

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ НА УПЛОТНИТЕЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ

*Филиппов Д.М., Колесникова К.А.
Томский политехнический университет,
e-mail: kak30@tpu.ru*

Повышение скоростей и мощностей технических агрегатов (двигатели внутреннего сгорания, различные гидроцилиндры и т. д.) требуют повышенных характеристик для различных, в том числе резиновых уплотнений: манжетов, сальников, прокладок и т. п. Большим недостатком используемых резинотехнических изделий (РТИ) является высокий коэффициент трения в паре с металлом, способностью к залипанию, недостаточно высокой износостойкостью в подвижных узлах трения. Повышение износостойкости РТИ достигается введением в состав резиновой смеси антифрикционных добавок, что ведет к снижению пластичности РТИ. Повышение прочности и износостойкости резинотехнических изделий достигается также за счет добавления в «сырую» резину перед вулканизацией различных добавок (которые себя практически исчерпали). Поэтому модифицирование поверхности изделий имеет определенное преимущество, т. к. позволяет улучшить физико-механические свойства готовых изделий, не меняя технологии их изготовления. Большинство методов не дают возможности нанести металлизированное покрытие на резину, по причине высоких рабочих температур установок, вследствие чего резина будет плавиться [1–3].

В качестве эффективного решения проблемы повышения эксплуатационных свойств различных резиновых соединений рассмотрен метод ассистированного покрытия на модернизированных установках ННВ6.6–И1, позволяющих покрывать детали любой конфигурации и назначения металлами и сплавами (Ti, Zr, Cr, Mn, Al, Mo, W, их оксиды, нитриды и карбиды, сплавы и композиции), обладающих различными физико-химическими свойствами. С использованием этого метода появляется возможность заключать резиновые детали в тонкую нанометрическую капсулу из металлов, придавая изделиям новые технологические свойства: повышенную износостойкость, стойкость против химически активных сред, электропроводность и др. Предложенный метод позволяет нанести металлы до критического нагрева резины, и обеспечивает хорошую адгезию. Метод экологичен и не загрязняет окружающую среду. Данный метод позволяет наносить одно- и многослойные покрытия одновременно из нескольких материалов с высокой размерной точностью по толщине.

В связи с выше сказанным, **целью данной работы** было исследование возможности нанесения покрытий на уплотнительные соединения ионно-плазменным методом, а именно:

- подбор защитных материалов для различных условий работы резины;
- определение оптимальной толщины защитного слоя для различных условий работы резины;
- проведение испытания на трение; на износ модернизированной поверхности;
- изучение морфологии поверхности;
- определение температуры возгорания модернизированной резины.

В данной работе исследованы структурные особенности поверхностного слоя резиновых изделий, на которые методом ионно-плазменного напыления, нанесены такие металлы, как Mo+Cr, Ti, и т. д.

Толщина для отдельных видов покрытий варьируется от 20 нм до 420 нм. Скорость нанесения устанавливалась покрытием данного состава при стандартном режиме металлического эталонного образца в течение 60 минут с замером толщины слоя и последующем расчете зависимости толщины покрытия от времени.

Анализ результатов исследований позволяет сделать следующие выводы:

- при использовании ионно-плазменного метода возможно нанесение металлических покрытий на РТИ различного назначения (рис. 1) на промышленных ионно-плазменных

установках типа ННВ, оборудованных ионизаторами, использующими ионизированную плазму металлических катодов в потоке ионов инертного газа;

- металлические покрытия толщиной 80–300 нм наносятся с хорошей адгезией к поверхности резины, не ухудшают ее физико-механические свойства, положительно влияют на служебные характеристики РТИ. Хорошие результаты получены при испытаниях резиновых изделий с покрытиями BrOF 6.5–1.5 и MO+Cr;

- металлические покрытия в 10 раз и более снижают износ РТИ за счет снижения коэффициента трения, в 2–3 раза при контакте со сталью. При этом тонкие, до 120 нм пленки наносимого антифрикционного металла допускают 100 % деформацию резины за счет несплошности покрытия на поверхности РТИ. При деформации, покрытия имеют островковый характер за счет высокой адгезии с выступающим рельефом. Надежная эксплуатация РТИ с покрытиями достигается при нанесении смазки;

- покрытия неподвижных уплотнительных изделий толщиной до 300 нм могут быть использованы в механических соединениях с агрессивной средой и для препятствия высыхания (окисления) поверхностного слоя РТИ;

- высокая электропроводность металлических покрытий обеспечивает устойчивую гальваническую связь деталей конструкций, загерметизированных через металлизированные РТИ. Появляется возможность создания электрических микросхем на эластичной резиновой основе;

- повышение не только износостойкости, но и снижение контактных давлений в сопрягаемых деталях;

- снижение температуры нагрева в процессе работы за счет уменьшения коэффициента трения и контактных давлений;

- устранение термодеструкции резины (преждевременного разрушения деталей) за счет уменьшения контактной температуры;

- снижение энергоемкости гидропневматических систем за счет уменьшения силы трения;

- снижение габаритов и массы гидропневмосистем за счет упразднения (в ряде случаев) системы охлаждения пар трения.



Рис. 1. Уплотнительные соединения с покрытием BrOF 6.5-1.5

Изучение и разработка данного метода показали большие перспективы в области модернизации резинотехнических изделиях. Увеличение эксплуатационного срока благодаря уменьшению коэффициента трения, повышению износостойкости и снижения рабочих температур пар трения.

Список литературы

1. Лахтин Ю.М. Материаловедение: учеб. пособие / Ю.М. Лахтин. – М.: Машиностроение, 1990. – 257 с.
2. Белозеров Н.В. Технология резины: учеб. пособие / Н.В. Белозеров. – М.: Химия, 1979, – 156 с.
3. Ионно-лучевая и ионно-плазменная модификация материалов / К.К. Кадыржанов [и др.]; под общ. ред. Ф.Ф. Комаров., А.Д. Погребняк. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 640 с.