

А. М. Бахтиярова¹, Е. Д. Моисеева^{1}, Д. В. Климова¹, Т. В. Ларина¹*

Влияние дефектов отливок при литье под давлением на качество заготовок

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация
*e-mail: elizaveta.1103@mail.ru

Аннотация. Литье под давлением является одним из самых точных способов получения отливок. С его помощью можно получить тонкостенные отливки сложной конфигурации, используемые в приборостроении, машиностроении, сантехнике, электронике. Например, алюминиевые корпуса приборов, детали самолетов, корпуса электродвигателей, детали автомобильных двигателей и т.д. Также этим способом льют пластмассовые изделия, которые используют в автомобильной промышленности и электронике. В медицине отливки, полученные литьем под давлением, используются в качестве медицинского оборудования, такие как корпуса оборудования, крепления, импланты и протезы. Однако у полученной под высоким давлением заготовки могут наблюдаться дефекты. Целью работы является рассмотреть виды дефектов, получающихся при литье под давлением, а также выявить причины их появления. В статье рассматривается влияние режимов технологического процесса на дефекты получаемых отливок, а также предлагаются способы устранения дефектов литья под давлением.

Ключевые слова: литье под давлением, дефекты литья, облой, коробление, трещины, недолив

A. M. Bakhtiyarova¹, E. D. Moiseeva^{1}, D. V. Klimova¹, T. V. Larina¹*

The effect of defects in castings during injection molding on the quality of workpieces

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: elizaveta.1103@mail.ru

Annotation. Injection molding is one of the most accurate ways to produce castings. With its help it is possible to obtain thin-walled castings of complex configuration used in instrumentation, mechanical engineering, plumbing, and electronics. For example, aluminum instrument housings, aircraft parts, electric motor housings, automobile engine parts, etc. Also, plastic masses are poured in this way, which are used in the automotive industry and electronics. In medicine, castings produced by injection molding are used as medical equipment, such as equipment housings, fasteners, implants and prostheses. However, defects may be observed in the workpiece obtained under high pressure. The purpose is to consider the types of defects produced by injection molding, as well as to identify the causes of their occurrence. The article examines the influence of technological process modes on the defects of the castings obtained, and also suggests ways to eliminate defects in injection molding.

Keywords: injection molding, casting defects, flaking, warping, cracks, underflow

Введение

Бракованная отливка – отливка, недопустимая к эксплуатации, имеющая хотя бы один неисправимый по техническим условиям дефект [1].

Согласно ГОСТ 19200-80, различают 4 группы дефектов отливок.

1. По несоответствию геометрии (недолив, перекося, разностенность, облой, коробление и др.).

2. По несплошности металла отливок (горячие трещины, холодные трещины, газовая пористость, усадочная раковина, усадочная пористость, песчаные раковины и др.).

3. По несоответствию металла отливок требуемой структуре (отбел, ликвация).

4. По наличию включений (металлических, неметаллических) [2, 3].

Некоторые из дефектов отливок представлены на рисунке 1.

Основные виды дефектов литья и их устранение

Облой – тонкий слой сплава, выходящий за пределы формообразующих полостей пресс-формы. Обычно он образуется в месте смыкания двух половин пресс-формы. Облой создают не только нежелательный внешний вид, но и изменяют функциональность изделия. Их можно аккуратно срезать после затвердевания отливки, но это увеличивает трудозатраты. Также облой может повредить пресс-форму в долгосрочной перспективе. Поэтому лучшим способом избавления от облоя является регулировка процесса литья под давлением. Для начала необходимо проверить давление смыкания двух половин формы и если усилие недостаточное, то при впрыске металл может легко выйти за пределы формообразующих полостей. Также, можно понизить температуру формы для улучшения контроля текучести материала отливки. Очень важно следить за качеством пресс-формы и вовремя ее чистить [1–5].

Следующим дефектом литья под давлением является недолив, который проявляется, если расплавленный материал не полностью заполняет полость литейной формы. Недолив часто является результатом использования материала отливки с высокой вязкостью. В данном случае устранить недолив можно повысив температуру нагревания материала и наплавкой жидкого металла в литейную форму [6].

Утяжины (ужимины) – локализованные углубления или впадины, возникающие на поверхности детали. Они наблюдаются на более толстых частях изделия, где скорость охлаждения может существенно отличаться. Чаще всего утяжины являются браком, и требуют устранения при литье. Существует множество причин появления данного дефекта и путей решений его устранения, одним из которых является снижение температуры пресс-формы или температуры сплава, поскольку перегретая пресс-форма может способствовать неравномерному охлаждению отливки [7–9].

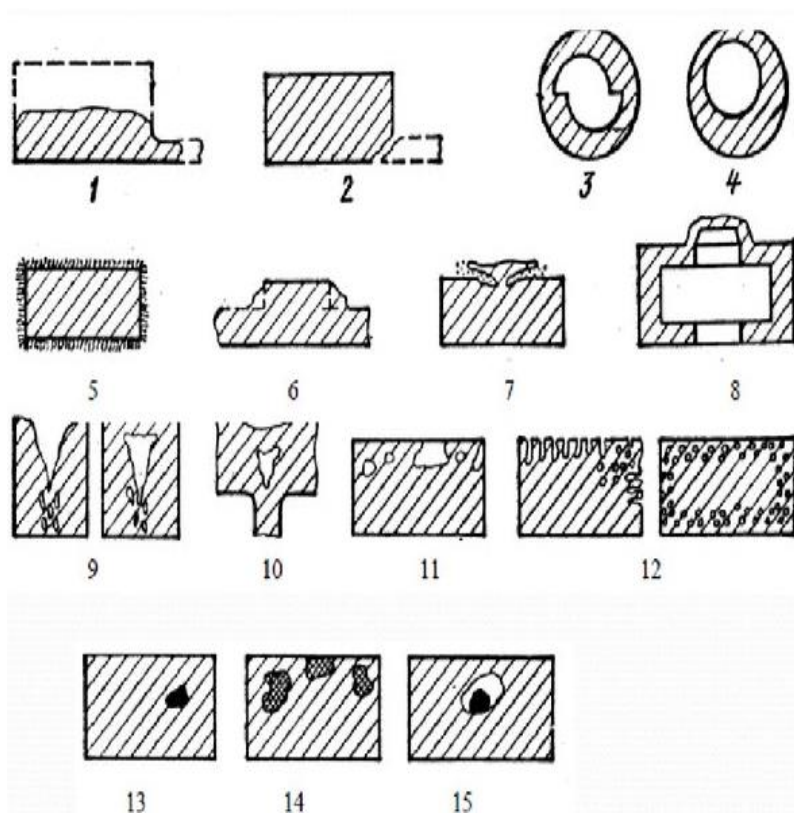


Рис. 1. Виды дефектов литья:

1 – недолив, 2 – вылом, 3 – перекос, 4 – разностенность, 5 – пригар, 6 – нарост, 7 – ужимина, 8 – залив, 9 – усадочные раковины, 10 – утяжина, 11 – газовые раковины, 12 – пористость, 13 – металлические включения, 14 – неметаллические включения, 15 – королек

Еще одним дефектом при литье под давлением является подгорание и загрязнение поверхности отливки. Горелый участок является результатом перегрева материала, и может быть устранен за счет изменения скорости впрыска расплавленного металла, понижения температуры литейной формы, улучшения вентиляции формы, очищения пресс-формы, а также ее тщательного обслуживания [10, 11].

Коробление – изменение размеров и контуров отливки под влиянием усадочных напряжений. Избежать коробления можно снижением давления при литье, более быстрым впрыском металла, а также более продолжительной выдержкой отливки в литейной форме [12, 13].

Газовые раковины – пустоты, расположенные на поверхности или внутри отливки. Пористость – крупнозернистое и неплотное строение сплава с наличием межкристаллических пустот большей или меньшей величины. На появление пористости и газовых раковин в отливках влияет скорость впуска расплавленного материала. Избежать данные дефекты можно путем изменения литниковой системы, правильного подвода сплава с минимальным сопротивлением и создание дополнительных выпоров для хорошего вентилирования в системе. Важно проводить грамотные расчеты следующих

режимов давления прессования сплава, таких как скорость впуска сплава и времени прессования [14].

Горячие и холодные трещины – сквозные и несквозные разрывы или надрывы в стенках отливок. Причиной образования холодных трещин и появления напряжений являются два фактора, это состояние выталкивателя пресс-формы и наличие в конфигурации отливки разностенности. На образование горячих трещин влияет температура сплава и режим охлаждения отливки. Поэтому для предотвращения трещин отливка должна охлаждаться с оптимальной скоростью по всей ее поверхности. Также, одним из наиболее распространенных способов уменьшения напряжений после получения отливки является их термическая обработка [15, 16].

Спай – сквозные или поверхностные с закругленными краями потоки преждевременно застывшего металла. Этот дефект у отливок можно избежать, если обеспечить в литниковой системе достаточное вентилирование, которое поможет понижению температуры пресс-формы или сплава [17].

Ликвация – неоднородность химического состава по сечению отливки, чаще встречается в алюминиевых сплавах, которые широко используются в приборостроении. Избавиться от ликвации можно при помощи гомогенизирующего отжига, применяемого после получения отливки [18].

Результаты

Исправление некоторых литейных дефектов в отливках не вызывает большой сложности. В ответственных местах отливок дефекты можно исправить одним из следующих способов: заделать замазкой, пропитать мастикой, металлизацией, заваркой жидким металлом, ввертыванием пробок, газовой сваркой, электросваркой. Дефекты отливок в местах, испытывающих большую нагрузку, наиболее надежно исправляют газовой или электрической сваркой. Также, отливки термически обрабатывают, и при правильно назначенной температуре можно изменить их твердость, снять внутренние напряжения и в отдельных случаях изменить микроструктуру металла [19, 20].

Заключение

В заключение стоит отметить существенное влияние дефектов отливок на качество заготовок. Дефекты могут возникать вследствие несоблюдения технологического режима, неправильного конструирования литниковой системы, а также за счет некачественного приготовления. Одним из условий снижения процента брака в отливках, полученный литьем под давлением является правильный расчет и контроль технологических параметров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чечуха В. И. Дефекты при литье под высоким давлением и меры предупреждения газовых дефектов : научная статья / В. И. Чечуха, М. А. Садоха – Минск: БНТУ – 2023. – 9 с. – Текст : электронный. – URL : <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/139542/1624.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения 27.04.2024). – Режим доступа: свободный.

2. Гетьман А. А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебник для вузов / А. А. Гетьман. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 492 с. – Текст : электронный – URL: <https://e.lanbook.com/book/292859> (дата обращения: 27.04.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
3. Семенова Ю. С. Пути решения проблемы устранения дефектов алюминиевых отливок в технологии литья под давлением : научная статья / Ю. С. Семенова, Е. Е. Иванкова – Новосибирск : НГТУ, 2018. – 2 с. – Текст : электронный. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=35088932> (дата обращения: 28.04.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
4. Иванкова Е. Е. Анализ дефектов при изготовлении сложнопрофильных отливок : научная статья / Е. Е. Иванкова, Ю. С. Семенова – Новосибирск : НГТУ, 2017. – 3 с. – Текст : электронный. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=32648686> (дата обращения: 27.04.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
5. Ильин А. А. Снижение количества усадочных дефектов при литье чушки из алюминиевых сплавов с использованием компьютерного моделирования : научная статья / А. А. Ильин, С. В. Солдатов, Н. В. Белоусова – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2019. – 4 с. – Текст : электронный. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=54653043> (дата обращения: 27.04.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
6. Бигеев В. А. Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 616 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/397271> (дата обращения: 02.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
7. Шикина В. Е. Введение в специальность. Приборостроение : учебное пособие / В. Е. Шикина. – Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2021. – 103 с. – Текст : электронный. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=48480774> (дата обращения: 29.04.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
8. Петров В. М. Проектирование технологических процессов современного машиностроительного производства : учебное пособие / В. М. Петров, С. В. Портнов, А. В. Федосов, К. Н. Шония. – Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2022. – 158 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/382181> (дата обращения: 03.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
9. Щербакова М. С. Технология переработки пластических масс (теория и практика) : учебное пособие / М. С. Щербакова, А. С. Москалев, А. С. Казакова – Воронеж : ВГУИТ, 2022. – 73 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/254513> (дата обращения: 03.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
10. Чернышов Е. А. Литейные дефекты. Причины образования. Способы предупреждения и исправления : учебное пособие / Е. А. Чернышов. – Москва : Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, Машиностроение, 2008. – 288 с. – Текст : электронный. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=20240793> (дата обращения: 02.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей
11. Чигринова Н. М. Конструкторско-технологическое обеспечение производства : учебно-методическое пособие / Н. М. Чигринова, О. В. Дьяченко. – Минск : БНТУ, 2022. – 125 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/325580> (дата обращения: 05.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.
12. Гавариев Р. В. Технологические параметры процесса литья под давлением : научная статья / Р. В. Гавариев – Омск : Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ, 2016. – 5 с. – Текст : электронный. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=27214301> (дата обращения: 01.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

13. Должиков, В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелко-серийном производстве : учебное пособие / В. П. Должиков. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 328 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/206858> (дата обращения: 04.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

14. Сушко Т. И. Анализ факторов, влияющих на дефект "усадочная пористость", возникающий в стальной корпусной отливке при литье в ПГФ : научная статья / Т. И. Сушко, А. В. Щербаков, Т. В. Пашнева, И. Г. Руднева – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2010. – бс. – Текст : электронный. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=46675083> (дата обращения: 28.04.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

15. Чернышов Е. А. Литейные дефекты. Причины образования. Способы предупреждения и исправления : учебное пособие / Е. А. Чернышов, А. И. Евстигнеев – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО "КнАГТУ", 2004. – Текст : электронный. – URL : <https://elibrary.ru/item.asp?id=19605672> (дата обращения: 01.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

16. Зубарев Ю. М. Технология автоматизированного машиностроения. Проектирование и разработка технологических процессов : учебное пособие / Ю. М. Зубарев, А. В. Приемышев, В. Г. Юрьев – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 312 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/199496> (дата обращения: 04.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

17. Барсуков В. Н. Технологии художественных промыслов : учебник для вузов / В. Н. Барсуков, С. А. Вологжанина, О. Ю. Ганзуленко – Санкт-Петербург : Лань, 2024. – 432 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/380552> (дата обращения: 02.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

18. Наумов С. Б. Технология конструкционных материалов : учебное пособие / С. Б. Наумов, С. В. Гиннэ. – Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. – 90 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/195164> (дата обращения: 03.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

19. Бендюков К. А. Взаимосвязь дефектов отливок и причины их возникновения при литье под давлением : научная статья / К. А. Бендюков, Т. В. Ларина // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – 5 с. – Текст : электронный. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47272172> (дата обращения: 05.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

20. Жукова С. В. Технология конструкционных материалов: для аграрных вузов : учебное пособие / С. В. Жукова, А. Е. Курбатов, И. П. Петрюк. – пос. Караваяево : КГСХА, 2020. – 82 с. – Текст : электронный. – URL: <https://e.lanbook.com/book/171621> (дата обращения: 05.05.2024). – Режим доступа: для авторизованных пользователей.

© А. М. Бахтиярова, Е. Д. Моисеева, Д. В. Климова, Т. В. Ларина, 2024