

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ГИДРОФОБНОГО МАТЕРИАЛА

В.О. Наумова¹⁾, О.П. Ровенская²⁾, В.Д. Марченко³⁾

1) студент Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, naumova.vitaliya@bk.ru

2) к.вет.н., старший преподаватель Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, olhovic_1980@mail.ru

3) магистрант Института механики, робототехники, инженерии транспортных и технических систем ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар, Россия, marchenko-armavir@mail.ru

Аннотация: в данной статье рассматривается две поверхности плоской металлической поверхности, геометрия и расстояние между решетками которых наиболее близко соответствуют 100 и 111 платиновым поверхностям. В обоих случаях наложенные водные структуры допускают легкую водородную связь, и впоследствии только несколько мимолетных водородных связей передаются к окружающей массе.

Ключевые слова: гидрофобные свойства, водоотталкивающие жидкости, лазерной гравировки, степень пассивации.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN INNOVATIVE HYDROPHOBIC MATERIAL

Vitaly O. Naumov¹⁾, Oksana P. Rovenskaja²⁾, V. D. Marchenko³⁾

1) the student Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, naumova.vitaliya@bk.ru

2) k. vet.n., senior lecturer of Armavir mechanics-co–Institute of technology (branch) of the Kuban state technological University, Armavir, Russia, olhovic_1980@mail.ru

3) the master's student of the Institute of Mechanics, Robotics, Engineering of Transport and Technical Systems of the Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia, marchenko-armavir@mail.ru

Abstract: this article considers two surfaces of a flat metal surface, the geometry and the distance between the lattices of which most closely correspond to 100 and 111 platinum surfaces. In both cases, the superimposed water structures

allow for a light hydrogen bond, and subsequently only a few fleeting hydrogen bonds are transmitted to the surrounding mass.

Key words: hydrophobic properties, water-repellent liquids, laser engraving, degree of passivation.

Для придания гидрофобных свойств материалам часто используются водоотталкивающие жидкости, проблема которых заключается в том, что после определенного периода их действие заканчивается. Уникальность альтернативного метода заключается в том, что водоотталкивающие свойства металлу придаются не вспомогательными средствами, а самой текстурой его поверхности.

С помощью тончайшей лазерной гравировки удастся создать надежную металлическую поверхность, которая в буквальном смысле отталкивает капли воды словно резиновые мячики.

В настоящее время существует огромное множество разных гидрофобных материалов, но ни один из них не может сравниться по прочности с этим материалом. А это делает данное изобретение пригодным для использования, например, при изготовлении крыльев самолёта, которые не будут покрываться льдом во время полёта. Варианты применения материала очень широки.

Эффективным преимуществом нового материала является то, что лазерная гравировка является непосредственной частью металла, поэтому она не будет сходить с него со временем, как это случается с гидрофобными покрытиями на химической основе.

Водные слои на металлических поверхностях являются гидрофобными, и степень гидрофобности зависит от степени пассивации сети водородных связей в адсорбированном слое воды. Сильные, благоприятные взаимодействия прикалывают кислород воды к верхним точкам кристаллической решетки, создавая пространственно-упорядоченное расположение молекул. В этой статье рассматриваются две поверхности плоской металлической поверхности, геометрия и расстояние между решетками которых наиболее близко соответствуют 100 и 111 платиновым поверхностям. В обоих случаях наложенные водные структуры допускают легкую водородную связь, и впоследствии только несколько мимолетных водородных связей передаются к окружающей массе. Хотя адсорбированные атомы кислорода на обеих поверхностях по-прежнему имеют акцепторные центры водородных связей, асимметрия, связанная с отсутствием донорных сайтов, приводит к тому, что поверхность раздела жидкость-пар схожа в том, что из-за коллективного образования и деформации границы раздела возникают большие флуктуации плотности.

Несмотря на то, что нижележащие металлические решетки, которые мы изучаем, упорядочены, в больших масштабах длины плоская геометрия поверхности несоизмерима с предпочтительной тетраэдрической структурой воды. Следствием этого разочарования является наличие равновесного числа дефектов в сети водородных связей внутри слоя. Эти дефекты облегчают реорганизацию внутри поверхности, и результирующая динамика неоднородна

и релаксирует на временных масштабах, превышающих наносекунды. Характерное время этой поверхностной релаксации, $\tau_s \lesssim 1$ нс, намного больше, чем для типичных флуктуаций равновесной плотности в объемной жидкости, $\tau_b \sim 5$ пс. Следовательно, наличие поверхности вносит статическую неоднородность, вода, связанная с этой поверхностью, создает динамическую неоднородность.

Равновесные адгезивные структуры могут демонстрировать неполное покрытие поверхности, степень которого зависит от геометрии поверхности и отражает конкуренцию между адсорбцией и водородной связью. Взаимодействие между энергией вода-металл и вода-вода отражается в структурных мотивах, присутствующих на разных гранях кристалла. На рис. 1 А и Г показаны характерные снимки воды для обеих поверхностей, полученные в результате моделирования, а также их последующее влияние на смачивание (рис. 1 Б и Д). Для поверхности 100 атомы металла имеют локальную четырехкратную координацию и соизмеримы с 2D-проекцией локального водорода. В результате структура воды на поверхности сильно упорядочена: водяные диполи ориентированы параллельно поверхности, и примерно все верхние участки заняты. Однако в любой конкретный момент на поверхности существуют линейные дефекты, разделяющие плоскости, выровненные по диполю молекул на 90° в своей ориентации. Для поверхности 111 атомы металла локально имеют шестикратную координацию, и, хотя они также имеют расстояния между решетками, которые соизмеримы с водородной связью, шестикратная координация нарушает предпочтительные схемы связывания. В результате на этой поверхности имеются области локального гексагонального порядка, кольца воды, окружающие вакансию, которые видны в однослойных структурах воды, поглощенной на поверхности 111 многих гранецентрированных кубических металлов. Поскольку такое гексагональное расположение не может перекрывать пространство, эта поверхность также имеет флуктуирующую концентрацию междуузлий, которые занимают пустые верхние участки с диполями воды, которые в среднем направлены в сторону от поверхности. Для обеих поверхностей решетки полностью правильные, и поэтому неоднородность в сети водородных связей динамическая. Однако навязанный порядок говорит нам, что релаксация происходит в течение длительного периода времени. Подобные дефекты водородной связи наблюдались экспериментально в условиях сверхвысокого вакуума при низких температурах на и в водно-гидроксильных пленках.

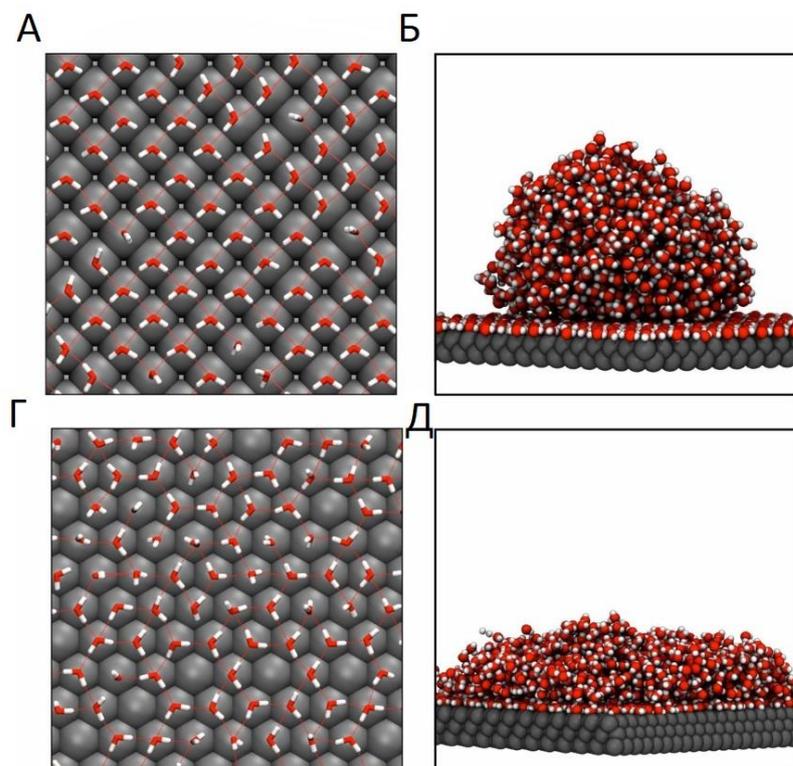


Рисунок 1. Снимки воды для двух поверхностей.

Ожидается, что наличие протяженных границ в растворе, например, сольватированная металлическая поверхность, сможет повлиять на свойства последующих слоев растворителя, на расстоянии соответствующей длины объемной корреляции. Для жидкости, находящихся вблизи сосуществования со своими парами, такими как вода, в условиях окружающей среды, расширенные неоднородности могут привести к переходу от смачивания, чьи границы раздела впоследствии имеют большую корреляционную длину. Хотя структура тесно связана с геометрией металла, окружающая вода довольно нечувствительна к открытой поверхности кристалла. Мы находим для обеих геометрий поверхности, что профиль плотности воды вдали от границы раздела имеет острый пик на поверхности металла. Колебания плотности затухают на расстоянии более 1 нм от поверхности. Асимметрия между донорами водородной связи и акцепторами на границе раздела приводит к неуравновешенному притяжению; однако эффективное взаимодействие с поверхностью не настолько слабое, чтобы позволить образование капиллярных волн, которые могли бы разрушить колебания плотности, видимые вдали от металла.

Будущее у данной технологии весьма перспективное. Также технологию можно широко использовать в электронике, например, при производстве смартфонов, ноутбуков, планшетов и других девайсов. Появится совершенно новая защита от влаги, которая великолепно защитит любую электронику.

Список использованных источников:

1. Бойнович Л.Б., Емельяненко А.М. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение // Успехи химии. 2008. Т. 77. № 7. С. 619-638.
2. Васильев А.А., Кротова М.Н., Муравьев И.А. // Изв. вузов. Химия и хим. Технология. 2012. Т. 55. Вып. 10. С. 112-113.
3. Пашинин А.С., Емельяненко А.М., Бойнович Л.Б. Взаимодействие гидрофобных и супергидрофобных материалов с водными средами // Физико-химия поверхностей и защита материалов. 2010. Т. 46. № 6. С. 734-739.