

Микроповерхность помогает добиться эффекта Лейденфроста при более низких температурах.

Исследовательская группа из Виргинского Технологического Университета под руководством доцента Цзянтао Чэна совершила открытие, которое бросает вызов многовековому научному пониманию. Ученые смогли манипулировать эффектом Лейденфроста – явлением, при котором капли воды парят над горячей поверхностью.

Эффект Лейденфроста, названный в честь немецкого врача Иоганна Готтлоба Лейденфроста, возникает, когда жидкость, например вода, попадает на поверхность, температура которой значительно превышает точку кипения. В результате образуется тонкий слой пара, изолирующий каплю и заставляющий её «парить».

До недавнего времени считалось, что эффект Лейденфроста для воды возникает при температуре около 230 градусов Цельсия. Исследование Университета Эмори в 2021 году показало, что эффект обычно исчезает, когда температура поверхности падает до 140 градусов Цельсия. Однако команда из Виргинского Технологического Университета продемонстрировала, что эффект можно инициировать при температуре всего 130 градусов Цельсия с помощью специально разработанной поверхности.

Ключом к этому прорыву стала уникальная текстура поверхности, использованная учеными. Они создали поверхность, покрытую микростолбиками, каждый из которых был шириной с человеческий волос (0,08 миллиметра в высоту), расположенными в регулярном порядке (на расстоянии 0,12 миллиметра друг от друга). Эти столбики значительно увеличили площадь поверхности, контактирующей с каплей воды, что улучшило теплопередачу.

«Как и сосочки на листе лотоса, микростолбики делают больше, чем просто украшают поверхность. Они придают ей новые свойства», – отметил Чэн.

Когда капля воды попадает на такую текстурированную поверхность, микростолбики действуют как миниатюрные теплопроводники, быстро передавая энергию в каплю и вызывая её мгновенное кипение. Это быстрое кипение генерирует паровой слой гораздо быстрее, чем на плоской поверхности, позволяя эффекту Лейденфроста возникать при значительно более низкой температуре.

«Мы предполагали, что микростолбики изменят поведение этого известного явления, но наши результаты превзошли все ожидания», – добавил Чэн.

Последствия этого открытия могут привести к революции в различных отраслях. Способность индуцировать эффект Лейденфроста при более низких температурах может привести к разработке более эффективных систем охлаждения для промышленного оборудования и ядерных реакторов. Это не только улучшит производительность, но и повысит безопасность, предотвращая перегрев и потенциальные катастрофы.

Докторант Вэнге Хуан, первый автор исследования, подчеркнул, что открытие может предотвратить паровые взрывы, представляющие значительную угрозу для промышленного теплопередающего оборудования. Паровые взрывы происходят, когда паровые пузырьки в жидкости быстро расширяются из-за интенсивного теплового источника поблизости. Хуан отметил, что особенно это важно для ядерных станций, где структура поверхности теплообменников может влиять на рост паровых пузырей и потенциально вызывать такие взрывы.

Помимо теплопередачи, способность текстурированной поверхности генерировать паровые пузырьки открывает новые возможности для самочищения. Пузыри могут эффективно удалять загрязнения с шероховатых поверхностей, что является постоянной проблемой в различных отраслях. Это может привести к разработке самочищающихся материалов для медицинских устройств и солнечных панелей.