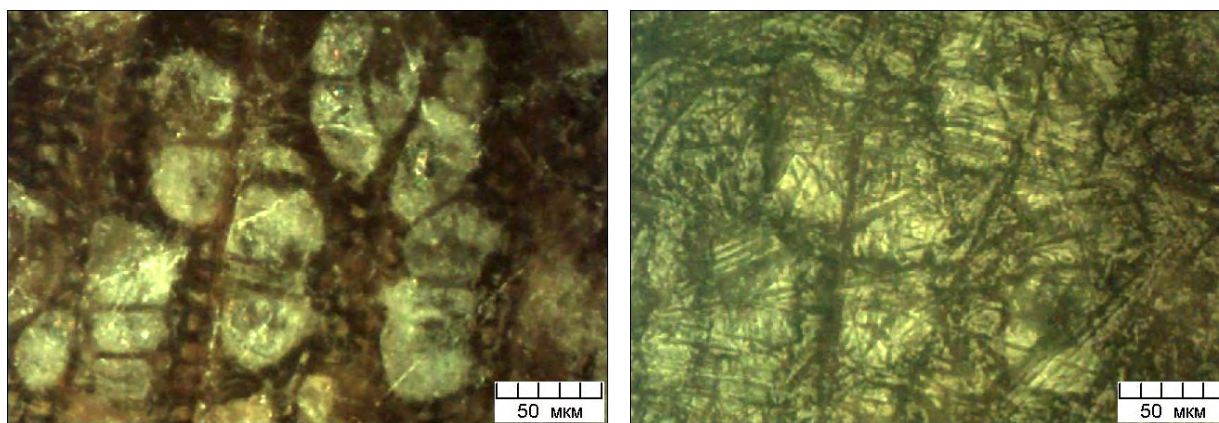


ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ИССЛЕДОВАНИИ ОБЪЕКТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Анисович А.Г., Румянцева И.Н.

Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск, Беларусь,
anna-anisovich@yandex.ru

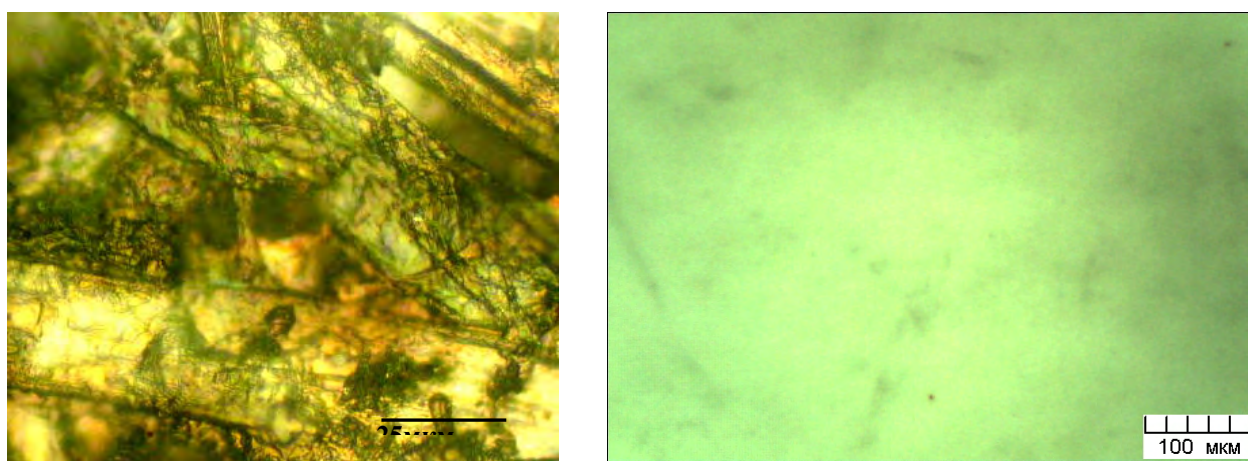
Традиционно биологические объекты исследуются в проходящем свете. Тем не менее, схема освещения «на отражение» в металлографическом микроскопе позволяет исследовать некоторые объекты биологического происхождения [1], в частности дерево, бумагу, костную ткань (рис.1 *a*). В особенности это относится к исследованию по методу темного поля, когда исследуемая поверхность освещается полым конусом света. Преимуществом такого вида анализа является возможность исследования неплоскостных объектов. В частности, темнопольное изображение может быть успешно использовано для исследования поверхности дерева (рис.1).



a

б

Рис.1. Структура поверхности дерева (береза) в темном (*a*) и светлом (*б*) поле



a

б

Рис.2. Окрашенная писчая бумага (SvetoCopy, 80 g/m², white) (*a*); мелованная, белая (*б*); темное поле

При исследовании типографской бумаги (рис.2) существенным является ее цвет, степень окрашивания и т.д. Неокрашенная бумага является наилучшей для наблюдения как в светлом, так и в темном поле; для нее существует практически единственное увеличение ($200\times$), когда поверхность бумаги выявляется наилучшим образом [1]. Более результативно наблюдение окрашенной писчей бумаги (рис.2,*а*), когда возможно рассмотреть структуру волокон. С помощью металлографического микроскопа возможно различить сорта бумаги в зависимости от того, как они проявляются при различных способах освещения поверхности [1]. Наилучшим образом выявляется структура бумаги с наименее гладкой поверхностью - фильтровальная. Поверхность мелованной бумаги практически не видна в темном поле (рис.2,*б*), поскольку является достаточно гладкой, не имеющей неплоскостных участков.

Темнопольное изображение позволяет рассматривать строение семян растений (рис.3). Светлое поле в данном случае не информативно.

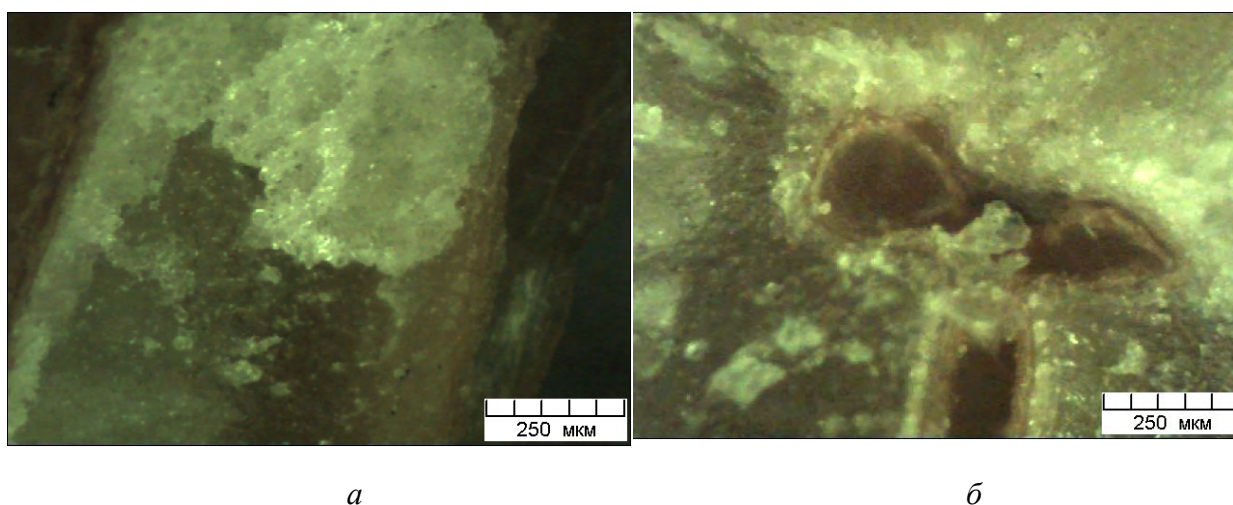
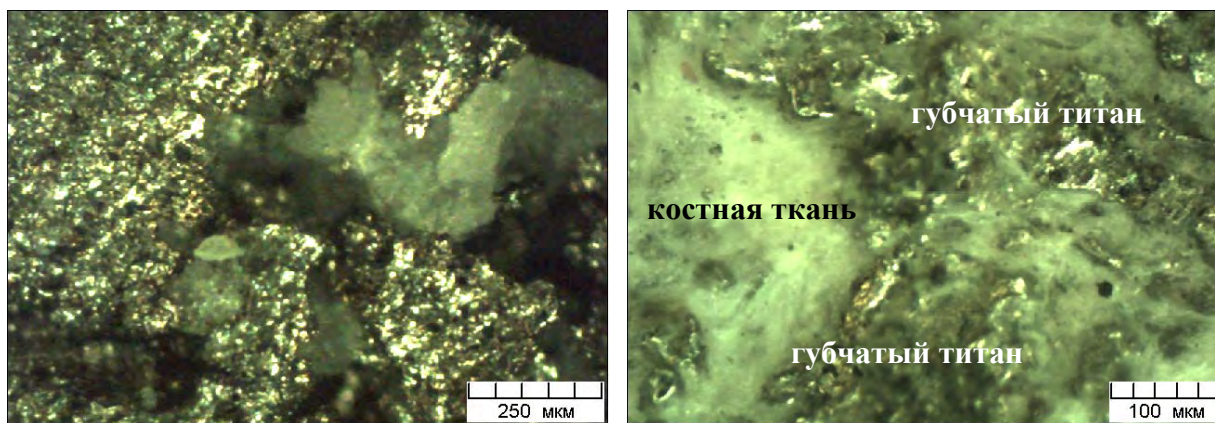


Рис. 3 . Поверхность долевого (*а*) и поперечного (*б*) среза зерна пшеницы в темном поле

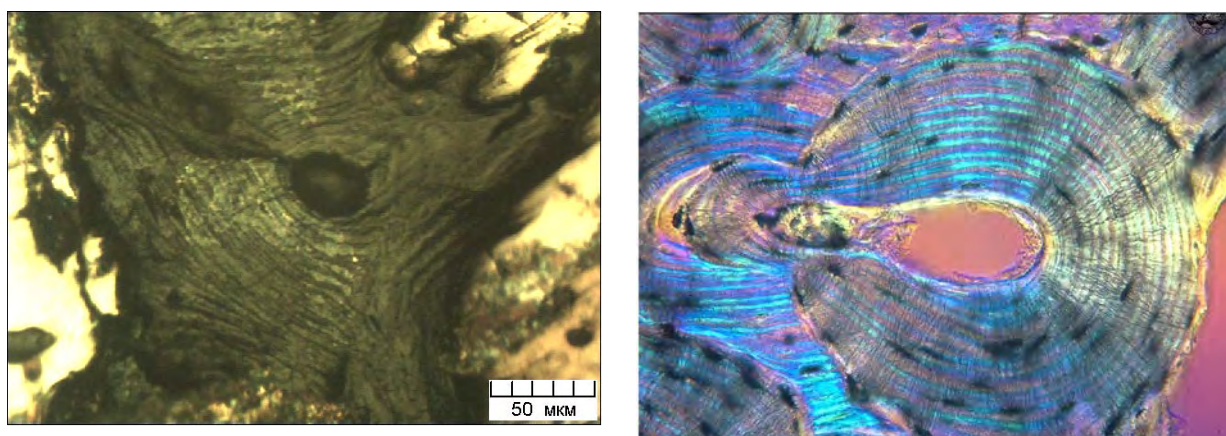
Металлографический микроскоп позволяет проводить исследования, например, костной ткани [2-4]. В настоящее время широко распространено протезирование суставов. В качестве составной части эндопротезов используется пористый титан, непосредственно контактирующий с костной тканью. Повышение надежности работы эндопротезов достигается за счет формирования контактного слоя на границе костная ткань – титан при заполнении пор титана органической костной тканью. Качественная идентификация структурных составляющих на изломе контактного слоя (по аналогии с другими объектами материаловедческого профиля) позволяет заключить, что блестящая фаза относится к металлической составляющей - титану; матовая составляющая является неметаллической (или подобной аморфной), структура которой в темном поле не выявляется (рис.4). Единственным вариантом неметаллической составляющей в данном случае является костная ткань. Исследование шлифа в зоне контакта костная ткань-металл позволяет выявить структуру биометаллического композита. Подтверждением идентичности неметаллической составляющей композита и костной ткани является рис. 5, где представлена костная ткань в окружении металлической матрицы (титан) и ламеллярная структура остеона соответственно. Металлографический анализ может быть дополнен рентгеноструктурным анализом. В составе композиционного слоя присутствуют титан и соединение состава $\text{Ca}_9\text{HPO}_4(\text{PO}_4)_5\text{OH}$, отвечающее составу костной ткани.



a

б

Рис.4. Расположение органической ткани в порах титана; *a* – неполное заполнение, *б* – полное заполнение; излом, темное поле.



a

б

Рис. 5. Структура остеона: выявленная металлографически (*a*); тонкий срез, данные Интернета (*б*).

Список литературы

1. Анисович А.Г., Румянцева И.Н. Практика металлографического исследования материалов. Минск: Беларуская навука, 2013.
2. Руцкий В.А., Анисович А.Г., Румянцева И.Н., Маслов А.П. Исследование структуры биометаллического композита «костная ткань-губчатый титан» методами металлографического анализа. Журнал Гродненского университета, 2010, 230(2), с.97-99.
3. Руцкий А.В., Маслов А.П., Анисович А.Г., Румянцева И.Н. Особенности структуры биометаллического композита «костная ткань-губчатый титан» остеоинтегрированных эндопротезов. SLPS.ARSmedica, 2010, 29 (9), с. 404-407.
4. Руцкий А.В., Анисович А.Г., Румянцева И.Н., Урбан Т.П., Маслов А.П. Исследование контактного слоя биометаллического композита «костная ткань-губчатый титан». Медицина, 2010, 4, с. 46-50.