



Ил. 1

▲
Фрагмент иконы «Николай
Можайский со сценами
жития и чудес».
1762 г.
МНИ. Инв. НИ-18/53.
В составе оранжевого
красочного слоя
идентифицирован реальгар

Secreta Artis
(Секреты искусства)
ISSN 2618-7140
Искусство как наука:
теория, техники
и технологии
изобразительных искусств
Т. 6. Вып. 2 (2023).
С. 22–49
DOI: 10.51236/2618-
7140-2023-6-2-22-49

ЛАВРЕНТЬЕВА
Елена Валерьевна
Кандидат искусствоведения
Научный сотрудник
отдела реставрации
темперной живописи
Государственного
научно-исследовательского
института реставрации
(ГОСНИИР)
Российская Федерация
107014, Москва,
ул. Гастелло, д. 44, стр. 1
Адрес электронной почты:
Lavrentyeva_Elena@mail.ru
ORCID ID 0000-0003-3486-
4862

КАДИКОВА
Ирина Фанисовна
Зав. лабораторией
физико-химических
исследований
Государственного научно-
исследовательского
института реставрации
(ГОСНИИР)
Российская Федерация
107014, Москва,
ул. Гастелло, д. 44, стр. 1
Адрес электронной почты:
kadikovaif@gosniir.ru
ORCID ID 0000-0002-
7271-0752

КАРПЕНКО
Владимир Юрьевич
Кандидат геолого-
минералогических наук
Старший научный
сотрудник
Минералогического музея
имени А. Е. Ферсмана
Российской академии наук
Российская Федерация
119071, Москва,
Ленинский просп., д. 18,
корп. 2
Адрес электронной почты:
mineralab@mail.ru

НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ОРАНЖЕВЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПИГМЕНТАХ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ НЕВЬЯНСКОЙ ШКОЛЫ ИКОНОПИСИ

Аннотация. Целью настоящей работы является исследование необычной технологической особенности икон старообрядческого горнозаводского Урала – применения минералов крокоита и реальгара в качестве художественных пигментов. При проведении технологической экспертизы шестидесяти двух невянских икон XVIII–XIX вв. в ГОСНИИР в 2019–2023 гг. реальгар впервые был обнаружен в двадцати двух памятниках, крокоит – в одиннадцати, что доказывает широкое применение этих минералов в уральской иконописи. Химический анализ образцов красочного слоя с икон был проведен комплексом аналитических методов, таких как поляризационная микроскопия, энергодисперсионный рентгеновский микроанализ, ИК- и КР-микроспектроскопия.

Необходимо отметить, что оба рассматриваемых минеральных пигмента являются редкими как для русской живописи, так и для поздней русской иконописи иных художественных центров и школ. Можно предположить, что реальгар появился в обиходе уральских мастеров как привозная краска из Западной Европы под названием Rauschgelb / Rusgeel, где он был востребован в живописи в XVI–XVIII вв. Не исключено также, что он мог завозиться в Россию, на Урал, из Китая или Средней Азии, где расположены его крупные месторождения. Тогда как появление крокоита в невянских произведениях, бесспорно, обусловлено открытием и разработкой его месторождений именно на Среднем Урале. Оба минерала начинают использоваться в невянских иконах во второй половине XVIII в. (нижней хронологической границей применения крокоита является первая половина 60-х гг. XVIII в.). По всей видимости, в XIX в. они постепенно исчезают из обихода уральских иконописцев.

Ключевые слова: реальгар; раушгельб; ражгиль; крокоит; Берёзовское месторождение; материалы иконописи; материалы живописи; невянские иконы; старообрядческая иконопись; русская икона XVIII века; атрибуция и экспертиза иконописи

© Лаврентьева Е. В., текст, иллюстрации, 2023

© Кадикова И. Ф., текст, иллюстрации, 2023

© Карпенко В. Ю., текст, 2023

Поступила в редакцию: 24.07.2023

ВВЕДЕНИЕ

Данная публикация посвящена рассмотрению уникальной технологической особенности невянянских икон второй половины XVIII в. – применению двух совершенно нетипичных для русской иконописи минеральных пигментов оранжевого цвета: реальгара (As_4S_4) и крокоита ($PbCrO_4$), а также обстоятельствам их появления в уральском искусстве. Яркой краской на их основе исполнялись изображения архитектуры (палатное письмо), одеяний персонажей (доличное письмо), а также элементы пейзажей.

Для проведения исследований невянянской иконописи было отобрано шестьдесят два памятника первой половины XVIII – начала XIX в. из уральских собраний (Екатеринбурга, Нижнего Тагила, Челябинска, Перми), но и не только¹. Значительное число этих произведений точно датированы благодаря авторским надписям или клеймам на металлических окладах, что представляет большую ценность в вопросе систематизации технологических особенностей и в первую очередь – интересующих нас красок.

Уделим несколько слов исторической сути невянянской иконы. Со времени активного строительства металлургических заводов на Урале в начале XVIII в. на этой довольно обособленной от центральной части России территории развивается старообрядческое иконописание. В 20-ые годы XVIII в. гонения со стороны властей и официальной церкви усиливаются, что вызывает волну бегства раскольников с Поволжья, из-под Нижнего Новгорода (с Керженца), Ярославля, а также других близлежащих городов в далекий край, на Урал. Переселившиеся старо-

обрядцы приносят с собой на заводы традицию написания образов «древлего благочестия» – иконописи по образцам, созданным до церковных реформ патриарха Никона. Так в этом регионе появляются родоначальники первых династий иконописцев². Эти художники, получившие выучку в мастерских родного края, уже будучи на Урале, обучают ремеслу новое поколение в лице своих детей и младших родственников. И примерно за два десятилетия, к середине XVIII в., в горнозаводском регионе складывается уникальное явление – невянянская школа иконописи, просуществовавшая до начала XX в. и получившая название в честь города, где располагалось крупнейшее металлургическое предприятие.

От начала становления этой художественной традиции, укоренившейся близ заводов Невьянска и Нижнего Тагила, до нас дошло относительно скромное количество памятников, возможно, немногим более полусотни. С середины XVIII в., периода колоссального обогащения горнозаводского Урала благодаря открытию и разработке месторождений золота, иконописание здесь приобретает более масштабные формы. Немаловажную роль в этом сыграл начавшийся период либерализации политики государства по отношению к расколу³. Иконописное ремесло, отвечая духовным нуждам богатейшей старообрядческой торгово-промышленной верхушки, становится очень значимым художественным явлением на заводах. Никогда не создававшиеся для «рынка», для массовой продажи, иконные образы того периода несут на себе следы элитарного и искушенного заказа. В свете указанных обстоятельств уральским художникам-староверам

не приходилось думать об экономии времени для написания святых образов, как и об экономии художественных материалов. Эти иконы, самого искусного письма, создавались с щедрым применением золота и лучших красок, в том числе из минерального (иногда местного) сырья.

Возвращаясь к предмету настоящего исследования, стоит сказать, что при истирании обоих оранжевых минералов, реальгара и крокоита, зачастую получался порошок похожего оттенка, поэтому их точная идентификация возможна только в ходе химического анализа. В связи с этим коротко остановимся на методах исследования красочного слоя отобранных икон.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
ХУДОЖЕСТВЕННЫХ
МАТЕРИАЛОВ

Методика исследования пигментов невянянских икон включала изучение поверхности красочного слоя под бинокулярным микроскопом (МБС-10) при увеличении 25х и отбор микропроб красочного слоя для их дальнейшего исследования комплексом аналитических методов.

На первой стадии образцы исследовались методом поляризационной микроскопии при увеличении 720 (микроскоп ПОЛАМ Л 213М, ЛОМО), которая позволяет идентифицировать многие минеральные пигменты благодаря их характерным кристаллооптическим и морфологическим признакам. Одним из достоинств этого метода является возможность однозначно распознавать пигменты со сходным химическим составом, например реальгар (As_4S_4) и аурипигмент (As_2S_3), активно использовавшиеся невянянскими иконописцами во второй половине XVIII в.⁴, а также отличать ряд пигментов, полученных из натурального сырья, от их синтетических аналогов (ил. 2).

Исследование элементного состава образцов красочного слоя проводили методом энергодисперсионного рентгеновского микро-



Ил. 3

▲ Реальгар. Полупрозрачный грубозернистый реальгар в интерстициях ромбоэдрических кристаллов кальцита. Карьер Кара-Арча, месторождение Хайдаркан (Нг), Киргизия. Сбор В. И. Степанова, 1965 г. Образец № 885 из коллекции В. И. Степанова, Минералогический музей РАН им. А. Е. Ферсмана

анализа (настольный сканирующий электронный микроскоп Hitachi TM4000 Plus с приставкой для энергодисперсионного микроанализа Quantax 75 (Bruker). Анализ образцов методами ИК-микроспектроскопии (ИК-микроскоп LUMOS (Bruker), регистрация спектров проводилась в режиме нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО); Ge кристалл, спектральный диапазон 4000–600 cm^{-1} , разрешение 4 cm^{-1}) и КР-микроспектроскопии (КР-микроскоп Renishaw Invia Qontor ($\lambda_0 = 785\text{ nm}$)) позволил точно идентифицировать пигменты, входящие в состав красочного слоя.

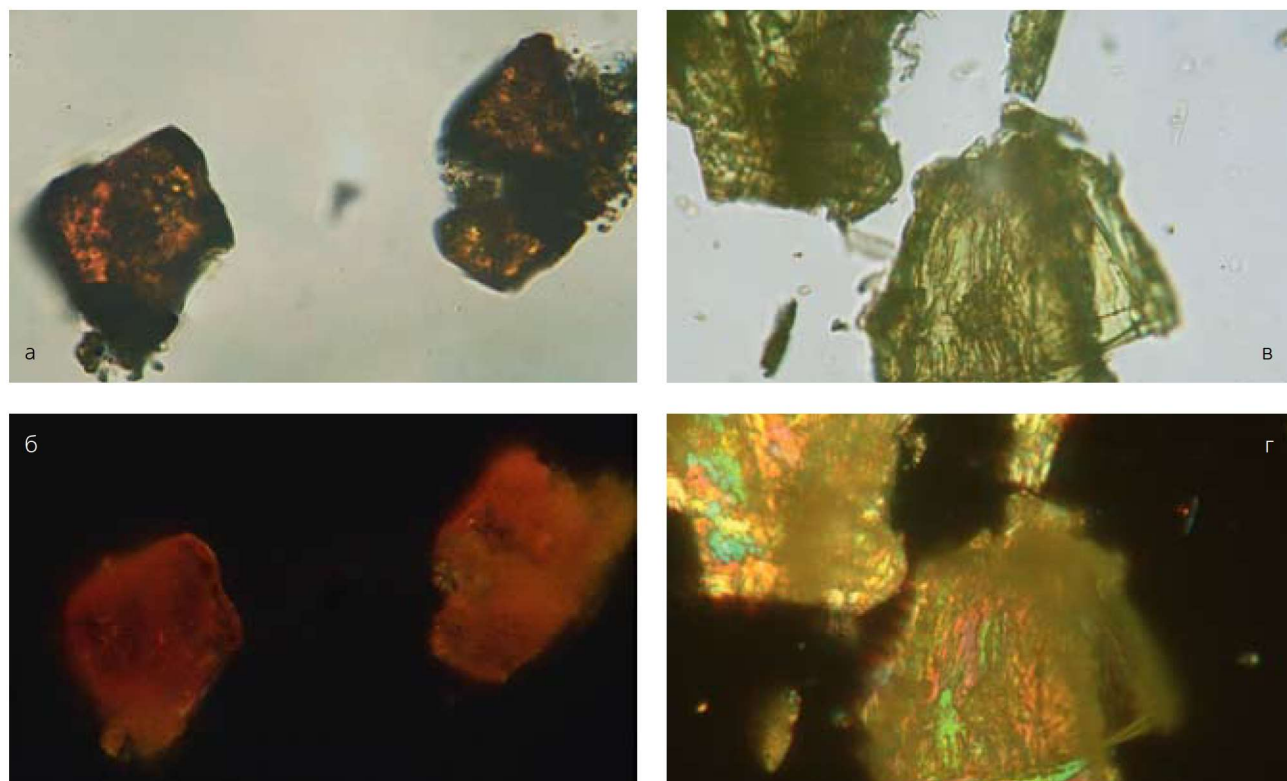
РЕЗУЛЬТАТЫ

Реальгар

Начнем с реальгара, который представляет собой моносulfид мышьяка моноклинной сингонии. Цвет реальгара, как правило, ярко-огненно-красный. В кристаллах он насыщенного темно-красного цвета. Одно из старинных названий реальгара – «рубиновый мышьяк»⁵ (ил. 3). В порошке он красновато-оранжевый (на свету изменяется, превращаясь в оранжевый порошок с желтоватым оттенком).

Ил. 2

▼ Исследование реальгара (А, Б) и аурипигмента (В, Г) методом поляризационной микроскопии. Микрофотографии в проходящем поляризованном свете (А, В) и в режиме скрещенных поляроидов (Б, Г)



ИЛ. 2. ФОТО: И. Ф. КАДИКОВА

ИЛ. 3. ФОТО: Н. А. ПЕКОВА

- ¹ В рамках двух научных тем ГОСНИИР («Технико-технологические особенности ранних невянянских икон» и «Иконы старообрядческого горнозаводского Урала второй половины XVIII века: определение методики исследования, атрибуция малоизученных памятников») исследованы иконы из МНИ, ЕМИИ, СОКМ, НТМЗГУ, Нижнетагильского собора Казанской иконы Божией Матери, ПГХГ, ЧГМИИ, ГРМ, ЦМиАР, ПГКГ.
- ² Байдин В. И. Заметки об иконописцах-старообрядцах на горных заводах Урала в первой половине – середине XVIII в.: новые имена и новое об известных мастерах (к вопросу об источниках и времени складывания невянянской иконописной школы) // Вестник музея «Невянянская икона». 2002. № 1. С. 70–75.
- ³ Ильин В. Н. «Старообрядческий вопрос» в Российской империи 1666–1905 гг. // Ученые записки Алтайского филиала Российской Академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. 2016. Вып. 12–13. С. 89–110.
- ⁴ Необходимо отметить, что аурипигмент, часто использовавшийся в древнерусском искусстве, в поздней русской иконописи применялся в целом реже. Однако в уральских иконах второй половины XVIII – начала XIX в. аурипигмент наряду с охрой являлся одним из основных желтых пигментов. Он также обнаружен нами на ряде старообрядческих великопоженских икон XVIII–XIX вв. См. подробнее – Кадикова И. Ф., Лаврентьева Е. В. Химический состав красок и грунтов как важный аспект атрибуции поздней русской иконописи Уральского региона // Актуальные проблемы теории и истории искусства: Сборник научных статей. Вып. 13. / Под ред. Захаровой А. В., Мальцевой С. В., Станюкович-Денисовой Е. Ю. М.; СПб., 2023. [В печати].
- ⁵ Wallerius J. G. Mineralogia, eller mineralrikt indelt och beskrifvit. Stockholm, 1747. S. 225.

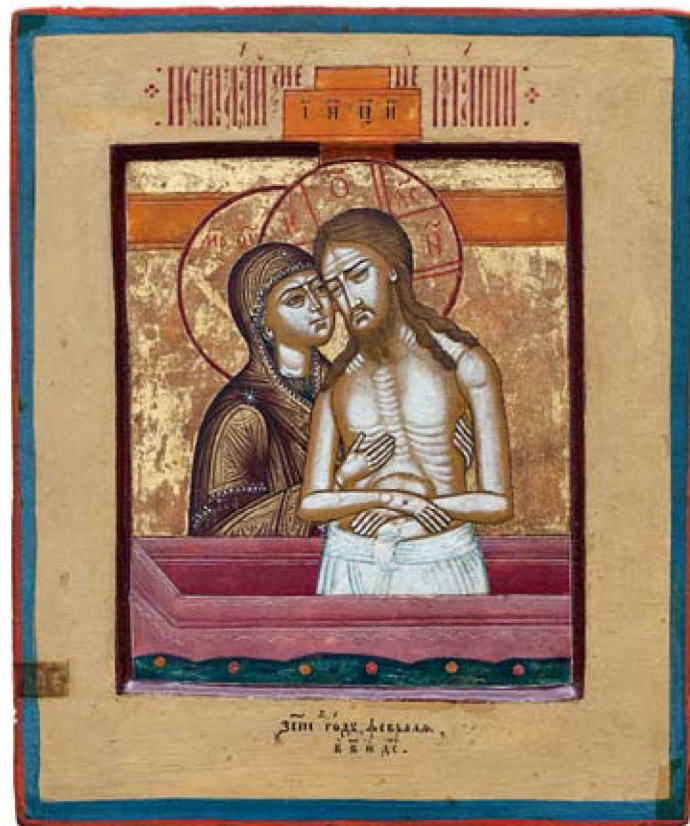


Ил. 4 ▲ Фрагмент иконы «Покров Богородицы». Последняя четверть XVIII в. СОКМ. Инв. СМ-11528, И-1625. Публикуется впервые. В составе оранжевого красочного слоя на изображении архитектуры идентифицирован реальгар

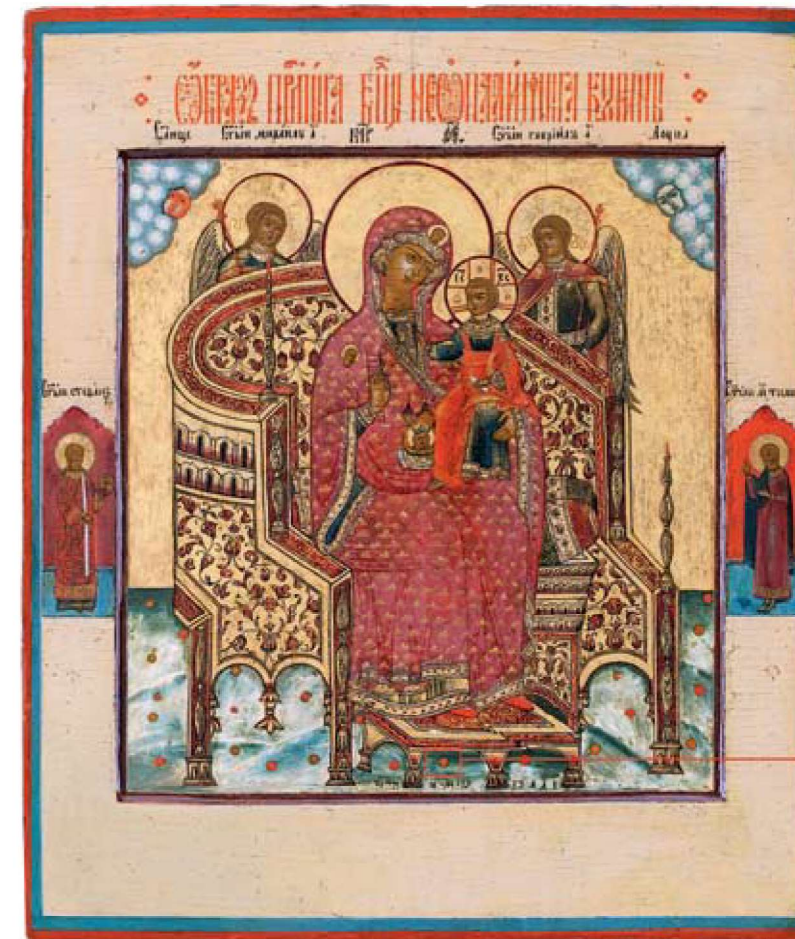
▼ «Не рыдай мене, Мати». 1777 г. МНИ. Инв. НИ-18/31. В составе оранжевой краски на изображении креста идентифицирован реальгар с добавкой аурипигмента, красного органического пигмента и киновари

До проведенного нами исследования этот минеральный пигмент в указанном круге памятников идентифицирован не был. Среди отобранных произведений мы обнаружили его в красочном слое двадцати икон второй половины XVIII в. и одной иконы XIX в. В одном случае реальгар был идентифицирован на иконе последней четверти XVIII в. в составе поновительской краски, относящейся к XIX в.⁶ Самый ранний памятник, в котором идентифицирован реальгар, – трехстворчатый складень «Воскресение – Сошествие во ад, праздники и святые» 1756 г. из собрания ГРМ⁷. Самый поздний из точно датированных – икона «Перенесение мощей Николая Чудотворца», выполненная в мастерской Богатыревых в 1821 г., из собрания МНИ⁸.

Как правило, реальгар присутствует в красочном слое икон в чистом виде, без добавки других пигментов (ил. 4). Это позволяет предположить, что невянянские иконописцы знали о том, что он является химически нестабильным соединением и может реагировать со свинцовыми и медными соединениями, изменяя колорит иконы. Лишь в нескольких случаях реальгар обнаружен в смеси с другими пигментами, в том числе свинцовыми белилами: на иконе «Не рыдай мене, Мати» 1777 г. (МНИ) (ил. 5), «Богоматерь Неопалимая Купина» 1780 г. (МНИ)



Ил. 5



Ил. 6 а
▲ «Богоматерь Неопалимая Купина». 1780 г., современные дописи. МНИ. Инв. НИ-18/47

Ил. 6 б
▼ «Богоматерь Неопалимая Купина». Фрагмент

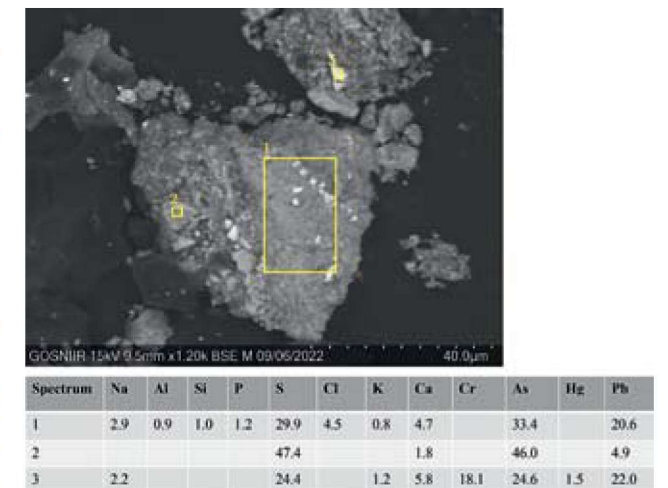


Ил. 6 в
▼ Исследование элементного состава образца авторского оранжевого красочного слоя с изображения цветов поэма методом СЭМ-ЭДС. В составе идентифицированы реальгар, свинцовые белила, а также отдельные частицы крокоита и киновари

(ил. 6), «Архангел Михаил – грозных сил воевода» последней четверти XVIII в. (ПГКГ, инв. ПКГ КП 933, Ж-229)⁹, на двухстворчатом складне «Благовещение, Сретение Господне» 1792 г. (ПГКГ)¹⁰ (ил. 7), а также на упомянутой выше иконе «София Премудрость Божия»¹¹.

Историческая справка

Самые ранние свидетельства использования реальгара в качестве художественного пигмента обнаруживаются в памятниках Древнего Востока и Античности: реальгар идентифицирован в настенных росписях Древнего Египта¹², также кусочки этого минерала были найдены в ходе археологических раскопок римских построек



- 6 Реальгар был обнаружен в смеси с берлинской лазурью, свинцовыми белилами и охрой в поновительской зеленой краске поэмов на полях иконы «София Премудрость Божия» (МНИ, инв. НИ-18/105). Ранее в этом же красочном слое исследователи идентифицировали крокоит, что, на наш взгляд, требует дополнительного уточнения – Красилин М. М., Наумова М. М., Данченко Е. А. Об одной группе невянянских икон // Искусство Христианского Мира. 2007. Вып. 10. С. 411–412.
- 7 Исследование икон из собрания ГРМ проводилось совместно с сотрудниками Отдела технологических исследований ГРМ. Икона опубликована в: Древлехранилище памятников иконописи и церковной старины в Русском музее / авт.-сост. Вилинбахова Т. Б., Ключанова О. В., Макарова А. А. и др. СПб., 2014. С. 152.
- 8 Икона опубликована в: Николай Угодник. Каталог выставки 29 июня – 31 августа 2019 г. / Под. ред. Авдохина А. С. Кириллов, 2021. С. 690–695.
- 9 Икона опубликована в: Орлова Е. В. Об особенностях коллекции икон семьи Поносовых в собрании Приморской государственной картинной галереи // Искусство Евразии [Электронный журнал]. 2020. № 3 (18). С. 69–82. DOI: 10.46748/ARTEURAS.2020.03.006. URL: <https://eurasia-art.ru/index.php/art/article/view/60> (дата обращения: 05.05.2023). В данной публикации икона датирована XIX в. Однако благодаря стилистическому и технологическому тождеству с некоторыми датированными невянянскими памятниками, на наш взгляд, ее следует отнести к более раннему времени. Смесью реальгара с небольшим количеством свинцовых белил на этой иконе исполнено изображение города под копытами коня.
- 10 Там же.
- 11 См. примечание 6.
- 12 Spurrell F. C. J. Notes on Egyptian Colours // Archaeological Journal. 1895. Vol. 52. № 1. P. 222–239. DOI: 10.1080/00665983.1895.10852669.

Ил. 4. ФОТО: К. О. ПЛЕЩУНОВ. Ил. 5. ФОТО: А. Е. ТКАЧ

Ил. 6 а, б. ФОТО: А. Е. ТКАЧ. Ил. 6 в. ФОТО: И. Ф. КАДИКОВА



Ил. 7

▲ Фрагмент иконы «Складень двухстворчатый: Благовещение, Сретение Господне». 1792 г. ПГКГ. Инв. ПКГ КП–930, Ж–225. В составе коричневато-оранжевого красочного слоя на изображении архитектурной аркады идентифицирован реальный свинцовый белил и охра



Ил. 8

▲ Г. П. Вербрюгген Младший (?). «Гирлянда цветов». XVIII в. Фландрия. Частное собрание. Оранжевые цветы выполнены реальгаром

в Силчестере (Великобритания)¹³. Однако реальгар нельзя назвать распространенным пигментом, входившим в стандартный набор художественных материалов античных и средневековых художников. В работах средневековых мастеров он встречается крайне редко: на сегодняшний день мы имеем лишь отдельные свидетельства его обнаружения в средневековых иллюминированных рукописях и монументальной живописи¹⁴. Единичны примеры его использования в византийском и древнерусском искусстве: за все время исследований в Лаборатории ГОСНИИР этот пигмент был идентифицирован лишь дважды – в красочном слое миниатюр рукописи XIII в. «Деяния апостолов» (ГИМ, Муз. 3648)¹⁵ и в образцах красок художника XII в. из Троицкого раскопа в Великом Новгороде¹⁶.

Тем не менее уже с XVI в. реальгар становится довольно популярен у венецианских художников (например, он обнаружен в произведениях Тинторетто, Тициана, Веронезе, Джованни Беллини, Себастьяно дель Пьомбо, Лоренцо Лотто и др.) и в последующие два столетия остается в обиходе у французских, голландских и британских живописцев (мастеров натюрмортной живописи, портретного и интерьерного жанров)¹⁷ (ил. 8). Несмотря на это, в русской живописи реальгар на сегодняшний день не обнаружен¹⁸, а в иконописи позднего Средневековья и Нового времени, за исключением невянской иконописи, встречается крайне редко. В нашей практике

он был идентифицирован только в двух иконах, не принадлежащих к невянской школе: иконе XVIII в. «Богородица Всех скорбящих радость, Семь отроков эфесских, Избранные святые» из частного собрания (Москва) (ил. 9) и «Иконе с врезным крестом» XVIII в. из ПГХГ¹⁹ (ил. 10). Реальгар не упоминается в качестве художественного пигмента поздней русской иконописи и в публикации В. В. Баранова, написанной по итогам многолетнего изучения памятников этого времени²⁰. Поэтому столь широкое применение данного пигмента невянскими мастерами можно назвать характерной технологической особенностью икон конкретного региона – горнозаводского Урала.

Каковы же истоки появления этого минерала в невянской иконописи? Находки реальгара на Урале единичны. Впервые он был описан в 1909 г. Н. С. Михеевым из Верхнесинячихинских известковых ломов в виде мелких красноватых прожилок в кальциевой жиле. Позже, в 1915 г., в виде игольчатых кристалликов до 4 мм реальгар был найден в кальциевых жилках с аурипигментом в визейских известняках на реке Каменке у Каменска-Уральского²¹. Имеются современные находки небольших количеств реальгара на Воронцовском золоторудном месторождении²².

Более крупные месторождения реальгара находятся в Южной Сибири. Однако среди объектов, обрабатывавшихся во второй половине

► Икона «Богородица Всех скорбящих радость, Семь отроков эфесских, Избранные святые» с мощевиками. Вторая четверть XVIII в., поновления XIX в., современные дописи. Частное собрание (г. Москва). В составе авторского оранжевого красочного слоя на изображении одежд персонажей идентифицирован реальгар



Ил. 9

- ¹³ Проф. F. S. A Church, изучивший эти фрагменты, пришел к выводу, что они представляют собой природный минерал. Он отмечает, что реальгар, без сомнения, использовался античными художниками, но случаев обнаружения в других античных памятниках на территории Британии он не приводит. – Hope W. H. St. J., Fox G. E. Excavations on the Site of the Roman City at Silchester, Hants // *Archaeologia*. 1896. Vol. 55. № 1. P. 215–256.
- ¹⁴ Schafer E. H. Orpiment and Realgar in Chinese Technology and Tradition // *Journal of the American Oriental Society*. 1955. Vol. 75. № 2. P. 73–89; Gliozzo E., Burgio L. Pigments – Arsenic-based Yellows and Reds // *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2022. 14: 4. DOI: 10.1007/s12520-021-01431-z. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12520-021-01431-z> (дата обращения: 05.05.2023).
- ¹⁵ Наумова М. М. Поздняя Античность. Средневековье. Возрождение. М., 2018. С. 31.
- ¹⁶ Гренберг Ю. И. Технология станковой живописи. История и исследование: Учебное пособие. 4-е издание, стереотипное. СПб., 2019. С. 178.
- ¹⁷ FitzHugh E. W. Orpiment and Realgar // *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics*. Vol. 3. / Ed. by E. W. FitzHugh. Washington; London, 1997. P. 47–80; Keune K., Mass J., Meirer F., Pottasch C., van Loon A., Hull A., Church J., Pouyet E., Cotte M., Mehta A. Tracking the Transformation and Transport of Arsenic Sulfide Pigments in Paints: Synchrotron-Based X-ray Micro-Analyses // *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 2015. Vol. 30. № 3. P. 813–827. DOI: 10.1039/C4JA00424H; Realgar. Conservation & Art Materials Encyclopedia Online. URL: <https://cameo.mfa.org/wiki/Realgar> (дата обращения: 14.07.2023).
- ¹⁸ По результатам исследования произведений русской живописи XVIII–XX вв. в Лаборатории ГОСНИИР.
- ¹⁹ Произвести отбор пробы с иконы из собрания ПГХГ не представляется возможным. Предположение о присутствии реальгара в ярко-оранжевом красочном слое иконы было сделано на основании результатов, полученных при ее исследовании методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА). В красочном слое были детектированы мышьяк (As) и сера (S), входящие в состав реальгара. Тем не менее нужно отметить, что метод РФА при изучении данной группы пигментов (сульфиды мышьяка) не позволяет надежно идентифицировать то или иное соединение и является лишь предварительным методом анализа.
- ²⁰ Баранов В. В. Технология поздней русской иконописи. Ижевск, 2017. С. 101–114.
- ²¹ Минералогия Урала: Элементы. Карбиды. Сульфиды / Под ред. Юшкина Н. П. Свердловск, 1990. С. 364.
- ²² Касаткин А. В., Степанов С. Ю., Цыганко М. В., Шкода Р., Нестолов Ф., Плашил Я., Маковицкий Э., Агаханов А. А., Паламарчук Р. С. Минералогия Воронцовского золоторудного месторождения (Северный Урал). Часть 1: История изучения, минеральные ассоциации, кадастр минеральных видов // *Минералогия*. 2020. 6 (4). С. 3–34. DOI: 10.35597/2313-545X-2020-6-4-1. URL: https://journal.mineralogy.ru/wp-content/uploads/2020/12/2020_6_4_1.pdf (дата обращения: 05.05.2023).



Ил. 10

ИЛ. 10. ФОТО: АРХИВ ПГХГ

«Икона с врезным крестом».
Первая четверть (?) XVIII в.
ПГХГ. Инв. Дм-59/1 Вс-37

XVIII в., нам не известны те, что давали бы сколько-нибудь заметные его скопления. Золотортутное месторождение Сухонькое (Сарасинский район Алтайского края), известное крупными скоплениями этого минерала, было разведано лишь в середине XX в. Отсутствует старый материал из этого региона и в коллекции Минералогического музея им. А. Е. Ферсмана РАН – одного из крупнейших минералогических собраний в России.

Принимая во внимание то, что реальгар был обнаружен на Урале и в Сибири гораздо позже рассматриваемого периода (а также учитывая его небольшое количество на Урале), можно предположить, что невянские иконописцы, скорее, использовали привозной минерал. И в этой связи стоит остановиться подробно на наиболее вероятных путях его появления в обиходе уральских иконников.

Поскольку за всю историю изобразительного искусства в качестве пигмента реальгар считал наибольшее признание у европейских мастеров XVI–XVIII вв., то маловероятно, что о нем ничего не знали русские иконописцы (особенно учитывая сближение русской культуры с европейской на фоне петровских преобразований в начале XVIII в., в том числе в области живописи). Задавшись этим вопросом, мы обратились к изучению письменных источников интересующего нас времени – опубликованного Ю. И. Гренбергом наиболее полного свода рукописей по технике древнерусской живописи в различных списках²³. Начиная с XVII в. в них фигурирует краска под названием «ражгиль», «рахгиль» или «раушгельб». Сам составитель свода, автор монографий по истории технологии станковой живописи, связывает этот художественный материал с немецкой краской Rauschgelb и вслед за некоторыми учеными идентифицирует ее с аурипигментом²⁴.

Несмотря на то что в поздних русских иконах действительно встречается аурипигмент²⁵, о неоднозначности такой интерпретации краски «ражгиль» свидетельствуют ее описания в различных рукописях Свода. В некоторых из них она характеризуется оранжевым, рыжим или красным цветом. В Забелинском сборнике середины XVIII в. читаем: «Раушгельб померанцевого цвету»²⁶. В статьях XVIII в. из Архивского сборника находим: «Ражгиль, как червьень розбелная»²⁷. В Никитинском иконописном подлиннике третьей четверти XVIII в. читаем о составлении из нее «рудо-желтого» или «темно-рудо-желтого» колера²⁸.

Более существенным фактором, порождающим сомнения в вышеуказанном определении краски «ражгиль», является то, что в рукописях с ее упоминанием практически всегда содержатся сведения об аурипигменте («аврыпыгманте», «агрипигменте», «априпигменте» и т. д.) как об отдельной, совершенно самостоятельной краске, название которой говорит само за себя. Аурипигмент – минерал ярко-желтого цвета с золотистым оттенком²⁹. Чаще всего «ражгиль» и аурипигмент в письменных источниках различаются по цвету и стоимости – в последнем случае речь идет о т. н. «реестрах» и «регистрах краскам» (перечислении доступных, имеющихся в продаже материалов живописи)³⁰. Нередко в таких перечнях оба художественных пигмента фигурируют в качестве привозных. Например, «аврыпыгмант» как «жолть немецкая»³¹, «ражгиль» – как краска «заморская», посланная по указу Петра I (в числе других) «во все губернии и города»³². При этом «ражгиль» появляется в описаниях материалов как для темперной живописи (с наставлением делать его на свежем яйце)³³, так и для масляной («реестр летворам»³⁴, «о живописных красках»³⁵).

²³ Свод письменных источников по технике древнерусской живописи, книжного дела и художественного ремесла в списках XV–XIX вв.: в 2 т. / Сост., вступ. ст. и примеч. Гренберга Ю. И. СПб., 1995–1998.

²⁴ Гренберг Ю. И. Технология станковой живописи... С. 178. Краска «ражгиль» отождествляется с аурипигментом в авторитетном справочном издании – Словарь русского языка XI–XVII вв. / Российская академия наук, Институт русского языка. Выпуск 21. (Прочный – Раскидати) / Авт. и ред. Шаламова А. Н. М., 1995. С. 127. Rauschgelb и «рахгиль» связывает с аурипигментом А. В. Виннер – Виннер А. В. Материалы масляной живописи. М., 1950. С. 224–226. Кроме того, Rauschgelb фигурирует в качестве немецкого названия аурипигмента в упомянутом выше справочнике – FitzHugh E. W. Op. cit. P. 47. Несмотря на это в некоторых изданиях данная краска означает реальгар. Schafer перечисляет варианты названия реальгара согласно историческим источникам (Sandaraca, Reuschgeel, Rauschgelb, Rauschrot) – Schafer E. H. Op. cit. P. 78. В большой энциклопедии по пигментам авторы также связывают Rosgeel с реальгаром, ссылаясь на труд немецкого ученого XVI в. Георгия Агриколы – Eastaugh N., Walsh V., Chaplin T., Siddall R. The Pigment Compendium: A Dictionary of Historical Pigments. Amsterdam, 2004. P. 318–319. DOI: 10.4324/9780080473765.

²⁵ См. примечание 4.

²⁶ Свод письменных источников... Том 1. Кн. вторая. Рук. 98. С. 82 [ст. 1].

²⁷ Там же. Том 1. Кн. первая. Рук. 37. С. 155 [ст. 28Б]. Червьень имеет два значения: 1. Натуральная красная земля (красная охра), 2. Органический краситель густого красного цвета.

²⁸ Там же. Том 1. Кн. вторая. Рук. 114. С. 172–173 [ст. 26], 176 [ст. 43], 177 [ст. 60], 185 [ст. 136], 186 [ст. 149].

²⁹ Особенно эффектно выглядят поверхности свежих сколов аурипигмента, которые легко получить благодаря совершенной спайности минерала. В порошке этот эффект пропадает: из-за примесей, включений вмещающей породы тонкоизмельченный порошок аурипигмента может быть зеленоватого оттенка. Можно предположить, что именно этим обусловлен крупный помол аурипигмента во многих русских иконах.

³⁰ Свод письменных источников... Том 1. Кн. первая. Рук. 37. С. 155 [ст. 28Б]; Кн. вторая. Рук. 98. С. 82 [ст. 1]; Рук. 110. С. 159 [ст. 58]; Рук. 114 (см. примечание 28), С. 189 [ст. 175], 191 [ст. 180], 193 [ст. 189, 190]; Рук. 120. С. 261 [ст. 1].

³¹ Там же. Том 1. Кн. первая. Рук. 37. С. 155 [ст. 28Б].

³² Там же. Том 1. Кн. вторая. Рук. 110. С. 158–159 [ст. 56]. Необходимо отметить, что такой указ действительно был издан и в нем фигурирует «ражгиль» – «Указ Петра I о рассылке в губернии «заморских красок» для розыска их в городах с «объявлением губернаторам» от 28 января 1716 г. – РГАДА. Ф. БМСТ. Гр. п. № 548. Л. 1.

³³ Свод письменных источников... Том 1. Кн. вторая. Рук. 117. С. 219–220 [ст. 13]; Рук. 130. С. 298, [ст. 35].

³⁴ Там же. Том 1. Кн. вторая. Рук. 114. С. 171.

³⁵ Там же. Том 1. Кн. вторая. Рук. 145. С. 381 [ст. 24].

Об очевидном заграничном происхождении слов «ражгиль» и «раушгельб» (и самом неоднократно упоминаемом в русских источниках пигменте) свидетельствуют европейские, чаще всего немецкие и голландские письменные источники XVII–XIX вв. – трактаты о живописи и фармакопее (медицинские справочники).

Проанализировав более полусотни европейских источников, мы пришли к однозначному выводу, что в XVIII в. названия Rauschgelb (нем.) и Rusgeel (голл.) относились к веществу Arsenicum Rubrum, Rother Arsenic, Sandarac, Realgar – то есть именно к реальгару – и никогда не идентифицировались с аурипигментом³⁶. К примеру, в немецком источнике 1710 г. читаем: «Rauschgelb или Arsenicum Rubeum – это красивая и распространенная краска. Она готовится подобно аурипигменту, но является ядовитой и вредной при попадании в рану»³⁷. В голландских изданиях 1692 и 1712 гг. Rusgeel и Auripigment (он же Koningsgeel) рассматриваются также в качестве двух разных красок, иногда использовавшихся для составления схожих по цвету колеров³⁸. В книге М. Агентова, скомпонованной из переводов немецких авторов, читаем о составлении желтых красок: «Сначала аврипигмент выбери самой лучший, которой бы как золото лоснился, и хорошаго желтого цвету был; потом оной прежде с простою водою гораздо мелко изотри; а после оную краску высушив, разведи на камедной воде; равным образом поступай и с раушгельбом»³⁹.

Что касается самого аурипигмента, почти всегда соседствующего в европейских художественных и медицинских трактатах с реальгаром, то он назывался Arsenicum Flavum, Arsenicum Citrinum, Gelber Arsenic,

Auripigmentum, Orpiment, Operment, иногда Koningsgeel. По всей видимости, с аурипигментом Rauschgelb начинает идентифицироваться только со следующего столетия – в фармакопее XIX в. он является одним из синонимов Arsenicum Flavum⁴⁰. Правда, надо заметить, что в литературе XIX в. оба минерала упоминаются уже гораздо реже, чем в предыдущем столетии.

Таким образом, очевидно, что под названием Rauschgelb и Rusgeel в XVII–XVIII вв. в европейских аптеках продавался минерал реальгар, использовавшийся в медицине и живописи.

На вопрос, каким именно реальгаром пользовались европейские мастера – местным или привозным, – до сих пор ответить трудно. Современные исследователи склонны считать, что средневековые художники использовали аурипигмент, привезенный из Малой Азии⁴¹. Эти же сведения повторяются в источниках XVIII – начала XIX в., где перечисляются территории, на которых добывался этот минерал (вероятно, откуда и завозился) – это Сирия, Персия, Турция, наряду с которыми упомянуты Венгрия, Богемия и Трансильвания⁴². Реже встречаются сведения о происхождении реальгара. В источнике 1746 г., однако, находим: «Sandrac Graecogum, Arsenicrouge или реальгар – более красный, чем аурипигмент, поэтому его называют “красной серой”... он прозрачный и хрупкий, как киноварь, имеет насыщенный красный оттенок, сернистый запах... Природный красный мышьяк находят в медных рудниках, иной добывают в Германии на Рейнских рудниках. И тот и другой представляют собой красивые, массивные, блестящие скопления минералов красного цвета. После тщательного растирания их используют в живописи»⁴³.

В более раннем немецком источнике 1669 г. также читаем: «Auripigmentum, о котором упоминают Плиний и Витрувий, добывают на Понте и в Сирии. Сегодня его находят и в Германии. Sandarach, он же Rauschgelb, согласно Плинию, рождается в золотом металле. А наши его получают из рудников»⁴⁴. В последнем случае, по всей видимости, имелась в виду добыча реальгара из местных рудников. Исходя из этого можно предположить, что западные художники использовали как привозной, так и европейский реальгар. Среди вероятных его источников – месторождения Саксонии, Македонии, Румынии, Швейцарии и проч.⁴⁵

Нельзя исключить, что в качестве привозного минерала западные художники использовали реальгар с Дальнего Востока. Большое количество его месторождений расположено в Китае⁴⁶. Самым же крупным из них является месторождение Шимэнь (Shimen) в провинции Хунань, которое обрабатывалось еще в первом тысячелетии нашей эры⁴⁷. В этой связи достаточно вспомнить, что Венеция, где реальгар впервые начал применяться в живописи довольно активно (еще в XVI в.), являлась важным торговым хабом между Европой и Востоком (в том числе Китаем): в первую очередь именно сюда поступали азиатские товары⁴⁸. Несмотря на то что в самом Китае реальгар в качестве художественного пигмента использовался редко⁴⁹, культура его почитания была очень древней, этот минерал высоко ценился и широко употреблялся в медицине, магических обрядах и алхимических опытах⁵⁰. В европейском трактате конца XVIII в. находим сведения о реальгаре, из которого «в Китае делают вазы, в них наливают уксус и лимонный сок, оставляют на время и принимают как

лекарство»⁵¹. В иных европейских источниках второй половины XIX в. появляются сведения о китайском реальгаре как о минерале высочайшего качества⁵². Представляется вполне вероятным, что изначально мода на него в Европе могла быть обусловлена экспортом с Дальнего Востока в ходе развивающихся торговых отношений.

Возвращаясь к причинам появления реальгара в русских иконах, можно предположить, что под «заморской» краской «ражгиль» (вероятно, все же от голл. Rusgeel) и «раушгельб» (от нем. Rauschgelb), доступной «в Москве в лавках» и «посланной» по воле самодержца «во все губернии и города»⁵³, в XVII–XVIII вв. имелся в виду пигмент из минерала реальгара, привезенный из Западной Европы. Если это так, то появление реальгара в обиходе уральских иконописцев становится вполне закономерным. В этой связи вполне вероятно и то, что нас еще ждут неоднократные случаи его обнаружения в памятниках поздней русской иконописи, например, в произведениях малоисследованных иконописных центров или отдельных мастеров. С другой стороны, некоторые содержащиеся в подлинниках сведения могут указывать на редкость применения этого пигмента. Так, наставления смешивать реальгар («ражгиль») со свинцовыми и медными красками свидетельствуют о незнании художниками того, что он темнеет в смеси с такими соединениями, и, соответственно, о его нечастом использовании на практике⁵⁴.

Предположение о завозе реальгара в Россию в виде европейской краски является более чем вероятным, но каковы же могут быть иные гипотезы его популярности на столь отдаленной и обособленной территории, как горнозаводской Урал?

- ³⁶ Например, в: Pharmacopoea Almeriana Galeno-Chymica. Almeriae, 1726. P. 31; Pharmacopoea Leidensis, amplissimorum magistratuum auctoritate instaurata. Lugduni Batavorum, 1732. P. 42; Pharmacopoea Harlemensis Galeno-Chymica, senatus auctoritate munita. Harlemi, 1741. P. 44; Taxa seu pretium tam simplicium quam compositorum juxta Pharmacopoeam Danicam. Hauniae, 1772. S. 8; Pharmacopoea Danica: Regia auctoritate a Collegio Medico Hauniensi. Francfurti et Lipsiae, 1786. P. 19; Pharmacopoea Wirtenbergica in duas partes divisa quarum prior materiam medicam historico – physico – medice descriptam. Stutgardiae, 1798. P. 10.
- ³⁷ Die zu allerhand raren und neuen Curiositäten, auch vielen andern ungemeynen Künst- und Wissenschaften eröffnete guldene Kunst-Pforte, getreulich angewiesen in einem ganz neu heraus gegebenen Kunst-Buch: in dessen voran gedruckten Jnnhalt alle Materien so in diesem gantzen Werck enthalten zu ersehen sind: ein Werck so nicht allein vielen Künstlern und Handwerckern, sondern auch fast jederman, wes Standes und Dignität er immer seyn mag, sehr nützlich und dienlich. Frankfurt, 1710. S. 85.
- ³⁸ De groote waereld in't kleen geschildert, of schilderagtig tafereel van's Weerelds schilderyen. Amsterdam, 1692. S. 71, 120, 126, 156; Groot schilderboek: waar in de schilderkonst in al haar deelen grondig werd onderweezen, ook door Redeneeringen en Printverbeeldingen verklaard; met voorbeelden uyt de beste Konst-stukken der oude en nieuwe puyk-schilderen bevestigd: en derzelver Wel- en Misstand aangewezen. Amsterdam, 1712. S. 210, 278.
- ³⁹ Агентов М. И. Открытие сокровенных художеств, служащее для фабрикантов, мануфактуристов, художников, мастеровых людей и для экономии. 3-е издание. Ч. 1. М., 1790. С. 247.
- ⁴⁰ Например, в: Pharmacopoea Badensis. Heidelbergae, 1841. P. 111; Commentar zur Pharmacopoea Germanica. Berlin, 1873. S. 38; Lehrbuch der Pharmakognosie. Berlin, 1874. S. 400; Handbuch der allgemeinen und speciellen Arzneiverordnungslehre: auf Grundlage der Pharmacopoea Germanica ed altera. Berlin, 1883. S. 182.
- ⁴¹ FitzHugh E. W. Op. cit. P. 49.
- ⁴² Например, в: Pharmacopoea jussu Senatus Insulensis tertio edita. Insulis Flandrorum, 1772. P. 141; Constant de Massoul M. A Treatise on the Art of Painting, and the Composition of Colours: Containing Instructions for All the Various Processes of Painting: Together with Observations upon the Qualities and Ingredients of Colours. London, 1797. P. 139–142; Pharmacopoea Svecica. Mediolani, 1826. P. 19.
- ⁴³ Neuer Tractat von Firniß Laquir und MahlerKünsten. Leipzig, 1746. S. 15.

⁴⁴ Joannis Schefferi Argentoratensis Graphice, id est, De arte pingendi liber singularis: cum indice necessario. Norimbergae, 1669. P. 167.

⁴⁵ Schafer E. H. Op. cit. P. 79.

⁴⁶ Schafer E. H. Op. cit.; Realgar. URL: <https://www.mindat.org/min-3375.html> (дата обращения: 14.07.2023).

⁴⁷ Zhu X., Wang R., Lu X., Liu H., Li J., Ouyang B., Lu J. Secondary minerals of weathered orpiment-realgar-bearing tailings in Shimen carbonate-type realgar mine, Changde, Central China // Mineralogy and Petrology. 2015. 109 (1). P. 1–15. DOI: 10.1007/s00710-014-0344-4.

⁴⁸ Исследователи картин Тинторетто выдвинули предположение о том, что географическое положение Венеции стало причиной появления азиатских пигментов в Европе. – Plesters J., Lazzarini L. Preliminary observations on the technique and materials of Tintoretto // Studies in Conservation. 1972. 17. P. 156.

⁴⁹ FitzHugh E. W. Op. cit. P. 48, 66. В недавнее время пигменты группы мышьяковых сульфидов (в том числе реальгар) были обнаружены в портретах представителей династии Цин – Giaccai J., Bisulca Ch., Ichimiya Y., Winter J. Colorants and Paintings from the Arthur M. Sackler Gallery // Scientific Studies of Pigments in Chinese Paintings / Ed. by B. McCarthy and J. Giaccai. Washington, 2021. P. 63–78.

⁵⁰ Schafer E. H. Op. cit.

⁵¹ Constant de Massoul M. Op. cit. P. 139–142.

⁵² Например, в: Geerts A. J. C. Les produits de la nature Japonaise et Chinoise (partie inorganique et mineralogique), pt. 1. Yokohama, 1878. P. 177–179.

⁵³ Свод письменных источников... Том 1. Кн. вторая. Рук. 110. С. 158–159 [ст. 56, 57].

⁵⁴ В Сийском подлиннике читаем: «С ражгилем ярь медянка вместо зелени ж» – Там же. Том. 1. Кн. первая. Рук. 49. С. 219. [ст. 19]. В Титовском подлиннике читаем: «Аще крыть ражгилем. Белил класть третью часть против ражгилю» – Там же. Том 1. Кн. вторая. Рук. 130. С. 297. [ст. 18]. В качестве белил иконописцы того времени могли использовать только свинцовые. Необходимо отметить, что те же физические изменения при соединении с данными пигментами характерны и для аурипигмента.

Выскажем осторожное предположение, что его появление там может быть связано с прямыми поставками с Дальнего Востока, минуя Европу. Непосредственных доказательств появления реальгара на Урале из Китая нет, в письменных источниках такие свидетельства отсутствуют. Однако завозу китайского минерала могли способствовать известные исторические обстоятельства: расширение торговых отношений между Россией и Китаем после подписания Кяхтинского договора в 1727 г., увеличение количества китайских товаров на знаменитой уральской Ирбитской ярмарке, а также прохождение через Екатеринбург главной сухопутной торговой артерии между Китаем и Москвой, так называемого Сибирского тракта, обустроенного вскоре после подписания договора⁵⁵. Известно, что главными продуктами экспорта из Китая в Россию являлись чай, разнообразные ткани и посуда. Вполне вероятным в свете указанных событий представляется и экспорт пигментного сырья.

Не исключено также, что источником реальгара как в Европе, так и на Урале могли служить ртутные месторождения Средней Азии, расположенные на территории современного Кыргызстана⁵⁶. Среди пигментов, встреченных в старинных росписях в Средней Азии, отмечено широкое распространение аурипигмента в некоторых ртутных месторождениях⁵⁷. В меньшей степени развит на этих объектах реальгар. Опять же мы не обладаем никакими сведениями из письменных источников о поставках

аурипигмента или реальгара с этой территории. Но теоретически в качестве пигментного сырья оба минерала могли поступать из Средней Азии как на Запад, так и в Россию.

Достаточно мало исторических сведений и о методах получения искусственного реальгара⁵⁸. Известно, тем не менее, что похожие на цвет реальгара фазы могли добывать путем обжига аурипигмента⁵⁹. Другой способ его синтеза приводится в источнике XVIII в. Он заключается в сублимации смеси мышьяка и серы (в соотношении 5:1), далее полученный продукт можно снова расплавить – тогда он станет прозрачным и похожим на рубин⁶⁰. Варьируя соотношения серы и мышьяка, изготовитель мог изменять оттенки пигмента (например, при добавлении в смесь большего количества мышьяка продукт становился более оранжевым). Правда, в том же источнике говорится о невысоком качестве искусственного пигмента по сравнению с натуральным: природный реальгар гораздо красивее и предпочтительнее для живописи⁶¹.

Крокоит

Другой уникальный оранжевый пигмент, применявшийся невянскими мастерами, – это крокоит, который представляет собой хромат свинца моноклинной сингонии. Появление крокоита в обиходе невянских иконописцев обусловлено его обнаружением на Среднем Урале, на достаточно ограниченной территории. Данный относительно редкий минерал в кристаллах имеет

- 55 Русско-китайские отношения. 1689–1916. Официальные документы. М., 1958. С. 17–28; *Эйгер Н.* Некоторые сведения об учреждении Ирбитской ярмарки и о развитии на ней торговли // Пермский сборник: повременное издание. Кн. 2. Отд. 3. М., 1860. С. 1–17; *Александров В. А.* Начало Ирбитской ярмарки // «История СССР». 1974. № 16. С. 36–57; *Хохлов А. Н.* Китайские товары на Ирбитской ярмарке во второй половине XIX в. – начале XX в. // Общество и государство в Китае. 2015. № 2 (45). С. 645–652; *Катионов О. Н.* Московско-Сибирский тракт как основная сухопутная транспортная коммуникация Сибири XVIII–XX вв.; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО «Новосибирский гос. пед. ун-т», Администрация Новосибирской обл. 2-е издание, перераб. и доп. Новосибирск, 2008. С. 41–56.
- 56 Минерально-сырьевая база Кыргызской республики на рубеже перехода к рыночной экономике / Под ред. Турсунгазиева Б. Т. Глава 5.2.8. Ртуть. Бишкек, 1998. С. 105–110.
- 57 *Дусматов В. Д.* Из истории минералогических исследований в Таджикистане с древнейших времен до 1917 г. // Очерки по истории Таджикистана. Вып. 1. Душанбе, 1990. С. 7–53; *Карпенко В. Ю., Паутов Л. А., Мираков М. А., Сийдра О. И., Махмадшариф С., Шодибеков М. А., Плечов П. Ю.* Находка бонацитита и алакранита в возгонах природного подземного угольного пожара в урочище Кухи-Малик, Таджикистан // Новые данные о минералах. 2021. Т. 55 (4). С. 82–93.
- 58 *FitzHugh E. W.* Op. cit. P. 55; *Wallert A.* Orpiment and Realgar // *Maltechnik – Restauro*. 1984. Vol. 90. № 4. P. 45–57. Вместе с тем в многочисленных источниках приводятся разнообразные методы получения другого сульфида мышьяка – аурипигмента. – *Wallert A.* Op. cit. P. 45; *Giozzo E., Burgio L.* Op. cit. P. 9–11.
- 59 Например, такой метод получения «Risalgallo Realgar» или «Red Orpiment» описывает Ченнино Ченнини в трактате «Il Libro dell'Arte» – *Laurie M. A.* The Materials of the Painter's Craft in Europe and Egypt from Earliest Times to the End of the XVIIIth Century, with some Account of their Preparation and Use. London; Edinburg, 1910. P. 220. Интересно, что в районе одного из древних горных промыслов на территории современного Кыргызстана (Хайдарканское месторождение) один из авторов настоящей статьи (В. К.) наблюдал глыбы вмещающих пород, пронизанные жилами аурипигмента, возле которых местные жители разводили костры, в результате чего часть аурипигмента превратилась в оранжево-красные ноздреватые массы различных сульфидов мышьяка – *Карпенко В. Ю. и др.* Указ. соч.
- 60 *Constant de Massoul M.* Op. cit. P. 139–142. Сходный рецепт приводится и в современном источнике – *Wallert A.* Op. cit. P. 47. Автор пишет, что реальгар получали сплавлением серы с избытком мышьяка или оксида мышьяка.
- 61 *Constant de Massoul M.* Op. cit. P. 139–142. В конце данного раздела хочется отметить, что в связи со скудной информацией о способах изготовления синтетических аналогов реальгара большой интерес представляет работа – *Grundman G., Richter M.* Types of Dry-Process Artificial Arsenic Sulphide Pigments in Cultural Heritage // *Fatto d'Archimia*. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas / Ed. by M. del Egidio and S. Kroustallis. Madrid, 2012. P. 119–144. DOI:10.13140/2.1.4384.0323. Ученые исследовали ряд стекловидных фрагментов сульфидов мышьяка желтого, оранжевого и красного цвета, обнаруженных в ходе археологических раскопок мышьяковой плавильни в Zuckenhut (Штирия, Австрия; предположительно, образцы были произведены в XVII в.), а также спекшиеся стекловидные фрагменты, произведенные около 1856 г. в Muldenhütten (Саксония). В ходе работы было показано, что химический состав оранжевых и красных образцов не эквивалентен составу природного реальгара и чаще всего состоит из сульфида мышьяка с формулой As_2S_{3-7} . Данное синтетическое соединение было обнаружено в красочном слое ряда произведений живописи, полихромной скульптуры и др.



Ил. 12 а

▲ Левая створка иконы «Складень трехстворчатый: Св. Троица, Вознесение Господне, Избранные святые перед образом Богоматери Федоровской». 1768 г. МНИ. Инв. НИ–18/219

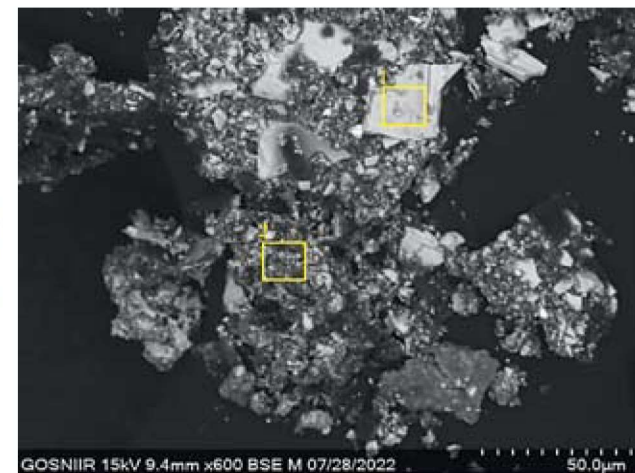
Ил. 11



▲ Крокоит. Щетка длиннопризматических кристаллов. Берёзовское месторождение, Средний Урал, Россия. Образец № 16455 из систематической коллекции Минералогического музея РАН им. А. Е. Ферсмана. Поступил в 1926 г. из коллекции В. А. Иосса

Ил. 12 б

▼ Исследование элементного состава образца оранжевого красочного слоя с изображением архитектуры святого перед образом Богоматери Федоровской методом СЭМ-ЭДС. В составе идентифицирован крокоит с небольшим количеством киновари



Spectrum	Al	S	Ca	Cr	Hg	Pb
1	2.4	2.5	3.9	49.1	2.0	40.1
2	2.7	4.4	4.2	47.9	2.0	38.9



Ил. 13
▲
Фрагмент иконы «Голгофа». 1799 г. МНИ.
Инв. НИ–18/65. В составе оранжевого
красочного слоя на изображении крестов и архитектуры
идентифицирован крокоит в смеси с аурипигментом

яркий цвет от красного до желтовато-оранжевого⁶² (ил. 11). В порошке крокоит желто-оранжевый: чаще всего более желтый по сравнению с реальгаром.

На сегодняшний день мы обнаружили его в краске одиннадцати икон. Самая ранняя из них – «Складень трехтворчатый: Св. Троица, Вознесение Господне, Избранные святые перед образом Богоматери Федоровской» 1768 г. (МНИ) (ил. 12)⁶³. Самая поздняя – «Голгофа» 1799 г. (МНИ)⁶⁴ (ил.13). В чистом виде, без примесей других пигментов, крокоит встретился в семи иконах (при этом цвет краски на его основе варьировался от горчично-желтого до насыщенного оранжевого, схожего с цветом реальгара (ил. 14–16)).

Историческая справка

Впервые крокоит был идентифицирован в произведениях невянской иконописи в начале 2000-х гг. сотрудниками ГОСНИИР. Тогда же было сделано предположение о том, что это местный минерал. Однако выдвинутая гипотеза о времени его появления в иконах лишь в самом конце XVIII в. оказалась ошибочной⁶⁵.

В проблеме изучения уральских иконописных произведений является чрезвычайно важной история открытия этого минерала. Крокоит был впервые описан в 1766 г. на материале

из Берёзовских золотых промыслов (а именно из шахты Цветная, заложенной на Успенской горе недалеко от Екатеринбурга) горным советником, одним из ближайших заместителей М. В. Ломоносова по кафедре химии Иоганном Готлобом Леманом. Он получил название *nova minera plumbi*. В русскоязычной же литературе его стали называть «сибирский красный свинец»⁶⁶.

Некоторые исследователи отмечают, что первым местом обнаружения крокоита могли быть не Берёзовские заводы, а Точильная гора, находящаяся близ одноименной деревни в Режевском районе Свердловской области⁶⁷. Тем не менее стоит сразу сказать, что масштабы минерализации в Точильной горе гораздо скромнее, чем на Берёзовских заводах. В Точильной горе крокоит нередко встречался в виде земляных масс, которые тоже могли использоваться в качестве пигмента для иконописи, но массовыми находками крокоита все же известны шахты именно Берёзовского месторождения.

Возможно и то, что минерал был обнаружен чуть раньше 1766 г. Так, М. В. Ломоносов, перечисляя открытые на то время свинцовые руды в «Первых основаниях металлургии...», опубликованных в 1763 г., отмечал среди прочих красную свинцовую руду, которая «...имеет фигуру брусковую и слоеватую и серебра в себе ничего не содержит»⁶⁸. Очень похоже, что речь



Ил. 14 а
▲
«Складень трехтворчатый:
Иоанн Богослов, Иоанн
Предтеча, Св. Татьяна».
Конец XVIII в. ПГКГ.
Инв. КП–926, Ж–221



Ил. 14 б
►
Фрагмент иконы.
В составе желтого красочного
слоя на изображении
архитектуры
идентифицирован крокоит
Инв. КП–926, Ж–221

⁶² Gliozzo E., Ionescu C. Pigments – Lead-based whites, reds, yellows and oranges and their alteration phases // Archaeological and Anthropological Sciences. 2022. 14: 17. DOI: /10.1007/s12520-021-01407-z. URL: https://www.researchgate.net/publication/357418381_Pigments-Lead-based_whites_reds_yellows_and_oranges_and_their_alteration_phases (дата обращения: 05.05.2023).

⁶³ Икона опубликована в: Лаврентьева Е. В., Кадикова И. Ф. К вопросу об атрибуции группы невянских икон из собрания музея «Невянская икона»: результаты технико-технологических исследований // Материалы Международной научно-практической конференции «Нерадовские чтения: Хранение, исследование, реставрация музейных предметов и коллекций. История, современное состояние и перспективы развития. К 100-летию Службы реставрации музейных ценностей Русского музея (1922–2022)», 25–29 апреля 2022 года / Под ред. Бабиной О. А. и др. Вып. VIII. Том 2. СПб., 2023. С. 377–387. Ил. 7.

⁶⁴ Икона опубликована в: Комашко Н. И. Русская икона XVIII века: столичная икона, провинциальная икона, народная икона. М., 2006. С. 261. Ил. 229.

⁶⁵ Красилин М. М., Наумова М. М., Данченко Е. А. Указ. соч.

⁶⁶ Рудники Урала. Берёзовский рудник: крокоитовый шурф. URL: <https://uralmines.ru/beryozovskij-rudnik-krokoitovyj-shurf/> (дата обращения: 16.07.2023); Юшкин Н. П., Иванов О. К., Попов В. А. Введение в топоминералогии Урала. М., 1986. С. 8; Kuhn H., Curran M. Chrome Yellow and Other Chromate Pigments // Artists Pigments: A Handbook of their History and Characteristics. Vol. 1. / Ed. by Feller R. L. Washington; London, 1986. P. 188; Pekov I. V. Minerals First Discovered on the Territory of the Former Soviet Union. Moscow, 1998. P. 69.

⁶⁷ Бушмакин А. Ф., Кайнов В. И. Крокоит из месторождения Точильная гора на Среднем Урале // Минералогия и петрография Урала. Вып. 1. / Отв. ред. Вертушков Г. Н. Свердловск, 1978. С. 63, 64; Pekov I. V. Op. cit.

⁶⁸ Ломоносов М. В. Первые основания металлургии, или рудных дел. Т. 5. Труды по минералогии, металлургии и горному делу. Москва – Ленинград, 1954. С. 426.

здесь идет именно о неназванном тогда еще крокоите⁶⁹. Поэтому нижняя хронологическая граница использования крокоита как пигмента на Урале, вероятнее всего, – первая половина 60-х гг. XVIII в.

Как художественный материал этот минерал стал привлекать внимание ученых практически с самого момента его обнаружения. Так, Петр Симон Паллас, немецкий энциклопедист, естествоиспытатель и путешественник на русской службе, посетивший Берёзовские рудники в 1770 г., оставил описание крокоита и отметил, что «когда сотрешь его, то делается изрядный оранжевый состав, для живописцев не неспособный»⁷⁰. А в 1786 г. французский подданный Евгений Мельхиор Людовик Патрин, посетив Берёзовские рудники, заинтересовался запасами крокоита в Цветной шахте как потенциальным заменителем мышьяковых сульфидов в живописи⁷¹. Поэтому, скорее всего, невянянские иконописцы использовали в своих работах крокоит именно из Цветной шахты. Хотя в более поздние периоды, после истощения там крокоитовой жилы, источником сырья для пигмента мог послужить Преображенский рудник, заработавший в 1797 г.⁷² В его верхних горизонтах, наряду с богатыми золотыми рудами в большом количестве как раз был встречен крокоит. Прекрасные образцы его разошлись по всему миру

и стали украшением как музеев, так и частных коллекций. Русский деятель горнозаводской промышленности Аникита Ярцов отметил в 1810 г.: «В Преображенском руднике найдены были весьма богатые золотом, с удивительно блей-шпатовою, или как из пунцовых хрусталей составленною, преузорчатою породою, призматические штуфы. Из коих бывшим Начальником Ярцовым один с красными свинцовыми призматическими хрусталами, чистым проволочным золотом переплетенный штуф, весом около 3 фунтов, и несколько других, тогда же отправлены были в Санкт-Петербургской Эрмитаж»⁷³.

По всей видимости, помимо уральской иконописи, в качестве художественного пигмента этот минерал использовался крайне редко. В авторитетной литературе по технике живописи и в энциклопедиях художественных материалов крокоит либо не рассматривается в качестве пигмента совсем, либо упоминается в качестве такового очень осторожно и без каких-либо конкретных примеров⁷⁴. Данные об использовании крокоита в европейской живописи тем не менее насчитывают два точно подтвержденных случая: (1) настенная живопись XIII в. в кафедральном соборе Сиены (Италия), (2) настенная живопись в церкви Св. Галла XIII в. (Kuřívodý, Северная Богемия)⁷⁵. В произведениях русской живописи, за исключением невянянских икон, крокоит



Ил. 15

«Рождество Христово». 1781 г. Нижнетагильский собор Казанской иконы Божией Матери. В составе оранжево-желтой краски на изображении яслей Младенца Христа, одежд персонажей и цветов поэма идентифицирован крокоит



Ил. 16 а

«Четырехчастная икона: Рождество Богородицы, Усекновение главы Иоанна Предтечи, Собор Святых». 1772 г. (с поновлениями XIX в. на полях). МНИ. Инв. НИ–18/54



Ил. 16 б

▲
Фрагмент иконы. В составе оранжевой краски на изображении пола идентифицирован крокоит

ИЛ. 15. ФОТО: М. В. РАТКОВСКИЙ

ИЛ. 16 А, Б. ФОТО (2): А. Е. ТКАЧ

⁶⁹ Крокоит стал именоваться так лишь в 1841 г. благодаря немецкому минералогу Иоанну Августу Фридриху Брейтгаупту, предложившему это название от греческого слова «крокос», означающего «шафран» – Бушмакин А. Ф. Крокоит из Берёзовского золотого рудника // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 1993. № 4. С. 118; Pekov I. V. Op. cit. P. 69.

⁷⁰ Паллас П. С. Путешествие по разным местам Российского государства по повелению Санкт-Петербургской Императорской Академии наук / Пер. с нем. Томанский Ф. СПб., 1786. С. 219–220.

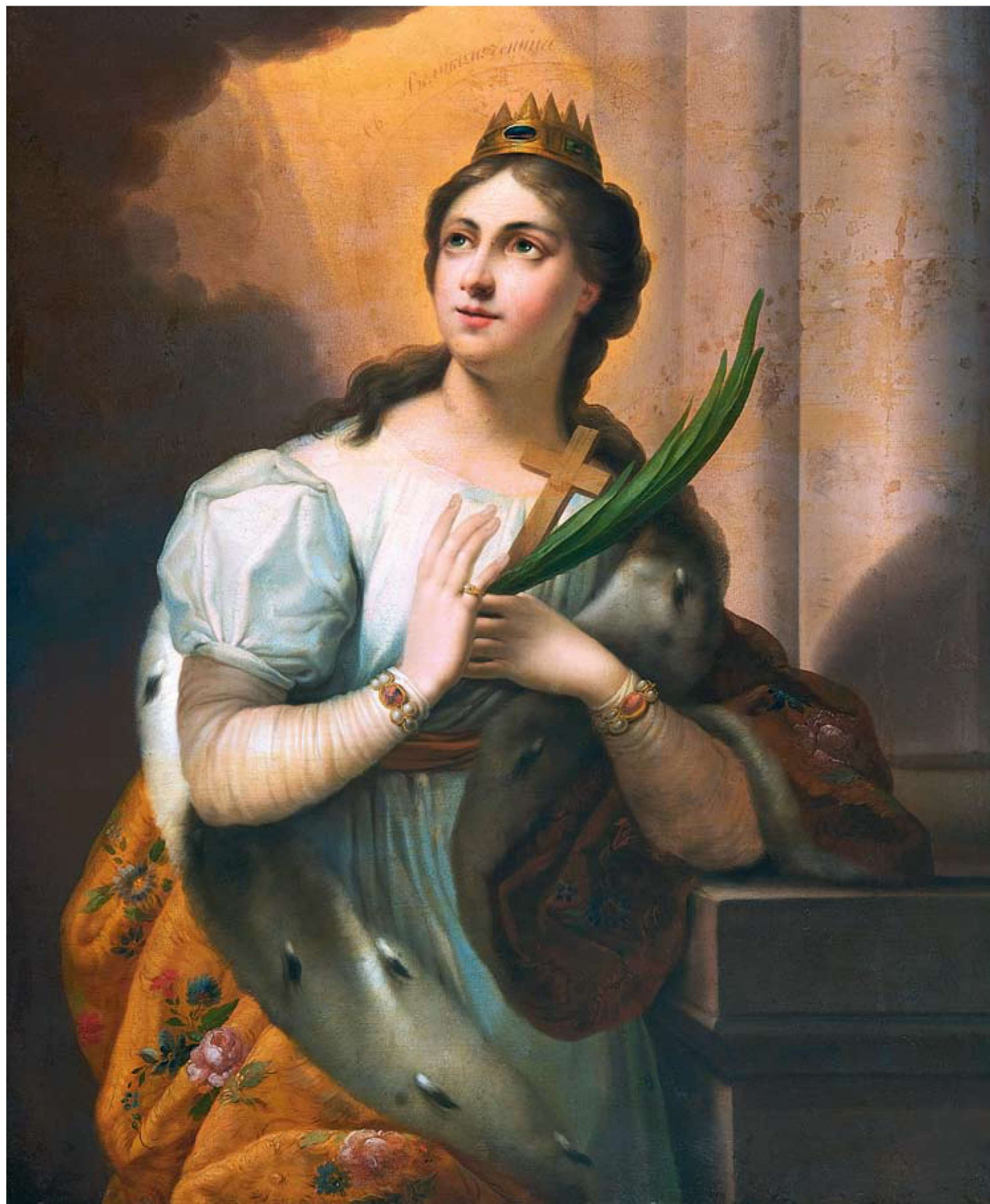
⁷¹ Бушмакин А. Ф. Указ. соч. С. 118.

⁷² Там же.

⁷³ Ярцов А. С. Российская горная история. Уральская часть. Книга первая: [рукопись 1810 г.] / Науч. ред. Корепанов Н. С. Екатеринбург, 2018. С. 167–168.

⁷⁴ Eastaugh N., Walsh V., Chaplin T., Siddall R. Op. cit. P. 134; Kuhn H., Curran M. Op. cit. P. 188; Crocoite. Conservation & Art Materials Encyclopedia Online. URL: <https://cameo.mfa.org/wiki/Crocoite> (дата обращения: 14.07.2023).

⁷⁵ Mugnaini S., Bagnoli A., Bensi P., Droghini F., Scala A., Guasparri G. Thirteenth century wall paintings under the Siena Cathedral (Italy). Mineralogical and petrographic study of materials, painting techniques and state of conservation // Journal of Cultural Heritage. 2006. Vol. 7. P. 171–185. DOI: 10.1016/j.culher.2006.04.002; Gliozzo E., Ionescu C. Op. cit.



Ил. 17

В. Л. Боровиковский.
«Святая Екатерина».
Вторая половина XVIII в. Металл, масло.
Частное собрание.
Желто-оранжевая мантия
св. Екатерины написана смесью
крокоита со свинцовыми
белилами и желтой охрой

обнаружен лишь однажды: в картине В. Л. Боровиковского «Святая Екатерина» (вторая половина XVIII в.), исследование и экспертиза которой проводились в ГОСНИИР (ил. 17).

Такое ограниченное использование крокоита в изобразительном искусстве может быть связано с тем, что этот минерал относительно редко образует крупные скопления, пригодные для добычи. Помимо Уральского региона значительное его количество было встречено в конце XIX в. в районе Дундас (о. Тасмания, Австралия), где он добывается по сей день⁷⁶.

В Европе местонахождения крокоита встречаются в Румынии, Германии, Шотландии, Франции и других местах и несопоставимы по масштабам с уральскими и тасманийскими объектами⁷⁷. Вместе с тем наличие крокоита в росписях XIII в. наталкивает на мысль, что не исключены более ранние находки этого минерала в Европе на месторождениях локального масштаба: художники вполне могли экспериментировать с разными, оказавшимися под рукой пигментами, без глубокого понимания их природы.

Следует отметить, что открытие крокоита, природного минерала, получившего столь узкое применение в поздней русской иконописи и практически не получившего применения в европейской живописи, оказало огромное влияние на развитие художественной технологии XIX в., а именно на появление новых искусственных желтых и оранжевых пигментов идентичного химического состава, вытеснивших в итоге с европейского рынка ядовитые мышьяковые сульфиды – аурипигмент и реальгар⁷⁸.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования подтверждают широкое применение невянскими мастерами реальгара и крокоита в качестве пигментов. И тот и другой минералы являются редкими для поздней русской иконописи иных регионов и художественных центров⁷⁹. Реальгар, вероятнее всего, появился в обиходе уральских иконописцев как привозной пигмент из Западной Европы, где он был распространен в XVI–XVIII вв. (не исключены также его поставки с Дальнего Востока и из Средней Азии). Тогда как причиной появления крокоита в исследованных памятниках, безусловно, являлось его богатое месторождение на Среднем Урале.

Необходимо отметить, что оба пигмента характерны для икон невянской школы определенного времени, а именно второй половины XVIII в. (*terminus post quem* (самое раннее время) – *Прим. ред.*) применения крокоита, вероятнее всего, является первая половина 60-х гг. указанного столетия). По всей видимости, в XIX в. они постепенно исчезают из обихода иконописцев. Мы надеемся, что дальнейшее изучение невянских икон XIX в. позволит определить более точно временной период, в течение которого использовались эти уникальные пигменты. Однако уже на данном этапе исследования становится очевидно, что полученные об оранжевых минералах сведения являются очень важными при атрибуции иконописных произведений старообрядческого горнозаводского Урала.



В. Л. Боровиковский.
«Святая Екатерина».
Вторая половина XVIII в.
Металл, масло. Фрагмент.
Частное собрание.
Желто-оранжевая мантия
св. Екатерины написана
смесью крокоита
со свинцовыми
белилами и желтой охрой

⁷⁶ Здесь насчитывается порядка пятнадцати рудников, среди которых наиболее богатым является свинцово-серебряный рудник Аделаида – *Bottrill R. S., Williams P. A., Dohnt S., Sorrell S., Kemp N. R. Crocoite and associated minerals from Tasmania // Australian Journal of Mineralogy. 2006. 12 (2). P. 59–90; Gliozzo E., Ionescu C. Op. cit.*

⁷⁷ *Gliozzo E., Ionescu C. Op. cit.; Crocoite. URL: <https://www.mindat.org/min-1157.html> (дата обращения: 14.07.2023).*

⁷⁸ С момента обнаружения крокоит сразу привлек внимание российских и европейских ученых, многие из которых пытались определить его химический состав. В начале XIX в. в Европе был синтезирован аналог крокоита, который стали использовать в качестве желтого пигмента. Он получил название «желтый хром» и относительно быстро стал основным желтым пигментом в европейской и русской живописи XIX в. – *Kuhn H., Curran M. Op. cit. P. 188–190, 208.*

⁷⁹ Это утверждение правомерно для уровня накопленных к настоящему моменту и систематизированных данных, полученных за все время исследований живописи в ГОСНИИР.

Библиография

1. *Агентов М. И.* Открытие сокровенных художеств, служащее для фабрикантов, мануфактуристов, художников, мастеровых людей и для экономии. 3-е издание. Ч. 1. М.: В Типографии компании типографической, 1790. 336 с.
2. *Александров В. А.* Начало Ирбитской ярмарки // История СССР. 1974. № 16. С. 36–57.
3. *Байдин В. И.* Заметки об иконописцах-старообрядцах на горных заводах Урала в первой половине – середине XVIII в.: новые имена и новое об известных мастерах (к вопросу об источниках и времени складывания невянской иконописной школы) // Вестник музея «Невянская икона». 2002. № 1. С. 58–81.
4. *Баранов В. В.* Технология поздней русской иконописи. Ижевск: [б. изд.], 2017. С. 101–114.
5. *Бушмакин А. Ф., Кайнов В. И.* Крокоит из месторождения Точильная гора на Среднем Урале // Минералогия и петрография Урала. Вып. 1. / Отв. ред. Вертушков Г. Н. Свердловск: Изд-во УПИ, 1978. С. 63–71.
6. *Бушмакин А. Ф.* Крокоит из Берёзовского золотого рудника // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 1993. № 4. С. 116–119.
7. *Виннер А. В.* Материалы масляной живописи. М.: Искусство, 1950. 522 с.
8. *Гренберг Ю. И.* Технология станковой живописи. История и исследование: Учебное пособие. 4-е издание, стереотипное. СПб.: Лань; ПЛАНЕТА МУЗЫКИ, 2019. 336 с.
9. Древлехранилище памятников иконописи и церковной старины в Русском музее / Авт.-сост. *Вилинбахова Т. Б., Клюканова О. В., Макарова А. А.* и др. СПб.: Palace Editions, 2014. 208 с.
10. *Дусматов В. Д.* Из истории минералогических исследований в Таджикистане с древнейших времен до 1917 г. // Очерки по истории Таджикистана. Вып.1. Душанбе: Дониш, 1990. С. 7–53.
11. *Ильин В. Н.* «Старообрядческий вопрос» в Российской империи 1666–1905 гг. // Ученые записки Алтайского филиала Российской Академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации. 2016. Вып. 12–13. С. 89–110.
12. *Кадикова И. Ф., Лаврентьева Е. В.* Химический состав красок и грунтов как важный аспект атрибуции поздней русской иконописи Уральского региона // Актуальные проблемы теории и истории искусства: Сборник научных статей. Вып. 13. / Под ред. Захаровой А. В., Мальцевой С. В., Станюкович-Денисовой Е. Ю. М.: МГУ имени М. В. Ломоносова / СПб.: НП-Принт, 2023. [В печати].
13. *Карпенко В. Ю., Паутов Л. А., Мираков М. А., Сийдра О. Й., Махмадшариф С., Шодибеков М. А., Плечов П. Ю.* Находка бонанциита и алакранита в возгонах природного подземного угольного пожара в урочище Кухи-Малик, Таджикистан // Новые данные о минералах. 2021. Т. 55 (4). С. 82–93.
14. *Касаткин А. В., Степанов С. Ю., Цыганко М. В., Шкода Р., Нестола Ф., Плашил Я., Маковицки Э., Агаханов А. А., Паламарчук Р. С.* Минералогия Воронцовского золоторудного месторождения (Северный Урал). Часть 1: История изучения, минеральные ассоциации, кадастр минеральных видов // Минералогия. 2020. 6 (4). С. 3–34. DOI: 10.35597/2313-545X-2020-6-4-1. URL: https://journal.mineralogy.ru/wp-content/uploads/2020/12/2020_6_4_1.pdf (дата обращения: 05.05.2023).
15. *Катионов О. Н.* Московско-Сибирский тракт как основная сухопутная транспортная коммуникация Сибири XVIII–XX вв.; Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО «Новосибирский гос. пед. ун-т», Администрация Новосибирской обл. 2-е изд., перераб. и доп. Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2008. 371 с.
16. *Комашко Н. И.* Русская икона XVIII века: столичная икона, провинциальная икона, народная икона. М.: Agey Tomesh, 2006. 337 с.
17. *Красилин М. М., Наумова М. М., Данченко Е. А.* Об одной группе невянских икон // Искусство Христианского Мира. 2007. Вып. 10. С. 404–416.
18. *Лаврентьева Е. В., Кадикова И. Ф.* К вопросу об атрибуции группы невянских икон из собрания музея «Невянская икона»: результаты технико-технологических исследований // Материалы Международной научно-практической конференции «Нерадовские чтения: Хранение, исследование, реставрация музейных предметов и коллекций. История, современное состояние и перспективы развития. К 100-летию Службы реставрации музейных ценностей Русского музея (1922–2022)», 25–29 апреля 2022 года / Под ред. Бабиной О. А. и др. Вып. VIII. Том 2. СПб.: ГРМ, 2023. С. 377–387.
19. *Ломоносов М. В.* Первые основания металлургии, или рудных дел. Т. 5. Труды по минералогии, металлургии и горному делу. Москва – Ленинград: Издательство Академии наук СССР, 1954. 748 с.
20. Минералогия Урала: Элементы. Карбиды. Сульфиды / Под ред. Юшкина Н. П. Свердловск: Ин-т геологии и геохимии УрО АН СССР, 1990. 390 с.
21. Минерально-сырьевая база Кыргызской республики на рубеже перехода к рыночной экономике / Под. ред. Турсунгазиева Б. Т. Бишкек: Государственное агентство по геологии и минеральным ресурсам при Правительстве Кыргызской республики, 1998. 231 с.
22. *Наумова М. М.* Поздняя Античность. Средневековье. Возрождение. М.: Индрик, 2018. 432 с.
23. Николай Угодник. Каталог выставки 29 июня – 31 августа 2019 г. / Под. ред. Авдохина А. С. Кириллов: Кирилло-Белозерский историко-архитектурный и художественный музей-заповедник, 2021. 774 с.
24. *Орлова Е. В.* Об особенностях коллекции икон семьи Поносовых в собрании Приморской государственной картинной галереи // Искусство Евразии [Электронный журнал]. 2020. № 3 (18). С. 69–82. DOI: 10.46748/ARTEURAS.2020.03.006. URL: <https://eurasia-art.ru/index.php/art/article/view/60>.
25. *Паллас П. С.* Путешествие по разным местам Российского государства по повелению Санкт-Петербургской Императорской Академии наук. / Пер. с нем. Томанский Ф. СПб.: Императорская Академия Наук, 1786. 614 с.
26. Рудники Урала. Берёзовский рудник: крокоитовый шурф. URL: <https://uralmines.ru/beryozovskij-rudnik-krokoitovyj-shurf/> (дата обращения: 16.07.2023).
27. Русско-китайские отношения. 1689–1916. Официальные документы. М.: Издательство восточной литературы, 1958. 138 с.
28. Свод письменных источников по технике древнерусской живописи, книжного дела и художественного ремесла в списках XV–XIX вв.: в 2 т. / Сост., вступ. ст. и примеч. Гренберга Ю. И. СПб: Пушкинский фонд, 1995–1998.
29. Словарь русского языка XI–XVII вв. / Российская академия наук, Институт русского языка. Выпуск 21. (Прочный – Раскидати) / Авт. и ред. Шаламова А. Н. М: Наука, 1995. 280 с.
30. *Хохлов А. Н.* Китайские товары на Ирбитской ярмарке во второй половине XIX в. – начале XX в. // Общество и государство в Китае. 2015. № 2 (45). С. 645–652.
31. *Эйгер Н.* Некоторые сведения об учреждении Ирбитской ярмарки и о развитии на ней торговли // Пермский сборник: повременное издание. Кн. 2. Отд. 3. М.: В типографии Грачева и комп., 1860. С. 1–17.
32. *Юшкин Н. П., Иванов О. К., Попов В. А.* Введение в топоминералогии Урала. М.: Наука, 1986. 295 с.
33. *Ярцов А. С.* Российская горная история. Уральская часть. Книга первая: [рукопись 1810 г.] / Науч. ред. Корепанов Н. С. Екатеринбург: Издательский дом Баско, 2018. 376 с.
34. *Bottrill R. S., Williams P. A., Dohnt S., Sorrell S., Kemp N. R.* Crocoite and associated minerals from Tasmania // Australian Journal of Mineralogy. 2006. 12 (2). P. 59–90.
35. *Commentar zur Pharmacopea Germanica.* Berlin: Springer, 1873. 719 S.
36. *Constant de Massoul M.* A Treatise on the Art of Painting, and the Composition of Colours; Containing Instructions for All the Various Processes of Painting; Together with Observations upon the Qualities and Ingredients of Colours. London, 1797. 242 p.
37. Crocoite. Conservation & Art Materials Encyclopedia Online. URL: <https://cameo.mfa.org/wiki/Crocoite> (дата обращения: 14.07.2023).
38. Crocoite. URL: <https://www.mindat.org/min-1157.html> (дата обращения: 14.07.2023).
39. *De groote waereld in't klein geschildert, of schilderagtig tafereel van's Weerelds schilderyen.* Amsterdam: Beurs, W., 1692. 198 s.
40. *Die zu allerhand raren und neuen Curiositäten, auch vielen andern ungemeinen Künst- und Wissenschaften eröffnete guldene Kunst-Pforte, getreulich angewiesen in einem gantz neu heraus gegebenen Kunst-Buch: in dessen voran gedruckten Jnnhalt alle Materien so in diesem gantzen Werck enthalten zu ersehen sind: ein Werck so nicht allein vielen Künstlern und Handwerckern, sondern auch fast jederman, wes Standes und Dignität er immer seyn mag, sehr nützlich und dienlich.* Frankfurt: A. Johann, 1710. 1072 s.
41. *Eastaugh N., Walsh V., Chaplin T., Siddall R.* The Pigment Compendium: A Dictionary of Historical Pigments. Amsterdam: Elsevier – Butterworth Heinemen, 2004. 499 p. DOI: 10.4324/9780080473765.
42. *FitzHugh E. W.* Orpiment and Realgar // Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics. Vol. 3. / Ed. by E. W. FitzHugh. Washington: National Gallery of Art; London: Archetype Publications, 1997. P. 47–80.
43. *Geerts A. J. C.* Les produits de la nature Japonaise et Chinoise (partie inorganique et mineralogique), pt. 1. Yokohama: C. Lévy, 1878. 662 p.
44. *Giaccai J., Bisulca Ch., Ichimiya Y., Winter J.* Colorants and Paintings from the Arthur M. Sackler Gallery // Scientific Studies of Pigments in Chinese Paintings / Ed. by B. McCarthy and J. Giaccai. Washington: Archetype Publications, 2021. P. 63–78.
45. *Gliozzo E., Burgio L.* Pigments – Arsenic-based Yellows and Reds // Archaeological and Anthropological Sciences. 2022. 14: 4. DOI: 10.1007/s12520-021-01431-z. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12520-021-01431-z> (дата обращения: 5.05.2023).
46. *Gliozzo E., Ionescu C.* Pigments – Lead-based whites, reds, yellows and oranges and their alteration phases // Archaeological and Anthropological Sciences. 2022. 14: 17. DOI: 10.1007/s12520-021-01407-z. URL: https://www.researchgate.net/publication/357418381_Pigments-Lead-based_whites_reds_yellows_and_oranges_and_their_alteration_phases (дата обращения: 05.05.2023).
47. *Groot schilderboek: waar in de schilderkonst in al haar deelen grondig werd onderweezen, ook door Redeneering en Printverbeeldingen verklaard; met voorbeelden uyt de beste Konst-stukken der oude en nieuwe puyk-schilderen bevestigd: en derzelver Wel- en Misstand aangeweezen.* Amsterdam: Hendrick Desbordes, 1712. 430 s.
48. *Grundman G., Richter M.* Types of Dry-Process Artificial Arsenic Sulphide Pigments in Cultural Heritage // Fatto d'Archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas / Ed. by M. del Egido and S. Kroustallis. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012. P. 119–144. DOI:10.13140/2.1.4384.0323.
49. *Handbuch der allgemeinen und speciellen Arzneiverordnungslehre: auf Grundlage der Pharmacopoea Germanica ed altera.* Berlin: A. Hirschwald, 1883. 821 s.

50. *Hope W. H. St. J., Fox G. E.* Excavations on the Site of the Roman City at Silchester, Hants // *Archaeologia*. 1896. Vol. 55. № 1. P. 215–256.
51. Joannis Schefferi Argentoratensis Graphice, id est, De arte pingendi liber singularis: cum indice necessario. Norimbergae: Ex officina Enderiana, 1669. 232 p.
52. *Keune K., Mass J., Meirer F., Pottasch C., van Loon A., Hull A., Church J., Pouyet E., Cotte M., Mehta A.* Tracking the Transformation and Transport of Arsenic Sulfide Pigments in Paints: Synchrotron-Based X-ray Micro-Analyses // *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*. 2015. Vol. 30. № 3. P. 813–827. DOI: 10.1039/C4JA00424H.
53. *Kuhn H., Curran M.* Chrome Yellow and Other Chromate Pigments // *Artists' Pigments: A Handbook of their History and Characteristics*. Vol. 1. / Ed. by Feller R. L. Washington: National Gallery of Art; London: Archetype Publications, 1986. P. 187–217.
54. *Laurie M. A.* The Materials of the Painter's Craft in Europe and Egypt from Earliest Times to the End of the XVIIIth Century, with some Account of their Preparation and Use. London; Edinburg: T. N. Foulis, 1910. 448 p.
55. *Lehrbuch der Pharmakognosie*. Berlin: Verlag von August Hirschwald, 1874. 412 S.
56. *Mugnaini S., Bagnoli A., Bensi P., Droghini F., Scala A., Guasparri G.* Thirteenth century wall paintings under the Siena Cathedral (Italy). Mineralogical and petrographic study of materials, painting techniques and state of conservation // *Journal of Cultural Heritage*. 2006. Vol. 7. P. 171–185. DOI: 10.1016/j.culher.2006.04.002.
57. *Neuer Tractat von Firniß Laquir und MahlerKünsten*. Leipzig: D. Pietsch, 1746. 160 S.
58. *Pharmacopoea Almeriana Galeno-Chymica*. Almeriae: Joannem van Beyerem, 1726. 184 p.
59. *Pharmacopoea Badensis*. Heidelbergae: Chr. Fr. Winter, 1841. 353 p.
60. *Pharmacopoea Danica: Regia auctoritate a Collegio Medico Hauniensi*. Francfurti et Lapsiae: [s.n.], 1786. 364 p.
61. *Pharmacopoea Harlemensis Galeno-Chymica, senatus auctoritate munita*. Harlemi: P. van Assendelft, 1741. 258 p.
62. *Pharmacopoea jussu Senatus Insulensis tertio edita*. Insulis Flandrorum: J. B. Henry, 1772. 318 p.
63. *Pharmacopoea Leidensis, amplissimorum magistratuum auctoritate instaurata*. Lugduni Batavorum: S. Luchtman, 1732. 180 p.
64. *Pharmacopoea Svecica*. Mediolani: Excudebat Societas Tupogr. Classicorum Italia Scriptorum, 1826. 272 p.
65. *Pharmacopoea Wirtenbergica in duas partes divisa quarum prior materiam medicam historico – physico – medice descriptam*. Stutgardiae: Impensis Francisci Christian Loefflundi, 1798. 224 p.
66. *Pekov I. V.* Minerals First Discovered on the Territory of the Former Soviet Union. Moscow: Ocean Publishers, 1998. 369 p.
67. *Plesters J., Lazzarini L.* Preliminary observations on the technique and materials of Tintoretto // *Studies in Conservation*. 1972. 17. P. 153–180.
68. Realgar. Conservation & Art Materials Encyclopedia Online. URL: <https://cameo.mfa.org/wiki/Realgar> (дата обращения: 14.07.2023).
69. Realgar. URL: <https://www.mindat.org/min-3375.html> (дата обращения: 14.07.2023).
70. *Schaffer E. H.* Orpiment and Realgar in Chinese Technology and Tradition // *Journal of the American Oriental Society*. 1955. Vol. 75. № 2. P. 73–89.
71. *Spurrell F. C. J.* Notes on Egyptian Colours // *Archaeological Journal*. 1895. Vol. 52. № 1. P. 222–239. DOI: 10.1080/00665983.1895.10852669.
72. *Taxa seu pretium tam simplicium quam compositorum juxta Pharmacopoeam Danicam*. Hauniae: N. Möller, 1772. 56 p.
73. *Wallerius J. G.* Mineralogia, eller mineralriket indelt och beskrifvit. Stockholm: Lars Salvius, 1747. 479 p.
74. *Wallert A.* Orpiment and Realgar // *Maltechnik – Restauro*. 1984. Vol. 90. № 4. P. 45–57.
75. *Zhu X., Wang R., Lu X., Liu H., Li J., Ouyang B., Lu J.* Secondary minerals of weathered orpiment-realgar-bearing tailings in Shimen carbonate-type realgar mine, Changde, Central China // *Mineralogy and Petrology*. 2015. 109 (1). P. 1–15. DOI: 10.1007/s00710-014-0344-4.

Архивный источник:

«Указ Петра I о рассылке в губернии “заморских красок” для розыска их в городах с “объявлением губернаторам”» от 28 января 1716 г. – РГАДА. Ф. БМСТ. Гр. п. № 548. Л. 1.

Сокращения:

ГИМ – Государственный исторический музей
ГОСНИИР – Государственный научно-исследовательский институт реставрации
ГРМ – Государственный Русский музей
ЕМИИ – Екатеринбургский музей изобразительных искусств
МНИ – Музей «Невьянская икона»
НТМЗГУ – Нижнетагильский музей-заповедник «Горнозаводской Урал»
РАН – Российская академия наук
РГАДА – Российский государственный архив древних актов
ПГКГ – Приморская государственная картинная галерея
ПГХГ – Пермская государственная художественная галерея
СОКМ – Свердловский областной краеведческий музей имени О. Е. Клера
ЦМиАР – Центральный музей древнерусской культуры и искусства имени Андрея Рублева
ЧГМИИ – Челябинский государственный музей изобразительных искусств

Secreta Artis
(Секреты искусства)
ISSN 2618-7140
Art as Science:
Theory, Techniques
& Technologies of Fine Arts
VOLUME 6. ISSUE 2 (2023).
P. 22–49
DOI: 10.51236/2618-7140-2023-6-2-22-49

LAVRENTYEVA
Elena Valer'evna
Ph.D. in Art History
Research fellow of the
Tempera Painting Restoration
Department, State
Research Institute
for Restoration (GOSNIIR)
44 Gastello str., bldg. 1,
Moscow 107014
Russian Federation
e-mail:
Lavrentyeva_Elena@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3486-4862>

KADIKOVA
Irina Fanisovna
Head of the Laboratory of
Physicochemical Research,
State Research Institute
for Restoration (GOSNIIR)
44 Gastello str., bldg. 1,
Moscow 107014
Russian Federation
e-mail:
kadikovaif@gosniir.ru.
<https://orcid.org/0000-0002-7271-0752>

KARPENKO
Vladimir Yur'evich
Ph.D. in Geology and
Mineralogy
Senior researcher
of A. E. Fersman
Mineralogical Museum
of Russian Academy
of Sciences
18 Leninskiy prospect,
bldg. 2, Moscow 119071
Russian Federation
e-mail: mineralab@mail.ru

NEW DATA ON ORANGE MINERAL PIGMENTS IN THE WORKS OF THE NEVYANSK SCHOOL OF ICON PAINTING

Abstract. The purpose of this paper is to investigate an unusual technological feature of the icons of the Old Believer mining and metallurgical Urals, that consists in the use of the minerals crocoite and realgar as artistic pigments. During the technological examination of sixty-two Nevlyansk icons of the 18th – 19th centuries in the State Research Institute for Restoration (GOSNIIR) in 2019–2023, realgar was found in twenty-two icons, while crocoite was detected in eleven, which proves the widespread usage of these minerals in Ural icon painting. Chemical analysis of the paint layer samples from the icons was carried out using a set of analytical methods such as polarized microscopy, energy-dispersive X-ray spectroscopy, micro-FTIR and Raman spectroscopy. It should be noted that both mineral pigments are rare not only for Russian painting, but also for late Russian icon painting of other artistic centers and schools. Thus, it can be assumed that realgar was introduced to the Ural masters as an imported paint from Western Europe under the name Rauschgelb / Rusgeel, where it was in high demand among painters between the 16th and 18th centuries. It is also possible that it could have been brought to Russia, to the Urals, from China or Central Asia, where its large deposits are located. However, the appearance of crocoite in Nevlyansk icons is undeniably due to the discovery and development of its deposits in the Middle Urals. Both minerals were first applied in Nevlyansk icons in the second half of the 18th century (the lower chronological boundary of crocoite use is the first half of the 60s of the 18th century). Apparently, in the 19th century they gradually ceased to be in common use among the Ural icon painters.

Keywords: *realgar; rauschgelb; rusgeel; crocoite; Beryozovsky ore field; icon painting materials; painting materials; Nevlyansk icons; Old Believer icon painting; Russian icon of the 18th century; attribution and expertise of icon painting*

References

- Agentov, M. I. (1790). *Otkrytie sokrovennykh khudozhestv, sluzhashchee dlya fabrikantov, manufakturistov, khudozhnikov, masterovykh lyudey i dlya ekonomii* [= *Discovery of the Hidden Works of Art, for the Benefit of Producers, Manufactures, Artists, Craftsmen and the Economy*] (3rd ed., Vol. 1). V Tipografii kompanii tipograficheskoy. [In Rus.]
- Aleksandrov, V. A. (1974). Nachalo Irbitskoy yarmarki [= The Beginning of the Irbit Fair]. *Istoriya SSSR*, (16), 36–57. [In Rus.]
- Avdokhin, A. S. (Ed.). (2021). *Nikolay Ugodnik. Katalog vystavki 29 iyunya – 31 avgusta 2019 g.* [= *Nicholas the Wonderworker. Exhibition Catalog June 29 – August 31, 2019*] Kirillo-Belozerskiy istoriko-arkhitekturniy i khudozhestvenniy muzey-zapovednik. [In Rus.]
- Baranov, V. V. (2017). *Tekhnologiya pozdney russkoy ikonopisi* [= *The Technology of Late Russian Iconography*] (pp. 101–114). No Publisher. [In Rus.]
- Baydin, V. I. (2002). Zametki ob ikonopistsakh-starobryadtsakh na gornykh zavodakh Urala v pervoy polovine – seredine XVIII v.: novye imena i novoe ob izvestnykh masterakh (k voprosu ob istochnikakh i vremeni skladyvaniya nev'yanskoy ikonopisnoy shkoly) [= Notes on Old Believer Icon Painters at the Ural Mining Plants in the First Half - Middle of the 18th Century: Unknown Names and Newly Discovered Facts about Well-Known Masters (“On the Question of Sources and the Formation of Nevyansk Icon-Painting School”)]. *Vestnik muzeya “Nev'yanskaya ikona”*, (1), 58–81. [In Rus.]
- Bushmakin A. F., & Kaynov V. I. (1978). Krokoit iz mestorozhdeniya Tochil'naya gora na Srednem Urale [= Crocoite from the Tochilnaya Gora Deposit in the Middle Urals]. In G. N. Vertushkov (Ed.), *Mineralogiya i petrografiya Urala* (Vol. 1, pp. 63–71). UPI. [In Rus.]
- Bushmakin, A. F. (1993). Krokoit iz Berezovskogo zolotogo rudnika [= Crocoite from the Berezovsky Gold Mine]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Gorniy zhurnal*, (4), 116–119. [In Rus.]
- Drevlekhranilishche pamyatnikov ikonopisi i tserkovnoy stariny v Russkom muzee [= *Treasury of Icon Painting Collection and Church Antiquities of the Russian Museum*]. (2014). Palace Editions. [In Rus.]
- Dusmatov, V. D. (1990). Iz istorii mineralogicheskikh issledovaniy v Tadjikistane s drevneyshikh vremen do 1917 g. [= From the History of Mineralogical Research in Tajikistan from Ancient Times to 1917]. In *Ocherki po istorii Tadjikistana* (Vol.1, pp. 7–53). Donish. [In Rus.]
- Eyger, N. (1860). Nekotorye svedeniya ob uchrezhdenii Irbitskoy yarmarki i o razvitii na ney trgovli [– Notes on the Creation of the Irbit Fair and its Commercial Development]. In *Permskiy sbornik: povremennoe izdanie* (Kn. 2. Otd. 3, pp. 1–17). V tipografii Gracheva i komp. [In Rus.]
- Grenberg, Yu. I. (2019). *Tekhnologiya stankovoy zhivopisi. Istoriya i issledovanie: Uchebnoe posobie* [= *The Technology of Easel Painting. History and Research: Textbook*] (4th ed.). Lan'; The Planet of Music. [In Rus.]
- Il'in, V. N. (2016). «Starobryadcheskiy vopros» v Rossiyskoy imperii 1666–1905 gg. [= “The Old Believer Question” in the Russian Empire 1666–1905]. In *Uchenye zapiski Altayskogo filiala Rossiyskoy Akademii narodnogo khozyaystva i gosudarstvennoy sluzhby pri Prezidente Rossiyskoy Federatsii* (Vol. 12–13, pp. 89–110). [In Rus.]
- Kadikova, I. F., & Lavrentyeva, E. V. (2023). Khimicheskiy sostav krasok i gruntov kak vazhniy aspekt atributsii pozdney russkoy ikonopisi Ural'skogo regiona [= Chemical Composition of Paints and Primers as an Important Aspect of Attribution of Late Russian Icon Painting of the Ural Region]. In A. V. Zakharov, S. V. Mal'tseva, & E. Yu. Stanyukovich-Denisova (Eds.), *Aktual'nye problemy teorii i istorii iskusstva: sb. nauch. statey* (Vol. 13). MGU imeni M. V. Lomonosova; NP-Print. [In Rus.]
- Karpenko, V. Yu., Pautov, L. A., Mirakov, M. A., Siidra, O. Y., Makhmadsharif, S., Shodibekov, M. A., & Plechov, P. Yu. (2021). Nakhodka bonatstiita i alakranita v vozgonakh prirodnogo podzemnogo ugol'nogo pozhara v urochishche Kukhi-Malik, Tadjikistan [= The Discovery of Bonazzite and Alacranite in the Sublimates of a Natural Underground Coal Fire in the Kukhi-Malik Area, Tajikistan]. *Novye dannye o mineralakh*, 55(4), 82–93. [In Rus.]
- Kasatkin, A. V., Stepanov, S. Yu., Tsyganko, M. V., Škoda, R., Nestola, F., Plašil, J., Makovicky, E., Agakhanov, A. A., & Palamarchuk, R. S. (2020). Mineralogiya Vorontsovskogo zolotorudnogo mestorozhdeniya (Severniy Ural). Chast' 1: Istoriya izucheniya, mineral'nye assotsiatsii, kadastr mineral'nykh vidov [= Mineralogy of the Vorontsovskoe Gold Deposit (Northern Urals). Part 1: History of Study, Mineral Assemblages, List of Minerals]. *Mineralogiya*, 6(4), 3–34. https://journal.mineralogy.ru/wp-content/uploads/2020/12/2020_6_4_1.pdf. <https://doi.org/10.35597/2313-545X-2020-6-4-1> [In Rus.]
- Kationov, O. N. (2008). *Moskovsko-Sibirskiy trakt kak osnovnaya sukhoputnaya transportnaya kommunikatsiya Sibiri XVIII–XX vv.* [= *Moscow-Siberian Tract as the Main Overland Transport Communication of Siberia in the 18th–20th Centuries*] (2nd ed.). NGPU. [In Rus.]
- Khokhlov, A. N. (2015). Kitayskie tovary na Irbitskoy yarmarke vo vtoroy polovine XIX v. – nachale XX v. [= Chinese Goods on the Irbit Annual Fair (Second Half of the 19th Century – Beginning of the 20th Century)]. *Obshchestvo i gosudarstvo v Kitae*, 2(45), 645–652. [In Rus.]
- Komashko, N. I. (2006). *Russkaya ikona XVIII veka: stolichnaya ikona, provintsial'naya ikona, narodnaya ikona* [= *Russian Icon of the 18th Century: Metropolitan Icon, Provincial Icon, Folk Icon*]. Agey Tomesh. [In Rus.]
- Krasilin, M. M., Naumova, M. M., & Danchenko, E. A. (2007). Ob odnoy gruppe nev'yanskikh ikon [= On a Select Group of Nevyansk Icons]. In *Iskusstvo Khristianskogo Mira* (Vol. 10, pp. 404–416). [In Rus.]
- Lavrentyeva, E. V., & Kadikova, I. F. (2023). K voprosu ob atributsii gruppy nev'yanskikh ikon iz sobraniya muzeya “Nev'yanskaya ikona”: rezul'taty tekhniko-tekhnologicheskikh issledovaniy [= On the Attribution of a Group of Nevyansk Icons from the Collection of the Nevyansk Icon Museum: Results of the Technical and Technological Research]. In O. A. Babina (Ed.), *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Neradovskie chteniya: Khranenie, issledovanie, restavratsiya muzeynykh predmetov i kollektsey. Istoriya, sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya. K 100-letiyu Sluzhby restavratsii muzeynykh tsennostey Russkogo muzeya (1922–2022)”*, 25–29 aprelya 2022 goda (Vyp. VIII, Tom 2, pp. 377–387). GRM. [In Rus.]
- Lomonosov, M. V. (1954). Pervye osnovaniya metallurgii, ili rudnykh del [= The Early Foundations of Metallurgy, or Ore Mining]. In *Trudy po mineralogii, metallurgii i gornomu delu* (Vol. 5). Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR. [In Rus.]
- Naumova, M. M. (2018). *Pozdnyaya Antichnost'. Srednevekov'e. Vozrozhdenie* [= *Late Antiquity. Middle Ages. Renaissance*]. Indrik. [In Rus.]
- Orlova, E. V. (2020). Ob osobennostyakh kolleksii ikon sem'i Pónosovykh v sobranii Primorskoy gosudarstvennoy kartinnoy galerei [= About the Features of the Collection of Icons of the Ponosov's Family in Primorye State Art Gallery Collection]. *Iskusstvo Evrazii* [= *The Art of Eurasia*], 3(18), 69–82. <https://doi.org/10.46748/ARTEURAS.2020.03.006> [In Rus.]
- Pallas, P. S. (1786). *Puteshestvie po raznym mestam Rossiyskogo gosudarstva po povelениyu Sankt-Peterburgskoy Imperatorskoy Akademii nauk* [= *Journey to Different Parts of the Russian Empire at the Command of the St. Petersburg Imperial Academy of Sciences*] (F. Tomanskiy, Trans.). Imperatorskaya Akademiya Nauk. [In Rus.]
- Rudniki Urala. Berezovskiy rudnik: krokoitoviy shurf [= *Ural Mines. Beryozovsky Ore Field: Crocoite Pit*]. Retrieved July 9, 2023, from <https://uralmines.ru/beryo-zovskij-rudnik-krokoitovyj-shurf/> [In Rus.]
- Russko-kitayskie otnosheniya. 1689–1916. Ofitsial'nye dokumenty [= *Russian-Chinese Relations. 1689–1916. Official Documents*]. (1958). Izdatel'stvo vostochnoy literatury. [In Rus.]
- Shalamova, A. N. (Ed.). (1995). *Slovar' russkogo yazyka XI–XVII vv.* [= *Dictionary of the Russian Language of the 11th–17th Centuries*] (Vol. 21 (Prochniy – Raskidati)). Nauka. [In Rus.]
- Svod pis'mennykh istochnikov po tekhnike drevnerusskoy zhivopisi, knizhnogo dela i khudozhestvennogo remesla v spiskakh XV–XIX vv.: v 2 t. [= *A Corpus of Written Sources on the Techniques of Ancient Russian Painting, Bookmaking and Handicraft in the Lists of the 15th-19th Centuries: in 2 vol.*]. (1995–1998). Pushkinskiy fond. [In Rus.]
- Tursungaziev, B. T. (Ed.) (1998). *Mineral'no-syr'evaya baza Kyrgyzskoy respubliki na rubezhe perekhoda k rynochnoy ekonomike* [= *Mineral and Raw Material Base of the Kyrgyz Republic at the Turn of its Transition to a Free Market Economy*]. Gosudarstvennoe agentstvo po geologii i mineral'nym resursam pri Pravitel'stve Kyrgyzskoy respubliki. [In Rus.]
- Vinner, A. V. (1950). *Materialy maslyanoy zhivopisi* [= *Materials of Oil Painting*]. Iskusstvo. [In Rus.]
- Yartsov, A. S. (2018). *Rossiyskaya gornaya istoriya. Ural'skaya chast'. Kniga pervaya [rukopis' 1810 g.]* [= *Russian Mountain History. The Urals Section. Book One: [manuscript of 1810]*]. Izdatel'skiy dom Basko. [In Rus.]
- Yushkin, N. P. (Ed.). (1990). *Mineralogiya Urala: Elementy. Karbidy. Sul'fidy* [= *Mineralogy of the Urals: Elements, Carbides, Sulfides*]. Institut geologii i geokhimii UrO AN SSSR. [In Rus.]
- Yushkin, N. P., Ivanov, O. K., & Popov, V. A. (1986). *Vvedenie v topomineralogiyu Urala* [= *Introduction to Topomineralogy of the Ural Mountains*]. Nauka. [In Rus.]

34. Crocoite. Conservation & Art Materials Encyclopedia Online. Retrieved July 14, 2023, from <https://cameo.mfa.org/wiki/Crocoite> [In Rus.]
35. Bottrill, R. S., Williams, P. A., Dohnt, S., Sorrell, S., & Kemp, N. R. (2006). Crocoite and associated minerals from Tasmania. *Australian Journal of Mineralogy*, 12(2), 59–90.
36. *Commentar zur Pharmacopoea Germanica*. (1873). Springer.
37. Constant de Massoul, M. (1797). *A Treatise on the Art of Painting, and the Composition of Colours: Containing Instructions for All the Various Processes of Painting: Together with Observations upon the Qualities and Ingredients of Colours. Published and sold by the author of the original, at his Manufactory*.
38. Crocoite. Retrieved July 14, 2023, from <https://www.mindat.org/min-1157.html>
39. *De groote waereld in't kleen geschildert, of schilderagtig tafereel van's Weerelds schilderyen*. (1692). Beurs.
40. *Die zu allerhand raren und neuen Curiositäten, auch vielen andern ungemeinen Kunst- und Wissenschaften eröffnete guldene Kunst-Pforte, getreulich angewiesen in einem gantz neu heraus gegebenen Kunst-Buch: in dessen voran gedruckten Innhalt alle Materien so in diesem gantzen Werck enthalten zu ersehen sind: ein Werck so nicht allein vielen Künstlern und Handwerckern, sondern auch fast jederman, wes Standes und Dignität er immer seyn mag, sehr nützlich und dienlich*. (1710). A. Johann.
41. Eastaugh, N., Walsh, V., Chaplin, T., & Siddall, R. (2004). *The Pigment Compendium: A Dictionary of Historical Pigments*. Elsevier – Butterworth Heinemen. <https://www.doi.org/10.4324/9780080473765>
42. FitzHugh, E. W. (1997). Orpiment and Realgar. In E. W. FitzHugh (Ed.), *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics* (Vol. 3, pp. 47–80). National Gallery of Art; Archetype Publications.
43. Geerts, A. J. C. (1878). *Les produits de la nature Japonaise et Chinoise (partie inorganique et mineralogique)*, pt. 1. C. Lévy.
44. Giaccai, J., Bisulca, Ch., Ichimiya, Y., & Winter, J. (2021). Colorants and Paintings from the Arthur M. Sackler Gallery. In B. McCarthy & J. Giaccai (Eds.), *Scientific Studies of Pigments in Chinese Paintings* (pp. 63–78). Archetype Publications.
45. Gliozzo, E., & Burgio, L. (2022). Pigments – Arsenic-based Yellows and Reds. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 14(1), Article 4. <https://www.doi.org/10.1007/s12520-021-01431-z>
46. Gliozzo, E., & Ionescu, C. (2022). Pigments – Lead-based whites, reds, yellows and oranges and their alteration phases. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 14(1), Article 17. <https://doi.org/10.1007/s12520-021-01407-z>
47. *Groot schilderboek: waar in de schilderkonst in al haar deelen grondig werd onderweezen, ook door Redeneeringen en Printverbeeldingen verklaard: met voorbeelden uyt de beste Konst-stukken der oude en nieuwe puyk-schilderen bevestigd: en derzelver Wel- en Misstand aangewezen*. (1712). Hendrick Desbordes.
48. Grundman, G., & Richter, M. (2012). Types of Dry-Process Artificial Arsenic Sulphide Pigments in Cultural Heritage. In M. del Egidio & S. Kroustallis (Eds.), *Fatto d'Archimia. Los pigmentos artificiales en las técnicas pictóricas* (pp. 119–144). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. <https://doi.org/10.13140/2.1.4384.0323>
49. *Handbuch der allgemeinen und speciellen Arzneiverordnungslehre: auf Grundlage der Pharmacopoea Germanica ed altera*. (1883). A. Hirschwald.
50. Hope, W. H. St. J., & Fox, G. E. (1896). Excavations on the Site of the Roman City at Silchester, Hants. *Archaeologia*, 55(1), 215– 256.
51. Keune, K., Mass, J., Meirer, F., Pottasch, C., van Loon, A., Hull, A., Church, J., Pouyet, E., Cotte, M., & Mehta, A. (2015). Tracking the Transformation and Transport of Arsenic Sulfide Pigments in Paints: Synchrotron-Based X-ray Micro-Analyses. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 30(3), 813–827. <https://www.doi.org/10.1039/C4JA00424H>
52. Kuhn, H., & Curran, M. (1986). Chrome Yellow and Other Chromate Pigments. In R. L. Feller (Ed.), *Artists' Pigments: A Handbook of their History and Characteristics* (Vol. 1, pp. 187–217). National Gallery of Art; Archetype Publications.
53. Laurie, M. A. (1910). *The Materials of the Painter's Craft in Europe and Egypt from Earliest Times to the End of the XVIIIth Century, with some Account of their Preparation and Use*. T. N. Foulds.
54. *Lehrbuch der Pharmakognosie*. (1874). Verlag von August Hirschwald.
55. Mugnaini, S., Bagnoli, A., Bensi, P., Droghini, F., Scala, A., & Guasparri, G. (2006). Thirteenth century wall paintings under the Siena Cathedral (Italy). Mineralogical and petrographic study of materials, painting techniques and state of conservation. *Journal of Cultural Heritage*, 7(3), pp. 171–185. <https://www.doi.org/10.1016/j.culher.2006.04.002>

56. *Neuer Tractat von Firniß-Laquir und Mahler-Künsten*. (1746). D. Pietsch.
57. Pekov, I. V. (1998). *Minerals First Discovered on the Territory of the Former Soviet Union*. Ocean Publishers.
58. *Pharmacopoea Almeriana Galeno-Chymica*. (1726). Joannem van Beyerem.
59. *Pharmacopoea Badensis*. (1841). Chr. Fr. Winter.
60. *Pharmacopoea Danica: Regia auctoritate a Collegio Medico Hauniensi*. (1786). [s. n.].
61. *Pharmacopoea Harlemensis Galeno-Chymica, senatus auctoritate munita*. (1741). P. van Assendelft.
62. *Pharmacopoea jussu Senatus Insulensis tertio edita*. (1772). J. B. Henry.
63. *Pharmacopoea Leidensis, amplissimorum magistratuum auctoritate instaurata*. (1732). S. Luchtman.
64. *Pharmacopoea Svecica*. (1826). Societas Tupogr.
65. *Pharmacopoea Wirtenbergica in duas partes divisa quarum prior materiam medicam historico – physico – medice descriptam*. (1798). Impensis Francisci Christian Loefflundi.
66. Plesters, J., & Lazzarini, L. (1972). Preliminary observations on the technique and materials of Tintoretto. *Studies in Conservation*, 17, 153–180.
67. Realgar. Conservation & Art Materials Encyclopedia Online. Retrieved July 14, 2023, from <https://cameo.mfa.org/wiki/Realgar>
68. Realgar. Retrieved July 14, 2023, from <https://www.mindat.org/min-3375.html>
69. Schafer, E. H. (1955). Orpiment and Realgar in Chinese Technology and Tradition. *Journal of the American Oriental Society*, 75(2), 73–89.
70. Scheffer, J. (1669). *Joannis Schefferi Argentoratensis Graphice, Id Est De Arte Pingendi Liber Singularis: Cum Indice Necessario*. Ex officina Endteriana.
71. Spurrell, F. C. J. (1895). Notes on Egyptian Colours. *Archaeological Journal*, 52(1), 222–239. <https://www.doi.org/10.1080/00665983.1895.10852669>
72. *Taxa seu pretium tam simplicium quam compositorum juxta Pharmacopoeam Danicam*. (1772). N. Möller.
73. Wallerius, J. G. (1747). *Mineralogia, eller mineralriket indelt och beskrifvit*. Lars Salvius.
74. Wallert, A. (1984). Orpiment and Realgar. *Maltechnik – Restauro*, 90(4), 45–57.
75. Zhu, X., Wang, R., Lu, X., Liu, H., Li, J., Ouyang, B., & Lu, J. (2015). Secondary minerals of weathered orpiment-realgar-bearing tailings in Shimen carbonate-type realgar mine, Changde, Central China. *Mineralogy and Petrology*, 109(1), 1–15. <https://www.doi.org/10.1007/s00710-014-0344-4>

Archival source

“Ukaz Petra I o rassylke v gubernii ‘zamorskikh krasok’ dlya rozyska ikh v gorodakh s ‘ob’yavleniem gubernatoram’” ot 28 yanvarya 1716 g. [= “Decree of Peter the Great on sending ‘overseas paints’ to the provinces to be sought in the cities with the ‘announcement to the governors’”, dated January 28, 1716]. RGADA (F. BMST. Gr. p. № 548. L. 1), Moscow, Russian Federation.



◀
Левая створка иконы
«Складень трехстворчатый:
Св. Троица, Вознесение
Господне, Избранные
святыя перед образом
Богоматери Федоровской».
Фрагмент.
1768 г. МНИ. Инв. НИ–18/219

