

СМАЧИВАНИЕ АНИЗОТРОПНЫХ СУПЕРГИДРОФОБНЫХ ТЕКСТУР

А.Л. Дубов, О.И. Виноградова

*Лаборатория физико-химии модифицированных поверхностей ИФХЭ РАН,
119071, Москва, Ленинский проспект, д.31, корп. 4;
e-mail: alexander.dubov@gmail.com*

Изучение супергидрофобных поверхностей в состоянии Касси, когда поверхность при контакте с водой удерживает в своих полостях пузырьки газа, перспективно как с фундаментальной, так и с практической точек зрения. Наличие участков захваченного газа обеспечивает высокое значение краевого угла по отношению к воде и малого гистерезиса, что делает эти поверхности крайне эффективными для самоочистки, противооледенения, управления процессами конденсации и др. Кроме того, отдельный интерес представляет использование подобных поверхностей в микрофлюидике. Скольжение жидкости около супергидрофобной стенки может значительно снизить вязкое сопротивление.

Поверхностям с изотропными текстурами и неупорядоченной шероховатостью последнее время уделялось повышенное внимание, связанное с возможностью именно на таких поверхностях добиться максимальных значений краевого угла. Однако для микрофлюидики особый интерес представляют анизотропные поверхности, которые позволяют добиться максимального проскальзывания, а также за счет изменения угла между осью текстуры и направлением течения жидкости дают возможность управлять течениями в тонких каналах, обеспечивая смешивание потоков различных жидкостей или сепарацию твердых частиц и капель жидкости. Кроме того, многие задачи микрофлюидики требуют использования поверхностей с достаточно низкой концентрацией газовых участков при контакте жидкости с поверхностью. Анизотропия и уменьшение доли жидкость-газ на поверхности контакта приводят к уменьшению краевого угла и увеличению гистерезиса, и смачивание подобных текстур не было изучено в достаточной степени.

В настоящей работе изучены устойчивость состояния Касси, пининг краевой линии и гистерезис краевого угла для супергидрофобных текстур, представляющих собой параллельные бороздки различной ширины с различным расстоянием между ними, что обеспечивает долю газовой фазы при контакте с жидкостью от 12 до 88%.

Показано, что края параллельных бороздок являются центрами пининга, сильно связывающими краевую линию во время движения. При этом для краевого угла оттекания доминирующим фактором, определяющим его значение, является упругость линии контакта, тогда как для угла натекания более важным параметром является адгезия жидкости на твердых участках контакта. Этот факт также объясняет отличие в анизотропном поведении углов натекания и оттекания.

Также изучена устойчивость состояния Касси, и показано, что переход в состояние Венцеля, при котором происходит заполнение бороздок жидкостью, сильно зависит от значения доли газовой фазы на поверхности контакта и краевого угла оттекания. Если для большинства текстур переход начинается в центре капли и обусловлен увеличением давления, то для текстур с низким значением доли жидкость-газ такой переход происходит на границе капли, где за счет пининга краевой линии краевой угол принимает значения ниже 90° .