

## Реферат

Выпускная квалификационная работа: 93 страницы, 5 рисунков, 15 таблиц, 18 источников, 3 приложения, 6 листов графического материала.

Ключевые слова: дефекты отливок, поверхностная кислородная резка, поверхностная воздушно – дуговая резка, кислородно – дуговая резка плавящимся электродом, режим газопламенной обработки, сварка в среде защитных газов, контроль операций, экономическая эффективность.

Актуальность работы: в процессе работы необходимо провести анализ дефектов на поверхности отливок и предложить мероприятия по усовершенствованию технологического процесса. Объектом исследования является отливки металлургии, имеющие поверхностные дефекты.

Цели и задачи исследования (работы): Разработать технологию, спроектировать участок газопламенной зачистки литья с последующим исправлением сваркой.

Работа представлена введением, 5 разделами и заключением, приведен список используемых источников.

В первом разделе работы представлен обзор литературы;

Во втором разделе работы рассмотрен объект и методы исследования;

В третьем разделе работы представлен инженерный расчёт, технологический раздел, пространственное расположение производственного процесса;

В четвёртом разделе работы представлен финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;

В пятом разделе рассмотрена социальная ответственность;

В заключении представлены результаты о проделанной работе по разработке технологии и проектировании участка газопламенной обработки литья с последующим исправлением сваркой.

## Abstract

Final qualifying work: 93 pages, 5 figures, 15 tables, 18 sources, 3 application, 6 sheets of graphic material.

Key words: defects of castings, the surface oxygen cutting, surface air – arc cutting, oxygen – arc cutting consumable electrode, the mode of flame treatment, welding in shielding gases, control of operations, economic efficiency.

The relevance of the work: in the process, it is necessary to analyze surface defects of castings and to propose measures to improve the process. Object of research is metallurgy castings having surface imperfections.

The goals and objectives of the research (work): to Develop the technology, to design a site flame Stripping casting with subsequent correction by welding.

The work presents the introduction, 5 sections and conclusion, provides a list of the sources used.

In the first section of the literature review;

The second section of this work dealt with the object and methods of research;

In the third section of the work presents an engineering calculation, process section, the spatial arrangement of the production process;

The fourth section presents the financial management, resource efficiency, and resource saving;

In the fifth Chapter of social responsibility;

In conclusion, the author presents the results of the work done on the development of technology and the design phase flame treatment of moulding with subsequent correction by welding.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

- ТУ 2114-004-00204760-99 – Смеси газовые.
  - ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная.
  - ГОСТ 8050-85 – Двуокись углерода газообразная и жидкая.
  - ГОСТ 10157-79 – Аргон газообразный и жидкий.
  - ГОСТ 19281-73 – Сталь низколегированная сортовая и фасонная.
  - ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные.
- ТУ 304-20-14-91 – Резак инжекторный Р2-01.
  - ГОСТ 2310-77 – Молотки слесарные. Технические условия.

В данной работе использовались следующие сокращения:

- ЧС – чрезвычайная ситуация;
- НОТ – научная организация труда;
- ИТР – инженерно – технические работники;
- МОП – младший обслуживающий персонал;
- СИЗ – средства индивидуальной защиты;
- НД – нормативная документация;

Краткие обозначения:

$\sigma_b$  – временное сопротивление разрыву (предел прочности при растяжении), МПа.

$\sigma_{0,2}$  – предел текучести условный, МПа.

$\psi$  – относительное сужение, %.

$\delta_5$  – относительное удлинение после разрыва, %.

## Введение

Литые детали в машинах и механизмах, имеющие различную массу и форму, выполняют ответственные функции. Таким образом, качество отливок, гарантирует исправную и безопасную работу механизмов на всем сроке эксплуатации. Причины возникновения дефектов отливок могут быть в следующем:

- Нетехнологичность конструкции детали;
- Несовершенство и нарушение технологического процесса;
- Недоброкачество используемых материалов.

Повышенная трудоемкость изготовления изделия, а также увеличенный расход металла, снижают технологичность конструкции литых деталей.

Дефекты, образовавшиеся, вследствие нарушения технологического процесса, могут быть следствием отступления от режимов на любой технологической стадии: подготовке материалов, формовке, плавке, заливке, охлаждении отливок в форме, выбивке отливок, термической обработке и т.д. Брак отливок, дефектность неизбежно возрастают, когда технологическое оборудование и состояние оснастки имеют неудовлетворительное состояние, а также вследствие небрежной работы.

Налаженный контроль основных и вспомогательных материалов (шихты, формовочных песков, связующих, противопожарных покрытий и др.) а также и готовых отливок, оптимально разработанная технология и ее безупречное выполнение могут гарантировать получение качественной отливки в литейных цехах.

Большинство образованных пороков на отливках из разных сплавов имеют одинаковые причины возникновения, так же как и меры по их устранению. Различия в физических и химических свойствах сплавов, определяют собой склонность отливок к тому или иному пороку, а значит, и соответствующие им методы формовки, плавки, разлива.

Понятие «качество отливок» до известной степени условное, и во многом зависит от технических условий, которым отливка должна удовлетворять. В связи с этим, отливка с одним и тем же недостатком может считаться в одном случае годной, а в другом – негодной.

В соответствии с ГОСТ 15467 – 79 качество продукции – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением.

Степень пригодности удовлетворять определенные потребности, является показателем качества отливок и количественно характеризует их. Показатель качества отливок может выражаться в различных единицах, например, в тоннах, миллиметрах, баллах и др.

Размеры и количество допускаемых в отливках дефектов определяются техническими условиями на данный вид отливок. Для уменьшения потерь от брака технологический процесс изготовления отливок предусматривает исправление дефектов с последующим повторным контролем участков отливки, на которых они были обнаружены.

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Поверхностные дефекты отливок, как объект исследования


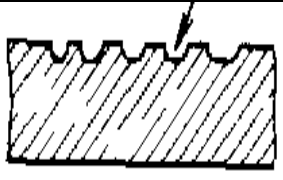
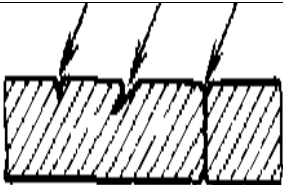
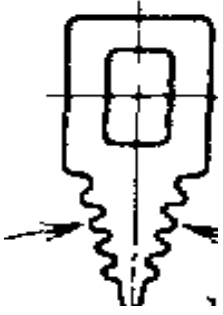
По ГОСТ 15467-79 дефектом называют каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям. Изделие, имеющее хотя бы один дефект, называют дефектным, и значит, что как минимум один из показателей качества отливки превысил предельно допустимое значение. Изготовленные любым способом отливки контролируют по качеству, контроль осуществляют работники литейного цеха, ОТК и в отдельных случаях представители Госприемки.

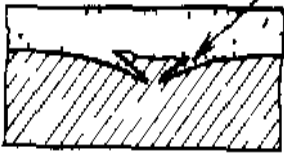

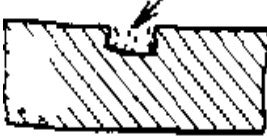
Определения типа несоответствие химического состава, несоответствующие механические свойства неприменимы для оценки дефектов в принятой . Поэтому принятые дефекты стали самостоятельным оценочным признаком. Дефекты поверхности возникают вследствие сложных физико – химических процессов, проходящих на границе раздела металл – форма. Основные дефекты поверхности, как объект исследования приведены в таблице 1.

Дефекты отливок, объединенные в группу внешних, могут быть разделены на три подгруппы, но с не всегда четко различаемыми границами:

- 1) Несоответствие размеров;
- 2) Нарушение очертаний отливки;
- 3) Неудовлетворительное качество поверхности.

Таблица 1 Основные дефекты на поверхности отливок

| Наименование   | Вид  | Образование   |
|--|--|---|
| 1  | 2  | 3   |
| Пригар - трудноотделяемый специфический слой на поверхности отливки, возникший при взаимодействии расплавленного металла с материалом формы. |    | Этот дефект образуется преимущественно на отливках из сплавов с высокой температурой плавления при заливке в песчаные формы                 |
| Газовая шероховатость – сферообразные мелкие углубления на поверхности отливки.  |   | Образовываются вследствие выделения газовых пузырьков на поверхности раздела металл – форма.  |
| Спай - дефект в виде углубления с закругленными краями на поверхности отливки.   |  | Причина не полностью слившиеся потоки металла с недостаточной температурой или в результате прерванной заливки.                             |
| Складчатость - дефект в виде сморщенной поверхности – незначительных сглаженных возвышений и углублений.                                     |   | Вследствие тепловых деформаций поверхностного слоя формы или затвердевающего металла, а также вследствие пониженной жидкотекучести металла. |

| 1  | 2  | 3   |
|--|--|---|
| <p>Ужимина - углубление с пологими краями, заполненное формовочной смесью и прикрытое слоем металла.</p> |  | <p>Образовывается вследствие окисления формовочной смеси при тепловом расширении поверхностного слоя формы.</p> |
| <p>Нарост - выступ произвольной формы на поверхности отливки.</p>  |   | <p>Образовывается при заполнении металлом разрушенного участка формы.</p>                                       |
| <p>Засор - внедрившиеся в поверхность металла комочки материала формы.</p>                               |  |   |

## 2.2 Пригар

Пригар, который образовался на поверхности отливки, мог быть вызван двумя причинами:

1) проникновением металла в пространство между зернами песка, в результате чего образуется металлический скелет, прочно удерживающий зерна;

2) образующиеся химические реакции на поверхности металла, спекание окисной пленки с формовочным материалом.

Первый процесс усиливается высоким напором металла и высокой его жидкотекучестью, который в свою очередь зависит от температуры заливки.



Проникновение на глубину возрастает с увеличением размеров зерен формы и напора металла. Металл первоначально проникает преимущественно в крупные поры, которые затем расширяются за счет пор меньших размеров.

### 2.3 Газовая шероховатость

При заливке происходит нагрев стенок формы и стержней, в результате чего в них образуются газы, которые, выделяясь, движутся по пути наименьшего сопротивления. Если используемый формовочный материал оказывается более плотным и недостаточно газопроницаемым, газы проникают в тело отливки.

Вода, находящаяся в материалах в связанном состоянии, в органических материалах в качестве связующих и разрыхляющих веществ, способна образовывать газы. Один литр воды, при испарении образует 1700 литров пара. Поэтому при изготовлении форм и стержней добавляют минимально – необходимое количество связующих средств и воды.

### 2.4 Спаи, недоливы, складчатость

В следствии незаполнения углов, кромок в отливках, образуются недоливы, спаи. Причиной образования этих пороков может являться, как недостаточная жидкотекучесть металла, так и неудачно спроектированная литниковая система. Состав формовочного материала также имеет некоторое влияние на жидкотекучесть.

Оптимальная жидкотекучесть материала достигается при содержании воды в формовочной смеси порядка 5-7 %, повышает жидкотекучесть и содержание угольной пыли до 6-7 %.

Подогрев форм, свыше 300<sup>0</sup>, увеличение температуры и напора металла, увеличивает жидкотекучесть.

## 2.5 Ужимины

В результате воздействия высокой температуры на стенки формы, отделившиеся, крупные, связанные между собой частицы песка, встречаются в виде наслоения тонкой оболочки металла на поверхности отливки с наличием прослойки песка.

Определены некоторые причины образования ужимин:

1) Форма уплотнена неравномерно, что обуславливает разную прочность и газопроницаемость, а значит и неравномерное давление газов и деформации в стенках формы.

2) Высокое содержание влаги в формовочном материале, из-за чего неравномерное распределение воды вызывает образование ужимин.

3) Недостаточная газопроницаемость, препятствует быстрому удалению газов из заливаемой формы.

Ужимины приводят не только к более высоким расходам по очистке отливок, так же могут быть причиной брака, если углубления окажутся слишком большими.

## 2.6 Нарост, засор

При разрушении или размыва поверхности формы, стержня, при заливке, образуются наросты. Причины образования наростов в следующем: слабая набивка формы и недостаточная ее поверхностная прочность; неправильная техника заливки формы. Образование наростов более вероятно при заливке сырых форм, чем сухих.

Занесение посторонних материалов в форму с металлом из литейного ковша, образование в литниковой системе и в форме, приводят к появлению засоров.

## 2.7 Технологическая инструкция ТИ 406.25090.00057, как объект исследования

Настоящая инструкция распространяется на стальные отливки, изготавливаемые в соответствии с требованиями ГОСТ 977 и имеющие дефекты в виде отклонений размеров и формы, предусмотренных чертежом, а также трещин, спаев, ужимин, усадочных и сквозных газовых раковин, шлаковых включений и других дефектов, влияющих на прочность или ухудшающих внешний вид литой детали.

1) Удаление дефектов производить зачисткой до «здорового» металла любым механическим способом: вырубкой зубилом, фрезерованием, сверлением, зачисткой абразивным кругом для сталей всех марок, а так же ацетилено – кислородной, воздушной или плазменной строжкой с обязательным удалением окалины, наплывов и острых выступов одним из способов: дробеструйной обработкой, зачисткой пневмозубилом, металлической щеткой, абразивным инструментом. «Здоровым» считается металл без пор, трещин, раковин, неметаллических включений и т.п.

Шероховатость поверхностей после удаления дефектов в виде трещин должна быть не ниже  $R_a 32$  ГОСТ 2789, а при удалении раковин, пористости и рыхлот не ниже  $R_a 50$  ГОСТ 2789.

2) Основные требования к подготовке отливок под сварку:

- Перед началом удаления дефекта «трещина» необходимо произвести засверливание концов трещины, для предотвращения ее развития во время зачистки;
- Полное удаление дефекта;
- Разделка дефектного участка должна иметь угол раскрытия не менее  $50^0$  и овальную форму в местах выборки;
- Зачистка от литейной поверхностей прилегающих к месту наплавки или сварки на расстоянии 10 мм от края разделки;

3) После выборки дефектов на отливках воздушно – дуговой строжкой необходима зачистка поверхности выборки механическим путем со снятием слоя металла на глубину на 0,5 – 1 мм. При проведении выборки кислородно – ацетиленовой или плазменной строжкой производится только зачистка металла в месте выборки от окалины механическим путем.

4) Места отливок со скоплением дефектов, расстояние между которыми после разделки менее 5 мм, подлежат удалению полностью на всем участке скопления.

5) Трещины в отливках с любой толщиной стенки разделяют полностью до полного удаления.

6) После удаления трещин раковин проверить разделку одним из следующих способов: внешним осмотром, керосиновой пробой, местным травлением по ОСТ 92-1178-77, магнитно – порошковой дефектоскопией по ГОСТ 21105 с последующим контролем БТК.

7) Сквозные вырубki в отливках должны подготавливаться, как правило, под X – образную разделку. При невозможности выполнения такой подготовки допускается разделка V или U образной.

8) При сквозной вырубке большой площади стенки детали, допускается установка вставок из листа соответствующей толщины. Металл вставки должен иметь механические свойства на уровне основного металла отливки и быть с ним одного класса.

9) Подготовленные под сварку поверхности должны быть чистыми. Присутствие песка, воды, масла не допускается. Загрязнения жирными веществами следует удалить уайт - спиритом, ацетоном или другим растворителем, путем выжигания газовым пламенем с последующей зачисткой от окалины.

10) Дефектные отливки для исправления сваркой должны быть зарегистрированы в журнале регистрации дефектных отливок, с дефектами, суммарная величина которых свыше 2% , если иное не предусмотрено в чертеже.

11) Величина дефектов определяется после полного их удаления в единицах объема (см<sup>3</sup>), или в процентах от массы отливки.

Вычисление объема следует выполнять умножением замеров ширины, длины и глубины в сантиметрах. Величину дефекта в процентах от массы отливки следует вычислять по формуле:

$$q = \frac{q_{\text{деф}}}{q_{\text{отл}}} \cdot 100, \%$$

где  $q_{\text{деф}}$  - условная масса дефекта, вычисленная умножением объема дефекта в см<sup>3</sup> на величину 7,85 г/см<sup>3</sup> (плотность стали);

$q_{\text{отл}}$  - масса отливки, г.

12) При необходимости проведения подогрева отливок, он может быть общим или местным (местный подогрев следует выполнять при нецелесообразности общего). Зона нагрева дефекта располагается по периметру дефектного участка шириной 50 - 70 мм от края разделки. Температура металла должна поддерживаться в заданном интервале температур в течении 5 – 10 мин., после чего можно приступать к заварке.

13) Заварка производится без перерывов в работе, чтобы отливка не охлаждалась. Контроль температуры нагрева отливки перед сваркой следует производить измерительными приборами согласно ГОСТ 9736.

14) При многослойной сварке, после наложения каждого шва, необходимо производить тщательную очистку шва от шлака.

15) После окончания заварки дефекта или наплавки поверхности, сварщик должен поставить личное клеймо на детали в месте маркировки номера детали и изделия, а при участии нескольких сварщиков – в месте проведенной заварки и наплавки.

На границе сплавления наплавленного металла с основным не допускаются трещины, не провары, подрезы и другие дефекты.

В наплавке разъемных соединений не должно быть раковин, трещин, посторонних включений, влияющих на качество уплотнения в соответствии с заданной чистотой поверхности.

На деталях с наплавленными поверхностями, доступными для замеров твердости, контроль проводят непосредственно на рабочих поверхностях наплавленного металла после предварительной механической обработки с припуском на окончательную механическую обработку не более 0,5 мм (припуск должен быть указан в конструкторской документации).

Для деталей с наплавленными рабочими поверхностями, недоступными для замеров твердости, контроль проводят на производственных контрольных образцах, идентичных контролируемым производственным наплавленным деталям по марке основного металла, подготовке под наплавку, способу наплавки, марке и партии (сочетанию марок и партий) наплавочных материалов, технологии выполнения наплавки, термической и механической обработки.

## 2.8 Метод исследования

Для нахождения наилучшего решения в проектировании операций газопламенной зачистки дефектов литья с последующим исправлением сваркой, необходимо иметь информацию о технологии сварки плавлением.

Сварочные материалы и оборудование, подготовка кромок кислородной поверхностной резки, режимы сварки покрытыми электродами, а также в среде защитных газов, расход сварочных материалов, квалификация сварщика, норма штучного времени, годовая программа выпуска продукции, все эти данные используются для проектирования в целях нахождения новых оригинальных и эффективных решений.