МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ КРАСОК ИКОН НИЖНЕЙ ПЕЧОРЫ

И. С. Астахова¹, Н. Е. Плаксина²

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, ²Национальная галерея Республики Коми, Сыктывкар
astakhova@geo.komisc.ru, nplaks@mail.ru

В статье приводятся результаты исследования минеральных красок с икон XVIII в. «Богоматерь Троеручица», «Архистратиг Михаил, грозный воевода», «Святитель Николай Чудотворец». Природные краски исследовались с помощью рентгеновского, рентгенофлуоресцентного и микрозондового анализов. Установлено, что во всех трех иконах использованы пигменты с близким химическим и минеральным составом. Красный пигмент получен из киновари. Коричневый пигмент представлен охрами иллит-монтмориллонитового состава с фазами железосодержащего смектитового состава. Сине-зеленый пигмент имеет преимущественно монтмориллонитовый состав. Схожесть химического и минерального состава позволяет сделать вывод об одном источнике материалов, использованных в изготовлении всех трех икон, гипотетически относимых к разным иконописным мастерским — Великопоженского скита и Выголексинского общежития.

Ключевые слова: минеральные краски, пигменты, иконы, Великопоженский скит, Выголексинское общежитие.

MINERAL COMPOSITION OF COLORS OF ICONS FROM THE LOWER PECHORA RIVER

I. S. Astakhova¹, N. E. Plaksina²

¹Institute of Geology Komi SC UB RAS, ²National gallery of Komi Republic

The article presents the results of study of mineral colors with icons of the 18th century "The Holy Virgin of three hands", "Archangel Michael the terrible Governor", "St. Nicholas the Wonderworker". Natural paint was studied by X-ray, X-ray fluorescent and microprobe analyses. It was established that pigments with similar chemical and mineral composition were used in all three icons. The red pigment was vermilion. The brown pigment was ochre illite-montmorillonite composition with phase iron of smectite composition. Blue-green pigment had mainly a montmorillonite composition. The similar chemical and mineral composition resulted in our conclusion about the source material for all three icons, hypothetically attributable to different icon-painting workshops - Velikopozhensky monastery and Vygoleksinsky community.

Keywords: mineral paints, pigments, icons, Velikopozhensky monastery, Vygoleksinsky community.

Бассейн нижней Печоры — крупный северный ареал, население которого со времен церковного «раскола» находилось под влиянием старообрядчества. На территории этого ареала, входившего в состав Пустозерского, а с 1780 г. — Мезенского уезда Архангелогородской губернии, существовали многочисленные старообрядческие скиты и поселения, среди которых особую известность и влияние приобрел Великопоженский скит, основанный в конце XVII — начале XVIII в. на реке Пижме выходцами из Выговского общежития.

Изучение иконописного наследия этого старообрядческого ареала началось относительно недавно [5, 12]. В 2011 г. внимание к нему было привлечено коллекционерами-исследователями Ю. И. и А. В. Афанасьевыми (Москва). На основе своих многолетних наблюдений исследователи выделили в составе происходящих из этого региона икон группу памятников, которую обозначили как особое художественное явление, названное ими по предполагаемому месту создания «великопоженской иконой». В основе предположения о местном происхождении икон лежит версия об использовании в красках пигментов из месторождений в окрестностях Великопоженского скита [1, 2]. Существование иконописания в духовном центре пижемского старообрядчества — Вели-

копоженском ските — предполагалось учеными и ранее [3, 10]. Однако присутствовала и версия об обеспечении пижемских старообрядцев иконами из Выголексинского общежития [6]. В 2012 г. в рамках совместного проекта Национальной галереи Республики Коми и Института языка литературы и истории Коми научного центра УрО РАН состоялась комплексная экспедиция в Усть-Цилемский район при финансовой поддержке РГНФ (№ 12-14-11600) и Правительства Республики Коми в рамках совместного регионального конкурса научных проектов «Русский Север: история, современность, перспективы». В результате полевых работ зафиксирован значительный пласт икон «выговской» иконописной традиции [4, 11].

В 2013—2014 гг. сотрудниками Российского НИИ культурного и природного наследия им. Д. С. Лихачева В. Н. Ярош и Л. О. Магазиной был осуществлен комплексный анализ состава образцов местных природных пигментов из окрестностей Великопоженского скита и красок с группы икон из частного собрания, определяемых авторами гипотезы как «великопоженские», который показал наличие общих элементов-примесей, присутствующих и в охристых красках икон, и в составе местных пигментов, в частности никеля [1, 2].

Методы и объекты исследования

Исследования проводились в Центре коллективного пользования «Геонаука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Были отобраны микропробы с находившихся на реставрации в Национальной галерее Республики Коми (реставратор И. Л. Огнева) икон XVIII в. из фондов Усть-Цилемского историко-мемориального музея А. В. Журавского, предположительно, на основании ряда технико-технологических и стилистических признаков отнесенных к кругу «великопожских», — «Богоматерь Троеручица» (КП 5079, Дерево, темпера. 26.3×22×2.3), «Архистратиг Михаил, грозный воевода» (КП 3836. Дерево, темпера. 32×27.5×2.8). Для сравнительного анализа были отобраны пигменты с иконы «Святитель Николай Чудотворец», которая атрибутирована как произведение иконописцев Выговского суземка конца XVIII в. С предоставленных икон отбирались образцы красок визуальнo одного оттенка охры, красного и синего пигментов.

Для изучения природных красок пользовались рентгеновским дифракционным анализом (Shimadzu XRD-6000, Cu-анод, ток — 30 mA, напряжение — 30 kV, фильтр Ni, шаг сканирования 2 θ — 0.05, скорость съемки — 2 °/мин, аналитик Б. А. Макеев). Определение состава и структурно-морфологические характеристики изучались методами рентгенофлуоресцентного анализа (XRF-1800, Shimadzu, аналитик С. Т. Неверов) и микрозондового анализа (Jeol JSM-6400 с энергодисперсионной приставкой Link и Tescan Vega 3 LMN с энергодисперсионной приставкой X-Max, аналитик С. И. Шевчук).

Результаты исследования

Для реконструкции живописи был использован комплексный подход, который был направлен на изучение пигментного состава, стратиграфии красочных слоев и выявление структурных особенностей икон.

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа пигментов одного цвета сопоставлены в таблице. В составе пигментов в значительном количестве присутствует свинец. Для синих пигментов содержание оксида свинца в

среднем составляет 58 мас. %, для охр концентрация снижается до 18.3 мас. %.

Такие содержания связаны с использованием в иконописи свинцовых белил, которые присутствуют почти во всех светлых тонах в чистом виде или в смеси с другими пигментами. На фоне преобладания оксида свинца в синезеленых пигментах установлены высокие концентрации оксида кальция с незначительными колебаниями содержания кремнезема, глинозема и оксида железа. Охры характеризуются относительно высокой железистостью, кремне- и глиноземистостью с содержанием титана. Малый объем материала для рентгенофазового анализа не позволили произвести пробоподготовку для получения достоверных результатов. Однако сравнение рентгенограмм охр и синих пигментов исследованных икон помогло сделать вывод о схожести фазового минерального состава. Отличие наблюдается в различном содержании минералов и отдельных минералов примесей. На рентгенограммах присутствуют линии дифракционного отражения, характерные для кварца (d — межплоскостные расстояния — 3.34; 1.81; 1.54; 1.38 Å), кальцита (d — 3.03; 1.91; 1.87 Å) и ангидрита (d — 3.49; 2.84; 2.32 Å). В образцах охр иконы «Богоматерь Троеручица» и «Архангел Михаил» установлен барит (3.91; 3.44; 3.19; 3.10 Å). Кварц и барит присутствуют в небольшом количестве, но вследствие хорошей кристаллизации кварц дает на рентгенограммах сильные линии. Барит в пигменты добавляли для получения более светлых оттенков, а также для улучшения покрываемости поверхности [9]. Установлены малоинтенсивные пики смешанослойных минералов в системе иллит-монтмориллонита (?) (d — 4.63; 3.49; 2.99 Å) и каолинита (d — 9.98; 4.47; 2.56 Å).

Полученные данные подтверждаются результатами микрозондового исследования. С их помощью удалось выявить структуру и стратиграфию красочных слоев (рис. 1). В отобранных образцах четко прослежено три слоя: нижний слой — грунт (или левкас), красочный слой и защитный слой (олифа). В качестве наполнителей грун-

Приближенный химический состав пигментов Approximate chemical composition of the pigments

Компоненты Components	Сине-зеленые пигменты Blue-green pigments			Охры Ochres	
	Икона «Святитель Николай» St. Nicholas the Wonderworker Icon	Икона «Богоматерь Троеручица» The Holy Virgin of three hands Icon	Икона «Архистратиг Михаил» Archangel Michael the terrible Governor Icon	Икона «Богоматерь Троеручица» The Holy Virgin of three hands Icon	Икона «Святитель Николай» St. Nicholas the Wonderworker Icon
SiO ₂	8.1	4.8	4.2	30.4	20.5
Al ₂ O ₃	2.5	3.2	0.7	10.0	7.9
Fe ₂ O ₃	8.2	3.5	1.4	11.6	18.3
CaO	25.1	10.8	47.8	22.7	34.9
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	2.0	1.6
PbO	55.0	77.2	44.5	22.0	14.6
SrO	0.0	0.5	0.5	0.5	0.2
K ₂ O	1.1	0.0	0.8	0.8	0.0
P ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0

Примечание. Данные приведены к 100 %.

Note. The data were deduced to 100 %.

тов трех икон был использован гипс. Установлено небольшое колебание химического состава (в мас. %): $\text{CaO} = 63.98\text{--}67.45$; $\text{SO}_3 = 31.73\text{--}35.01$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0.11\text{--}0.22$; $\text{SrO} = 0.05\text{--}0.21$; $\text{PbO} = 0.29\text{--}0.33$. Концентрации свинца предположительно могут быть обусловлены свинцовыми белилами, которые добавлялись в изготовление смеси для грунтов. Кристаллы гипса вытянутой, игольчатой формы размером от 5 до 50 мкм. В нижнем слое были обнаружены волокна холста. Можно предположить, что использовался холст растительного происхождения. Продольные волокна имеют штрихи, что характерно для волокон льна, и поперечные сдвиги, как бы надломы (рис. 2) [16].

Для изучения красочного слоя верхний защитный слой был удален с помощью спирта. В качестве красного

Рис. 1. Стратиграфия красочных слоев: а — защитный слой, б — красочный слой, с — грунт

Fig. 1. Stratigraphy of paint layers: a — protective layer, b — layer of paint, c — primer

Рис. 2. Гипсовый грунт икон с волокном холста

Fig. 2. Gypsum primer of icons with canvas fiber

пигмента в исследованных иконах использована киноварь. Средний химический состав (в мас. %): $\text{Hg} = 69.15$, $\text{S} = 30.85$. В образце красного пигмента с иконы «Святой Николай Чудотворец» установлена примесь CaO до 0.56 мас. %. В отличие от других пигментов на киновари при микорозондовом исследовании четко установлен рисунок краquelюра (система трещин). При всем многообразии рисунка на иконах он имеет определенную форму, которая говорит о длительном времени его формирования [15, 16]. Выделены два типа трещин: тонкие трещины шириной менее 1 мкм и крупные, ширина которых варьирует от 1 до 3 мкм. По крупному краquelюру прослежены землястые и сферические выделения самородного свинца (92.8 мас. %) размером 3—7 мкм. Известно, что процесс восстановления свинца из оксидов может быть реализован уже при температуре 180—200 °С, а соединения кальция понижают плотность шлаков и способствуют восстановлению свинца [11, 14]. Можно предположить, что тепловое воздействие, следы которого прослежены на иконах, привели к кристаллизации самородного свинца. При этом образование свинцовых выделений позволяют говорить, что краquelюр на иконах образовывался на протяжении долго периода времени. В результате постоянных колебательных движений древесины, то набухающей, то подсыхающей, в левкасе образовались трещины. Вначале микроскопически тонкие, затем они постоянно углублялись. Тепловое воздействие привело к заполнению трещин свинцом, а далее в течение долгого периода появлялись более мелкие трещины. Таким образом формировалась развитая система естественного сетчато-ветвистого краquelюра икон (рис. 3).

Строение красочного слоя охр и синих пигментов трех икон сходно и представляет собой переслаивающийся минеральный агрегат с мощностью красочного слоя до 50 мкм. Не во всех образцах данных цветовых пигментов удалось обнаружить минеральные фазы, установленные рентгеновской дифракцией. В образцах охр наблюдаются минеральные фазы, которые можно отнести к железосо-

Рис. 3. Выделения самородного свинца (Pb) в краquelюре красного пигмента, представленного киноварью (HgS)

Fig. 3. Native lead (Pb) nodules in craquelure of red pigment cinnabar (HgS)

держащим смектитовым образованиям. Фазы формируют сферические скопления размером до 5 мкм или аморфоподобную массу (рис. 4). Химический состав варьирует (мас. %): SiO_2 (63.4–65.6); Al_2O_3 (16.72–23.8); P_2O_5 (1.39–1.62); K_2O (0.54–1.57); CaO (5.20–8.58); TiO_2 (0.72–2.46); FeO (8.15–11.76). В образце охры иконы «Святого Николая» установлен марганец с содержанием 0.52–0.93 мас. %. С учетом невозможности определения микронзондом легких элементов, можно предположить, что данные фазы близки к химическому составу переменного состава иллит-монтмориллонита (рис. 4). В отличие от охры в образцах синие-зеленых пигментов трех исследованных икон обнаружены пластинчатые выделения монтмориллонита с размером чешуек до 5 мкм. Средний химический состав минерала (мас. %): SiO_2 — 54.6; Al_2O_3 — 33.47; K_2O — 2.66; CaO — 1.14; FeO — 3.97; Na_2O — 1.12. В этих же образцах обнаружены и отдельные, угловатой формы зерна кварца, размер которых достигает 100 мкм (рис. 5).

Выводы

Исследованные охры, красные и синие-зеленые пигменты с трех икон — «Богородица Троицкая», «Архистратиг Михаил, грозных сил воевода» (УЦИММ А. В. Журавского) и «Святитель Николай Чудотворец» (частное собрание, г. Москва) — близки по химическому и минеральному составу. Красный пигмент на всех иконах представлен киноварью, охры — преимущественно глинистой составляющей иллит-монтмориллонитового состава, синие-зеленые пигменты икон — монтмориллонитом. В качестве грунта использован ангидрит на холсте растительного происхождения (лен).

Таким образом, минеральный состав пигментов двух исследованных икон, предположительно отнесенных к «великопожженским», близок к минеральному составу пигментов выгорецкой иконы «Святитель Николай Чудотворец». Установленные особенности состава пигментов позволяют говорить об использовании одинаковых красок, однако на данном уровне исследования нельзя делать вы-

Рис. 4. Чешуйчатые выделения монтмориллонита (М) с самородным свинцом (Pb)

Fig. 4. Scaly montmorillonite (M) nodules with native lead (Pb)

Рис. 5. Остроугольные зерна кварца (Q) в охрах иллит-монтмориллонитового состава (I-M)

Fig. 5. Acute-angled quartz grains (Q) in ochre with illite-montmorillonite composition (I-M)

вод о единой иконописной традиции исследованных икон. Полученные результаты ставят перед исследователями множество новых вопросов, касающихся технологии и материалов, используемых в иконописных мастерских Выголексинского общежития и в других центрах старообрядческого иконописания.

Литература

1. Афанасьев Ю. И., Афанасьев А. В. Великопожженская икона // Антиквариат: предметы искусства и коллекционирования. 2011. № 5 (86). С. 4–16.
2. Афанасьев А. В. Иконописное наследие Великопожженского скита // Народная культура Пижмы: Сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. «За веру и крест». 2013. С. 36–41.
3. Гагарин Ю. В. Старообрядцы. Сыктывкар: Коми книж. изд-во, 1973. 144 с.
4. Дронова Т. И., Плаксина Н. Е. Старообрядческая икона нижней Печоры: предварительные итоги изучения // Известия Коми научного центра УрО РАН. Вып. 1 (17). Сыктывкар, 2014. С. 103–109.
5. Кольцова Т. М. Северные иконописцы: Опыт библиографического словаря. Архангельск, 1998.
6. Малышев В. И. Усть-Цилемские рукописные сборники XVI–XX вв. Сыктывкар, 1960. 10 с.
7. Номенклатура слюд: заключительный доклад подкомитета по слюдам комиссии по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации (КНМНМ КМА) // ЗВМО. 1998. № 5. С. 55–65.
8. Овчинников А. Н. Символика христианского искусства: Сб. статей. М: Родник, 1999. 529 с.
9. Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ / М. Х. Карапетянц, М. Л. Карапетянц. М.: Химия, 1968.
10. Парамонова Т. Б. Бегство на Великие Пожни // Родники Пармы. Сыктывкар, 1993. С. 49.

11. Плакшина Н. Е. Выговская традиция в старообрядческой иконе нижней Печоры (по материалам полевых исследований 2012 г.) // Старообрядчество: история, культура, современность: Матер. XI Междунар. науч. конф. М., 2014. Т. II. С. 360—371.

12. Предметы христианского культа в собрании Ненецкого краеведческого музея: каталог / Е. Г. Меньшакова, А. А. Деметьева. Нарьян-Мар, 2008. 64 с., ил.

13. Святыни земли Коми: церкви, монастыри, иконы / Сост. М. А. Першина, Сыктывкар, 2007. 128 с.

14. Ситтиг М. Извлечение металлов и неорганических соединений из отходов / Под ред. Н. М. Эмануэля. М.: Металлургия, 1985. 408 с.

15. Сланский Б. Техника живописи. М.: АХ СССР, 1962. 419 с.

16. Экспертиза древнерусской живописи и фальсификации. URL: <http://www.raruss.ru/restorer/#icons-expert-opinion>.

17. Ярош В. Н. Технологические особенности великопожнских икон // Народная культура Пижмы: Сб. матер. науч.-практ. конф. «За веру и крест». 2013. С. 28—35.

References

1. Afanasev Yu. I., Afanasev A. V. *Velikopozhenskaya ikona* (Velikopozhenskaya Icon). *Antikvariat: predmety iskusstva i kollektsionirovaniya*. 2011, No. 5 (86), pp. 4—16.

2. Afanasev A. V. *Ikonopisnoe nasledie Velikopozhenskogo skita* (Icon heritage of Velikopozhensky monastery). *Narodnaya kultura Pizhmy*. Proceedings of conference “*Za veru i krest*”. 2013, pp. 36—41.

3. Gagarin Yu. V. *Staroobryadtsy* (Old Orthodox Believers). Syktyvkar, Komi knizhnoe izdatelstvo, 1973, 144 pp.

4. Dronova T. I., Plaksina N. E. *Staroobryadcheskaya ikona nizhnei Pechory: predvaritelnye itogi izucheniya* (Old Orthodox icon of Lower Pechora: preliminary results of study). *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra*. No. 1 (17), Syktyvkar, 2014, pp. 103—109.

5. *Izvlechenie metallov i neorganicheskikh soedinenii iz odhodov* (Recovery of metals and non-organics from wastes).

Sittig M, ed. Emanuel N. M., Moscow, Metallurgiya, 1985, 408 pp.

6. Koltsova T. M. *Severnnye ikonopistsy*. Opyt bibliograficheskogo slovary (Northern icon makers. Bibliography). Arhangelsk, 1998.

7. Malyshev V. I. *Ust-Tsilemskie rukopisnye sborniki XVI—XX vv* (Ust-Tsilma handwritten collections of 16th—20th centuries). Syktyvkar, 1960, 10 pp.

8. *Nomenklatura slyud* (mica nomenclature). Report for IMA. ZVMO, St. Petersburg, 1998, No. 5, pp. 55—65.

9. Ovchinnikov A. N. *Simvolika hristianskogo iskusstva* (Symbols of Christian art). Moscow, Rodnik, 1999, 529 pp.

10. *Osnovnye termodinamicheskie konstanty neorganicheskikh i organicheskikh veshchestv* (Main thermodynamic constants of non-organic and organic substances). M. H. Karapetyants, M. L. Karapetyants. Moscow, Khimiya, 1968.

11. Paramonova T. B. *Begstvo na Velikie Pozhni* (Escape to Velikie Pozhni). Rodniki Parmy, Syktyvkar, 1993, pp. 49.

12. Plaksina N. E. *Vygovskaya traditsiya v staroobryadcheskoi ikone nizhnei Pechory (po materialam polevykh issledovaniy 2012 g.)* (Vygov tradition in old orthodox icon of Lower Pechora (2012 field studies). *Staroobryadchestvo: istoriya, kultura. Sovremennost*. Proceeding of conference 11—13 November 2014. Moscow, V.2, 2014, pp. 360—371.

13. *Predmety hristianskogo kulta v sobranii Nenetskogo kraevedcheskogo muzeya: catalog* (Objects of Christianity in collection of Nenets natural history museum, catalogue). E. G. Mentshakova, A. A. Dementeva, Naryan-Mar, 2008. 64 pp.

14. *Svyatyni zemli Komi: tserkvi, monastyri, ikony* (Holy things of Komi land: churches, monasteries, icons). Compiled by M. A. Pershina, Syktyvkar, 2007, 128 pp.

15. Slanskii B. *Tekhnika zhivopisi* (Painting methods). Moscow, USSR AS, 1962, 419 pp.

16. *Ekspertiza drevnerusskoi zhivopisi i falsifikatsii* (Expertise of old Russian painting and falsification). <http://www.raruss.ru/restorer/#icons-expert-opinion>.

17. Yarosh V. N. *Tekhnologicheskie osobennosti velikopozhenskikh ikon* (Technological features of Velikopozhensky icons). *Narodnaya kultura Pizhmy*. Proceedings of conference “*Za veru i krest*”. S. Zamezhnaya, 2013, pp. 28—35.