

Научная статья
УДК 671.1+739.2

EDN GYUJZF

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2025-4-70-66-70>

Александр Олегович Сильянов¹

Сергей Ильич Галанин²

^{1,2} Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

¹ silyanov_ao@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0005-3024-5521>

² sgalanin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

«ПРЯМОЕ» ЛИТЬЕ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ С КАМНЯМИ

Аннотация. Статья посвящена современной технологии литья ювелирных украшений с камнями. Рассмотрены достоинства, недостатки, преимущества этой технологии. Показано, что использование технологии литья с камнями позволяет значительно сократить производственную технологическую цепочку, существенно экономит высококвалифицированный труд закрепщика камней и снижает себестоимость изготовления ювелирных украшений. Отмечены требования к используемым материалам, особенности выбора камней, требования к их размерам и форме, особенности дизайна и конструкции литых изделий, наиболее распространённые виды брака и методы их устранения, требования к операциям прокаливания опок и заливки металла. Показано, что рассматриваемая технология может с успехом использоваться на производстве только в условиях высокой технологической дисциплины.

Ключевые слова: «прямое» литье, литье с камнями, технологический процесс, выбор камней, требования к материалам, особенности дизайна и конструкции изделий, технологическая дисциплина

Для цитирования: Сильянов А. О., Галанин С. И. «Прямое» литье ювелирных изделий с камнями // Технологии и качество. 2025. № 4(70). С. 66–70. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2025-4-70-66-70>.

Original article

Alexander O. Silyanov¹

Sergey I. Galanin²

^{1,2} Kostroma State University, Kostroma, Russia

“DIRECT” CASTING OF GEMSTONE JEWELLERY

Abstract. The article is devoted to the modern gemstone jewellery casting technology. The advantages, disadvantages, and benefits of this technology are considered. It is shown that the use of gemstone casting technology allows for a significant reduction in the production process, significantly saves the gem setter's highly skilled labour, and reduces the cost of manufacturing jewellery. The requirements for the materials used, the features of stone selection, the requirements for their size and shape, the features of the design and construction of cast products, the most common types of defects and methods for their elimination, and the requirements for the operations of firing the moulds and pouring the metal are noted. It is shown that the technology under consideration can be successfully used in production only under conditions of high technological discipline.

Keywords: “direct” casting, casting with gems, technological process, gem selection, requirements for materials, features of products' design and construction, technological discipline

For citation: Silyanov A. O., Galanin S. I. “Direct” casting of gemstone jewellery. Technologies & Quality. 2025. No 4(70). P. 66–70. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2025-4-70-66-70>.

В настоящее время литье по выплавляемым моделям, и в частности его разновидность, так называемое прямое литье, является наиболее распространенной технологией при изготовлении единичных и малосерийных ювелир-

ных изделий. «Прямое» литье, при котором исключается этап изготовления металлических мастер-моделей, а выплавляемые или выжигаемые модели изготавливаются при использовании 3D-технологий, позволило решить ряд технологических проблем и укоротить технологическую цепочку. Стало возможным изготавли-

© Сильянов А. О., Галанин С. И., 2025

вать сложнопрофильные изделия сразу целиком без разбивки их на простые, легко извлекаемые из резиновых пресс-форм части [1–4].

Видов закрепки камней достаточно много, и она остается одной из самых сложных и дорогостоящих операций, требующих большого количества затрат высококвалифицированного труда. Особенно это становится ощутимо при «ковровой» закреплке камней, когда вставками надо покрыть большую площадь поверхности украшения с высокой их соосностью и требованием к параллельности площадок друг относительно друга [5].

Выход из сложившейся ситуации найден в литье с камнями. Хотя эта технология и не лишена недостатков, она позволяет существенно сократить производственные расходы и изготавливать украшения с камнями, которые невозможно закрепить в металле традиционными способами из-за особой конструкции и дизайна изделий.

Литье с камнями: достоинства, недостатки, преимущества. Закрепка камней непосредственно в восковую модель сокращает производственный цикл изготовления ювелирных изделий и дает существенную экономическую выгоду. Экономится 50...80 % затрат на закреплке, подготовке модели и изготовлении восковок. Камни держатся надежнее, так как металл заливается вокруг камней и усаживается при охлаждении, что формирует плотный обод вокруг вставок. Все камни, особенно мелкие, выглядят более крупными, потому что требуется меньше металла для их удержания [6].

Впервые в СССР технология точного литья ювелирных изделий совместно с корундовыми синтетическими вставками была разработана Киевским филиалом ВНИИювелирпрома. В октябре 1974 г. началось ее экспериментальное внедрение на Киевском ювелирном заводе. За IV квартал 1974 г. по этой технологии отлили несколько тысяч колец [7]. При таком значительном объеме изготовления выявились недостатки новой технологии, не обнаруженные на стадии предварительных экспериментальных работ. Основной недостаток – отсутствие положительного экономического эффекта: в результате внедрения литья со вставками трудовые затраты на изготовление изделия не снижаются.

Повышение себестоимости изготовления изделий в результате внедрения новой технологии отмечено и на Одесском ювелирном заводе при производстве серег с крапановой закреплкой вставок. Анализ показал, что литье серег со вставками приводит к увеличению расценок на 16 % по сравнению с традиционной технологи-

ей. Значительно увеличиваются и потери от брака по сколам вставок. Стоимость клеймения в государственной инспекции пробирного надзора увеличивается в среднем на 18 %, так как клеймение производится не поштучно, а по весу изделий, в которые дополнительно включается и вес камней. Необходимо отметить, что стоимость клеймения изделий со вставками в настоящее время в три раза дороже, чем клеймение изделий без вставок, что является явным недостатком.

На тот период времени был сделан вывод, что расширение объемов использования технологического процесса литья золотых изделий совместно с корундовой вставкой предприятиям экономически невыгодно, поэтому рекомендовать его не следует. Однако по новой технологии было изготовлено изделие, показанное на рисунке 1. Это было гораздо проще, чем придумать технологию закреплки камня таким нестандартным способом [7].



Рис. 1. Подвеска с корундовой вставкой, изготовленная по технологии литья с камнями [7]

Проведенные промышленные испытания технологического процесса закономерно показали необходимость значительной доработки как самой технологии литья с камнями, так и совершенствования системы клеймения изделий в инспекции пробирного надзора, что и было проделано в последующие годы. Основные проблемы технологии: выпадение вставок из посадочных мест в уже отлитом изделии, трещины и сколы в камнях, изменение цвета камня. Это свидетельствовало о необходимости соблюдения ряда требований к используемым материалам и технологическим приемам.

1. Модельный материал не должен менять свои свойства, разрушаться в процессе вулканизации резиновых пресс-форм, химически взаимодействовать с резиной.

2. Параметры шероховатости модели должны быть не ниже требуемых для получаемых по ней отливок: раковины, царапины, вмятины на ее поверхности не допустимы.

3. Необходимо использовать ювелирный воск с повышенной пластичностью и хорошей фиксацией формы.

4. Наиболее подходят синтетические камни – фианиты, также пригодны бриллианты, рубины, сапфиры, гранаты, выдерживающие высокую температуру расплавленного металла и последующую обработку. Камни должны иметь высокое качество, отличную калибровку и точные одинаковые размеры. Отклонение размеров допускается не более $\pm 0,02$ мм. Фианиты должны быть предварительно термически обработаны. Рекомендуется использовать камни небольших размеров – до 3 мм в рундисте. Не допускаются камни с тонким рундистом из-за повышенного риска сколов и выпадения.

5. Необходимо использовать специальные формовочные смеси с мелкодисперсной структурой. Такие смеси благодаря своим свойствам защищают камни от высоких температур при прокаливании формы.

6. Для предотвращения нанесения вреда камням необходимо изменить стандартный цикл прокаливании опок.

7. Плавка и заливка должны производиться в печах индукционного нагрева с донным разливом расплавленного металла. Это позволяет обеспечить высокое качество поверхности отливок, хорошую пластичность и прочность на излом. Необходимо строго контролировать температуру заливаемого металла, использовать исходные чистые компоненты.

8. Отлитые изделия с камнями категорически запрещено подвергать операции пайки в пламени газовой горелки, так как перепад температуры может привести к растрескиванию камней. Пяять изделия со вставками можно и припоем и в конвейерной печи с защитным газом (печь «соло»), где обеспечивается равномерный нагрев всего изделия. Изделия нельзя резко охлаждать: погружать в отбеливающий раствор, интенсивно остужать любым способом.

Одним из недостатков технологии является то, что опоку нельзя размыкать до охлаждения до комнатной температуры, так как при резком охлаждении вставки могут растрескаться. Охлаждение занимает продолжительное время, что увеличивает продолжительность процесса и снижает производительность.

9. Рекомендуется использовать ограниченное количество видов закрепок камней: возможна крапановая, глухая, полуглухая, рельсовая закрепка (рис. 2).

10. Под вставкой должно быть расположено сквозное отверстие не менее 0,5 мм в диаметре и высотой не более 2 диаметров отверстия. Если сквозное отверстие сделать невозможно, то необходимо обеспечить возможность затекания формомассы под вставку, чтобы в дальнейшем вставка была надежно зафиксирована в формомассе в процессе вытапливания воска и литья.

Под глухую закрепку сквозное отверстие делают на 0,2 мм меньше посадочного места под вставку. Например, для вставки диаметром 2 мм сквозное отверстие должно быть 1,8 мм.

11. Жесткость конструкции должна обеспечивать надежное крепление вставки и невозможность ее выпадения при деформации (рис. 3).



Рис. 2. Рекомендуемые виды закрепки вставок при литье с камнями:

а – крапановая; б – глухая; в – полуглухая; з – рельсовая



Рис. 3. Жесткая конструкция серег и кольца, обеспечивающая надежное крепление вставки

12. Отрицательным фактором является то, что при заливке металла в опоку вставки (особенно большое количество) интенсивно охлаждают расплавленный металл, хотя камни обладают значительно меньшей теплопроводностью, чем металл. Часто это приводит к дефектам литья в виде усадочной пористости и необходимости корректировать литниковую систему.

13. При расстановке вставок конструкция и дизайн изделия должны обеспечивать свободный доступ инструмента для закрепки вставки в необходимых местах (рис. 4).



Рис. 4. Дизайн и конструкция украшения, обеспечивающие свободный доступ к местам установки вставок

14. При шлифовке и полировке следует внимательно обрабатывать места посадки камней. Снятие лишнего слоя металла с крапанов изделия может привести к выпадению камня. Изделия не рекомендуется галтовать, так как возникает риск повреждения камней (образование трещин, сколов, царапание поверхности).

15. В случае использования галтовки предусматриваются специальные приемы в конструкции изделия. Для защиты вставки в процессе финишной обработки изделия крапана изготавливаются по размеру выше площадки вставки на 0,2 мм, выступ крапана 0,1...0,2 мм от рундиста вставки. Крапана, подвергаемые более интенсивной обработке, дополнительно делают толще на 0,1 мм с учетом их споллировывания.

Для защиты вставки от воздействия абразива при дальнейшей обработке можно приме-

нять закрепку в «зеркала» с выступающими рантами (рис. 5).



Рис. 5. Кольцо, изготовленное литьем с камнями, где камни закреплены в так называемые зеркала

16. При крапановой закрепке минимальное количество крапанов – три. При этом оси между крапанами должны сходиться в центре вставки.

На Втором Международном симпозиуме ювелиров в Санкт-Петербурге в 2003 г. И. Даллоз в своем докладе отметила, что литье с камнями, посаженными на воск, становится в ювелирной промышленности все более широко применяемой и рентабельной технологией. Это сложный процесс, зависящий от множества факторов: станков, инструментов и материалов (в первую очередь, от модельных составов, восков, формомасс, лигатуры сплавов золота и серебра), а также разнообразных процессов – изготовления мастер-модели, отжига, плавления, термоудара и т. п. От строгого соблюдения всех необходимых условий, технологической дисциплины на производстве зависит успешный процесс и качественный результат литья с камнями без их повреждения. Ряд требований, обязательных к соблюдению:

- камни должны быть тщательно подобраны по размеру и качеству;
- опока должна хорошо заполняться;
- термоудар при разливке металла должен быть сведен к минимуму;
- поток расплавленного металла должен контролироваться [8].

Исследования литья с фианитами показали, что единственным видом брака стало выпадение камней из посадочных мест. Основные причины выпадения камней – неправильное посадочное место в мастер-модели, недостаточный питатель в мастер-модели, восковки не были проверены перед посадкой камней, камни не жестко держались в восковке. Следовательно, при дальнейшем производстве по данной технологии необходимо уделить больше внимания контролю качества восковок и увеличить размеры питателей.

Для литья с камнями возможно использование различных видов фианитов как по цене, так и по качеству. В ходе эксперимента выявлено, что можно применять и цветные фианиты, так как они полностью сохраняют свой цвет [6].

ВЫВОДЫ

1. «Прямое» литье с камнями в современном ювелирном производстве используется достаточно широко, несмотря на высокие требования к используемым материалам, особые требования к конструкции украшений, особенности

технологического процесса, повышенные требования к технологической дисциплине.

2. Эта современная технология потребовала значительного периода производственного освоения ювелирами во всем мире.

3. Использование технологии литья с камнями, несмотря на некоторые недостатки, позволяет значительно сократить производственную технологическую цепочку, существенно экономит высококвалифицированный труд закрепщика камней и снижает себестоимость изготовления ювелирных украшений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сильянов А. О., Галанин С. И. Дизайн-иллюзии «прямого» литья // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 38–43.
2. Галанин С. И., Арнольди Н. М., Зезин Р. Б. Технология ювелирного производства / под общ. ред. Ю. А. Василенко. М.: СПМ-Индустрия, 2017. 511 с.
3. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий: монография. Кострома: Костром. гос. ун-т, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.
4. 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.
5. Галанин С. И., Трошина О. А. Закрепка ювелирных камней и вставок: учеб. пособие. Кострома: Костром. гос. ун-т, 2019. 67 с.
6. Павличенко Е. С. Исследование технологии литья ювелирных изделий с камнями // Студенческая научная весна – 2011: Машиностроительные технологии. URL: https://studvesna.ru/db_files/articles/363/article.pdf (дата обращения: 26.03.2025).
7. Старченко И. П. Экономические аспекты внедрения точного литья ювелирных изделий совместно с корундовыми вставками. URL: https://jewelpreciousmetal.ru/technology_other_calculategemcasting.php (дата обращения: 26.03.2025).
8. Даллоз И. Литье с камнями // Материалы второго Международного Симпозиума ювелиров. URL: <https://www.j-izvestia.ru/pages/article5-371.html> (дата обращения: 26.03.2025).

REFERENCES

1. Silyanov A. O., Galanin S. I. Design illusions of “direct” castings. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2024;2(64):38–43. (In Russ.)
2. Galanin S. I., Arnoldi N. M., Zezin R. B. Jewelry Manufacturing Technology. Moscow, SPM-Industriya Publ., 2017. 511 p. (In Russ.)
3. 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.)
4. 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.)
5. Galanin S. I., Troshina O. A. Fixing jewelry stones and inserts. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2019. 67 p. (In Russ.)
6. Pavlichenko E. S. Investigation of the technology of casting jewelry with stones. Student scientific spring 2011: Engineering technologies. URL: https://studvesna.ru/db_files/articles/363/article.pdf (accessed 26.03.2025). (In Russ.)
7. Starchenko I. P. Economic Aspects of Implementing Precision Casting of Jewelry Products with Corundum Inserts. URL: https://jewelpreciousmetal.ru/technology_other_calculategemcasting.php (accessed 26.03.2025). (In Russ.)
8. Dalloz I. Casting with stones. From the materials of the second International Symposium of jewelers. URL: <https://www.j-izvestia.ru/pages/article5-371.html> (accessed 26.03.2025). (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 26.03.2025
Принята к публикации 07.11.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

А. О. Сильянов, аспирант

С. И. Галанин, доктор технических наук, профессор