

3. Предлагаемые трибофизические модели составляют феноменологические основы квантовой теории, сверхпластичности и сверхпроводимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ивасьшин Г.С. Научные открытия в микро- и нанотрибологии // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2008. – №4. – С. 24–27.
2. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977, – 526с.
3. Thiessen P.A., Meyer K., Heinicke G. Grundlagen der Tribochemie. – Berlin: Academie-Verlag, 1967. – 267 s.
4. Научное открытие (Диплом №289) // Закономерность аддитивности диффузионного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов / Г.С. Ивасьшин. – М.: РАЕН, МААНОиИ, 2005.
5. Научное открытие (Диплом №277) // Закономерность аддитивности магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов / Г.С. Ивасьшин. – М.: РАЕН, МААНОиИ, 2005.
6. Научное открытие (Диплом №302) // Закономерность аддитивности водородного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов / Г.С. Ивасьшин. – М.: РАЕН, МААНОиИ, 2006.
7. Клявин О.В. Физика пластичности кристаллов при гелиевых температурах. – М.: Наука, Главная редакция физико-механической литературы, 1987. – 255 с.
8. Казакевич Г.С, Рудской А.И. Механика сплошных сред. Теория упругости и пластичности. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. – 264 с.
9. Рудаев Я.И. О динамической сверхпроводимости // Сб.: Конверсионный потенциал Кыргызской Республики и проекты МНТЦ, Бишкек, 1998. – С. 186-195.
10. Физические эффекты в машиностроении: Справочник / В.А. Лукьянец, З.И. Алмазова, Н.П. Бурмистрова и др.; Под общ. ред. В.А. Лукьянца. – М.: Машиностроение, 1993. – 224 с.
11. Болховитинов Н.Ф. Металловедение и термическая обработка. – М.: Машгиз, 1958. – 431 с.
12. Физические основы пластической деформации. Учебное пособие для вузов. Полухин П.И., Горелик С.С., Воронцов В.К. – М.: Металлургия, 1982. – 584 с.
13. Ивасьшин Г.С. Нанотрибологический Форсайт и сверхпроводимость // Межотраслевой альманах. Деловая слава России. – Изд-во Славица. II выпуск. 2010. – С. 112–113.
14. Ивасьшин Г.С. Научные открытия в микро- и нанотрибологии. Феноменологические основы квантовой теории трения и сверхпластичности / Материалы XIV Всероссийской конференции «Фундаментальные исследования и инновации в национальных исследовательских университетах». – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. – С. 264–267.

Г.С. ИВАСЬШИН

НАУЧНЫЕ ОТКРЫТИЯ В МИКРО- И НАНОТРИБОЛОГИИ И ЭНТРОПИИ

Рассматриваются релаксационные процессы в зоне фрикционного контакта твердых тел. Все процессы релаксации – неравновесные процессы (физические процессы, включающие неравновесные состояния теплопроводности, температуропроводности, диффузии, вязкого течения), сопровождающиеся возрастанием энтропии.

*«Мы должны начать модернизацию и технологическое обновление всей
производственной сферы. По моему убеждению,
это вопрос выживания нашей страны в современном мире.*

***Я надеюсь, что благополучие России в относительно недалеком будущем будет
напрямую зависеть от наших успехов в развитии рынка идей, изобретений,
о т к р ы т и й , от способности государства и общества находить и поощрять
талантливых и критически мыслящих людей, воспитывать молодежь в духе
интеллектуальной свободы и гражданской активности».***

*Из Послания Президента РФ Дмитрия Медведева Федеральному Собранию
Российской Федерации.*

Открытием в области естественных наук признается установление явлений, свойств, законов (з а к о н о м е р н о с т е й) или объектов материального мира, ранее не установленных и доступных проверке.

Представляет интерес мнение академика П.Л. Капицы о роли человеческого фактора в механизме развития естественных наук [2].

«Основной путь, по которому развиваются естественные науки, заключается в том, что при экспериментальном изучении явлений природы мы непрерывно проверяем, согласуются ли наши наблюдения с нашими теоретическими представлениями. Движение вперед нашего познания природы происходит тогда, когда между теорией и опытом возникают противоречия. Эти противоречия дают ключ к более широкому пониманию природы, они заставляют нас развивать нашу теорию. Чем крупнее эти противоречия, тем фундаментальнее перестройка тех законов, которыми мы объясняем процессы, происходящие в природе, и на основании которых мы используем природу для нашего культурного развития. **В науке, как и в истории, определенный этап развития требует своего гения. Определенный период развития требует людей соответствующего склада мышления.**

В истории развития физики, как и в любой экспериментальной науке, наиболее интересны как раз те моменты, когда приходится пересматривать фундаментальные научные концепции, и для этого неизменно ученым требуется не только ум и интуиция, но и смелое воображение.

Как иллюстрацию приведу два хорошо известных примера из истории развития физики, которые произвели на меня наибольшее впечатление. Первый пример — это создание **Франклином** учения об электричестве. В основу этого учения **Франклин** положил представление о том, что электричество имеет материальную основу: оно как бы пропитывает металл и может проникать через его сплошную среду. Нам известно, что такое представление в корне противоречило представлению того времени о сплошном характере материи, но оно было принято, поскольку давало механизм, полностью объясняющий явления электростатики, известные в то время. Теперь мы знаем, что оно полностью оправдалось, когда **Дж. Дж. Томсон уже 150 лет спустя открыл электрон**. Но вот что самое удивительное во всей этой истории: как могло случиться, что **Франклину**, раньше никогда не занимавшийся физикой, живя на отлете, в небольшом городе Америки, вдали от центров мировой науки, будучи уже человеком зрелого возраста, за несколько лет работы смог, верно направить развитие целой научной дисциплины? И это произошло в середине XVIII в., когда наука развивалась на уровне таких ученых, как **Ньютон, Гюйгенс, Эйлер**. Как же мог **Франклин** достичь результатов, которые оказались недоступными для профессиональных ученых?

Другой аналогичный случай, когда пришлось пересмотреть на основе опыта фундаментальные представления, тоже хорошо известен. Это учение **Фарадея** об электрическом поле. Трудно найти более революционную и неожиданную идею, чем выдвинутую **Фарадеем**, по которой электродинамические процессы должны объясняться явлениями, происходящими в окружающем проводник пространстве. Но я привожу этот пример опять же потому, что **Фарадей** был ученым, не имевшим систематического научного образования, которое в те времена было на высоком уровне даже у среднего ученого Англии.

Я привел эти два хорошо известных примера для того, чтобы показать, что в науке, **на определенном этапе развития новых фундаментальных представлений, эрудиция не является той основной чертой, которая позволяет ученому решать задачу, тут главное — воображение, конкретное мышление и в основном смелость. Острое логическое мышление, которое особенно свойственно математикам, при постулировании новых основ скорее мешает, поскольку оно сковывает воображение.**

Умение ученого решать такого рода крупные научные проблемы, при этом, не выявляя четкого логического построения, обычно называют интуицией. Возможно, что существует такой процесс мышления, происходящий в нашем подсознании, но пока его закономерности нам не известны, и, если я не ошибаюсь, даже Фрейд, глубоко разбиравшийся в подсознательных процессах, этой проблемой не занимался. **Но если этот мощный процесс творческого мышления называть интуицией, то, конечно, Франклин и Фарадей им полностью владели. Несомненно, владел им и Резерфорд.**

Резерфорд первый нашел, что физические явления, связанные с радиоактивностью, сразу же объясняются, если предположить, что радиоактивность является процессом распада материи. Для того чтобы это увидеть, **от Резерфорда не требовалось глубокой эрудиции, но, главное, нужно было его большое воображение, прозорливость и смелость. На таких начальных этапах развития науки точность и пунктуальность, присущая профессиональным ученым, может скорее мешать выдвижению такого рода смелых предположений».**

Характерным в этой связи является признание одного из крупнейших физиков-теоретиков Луи де Бройля, утверждавшего, что **«прозрение, более или менее гениальное, смотря по обстоятельствам, приводящее к открытию является результатом неосознанной работы ума исследователя, делающего различные сопоставления и приводящего аналогии, сравнивающего, если можно так сказать, различные дороги, по которым он может пойти.**

Но для того, чтобы делать, даже бессознательно, сопоставления, нужно быть знакомым с представлениями и фактами, подлежащими сопоставлению, а для того, чтобы сравнить пути, по которым можно идти, нужно, чтобы они уже были исследованы.

Итак, открытие предполагает (обратное было бы совершенно безнравственно) длительный подготовительный период исследования, сбора фактов и размышлений» [13].

12 ноября 1906 г была присуждена Нобелевская премия года по физике Джозефу Джону Томсону за вклад, который он внес своими теоретическими и экспериментальными исследованиями прохождения электричества через газы.

В своей книге «Эксперимент, теория, практика» [2] П.Л. Капица делает ссылку на книгу Дж. Дж. Томсона «Воспоминания и раздумья».

«Я хочу привести выдержку, которая имеет большой интерес, так как именно Томсон из всех физиков конца прошлого и начала этого века сделал самые фундаментальные открытия. Он открыл электрон, открыл изотопы, а работал он с чрезвычайно простыми средствами. Что же он думает об этом? Он говорит следующее:

«...Обычно не первый шаг в открытии нового физического явления стоит больших денег. Так, открытие Рентгеном X-лучей, или Кюри радия, или продолжительные опыты Вильсона над образованием капелек на частицах, заряженных электричеством, — все они стоили ничтожные суммы. Открытия, подобные этим, обязаны тому, что не может быть куплено, именно остроте и силе наблюдательности, интуиции, непоколебимому энтузиазму до окончательного разрешения всех затруднений и противоречий, сопутствующих пионерской работе. Когда первоначальное открытие сделано, наблюдаемый эффект очень мал и требует целого ряда длительных, опытов для получения достоверных результатов. Вот это стремление добиться большого эффекта и стоит дорого. Это может означать затрату многих тысяч фунтов стерлингов для постройки сильных магнитов, или даже для получения электродвижущих сил во много сотен тысяч вольт, или же для приобретения больших запасов радия. Но все эти деньги хорошо израсходованы, так как они дают нам возможность добиваться новых знаний гораздо быстрее и с большей достоверностью».

Академик Л.И. Седов считает [9]:

«Физики говорят об открытиях, тогда как в действительности они предполагают некоторые схемы и механизмы, которые нужны и полезны, но только приближенно соответствуют реальности. Эти «открытия» позволяют понимать наблюдения и развивать методы прогнозирования предстоящих событий».

Академик Л.И. Седов утверждает:

«Физики во многих случаях добиваются поразительных результатов своими действиями на ощупь. Это особенно интересно в связи с тем, что наши представления о физических законах и объектах постоянно изменяются и углубляются. Достаточно напомнить эволюцию научных представлений о тяготении, об электрическом поле, об элементарных частицах и т. п.

Математики и отчасти физики строят модели и соответствующие теории, которые назрели в результате внутреннего развития науки».

Научные открытия в микро- и нанотрибологии и гелиевое изнашивание.

Физика трибоплазмы. Феноменологические основы квантовой теории трения

«... желательно найти условия, в которых трение упало бы до нуля и реализовалось «сверхскольжение», аналогичное сверхпроводимости или сверхтекучести.

Принципиальных препятствий для этого не существует, и в некотором смысле такие режимы уже найдены».

Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007. – 496 с.

И н н о в а ц и о н н о - о р и е н т и р о в а н н о е развитие российской экономики возможно только на основе превращения науки в реальную производительную силу путем создания и эффективного использования научных открытий, патентов.

«Потери от трения и износа в развитых государствах достигают 5...6% национального дохода, а преодоление сопротивления трения поглощает во всем мире 20...25 % вырабатываемой в год энергии.

Повышение экономически и экологически целесообразной долговечности и надежности машин, технологического оборудования и инструмента непосредственно связано с повышением износостойкости. Решение этой актуальной задачи возможно только на базе глубоких научно обоснованных знаний.

Управление трением, правильный выбор материалов по критериям трения и износостойкости, рациональное конструирование узлов трения и деталей машин и оптимизация условий эксплуатации могут существенно продлить срок жизни и повысить эффективность машин, снизить вредные экологические воздействия при незначительном увеличении их стоимости» [3].

В. И. Колесников (акад. РАН и РИА), Ю.М. Лужнов (акад. МИА), А.В. Чичинадзе (акад. РИА и МИА) считают, что «... форсирование исследований в области микро- и нанотрибологии ...» относится на сегодняшний день «... к основным и актуальным разделам и направлениям трибологии и ее инженерному приложению – триботехнике» [3].

Деятельность Псковского регионального представительства НОР базируется на работе «Учебно-научного Центра инновационной нанотрибологии «УНЦ ИН ППИ» Псковского государственного политехнического института. На основании решения Ученого совета 28 мая 2007 года (Протокол №11) приказом ректора №94 от 29 мая 2007 года создан «Учебно-научный Центр инновационной нанотрибологии «УНЦ ИН ППИ»» как структурное подразделение института в составе механико-машиностроительного факультета.

О деятельности Учебно-научного Центра можно, в частности, судить по информации изложенной в статье «**Научные открытия в микро- и нанотрибологии**», опубликованной в журнале «Трение и смазка в машинах и механизмах», №4, 2008 г. и статье «**Холодный ядерный синтез и научные открытия в микро- и нанотрибологии**», опубликованной в альманахе «Деловая слава России», №1, 2009 г.

В активе «УНЦ ИН ППИ» пять научных открытий (Дипломы на научные открытия №258 [5], №277 [6], №289 [7], №302 [8], № 392[14]).

Научное открытие (Диплом №258) [5]
«Закономерность аддитивности упругого последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения»

«Установлена неизвестная ранее закономерность аддитивности упругого последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения, заключающаяся в том, что в упругой и пластической областях твердых тел, зоне их фрикционного контакта происходит суммирование (аддитивность) упругих и пластических последействий, вызывающих изменение фрикционных связей, физико-механических характеристик материала и пространственного положения пары трения, обусловленная направленным перемещением дислокаций в упругой и пластической областях пар трения».

И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов [4], анализируя критические точки, характеризующие условия перехода от одного вида фрикционного взаимодействия к другому утверждали: **«Отдельные участки тонкого поверхностного слоя металла вследствие развивающихся на них при трении значительных напряжений и деформаций, а также высоких контактных температур переходят в особое активизированное неустойчивое состояние. Это состояние позже П.А. Тиссен назовет «магма-плазма» [12]. Вещество в таком состоянии способно вступать в реакции с материалом контртела и окружающей средой, причем даже с нейтральными газами».**

Этот процесс (рис. 1) сопровождается, в частности, механоэмиссионными и механохимическими процессами, химическими реакциями, газоразрядными процессами, синтезом некоторых веществ, а также возникновением частиц с большой энергией, возбужденных молекул, атомов, ионов, быстрых электронов, фононов (звуковых квантов), фотонов (квантов электромагнитного излучения).

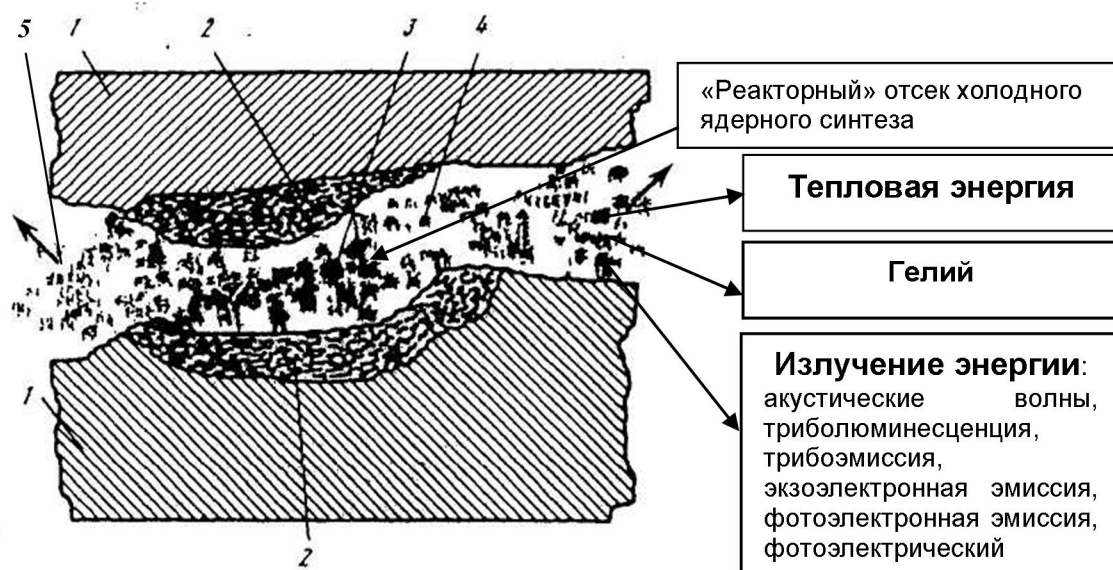


Рис. 1. Модель магмы-плазмы. 1 – исходная структура; 2 – расплавленная структура; 3 – плазма; 4 – электроны трибоэмиссии, 5 – атомы, фотоны, фононы, ионы, возбужденные молекулы, быстрые электроны

Научное открытие (Диплом №277) [6]
«Закономерность аддитивности магнитного последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов»

«Установлена неизвестная ранее закономерность аддитивности магнитного последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов, заключающаяся в том, что в упругой и пластической областях твердых тел в зоне их фрикционного контакта происходит суммирование (аддитивность) магнитных последействий, сопровождающих упругие и пластические последействия, определяющая поведение **водорода** (интенсивную диффузию, накачку, молизацию и взаимодействие с

другими элементами) и обусловленная направленным перемещением дислокаций, несущих **водород** в зону фрикционного контакта из упругой и пластической областей пары трения и влияющих на структуру и подвижность доменных стенок».

В издательстве «Машиностроение» в 2007 г. вышла книга [1] доктора технических наук, профессора **Ю.И. Головина** «Введение в нанотехнику», в которой целый раздел посвящен нанотрибологии. Рассматривая общие вопросы, относящиеся к нанотрибологии, **Ю.И. Головин** отмечает, в частности: «Вполне естественно желание понять природу наноконтактных процессов, трения и износа на более фундаментальном уровне. Первый шаг в этом направлении – перейти к рассмотрению отдельных микро- или наноконтактов, а затем путем интегрирования (или усреднения) по поверхности - к макроразмерам. Такой подход требует нанометрового разрешения в эксперименте и стал доступен в последние годы в результате развития техники наноиндентирования и наноскрабирования».

Ю.И. Головин акцентирует внимание также на следующем: «Следующий шаг на пути создания физической теории трения и износа - **переход к исследованиям в атомарной шкале**. Они также стали возможны в результате совершенствования сканирующих зондовых микроскопов, в частности, атомно-силовых, работающих в режиме латеральной моды (frictionforsemicroscopy – FFM), в которых можно смоделировать различные процессы в динамических наноконтактах.

После этого исследования трения и износа перешли на качественно иной уровень, и возникла серия новых вопросов. В какой связи находятся характеристики макроскопического, наноскопического и атомарного трения между собой? Как объяснить и спрогнозировать характеристики макротрения, исходя из фундаментальных знаний свойств, взаимодействующих атомов и микротопологии поверхности?

Наконец, **какуправлять внешним трением** на основе этих знаний, т.е. создавать пары с большим трением и диссипацией энергии (например, для тормозящих узлов, фрикционов, муфт сцепления и т.д.) или, напротив, - с малым (для подшипников скольжения, направляющих и т.д.).

На наш взгляд использование пар трения с гелиевым изнашиванием даст возможность управлять трением (за счет сверхтекучести гелия) в микротрибосистемах.

Научное открытие (Диплом №289) [7]

«Закономерность аддитивности диффузионного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов»

«Установлена неизвестная ранее закономерность аддитивности диффузионного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов, заключающаяся в том, что в упругой и пластической областях твердых тел в зоне их фрикционного контакта происходит суммирование (аддитивность) диффузионных магнитных последствий, сопровождающих упругие и пластические последствия, определяющая поведение внедренных **атомов углерода и азота** и обусловленная направленным перемещением дислокаций, несущих внедренные **атомы углерода и азота** в зону фрикционного контакта из упругой и пластической областей пары трения и влияющих на структуру и подвижность доменных стенок».

Необходимо отметить, что атомы внедрения углерода С и азота N (углеродно-азотный цикл) ответственны, как бы парадоксально это не звучало, за синтез гелия в зоне трения (Диплом №289).

Следовательно, **решена задача** – найдены «... условия, в которых трение упало бы до нуля и реализовалось «сверхскольжение», аналогичное сверхпроводимости или сверхтекучести ...» – **создана трибофизическая модель на основе реализации углеродно-азотного цикла, в результате которого водород превращается в гелий.**

1. $^{12}\text{C} + ^1\text{H} \rightarrow ^{13}\text{N} + \gamma$ 4. $^{14}\text{N} + ^1\text{H} \rightarrow ^{15}\text{O} + \gamma$
2. $^{13}\text{N} \rightarrow ^{13}\text{C} + \beta^+ + \nu$ 5. $^{15}\text{O} \rightarrow ^{15}\text{N} + \beta^+ + \nu$
3. $^{13}\text{C} + ^1\text{H} \rightarrow ^{14}\text{N} + \gamma$ 6. $^{15}\text{N} + ^1\text{H} \rightarrow ^{12}\text{C} + ^4\text{He}$

Углерод играет роль катализатора процесса слияния протонов.

Протон, сталкиваясь с ядром углерода, превращается в радиоактивный изотоп ^{13}N . При этой реакции излучается γ -квант (фотон). Изотоп ^{13}N , претерпевая β -распад с испусканием позитрона и нейтрино, превращается в обычное ядро азота ^{14}N . При этой реакции так же излучается γ -квант. Далее, ядро азота сталкивается с протоном, после чего образуется радиоактивный изотоп кислорода ^{15}O и γ -квант. Затем этот изотоп путём β -распада превращается в изотоп азота ^{15}N . Наконец, последний, присоединив к себе во время столкновения протон, распадается на обычный углерод и гелий. Вся цепь реакций представляет собой последовательное «утяжеление» ядра углерода путём присоединения протонов с последующими β^+ -распадами. Последним звеном этой цепи является восстановление первоначального ядра углерода и образование нового ядра гелия за счёт четырёх протонов, которые в разное время один за другим присоединились к ^{12}C и образующимся из него изотопам.

В последние годы получены многочисленные экспериментальные свидетельства ядерных реакций при низких энергиях (ядерных реакций в конденсированных средах, холодном ядерном синтезе – ХЯС). Под «холодным ядерным синтезом», который теперь предлагается заменить на термин «ядерные процессы, индуцированные кристаллической решеткой», понимаются аномальные с точки зрения вакуумных ядерных столкновений, стохастические низкотемпературные ядерные процессы (слияние ядер с выделением нейтронов), существующие в неравновесных твердых телах, которые стимулируются трансформацией упругой энергии в кристаллической решетке при фазовых переходах, механических воздействиях, сорбции или десорбции водорода (дейтерия). ХЯС достоверно зафиксирован в целом ряде физических и физико-химических процессов с участием дейтерия. Многие из таких процессов, но с участием природного водорода, имеют место и в естественных процессах. К их числу можно отнести: явление сорбции-десорбции водорода в металлах, окислительно-восстановительные воздействия на соединения водорода, механическое разрушение и измельчение водородосодержащих пород.

Однако, до сих пор не создано удовлетворительной количественной и даже качественной теории ХЯС, имеющего принципиальное значение, как для фундаментальной науки, так и, практического использования.

Разработаны оригинальные теоретические (трибофизические) модели механизма ХЯС в кристаллических структурах поверхностных слоев пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов [5,6,7,8].

Научное открытие (Диплом №302) [8]

«Закономерность аддитивности водородного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов».

«Установлена неизвестная ранее закономерность аддитивности водородного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных металлов и сплавов, заключающаяся в том, что в упругой и пластической областях твердых тел в зоне их фрикционного контакта происходит суммирование (аддитивность) водородных магнитных последствий, сопровождающих упругие и пластические последствия, обусловленная направленным перемещением дислокаций, несущих водород в зону контакта».

1. $^1\text{H} + ^1\text{H} \rightarrow ^2\text{D} + \beta^+ + \nu$
2. $^2\text{D} + ^1\text{H} \rightarrow ^3\text{He} + \gamma$
3. $^3\text{He} + ^3\text{He} \rightarrow ^4\text{He} + 2^1\text{H}$

Следовательно, сформулирован механизм холодного ядерного синтеза, возникающий в поверхностных слоях пар трения твердых тел и

обусловленный направленным перемещением дислокаций в кристаллических структурах металлов на основе реализации протонного цикла, в результате которого водород превращается в гелий.

Академик **Б.В. Дерягин** с сотрудниками в 1985 г. обнаружил **явление механоэмиссии нейтронов** из содержащих дейтерий кристаллических тел, которое в своей публикации 1985 года интерпретировали как проявление реакций холодного ядерного синтеза. В 90-е годы сотрудники **Б.В. Дерягина** предложили гипотезу о том, что в веществах с водородными связями на одной водородной связи могут оказаться два ядра атомов водорода при расстоянии между ними менее одного ангстрема. Туннелирование дейтронов сквозь столь узкий барьер может происходить с большой вероятностью и при низких температурах.

Согласно современным представлениям, протон и нейтрон представляют собой два состояния одной частицы – нуклона. То есть протон становится нейтроном, присоединив электрон, а нейтрон – протоном, отдав электрон другому протону, который, в свою очередь, превращается в нейтрон.

На основе научных открытий (Диплом № 258, Диплом № 277, Диплом № 289, Диплом № 302) изменяется, в частности, представление об известном механокалорическом эффекте [10,11].

Изменение представления о механокалорическом эффекте на основе научных открытий может быть использовано при создании конкурентоспособных технологий **в области водородной энергетики, криогенной и космической техники** за счёт учёта **дополнительного тренда выходных параметров** вследствие аддитивности упругого последействия, аддитивности магнитного последействия, аддитивности диффузионного магнитного последействия, аддитивности водородного магнитного последействия в объёмных частях и поверхностных слоях пар трения.

Изучение свойств жидкого гелия привело к открытию целого ряда интересных явлений.

В 1908 г. нидерландский физик **Хейке Камерлинг-Оннес** получил жидкий гелий. Он обнаружил, что гелий имеет два состояния. Первое состояние - это нормальное, называемое гелий-I. Оно существует до температуры 2,19 К, ниже его модификация меняется. Оставаясь жидким, гелий переходит в состояние называемое гелий-II. В 1911 г. **Камерлинг-Оннес** совершенно неожиданно обнаружил, что при температуре жидкого гелия сопротивление ртутного проводника внезапно снижается в миллионы раз и практически исчезает. Это странное явление получило название **сверхпроводимость**. **Открытие Камерлинг-Оннеса произвело большое впечатление на ученых, и уже в 1913 г. ему была присуждена Нобелевская премия по физике.**

П.Л. Капица, открывший явление сверхтекучести, получил Нобелевскую премию лишь в 1978 г. вместе с радиоастрономами Пензиасом и Вильсоном, открывшими фоновое микроволновое излучение.

Удивительные свойства жидкого гелия теоретически объяснил **Л.Д. Ландау**. Кратко это объяснение сводится к следующему: в гелии-II так мало **квантов тепла**, что на все его частицы их не хватает, и образуются как бы две жидкости, одновременно существующие: нормальный гелий, каждая частица которого несет на себе **квант тепла**, и сверхтекучий гелий, у частиц которого нет **квантов тепла**. Сверхтекучая часть гелия как бы находится при абсолютном нуле температуры; она не обладает вязкостью, и поэтому обе жидкости могут двигаться друг в друге без трения. **Л.Д. Ландау первый сопоставил два «странных» явления, сверхпроводимость и сверхтекучесть - течение жидкого гелия-II без трения через узкие капилляры, и предположил, что они родственны. Сверхпроводимость-сверхтекучесть весьма своеобразной жидкости - электронной.** Созданная **Л.Д. Ландау** теория сверхтекучести и представление о гелии-II как о **слабовозбужденной квантовой системе** оказались весьма плодотворными для физической теории. **За это достижение Л.Д. Ландау был удостоен в 1962 г. звания лауреата Нобелевской премии по физике.**

Нобелевский лауреат Ричард Фейнман считал, что **сверхтекучий гелий** поможет решить последнюю нерешенную задачу классической физики, связанную с расчетом модели турбулентности.

Научное открытие в энтропии

«... нулевое начало термодинамики устанавливает существование параметра, называемого температурой. Аналогично первое начало устанавливает существование другого параметра (функции состояния) – энергии, а также невозможность её возникновения или уничтожения».

«... можно рассматривать второе начало как утверждение о том, что энтропия не может быть уничтожена и что она всегда возникает во всех естественных (самопроизвольных) процессах».

«Энтропия по отношению к энергии играет такую же роль, какую инфляция играет по отношению к валюте – т.е. обесценивает её».

Итак, если энергия является мерой способности системы к совершенствованию работы, то энтропия является мерой того, насколько эта способность «обесценилась» или вообще оказалась утерянной».

Фен Дж. Машины, энергия, энтропия. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 336 с.

«Естественные процессы, развиваются необратимо в направлении увеличения беспорядка», – так Л. Больцман на основе молекулярного движения сформулировал второе начало термодинамики.

Эта формулировка аналогична варианту второго начала, предложенному Р. Клаузиусом; функцию состояния, энтропию, Л. Больцман отождествил с мерой беспорядка.

Научное открытие (Диплом № 392) [14]

«Закономерность изменения энтропии термодинамического последействия триботехнической системы»

«Установлена неизвестная ранее закономерность изменения энтропии термодинамического последействия триботехнической системы, заключающаяся в том, что под механической нагрузкой энтропия термодинамического последействия триботехнической системы уменьшается, а при снятии нагрузки увеличивается, обусловленная движением дислокаций в упругих и пластических областях твердых тел и переходом термодинамического последействия триботехнической системы от менее вероятного состояния к более вероятному».

Из изучения динамики движущейся дислокации вытекает, что дислокация ведет себя как линия, единица длины которой обладает определенной массой (дислокации повышают энтропию кристалла за счет вводимых ими искажений решетки).

Известно, что энтропия любого вещества пропорциональна массе.

Это значит, что энтропия всей триботехнической системы равна сумме энтропии её отдельных частей.

Если энтропия (по определению) мера беспорядка в системе, то **«... упругое последействие является не свойством твердого тела как такового, а только результатом царящего в нем беспорядка»** (А.Ф. Иоффе).

Увеличение гетерогенности структуры усиливает эффект упругого последействия.

Известно также, что чем выше твердость вещества, тем меньше его энтропия. Карбиды, бориды и другие, очень твердые вещества характеризуются небольшой энтропией.

Эти алгоритмы дают возможность целенаправленно управлять энтропией.

Выводы

1. **«Если есть интуиция, значит, есть и закономерность. Задача науки – выявить эти закономерности, но метод решения таких сложных проблем до сих пор**

ещё не найден, и это, именно, одна из проблем будущего» (П.Л. Капица, лауреат Нобелевской премии, 1978 г.)

2. Имея в виду то, что тела, взаимодействующие в микроэлектромеханических и наноэлектромеханических системах, как миниатюрные телероботы, микроспутники, микроприборы, нанокomпьютеры, микросенсорные устройства, микрозеркала, микрооптоэлектронные приборы, микрофрижераторы, химические и биохимические микрореакторы и другие, очень малы, а удельные нагрузки на наноконтактах так велики, что трибологические процессы в значительной степени определяются атомно-молекулярным взаимодействием контактирующих поверхностей, представляется актуальным создание материалов на основе научного открытия (Диплом №289) для пар трения с гелиевым изнашиванием с возможностью подавления водородного изнашивания на основе реализации углеродно-азотного цикла (эффекта) в зоне трения, а также обеспечения управления трением за счет сверхтекучести гелия в микро- и нанотрибосистемах.

3. Создание нанотехнологий и нового класса приборов микроэлектромеханических и наноэлектромеханических систем на основе научных открытий (Дипломы №258, №277, №289, №302) даст на наш взгляд новые конкурентоспособные результаты, в частности, за счет создания и использования пар трения с гелиевым изнашиванием (Диплом на научное открытие №289). Изучение ядерных процессов, индуцированных кристаллической решеткой на основе научных открытий в микро- и нанотрибологии интересны как с точки зрения фундаментальных исследований, так и для прикладных целей.

4. Использование водорода в качестве топлива в автомобильном двигателе, а также развитие водородной энергетики актуализирует создание материалов на основе научного открытия (Диплом №289) для пар трения с гелиевым изнашиванием в трибосистемах с возможностью подавления водородного изнашивания на основе реализации углеродно-азотного цикла (эффекта) в зоне трения, в результате которого водород превращается в гелий.

5. Трибологические эффекты (трибозмиссия, триболоминисценция, трибозлектричество и др.), возникающие при взаимодействии наноконтактов при трении, можно целенаправленно использовать не только для изучения холодного ядерного синтеза, но и для получения в перспективе неиссякаемого экологически чистой энергии на основе синтеза из более легкого водорода более тяжелого гелия.

6. Предлагаемые трибофизические модели составляют феноменологические основы квантовой теории трения.

7. Первостепенное значение приобретает умножение эффекта от каждого научного открытия (Дипломы №258, №277, №289, №302, №392) и его применения, наиболее рационального использования полученных знаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007. – 496 с.
2. Капица П.Л. Эксперимент, теория, практика. – М.: Изд-во «Наука», 1977. – 352 с.
3. Колесников В.И., Лужнов Ю.М., Чичинадзе А.В. Цели и задачи журнала «Трение и смазка в машинах и механизмах» // Приложение к журналу «Сборка в машиностроении, приборостроении». №1 (7) 2005. – С. 3–7.
4. Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.
5. Научное открытие (Диплом №258) // Закономерность аддитивности упругого последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения / Г.С. Ивасьшин. – М.: РАЕН, МААНОИ, 2004.
6. Научное открытие (Диплом №277) // Закономерность аддитивности магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов / Г.С. Ивасьшин. – М.: РАЕН, МААНОИ, 2005.
7. Научное открытие (Диплом №289) // Закономерность аддитивности диффузионного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов / Г.С. Ивасьшин. – М.: РАЕН МААНОИ, 2005.

8. Научное открытие (Диплом № 302) // Закономерность аддитивности водородного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов / Г.С. Ивасышин. – М.: РАЕН., МАНОИИ, 2006.
9. Седов Л.И. Размышления о науке и ученых. – М.: Изд-во «Наука», 1980. – 440 с.
10. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М. Прохоров. Ред. кол. Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. – М.: Советская энциклопедия, 1984. – 944с.
11. Физические эффекты в машиностроении: Справочник / В.А. Лукьянец, З.И. Алмазова, Н.П. Бурмистрова и др.; Под общ. ред. В.А. Лукьянца. – М.: Машиностроение, 1993. – 224 с.
12. Thiessen P.A., Meyer K., Heinicke G. Grundlagen der Tribochemie.– Berlin: Akademie-Verlag, 1967. – 267 s.
13. Бройль Луиде. По тропам науки. – М.: ИЛ, 1962. – 304 с.
14. Научное открытие (Диплом №392) // Закономерность изменения энтропии термодинамического последствия триботехнической системы / Г.С. Ивасышин, М.М. Радкевич, С.Г. Чулкин. – М.: РАЕН., МАНОИИ, 2010.

И.П. НИКИФОРОВ, П.Н. МАЛЬЦЕВ, Е.Н. ИВАНОВ

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ АБРАЗИВНЫХ ЗЁРЕН

Выполнен анализ простейших объемных геометрических фигур, традиционно принимаемых в качестве моделей отдельных абразивных зёрен. Показано, что наилучшие результаты наблюдаются при использовании конуса (в т.ч. с закругленной вершиной) и двуполостного гиперboloида вращения.

В ходе проводимых исследований могут решаться задачи различного характера – частные и общие. В области абразивных технологий это: определение величины шероховатости обработанной поверхности, достигаемой точности, величины износа абразивного зерна, объема снятого металла, геометрических параметров среза, величины остаточных напряжений, температуры в зоне контакта, силы резания, мощности, условий необходимых для образования стружки, рациональной структуры абразивного инструмента, упругих и прочностных свойств зерна и связки и пр.

Задачи такого плана решаются, в том числе, на основе моделирования взаимодействия абразивных зёрен (как единичных, так и в составе группы) с обрабатываемой поверхностью. Однако зерна, расположенные на поверхности шлифовального круга, имеет сложные неповторяющиеся геометрические формы неправильных многогранников с закругленными вершинами (рис. 1), математически точно описать которые не представляется возможным. Поэтому в качестве их моделей принимаются элементарные геометрические фигуры, как плоские, так и объемные. Из последних наиболее часто используются: эллипсоид (трехосный или вращения), шар (сфера), конус (в т.ч. с закругленной вершиной), многогранник (пирамида), параболоид вращения и двуполостной гиперboloид вращения.

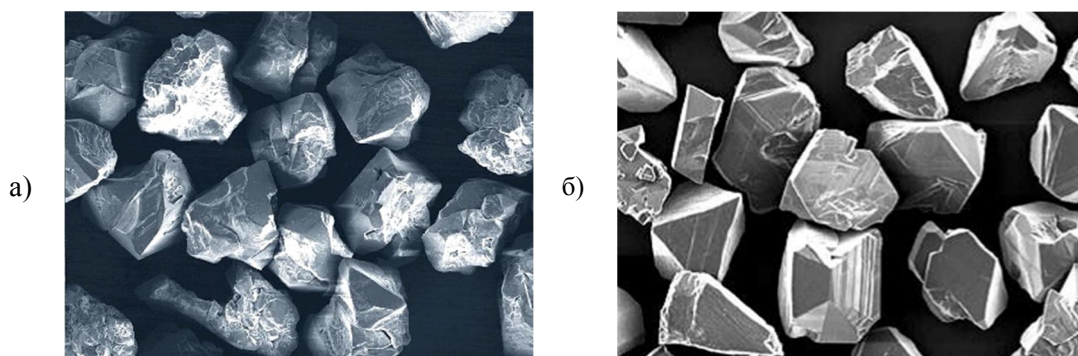


Рис. 1. Внешний вид абразивных зёрен:

а – алмазного порошка; б – кубического нитрида бора (КНБ)