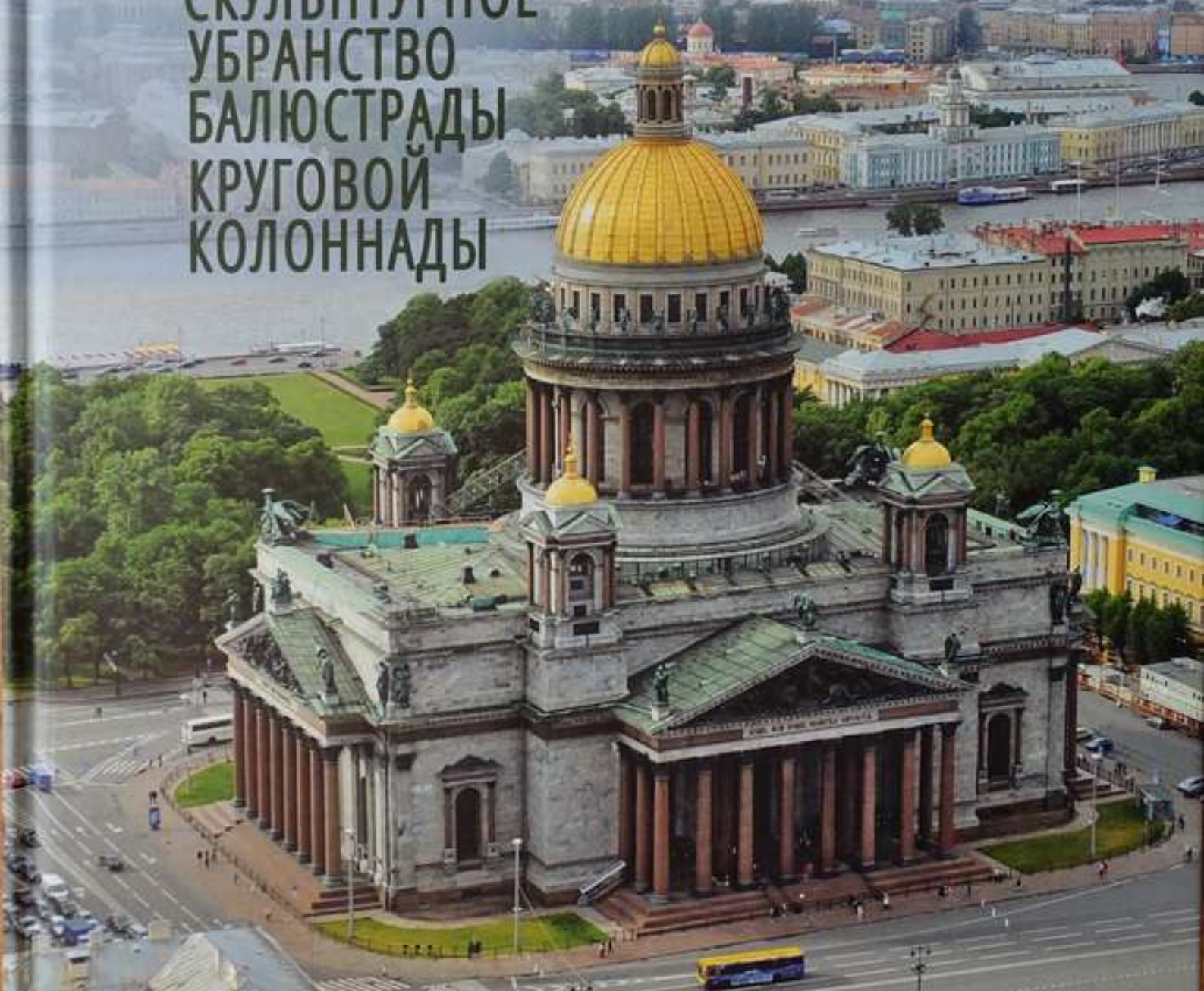


ООО «Возрождение Петербурга»  
П.Г. Щедрин, В.А. Черненко

# ИСААКИЕВСКИЙ СОБОР

СКУЛЬПТУРНОЕ  
УБРАНСТВО  
БАЛЮСТРАДЫ  
КРУГОВОЙ  
КОЛОННАДЫ





## Реставрация скульптур методом холодного газодинамического напыления

<sup>22</sup> Методика по устранению дефектов металла на поверхности скульптур балюстрады. ГМП «Исаакиевский собор». СПб., 2011. 9 с.

Реставратор М.Ю. Ручин указывает на дефект скульптуры «Ангел с нерукотворным образом» – выход стальной спицы на поверхность. Фотография П.Г. Щедрина. 2013

В ходе реставрации скульптур, заделка швов и создание на них патины осуществлялись методом холодного газодинамического напыления высокодисперсных порошков. Работы производились согласно утвержденной методике реставрации скульптур балюстрады<sup>22</sup>.

На скульптурах архангелов и ангелов имелись следующие дефекты: заплатки на поверхности фигур, участки оставшегося свинцово-оловянного припоя на крыльях скульптур, отслоение и трещины припоя, трещины на поверхности крыльев, деструкция шпаклевочных составов на основе свинцового сурика в местах крепления крыльев к скульптурам, выходы коррозированных металлических прутьев на поверхность фигур, глубокие каверны (собирающие атмосферные осадки) и утраты патины – защитного поверхностного слоя скульптур.





Скульптура  
«Ангел с нерукотворным  
образом»  
и аппарат для холодного  
газодинамического  
напыления.  
Фотография  
П.Г. Щедрина. 2015

Перед реставрацией производились следующие предварительные работы: осмотр и зондажи с раскрытием элементов крепления крыльев к скульптурам для оценки их состояния (степени коррозии и дефектов заклепок); обследование заплаток на поверхности скульптур с выявлением микротрещин, отслоений и сдвигов; определялись причины появления трещин в крыльях; производились также расчистка (микрозондажи) на участках скульптур, покрытых припоем, для определения его толщины и состояния крыльев под докомпоновками и обмазками; удаление мастика в зонах крепления крыльев к скульптурам.

В случае обнаружения отслоений, неплотностей или сдвигов заплаток на скульптурах последние демонтировались. При невозможности дальнейшего их использования, после подготовки «гнезда» посадки изготавливалась новая заплатка из латуни методом «выплавляемой модели» с предварительным снятием формы с утраченного участка. Запатки, изготовленные для восполнения утрат скульптур, прочеканивались для создания конфигурации, близкой к оригинальной, и механически крепились на места методом чеканки или с помощью аргонодуговой сварки. Сварной шов при этом обрабатывался механически, с минимальным воздействием на оригинальную поверхность бронзовой скульптуры. Удаление дефектных шпаклевочных составов производилось механически с использованием ручных инструментов.

Щели между поверхностью скульптуры и заплатками, при условии их прочной фиксации, устранялись с помощью аргонодуговой сварки или методом холодного газодинамического напыления.

Основой процесса реставрации поверхности бронзовых скульптур (восполнения небольших утрат, каверн, сквозных трещин и разрывов) этим методом является нанесение высокодисперсных частиц металлов (медь, олово, свинец и др.) сверхзвуковым потоком подогретого воздуха (газа). При этом температура потока двухфазной системы (газ и твердая частица) и температура, возникающая при соударении твердой

частицы с поверхностью скульптуры, не вызывает ее существенных структурных изменений. Твердая частица в процессе напыления остается «чистой» и холодной и не провоцирует внутренних термических напряжений, так как в процессе ускорения до сверхзвуковой скорости поток не успевает нагреться до значения температур, при которых на ней могут образоваться окислы и нитриды. Таким образом, формирование напыляемого покрытия (реставрационного слоя) осуществляется при температуре, существенно меньшей, чем температура плавления материала частиц в процессе ударно-импульсного взаимодействия и пластической деформации частиц и основы.

Механизм образования покрытия при помощи холодного газодинамического напыления состоит в следующем: первые частицы при соударении с поверхностью вызывают процесс разрушения загрязнений, защитных и окисных пленок – «очистение»; после обнажения очищенного слоя металла скульптуры и активации ее поверхностного слоя (образование свободных электронов) становится возможной диффузия (проникновение, укрепление) твердых частиц за счет высвобождаемой кинетической энергии в момент соударения в сравнительно тонком контактном слое без значительного нагрева потока частиц и основы. Данный метод обеспечивает получение плотных, прочных покрытий, не изменяющих оригинальную пластику элементов скульптуры.

Применяемое для газодинамического напыления оборудование включало следующие механизмы и приборы: воздушный компрессор,

Процесс реставрации холодным газодинамическим методом скульптуры «Ангел с нерукотворным образом».

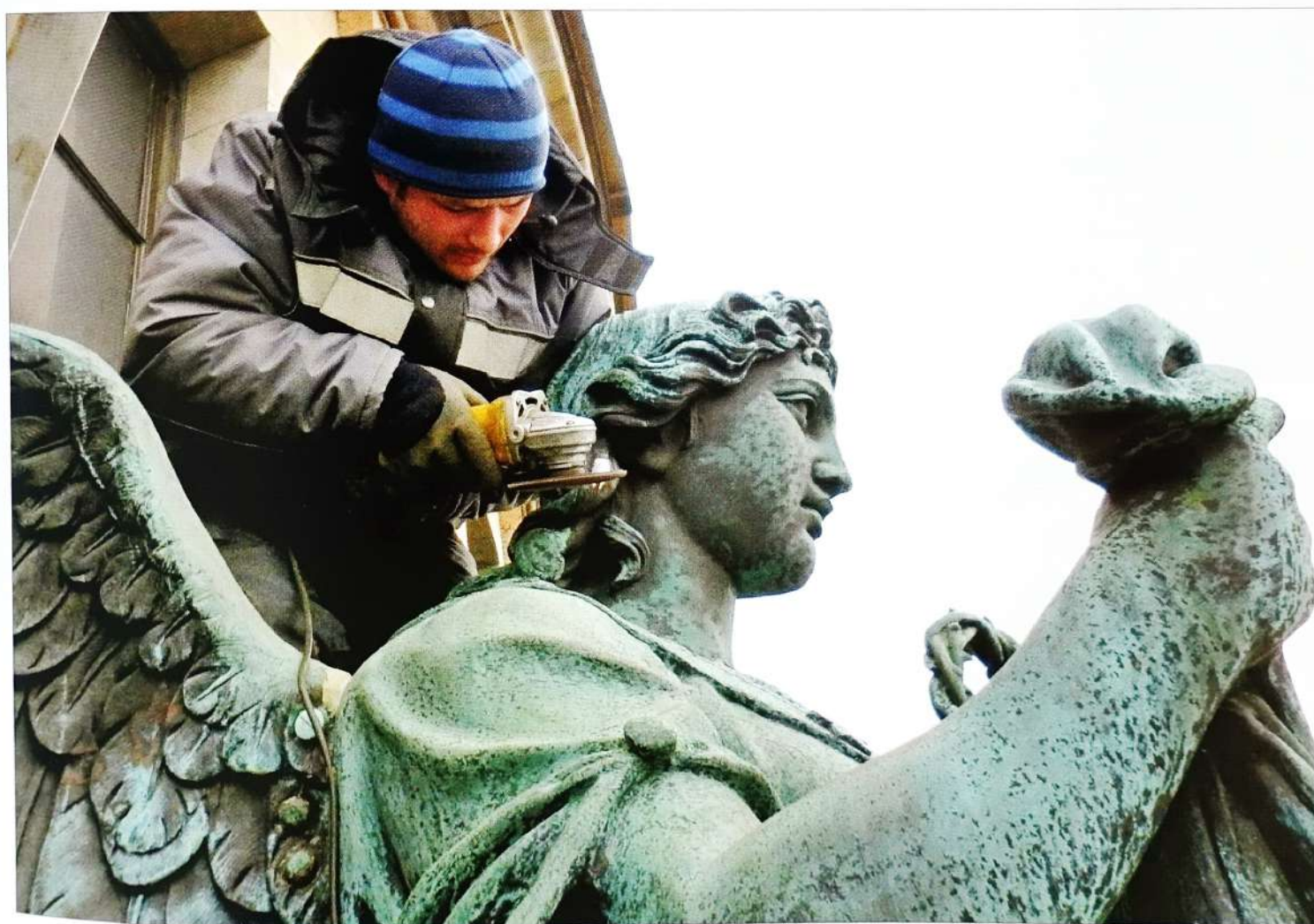
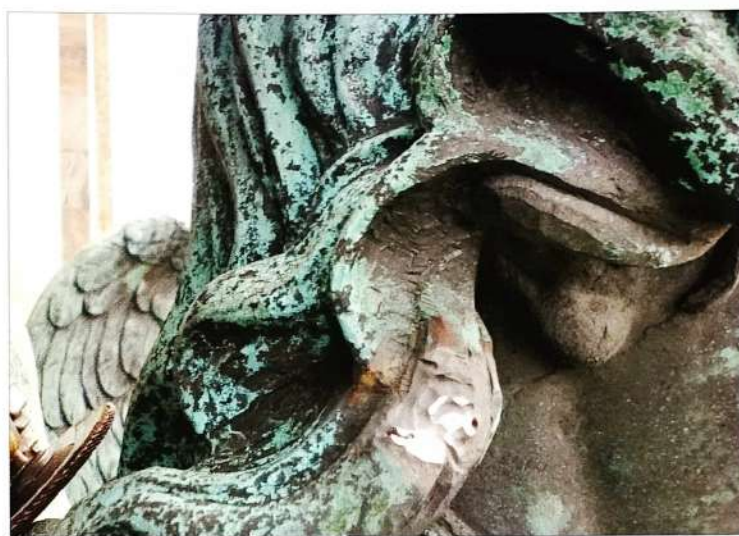
На с. 305:

- 1) очистка места дефекта;
- 2) напыление третника;
- 3) зачистка места напыления и придание ему пластики с помощью абразивного инструмента.

На с. 306:

- 4) напыление медного слоя;
- 5) напыление патины (куприт – коричневый оттенок);
- 6) напыление патины (антлерит – зеленый оттенок).

*Фотографии П.Г. Щедрина. 2013*



зрения механической прочности и последовательности нанесения разных покрытий указанным способом; напыление порошков металлов и обработка полученных металлизированных участков.

Для реставрации поверхностей, имевших глубокие каверны, а также выходы коррозированного металла, последовательность реставрационных работ была следующей: точечная расчистка, заполнение снаружи припоем или медью

с сохранением пластики фигуры механическими способами обработки; последующее нанесение слоя меди по периметру утраты металла. При этом обеспечивалось равномерное нанесенных слоев по периметру утрат; обработка восстановленных участков заподлицо с основным металлом с последующим механическим воссозданием исторической пластики. Выступающие участки, порожденные механическими воздействиями, реставрировались в той же последовательности.



Процесс реставрации скульптуры холодным газодинамическим методом:

- а) вид до реставрации;
- б) расчистка поверхности;
- в) медное напыление;
- г) напыление третника;
- д) напыление медного порошка;
- е) напыление патины (вид после реставрации).

Фотографии П.Г. Щедрина. 2013

Реставрация мелких и крупных трещин производилась в следующей последовательности: после определения начала и конца трещины, ее распространения и глубины производилась разделка кромок под углом 30–45° с последующим заполнением медью или припоем методом холодного газодинамического напыления.

Иной технологический процесс применялся при реставрации поверхностей скульптур, не имевших глубоких каверн: локальная расчистка; нанесение слоя третника<sup>24</sup> на реставрируемые участки (скрытые мелкие дефекты, такие как каверны, углубления, волосяные трещины), не явно выраженные после традиционно применяемой расчистки. Эти дефекты удалялись напылением медного порошка, а после предварительного восстановления дефектных участков поверхности производилось нанесение окончательного выравнивающего слоя меди, затем финальное напыление слоев патин (куприт и антлерит). Нанесение слоев осуществлялось через защитную свинцовую накладку с отверстием, соответствующим геометрии дефекта. При этом общий восстановленный слой не превышал 100 мк.

Свои особенности имел процесс реставрации крыльев и элементов крепления их к скульптуре. После удаления деструктированной замазки, поверхность скульптуры расчищалась шаберами различной конфигурации с последующей очисткой поверхности методом холодного газодинамического напыления и нанесением третника и слоя меди тем же методом; удаление излишков напыляемого слоя третника и сглаживание напыления производились при помощи прямошлифовальной машины с доочисткой шабером.

Слабо державшийся припой, имевший отслоения от основы, удалялся механически, а в зонах разрывов припоя – до раскрытия чистой поверхности латуни. На основании микронзондажей в пайках определялись гра-

<sup>24</sup> Третник – это сплав 65% олова и 35% свинца, который применяют для пайки цветных металлов и сплавов. Для приготовления такого припоя сначала в железной чашке расплавляют свинец – 1 часть, а затем к полученному расплаву добавляют кусочки олова – 2 части. Когда они расплавятся, сплав тщательно перемешивают и выливают в форму для затвердевания. В целом получается 3 части – от этого и название – третник.



Место напыления патины, определенное конфигурацией шаблона на левой руке скульптуры «Ангел с нерукотворным образом». Фотография П.Г. Щедрина. 2013



Процесс реставрации холодным газодинамическим методом крыльев скульптуры «Ангел с лестницей». Напыление медного порошка.

*Фотография П.Г. Щедрина. 2013*

Процесс реставрации холодным газодинамическим методом скульптуры «Ангел с нерукотворным образом». Напыление порошка.

*Фотография П.Г. Щедрина. 2012*

Сглаживание слоя напыления  
прямошлифовальной машиной.

*Фотография П.Г. Щедрина. 2013*

Процесс реставрации холодным газодинамическим методом крыльев. Напыление порошка третики.

*Фотография П.Г. Щедрина. 2013*





ницы излишков припоя, которые удалялись также механическим способом. Иногда основная масса припоя и его тонкий слой с поверхности крыльев удалялись методом холодного газодинамического напыления.

Трещины с раскрытием менее 0,5 мм заполнялись при помощи газодинамического напыления без разделки кромок в следующей последовательности: напыление третника, меди, куприта (коричневая патина), тенорита и брошангита (зеленовато-изумрудная патина). При этом цвет напыляемой патины подбирался индивидуально для каждой скульптуры.

После восполнения всех утрат на поверхности скульптур, стык фигур и их крыльев обезжиривался, затем наносился полиуретановый герметик и производилось его разравнивание. После отверждения герметик покрывали алкидной краской под цвет патины.

Подбор оттенков патины перед напылением на скульптуру «Ангел с лестницей».  
Фотография П.Г. Щедрина. 2011

Место напыления патины, определенное конфигурацией шаблона.  
Фотография П.Г. Щедрина. 2015



Герметизация швов в месте стыка крыла с фигурой ангела.  
Фотография П.Г. Щедрина. 2013

Герметизация шва в месте стыка крыла с фигурой ангела.  
Разравнивание герметика.  
Фотография П.Г. Щедрина. 2013