

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ РЕСТАВРАЦИИ» (ФГБНИУ «ГОСНИИР»)

Художественное наследие.
Исследования. Реставрация. Хранение.
Art Heritage. Research. Storage. Conservation.

Международное сетевое рецензируемое научное издание

№3 2023

МОСКВА 2023

THE MINISTRY OF CULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

THE STATE RESEARCH INSTITUTE FOR RESTORATION

Художественное наследие.
Исследования. Реставрация. Хранение.
Art Heritage. Research. Storage. Conservation.

An international peer-reviewed online scientific journal

No 3 2023

MOSCOW 2023

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Д.Б. Антонов

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

А.С. Макарова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**А.Н. Балаш, В.В. Баранов, С.И. Баранова, Г.И. Вздорнов, В.Г. Гагарин,
М.Ф. Дубровин, В.В. Игошев, С.С. Ипполитов, С.А. Кочкин, А.В. Кыласов,
Л.И. Лифшиц, Т.К. Мкртычев, А.В. Окорочков, С.А. Писарева, И.Н. Проворова,
И.Г. Равич, Н.Л. Ребрикова, Н.В. Синявина, С.В. Филатов, Н.Е. Шафажинская,
О.В. Яхонт.**

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ РЕДАКЦИИ:

О. Г. Кирьянова

РЕДАКТОР:

Г. И. Герасимова

Выходит 4 раза в год

Адрес редакции:

107014, г. Москва, ул. Гастелло, д. 44 стр. 1

e-mail: journal@gosniir.ru

Сайт: <http://www.journal-gosniir.ru/>

Свидетельство о регистрации СМИ ЭЛ. № ФС77-82901 ОТ 14.03.2022

ISSN 2782-5027

EDITOR-IN-CHIEF:

Dmitriy B. Antonov

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:

Anastasia S. Makarova

EDITORIAL BOARD:

**A.N. Balash, V.V. Baranov, S.I. Baranova, G.I. Vzdornov, V.G. Gagarin, M.F. Dubrovin,
V.V. Igoshev, S.S. Ippolitov, S.A. Kochkin, A.V. Kylasov, L.I. Lifshic, T.K. Mkrtychev,
A.V. Okorokov, S.A. Pisareva, I.N. Provorova, I.G. Ravich, N.L. Rebrikova, N.V. Sinyavina,
S.V. Filatov, N.E. Shafazhinskaya, O.V. Yahont.**

EXECUTIVE SECRETARY:

O. G. Kiryanova

EDITOR:

G. I. Gerasimova

Quarterly journal

Address:

44-1, Gastello St., Moscow, Russia, 107014

e-mail: journal@gosniir.ru

Web-site: <http://www.journal-gosniir.ru/>

Mass media registration certificate EL. N° FS77-82901 from 14.03.2022

ISSN 2782-5027

СОДЕРЖАНИЕ

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-7-27

Ипполитов С. С.

Белорусский кинематограф:

культурное наследие как фактор суверенности

7

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-28-36

Кирьянова О. Г.

Презентация художественного наследия в частном музее

28

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-37-45

Котельников П. Н., Кураков С. В., Морозов В. В.

Возможности применения аддитивных технологий

восстановлении утраченных элементов в реставрации

предметов из металла

37

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-46-59

Малачевская Е. Л., Гордюшина В. И., Иванова А. И.

О реставрации музейных предметов из необожженной глины

46

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-60-67

Николаев К. А.

Об атрибуции картины В. И. Шухаева «Покупатель пшеницы»

(из цикла «Марокко»). 1960 – 1961 гг

60

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-68-74

Павлова И. Б.

Игра в гравюры

68

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-75-87

Равич И. Г., Нацкий М. В., Михайлова А. В., Беккер А. О.

О возможности отжига для снятия внутренних напряжений

в изделиях с позолотой, изготовленных

из листовой латуни с помощью деформации

75

CONTENTS

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-7-27

Ippolitov S.

Belarusian cinema: Cultural heritage as a factor of sovereignty

7

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-28-36

Kiryanova O.

Presentation of artistic heritage in a private museum

28

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-37-45

Kotelnikov P., Kurakov S., Morozov V.

Possibilities of additive technologies
in recovering lost elements for metal objects restoration

37

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-46-59

Malachevskaya E., Gordyushina V., Ivanova A.

About the restoration of museum objects from unburned clay

46

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-60-67

Nikolaev K.

About attribution of V. Shukhaev's painting
"Wheat Buyer" (from the cycle "Morocco"). 1960–1961

60

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-68-74

Pavlova I.

The Plate Game

68

DOI: 10.24412/2782-5027-2023-3-75-87

Ravich I., Natsky M., Mikhailova A., Becker A.

About the possibility of annealing to relieve internal stresses
in gilded brass products made of sheet brass by deformation

75

П. Н. Котельников, С. В. Кураков, В. В. Морозов

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ УТРАЧЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РЕСТАВРАЦИИ ПРЕДМЕТОВ ИЗ МЕТАЛЛА

В статье рассказывается об опыте применения современных аддитивных технологий на примере восстановления утраченного фрагмента музейной кабинетной скульптуры. Аддитивное производство и его синоним «3D-печать» – это новые методы производства деталей, основанные не на удалении материала, как традиционные (субтрактивные) технологии (например, механической обработки), а на послойном изготовлении, «выращивании» изделия по трехмерной модели, полученной в системе автоматизированного проектирования (САПР) за счет добавления материала в виде пластиковых, керамических, металлических порошков и их связки термическим, диффузионным или клеевым методами. Особое внимание в статье уделяется вопросам о преимуществах внедрения 3D-печати в дополнение или в качестве замены обычных методов получения форм для литья утраченных элементов, и показываются технологические возможности цифровых 3D-устройств применительно к реставрации, а также для оптимизации и удешевления литейных процессов при восстановлении металлических фрагментов. Авторы провели анализ существующих материалов (пластиков и полимеров) с целью их использования как мастер-моделей для последующего точного литья по выжигаемым моделям с учетом особенностей и специфики данного способа литья. Статья рассчитана на широкий круг технических специалистов, художников-реставраторов, музейных работников, студентов и учащихся профильных учебных заведений. Предлагаемый материал публикуется впервые.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, мастер-модель, литьё по выжигаемым моделям, условия выжигания, режим нагрева формы, зольность пластика.

P. Kotelnikov, S. Kurakov, V. Morozov

POSSIBILITIES OF ADDITIVE TECHNOLOGIES IN RECOVERING LOST ELEMENTS FOR METAL OBJECTS RESTORATION

This article describes the experience of using modern additive technologies on the example of restoring a lost fragment for a museum cabinet sculpture. Additive manufacturing and its synonym "3D printing" are new methods for the production of parts based not on the removal of material as traditional (subtractive) technologies, for example, machining, but on layer-by-layer manufacturing, "growing" a product according to a three-dimensional model obtained in the system computer-aided design (CAD), by adding material in the form of plastic, ceramic, metal powders and their bonding by thermal, diffusion or adhesive methods. Questions about the advantages of introducing 3D printing in addition to or as a replacement for conventional methods for obtaining molds for casting lost elements are considered and the possibilities of using digital 3D devices in the restoration are shown. The authors analyzed existing materials (plastics and polymers) in order to use them as master models for subsequent casting. The article is intended for a wide range of technical specialists, art restorers, museum staff, students and pupils of specialized educational schools. The proposed material is published for the first time.

Keywords: additive technologies, 3D printing, master model, lost plastic casting burnout process, burning conditions, mold heating mode, ash content of plastic.

При реставрации изделий декоративно-прикладного искусства из металла часто возникает необходимость восстановления деталей, утраченных в процессе бытования предмета. Одним из способов точного литья для этих целей является литьё по выплавляемым / выжигаемым моделям. Такие работы и разрабатываемая для этого технология носят единичный, разовый характер. В последующем данную технологическую оснастку можно использовать повторно крайне редко, и она отправляется на хранение, где эти объекты накапливаются, лежат годами и «ждут своего часа». Использование современных аддитивных технологий может значительно сократить время и затраты на традиционный процесс литья по выплавляемым / выжигаемым моделям, напечатав с помощью воска, пластика или полимеров мастер-модель, а затем использовать ее как разовую выплавляемую / выжигаемую «восковку». С учетом современных технологических наработок воск как материал модели вытесняется пластиком или полимером¹.

На графике (ил. 1) хорошо видно, что базовая или начальная стоимость изготовления модели в традиционном производстве существенно выше (в 3–4 раза), чем при применении аддитивных технологий печати модели. Поэтому при небольших партиях или единичном изготовлении моделей рекомендуем обратить внимание на данную группу современных технологий.



Илл. 1.

График, показывающий значительное сокращение затрат на производство (стоимости модели) при использовании аддитивных технологий в реставрации.

На сегодняшний день при изготовлении мастер-моделей есть возможность использовать 3D-принтеры, работающие на базе технологий:

- FDM (fused deposition modeling – технология послойного наплавления);
- FFF (fused filament fabrication – производство способом наплавления нитей);
- SLS (selective laser sintering – селективное спекание лазером);
- а также фотополимерной SLA- (stereolithography apparatus – лазерная стереолитография);
- или DLP- (direct light processing – управляемая обработка светом) печати.

Эти методы позволяют изготовить модель с нужными характеристиками и качеством, которые на этом этапе закладываются, как выжигаемые – под тот или иной способ литья (литьё в гипсо-динасовые формы или в оболочковые керамические формы). При этом в качестве материала для получения выжигаемых «выплавляемых моделей» подбирают материалы, близкие к поведению традиционных восковых моделей.

На сегодняшний день доступны технологии изготовления моделей под параметры и условия выжигаемых моделей на основе светочувствительных технологий (SLA-технологии). Полимерные модели, выполненные по технологии QuickCast (все внешние поверхности изделия воспроизводятся, но внутреннее пространство модели заполнено системой рёбер, предназначенных для удержания стенок на месте. Модель QuickCast во много раз легче аналогичной сплошной модели. Сегодня этот термин обозначает тип стереолитографической модели, который был разработан специально для литья по выжигаемым моделям); порошковые технологии на основе ПММА-пластика и PLA-материала (FDM-технологии).

Применение таких моделей позволяет исключить необходимость изготовления специальной оснастки (резиновых / силиконовых форм, форм из гипсовых или эпоксидных материалов). Поэтому при применении аддитивных моделей требуется многие параметры: качество получаемой поверхности, необходимость доработки моделей после печати и т. д.; а также такие требования, как минимальная зольность и минимальное расширение литейной формы при сгорании модели.

На первом этапе восстановления утраты стоит вопрос создания цифровой копии модели с помощью пакета прикладных программ или сканирования аналогичных деталей. После проектирования цифровой 3D-модели она отправляется на печать на соответствующем оборудовании.

В качестве примера мы показываем возможности аддитивной печати, которые были нами использованы при воссоздании утраченного элемента композиции – топорика или секиры экспоната «Светильник проф. Б.И. Угримова» из музея МГТУ им. Н.Э. Баумана (ил. 2).



Илл. 2.

а) Экспонат музея МГТУ им. Н.Э. Баумана до реставрации в ГОСНИИР. Стрелкой указано место утраченного элемента. Фото авторов;

б) примеры найденных изображений фигуры в открытом доступе сети Интернет.

Очевидно, что данный фрагмент является неотъемлемой деталью композиции и необходим для декоративной детализации и восполнения начального образа

музейного экспоната. Стоит отметить единичную потребность в изготовлении топорика, так как вряд ли эта форма найдет свое применение в других скульптурных произведениях при реставрационных работах. Это вынудило нас искать возможность быстрого, доступного и относительно дешевого способа изготовления мастер-модели и по ней – литой заготовки утраченного фрагмента.

Особое внимание нами было уделено обработке фотоинформации, с помощью которой удалось определить габаритные и другие линейные размеры топорика путем пропорционального расчета расстояний между узловыми точками, измеренных на реальной фигуре и в растровой графике на фронтальных участках найденных фотографий². Так, в нашем случае, по факту изучения изображений утраченного элемента был установлен масштаб, создан эскиз и с помощью программы "SolidWorks" векторным CAD-построением была создана цифровая модель.

Следующим логическим шагом стало изготовление модели топорика и примерка ее по месту расположения на скульптуре. Нами был выбран вариант изготовления мастер-модели из PLA-материала (полилактид) методом экструзии. Построение модели шло с малым шагом 0,05 мм, что позволило получить поверхность требуемого качества. Изготовленные нами модели представлены на ил. 3. На оборотной стороне моделей видны многочисленные бугорки (следы поддерживающей пластиковой системы при 3D-печати). В нашем случае их наличие не критично, так как они будут подвержены механической обработке как на самой модели, так и, окончательно, на изделии, полученном в металле.



Илл. 3.
Напечатанные мастер-модели утраченного элемента кабинетной скульптуры.
Фото авторов.

В случае необходимости повышения качества моделей допускается изготовление полу-тел заготовки с последующей их склейкой. Если это невозможно по ряду причин или очень затратно, то необходимо предусмотреть механическую доработку модели, удаление облоя и поддержек.

Следующим этапом стало изготовление литой заготовки. В основу легла технология литья в гипсо-динасовые формы. В качестве материала использовалась

смесь КС 2000. Этапы сборки и изготовления формы представлены на ил. 4 а, б, в. Поскольку изделия небольшие, то под них была выбрана глухая труба с выкладкой внутри опоки слоя из бумаги для удаления влаги на этапах нагрева формы и ее прокали. В начальный момент бумага вытягивает воду и при ее выжигании дает зазор по созданию дополнительных условий по удалению влаги из формы. Далее опока работает как труба-жакет для литейной формы и после заливки облегчает извлечение залитого блока на выбивку.



Илл. 4.

Традиционные операции способа литья по выжигаемым моделям:

- а) установка дополнительных питателей на модель;
- б) сборка модельного блока;
- в) установка модельного блока в опоку;
- г) вид после затвердевания материала литейной формы;
- д) выжигание модельного состава;
- е) после заливки расплава в литейную форму.

Фото авторов.

Сборка литейного блока в нашем случае классическая с сифонным подводом расплава и системами небольших выпоров. Они играют положительную роль как на этапе выжигания и удаления газов от разлагающегося материала модели в атмосферу печи, так и при заливке, не создавая воздушных мешков.

Особенность получения литейной формы по выжигаемым пластиковым моделям заключается в различных свойствах пластика и условиях их выжигания³. Не все материалы одинаковы, но имеют общую черту, отличающую их от восковых моделей. Это различие заключается в том, что модельный состав пластиков / полимеров при нагреве, расплавляясь при 50...90°C, частично вытекает из литейной формы, а частично впитывается в нее. Пластик может размягчаться, но его вязкость настолько велика, что он не вытекает из полостей литейной формы, и мы вынуждены его дожигать непосредственно в литейной форме. В подавляющем большинстве случаев он полностью выгорает.

Для нас приоритетным являлись показатели лучшего выжигания и минимизация зольного остатка. Исследовав существующие технологии изготовления моделей, мы расположили по температуре выжигания в следующем порядке:

- PMMA – полиметилакрелат – оно же оргстекло, выжигание при $t = 450^{\circ}\text{C}$;
- PLA – полилактид – биоразлагаемый, биосовместимый, термопластичный, алифатический полиэфир, мономером которого является молочная кислота, в нашем случае – пластик, изготовленный на основе производной от кукурузы, выжигание при $t = 600^{\circ}\text{C}$;
- SLA – эпоксидная или акриловая основа молекул олиголицидиметакрилата с добавками и бензольными кольцами в структуре, выжигание при $t = 720...750^{\circ}\text{C}$.

По экологичности материалы условно можно расставить в следующем порядке: PLA, PMMA, SLA.

В любом случае, занимаясь выжигаемыми моделями, надо помнить, что мы выжигаем пластик на ранних или поздних этапах прокалки формы и он, разлагаясь, выделяет вредные для организма человека компоненты. Поэтому выжигание следует проводить при хорошей вытяжке, в пламенных печах, которые нейтрализуют продукты разложения моделей и разлагают их до CO и N.

Выжигание зольных остатков требует высоких температур. Эти невыжженные остатки являются источниками засоров, что приводит к непроливам (литейному браку). Поэтому одним из важнейших требований условия выжигания модели является достаточное количество выпоров для удаления образующихся продуктов деструкции из полости литейной формы. На малых моделях существуют дополнительные проблемы, связанные с впитыванием выжигаемого материала модели в поверхность литейной формы. Поэтому необходимым условием получения качественной литейной формы является видимый литейщиком язык пламени при выжигании из стояка и выпоров. В этом случае у нас полностью выгорает модель и сгорают сажистые отложения, а также фазовая газовая составляющая (вредные газы). Пик газовых выделений приходится на диапазон $380...550^{\circ}\text{C}$. Литейщик должен быть готов к тому, что в этот момент может происходить самовозгорание продуктов разложения.

При выжигании модели очень важно соблюдать правильно сбалансированный режим нагрева, что позволит получить качественную литейную форму. Это необходимое требование связано с тем, что при нагревании материал модели расширяется, в результате чего возможно разрушение литейной формы.

В процессе работы мы применили накопленный нами ранее опыт в изготовлении отливок по выжигаемым моделям с учётом современных исследований в области факторов растрескивания латуни⁴.

Для изготовления отливки мы использовали литейный сплав ЛС – 59 (латунь). Заливка типового расплава в подготовленную форму является в большинстве случаев для литейщиков отработанным алгоритмом⁵, мы его не описываем. Результат этих работ приведен на *ил. 4 д, е*.

После затвердевания металла с целью извлечения полученных отливок литейную форму разрушают. Затем заготовки очищают от остатков литейной массы формы и проводят визуальный контроль качества литья.

Перед тем как литая деталь будет готова к монтажу, она, как правило, должна пройти механическую доработку. После отливки проводилось удаление облоя

и следов литниковой системы (ил. 5). Затем доработка рельефа орнамента нашей детали проводилась с применением штихелей и чеканов. Также были подготовлено резьбовое крепление для фиксации на скульптуре.



а)



б) Фото авторов.

Илл. 5.

а) полученные отливки утраченного элемента кабинетной скульптуры;
б) доработка поверхности отливки художником-реставратором высшей квалификации В.В. Ветлужских (ГОСНИИР).

Следует отметить, что в результате механической обработки реставратор сохранил у восстановленной детали все признаки, характерные для литой поверхности. Важно чтобы заново изготовленная деталь визуально не отличалась от общего восприятия. Поэтому восстановленная деталь была посеребрена и затонирована в цвет существующего оружия фигуры (меч), что соответствует историческому виду подобных шпиатровых фигур конца XIX – начала XX в.

Окончательный вид смонтированного элемента, взамен утраченного, показан на ил. 6. Общий цикл восстановительных работ по данному этапу занял около двух недель.



а)



б) Фото авторов.

Илл. 6.

а) фрагмент восстановленного утраченного элемента скульптурной композиции;
б) общий вид кабинетной скульптуры после реставрации в ГОСНИИР.

В качестве заключения

Проведенная работа по восстановлению утраченного элемента кабинетной скульптуры, как часть комплексной реставрации музейного предмета, позволяет сделать следующие выводы:

- 3D-печать позволяет ускорить реставрационный процесс за счет исключения обычных начальных этапов в традиционной технологии получения отливок. При этом мастер-модель можно получить всего за одну операцию;
- не требуется изготавливать и хранить форму для производства восковых моделей;
- с помощью цифровой модели легко можно получить мастер-модель в необходимом количестве, учесть усадку сплава, произвести коррекцию размеров в любой момент времени;
- большинство аддитивных технологий позволяют производить контроль качества поверхности модели в процессе ее изготовления;
- при выборе материала для изготовления модели методами аддитивных технологий следует применять низкотоксичные, хорошо выжигаемые составы;
- с учетом вышесказанного у художников-реставраторов появляется возможность новых подходов к вопросам восстановления утраченных элементов конструкции и декора предметов декоративно-прикладного искусства из металла.

Примечания

1. *Базанчук Г. А., Кураков С. В.* Наглядные пособия для преподавания практической механики в конце XIX века как источник изучения исторического наследия МРУЗ-ИМТУ-МВТУ // Современное технологическое образование: Сб. науч. статей. В 2-х частях / под ред. А. А. Александрова и В. К. Балтяна. Ч. 1. М.: Ассоциация технич. ун-тов, 2021. С. 285.

2. *Золотова Л. К.* Применение современных технологий 3D-моделирования и 3D-сканирования в ювелирном искусстве // Ювелирное искусство и материальная культура: Сб. статей. Вып. 7. СПб.: Изд-во Гос. Эрмитажа, 2023. С. 322.

3. *Морозов В. В.* Исследование и разработка технологических режимов изготовления отливок по выжигаемым моделям, полученных методом лазерной стереолитографии: Дис. ... канд. техн. наук. М., 2005. – 161 с.

4. *Нацкий М. В., Равич И. Г.* Изучение причин самопроизвольного растрескивания музейных экспонатов, полученных обработкой давлением из листа латуни // Культурологический журнал. Вып. 4 (46). 2021. С. 4–8.

5. Справочник литейщика: [сайт]. ВПО ПромМеталл. М., 2019. – URL: <https://tsvetmet.wordpress.com/2019/12/02/> (дата обращения: 13.03.2023).

1. *Bazanchuk G. A., Kurakov S. V.* Naglyadny`e posobiya dlya prepodavaniya prakticheskoy mexaniki v konce XIX veka kak istochnik izucheniya istoricheskogo naslediya MRUZ-IMTU-MVTU // Sovremennoe texnologicheskoe obrazovanie: Sb. nauch. statej. V 2-x chastyax / pod red. A. A. Aleksandrova i V. K. Baltyana. Ch. 1. M.: Associaciya texnich. un-tov, 2021. S. 285.

2. *Zolotova L. K.* Primenenie sovremenny`x texnologij 3D-modelirovaniya i 3D-skanirovaniya v yuvelirnom iskusstve // Yuvelirnoe iskusstvo i material`naya kul`tura: Sb. statej. Vy`p. 7. SPb.: Izd-vo Gos. E`rmitazha, 2023. S. 322.

3. Morozov V. V. Issledovanie i razrabotka texnologicheskix rezhimov izgotovleniya otlivok po vy`zhigaemy`m modelyam, poluchenny`x metodom lazernoj stereolitografii: Dis. ... kand. texn. nauk. M., 2005. – 161 s.

4. Naczkiy M. V., Ravich I. G. Izuchenie prichin samoproizvol'nogo rastreskivaniya muzejny`x e`ksponatov, poluchenny`x obrabotkoj davleniem iz lista latuni // Kul'turologicheskij zhurnal. Vy`p. 4 (46). 2021. S. 4–8.

5. Spravochnik litejshhika: [sajt]. VPO PromMetall. M., 2019. – URL: <https://tsvetmet.wordpress.com/2019/12/02/> (data obrashheniya: 13.03.2023).

Сведения об авторах

Котельников Павел Николаевич – художник-реставратор высшей категории произведений из металла, ФГБНИУ «ГОСНИИР», заведующий отделом научной реставрации произведений из металла

Российская Федерация, 107014, г. Москва, улица Гастелло, д. 44, стр. 1

E-mail: 113metal@gmail.com

Кураков Сергей Витальевич – инженер-исследователь, ФГБОУВО «МГТУ им. Н. Э. Баумана», инженер I кат. музея

Российская Федерация, 105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, к. 1

E-mail: kurakov@bmstu.ru

Морозов Вячеслав Вячеславович – к.т.н., доцент, инженер-разработчик, ФГБОУВО «МГТУ им. Н. Э. Баумана», преподаватель кафедры «Литейные технологии»

Российская Федерация, 105005, г. Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, к. 1

E-mail: vyach-morozov@yandex.ru

Kotelnikov Pavel – conservator of the highest category of metal works, The State Research Institute for Restoration, head of the Department of Scientific Restoration of Metal Works

44-1, Gastello st., Moscow, 107014, Russian Federation

E-mail: 113metal@gmail.com

Kurakov Sergey – Researcher engineer, Bauman Moscow State Technical University, Engineer I cat. of Museum

5-1, 2nd Baumanskaya st., Moscow, 105005, Russian Federation

E-mail: kurakov@bmstu.ru

Morozov Vyacheslav – candidate of technical Sciences, associate professor, Development engineer, Bauman Moscow State Technical University, Lecturer of the department «Foundry technologies»

5-1, 2nd Baumanskaya st., Moscow, 105005, Russian Federation

E-mail: vyach-morozov@yandex.ru

Научное издание

**Художественное наследие. Исследования. Реставрация. Хранение.
Art Heritage. Research. Storage. Conservation.**

Свидетельство о регистрации СМИ ЭЛ № ФС77-82901
от 14.03.2022 г.

ISSN 2782-5027

Подписано в печать 29.09.2023 г.

Федеральное государственное бюджетное
научно-исследовательское учреждение
«Государственный научно-исследовательский институт реставрации»
107014, г. Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1
e-mail: journal@gosniir.ru
Сайт: <http://www.journal-gosniir.ru/>