

Investigation of the lateral arrangement of phospholipid monolayers with respect to the adsorption of hyaluronan

D. C. F. Wieland

Helmholtz Zentrum Geestacht, Max-Planck- Straße 21502 Geestacht, Germany
e-mail: Florian.wieland@hzg.de

The unmatched tribological performance of articulated joints is due to both the properties of the cartilage itself and the assumed self-organization of the molecules in the synovial fluid (SF) and at the surface of cartilage [1]. The components of the SF account for the response of synovial tribological system to different load and shear conditions by re-structuring and thereby providing extremely low friction coefficients under low and high pressures up to several tens of MPa and different shear rates [2]. It is known that phospholipids form lamellar structures on cartilage surfaces and are able to reduce friction and wear [3]. The question is open how these structures are influenced by the adsorption of the biopolymer hyaluronan (HA) as it is one of the main components of the SF.

To elucidate interaction between phospholipids and hyaluronan, we performed x-ray reflectivity and grazing incidence diffraction measurements on Langmuir layers of Dipalmitoylphosphatidylcholine (DPPC) and investigated how the adsorption of HA changes the arrangement of the lipids. We varied the molecular weight (MW) of hyaluronan and the salt concentration in the subphase, in order to determine the influence of these parameters of the interaction. Our data indicate that the adsorption of HA to DPPC monolayer strongly decreases with the increase in the MW of HA. Further divalent ions in the subphase strongly enhanced the binding of HA to DPPC. 4

References

1. J. Klein. P. I. Mech. Eng J-J. Eng. (2006) 220 (J8) : 691.
2. S. Lee, N. D. Spencer. Science (2008) 319 (5863) : 575.
3. B. A. Hills. Int. Medicine J. (2002) 32 (5–6) : 242.
4. D. C. F. Wieland [et al.]. Soft Matter. (2016) 12 : 729.

Оценка развитости поверхности газочувствительных оксидных материалов с помощью фрактальной размерности

Н. Е. Боборико

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь,
e-mail: boboriko@bsu.by

Поверхность оксидного материала, а, следовательно, и гетерофазная граница оксидный материал – воздушная среда не является плоской. Рельеф данной поверхности определяется как химическим составом

композита, так и методом его получения. Наличие развитого рельефа поверхности оксидного материала играет значительную роль в улучшении газочувствительных характеристик композита, поскольку приводит к увеличению фактической площади контакта детектируемых молекул с активными центрами на поверхности оксидов, тем самым улучшая рецепторную функцию газочувствительного материала. Удобным подходом для оценки развитости поверхности оксидного материала является ее представление в виде фрактала, поскольку данный подход является инвариантным по отношению к измерительному масштабу [1]. Реальная поверхность оксида является броуновской поверхностью, т. е. неровности на данной поверхности распределены случайным образом. Развитость поверхности может быть численно оценена с помощью фрактальной размерности, или размерности Хаусдорфа–Безиковича. Для фрактального объекта эта размерность строго больше его топологической размерности. В частности, значение данной величины для поверхности оксидного материала должно лежать в диапазоне от двух до трех, причем тем больше двух, чем более развита поверхность композита.

Определение фрактальной размерности поверхности проводили методом малоуглового рассеяния нейтронов (ЛНФ ОИЯИ, Дубна, Россия). При рассеянии нейтронов на фрактальных объектах интенсивность малоуглового рассеяния пропорциональна абсолютному значению вектора рассеяния q в отрицательной степени α , т.е. $I(q) \sim q^{-\alpha}$. Показатель степени α заключает в себе информацию о фрактальной размерности D объекта, на котором происходит рассеяние. В случае поверхностных фракталов $\alpha = 6 - D$ [2].

Были исследованы оксидные материалы $\text{TiO}_2\text{-MoO}_3$, полученные золь-гель методом, прошедшие температурную обработку при 450°C в течение двух часов, с различным содержанием оксида молибдена. Как было показано ранее [3], данные материалы могут быть использованы для формирования газочувствительных слоев химических газовых сенсоров. Введение оксида молибдена в диоксид титана приводит к увеличению выходного сигнала сенсора при детектировании водорода [4].

Как следует из анализа зависимостей интенсивности малоуглового рассеяния от вектора рассеяния для диоксида титана TiO_2 и композитов $\text{TiO}_2\text{-MoO}_3$ с содержанием оксида молибдена 1 и 10 мол.% (рис.), увеличение количества оксида молибдена в композите приводит к формированию более развитой поверхности оксидного материала – значение фрактальной размерности увеличивается от 2,06 для TiO_2 до 2,25 для композита $\text{TiO}_2\text{-MoO}_3$ (10 мол.% MoO_3) (таблица).

Степень развитости поверхности оксидного материала не является единственным критерием, определяющим газочувствительную активность композита, но служит важной характеристикой структуры материала. Формирование более развитой поверхности оксидного композита

улучшает рецепторную функцию материала, что приводит к увеличению выходного сигнала сенсора при детектировании газа.

Значение фрактальной размерности в зависимости от состава композита

Состав оксидного материала	Значение фрактальной размерности
TiO ₂	2,06
TiO ₂ -MoO ₃ (1 мол.%)	2,17
TiO ₂ -MoO ₃ (10 мол.%)	2,25

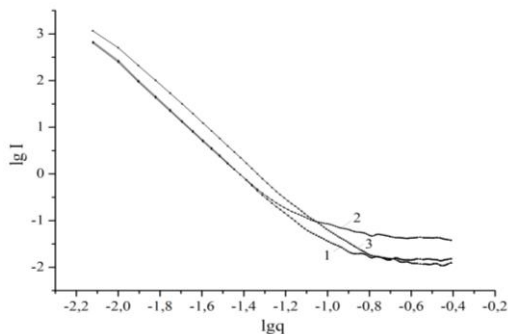


Рис. Зависимость интенсивности малоуглового рассеяния нейтронов от вектора рассеяния: 1 – TiO₂; 2 – TiO₂-MoO₃ (1 мол.% MoO₃); 3 – TiO₂-MoO₃ (10 мол.% MoO₃)

Таким образом, представление поверхности оксидного материала как фрактала позволяет численно оценить развитость поверхности, которая является одним из параметров, определяющих газочувствительные свойства оксидного композита. Из результатов оценки фрактальной размерности композитов TiO₂-MoO₃ следует, что введение в диоксид титана оксида молибдена приводит к формированию более развитой поверхности оксидного материала, что коррелирует с газочувствительными свойствами данных композитов при детектировании водорода.

Список литературы

1. Н. А. Торхов [и др.]. Физика и техника полупроводников (2009) 43 : 38.
2. A. Yu. Cherny [et al.]. J. Surf. Investig. X-Ray+ (2010) 4 : 903.
3. N. E. Boboriko, D. I. Mychko. Vib. Spectrosc. (2014) 70 : 36.
4. Н. Е. Боборико [и др.]. Доклады НАН (2014) 58 : 75.