

2. Шишков В.А., Образование поверхностей резанием по методу обкатки. / В.А. Шишков – М.: Машгиз, 1951. –152с.

3. Radzevich, S.P., *Theory of Gearing: Kinematics, Geometry, and Synthesis*, 2<sup>nd</sup> Edition, CRC Press, Boca Raton, Florida, 2018. – 712 pages. [First edition: Radzevich, S.P., *Theory of Gearing: Kinematics, Geometry, and Synthesis*, CRC Press, Boca Raton, Florida, 2012, 743 pages.].

4. Radzevich, S.P., *Gear Cutting Tools: Science and Engineering*, 2<sup>nd</sup> Edition, Boca Raton Florida, 2017, 564 pages. [First edition: Radzevich, S.P., *Gear Cutting Tools: Fundamentals of Design and Computation*, Boca Raton Florida, 2010. – 754 pages.].

УДК 621.923.4:621.922.34

**Рыжов Ю.Э., канд. техн. наук**

Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, [torsion.rue@gmail.com](mailto:torsion.rue@gmail.com)

**Абрамова С.Л., вед. инженер**

Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, [pchelasp@ukr.net](mailto:pchelasp@ukr.net)

### **УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПРИ ФИНИШНОЙ ОБРАБОТКЕ**

Всю совокупность технологических методов получения деталей машин с требуемыми свойствами можно разделить на три основные группы [1-3]: 1) методы получения материалов для изготовления деталей машин; 2) химико-термические, электронно-лучевые, ионно-плазменные методы обработки; 3) финишные методы механической обработки поверхностей.

Недостаточная разработанность на сегодняшний день методов первой и второй групп применительно к условиям массового производства, а также их относительная дороговизна и сложность реализации, делает наиболее приемлемыми для широкого и универсального применения финишные методы механической обработки поверхностей деталей пар трения. Роль смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС) в процессах финишной обработки металлов и, в частности, в формировании поверхностных слоев деталей и повышении их износостойкости описана в научно-технической литературе крайне ограниченно.

Легирующие элементы, содержащиеся в активных компонентах СОТС, существенно, даже в микроконцентрациях, изменяют упруго-пластические характеристики кристаллической решетки железа. С другой стороны, модифицированные поверхностные слои начинают выполнять роль органично связанных с объемом тонких пленок, которые во время деформации влияют на упрочнение и пластичность уже значительно больших приповерхностных микрообъемов стали [4]. Вот почему СОТС, обеспечивая различные толщины науглероженных и оксидных слоев стали, обуславливают формирование различной шероховатости и трибологических свойств ее поверхности.

На основании проведенных в ИСМ НАН Украины и УкрНИИ НП "МАСМА" исследований была разработана универсальная микроэмульсионная СОТС "Трибол" [5]. Разработанная СОТС прошла лабораторные испытания на коррозионную, бактерицидную, антипенную стойкость, стабильность при хранении концентрата и 3-6%-ного водного раствора и признана соответствующей действующим стандартам.

Поскольку в большинстве случаев при изготовлении стальных деталей прецизионных пар трения после обработки поверхностей методами хонингования или суперфиниширования [6] применяется доводка пастами на основе карбида титана или алмазных микропорошков были проведены исследования по применимости разработанной СОТС "Трибол" в доводочных составах. Для доводки металлических поверхностей, как правило, применяются жировые пасты зернистостью 10/7 и 5/3. С целью выяснения вопроса повышения эксплуатационных свойств стальных деталей пар

трения после доводки в жировую алмазную пасту производства ИСМ НАН Украины зернистостью АСМ 10/7 было добавлено 6% концентрата СОТС "Трибол". Результаты исследования обработанных поверхностей стали ШХ 15 приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, при сухом трении присутствие концентрата СОТС "Трибол" в составе жировой алмазной пасты практически не оказывает влияния на эксплуатационные характеристики сформированных при доводке поверхностей (коэффициент трения  $f$ , нагрузка сваривания  $P_{св}$ ). При работе в среде дизельного топлива (ДТ) те же поверхности характеризуются повышенной несущей способностью (показатель предельной нагрузки  $P$ ) и более низким коэффициентом трения ( $\mu$ ). Снижение коэффициента трения стальных деталей в среде ДТ на 30% и повышение несущей способности рабочей поверхности на 30-35% является одним из путей повышения долговечности деталей прецизионных пар трения, например, топливной аппаратуры дизельных двигателей (топливных насосов, форсунок и т.д.).

Таблица 1. – Сравнительные испытания образцов из стали ШХ15 на машинах трения после доводки пастами

Алмазная паста жировая	Сухое трение (Optimol SRV)		Трение в ДТ (микротрибометр)	
	$f$	$P_{св}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\mu$	$P$ , МН/м <sup>2</sup>
АСМ 10/7	0,43	107	0,0042	520
АСМ 10/7 + 6% СОТС "Трибол"	0,42	110	0,0031	800

Наряду с лабораторными исследованиями влияния на трибологические свойства формируемых поверхностей стальных деталей были проведены предварительные производственные испытания разработанной СОТС "Трибол" на различных операциях финишной алмазно-абразивной механической обработки.

Необходимо отметить простоту приготовления рабочих растворов СОТС "Трибол", их контроль в процессе эксплуатации (определение концентрации, величины  $pH$  и т.д.). Коррозия на поверхности деталей и оборудования в течение испытаний отсутствует. СОТС "Трибол" обеспечивает требования технологического процесса – заданную шероховатость поверхности, точность обработки, стойкость инструмента, улучшаются условия труда на рабочем месте, сформированные поверхности после обработки имеют повышенные антизадирные свойства, что является важным фактором в процессе приработки деталей.

#### Список ссылок

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. Т.1 / [В.Б. Борисов и др.]. – М.: Машиностроение, 1985 – 655с.
2. Соловьев С. Н. Основы технологии судового машиностроения: Учебн. пособие. / С.Н. Соловьев. – Л.: Судостроение, 1983.– 358 с.
3. Гаркунов Д.Н. Триботехника / Д. Н. Гаркунов. – М.: Машиностроение, 1985.– 424 с.
4. Влияние смазочных сред и присадок к маслам на контактно-фрикционную и объемную усталостную прочность / [Бронштейн Л.А., Фурман А.Я. и др.] //Трение и износ, 1985.– №2.– С. 301–311.
5. Деклараційний патент України № 50365А. Концентрат технологічного засобу для фінішної обробки металів / Процишин В.Т., Рижов Ю.Е. та ін., 2002. – Бюл. «Промислова власність». – №10.
6. Рижов Ю.Е. Вплив водозмішувальних мастильно-холодильних рідин на стан поверхні високоміцних сталей під час фінішної обробки / Рижов Ю.Е., Міщук О.О., Процишин В.Т. // Нафтова і газова промисловість, 2000.– №2.– С. 53-56.