

УДК 620.179.1.082.658.58

ИВАСЬШИН Генрих Степанович, д-р техн. наук, проф., академик Российской инженерной академии, руководитель псковского отделения РИА, Россия
ФГБОУ ВПО «Псковский государственный университет»

IVASYSHIN Henrich Stepanovich, Doctor of Engineering, Professor, Academician of Russian Engineering Academy, Head of Pskov Branch of REA, Russian Federation
Pskov State University

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОМАТЕРИАЛОВ И КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF NANOMATERIALS AND QUANTUM MECHANICS

Рассматриваются математические и трибофизические модели на основе повышения точности определения физико-механических характеристик материалов с целью создания конкурентоспособных технологий в области приложений квантовой механики.

Mathematical and tribophysical models on the basis of increasing the accuracy of determining physical and mechanical characteristics of materials with the view of creating competitive technologies in the field of quantum mechanics applications are considered.

Ключевые слова: нанотехнологии, физико-механические свойства, материалы, фреттинг, квантовая механика, строение вещества, управление трением, коэффициент Пуассона, модуль Юнга, модуль сдвига, динамическая твердость, относительная износостойкость, научное открытие.

Key words: nanotechnologies, physical and mechanical properties, materials, fretting, quantum mechanics, material structure, friction control, Poisson's ratio, Young's module, shift module, dynamic hardness, relative wear resistance, scientific discovery.

«...Если кто-то заявляет, что знает, что такое квантовая теория, он не понял её...»

Ричард Фейнман,
лауреат Нобелевской премии [19]

Болгарский историк Валерий Чолаков [21] акцентирует внимание на различных аспектах развития квантовой теории. «... Чтобы как-то согласовать противоречивые выводы, крупный немецкий физик-теоретик того времени Макс Планк высказал смелое предположение. В 1900 г., после 6 лет работы над проблемой излучения абсолютно черного тела, он предположил, что атомы излучают энергию определенными порциями, квантами, причем энергия каждого кванта пропорциональна частоте волны, т.е. цвету излучаемого света. Это ознаменовало рождение квантовой теории. Благодаря этому допущению Планк теоретически вывел закон распределения энергии в спектре абсолютно черного тела...».

«...Следующий шаг на пути утверждения идеи квантов был сделан в 1905 г. Альбертом Эйнштейном. В то время как Планк принимал, что излучение происходит порциями, Эйнштейн показал, что и свет имеет квантовую структуру и представляет собой поток световых квантов (фотонов)...».

«...Молодой немецкий физик Вернер Гейзенберг в 1925 г., в возрасте всего лишь 24 лет, предложил так называемую матричную механику, в основу которой был положен очень удобный математический аппарат. Однако большую известность Гейзенбергу принес его знаменитый принцип неопределенности, сформулированный в 1927 г., когда ученый стал профессором теоретической физики Лейпцигского университета. Этот принцип, представляющий собой фундаментальное положение квантовой теории, гласит, что информация, которую мы можем получить относительно микрообъектов, ограничена самими методами наблюдения. Если мы решим, например, определить положение (координаты) частицы, то для этого нам придется облучить ее фотонами. Но вследствие взаимодействия с фотонами частица изменит свое положение, так что полученный результат будет «неточным»...».

«Дальнейшее развитие квантовая теория получила в исследованиях английского физика Поля Дирака. В 1928 г. он создал релятивистскую теорию движения электрона, применив в квантовой механике соотношения теории относительности. Дирак сумел объединить релятивистские представления с представлениями о квантах и спине (собственном моменте вращения микрочастицы)...».

«... Для описания структуры и процессов на атомном уровне физики создали мощный инструмент – квантовую механику. Зная массу и заряд ядра атома, с помощью квантовой механики принципиально можно установить не только строение отдельного атома, но и любого агрегата атомов. Однако фактические достижения в этом направлении ещё далеки от уровня, на котором находятся основы теории...» [4].

Парадокс Эйнштейна–Подольского–Розена (ЭПР), касающийся загадки измерений двух далеко отстоящих друг от друга частиц, находящихся, однако, во взаимосвязанных квантовых состояниях («...сейчас такого рода корреляция называется квантовой запутанностью...») [11], а также определенные трудности теории дислокаций, связанные, в частности, с тем, что в 1 см^3 холоднодеформированного металла находится ~ 1 млн. км дислокаций, расположенных не упорядоченными рядами, а образующими запутанные клубки, объясняют тот факт, что «...до сих пор не удалось получить даже приближенных решений квантовой механики...» [4].

Цель настоящей работы – обеспечение условий управления внутренним и внешним трением на основе разработки подходов к решению двух парадоксов:

- парадокса, состоящем в том, что в теоретической механике принят за догму постулат абсолютно твердого тела;
- парадокса Эйнштейна–Подольского–Розена (ЭПР).

Постановка задач:

1. Создание трибофизических моделей на основе повышения точности измерения физико-механических характеристик твердого тела – коэффициента Пуассона ν , модуля упругости E , модуля сдвига G , динамической твердости HI , относительной износостойкости ε ;

2. Определение остаточных напряжений и релаксации их в деталях произвольной формы методом профилированной координатной сетки.

К вопросу о постулате абсолютно твердого тела в теоретической механике

«...Законы квантовой механики составляют фундамент изучения строения вещества. Они позволили выяснить строение атомов, установить природу химической связи, объяснить периодическую систему элементов, понять строение атомных ядер, изучать свойства элементарных частиц. Поскольку свойства макроскопических тел определяются движением и взаимодействием частиц, из которых они состоят, законы квантовой механики лежат в основе понимания большинства макроскопических явлений...» [20].

«...Фреттинг – это сложный и неоднозначный процесс взаимодействия поверхностей, особый вид трения...» [1]. «...Парадокс состоит в том, что в теоретической механике принят за догму постулат абсолютно твердого тела. А это ограничение противоречит истине, реальной практике, физико-механической и химической природе явлений и процессов при взаимодействии поверхностей тел и сплошных сред...» [1].

На основе научного открытия «Закономерность аддитивности упругого последействия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения» (Диплом № 258) [5] разработаны оригинальные технические решения:

- «Способ определения коэффициента Пуассона» [14];
- «Способ определения модуля упругости материала» [15];
- «Способ определения модуля сдвига образцов материала» [16].
- «Способ определения динамической твердости» [17];
- «Способ оценки относительной износостойкости металлов» [18].

Анализируя физико-механические и трибофизические модели, представляется возможным заключить, что физико-механические свойства материалов и наноматериалов зависят от микро- и наноэффектов, связанных с упругим последействием.

В этой связи понятие о принятом в теоретической механике за догму постулата абсолютно твердого тела неоднозначно, тем более, что упругое последействие, протекающее в объемных частях и поверхностных слоях пар трения твердого тела, имеет определенный «индекс пластичности».

К вопросу о парадоксе Эйнштейна–Подольского–Розена (ЭПР)

«...Последним заметным вкладом Эйнштейна в развитие физики стала работа, посвященная парадоксу Эйнштейна–Подольского–Розена (ЭПР), опубликованная в 1935 году, в которой он ставит под сомнение традиционную вероятностную интерпретацию квантово-механической волновой функции. Работа была написана совместно с Борисом Подольским и Натаном Розеном, коллегами Эйнштейна по Институту фундаментальных исследований. Парадокс ЭПР касается загадки измерений двух далеко отстоящих друг от друга частиц, находящихся, однако, во взаимосвязанных квантовых состояниях. Сейчас такого рода корреляция называется квантовой запутанностью, а математик и физик из Оксфорда Роджер Пенроуз любит называть ее «quaglement».

Эйнштейн, Подольский и Розен (ЭПР) предполагали, что две частицы, скажем, одинаковой массы изначально находятся в квантовом состоянии точно известного расстояния между ними и точно известного полного импульса. Например, их может разделять расстояние в 100 метров, а полный импульс, который является суммой импульсов двух частиц, может равняться в точности четырем единицам импульса. Это не противоречит принципу неопределенности, поскольку точная величина (с нулевой неопределенностью) суммы импульсов частиц требует большой неопределенности суммы положений частиц, но не ставит никаких условий для неопределенности расстояния между частицами, то есть разницы их положений.

При наличии такой пары частиц предполагается, что положение первой частицы точно измеряется с помощью некоего детектора небольшого размера. Поскольку уже известно, что вторая частица находится на расстоянии 100 метров, то измерение точного положения первой частицы позволяет вывести точное положение второй. Затем ученые доказывают, что поскольку детектор мал и работает только вблизи первой частицы, то он не возмущает вторую, и, таким образом, эта вторая частица должна обладать установленным положением еще до того, как было произведено ее измерение. Соответственно, утверждается, что точное (хотя и неизвестное) значение положения второй частицы уже существовало еще до проведения измерений.

Далее они предполагают, что вместо измерения положения измеряется импульс первой частицы. Поскольку полный импульс уже изве-

стен, измерение импульса первой частицы позволяет вывести импульс второй, и снова доказывается, что, поскольку это измерение никак не возмущает вторую частицу, точное значение импульса второй частицы опять же должно существовать еще до проведения измерений.

Итак, и положение, и импульс второй частицы должны иметь точные значения до измерения, что противоречит квантовой механике, которая утверждает, что положение и импульс любой частицы никогда нельзя определить одновременно. На основании этого парадоксального результата Эйнштейн, Подольский и Розен заключают, что квантовая механика несовершенна, поскольку дает описание частиц, которое не так точно, как может быть. По их мнению, описание частиц в квантовой механике должно дополняться некими дополнительными «скрытыми переменными», которые определяют точные значения положения и импульса, на существование которых указывает их доказательство.

Доказательство Эйнштейна, Подольского и Розена связано с реальным существованием свойств частиц и с локальным характером измерений, произведенных над частицей. Положение и импульс второй частицы, предположительно, существуют сами по себе, даже если мы их не измеряем, а измерение, произведенное над первой частицей, предположительно, не имеет возмущающего влияния на вторую частицу. Бор и другие защитники квантовой механики ставили под сомнение ЭПР-парадокс, отрицая оба эти предположения. Они утверждали, что частицы имеют свойства не сами по себе, а лишь по отношению к процедуре измерений, и что, когда измерение проводится над одной из пары запутанных частиц, это влияет и на другую частицу, даже при условии, что она находится очень далеко от места измерения...» [11].

«...Сама работа имела далеко идущие последствия для квантовой механики, и споры вокруг ЭПР-парадокса и квантовой запутанности не утихают среди физиков и философов и по сей день. Благодаря этой работе не так давно стали проводиться эксперименты со скрытыми переменными, квантовой запутанностью и «телепортацией», своего рода квантовой магией, когда измерения в одном месте вызывают изменения квантово-механического состояния в другом, удаленном месте, недоступном для сигналов из первого...» [11].

На основе научного открытия «Закономерность аддитивности упругого последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения» (Диплом № 258) [5] разработано оригинальное техниче-

ское решение: «Способ определения релаксации остаточных напряжений в деталях» [13].

Согласно А.Г. Рахштадту [12] обратное упругое последствие представляет собой деформацию под воздействием остаточных напряжений.

Имея в виду это замечание А.Г. Рахштадта, а также анализируя гамму деформационных кривых, интерпретирующих координаты и импульсы измерений точек (частиц), находящихся в квантовом состоянии и на известном расстоянии друг от друга, **представляется возможным заключить, что парадокс Эйнштейна–Подольского–Розена (ЭПР) разрешим на технологическом уровне.**

Выводы

1. Создание конкурентоспособных технологий на основе научных открытий (Диплом № 258 [5], Диплом № 277 [6], Диплом № 289 [7], Диплом № 302 [8], Диплом № 392 [9], Диплом № 404 [10]), а также технических решений [13–18] даст возможность сформировать определенный научно-технический потенциал в области микро- и нанотехнологий, адекватный современным вызовам мирового технологического развития [2, 3].

2. Создание математических и трибофизических моделей на основе повышения точности измерения физико-механических характеристик твердого тела – коэффициента Пуассона ν , модуля упругости E , модуля сдвига G , динамической твердости HI , относительной износостойкости ε , а также определение остаточных напряжений и релаксации их в деталях произвольной формы методом профилированной координатной сетки дают возможность заключить, что **парадокс Эйнштейна – Подольского – Розена (ЭПР)**, касающийся загадки измерений двух далеко отстоящих друг от друга частиц, находящихся, однако, во взаимосвязанных квантовых состояниях, **разрешим на технологическом уровне.**

3. Информационный потенциал научного открытия «Закономерность аддитивности упругого последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения» (Диплом № 258 [5]), а также оригинальных технических решений [13–18], базирующихся на научном открытии, **дает возможность получить не только значение положения второй частицы, а также точное значение импульса этой частицы, но и информацию о физико-механических характеристиках частицы –**

коэффициенте Пуассона ν , модуле упругости E , модуле сдвига G , динамической твердости HI , относительной износостойкости ε , а также об остаточных напряжениях и релаксации их.

Имея в виду то, «...что в теоретической механике принят за догму постулат абсолютно твердого тела, а это ограничение противоречит истине, реальной практике, физико-механической и химической природе явлений и процессов при взаимодействии поверхностей тел и сплошных сред...» [1], представляется возможным заключить на основании этого парадоксального результата, что информация об известности физико-механических характеристиках частицы уже существовала еще до проведения измерений.

Парадокс IN (реализуется на основе технических решений [13–18]) касается загадки измерений физико-механических характеристик двух далеко отстоящих друг от друга частиц, находящихся, однако, во взаимосвязанных квантовых состояниях; на основании парадокса IN можно заключить, что квантовая механика несовершенна (в развитие парадокса Эйнштейна–Подольского–Розена).

Уважаемые коллеги!

При использовании материала данной статьи просим делать библиографическую ссылку на неё:

Ивасышин Г. С. Физико-механические свойства наноматериалов и квантовая механика // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2013, Том 5, № 3. С. 45–55. URL: http://nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2013.pdf (дата обращения: ____).

Dear colleagues!

The reference to this paper has the following citation format:

Ivasyshin H. S. Physical and mechanical properties of nanomaterials and quantum mechanics. Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal, Moscow, CNT «NanoStroitelstvo». 2013, Vol. 5, no. 3, pp. 45–55. Available at: http://www.nanobuild.ru/magazine/nb/Nanobuild_3_2013.pdf (Accessed ____).

Библиографический список:

1. *Гура Г.С.* Качение тел с трением. Фреттинг. Монография. Сочи: Дория. 2009. 295 с.
2. *Ивасышин Г.С.* Научные открытия в микро- и нанотрибологии. Феноменологические основы квантовой теории трения // Нанотехнологии в строительстве: Научный интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2010. № 4. С. 70–86. Гос.регистр. № 0421000108. URL: <http://www.nanobuild.ru> (дата обращения: 22.10.2010).
3. *Ивасышин Г.С.* Научные открытия в микро- и нанотрибологии и гелиевое изнашивание // Нанотехнологии в строительстве: Научный интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2011. № 3. С. 49–66. Гос.регистр. № 0421100108. URL: <http://www.nanobuild.ru> (дата обращения: 27.06.2011).
4. *Макклинток Ф., Аргон А.* Деформация и разрушение материалов. Пер. с английского. М.: Мир. 1971. 444 с.
5. Научное открытие (Диплом № 258). Закономерность аддитивности упругого последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 2004.
6. Научное открытие (Диплом № 277). Закономерность аддитивности магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения их ферромагнитных материалов / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 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. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 2005.
8. Научное открытие (Диплом № 302). Закономерность аддитивности водородного магнитного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения из ферромагнитных материалов и сплавов / Г.С. Ивасышин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 2006.
9. Научное открытие (Диплом № 392). Закономерность изменения энтропии термодинамического последствия триботехнической системы / Г.С. Ивасышин, М.М. Радкевич, С.Г. Чулкин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 2010.
10. Научное открытие (Диплом № 404). Закономерность аддитивности температурного последствия в объемных частях и поверхностных слоях пар трения / Г.С. Ивасышин, М.М. Радкевич, С.Г. Чулкин. М.: РАЕН, МААНОиИ. 2010.
11. *Оханьян Ханс.* Эйнштейн: настоящая история великих открытий. Пер. с англ. М.: Эксмо. 2009. 284 с.
12. *Рахштадт А.Г.* Пружинные стали и сплавы. М.: Машиностроение. 1982. 400 с.

13. NSU 328324 А 1 М К И G01 В5/30. Способ определения релаксации остаточных напряжений в деталях / Г.С. Ивасышин. 1972. Бюл. № 6.
14. NSU 848979 А 1 М К И G01 В5/30. Способ определения коэффициента Пуассона материала / Г.С. Ивасышин. 1981. Бюл. № 27.
15. NSU 905714 А 1 М К И G01 N3/20. Способ определения модуля упругости материала / Г.С. Ивасышин. 1982. Бюл. № 6.
16. NSU 905717 А 1 М К И G01 N3/22. Способ определения модуля сдвига образцов материала / Г.С. Ивасышин. 1982. Бюл. № 6.
17. NSU 1381367 А 1 М К И G01 N3/48. Способ определения динамической твёрдости / Г.С. Ивасышин. 1988. Бюл. № 10.
18. NSU 1619134 А 1 М К И G01 № 3/56. Способ оценки относительной износостойкости металлов / Г.С. Ивасышин. 1991. Бюл. № 1.
19. Фейнман Р. Фейнмановские лекции по физике / Р. Лейтон, М. Сэндс. Пер. с англ. М.: Мир. 1977. Т. 7. 288 с.
20. Физический энциклопедический словарь. / Гл. ред. А.М. Прохоров. М.: Мир. 1986. 384 с.
21. Чолаков В. Нобелевские премии. Учёные и открытия. Пер. с болг. М.: Мир. 1986. 368 с.

References:

1. Gura G.S. Bodies rolling motion with friction. Fretting. Monograph. Sochi: Doria. 2009. 295 p.
2. Ivasyshin H.S. Scientific discoveries in micro- and nanotribology. Phenomenological fundamentals of quantum friction theory // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. Moscow: CNT «NanoStroitelstvo». 2010. № 4. P. 70–86. State registration № 0421000108. URL: <http://www.nanobuild.ru> (Date of access: 22.10.2010).
3. Ivasyshin H.S. Scientific discoveries in micro- and nanotribology and helium wear // Nanotechnologies in Construction: A Scientific Internet-Journal. Moscow: CNT «NanoStroitelstvo». 2011. № 3. P. 49–66. State registration № 0421100108. URL: <http://www.nanobuild.ru> (Date of access: 27.06.2011).
4. McClintock F., Argon A. Deformation and destruction of metals. Translated from English. Moscow: Mir. 1971. 444 p.
5. Scientific Discovery (Diploma № 258) // Regularity of elastic aftereffect additivity in volume parts and superficial layers of friction pairs / H.S. Ivasyshin. Moscow. RAEN. 2004.

6. Scientific Discovery (Diploma № 277) // Regularity of magnetic aftereffect additivity in volume parts and superficial layers of friction pairs made of ferromagnetic materials / H.S. Ivasyshin. Moscow: RAEN. 2005.
7. Scientific Discovery (Diploma № 289) // Regularity of diffusive magnetic aftereffect additivity in volume parts and superficial layers of friction pairs made of ferromagnetic materials and alloys / H.S. Ivasyshin. Moscow: RAEN. 2005.
8. Scientific Discovery (Diploma № 302) // Regularity of hydrogen magnetic aftereffect additivity in volume parts and superficial layers of friction pairs made of ferromagnetic materials and alloys / H.S. Ivasyshin. Moscow: RAEN. 2006.
9. Scientific Discovery (Diploma № 392) // Regularity of changes of entrophy of thermodynamic aftereffect of triboengineering system / H.S. Ivasyshin, M.M. Radkevich, S.G. Chulkin. Moscow: RAEN. 2010.
10. Scientific discovery (Diploma № 404). Regularity of temperature aftereffects additivity in the volume parts and superficial layers of friction pairs /H.S. Ivasyshin, M.M. Radkevich, S.G. Chulkin. Moscow: RAEN. 2010.
11. *Okhanyan Kh.* Einstein: The true history of great discoveries. Translated from English. Moscow: Eksmo. 2009. 284 p.
12. *Rakhshtadt A.G.* Spring steels and alloys. Moscow: Mashinostroenie. 1982. 400 p.
13. NSU 328324 AIM K H GOI B5/30. The method for determination of residual tension relaxation in parts / H.S. Ivasyshin. 1972. Bul. № 6.
14. NSU 848979 AIM K H GOI B5/30. The method for determination of Poisson's ratio for material / H.S. Ivasyshin. 1981. Bul. № 27.
15. NSU 905714 A 1 M K H GOI N3/20. The method for determination of material elasticity module / H.S. Ivasyshin. 1982. Bul. № 6.
16. NSU 905717 A 1 M K H GOI N3/22. The method for determination of shift module in samples of material / H.S. Ivasyshin. 1982. Bul. № 6.
17. NSU 1381367 A 1 M K H GOI N3/48. The method for determination of dynamic hardness / H.S. Ivasyshin. 1988. Bul. № 10.
18. NSU 1619134 A1MKH GOI N3/5 6. The method of evaluation of metal relative wear resistance / H.S. Ivasyshin. 1991. Bul. № 1.
19. *Feinman R.* Feinman's lectures on physics / R.Leiton, M. Sands. Moscow: Mir. 1977. V. 7. 288 p.
20. Physical encyclopaedic dictionary. Moscow: Mir. 1986. 384 p.
21. *Cholakov V.* Nobel rewards. Scientists and discoveries. Moscow: Mir. 1986. 368 p.