

Галеев И.М., Бланк Е.Д., Тополянский П.А., Зюмченко П.С., Васильев В.Ф.
Повышение износостойкости и герметизирующей способности подвижных соединений уплотнительных устройств. Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки от нано- до макроуровня: В 2 ч. Часть 1: Материалы 13-й Международной научно-практической конференции: СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. - С. 88-90

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И ГЕРМЕТИЗИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

ГАЛЕЕВ И.М., БЛАНК Е.Д. (ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», Санкт-Петербург),
ТОПОЛЯНСКИЙ П.А. (НПФ «Плазмацентр», Санкт-Петербург),
ЗЮМЧЕНКО П.С., ВАСИЛЬЕВ В.Ф. (НПО «ВИНТ», Москва, ОАО «Звёздочка», Северодвинск), Россия

При разделении нескольких сред в машинах и механизмах всегда возникают вопросы герметизации подвижных соединений. Уплотнительные устройства или уплотнения применяются практически во всех отраслях техники. Уплотнения подвижных соединений в значительной степени определяют качественные показатели работы машин и механизмов. Уплотнения с одной стороны предупреждают утечку, например, масла из корпуса машины, а с другой защищают внутренние полости от внешних воздействий. Механизм уплотнительного действия любого подвижного уплотнения обусловлен различными факторами, в том числе и трибологическими аспектами конкретной пары трения.

Среди контактных подвижных уплотнений значительное место занимают уплотнения из резиновых манжет и колец. Условия эксплуатации этих валов характеризуются давлением гидравлической среды до 10 кгс/см^2 , высокой скоростью скольжения до $15\text{-}20 \text{ м/сек}$, диапазоном температур $-50\text{--}+150^\circ\text{C}$, высокими требованиями к герметичности - протечки не более $1,0 \text{ мм}^3/\text{мс}$, ресурс $5000\text{-}10000$ часов работы [1]. Этим требованиям отвечают эластомерные кольца и армированные манжеты по ОСТ 133805157 и ОСТ 13380529. В судовых машинах вышеуказанные манжеты и кольца нашли широкое применение в судовой технике. Однако, наиболее частой причиной выхода из строя уплотнения являются износы и глубокие царапины на поверхностях валов. Контактные поверхности валов всегда подвергаются термообработке до HRC 40-44. Для повышения износостойкости и герметизирующей способности валов были проведены исследования эффективности применения детонационных покрытий. В качестве материалов покрытий были выбраны покрытия на основе Al_2O_3 ($\text{Al}_2\text{O}_3+5\%\text{Cr}_2\text{O}_3$ и $\text{Al}_2\text{O}_3+12\%\text{TiO}_2$).

Исследованиям подвергались следующие покрытия: $\text{Al}_2\text{O}_3+5\%\text{Cr}_2\text{O}_3$ с подслоем из ПРХ20Н80, прочность сцепления покрытия $\geq 60 \text{ МПа}$, HV (1100-1160); $\text{Al}_2\text{O}_3+12\%\text{TiO}_2$ с подслоем из ПРХ20Н80, прочность сцепления покрытия $\geq 60 \text{ МПа}$, HV (900-1100); градиентное покрытие ($\text{Al}_2\text{O}_3+5\%\text{Cr}_2\text{O}_3$), подслоем ПРХ20Н80, прочность сцепления $\geq 60 \text{ МПа}$, HV (1200-1400).

Подслой ПРХ20Н80 наносился не только для повышения прочности сцепления оксидных покрытий, но и для повышения коррозионной стойкости в морской воде системы «основа покрытие».

Триботехнические испытания на машине трения СМЦ-2 проводились при

следующих условиях: схема испытаний «вал - втулка»; скорость трения 2,4 м/сек; удельная нагрузка 15 кгс/см²; путь трения 200 км; среда вода. Покрытия наносились на валы, толщина покрытий - 0,4-0,6 мм

Результаты испытаний (табл.) показали следующее: интенсивность изнашивания всех покрытий меньше, чем у обычных материалов; коэффициенты трения у всех покрытий почти одинаковы.

Таблица. Результаты триботехнических испытаний оксидных покрытий

Материал покрытия	Интенсивность изнашивания I _h		Коэффициент трения
	покрытия	резиновой втулки	
Al ₂ O ₃ +5%Cr ₂ O ₃	(1,0-1,5)*10 ⁻¹¹	(1,2-1,7)*10 ⁻¹⁰	0,03-0,05
Al ₂ O ₃ +12% TiO ₂	(2,0-2,2)* 10 ⁻¹¹	(1,2-1,7)*10 ⁻¹⁰	0,03-0,05
Al ₂ O ₃ +5%Cr ₂ O ₃ (градиентное)	(1,0-1,5)*10 ⁻¹¹	(1,2-1,7)*10 ⁻¹⁰	0,03-0,05

Дальнейшие испытания проводились на стенде НПО «Винт» (Москва).

Испытаниям подвергались уплотнения вал - манжета подруливающих устройств ПУ100Р и ПУ70ФМ. Так как подруливающие устройства обычно используются в условиях мелководья, т.е. в воде присутствует и песок, для упрочнения были выбраны более твердые градиентные покрытия Al₂O₃+5%Cr₂O₃, а значит и более стойкие в условиях возможного абразивного воздействия. Испытания на натурном стенде проводились при скорости вращения 10 м/сек в воде с абразивом (10% по массе кварцевый песок) и без абразива. Контролировались величины износа вала и утечки рабочей среды.

Испытания показали: после 96 часов работы утечки рабочей среды не превышали 0,15 г при допускаемой утечке 1,5 г за 10 часов работы, износа покрытий не обнаружено; при введении 10% абразива в рабочую среду утечки ≤0,01 г за 10 часов работы.

Полученные результаты дают возможность использовать детонационные покрытия на гребных валах, деталях поворотных устройств и механизма изменения шага (МИМ) винтов с регулируемым шагом (ВРШ) и т. д. [2]

Для использования в конструкциях уплотнений было выбрано покрытие Al₂O₃+5%Cr₂O₃ с применением подслоя на основе нихрома. Данное покрытие применяется в рулевых колонках типа ДОК-750.

Литература

1. Уплотнения и уплотнительная техника // Справочник под ред. Голубева А.И., -М.: Машиностроение, 1986
2. Зюмченко П.С., Шепелев М.И., Бланк Е.Д., Галеев И.М. Использование детонационных покрытий при изготовлении и ремонте судовых двигателей. Технология судостроения и машиностроения. Санкт-Петербург: ЦНИИТС, 1995. – С .50-51