш») импорт СШН с азотированными цилиндрами был полностью прекращён, а импорт хромированных цилиндров значительно уменьшен. Авторами были разработаны специальные технологии ионно-вакуумного азотирования (ИВА), которые позволили превзойти импортные хромированные цилиндры

практически по всем показателям. Важнейшее значение имеет и безусловное преимущество азотирования по экологичности.

Традиционная технология ионно-вакуумного азотирования с глубиной 0,25...0,30 мм увеличивает непрямолинейность оси участка цилиндра длиной 1 м в среднем до 0,2 мм, что превышает допуск на этот параметр в 2 раза. Для обеспечения регламентированного стандартами *American Petroleum Institute (API)* и ГОСТом допуска 0,1 мм требуется правка поперечным изгибом, после которой на азотированной поверхности появляются трещины размером 2...5 мкм [2].

Кроме того, после правки для обеспечения гарантированного зазора между цилиндром и плунжером 0,025 мм необходимо хонингование многорядными хонинговальными головками, имеющими жесткий корпус.

Такое хонингование обеспечивает прямолинейность оси канала, но удаляет часть азотированного слоя глубиной до 0,03...0,10 мм.

При традиционном технологическом процессе формирования канала цилиндра и азотирования его поверхности, снижается твердость поверхности в местах удаления припуска с 900 *HV* до 600...650 *HV* [1].

Сравнительные коррозионные испытания азотированного слоя со съемом припуска 2...3 мкм и 50 мкм показали увеличение скорости коррозии в 3 раза, с 0,12 г/м²ч до 0,37 г/м²ч. В совокупности с трещинами на поверхности эксплуатационные свойства такого слоя весьма не велики.

Особенностью нового метода упрочнения азотированием в импульс-плазме является обеспечение максимальной твердости на глубине 0,2 мм азотированного слоя, минимального коробления цилиндра, исключаящую последующую правку изгибом и позволяющего оставлять припуск под окончательное хонингование в пределах 3...5 мкм.

Новая технология азотирования в сочетании с технологией обработки канала цилиндра решили поставленную задачу. Так можно сделать вывод о значительном влиянии параметров технологических факторов на увеличение ресурса деталей машин обработанных по указанной комплексной технологии [4].

Применяемые процессы изготовления цилиндра (многократная расточка канала – от 3 до 7 проходов, правка по оси канала, хонингование многорядными хонинговальными головками до азотирования) обеспечивают прямолинейность оси канала цилиндра в пределах 0,07 мм на каждом метре длины.

На сегодня широкое применение для упрочнения деталей в ПКНМ применяются различные методы: закалка ТВЧ и ТПЧ; газопламенное напыление твердым сплавом с

последующим оплавлением; плазменное напыление; сверхзвуковое напыление, в т.ч. с последующим оплавлением слоя; хромирование, кадмий-хромирование; химическое нанесение никель-фосфорного покрытия.

Наиболее эффективным, особенно для рассматриваемых цилиндров и других деталей машиностроения, оказался метод азотирования. На основании, в том числе собственного опыта применения азотирования, выбор однозначно был сделан в пользу ионно-вакуумного, по следующим причинам: ионное азотирование позволяет в большей степени регулировать образуемые на поверхностях деталей слои по строению и фазовому составу. Кроме обычных технологических параметров, влияющих на формирование упрочненного слоя (номинальная мощность импульсного источника питания; напряжение в импульсе; номинальный импульсный ток; рабочее давление в камере; рабочая температура; максимальный вес обрабатываемых деталей), ионное азотирование имеет ряд дополнительных: давление насыщающего газа, электрические характеристики, межэлектродное расстояние значения которых представляют собой ноу-хау.

Следует заметить, что технологические параметры находятся между собой в сложной и пока недостаточно изученной зависимости. Поэтому, в настоящее время, технологические процессы ионной ХТО основаны на экспериментальном подборе оптимальных режимов диффузионного насыщения.

Данные о наработке оборудования импортного производства свидетельствуют о низком ресурсе СШН с хромовым покрытием в США, Судане и Индонезии применение нашли цилиндры с азотированием и карбонитрированием рабочей поверхности. На сегодняшний день остается актуальной задача определения функциональной взаимосвязи метода окончательной обработки – шлифования, хонингования на износ и ресурс СШН.

В результате применения новой технологии достигнуто [5]:

Расширение технологических возможностей ионных процессов и достижение качественного структурно-энергетического состояния упрочнённых поверхностей:

1. Максимальное увеличение подвижности и проникающей способности плазмы, что обеспечило азотирование сложноконтурных деталей с различными отверстиями и узкими пазами.

2. Исключение образования микродуг, локальной концентрации энергии и, соответственно, перегрева и подгорания острых кромок и углов деталей.

3. Повышение плотности укладки деталей в садке с минимальными зазорами, что увеличило производительность обработки.

4. Обеспечение высокой воспроизводимости и узких допусков в результате обработки разнотипных изделий.

5. Сокращение времени стадий катодной очистки и нагрева до 2...4 часов.

6. Повышена производительность процесса изготовления деталей скважинных штанговых насосов без корректировки технологического процесса.

Базой для создания новой технологии ионного азотирования рассматриваемого в настоящем проекте деталей, послужили собственные разработки авторов проекта, изложенные в публикациях и изобретениях, также результаты исследований по данной тематике большого количества отечественных и зарубежных ученых. Продолжаются, применительно к тематике исследований авторов, рассмотрение закономерностей формирования азотированного слоя, в первую очередь его наноструктурной составляющей, в зависимости от технологических факторов обработки и её условий.

Список литературы:

1. **В.В. Богданов** «Ионное азотирование - прогрессивная технология поверхностного упрочнения». // Передовой опыт №7, 1984;

2. **В.В. Богданов, М.Н. Елтышев Е.Д. Мокронос** «Повышение эксплуатационной надежности скважинного штангового насоса», (ЗАО «Пермская Компания Нефтяного Машиностроения»). Ежемесячный международный научно-технический и производственный журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение» №12/2007 стр.43-44.

3. **Песин М.В., Мокронос Е.Д** «Технологические особенности упрочнения деталей скважинных штанговых насосов». Ресурсосберегающие технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки от нано- до макроуровня. В 2ч.Ч.2: материалы 12-й Междунар. науч.-практ. конф., 13-16 апреля 2010 г./ Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербург гос. политехн. ун-т, Науч.-произв. «Фирма Плазмацентр». – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010г.

4. **М.В. Песин, Е.Д. Мокронос**. Триботехническое упрочнение высоконагруженных поверхностей деталей и создание на этой основе производства изделий нефтегазового назначения. Журнал «Экспозиция. Нефть. Газ» №9/2010 стр.8-9.