

О. А. Бабушкина

АО «Сарапульский радиозавод»

Сарапул, Удмуртская Республика, Российская Федерация

МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Аннотация. Рассмотрены методы устранения поверхностных дефектов, возникающих в процессе изготовления отливок из алюминиевых сплавов. В качестве примера выделена корпусная деталь из алюминиевого сплава, на которой применена технология нанесения газодинамического напыления для устранения поверхностных дефектов.

Ключевые слова: литье, дефекты литья, методы устранения, алюминиевый сплав.

O.A. Babushkina

JSC "Sarapulsky Radiozavod"

Sarapul, Udmurt Republic, Russian Federation

METHODS FOR ELIMINATING SURFACE DEFECTS IN ALUMINUM ALLOY CASTINGS

Abstract. This article discusses methods for eliminating surface defects that occur during the manufacture of castings from aluminum alloys. As an example, an aluminum alloy body part is highlighted, on which the technology of applying gas-dynamic spraying is applied to eliminate surface defects.

Keywords: casting, casting defects, methods of elimination, aluminum alloy.

Введение

Качественная отливка во многом определяет конечные характеристики готовой детали и сборочной единицы в целом. Чем меньше дефектов в отливке, тем более долгий срок эксплуатации изделия, простота технического обслуживания и ремонта, а также высокая надежность изделия, что особенно актуально. Одними из самых востребованных сплавов на сегодняшний день являются литейные алюминиевые сплавы. Их эксплуатационные характеристики и стоимость позволяют быть конкурентоспособными материалами еще долгое время. На предприятии АО «Сарапульский радиозавод» отливки из алюминиевых сплавов занимают ведущее место при изготовлении корпусных деталей. Технология литья алюминиевых сплавов хорошо отработана, но дефекты, возникающие в ходе изготовления отливок, могут зависеть не только от режимов литья, но и от качества сырья, человеческого фактора и прочих непредвиденных ситуаций в процессе изготовления.

Литье алюминиевых сплавов, возникающие дефекты

К литейным сплавам предъявляют следующие требования:

- Хорошие литейные свойства. Чем менее выражены литейные качества, тем хуже раствор заполняет созданную форму.

- Небольшая усадка. Процесс усадки практически неизбежен при литье по форме. Чем меньше усадка, тем более качественным получается изделие.

- Высокая текучесть. Если созданная форма для литья имеет большое количество сложных поверхностей, то для их заполнения состав должен обладать повышенным показателем текучести.

- Малая склонность к образованию горячих трещин. При выполнении литейных операций возникает вероятность появления трещин, которые снижают прочность структуры и эксплуатационные качества материала.

- Низкая склонность к пористости. Пористая структура обладает менее привлекательными эксплуатационными качествами, так как она имеет меньшую прочность, впитывает влагу и может быть подвержена воздействию коррозии.

- Оптимальные механические и химические свойства. Современные методы легирования позволяют сделать легкий материал более прочным. Для этого проводится добавление самых различных компонентов. Оптимальные механические свойства представлены сочетанием легкости и прочности, а также другими качествами.

Мелкозернистая однородная структура. При рассмотрении особенностей структуры получаемых изделий следует отметить, что однородная структура лучше воспринимает оказываемые нагрузки, и вероятность появления дефектов существенно снижается. Неоднородную структуру можно охарактеризовать тем, что изделие будет иметь разный показатель твердости поверхности, на одной части может появляться коррозия, другая может оказаться быть более устойчивой к подобному воздействию [1].

Качественная отливка должна удовлетворять следующим требованиям: мелкозернистая равномерная плотная структура, отсутствие раковин, неметаллических включений, пор, трещин или внутренних напряжений. Качество изготовления отливок регламентирует ОСТ 3-4227-79.

В процессе изготовления отливок из алюминиевых сплавов образуются следующие дефекты: поверхностные и сквозные незаливки, газовые раковины, участки со шлаковыми включениями, рыхлоты, спаи, трещины, а также дефекты, выявленные при механической обработке отливок. Дефекты в отливках приводят к ухудшению характеристик деталей и узлов машин, вплоть до их полной непригодности к эксплуатации. Они подразделяются на неисправимые (брак) и исправимые [2].

Существуют разнообразные методы устранения поверхностных дефектов: заделка аргонодуговой сваркой [2], шпатлевание [3], газодинамическое напыление [4].

Методы устранения дефектов

Метод заделки поверхностных дефектов аргонодуговой сваркой

Метод исправления дефектных участков с помощью сварки производится на всех деталях в местах, доступных для сварки и контроля. С помощью сварки можно устранить поверхностные дефекты не только литья, но и появившиеся в результате механической обработки поверхности детали.

Согласно действующим нормативным документам участки с трещиной, выявленные на деталях и отливках, могут подвергаться исправлению при соблюдении следующих условий:

- 1) снятие напряжений в отливках с помощью отжига;
- 2) при полном и гарантированном удалении трещины;

3) при возможности применения сопутствующего подогрева при сварке и последующей термообработке.

К особенностям дуговой сварки в защитных газах относятся: высокая концентрация энергии дуги, обеспечивающая минимальную зону термического влияния и небольшие деформации изделия; высокая производительность процесса; эффективная защита расплавленного металла, особенно при использовании в качестве защитной среды инертных газов; отсутствие необходимости применения флюсов или обмазок; возможность сварки в различных пространственных положениях.

В качестве защитных газов используются инертные газы (аргон, гелий и их смеси), не взаимодействующие с металлом при сварке [2].

Метод заделки поверхностных дефектов шпатлеванием

Для исправления литейных дефектов на отливках из стали, чугуна, цветных металлов и их сплавов применяются эпоксидные замазки, заменяющие трудоемкие процессы заварки и состоящие из эпоксидной смолы (ЭД-6), отвердителя (полиэтиленполиамина), пластификатора (дибутилфталата) и наполнителей: портландцемента, маршалита, алюминиевой пудры и др. Дефектные участки предварительно подвергаются очистке и обезжириванию. После отверждения замазки приобретают высокую механическую прочность, водостойкость, стойкость к атмосферным воздействиям и действию нефтепродуктов [3].

Процесс заделки поверхностных дефектов практически не механизирован и применяется при единичном и мелкосерийном производстве для декоративной отделки деталей.

Метод газодинамического напыления

Одним из современных методов устранения дефектов является холодное газодинамическое напыление металла (англ. cold spray, cold gas dynamic spraying). Суть метода: твердые частицы металла, температура которых значительно меньше их температуры плавления, разгоняются до сверхзвуковой скорости и закрепляются на поверхности при соударении с нею.

Сущность метода холодного газодинамического напыления металла включает в себя формирование в сопле сверхзвукового газового потока, подачу в этот поток порошкового материала с размерами частиц 0,01...50 мкм, его сверхзвуковое ускорение в сопле и направление частиц порошка на поверхность изделия (рис. 1). Ускорение частиц возможно в среде холодных или подогретых газов, таких как воздух, гелий, азот. Значения температуры существенно ниже температуры плавления материала порошка ($0,4 \dots 0,7 \cdot T_{пл}$). Технология холодного газодинамического напыления позволяет наносить металлические покрытия не только на металлы, но и на стекло, керамику, камень, бетон. Покрытия, нанесенные этим методом, механически прочны и имеют высокую адгезию к подложке.

При методе холодного напыления низкого давления обычно напыляют различные металлические порошки вместе с добавкой керамических частиц (Al_2O_3 , SiC). Полагают, что добавки активируют поверхность подложки, улучшая адгезию, прочищают сопло.

Холодный метод нанесения покрытий в основном применяется для восстановления различных металлических деталей в случае трещин, сколов, истирания. Также у них высокий потенциал в качестве антикоррозионных, теплопроводных покрытий [4].

На предприятии внедряется система газодинамического напыления, что позволяет исправлять дефекты с наименьшими затратами и лучшим качеством поверхности. Рассмотрим на примере детали «Корпус» ИТНЯ.731141.048 (рис. 2).

Для устранения поверхностных дефектов на установке для газодинамического нанесения металлических покрытий ДИМЕТ 404 были подобраны режимы работы и нанесен порошковый материал А-80-13. Время нанесения порошкового материала зависит от величины дефекта. На рисунке 3 представлены дефекты разной величины с нанесенным напылением.

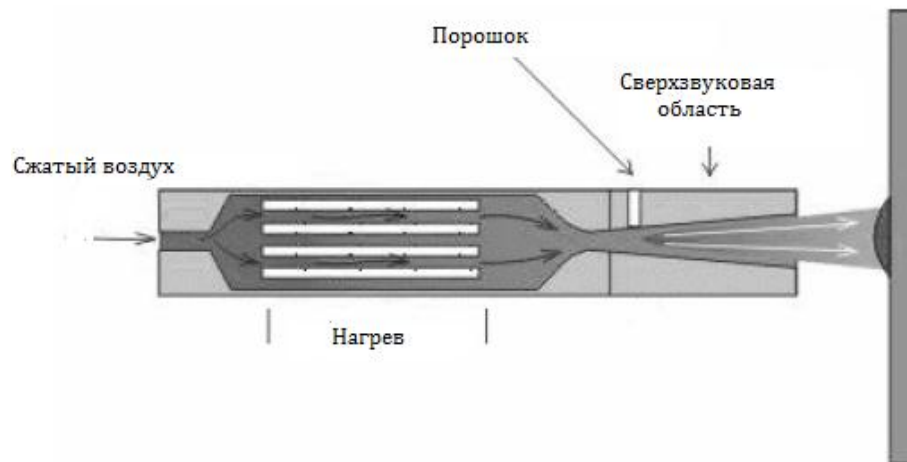


Рисунок 1. Конструкция сопла для холодного газодинамического напыления низкого давления

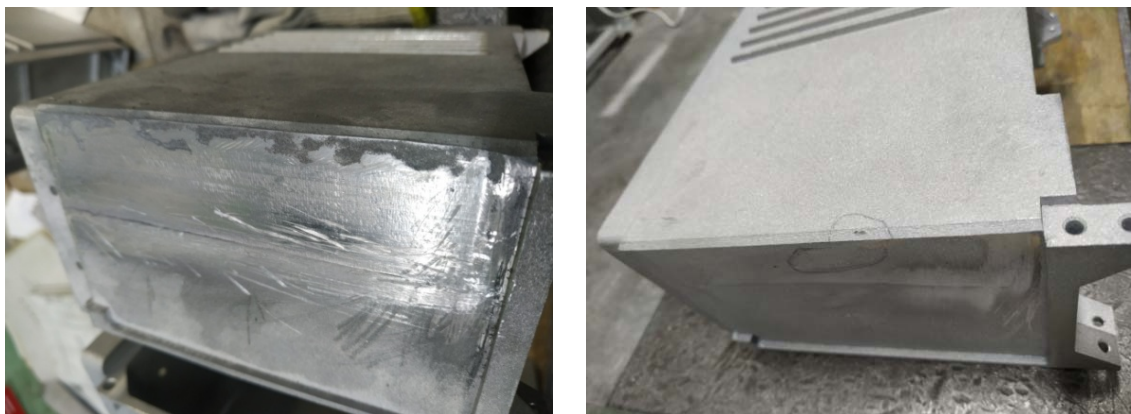


Рисунок 2. Корпус с дефектами



Рисунок 3. Корпус с нанесенным покрытием

Последующая механическая доработка фрезерованием или слесарным инструментом, в зависимости от сложности дефекта, позволяет получить поверхность исправленного дефекта с твердостью и шероховатостью не хуже основной поверхности (рис. 4).

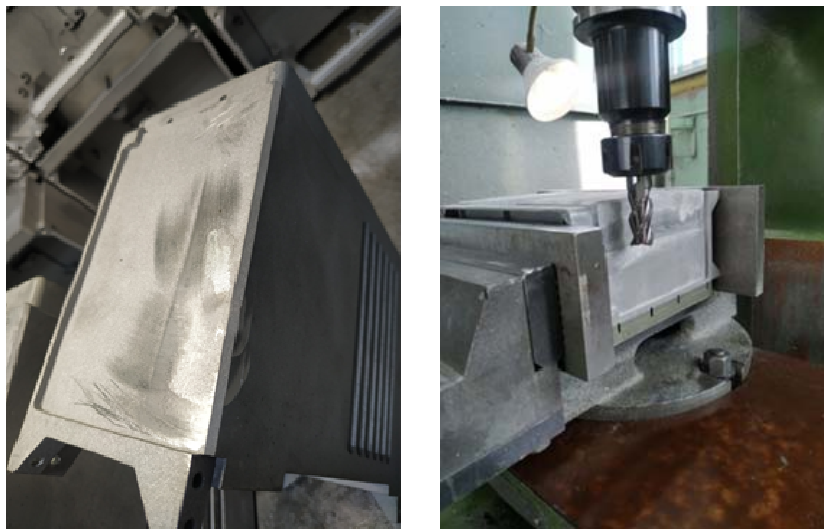


Рисунок 4. Корпус после фрезерования

Проведенные контрольные замеры твердости показали: твердость напыленного покрытия по трем точкам составляет НВ 72, 85, 92. Измерения твердости проводили прибором неразрушающего контроля ТМК-359С. Материал детали по чертежу: силумин алюминиевый АК12ПЧ ГОСТ 1583-93, твердость составляет НВ 50. Таким образом, полученное покрытие по механическим свойствам не уступает исходному материалу.

Достоинства технологии по отношению к традиционным способам заделки поверхностных дефектов заключается в следующем:

- для нанесения покрытия не требуются какие-либо специальные условия: нормальное давление, любые значения влажности и температуры;
- при нанесении покрытий оказывается незначительное тепловое воздействие на покрываемое изделие;
- технология нанесения покрытий экологически безопасна (отсутствуют высокие температуры, опасные газы и излучения, нет химически агрессивных отходов, требующих специальной нейтрализации);
- не требуется подогрев покрываемого изделия;
- не нужна предварительная очистка поверхности от ржавчины, окалины, грязи, технических загрязнений, масел, красок;
- поток напыляемых частиц является узконаправленным и имеет небольшое поперечное сечение, что позволяет в отличие от традиционных газотермических методов напыления наносить покрытия на локальные (с четкими границами) участки поверхности изделий;
- возможно нанесение многокомпонентных покрытий с переменным содержанием компонентов по его толщине;
- оборудование отличается компактностью, мобильностью, технически доступно практически для любого промышленного предприятия, может встраиваться в автоматизированные линии, не требует высококвалифицированного персонала для своей эксплуатации;
- возможно нанесение различных типов покрытий с помощью одной установки [5].

Заключение

В целях повышения производительности труда и качества изготавливаемых изделий из алюминиевых сплавов на АО «Сарапульский радиозавод» было приобретено оборудование для газодинамического нанесения металлических покрытий ДИМЕТ 404, которое позволяет устранять поверхностные дефекты отливок из алюминиевых сплавов. Применение данного оборудования в производстве дает экономию по трудоемкости 50 %.

Список литературы и источников

1. Литейные алюминиевые сплавы: свойства, применение, обработка (sterbrust.tech).
2. Дефекты в отливках и методы их устранения. Дефекты отливок из алюминиевых сплавов. Металловедение: макро- и микроструктуры литейных алюминиевых сплавов (studme.org).
3. metalurgu.ru/defektyi-poverhnosti-otlivok/ispravlenie-defektov-otlivok-2.html?ysclid=lg5avuat7w820204985
4. Мир современных материалов. Холодное газодинамическое напыление (worldofmaterials.ru).
5. Оборудование Димет: Достоинства технологии (dimet.info).