

АСМ-ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛОВ ХОЛЕСТЕРИНА ИЗ ХОЛЕЛИТОВ**Е.В. Машина, Н.Н. Пискунова***Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар; borovkova@geo.komisc.ru,
piskunova@geo.komisc.ru***AFM- INVESTIGATION OF CHOLESTEROL CRYSTALS FROM GALLSTONES****E.V. Mashina, N.N. Piskunova***Institute of Geology, Komi Science Centre UB RAS, Syktyvkar; borovkova@geo.komisc.ru,
piskunova@geo.komisc.ru*

Холелиты относятся к твёрдым патогенным образованиям в организме человека. До сих пор механизмы зарождения и роста холелитов всё ещё остаются неясными. По данным различных исследователей, прозрачные кристаллы и сростки холестерина, обнаруживаемые в центрах холелитов, являются зародышами, на которых и происходит формирование холестериновых камней (Галеев, Тимербулатов, 1997). Нечастые публикации, касающиеся изучения роста кристаллов холестерина, в основном описывают результаты модельных экспериментов, предположительно воспроизводящие условия их образования в организме человека (Wang et al., 2008; Zakharova et al., 2009). Однако механизмы роста кристаллов холестерина в естественной среде – в организме человека – описаны в настоящее время недостаточно. На основании этого мы попытались разобраться в механизме роста кристаллов холестерина в холелитах с исследованием структуры поверхности естественных кристаллов холестерина методом атомно-силовой микроскопии (АСМ). Использовался атомно-силовой микроскоп Ntegra Prima (NT-MDT, Зеленоград, Россия). В качестве объектов исследования выбраны кристаллы холестерина, извлеченные из центральной части свежих образцов холелитов, удалённых хирургическим путем из желчного пузыря. Рентгеноструктурным анализом установлено, что извлечённые кристаллы соответствуют одноводному холестерину.

По данным атомно-силовой микроскопии, рельеф поверхности кристаллов холестерина, соответствующие простой форме $\{010\}$, типичен для кристалла, выросшего по механизму послойного роста. Все ступени на поверхности изученных кристаллов, не являющиеся макроступенями, имеют одинаковую высоту, которая составляет около 38 Å. Эта любопытная деталь, возможно, свидетельствует о том, что данная грань кристаллов одноводного холестерина растёт посредством присоединения к ней комплексов, организованных несколькими молекулами. Особенно следует отметить обнаруженные с помощью АСМ явные признаки дислокационной природы ступеней на поверхности кристаллов холестерина. Так, на рисунке представлено изображение элементарных ступеней на ростовой поверхности холестерина, где кружками отмечены выходы винтовых дислокаций на грань. Большим кружком показан ростовой аналог дислокационного источника Франка-Рида, представляющий собой единую ступень, объединяющую выходы дислокаций разного знака. Такой источник работает как своеобразная мельница, продуцируя на поверхности кристалла замкнутые ступени роста. Итак, на начальном этапе роста холестерина может сформироваться достаточное количество дислокаций. Считается, что основной причиной их образования является несовпадение плоских сеток при захвате жидких и твёрдых включений в самом начале роста.

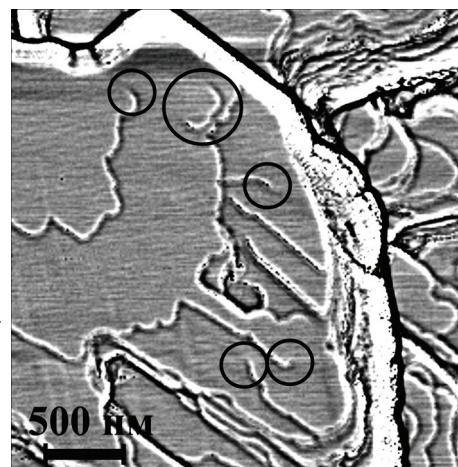


Рис. АСМ-изображение элементарных ступеней на поверхности одноводного холестерина.

Кружками показаны места выхода винтовых дислокаций на поверхность

Таким образом, в работе показано, что рост кристаллов одноводного холестерина холелитов происходит согласно общим принципам послынного роста, инициированного винтовыми дислокациями. Такой механизм характерен для роста большинства природных и синтетических кристаллов, что подтверждается, в том числе, нашими исследованиями (Sokerina, Piskunova, 2011; Трейвус и др., 2011; Piskunova, 2011).

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований, УрО РАН, проект № 15-18-5-5 и НШ, проект № 4795.2014.5.

Литература

Галеев М.А., Тимербулатов В.М. Желчнокаменная болезнь и холецистит. Уфа: БГМУ, 1997. 219 с.

Трейвус Е.Б., Силаев В.И., Пискунова Н.Н. Метакристаллы пирита с Приполярного Урала с признаками пластических деформаций // Минералогические перспективы. Материалы Международного минералогического семинара. Сыктывкар, 2011. С. 132–134.

Piskunova N.N. Direct AFM-observations of dissolution processes on dioxydine crystal defects // Abstracts of XXII congress of the IUCr. Suppl. of Acta Crystallographyca. 2011. P. 539–540.

Sokerina N.V., Piskunova N.N. Growth condition of quartz crystals at the Zhelannoe deposit in the nether Polar Urals: Evidence from Fluid and Solid Inclusions // Geochem. International. 2011. V. 49. №. 2. P. 181–190.

Wang H.H., Portincasa P., Wang D. Q.-H. Molecular pathophysiology and physical chemistry of cholesterol gallstones // Frontiers in Bioscience. 2008. V. 13. P. 401–423.

Zakharova M.M., Nasonova V.A., Konstantinova A.F., Chudakov V.S., Gainutdinov R.V. An investigation of the optical properties of cholesterol crystals in human synovial fluid // Crystallography Reports. 2009. V. 54. № 3. P. 509–512.