

Научная статья  
УДК 671.1+739.2  
EDN QZULSD  
<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-76-80>

**Александр Олегович Сильянов**

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия  
[silyanov\\_ao@mail.ru](mailto:silyanov_ao@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0005-3024-5521>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЛИВАЕМОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ДРАГОЦЕННЫХ СПЛАВОВ НА ОПЕРАЦИИ «ПРЯМОГО» ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

**Аннотация.** В статье рассматривается один из распространенных браков ювелирных изделий, возникающих на операции «прямого» литья по выплавляемым моделям, – непроливы. Экспериментально показано, что уменьшение сечения элементов отливаемых изделий приводит к появлению непроливов, которые существенно зависят от состава сплава и конструкции литниковой системы (диаметра питателей и их расположения). Показано, что при правильной конструкции литниковой системы, выборе сплава и технологических режимов литья можно обеспечить получение качественных отливок с сечением тонких элементов порядка 0,3 мм.

**Ключевые слова:** дизайн ювелирных изделий, «прямое» литье по выплавляемым моделям, непроливы, конструкция литниковой системы, технологические режимы литья, выбор сплава, качество отливок

**Для цитирования:** Сильянов А. О. Исследование проливаемости различных драгоценных сплавов на операции «прямого» литья по выплавляемым моделям // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 76–80. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-76-80>.

Original article

**Alexander O. Silyanov**

Kostroma State University, Kostroma, Russia

## INVESTIGATION OF THE SPILLABILITY OF DIFFERENT PRECIOUS ALLOYS IN THE “DIRECT” CASTING OPERATION BY EMBRYOUS MODELS

**Abstract.** The article discusses one of the most common defects in jewellery production, which occurs during the “direct” casting process using lost wax models. It has been experimentally demonstrated that reducing the cross-section of the cast items leads to the formation of defects significantly influenced by the alloy composition and the design of the gating system (the diameter of the feeders and their positioning). It has been shown that by properly designing the gating system, selecting the appropriate alloy, and implementing the appropriate casting techniques, it is possible to achieve high-quality castings with thin elements measuring approximately 0.3 mm.

**Keywords:** jewellery design, “direct” lost-wax casting, spills, gating system design, casting technology, alloy selection, casting quality

**For citation:** Silyanov A. O. Investigation of the spillability of different precious alloys in the “direct” casting operation by embryous models. Technologies & Quality. 2026. No 1(71). P. 76–80. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-76-80>.

Дизайн ювелирных изделий напрямую связан с производственными возможностями воплощения задумок художника-ювелира в металле. Использование так называемого прямого литья по выплавляемым моделям дало возможность создавать ювелирные изделия сложной формы без использования ряда дорогостоящих

промежуточных операций, что упростило и удешевило процесс создания украшений сложной конструкции и дизайна [1–4]. Одним из важных критериев производственных возможностей является так называемая проливаемость металла – способность расплавленного металла заполнять полости литейной формы, четко воспроизводя ее контуры и поверхность. Проливаемость зависит от многих факторов: от

© Сильянов А. О., 2026

химического состава сплава, температуры заливки, конструкции литейной формы и литниковой системы и ряда технологических параметров. Эти факторы влияют на жидкотекучесть – способность расплавленного металла течь по каналам формы, заполнять ее полости и четко воспроизводить контуры отливки. Возможны непроливы, связанные с малым количеством металла (рис. 1).



Рис. 1. Непролив кольца, связанный с недостаточным количеством заливаемого металла

Наиболее распространенными сплавами при изготовлении ювелирных изделий являются серебро 925 пробы и сплавы золота 585 пробы белого, лимонного (желтого) и красного цветов. В производственных условиях необходимо учитывать проливаемость этих сплавов для получения качественных отливок.

#### Методика проведения эксперимента

Для эксперимента использовались следующие ювелирные сплавы.

1. Серебро 925 пробы, лигатура PROGOLD FLEXIA186. Состав сплава: Ag – 92,5%; Cu – 7,0%; другие элементы – 0,5%. Температура металла перед заливкой – 950 °С.

2. Белое золото 585 пробы, лигатура PROGOLD FLEXIA162. Состав сплава: Au – 58,5%; Cu – 29,4%; Ni – 6,3%; другие элементы – 5,8%. Температура металла перед заливкой – 1050 °С.

3. Лимонное золото 585 пробы, лигатура PROGOLD GENIA110. Состав сплава: Au – 58,5%; Ag – 23,5%; Cu – 16,6%; другие элементы – 1,4%. Температура металла перед заливкой – 1020 °С.

4. Красное золото 585 пробы, лигатура PROGOLD LUX158. Состав сплава: Au – 58,5%; Cu – 34,7%; Ag – 5,2%; другие элементы – 1,6%. Температура металла перед заливкой – 1025 °С.

Для эксперимента были подготовлены металлические образцы сетчатой конструкции следующих геометрических размеров (рис. 2).

Такая конструкция образцов позволяет сравнить проливаемость наиболее распространенных сплавов в реальных производственных условиях.

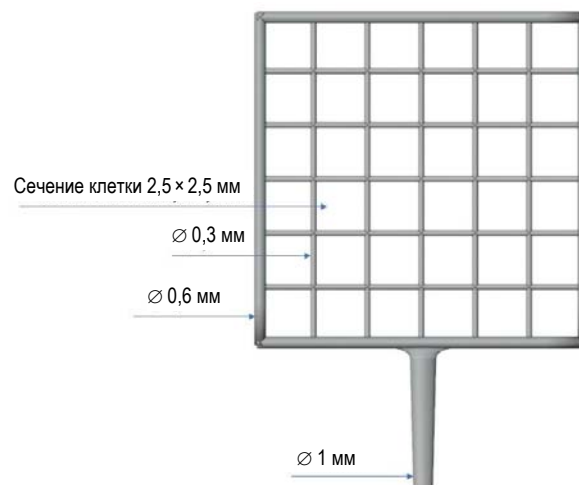


Рис. 2. Конструкция и размеры образца

Литник специально выполнялся с одной стороны сетчатой конструкции, чтобы затруднить проливаемость образца. Для выяснения критического диаметра элементов образцов, при которых будет наблюдаться непролив, изготавливались образцы с последовательным уменьшением диаметра элементов внутренней сетки с 0,6 до 0,3 мм с шагом 0,1 мм. Также уменьшался диаметр центрального литника с 2 до 1 мм и увеличивался размер ячейки сетки с 0,5 до 2,5 мм с шагом 0,5 мм. Данные изменения проводились до момента формирования ярко выраженных непроливов, полученных в ходе эксперимента. Экспериментальный образец, представленный на рисунке 2, можно использовать в производственных условиях в качестве эталонного для сравнения относительной проливаемости различных сплавов между собой.

Для каждого сплава подготавливалось по три образца.

Восковые модели образцов выращивались на 3D-принтере FlashForge WaxJet 510. Использовались два вида воска – основной и поддерживающий.

Отливка образцов производилась на индукционной вакуумной литейной установке INDUTHERM VC-500. Температура разливаемых металлов выбиралась, исходя из технологических рекомендаций по эксплуатации сплавов и производственного опыта.

Проливаемость фиксировалась визуально по заполняемости всех полостей литейной формы.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** При диаметрах элементов внутренней сетки 0,6; 0,5; 0,4 мм непроливов для всех сплавов не наблюдалось. Это свидетельствует о пра-

вильном подборе объема и температуры разливаемого металла, а также качественном изготовлении опоки.

Внешний вид образцов при диаметре элементов внутренней сетки 0,3 мм после проведения эксперимента представлен на рисунках 3–6.

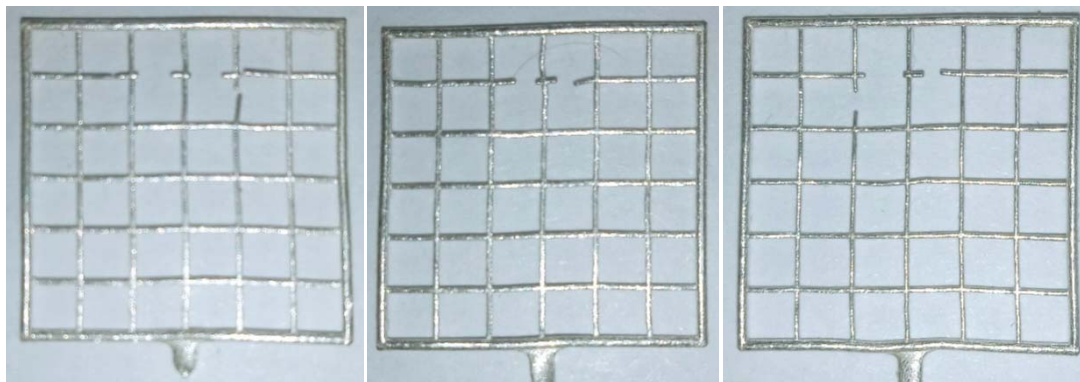


Рис. 3. Образцы из сплава серебра 925 пробы

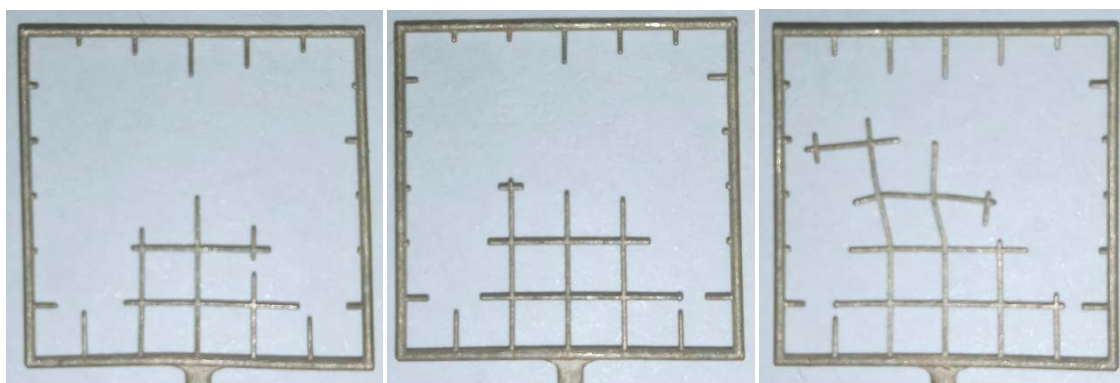


Рис. 4. Образцы из сплава золота 585 пробы белого цвета

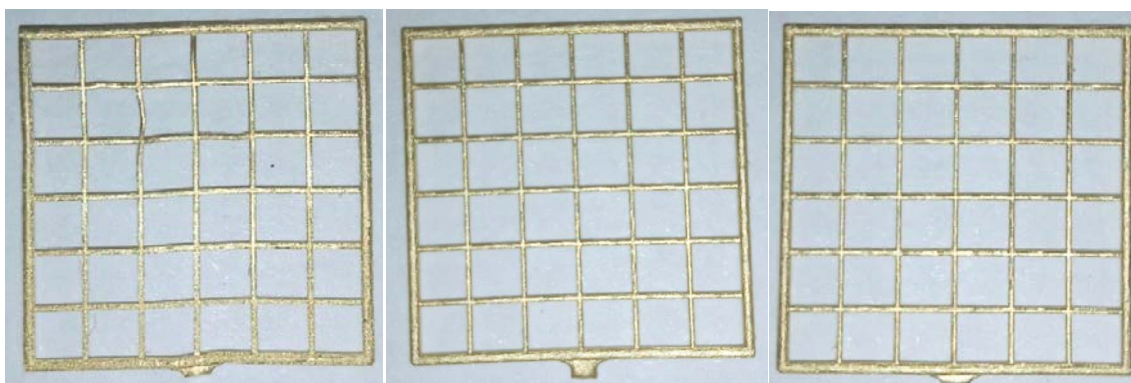


Рис. 5. Образцы из сплава золота 585 пробы лимонного цвета



Рис. 6. Образцы из сплава золота 585 пробы красного цвета

Из рисунков видно, что проливаемость ухудшается в следующем ряду: «красное золото – лимонное золото – серебро – белое золото». На образцах из красного золота визуально не отмечено нарушений или искажений формы образца. На первом образце лимонного золота видны незначительные искажения формы. На образцах из серебра образовались непроливы секций, максимально отдаленных от литника. При литье белого золота не удалось пролить даже самые ближние к литнику секции.

Как правило, в дизайне изделий, изготавливаемых по технологии «прямого» литья отсутствуют элементы, сечение которых меньше 0,3 мм (рис. 7). Изменив конструкцию литниковой системы путем добавления второго литника с противоположной стороны сетки, можно пол-

ностью исключить полученные непроливы на сплавах серебра и белого золота и тем самым обеспечить высокое качество отливок изделий самого сложного дизайна и конструкции [5–7].

## ВЫВОДЫ

Проведенные эксперименты убедительно показали, что при изготовлении украшений сложного дизайна, имеющих тонкие элементы, необходимо учитывать проливаемость используемого сплава, которая зависит от многих факторов, таких как состав сплава, температура разлива металла, конструкция литниковой системы, наличие или отсутствие вакуума в литейной машине и др. При правильном учете комплекса этих факторов количество брака, связанного с непроливами, не должно превышать 2...4 %.



Рис. 7. Украшения ювелирной фирмы SOKOLOV (из открытых источников)

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сильянов А. О., Галанин С. И. Дизайн-иллюзии «прямого» литья // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 38–43.
2. Сильянов А. О., Галанин С. И. От литья в технике «утраченного воска» к «прямому» литью: технология и дизайн // Технологии и качество. 2025. № 2(68). С. 65–69.
3. Сильянов А. О., Галанин С. И. Влияние свойств драгоценных сплавов на дизайн литых ювелирных изделий // Технологии и качество. 2025. № 3(69). С. 72–75.
4. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костромской государственной университет, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.
5. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн и технология ювелирных изделий: российские особенности // Дизайн. Материалы. Технология. 2011. № 2(17). С.60–63.
6. Галанин С. И., Висковатый И. С., Колупаев К. Н. Дизайн сложнопрофильных металлических поверхностей // Технологии и качество. 2017. № 1(37). С. 25–31.
7. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности дизайн-проектирования современных ювелирных изделий // Дизайн. Материалы. Технология. 2019. № 2(54). С. 9–13.

## REFERENCES

1. Silyanov A. O., Galanin S. I. Design illusions of “direct” casting. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2024;2(64):38–43. (In Russ.)
2. Galanin S. I., Silyanov A. O. From “lost wax” casting to “direct” casting: technology and design. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2025;2(68):65–69. (In Russ.)
3. Silyanov A. O., Galanin S. I. Influence of precious alloys’ properties on the design of castjewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2025;3(69):72–75. (In Russ.)

4. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of the creation of modern jewelry and art products. Kostroma, Kostroma St. Univ Publ., 2023. 1 CD-ROM (In Russ.)
5. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Design and Technology of Jewelry: Russian Features. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2011;2(17):60–63. (In Russ.).
6. Galanin S. I., Viskovaty I. S., Kolupaev K. N. Design of Complex-Profile Metal Surfaces. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies and Quality]. 2017;1(37):25–31. (In Russ.).
7. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of Design-Engineering of Modern Jewelry. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2019;2(54):9–13. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 12.01.2025  
Принята к публикации 09.02.2026

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

А. О. Сильянов, аспирант