

ISSN: 2782-5515



Перст

Информационный бюллетень
перспективные технологии
наноструктуры сверхпроводники фуллерены

Том 29, выпуск 12

декабрь 2022 г.



Led garlands/vincci.ru

Черноголовка

Том 29, выпуск 12

декабрь 2022 г.

В этом выпуске:

СНОВА К ОСНОВАМ

Всегда ли смачивание уменьшает трение?

В учебниках физики седьмого класса при изучении силы трения пишут, что для уменьшения силы трения необходима смазка. Слой масла превращает сухое трение в вязкое, таким образом, детали механизмов меньше трутся друг о друга и дольше служат. Как тут не вспомнить известное объяснение скользкости льда: образуется тонкий слой воды, из-за которого люди падают в гололёд, а конькобежцы эффективно скользят по катку.

Тем не менее трение, как самый скользкий вопрос физики, постоянно преподносит исследователям новые сюрпризы. В недавней работе [1] исследователи из Нидерландов и Германии показали, что при определенных условиях смачивание может увеличивать силу трения.

Авторы исследовали трение двух кремниевых поверхностей: гладкой кремниевой пластины и шарика из кремния, поверхности которых были покрыты естественной оксидной пленкой. Шар и пластину помещали в камеру с контролируемым содержанием паров жидкости – воды или гексана. Измеряли коэффициенты трения скольжения при различном содержании паров и различной скорости скольжения шара по пластине.

Для гексана зависимость коэффициента трения от влажности была предсказуемой: в присутствии жидкости коэффициент трения падал. Однако для воды эта зависимость оказалась немонотонной: при повышении влажности она сначала росла, а потом падала, но при погружении в воду коэффициент трения оказался больше, чем для сухих поверхностей. Кроме того, зависимость коэффициента трения от влажности имела ещё и гистерезис, при увлажнении и осушении получились немного отличающиеся величины коэффициента трения.

Авторы предложили два механизма объяснения такой зависимости: адгезия за счёт поверхностного натяжения и возникновение водородных связей между поверхностью кремния и водой.

Механизм адгезии за счёт поверхностного натяжения учтен в теоретической модели (светло-зеленая кривая на рис. 1а), и эта модель неплохо объясняет немонотонное поведение графика. Но в этом случае получается, что трение при нулевой влажности и полном погружении различаться не будет. Однако в эксперименте различие есть.

И далее ...

НАНОМАТЕРИАЛЫ

3 Стабилизируя поры

ДЛЯ ПРАЗДНОГО УМА

4 Уроки Природы. Пингвины подсказали ученым идею создания прочного противообледенительного покрытия

7 Если снежинка не растает, или о температуре мыльных пузырей

ВЕСТИ С КОНФЕРЕНЦИЙ

8 XII Международная конференция “Фазовые превращения и прочность кристаллов” памяти академика Г.В. Курдюмова (ФППК-2022)

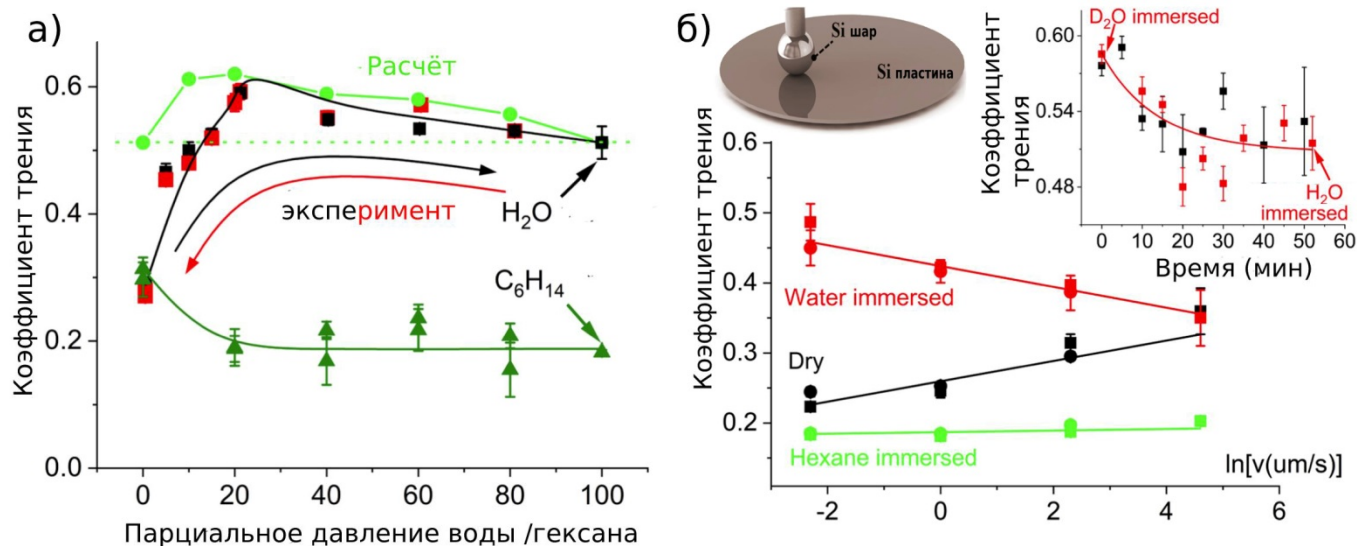


Рис. 1. а) Результаты измерений и теоретического расчета коэффициентов трения при различных парциальных давлениях паров (точка 100% соответствует погружению в жидкость). б) Зависимость коэффициентов трения от логарифма скорости движения (на вставке зависимость коэффициента трения от времени в процессе смешивания паров тяжелой воды с обычной).

Чтобы проверить гипотезу влияния водородных связей, авторы провели эксперимент с погружением пластины в тяжелую воду D₂O. Дейтерий образует более сильные водородные связи, и в эксперименте коэффициент трения с дейтерием оказался выше, чем с обычной водой (рис. 1б, вставка). Изначально в камере были пары тяжелой воды, которые постепенно смешивали с парами обычной воды, и коэффициент трения уменьшался со временем. В пользу водородных связей говорят также проведенные авторами эксперименты с изменением скорости скольжения – с увеличением скорости коэффициенты трения для сухой и смоченной поверхности становятся ближе, поскольку при больших относительных скоростях водородные связи не успевают сформироваться.

Таким образом, оба рассматриваемых механизма – и поверхностное натяжение, и водородные связи – вносят свой вклад в коэффициент трения. Исследование различных механизмов, влияющих на трение, до сих пор остаётся на переднем крае науки.

3. Пятакова

1. L.Peng et al., *Phys. Rev. Lett.* **129**, 256101 (2022).

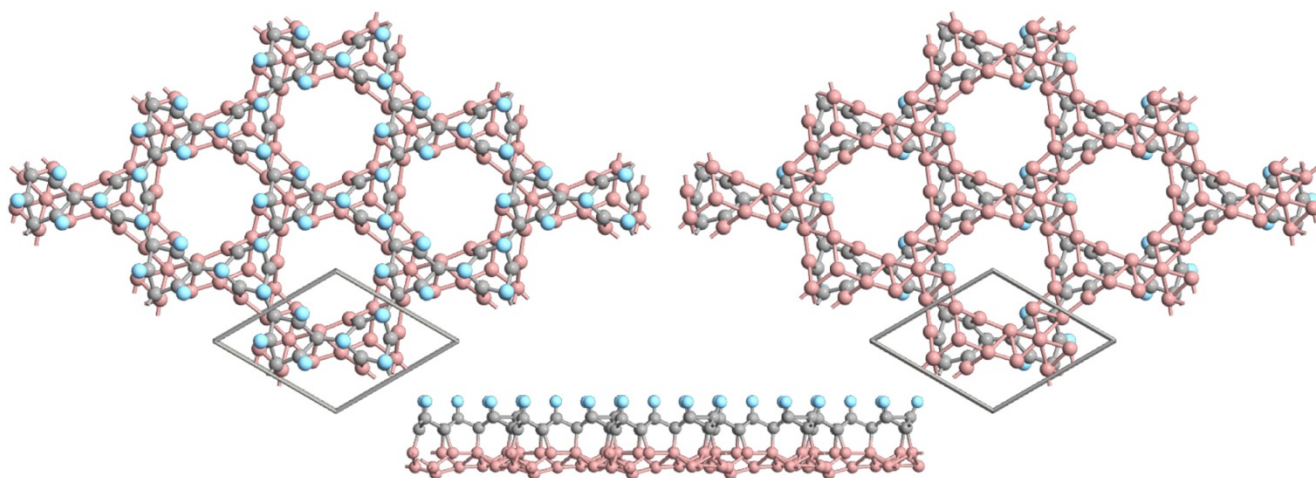
НАНОМАТЕРИАЛЫ

Стабилизируя поры

В работе [1] российские исследователи из Москвы и Ульяновска задались вопросом стабилизации пористой гетероструктуры, построенной из сросшихся листов графена и борофена (см. рис.). Напомним, что борофен, как и графен относится к классу двумерных кристаллов, однако состоит исключительно из атомов бора. Если в бислое борофен-графен присутствуют отверстия-поры, то такой материал, по мнению, исследователей сможет найти применение в качестве анодов или катодов в батареях, а изготовленные из него мембраны с высокой селективностью и проницаемостью в отношении определенных частиц станут основой высокопроизводительных эффективных фильтров. Кроме того, в пользу скорого применения пористого бислоя свидетельствует недавний синтез самого композита борофен-графен, а создание в нем пор уже доступно возможностям современных нанотехнологий, например, при помощи ультразвука в комбинации с шаровыми мельницами. Однако несовершенство технологических процессов изготовления может привести к разрушению или существенной перестройке атомной конфигурации материала, что отрицательно скажется на его характеристиках. Решением, по мнению авторов, может стать пассивация атомарным водородом, что позволит стабилизировать подобные пористые двухслойные структуры без существенного изменения морфологии. При помощи компью-

терного моделирования исследователи продемонстрировали, что в отсутствие водорода наблюдается структурный фазовый переход от пористого графена к графенилену – двумерной сетке атомов углерода, построенной из четырех-, шести- и двенадцатичленных углеродных колец, в то время как даже односторонняя гидрогенизация сохраняет структуру бислоя. Устойчивость такой системы подтверждается расчетами энергии когезии и фононного спектра. Все вычисления авторы проводили с помощью теории функционала плотности в программе QuantumATK. Они выбрали для компьютерного моделирования GGA-функционал PBE и гибридный HSE, а также учли слабое

ван-дер-ваальсово взаимодействие с помощью включения поправок Гримме. Помимо прямого подтверждения устойчивости исследователи получили ряд характеристик пассивированного водородом пористого борофен-графена. Так, этот материал является полупроводником с шириной диэлектрической щели около 1 эВ, а также обладает как внутривоскостным, так и вневоскостным пьезоэлектрическим эффектом. При этом присутствие водорода, вертикально связанного с бислоем, увеличивает вневоскостной пьезоотклик более чем в два раза по сравнению с непассивированным борофен-графеном.



Схематическое представление пассивированного атомарным водородом пористого борофен-графена и элементарной ячейки этого бислоя. Предполагается, что осуществляется пассивация атомарным водородом “углеродной стороны”. На рисунке изображена кристаллическая структура борофен-графена, которая представляет собой равновесную атомную конфигурацию, полученную в ходе процедуры геометрической оптимизации с использованием функционала PBE.

Дополнительный анализ оптических свойств показал, что значительное поглощение фотонов с параллельной поляризацией достигается в достаточно узком диапазоне энергий. Эта область практически полностью лежит в оптическом диапазоне с небольшим охватом ближнего ИК-спектра. При использовании функционала HSE кривая сдвигается вправо, однако и в этом случае пик поглощения также находится в видимом диапазоне. Таким образом, пассивированный водородом пористый борофен-графен представляет собой интересный и достаточно перспективный материал. Будем надеяться, что он найдет свое применение в уже ближайшем будущем.

М. Маслов

I. A.Kochaev et al., *Mater. Today Nano* **20**, 100247 (2022).

ДЛЯ ПРАЗДНОГО УМА

Уроки Природы. Пингвины подсказали ученым идею создания прочного противообледенительного покрытия

Образование льда на внешних конструкциях является серьезной проблемой. Последствия могут быть самыми разными, от простых неудобств до катастрофических (аварии на транспорте, нарушение электроснабжения, разрушение трубопроводов и различного оборудования). Например, в декабре 2022 года обледенение проводов оставило без электричества более 50 тысяч жителей в двух районах Кабардино-Балкарии. Существуют как пассивные способы борьбы со льдом (нанесение различных по типу и свойствам покрытий), так и активные (механические, термические). Последние требуют больших энергозатрат. Неудивительно,

что особое внимание уделяется разработке противообледенительных покрытий. Они должны обеспечивать удаление налетающих капель, задержку замерзания и низкую адгезию льда [1]. Однако очень сложно совместить два необходимых свойства – уменьшение смачиваемости и снижение адгезии льда. Для эффективного отталкивания капель и замедления процесса замерзания нужны супергидрофобные поверхности с иерархической структурой, в микро/нанополостях которой удерживаются пузырьки воздуха, т.е. поверхности с “эффектом листа лотоса” (см. ПерсТ [2]). Время контакта вода-твердая поверхность ограничено, и образование льда затруднено. Но в холодных влажных условиях супергидрофобность пропадает, вода проникает в полости, где был воздух, и образующийся лёд прочно закрепляется в этих местах [3]. Решить эту проблему пытались путем изменения химии поверхности. Например, авторы [4] на покрытия с лазерным наноструктурированием LIPSS (laser-induced periodic surface structure) дополнительно наносили химически активное соединение на основе перфторполиэфира.

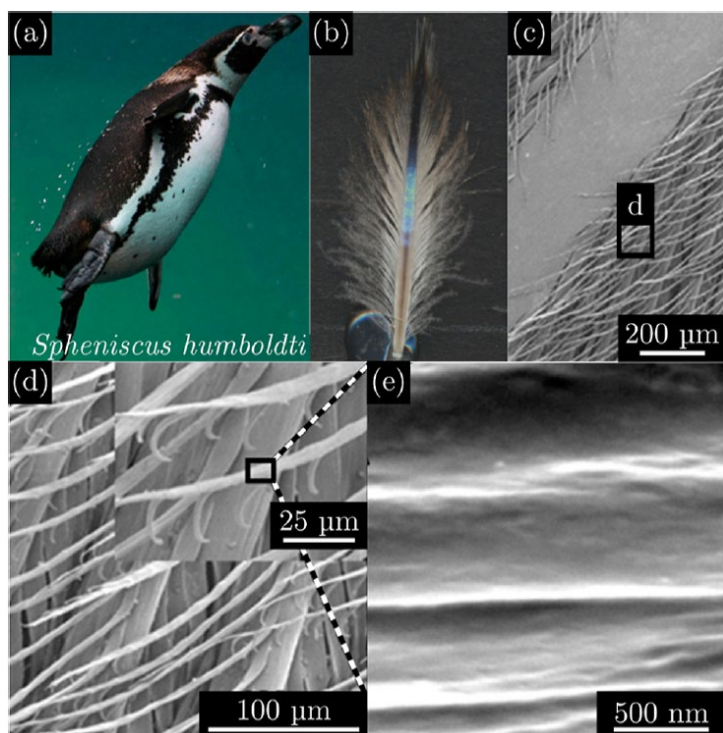


Рис. 1. (а) Пингвин в воде. (б) Фотография пера. SEM изображения: (с) стержень и отходящие от него бородки, похожие на проволоочки; (д) бородки и бородочки; (е) наноканавки на поверхностях бородок и бородочек [5].

Благодаря частичному захвату воздуха в наноструктурах без эффектов блокировки замерзающей воды адгезия действительно существен-

но снизилась (до 25 кПа) в сравнении с адгезией на гладкой поверхности (150 кПа), но всё равно осталась выше порога пассивного сброса льда (20 кПа). Кроме того, покрытия оказались недостаточно прочными и разрушались при повторных циклах обледенения/размораживания.

Таким образом, попытки учёных и технологов создать нужное покрытие не увенчались успехом. А вот Природа смогла это сделать. Пингвины Гумбольдта не покрываются льдом, хотя охотятся в ледяных антарктических водах, и температура воздуха гораздо ниже 0°. Вероятно, важную роль играет структура перьев (рис. 1). Её внимательно изучили ученые из McGill Univ. (Канада) [5]. От стержня пера параллельно отходят так называемые бородки, похожие на проволоочки (рис. 1b,c). Бородки покрыты параллельными бородочками с крючочками на концах (рис. 1d). Эти крючочки цепляются за крючочки соседних бородочек. На поверхности бородок и бородочек имеются продольные наноканавки (рис. 1e).

Такая трехмерная иерархическая структура препятствует проникновению воды (площадь контакта вода-поверхность очень мала). Вероятно, она способствует и разрушению льда – по границам раздела фаз образуются трещины. Правда, важны ли для этого наноканавки, не известно.

Структура перьев подсказала канадским ученым идею создания прочного противообледенительного покрытия из тканой проволоочной сетки. Такие сетки обычно применяют для фильтрации. Авторы [5] использовали три образца сеток из нержавеющей стали с разными диаметрами проволок для основы и переплетения и разным количеством этих проволок на единицу длины. Размеры пор в образцах 15, 9 и 7 мкм, их количество – 213, 513 и 750 пор/мм². Полная площадь поверхности у трёх образцов практически одинакова. На поверхности проволок с помощью импульсного лазерного воздействия создали LIPSS наноструктуры, похожие на канавки перьев.

Сначала исследователи проверили, как сетки выдерживают обледенение. Оказалось, что повторные циклы образования/удаления льда не влияют на механическую прочность и морфологию поверхности как для образцов с LIPSS, так и без них. На рис. 2 показаны SEM изображения образцов сетки 200×1400 (цифры соответствуют количеству проволок основы и пе-

реплетения на линейный дюйм) до испытаний и после 5 циклов. В левой колонке – контрольные плоские монокристаллические образцы из такой же стали с LIPSS и без них.

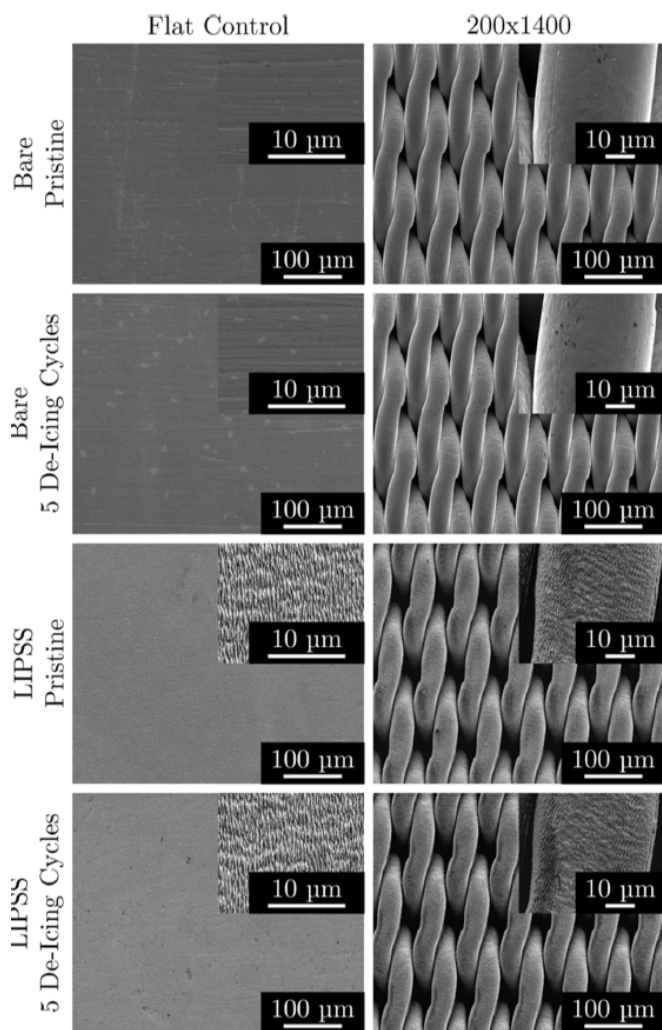


Рис. 2. SEM изображения образцов из нержавеющей стали: плоские контрольные (слева) и сетка 200×1400 (справа). Представлены образцы без обработки лазером и с LIPSS до обледенения и после 5 цикла. [5]

Для проверки влияния химии поверхности после лазерного воздействия провели дополнительную обработку в атмосфере CO_2 при повышенных температуре и давлении и получили на поверхности гидрофобный углеродистый слой. Для образцов сеток краевой угол смачивания больше 150° сохранился после каждого из 5 циклов образования/удаления льда. (Для плоского монокристаллического образца без LIPSS краевой угол смачивания $\sim 100^\circ$, с LIPSS $\sim 130^\circ$). Гидрофильную поверхность создали, сформировав оксидный слой с помощью обработки в ванне с кипящей водой в течение 48 часов. Краевой угол плоского образца с LIPSS до первого обледенения $\sim 45^\circ$. Для образцов всех трех

сеток эффект еще сильнее – они полностью смачиваются водой, все поры заполняются, краевой угол определить невозможно. Интересно, что после пятого цикла краевой угол плоского образца с LIPSS повысился до 64° , т.е. наблюдается тенденция к переходу от нестабильного гидрофильного состояния к стабильному гидрофобному. Это хорошо, т.к. авторы [5] для создания биомиметической поверхности планировали использовать и гидрофобность.

Важный момент – при низкой температуре вода одинаково адсорбируется на гидрофобных и гидрофильных сетках и проникает через всю трехмерную структуру. Таким образом, химия поверхности влияет только на отталкивание капель воды, но не на процесс обледенения.

Адгезию льда на монокристаллических и проволоочных образцах измеряли на лабораторной установке и с использованием аэродинамической трубы в режиме, близком к обледенению в полёте (при температуре -20°C). Результаты показали, что для удаления льда с поверхности сеток без LIPSS требуется усилие всего ~ 12 кПа (меньше порога пассивного сброса 20 кПа). Это в 50 раз меньше, чем для плоского монокристаллического образца (тоже без LIPSS). Добавление LIPSS не повлияло на адгезию. Её величины для всех сеток ниже порога в 20 кПа и практически одинаковы для образцов с гидрофобной и гидрофильной поверхностью.

Результаты показывают, что для достижения двух целей – снижения адгезии воды и адгезии льда нужно использовать две разные стратегии. Авторы [5] продемонстрировали это на примере гидрофобной проволоочной сетки с лазерным наноструктурированием поверхности. Микроструктура из переплетённых стальных проволок способствует механическому разрушению льда. Сначала образуется лёд на поверхности проволок, потом замерзает вода, заблокированная в порах. Замерзая, она расширяется; в поверхностном слое льда образуется трещина, которая раскрывается по поверхности проволоки от поры к поре. Наноструктуры, созданные лазером, и устойчивая гидрофобность поверхности приводят к отталкиванию воды, не влияя на адгезию льда к микроструктурной основе. Повторные циклы обледенения/удаления льда не меняют свойства смачиваемости.

Таким образом, канадские учёные предложили общий принцип создания биомиметических противообледенительных покрытий. Сначала на базе законов механики разрушения надо

сформировать поверхность, сбрасывающую лёд, а затем провести её модификацию для добавления водоотталкивающих свойств.

О. Алексеева

1. С.А.Марченко и др., Труды ВИАМ №9, с.143 (2022).
2. [ПерсТ 29, вып. 1, с.1 \(2022\).](#)
3. Л.В.Соловьянчик и др., Труды ВИАМ №6 с.77 (2018).
4. V.Vercillo et al. Adv. Funct. Mater. **30**, 1910268 (2022).
5. M.J.Wood et al., ACS Appl. Mater. Interfaces **14**, 47310 (2022).

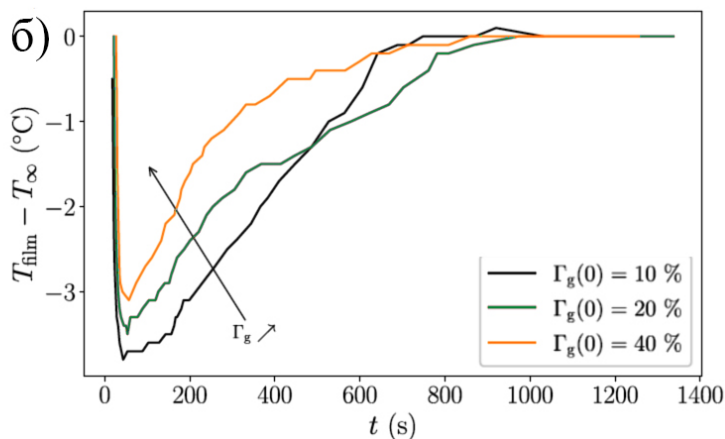
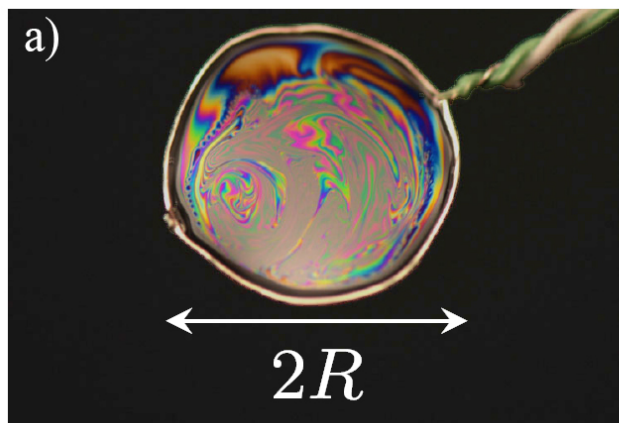


Рис. 1. а) Термопара и, по совместительству, рамка для пленки; б) временные зависимости неравновесной температуры пленки T_{film} при различных процентных концентрациях глицерина Γ (T_{∞} – температура окружающей среды) [1].

Опыты проводили в особой камере (перчаточном боксе) при различных величинах относительной влажности с водными растворами глицерина различной концентрации. В качестве мыльного агента выступала всем известная жидкость для мытья посуды (кто уже не помнит историю про Вилларибо и Виллабаджо, могут обратиться непосредственно к статье [1]). Для измерений температуры использовали термопару, один из концов которой образовывал рамку для растягивания пленки (рис. 1а). Как оказалось, в первую сотню секунд после образования пленки ее температура быстро падает, а затем начинает снова повышаться, по прошествии десятка минут принимая температуру окружающей среды. Такие пленки-долгожители удавалось получать как раз за счет глицериновой примеси в мыльном растворе. В опытах с 10%-процентным раство-

ПерсТ, 2022, том 29, выпуск 12

Если снежинка не растает, или о температуре мыльных пузырей

Если в поисковике набрать “мыльный пузырь на морозе”, то появится множество красивых фотографий замерзших пузырей и рекомендаций как их сделать, например: “поместите в пузырь снежинку, и от нее во все стороны побегут ледяные узоры”, превращая пузырь в сферу из льда. Опыты рекомендуют проводить при температуре -7°C .

При таких зимних забавах и даже в большинстве научных экспериментов предполагается по умолчанию, что температура мыльной пленки равна температуре окружающей среды. Однако, как показали ученые из Univ. Paris-Saclay (Франция), мыльный пузырь может быть и значительно холоднее своего окружения [1].

ром глицерина наблюдалось падение температуры на 8°C . Увеличение концентрации глицерина повышало стабильность пленок, но при этом величина температурного провала уменьшалась (рис. 1б). Сопоставление этих фактов указывает на то, что механизм охлаждения и разрыва мыльной пленки один и тот же – это испарение воды с поверхности пленки. Глицерин, затрудняя испарение, одновременно уменьшает и связанную с испарением потерю внутренней энергии. Это же подтверждают и результаты измерений при различной влажности: предсказуемо, провал температуры становится не столь значительным с увеличением влажности, так как испарение при этом замедляется.

Отличие температуры мыльной пленки от окружающей среды на несколько градусов – важный фактор, поскольку такие характери-

стики раствора, как вязкость и поверхностное натяжение зависят от температуры. Особое значение оно приобретает вблизи точки Крафта – нижней температуры перехода в мицеллярное состояние.

Интересно, что максимальное падение температуры в пузыре (-8°C) примерно совпадает с температурой -7°C , при которой, если верить советам в интернете, происходит замерзание пузыря. Возможно, это не простое совпадение: при выдувании пузыря образуется пленка из переохлажденной жидкости, которая быстро отвердевает при попадании в нее центра кристаллизации (та самая снежинка, “если не растает”, конечно).

А. Пятаков

1. *F.Boulogne et al., Phys. Rev. Lett.* **129**, 268001 (2022).

ВЕСТИ С КОНФЕРЕНЦИЙ

XII Международная конференция “Фазовые превращения и прочность кристаллов” памяти академика Г.В. Курдюмова (ФППК-2022)

XII Международная конференция “Фазовые превращения и прочность кристаллов” памяти академика Г.В. Курдюмова (ФППК-2022) проходила с 24 по 27 октября 2022 года в Черноголовке. На открытии конференции с приветственным словом к участникам обратился директор ИФТТ РАН член-корреспондент РАН А.А. Левченко. В своем выступлении он рассказал об истории организации Конференции, сообщил о том, что конференция проходит в рамках подготовки и проведения празднования 300-летия Российской академии наук и в преддверии 60-летия ИФТТ РАН, и пожелал участникам плодотворной работы и новых идей.

По традиции, на открытии Конференции состоялась церемония вручения Почетных медалей имени академика Г.В. Курдюмова “За выдающиеся заслуги в области физического металловедения”. Почетная медаль имени академика Г.В. Курдюмова учреждена в 2002 году в связи с 100-летием со дня его рождения. Медаль присуждает научный совет РАН по физике конденсированных сред отечественным и зарубежным ученым, внесшим наибольший вклад и предложившим принципиально новые подходы в развитие физического металло- и материаловедения.



Почетная медаль им. Г.В. Курдюмова

В 2022 году лауреатами Почетной медали имени академика Г.В. Курдюмова стали д.ф.-м.н., профессор ВГПУ В.А. Хоник, д.ф.-м.н., в.н.с. ГУ ДонФТИ Л.С. Метлов и директор ИФТТ РАН д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН А.А. Левченко. Одновременно Почетная медаль имени академика Г.В. Курдюмова за 2020 год была вручена заведующему лабораторией ИФПМ СО РАН, д.ф.-м.н., профессору А.И. Лоткову.



Вручение медали д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН А.А. Левченко.

Первая конференция состоялась в 1999 году и была приурочена к 50-летию открытия Г.В. Курдюмовым и Л.Г. Хандросом термоупругого мартенситного превращения, которое лежит в основе хорошо известного эффекта памяти формы. Большой успех этой конференции послужил стимулом к тому, чтобы руководство Института физики твердого тела РАН и Научный Центр металловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова (ГНЦ ФГУП “ЦНИИчермет им. И.П. Бардина”) – двух научных организаций, основателем которых является Г.В. Курдюмов, – совместно решили регулярно проводить международные конференции его памяти. В 2022 году местом проведения ФППК-2022 стала Черноголовка. Мероприятие проходило в смешанном формате, с 24 по 26 октября состоялись очные заседания, транслировавшиеся в ZOOM, а 27 октября работа конференции прошла в режиме онлайн. Программа Конферен-

ПерсТ, 2022, том 29, выпуск 12

ции включала 152 доклада: 13 – пленарных, 20 – устных очных, 13 – устных докладов, представленных молодыми учеными на молодежной сессии, 87 – стендовых докладов и 19 – устных докладов, представленных участниками конференции в формате онлайн.

Тематика конференции охватывала широкий спектр экспериментальных и теоретических исследований в области физики конденсированного состояния, физического материаловедения и смежных дисциплин. Понимание взаимосвязей получение-обработка-структура-свойства позволяет не только получать материалы с заданными характеристиками и прогнозировать их поведение в условиях эксплуатации, но и создавать принципиально новые материалы, отсутствие которых тормозит научно-технический прогресс. К таким материалам относят аморфные металлические сплавы, которые благодаря своей структуре, обладают высокими прочностными характеристиками, коррозионной стойкостью, необычными магнитными и электрическими свойствами. Г.Е. Абросимова (г.н.с., д.ф.-м.н., ИФТТ РАН) в своем докладе рассказала об исследовании “свободного объема” и его влиянии на структуру и свойства аморфных материалов. Оживленную дискуссию участников конференции вызвал доклад заведующего лабораторий ИФТТ РАН д.ф.-м.н. А.С. Аронина, представившего результаты экспериментальных исследований по формированию нанокристаллических структур при деформации аморфных сплавов. В продолжении темы доцент МИРЭА РТУ к.ф.-м.н. Р.В. Сундеев рассказал о формировании аморфной и нанокристаллической структуры в металлических сплавах методом кручения под давлением, как одном из наиболее эффективном способе получения аморфных материалов.

Особый интерес вызвал доклад д.ф.-м.н. профессора НИТУ МИСиС Д.В. Штанского о способах получения гексагонального нитрида бора (h-BN) и гибридных наноматериалов на его основе. В своем докладе он рассказал об уникальных свойствах нитрида бора (низкая удельная плотность, большая площадь удельной поверхности, превосходная термическая стабильность, высокая стойкость к окислению, низкий коэффициент трения и т.д.), благодаря которым, материалы на его основе представляют большой интерес для применения во многих областях промышленности. К ним относят-

ся гетерогенные катализаторы, перспективные наноносители для адресной доставки терапевтических средств и/или бактерицидных наночастиц для борьбы с опухолевыми клетками, а также бактериальными и грибковыми инфекциями, армирующие фазы в металло-матричных композитах и другие.

Отдельный интерес на научных конференциях вызывают работы, в которых представлены не только новые фундаментальные результаты, но и перспективные технологические разработки. Заведующий лабораторией ИФТТ РАН член-корреспондент РАН М.И. Карпов представил результаты исследований, проводимых в ИФТТ РАН совместно с ОАО “Композит” и ИМЕТ РАН, с целью разработки новых материалов на основе молибдена и технологии производства изделий из них в интересах аэрокосмической и электронной промышленности России. Основным технологическим процессом изготовления слитков сплавов является разработанный в ИФТТ РАН дуплекс-процесс, включающий последовательное проведение рафинирующей по вредным примесям вакуумной электронно-лучевой плавки исходной шихты и последующий модифицирующий структуру вакуумный электродуговой переплав полученного слитка.

Презентация профессора А.И. Лоткова показала результаты успешного сотрудничества материаловедов, биологов и медиков, благодаря которому был разработан и создан сердечно-сосудистый имплант – окклюдер для перекрытия ушка левого предсердия у больных с некоторыми формами сердечной аритмии и стентов для периферических сосудов у больных атеросклеротическим сужением артериальных сосудов. В настоящее время на площадях завода ООО “Ангиолайн” организовано производство отечественных окклюдеров со средством доставки к месту установки имплантата (катетером) и поставки их в кардиологические центры России.

Директор ЦКП ТГУ им. Г.Р. Державина (Тамбов) д.ф.-м.н. А.А. Дмитриевский продемонстрировал возможность изготовления многослойной композиционной керамики на основе композита диоксид циркония/оксид алюминия (ATZ) с уникальными прочностными характеристиками (высоким соотношением вязкости разрушения основного объема и твердостью приповерхностного слоя).

Подводя итоги работы ФППК-2022 заместитель председателя организационного комитета

Б.Б. Страумал отметил географию участников конференции, представляющих российские научные организации и ВУЗы от Санкт-Петербурга до Кузбасса, от Махачкалы до Томска и высокий научный уровень представленных работ.

Докладчикам молодежной сессии были вручены сертификаты участника ФППК-2022, а трое из них – А.А. Фукс (ИФТТ РАН, Черноголовка), М.Н. Постникова (НИТУ МИСиС, Москва) и Ю.Р. Сементеева (УГАТУ, Уфа) – были награждены дипломами за лучший доклад и памятными призами.

В заключение хочется отметить, что, несмотря на непростую геополитическую и экономическую ситуации в мире, Конференция состоялась. К сожалению, далеко не все ученые смогли приехать, не со всеми коллегами, ставшими хорошими друзьями удалось встретиться. Но в то же время Конференция открыла имена новых молодых ученых, которые показали свежие идеи и представили интересные результаты своих исследований. Этот факт вселяет уверенность в перспективность и актуальность научной тематики Конференции, которая в очередной раз подтвердила свой высокий научный уровень.

О. Камынина

*Дорогие наши читатели!
Поздравляем вас и ваших
близких с наступающим
Новым годом и Рождеством!*

*Новый год — это время чудес,
Волшебства и таинственных
сказок.*

*Исполнения светлых надежд
И скользящих по снегу салазок.*

*Пусть снежинки кружат
за окном,
Настроение всем поднимая.
Зазвенели бокалы, дин-дон,
Всем здоровья и счастья желая!*



Редакция и авторы ПерсТа

**Информационный бюллетень ПерсТ
издается информационной группой ИФТТ РАН**

Главный редактор: И.Чугуева, e-mail: ichugueva@yandex.ru

Научные редакторы К. Кугель, Ю. Метлин

В подготовке выпуска принимали участие О. Алексеева, О. Камынина, М. Маслов, А. Пятаков, З. Пятакова

Выпускающий редактор: И. Фурлетова

Адрес редакции: 119296 Москва, Ленинский проспект, 64