

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-34-9-12>

## ПОВЫШЕНИЕ ЗАДИРОСТОЙКОСТИ ТРУЩИХСЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ТРИБОПОКРЫТИЯМИ

*Береснева В.Л., Корнеев А.А.*

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия*

**Ключевые слова:** трибопокрытия, задиростойкость, оборудование легкой и текстильной промышленности, износостойкость, эпилам, схватывание и заедание.

**Аннотация.** В работе рассмотрены вопросы повышения задиростойкости трущихся поверхностей деталей оборудования текстильной и легкой промышленности трибопокрытиями. Показано, что процессы схватывания и заедания достаточно часто возникают в узлах трения технологического оборудования. Для предотвращения этих процессов рекомендуется формировать на поверхностях трения трибопокрытия, состоящие из мягкой металлической основы и эпилама. Проведенные исследования показали, что трибопокрытие уменьшает коэффициент трения более чем в 1,5 раза; продлевает время узла трения при отсутствии смазки; снижает время приработки сопряжение до 3 раз, а также повышает несущую способность сопряжения. Данная технология нанесения трибопокрытия проста в применении, дешевая, экологичная что позволяет ее с успехом использовать для повышения трибологических характеристик узлов трения технологического оборудования легкой и текстильной промышленности.

## INCREASING THE ABRASION RESISTANCE OF RUBBING SURFACES OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY EQUIPMENT PARTS WITH TRIBO COATINGS

*Beresneva V.L., Korneev A.A.*

*Russian State University named after Kosygin A.N. (Technology. Design. Art),  
Moscow, Russia*

**Keywords:** tribocoating, bully resistance, light and textile industry equipment, wear resistance, epilam, setting and jamming.

**Abstract.** The paper considers the issues of increasing the wear resistance of rubbing surfaces of textile and light industry equipment parts with tribo coatings. It is shown that the processes of setting and jamming quite often occur in the friction nodes of technological equipment. To prevent these processes, it is recommended to form tribocoats on friction surfaces consisting of a soft metal base and an epilam. The conducted studies have shown that the tribo-coating reduces the coefficient of friction by more than 1.5 times; prolongs the time of the friction unit in the absence of lubrication; reduces the running-in time of the coupling up to 3 times, and also increases the bearing capacity of the coupling. This technology of applying tribo-coating is easy to use, cheap, eco-friendly, which allows it to be successfully used to improve the tribological characteristics of friction units of technological equipment of the light and textile industries.

Качество работы предприятий легкой и текстильной промышленности очень сильно зависит от технического состояния используемого оборудования. При нормальных условиях эксплуатации поломки деталей данного оборудования происходят достаточно редко, т.к. при их проектировании конструкторы закладывают достаточно большой запас

прочности. Наиболее вероятной причиной выхода из строя деталей является изнашивание их рабочих поверхностей.

При всем многообразии видов изнашивания достаточно опасным является такой процесс как схватывание или заедание [1]. Он приводит к наиболее опасным разрушениям трущихся поверхностей. Данный процесс характеризуется схватыванием, глубинным вырыванием и переносом материала с одной поверхности на другую. Из-за этого на трущихся поверхностях образуются наросты, глубокие борозды, выровы. Все это приводит к катастрофическому разрушению узла трения.

Причиной возникновения схватывания или заедания является уничтожение промежуточных слоев смазки и возникновение так называемого сухого трения, в результате которого начинают контактировать физически чистые поверхности.

Можно выделить холодное и горячее виды схватывания. Холодное схватывание происходит при низких температурах и разрыве масляной пленки вследствие высоких нагрузок. Горячее схватывание происходит при высокой температуре масляной пленки.

Процесс схватывания состоит из трех этапов [2]. На первом этапе происходит переход к граничной смазки узла трения. На втором этапе происходит переход от граничной смазки к металлическому контакту. Это может произойти из-за изменения физико-химических характеристик смазочного материала, высокого контактного давления в зоне трения, ухудшение условий смазывания и т.п. На третьем этапе происходит схватывание металлов и разрушение поверхности узла трения с образованием рисок и выровов. Это ведет к повышению температуры и к дальнейшему усугублению ситуации. И как результат – узел становится совершенно непригодным к дальнейшей работе.

Одним из действенных способов повысить задиростойкость поверхностей трения (особенно в момент приработки поверхностей) является нанесение на его поверхности различных мягких металлических покрытий.

Такие покрытия можно сформировать различными способами, среди которых представляют интерес те, которые нанесены в процессе фрикционного контакта (трибопокрытия) из материала одной из деталей пары трения при воздействии смазочного материала; из смазывающей среды, содержащей специальные присадки; при наличии и при отсутствии смазочного материала; при одновременном воздействии особых факторов, таких, как температура, электрический ток, протекающий через трибонагруженную пару трения, с учетом воздействия электрических и магнитных полей в этом процессе.

Наиболее изученный и применяемый метод – это финишная антифрикционная безабразивная обработка [3]. Покрытие образуется путем взаимодействия технологической среды с поверхностью детали и последующей ее активацией трением. Исследования показали, что данный метод позволяет не только исключить задиры на поверхности трения, но и снизить время приработки деталей и повысить несущую способность сочленений.

Существуют следующие методы финишной антифрикционной безабразивной обработки – фрикционно-электрохимический, фрикционно-механический и фрикционно-химический [4]. Данные методы не универсальны и применимы в определенных ситуациях. Фрикционно-химический способ позволяет нанести покрытие небольшой толщины (1-5 мкм). Это не достаточно, если узел трения будет работать при высоких контактных нагрузках и недостаточной смазке. Фрикционно-механический и фрикционно-электрохимический способы позволяют сформировать более толстое покрытие. Но в любом случае эти покрытия не обладают высокими антифрикционными свойствами.

Для повышения антифрикционных свойств противозадирного покрытия было принято решение ввести в его состав эпиламы – фторсодержащие поверхностно активные вещества.

При контакте с металлической поверхностью молекулы эпилама ориентируются по нормали к поверхности, образуя структуры Ленгмюра, которая помогает удерживать смазочные вещества.

Формирование плёнки возникает вследствие хемосорбции, в которую вступают материал основы и состав эпилама. Это приводит к тому, что полученная пленка обладает очень высокой адгезией. Кроме того, молекулы эпилама активно взаимодействуют кристаллической решеткой основы в местах ее нарушения. Таким образом, сама пленка помогает предотвращать изнашивание контактирующих поверхностей, а ее структура удерживает смазывающие материалы в зоне контакта, исключая сухое трение.

Процесс получения данного трибопокрытия состоит из трех этапов:

- очистка обрабатываемой поверхности;
- образование мягкого металлического покрытия;
- формирование на нем слоя эпилама.

Данным способом можно наносить покрытие, как на плоские поверхности, так и на тела вращения. Для реализации данного способа была изготовлена соответствующая оснастка. Режимы нанесения металлического покрытия: удельная нагрузка 50-80 МПа; скорость скольжения – 0,1-0,2 м/с; перемещение инструмента по поверхности детали – 0,1-0,2 мм/об; число проходов 2-3. Эпилам наносился кистью с последующей сушкой в течение 6 часов при комнатной температуре.

Полученное покрытие испытывалось по ГОСТ 23216-84 на триботехническом комплексе ТК-1. Задиростойкость определялась ступенчатым нагружением образцов (колодка-ролик-колодка), изготовленных из стали 45 (HRC 35) без и с трибопокрытием. Смазывание образцов (маслом И-10А) было разовым, в начале испытаний.

В процессе проведения эксперимента на образцах без покрытия при удельной нагрузке 20 МПа произошел задир на трущихся поверхностях и испытания были прекращены. Образцы с покрытием выдержали нагрузки до 35 МПа без разрушения. Скорость скольжения во всех случаях была 2 м/с.

Дальнейшее исследование образцов на определение их износостойкости и коэффициента трения проводилось при удельной нагрузке 10 МПа и

скорости скольжения 2 м/с. Полученные результаты были обработаны методами математической статистики.

Результаты проведенных испытаний показали, что трибопокрытие уменьшает коэффициент трения более чем в 1,5 раза; продлевает время узла трения при отсутствии смазки; снижает время приработки сопряжение до 3 раз, а также повышает несущую способность сопряжения.

Данная технология нанесения трибопокрытия проста в применении, дешевая, экологичная, что позволяет ее с успехом использовать для повышения трибологических характеристик узлов трения технологического оборудования легкой и текстильной промышленности.

### Список литературы

1. Анферов В.Н., Коваленко Р.К. Выбор критерия для оценки противозадирной стойкости спироидного зацепления // Системы. Методы. Технологии. – 2017. – № 4 (36). – С. 45-51.
2. Гулиев А.А., Шарифова А.В., Аббасов А.Г., Гаджиева С.Х. Исследования повышение задиростойкости деталей уплотняющего узла задвижек фонтанных арматур методом карбонитрации // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 1. – С. 55-61.
3. Корнеев А.А., Прокопенко А.К., Голубев А.П., Терешкин С.А. Финишная антифрикционная обработка деталей узлов трения машин. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2015. – 98 с.
4. Голубев А.П., Прокопенко А.К., Беляев В.И. Теоретические основы повышения ресурса оборудования и режущего инструмента предприятий легкой промышленности плакирующими нанотехнологиями. – М.: ФГБОУ ВПО «МГУДТ», 2014. – 97 с.

### References

1. Anferov V.N., Kovalenko R.K. Selection of criteria for assessing the extreme pressure resistance of spiroid engagement // Systems. Methods. Technologies. 2017, no. 4 (36), pp. 45-51.
2. Guliyev A.A., Sharifova A.V., Abbasov A.G., Gadzhieva S.H. Studies of increasing the bully resistance of parts of the sealing assembly of valves of fountain valves by carbonitration // Actual problems of humanities and natural sciences. 2020, no. 1, pp. 55-61.
3. Korneev A.A., Prokopenko A.K., Golubev A.P., Tereshkin S.A. Finishing antifriction treatment of parts of friction units of machines. – М.: FGBOU VPO "MGUDT", 2015. – 98 p.
4. Golubev A.P., Prokopenko A.K., Belyaev V.I. Theoretical foundations of increasing the resource of equipment and cutting tools of light industry enterprises with cladding nanotechnologies. – М.: FGBOU VPO "MGUDT". 2014, – 97 p.

<b>Береснева Валерия Леонидовна</b> – преподаватель	<b>Beresneva Valeria Leonidovna</b> – teacher
<b>Корнеев Алексей Алексеевич</b> – кандидат технических наук, доцент	<b>Korneev Alexey Alekseevich</b> – candidate of technical sciences, associate professor
korneev-aa@rguk.ru	

Received 24.01.2023