

**ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРВОВИТНОЙ
ПЛЕНКИ**

Е.Г. Дроган

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.Э. Бурлакова

Донской государственный технический университет,

Россия, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, 344000

E-mail: ekaterina.drogan@gmail.com

**TRIBOTECHNICAL OPPORTUNITIES AND MECHANICAL PROPERTIES OF THE SERVICE
FILM**

E.G. Drogan

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.E. Burlakova

Don State Technical University

Russia, Rostov-on-Don, sq. Gagarina, 1, 344000

E-mail: ekaterina.drogan@gmail.com

***Annotation.** The influence of the nature of the carboxylic acid in the composition of the lubricant composition on the tribotechnical characteristics of the copper-steel friction pair is shown. Optimum concentrations of carboxylic acids serving as a lubricating composition have been determined, which make it possible to bring the friction system into selective transfer mode and the technical parameters of tribological tests. It was found that when frictional contact in the "copper-aqueous kapronic acid-steel alloy" system, the friction coefficient reduces to 0.07. In this case, the hardness of the copper film formed on the surface of the steel sample decreases, which may indicate its plasticity. At the same time, the film's roughness is reduced to 26 nm.*

Введение. В настоящее время, многие вопросы, связанные со снижением износа деталей машин и механизмов, остаются нерешенными [1]. Это зависит от различных как физических, так и химических взаимодействий сопряженных поверхностей фрикционных систем, которые влияют на процесс трения [2]. Решающую роль при этом играет состояние поверхностей скольжения с точки зрения твердости и шероховатости [3].

Исследованы триботехнические возможности пары трения сплав меди - сталь в присутствии систематического ряда карбоновых кислот в ряду C₁-C₆, а также изучены механические свойства сервовитной пленки, формирующейся в системе «сплав меди – водный раствор карбоновой кислоты - сталь».

Материалы и методы исследования. Трибологические испытания пары трения сплав меди-сталь проводили на машине трения торцевого типа АЕ-5. В качестве смазочной среды выступали водные растворы одноосновных карбоновых кислот (муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая, капроновая) с концентрацией 0,05, 0,1, 0,2 моль/л при нагрузке 98 Н. Для определения элементного состава сервовитной пленки использовали качественный рентгенофазовый анализ (РФА) по методу порошка, который выполняли на дифрактометре ARL`XTRA в фильтрованном Cu K_α излучении с длиной волны 1,540562 Å в интервале от 5° до 90° при скорости сканирования 5°/мин. Топографию

поверхности и шероховатость пленки исследовали с использованием атомно-силовой микроскопии на FFM PHUWE. Механические свойства образующейся на стальной поверхности образца при трении сплава меди по стали сервоитной пленки определяли с помощью инструментального наноиндентирования, выполненного на оборудовании РЦКП НОЦ «Материалы» на твердомере Nanotest 600¹ с использованием индентора Берковича с алмазным наконечником при постоянной температуре с приложением нагрузки 5 мН.

Результаты. Обнаружено, что при фрикционном взаимодействии пары трения сплав меди – сталь в водных растворах карбоновых кислот на поверхности стального диска формируется сервоитная пленка. Изучение длительной эволюции коэффициента трения в водных растворах одноосновных карбоновых кислот показало его снижение в ряду кислот при переходе от муравьиной к капроновой кислоте (при увеличении количества атомов углерода в основной цепи молекулы) до 0,007, рис. 1. При этом, как следует из результатов атомно-силовой микроскопии, шероховатость сервоитной пленки на поверхности стального образца уменьшается до 26 нм, а ее сплошность увеличивается [4].

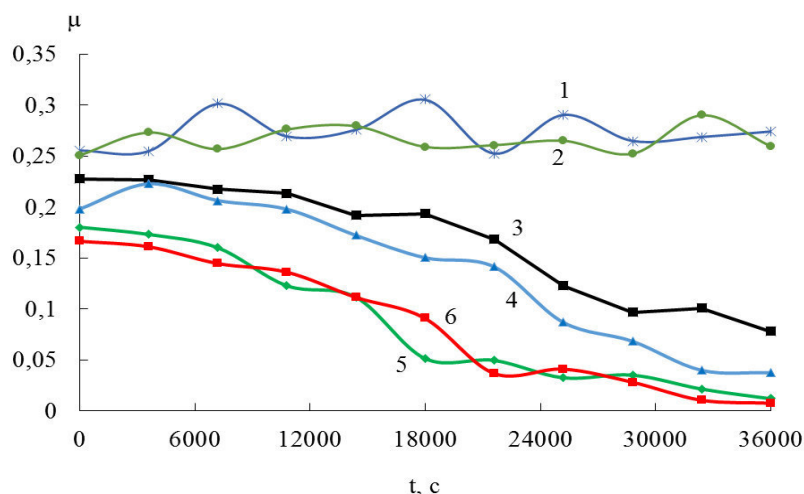


Рис. 1. Эволюция коэффициента трения в системе «латунь-водный раствор кислоты-сталь», $C = 0,1$ моль/л. 1 – муравьиная кислота; 2 – уксусная кислота; 3 – пропионовая кислота; 4 – масляная кислота; 5 – валериановая кислота; 6 – капроновая кислота

Обнаружено в результате длительных трибологических исследований, что оптимальной концентрацией кислоты, обеспечивающей переход системы в режим избирательного переноса в составе смазочной композиции составляет 0,1 моль/л для всех кислот.

Результаты рентгенофазового анализа показали, что основной фазой сервоитной пленки является медь, причем концентрация ее на поверхности стального образца при переходе от C_1 к C_6 увеличивается. Исследование механических свойств с помощью наноиндентирования [5] показали уменьшение твердости формирующейся на поверхности стального образца сервоитной пленки при фрикционном контакте латуни и стали 40Х в водных растворах кислот в ряду при переходе от муравьиной к капроновой кислоте, рис. 2а., что может быть обусловлено увеличением ее пластичности. Как видно из

¹ (<http://nano.donstu.ru>)

рис. 2б, глубина вдавливания индентора увеличивается при переходе от муравьиной к пропионовой кислоте. Для ряда кислот масляная – валериановая – капроновая она остается практически неизменной и составляет порядка 100 нм.

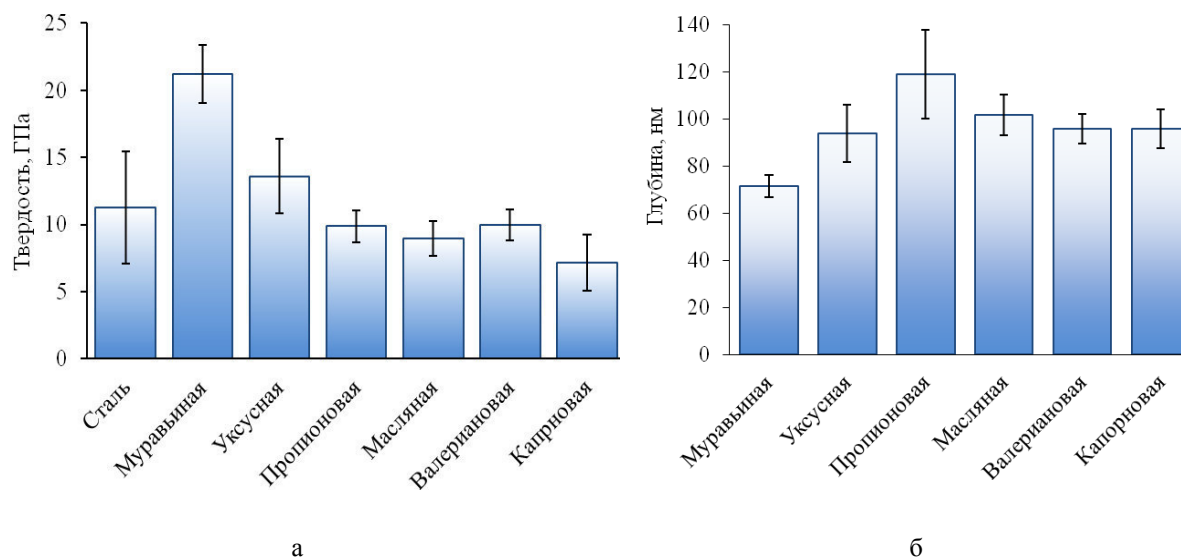


Рис. 2. Результаты наноиндентирования а – зависимость твердости пленки от природы карбоновой кислоты в составе смазочной композиции, б – зависимость глубины внедрения индентора от природы карбоновой кислоты в составе смазочной композиции

Заключение. Таким образом, обнаружено влияние природы карбоновой кислоты на трибологические свойства пары трения сплав меди – сталь, а также механических свойства сервоитной пленки, формирующейся при трении в системе «латунь – водный раствор кислоты – сталь».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаркунов, Д. Н. Триботехника (износ и безызносность) / Д. Н. Гаркунов. — Москва: Издательство МСХА, 2001 – 616 с.
2. Бурлакова, В.Э. Трибоэлектрохимия эффекта безызносности / В.Э. Бурлакова. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2005. – 209с.
3. Wieleba W. The statistical correlation of the coefficient of friction and wear rate of PTFE composites with steel counterface roughness and hardness / W. Wieleba // Wear. – 2002 (252). – P. 719–729.
4. Бурлакова В.Э. Влияние природы органической компоненты на триботехнические свойства системы «бронза-водный раствор карбоновой кислоты-сталь» / В.Э. Бурлакова, А.А. Новикова, А.А. Калиниченко, Е.Г. Дроган // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2015. – Т.15(84). – №4. – С. 41–47
5. Садырин Е.В. Исследование механических и микрогеометрических характеристик покрытия TiN на подложке из стали 40Х, нанесенного методом ионно-плазменного напыления / Е. В. Садырин, Б. И. Митрин, Л. И. Крнев, С. М. Айзикович // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2015. – №4 (83). – С. 37–45.