

0,3...0,5 (табл. 2). Можно прогнозировать, что высокий уровень ускорений в бигармоническом режиме позволяют существенно повысить технологические показатели процесса классификации трудногροхотимых материалов, обезвоживания и дешламации за счет переменного по модулю и направлению инерционного воздействия на обрабатываемый материал. Такой способ интенсификации технологического процесса может найти широкое применение в современных конструкциях вибрационных машин различного назначения – грохотах, конвейерах питателях, смесителях, дробилках, мельницах и т.д. Полученные зависимости послужили основой создания вибрационного бигармонического грохота нового типа [5, 6].

**Список литературы:** 1. Erlenstadt G. Die DF-Siebmaschine // Aufbereitung-Technik. – 1972. – V.13. - №7. – S. 432-434. 2. Старек С., Шмиглек Й., Турек О. Новое поколение вибрационных грохотов серии VFT // Чехословацкая тяжелая промышленность. – 1987. – XIII. – С. 26-28. 3. Грохоты типа DF. Проспект фирмы «RHEWUM», - 2003. 4. Соломичев Н.Н., Букин С.Л., Сергеев П.В. Стендовые испытания процесса грохочения зернистых материалов в бигармоническом режиме // Сб. “Обогащение полезных ископаемых”.- Днепропетровск: Вып. 5(46).- 1999.- С. 38-44. 5. Букин С.Л., Лютый А.П., Маслов С.Г. Новые обезвоживающие виброгрохоты инерционного типа с бигармоническим режимом работы // Сб. науч. тр. по мат. междунаро. науч.-практ. конф. «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании ‘2006». – Одесса: Черноморье, декабрь 2006 г. С.31-34. 6. Букин С.Л., Маслов С.Г., Лютый А.П. Патент Украины на изобретение. Вибрационный грохот. № а 2007 04711 В07В1/40.

Сдано в редакцию 16.05.07

## СВОЙСТВО СВЕРХПРОВОДИМОСТИ НАНОСТРУКТУРНОГО СЛОЯ В ЗОНЕ КОНТАКТА ПОВЕРХНОСТЕЙ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ИЗ ТОКОПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Бутенко В.И., Кулинский А.Д., Рыбинская Т.А., Шаповалов Р.Г.  
(ТТИ ЮФУ, Таганрог, Россия)

*The electronic conductivity of a nanostructure layer arising in units of friction of conductors of an electrical current is investigated and is shown, that under certain conditions she comes nearer to superconductivity.*

**Введение.** Исследования в области контактного взаимодействия поверхностей твердых тел непрерывно ведутся в течение двух последних столетий. Однако до сих пор нет строгой научной теории, объясняющей явления, происходящие при контактном взаимодействии твердых тел в различных механических системах и средах.

В исследованиях многих ученых [1–3] показано, что при определенных условиях в зоне контакта поверхностей твердых тел образуется наноструктурный слой, обладающий свойствами, отличающимися от свойств материалов контактирующих тел. Именно от состояния и свойств этого слоя зависят такие эксплуатационные характеристики сопряжения, как износостойкость, коррозионная стойкость, прочность и другие.

**Целью** настоящей работы является исследование электропроводимости наноструктурного слоя, возникающей в трибосопряжении токопроводящих материалов и определяемой через величину электродвижущей силы.

В экспериментах по определению электродвижущей силы в различных трибосопряжениях использовалась установка, описанная в работе [4] и имеющая специальную схему измерения электродвижущей силы в зоне контакта (рис. 1). Меняя положение переключателя 4, можно попеременно фиксировать величину электродвижущей силы между: 1) наноструктурным слоем 3 и материалом подвижного образца 1; 2) вдоль наноструктурного слоя 3; 3) наноструктурным слоем 3 и материалом подвижного образца 2. Таким образом становится возможным проводить сравнительные исследования электродвижущей силы между различными зонами контактного взаимодействия образцов из токопроводящих материалов.

На рис. 2 и 3 приведены графики изменения величины электродвижущей силы  $U$  различных пар трения от температуры и давления, из анализа которых следует, что ее величина вдоль наноструктурного слоя практически в 20–50 раз выше, чем по другим направлениям. Это косвенно свидетельствует о том, что наноструктурный слой обладает высокой проводимостью для свободных электронов контактируемых материалов, приближающийся к сверхпроводимости. При этом изменение величины электродвижущей силы  $U$  вдоль наноструктурного слоя от давления и температуры в зоне контакта происходит значительно сильнее, чем между наноструктурным слоем и материалами контактирующих образцов.

Следовательно, проникая из контактирующих материалов в наноструктурный слой, свободные электроны практически беспрепятственно перемещаются вдоль слоя, создавая значительный по величине поток электронов. Учет выявленного свойства сверхпроводимости наноструктурного слоя в зоне динамического контакта поверхностей деталей представляется важным при создании узлов трения двигателей в автомобильной и авиаракетной промышленности.

Исследования электродвижущей силы  $U$  вдоль наноструктурного слоя при статическом контакте поверхностей твердых тел показали (рис. 4, 5), что ее величина оказывается значительно ниже, чем между наноструктурным слоем и материалами контактирующих образцов. По-видимому, это объясняется наличием в слое субзерен с ярко выраженными границами, которые являются эффективными препятствиями для движения свободных электронов материалов

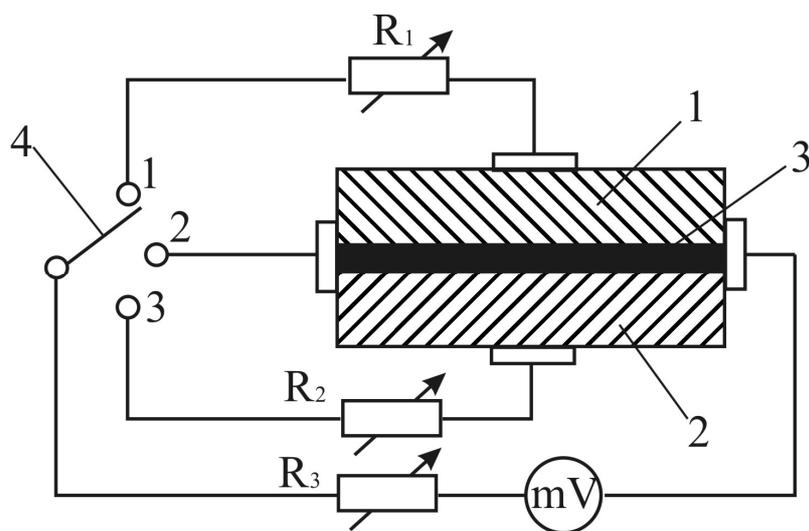


Рис. 1. Принципиальная схема определения электропроводимости наноструктурного слоя:  
1 – подвижный образец; 2 – неподвижный образец;  
3 – наноструктурный слой; 4 – переключатель

контактирующих образцов. Однако такое строение наноструктурных слоев приводит к накоплению в них свободных электронов, что приводит к повышению суммарного статического электропотенциала  $U_{\Sigma}$  в зоне контакта от продолжительности контактного взаимодействия материалов  $\tau$  (рис. 6).

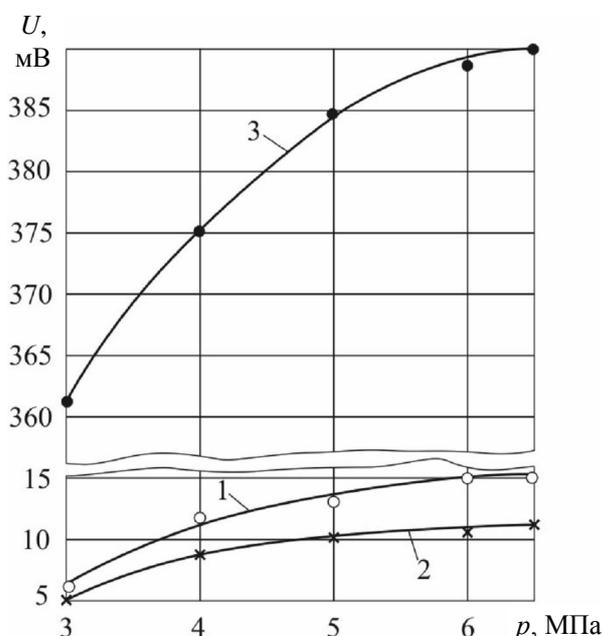


Рис. 2. Изменение величины электродвижущей силы  $U$  от давления  $p$  пары трения «сталь 45 – медь М4» при температуре в зоне контакта  $\theta=400^\circ\text{C}$ : 1 – наноструктурный слой – медь М4 (подвижный образец), 2 – наноструктурный слой – сталь 45 (неподвижный образец); 3 – вдоль наноструктурного слоя;  $V_{ск}=0,5$  м/с

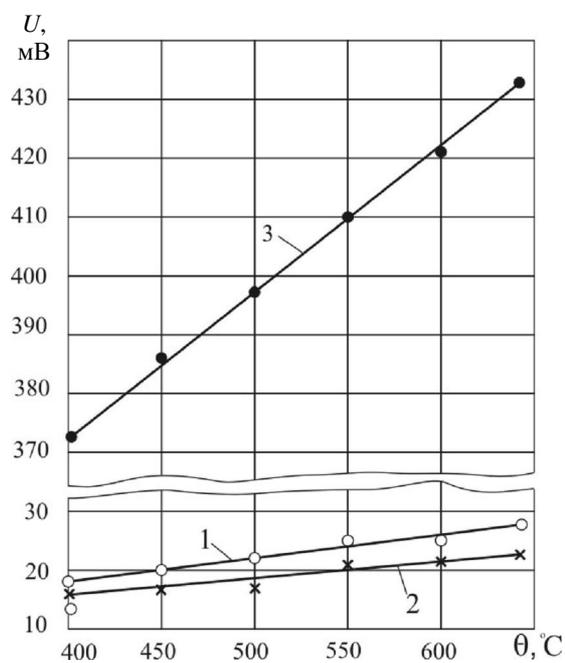


Рис. 3. Изменение величины электродвижущей силы  $U$  от температуры  $\theta$  в зоне контакта пары трения «сталь 45 – медь М4» при давлении  $p=4$  МПа: 1 – наноструктурный слой – медь М4 (подвижный образец), 2 – наноструктурный слой – сталь 45 (неподвижный образец); 3 – вдоль наноструктурного слоя;  $V_{ск}=0,5$  м/с

Накапливание статического электричества в зоне контакта материалов снижает их коррозионную стойкость и прочность соединения.

**Выводы.** Комплекс выполненных исследований показывает, что при контактном взаимодействии материалов на железоуглеродистой основе сдвигает точку реального возникновения наноструктурного слоя по температуре до 600–800°C, по давлению до 5–6 МПа. При этом электропроводимость наноструктурного слоя в 40–80 раз выше проводимости основных контактируемых материалов.

Особенность образующегося в зоне контакта поверхностей твердых тел наноструктурного слоя является его высокая управляемость, что открывает новые возможности в создании работоспособных конструкций узлов деталей машин, эксплуатируемых при высоких температурах и давлениях.

При этом возможны как технологические (например, создание в процессе обработки температуростойких тонких приповерхностных слоев), так и эксплуатационные пути управления состоянием наноструктурных слоев в зоне контакта поверхностей деталей. Установлено, что ламеллярность строения наноструктурных слоев в зоне контакта материалов железоуглеродистых сплавов становится более ярко выраженной, если на одну из контактных поверхностей предварительно нанести мягкое свинцово-оловянное покрытие толщиной (0,01 – 0,02) мм. Наличие такого покрытия структурирует материал наноструктурных слоев, переводя его в пневможидкостное состояние, близкое по своим свойствам к гидродинамической смазке в случае динамического контакта поверхностей деталей. Для описания таких слоев могут быть использованы положения о

термоэлектродинамических фаз материалов, находящихся в экстремальных условиях эксплуатации.

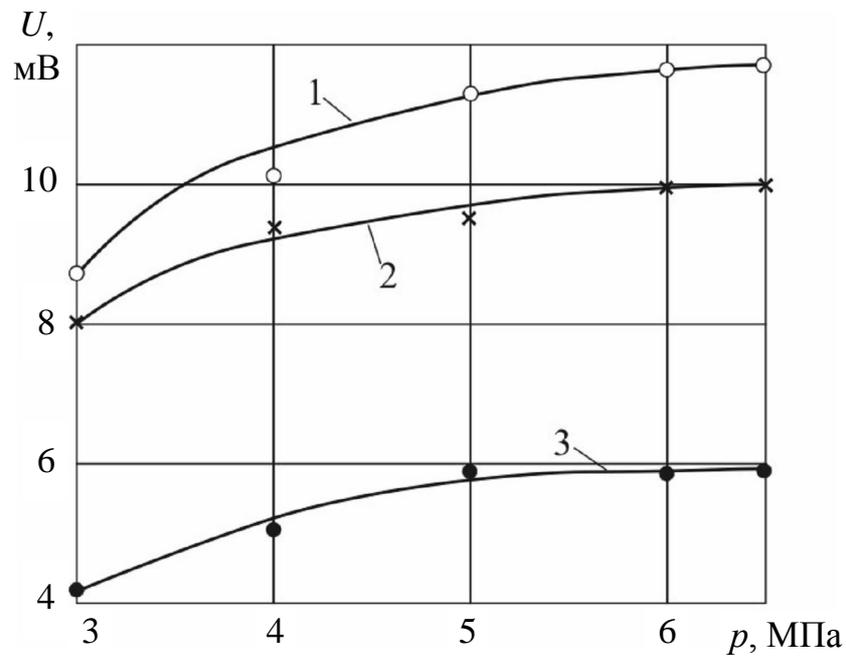


Рис. 4. Изменение величины электродвижущей силы  $U$  от давления  $p$  при статическом контакте образцов «сталь 45 – медь М4»: 1 – наноструктурный слой – медь М4, 2 - наноструктурный слой – сталь 45; 3 – вдоль наноструктурного слоя;  $\theta=400^\circ\text{C}$

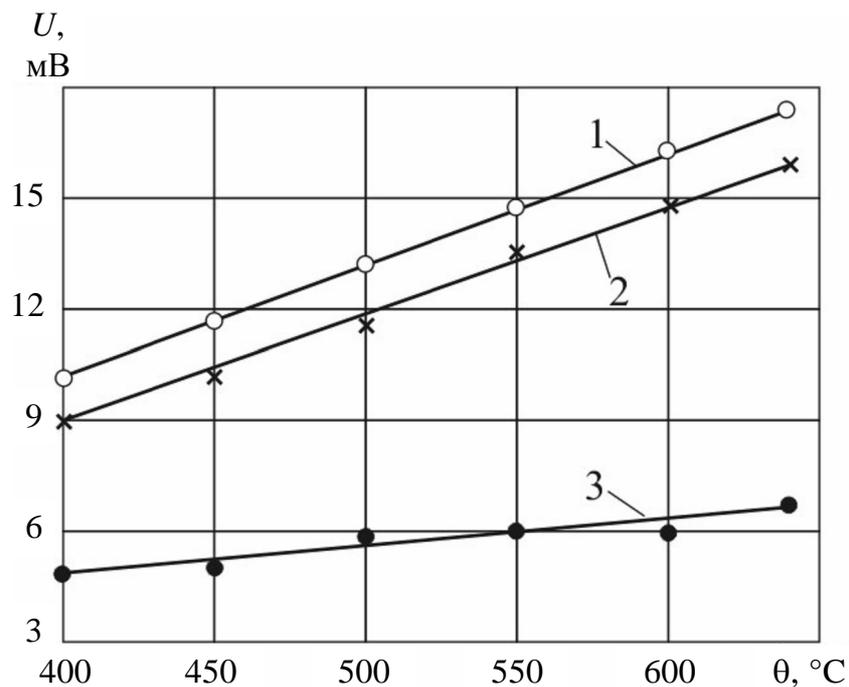


Рис. 5. Изменение величины электродвижущей силы  $U$  от температуры в зоне статического контакта образцов «сталь 45 – медь М4»: 1 – наноструктурный слой – медь М4, 2 - наноструктурный слой – сталь 45; 3 – вдоль наноструктурного слоя;  $p=4\text{ MPa}$

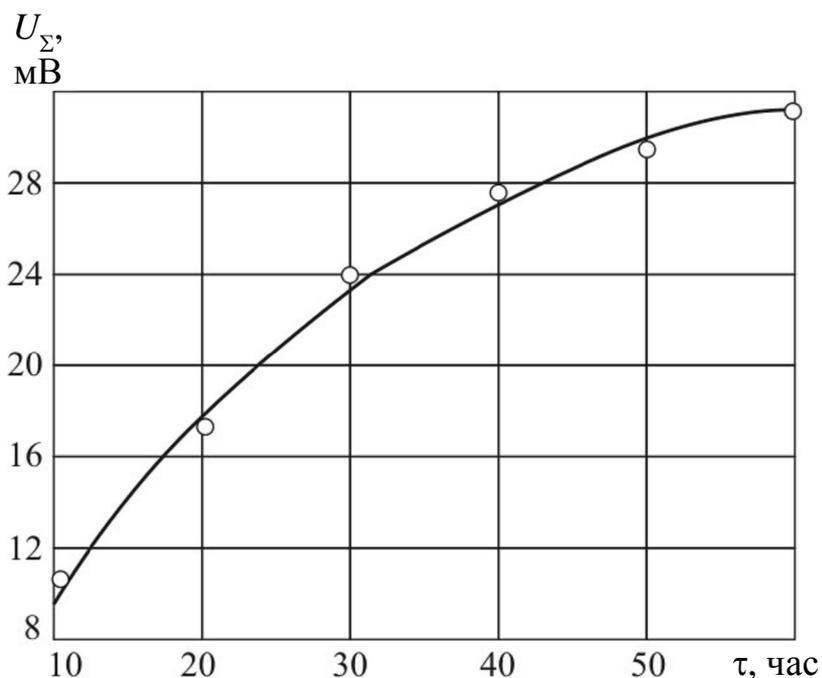


Рис. 6. Изменение суммарного статического электропотенциала  $U_{\Sigma}$  в зоне контакта от продолжительности контакта  $\tau$  «сталь 45 – медь М4»:  $p=5$  МПа,  $\theta=450^{\circ}\text{C}$

**Список литературы:** 1. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. – М.: Машиностроение, 2003. – 247 с. 2. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 192 с. 3. Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам. / Под ред. П.П. Мальцева. – М.: Техносфера, 2005. – 396 с. 4. Бугенко В.И., Диденко Д.И. Способ триботехнических испытаний. Патент РФ № 2263298, МКИ G 01N3/56. Заявл. 06.04.2004. Оpubл. 27.10.2005. Бюл. № 30.

Сдано в редакцию 15.05.07

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГИПЕРБОЛОИДНОГО КОЛЕС

Витренко В.А., Воронцов Б.С. (ВНУ им. В.Даля, г.Луганск, Украина)

*The article investigates profiling of wheels produced from a work-piece of “one-cavity hyperboloid” type. Technological peculiarities of production have been investigated.*

Гиперboloидные передачи обладают целым рядом преимуществ. Об этом свидетельствуют исследования ученых, как в нашей стране, так и за рубежом [1-5]. Однако широкому внедрению гиперboloидных зубчатых передач, частным случаем которых являются цилиндригиперboloидные передачи, мешает отсутствие хорошо отработанных технологий изготовления гиперboloидных колес.

Заготовка гиперboloидного колеса имеет вид однополостного гиперboloида. Такие заготовки могут быть изготовлены по копиру (что вызывает определенные затруднения) или при помощи дискового резца с торцовой режущей поверхностью на универсальном станке по схеме, показанной на рис. 1.