

Научная статья  
УДК 671.1+739.2  
EDN VNHXMP  
<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2025-2-68-65-69>

**Сергей Ильич Галанин**<sup>1</sup>

**Александр Олегович Сильянов**<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

<sup>1</sup> [sgalanin@mail.ru](mailto:sgalanin@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

<sup>2</sup> [silyanov\\_ao@mail.ru](mailto:silyanov_ao@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0005-3024-5521>

## ОТ ЛИТЬЯ В ТЕХНИКЕ «УТРАЧЕННОГО ВОСКА» К «ПРЯМОМУ» ЛИТЬЮ: ТЕХНОЛОГИЯ И ДИЗАЙН

***Аннотация.** В статье рассмотрена история развития технологии ювелирного литья по выплавляемым моделям от техники «утраченного воска» до технологии «прямого» литья. Показано, как используемые вспомогательные материалы и технические приемы влияли на трудоемкость технологии, дизайн и себестоимость изделий. Рассмотрены особенности использования технологии литья на различных этапах его исторического развития, достоинства и недостатки современных приемов и материалов. Показано, что использование технологии «прямого» литья целесообразнее при изготовлении сложных дорогостоящих ювелирных изделий. При изготовлении украшений массового потребления простой формы и дизайна экономически целесообразно использование традиционной технологии литья по выплавляемым моделям.*

***Ключевые слова:** дизайн ювелирных украшений, литье в технике «утраченного воска», литье по выплавляемым моделям, технология «прямого» литья, аддитивные технологии, 3D-модель, совершенствование процесса литья*

***Для цитирования.** Галанин С. И., Сильянов А. О. От литья в технике «утраченного воска» к «прямому» литью: технология и дизайн // Технологии и качество. 2025. № 2(68). С. 65–69. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2025-2-68-65-69>.*

Original article

**Sergey I. Galanin**<sup>1</sup>

**Alexander O. Silyanov**<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Kostroma State University, Kostroma, Russia

## FROM “LOST WAX” CASTING TO “DIRECT” CASTING: TECHNOLOGY AND DESIGN

***Abstract.** The article considers the history of development of the technology of investment casting from the lost wax technique to the technology of “direct” casting. It is shown how the used auxiliary materials and technical methods influenced the labour intensity of technology, design and cost price of products. Casting technology peculiarities use at different stages of its historical development, advantages and disadvantages of modern techniques and materials are considered. It is shown that the use of “direct” casting technology is more expedient in the manufacture of complex expensive jewellery. When producing mass consumption jewellery of simple shape and design it is economically expedient to use the traditional technology of investment casting.*

***Keywords:** jewellery design, lost-wax casting, investment casting, direct casting technology, additive technologies, 3D-model, casting process improvement*

***For citation:** Galanin S. I., Silyanov A. O. From “lost wax” casting to “direct” casting: technology and design. Technologies & Quality. 2025. No 2(68). P. 65–69. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2025-2-68-65-69>.*

Технология литья металлов насчитывает несколько тысячелетий, в глубокой древности мастера создавали уникальные литые изделия. К примеру, технология литья по выплавляемым моделям (ЛВМ) была известна в Древней Индии (XXX век до н. э.), в Древнем Шумере (XXVI век до н. э.). Владели ею и древние племена, населявшие экваториальную Африку (IV–XII века н. э.). Литые в кокиль скифы применяли около двух с половиной тысячелетий тому назад [1, 2]. Древнеколумбийские мастера еще в VII веке до н. э. изготавливали высокохудожественные литые изделия из «тумбаги» – сплава золота и меди в соотношении примерно 30 (золото) к 70 (медь). Использовалась так называемая

технология литья в технике «утраченного воска», когда выплавляемые модели изготавливались из пчелиного воска. Дизайн таких изделий соответствовал уровню и точности технологии – изготовление тонких ажурных украшений было весьма нетривиальной задачей, с которой древние мастера с успехом справлялись (рис. 1). В древней домонгольской Руси также было распространено художественное литье сложных изделий в глиняные «утрачиваемые» формы [3].

Искусство древних ювелиров достигало очень больших высот, но технология литья была весьма трудоемкой и дорогостоящей, однако позволяла создавать эксклюзивные украшения уникального дизайна.



**Рис. 1. Древние ювелирные украшения:**

- а* – древнегреческая диадема с растительным узором, ок. VII века до н. э., археологический музей, Салоники;  
*б* – древнескифская пектораль из кургана Толстая Могила, IV век до н. э., музей исторических драгоценностей Украины, Киев;  
*в* – русский браслет домонгольской эпохи, XI–XII век, музей исторических драгоценностей Украины, Киев (из открытых источников)

Развитие искусства художественного литья переживало взлеты и падения, времена расцвета и застоя. С исчезновением культур очень часто утрачивались и различные формы искусства, в том числе литья. В древности ремесленники старались держать в тайне особенности технологии и передавали их, как правило, по наследству. Нередко последний в династии уносил с собой в могилу секреты ремесла [1].

Менялись времена, совершенствовалось оборудование и используемые материалы, человечество накапливало необходимые технические знания. Развитие оборудования и профессиональных навыков, использование новых материалов привело к широкомасштабному применению ЛВМ при изготовлении ювелирных изделий из сплавов на основе золота и серебра. Это достаточно высокопроизводительный способ, позволяющий при соблюдении технологической дисциплины и соответствующем уровне профессионализма обслуживающего персонала получать высококачественные отливки сложно-профильных изделий из драгоценных металлов

продвинутого дизайна общей массой до нескольких десятков килограмм в день в зависимости от используемого оборудования [4, 5].

**Основные этапы совершенствования процесса художественного ЛВМ.** В СССР этот вид литья получил развитие в 1968 году. В это время были проведены закупки оборудования в ФРГ и Италии. Технология стала высокопроизводительной и экономичной, что позволило удешевить производство ювелирных изделий [4–6].

В базовом варианте технология содержала следующие основные этапы:

- изготовление мастер-модели ювелирного изделия из металла;
- изготовление разъемной резиновой пресс-формы методом вулканизации с использованием металлической мастер-модели;
- тиражирование восковых моделей («восковок») изделий путем впрыска разогретого воска из инжектора в резиновую пресс-форму с последующим отверждением «восковок» в пресс-форме и извлечением их без деформации и разрушения из пресс-формы;

- сборка восковок в восковое дерево («елку») с углом наклона «восковок» относительно ствола дерева 90°;
- формование керамических опок вокруг воскового дерева, их сушка, вытапливание воска и прокаливание в муфельной печи;
- помещение опоки в литейную машину (вакуумную, центробежную или центробежно-вакуумную) и разливка металла;
- остывание металла в опоке;
- размывка опоки струей воды под давлением в специальной камере;
- отделение отливок от металлической «елки»;
- удаление обогащенного золотом слоя в водном растворе тиомочевины и серной кислоты (рис. 2).

Базовая технология ЛВМ идеально подходит для изготовления изделий простой формы

и дизайна, восковой прототип которых легко извлекается из резиновой пресс-формы (рис. 3). При изготовлении объемных сложнопрофильных изделий сложного дизайна часто требуется разделение изделия на несколько частей с дальнейшим их соединением между собой пайкой или сваркой (рис. 4).

В последние десятилетия технология ЛВМ ювелирных изделий претерпела ряд существенных модернизаций, как в результате использования новых материалов, так и с применением новых технологических приемов.

1. После создания литейных машин нового поколения японской фирмы Yasui появилась возможность увеличения количества восковок на восковом дереве при увеличении угла их наклона к стволу до 120°. В результате производительность литейных машин значительно возросла.



Рис. 2. Базовая технология ЛВМ



Рис. 3. Кольца ювелирной компании Sokolov простой формы



Рис. 4. Кольца ювелирной компании Sokolov, требующие разделения на составные части при изготовлении

2. Переход на новые составы лигатур драгоценных сплавов золота, не образующих в процессе ЛВМ обогащенного золотом поверхностного слоя на отливках, что не требует процесса его удаления.

3. Вместо применения резин, требующих вулканизации, для изготовления пресс-форм стали использоваться силиконовые резины холодного отверждения. Это позволило вместо металлических перейти на полимерные или восковые мас-

тер-модели, выращиваемые по 3D-технологиям, что резко удешевило производство, хотя силиконовые резины холодного отверждения требовали специальных обечаек для придания пресс-формам жесткости и быстрее изнашивались.

4. Переход на 3D-проектирование и 3D-выращивание восковых моделей, что позволило использовать технологию «прямого» литья и принципиально упростило изготовление украшений сложного дизайна и конструкции.

**Особенности «прямого» литья.** При этой технологии отпадает необходимость использования мастер-моделей и пресс-форм. Восковые

модели выращиваются или печатаются непосредственно на 3D-установках, минуя ряд дорогостоящих операций (рис. 5).

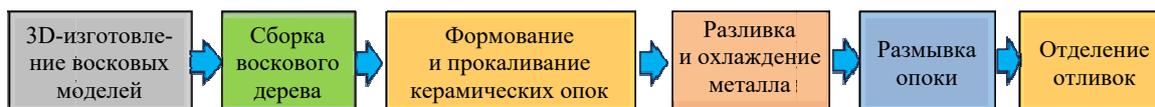


Рис. 5. Технология «прямого» литья

При такой технологии литья геометрия восковой модели практически ничем не ограничивается, поэтому отпадает необходимость разбивки изделий сложной формы перед отливкой на несколько частей и последующей их сборки (рис. 6). «Прямое» литье с успехом позволяет следовать одному из основных трендов в современном ювелирном искусстве – уменьшению веса украшений при сохранении их визуального объема за счет возможности формирования тонкостенных и легких ажурных отливок. Возможности этой технологии позволяют также с успехом имитировать ряд других технологических операций создания ювелирных украшений, например филигрань, или отливать изделия с подвижными элементами, например цепи [7].



Рис. 6. Восковая модель, спроектированная по технологии 3D-моделирования ювелирных изделий и изготовленная на 3D-принтере (слева), и готовое изделие (справа) [8]

При применении технологии «прямого» литья неизбежно возникает необходимость решения вопроса экономической рациональности его использования, так как 3D-печать восковых моделей – процесс дорогостоящий и может продолжаться до нескольких суток. Есть изделия,

которые целесообразно выполнять только по этой технологии: ажурные, с подвижными элементами и др. (рис. 7).

Восковые же модели для изделий простой формы и незамысловатого дизайна (см. рис. 3), которые чаще всего относятся к низшей ценовой категории и предназначены для массового потребления, не всегда целесообразно тиражировать по 3D-технологиям, так как в этом случае возрастает их себестоимость.

В последние годы на отечественном рынке ювелирных изделий наметилась явная тенденция снижения продаж украшений средней ценовой группы и увеличение продаж украшений премиум-класса. Одним из современных трендов становится кастомизация ювелирных украшений, когда они создаются по индивидуальному заказу. В этом случае затраты на 3D-печать моделей становятся мизерными по сравнению с общей стоимостью заказа, иногда доходящего до нескольких десятков миллионов рублей.

## ВЫВОДЫ

Совершенствование технологии литья по выплавляемым моделям с древности и до настоящего времени позволило значительно упростить и удешевить технологический процесс. Современное «прямое» литье, соединившее в себе тысячелетний опыт и передовые аддитивные технологии, при котором возможно высокопроизводительное получение сложных объемных изделий с мелкими тонкими деталями, стало великолепным инструментом для воплощения в металле самых передовых дизайнерских идей.



Рис. 7. Кольца ювелирной компании Sokolov, изготавливаемые «прямым» литьем: а – с ажурной внутренней стороной шинки; б – со сквозной ажурной шинкой; в – с подвижными элементами

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Мировая история развития художественного литья // chuguny.ru : офиц. сайт производственного холдинга . URL: [https://www.chuguny.ru/page\\_13.html](https://www.chuguny.ru/page_13.html) (дата обращения: 10.03.2025).
2. Лобацкая Р. М., Берман Е. А. История русского ювелирного искусства : учебник. Иркутск : Изд-во ИРНИТУ, 2024. 274 с.
3. Галанин С. И., Ишутина А. Н. Литье изделий в технике «утраченного воска» // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2014. № 2. С. 5–10.
4. Галанин С. И., Арнольди Н. М., Зезин Р. Б. Технология ювелирного производства / под общ. ред. Ю. А. Василенко. М. : СПИМ-Индустрия, 2017. 511 с.
5. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костромской государственный университет, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.
6. Лившиц В. Б., Куманин В. И., Соколова М. Л. Основы материаловедения: ювелирные изделия : учеб. пособие для СПО. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Юрайт, 2018. 208 с.
7. Сильянов А. О., Галанин С. И. Дизайн-иллюзии «прямого» литья // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 38–43.
8. Ювелирные технологии – от эскиза украшения до закрепки камня // Русская академия ремесел : сайт учебного центра. URL: <https://academycrafts.ru/info/articles/yuvelirnye-tekhnologii> (дата обращения: 10.03.2025).

## REFERENCES

1. World history of the development of artistic casting. URL: [https://www.chuguny.ru/page\\_13.html](https://www.chuguny.ru/page_13.html) (accessed 10.03.2025). (In Russ.)
2. Lobatskaya R. M., Berman E. A. History of Russian jewelry art. Irkutsk, Irkutsk National Research technical Univ. Publ., 2024. 274 p. (In Russ.)
3. Galanin S. I., Ishutina A. N. Casting products in the technique of “lost wax”. *Trudy Akademii tekhnicheskoy estetiki i dizajna* [Proceedings of the Academy of Technical Aesthetics and Design]. 2014;2:5–10. (In Russ.)
4. Galanin S. I., Arnoldi N. M., Zezin R. B., Vasilenko Yu. A. (ed.). Jewelry Manufacturing Technology. Moscow, SPM-Industriya Publ., 2017. 511 p. (In Russ.)
5. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of the creation of modern jewelry and art products. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2023. 173 p. 1 CD-ROM (In Russ.)
6. Livshits V. B., Kumanin V. I., Sokolova M. L. Fundamentals of materials science: jewelry. 2nd ed., rev. and add. Moscow, Yurait Publ., 2018. 208 p. (In Russ.)
7. Silyanov A. O., Galanin S. I. Design illusions of “direct” casting. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2024;2(64):38–43. (In Russ.)
8. Jewelry technology – from jewelry sketch to stone setting. URL: <https://academycrafts.ru/info/articles/yuvelirnye-tekhnologii> (accessed 10.03.2025). (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 13.02.2025  
Принята к публикации 20.05.2025