

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»

Определение усадочной пористости в отливках на предварительно подготовленных шлифах

Учебно-методическое пособие



Москва
ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н. Э. Баумана
2023

УДК 621.74.01
ББК 34.61
О-62

Издание доступно в электронном виде по адресу
<https://bmstu.press/catalog/item/7890/>

Факультет «Машиностроительные технологии»
Кафедра «Литейные технологии»

*Рекомендовано Научно-методическим советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебно-методического пособия*

Авторы:

Н.С. Ларичев, А.Ю. Коротченко, А.А. Хилкова, Д.Э. Хилков

Рецензент канд. техн. наук В.В. Морозов

Определение усадочной пористости в отливках на предварительно подготов-
О-62 ленных шлифах : учебно-методическое пособие / [Н. С. Ларичев и др.]. —
Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. — 29, [3] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-6010-6

Рассмотрена методика определения усадочной пористости в отливках на предварительно подготовленных шлифах. Дана последовательность действий при оцифровке шлифов, шивке изображений, определении усадочной пористости.

Для самостоятельной проработки студентами, обучающимися по направлениям подготовки «Проектирование технологических машин и комплексов» и «Машиностроение», материала дисциплин «Теоретические основы формирования отливки», «Основы научных исследований». Приведенные в пособии сведения могут быть использованы в рамках научно-исследовательской работы студентов и аспирантов.

УДК 621.74.01
ББК 34.61



*Уважаемые читатели! Пожелания, предложения, а также сообщения о замеченных
опечатках и неточностях Издательство просит направлять по электронной почте:
info@bmstu.press*

ISBN 978-5-7038-6010-6

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023

Предисловие

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с учебной программой дисциплин «Теоретические основы формирования отливки» и «Основы научных исследований», в рамках которых выполняются лабораторные работы, посвященные изучению влияния затрудненной усадки на образование пористости в отливках, состоящие из двух частей. Данное пособие раскрывает содержание второй части лабораторных работ — определение пористости в отливках.

Цель работы — овладение навыком определения балла пористости отливок с помощью технологических проб.

Во второй части работы используются образцы, полученные студентами в ходе выполнения первой части — «Изготовление технологических проб для определения влияния затрудненной усадки отливок на образование в них усадочной пористости».

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основные определения пористости

Для разъяснения используемых терминов, описывающих внутренние усадочные дефекты, обратимся в первую очередь к отечественным государственным стандартам.

Согласно ГОСТ 19200–80 «Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов» и ГОСТ 1583–93 «Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия», внутренние усадочные дефекты в зависимости от размера подразделяют на раковины, пористость и рыхлоту. Разница между первыми двумя дефектами заключается в том, что раковина представляет собой полость, а пора — скопление мелких пор. Что понимать под словом «пора», в ГОСТе не раскрывается. Можно предположить, что пора — это некая полость размером меньше раковины. Но насколько меньше? Еще большую путаницу вносит определение третьего типа дефекта — рыхлоты. По стандарту, рыхлота — это скопление мелких усадочных раковин. Не совсем ясно, что больше: мелкая раковина-полость или мелкая пора и, поскольку есть мелкая пора, как соотносится с ними крупная пора? Добавим также, что прилагательное «мелкий» является относительным и не связано ни с какими числовыми значениями, что делает процесс идентификации типа дефекта субъективным.

В технической литературе обычно различают дефекты либо также по размеру — поры и раковины (в работах Ю.Ф. Воронина, А.В. Лакедемонского, М. Раппаза, П.Д. Ли, Б.Б. Гуляева), либо по положению в отливке — рассеянная и осевая пористость (Ф.С. Кваша, Л.М. Постнов и др.). При этом опять-таки отсутствуют четкие границы, по которым технолог мог бы однозначно отнести конкретный дефект к определенному типу.

Ю.Ф. Воронин делит усадочные дефекты на раковины и поры в соответствии с морфологией и местом расположения. Характерными признаками раковин являются шероховатость стенок дефектов и их расположение в зонах, затвердевающих в последнюю очередь. Пористость автор называет скоплением мелких усадочных раковин. Важной отличительной особенностью пор является их расположение между ветвями растущих дендритов. Недостатком данных определений является отсутствие пояснений, что автор считает мелким.

А.В. Лакедемонский различает раковины и пористость по размеру (полости и мелкие полости соответственно) и их положению относительно дендритов. Поверхность раковин имеет следы выхода дендритов, в то время как поры располагаются между сросшимися ветвями дендритов.

Зарубежные авторы (М. Раппаз, П.Д. Ли) выделяют раковины, макро- и микропористость. В их работах уточняется, что макропористость располагается около усадочных раковин, а микропористость носит извилистый характер вследствие влияния дендритного каркаса на конечную форму; размеры микропор — от десятков до сотен микрометров.

Отметим, что при идентификации дефектов по месту их образования различают пористость рассеянную, осевую и местную. Применение такой классификации в целях сравнения и анализа дефектов возможно только в рамках одного класса отливок, так как отличительными признаками являются геометрические характеристики отливки.

Выделим то общее, что прослеживается в технической литературе при описании усадочных дефектов, а именно их морфологические признаки:

1) раковины образуются в области, где нет связанного каркаса дендритов, вследствие понижения уровня зеркала расплава, что возможно, если доля твердой фазы меньше критической, соответствующей срастанию ветвей дендритов;

2) поры образуются в междендритных пространствах при недостаточном питании и наличии связанного каркаса дендритов.

Подводя итог обзору определений усадочных дефектов, отметим, что используемые при описании дефектов их размеры и форма определены качественно, а не количественно, причем можно дать пороговые значения размерных уровней дефектов в технической литературе отсутствуют.

Поскольку размер видимых дефектов зависит от метода контроля, покажем связь пороговых значений размерных уровней дефектов с применяемыми методами контроля.

Размерные уровни дефектов

В машиностроении для контроля внутренних усадочных дефектов в отливках применяют методы неразрушающего и разрушающего контроля (рис. 1). К первому типу относят гидростатическое взвешивание, акустический метод, рентгеноконтроль. Из методов разрушающего контроля необходимо выделить металлографию — изготовление и анализ поверхности шлифов. Промежуточным методом, который нельзя однозначно отнести ни к одному из двух видов контроля, является компьютерная томография.

Не останавливаясь долго на методах контроля, поскольку они подробно описаны в ряде технических работ, приведем лишь их характеристики (табл. 1). Здесь только отметим, что видимые размер и форма дефекта при каждом из указанных методов имеют свои особенности. Так, при акустическом и рентгенографическом контроле дефекты регистрируются в виде их проекции на плоскость детектора-приемника. В результате получается двухмерное изображение с потерей информации относительно оси просвечивания.

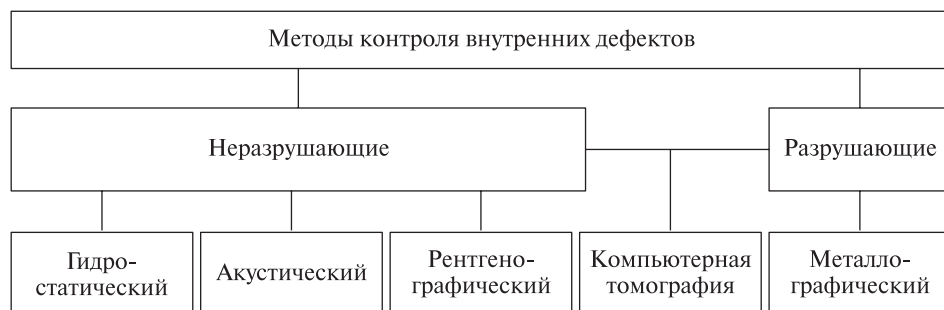


Рис. 1. Классификация методов контроля усадочных дефектов

Таблица 1

Характеристика методов контроля внутренних дефектов

Метод контроля	Диапазон размеров дефекта, мм	Достоинства	Недостатки
Гидростатический	—	Простота метода	Отсутствие информации о типе и форме пористости
Акустический	1,0—10,0	Большая чувствительность. Возможность контролировать труднодоступные области	Высокие требования к качеству поверхности. Требования к структуре образца
Рентгенографический	0,2—10,0	Низкая трудоемкость. Широкая доступность метода	Субъективный фактор при расшифровке снимков. Возможность наложения дефектов
Металлографический	0,001—1,0	Определение характеристик структуры	Высокая трудоемкость. Возможное искажение формы дефекта
Компьютерная томография: разрушающая неразрушающая	0,001—0,2	Возможность получить 3D-изображение дефектов, их внешнего вида и расположения. Полный количественный анализ	Высокая стоимость оборудования
	0,2—10,0		

Методом контроля внутренних дефектов, исключаям указанные выше недостатки, является компьютерная томография. Томографическое исследование позволяет проанализировать любые сечения отливки, а также получить информацию по количеству дефектов, их форме и распределению в объеме (рис. 2).



6

- 1) микроуровень (0,001...0,2 мм) — дефекты, видимые методами разрушающего контроля;
- 2) мезоуровень (0,2...1,0 мм) — переходный уровень; дефекты можно выявить как разрушающим, так и неразрушающим методом контроля;
- 3) макроуровень (свыше 1,0 мм) — дефекты, видимые методами неразрушающего контроля.

- 1) микропоры — средний размер диаметра вписанной в дефект окружности меньше 0,2 мм. Располагаются между ветвями дендритов и изолированы друг от друга ветвями;
- 2) мезопоры — средний размер диаметра вписанной в дефект окружности 0,2...1,0 мм. Располагаются между ветвями дендритов и имеют разветвленную форму;

Вопросы для самоконтроля

1. Какие существуют классификации внутренних усадочных дефектов?
2. Каковы достоинства и недостатки разных методик оценки пористости?
3. В чем удобство использования процентной шкалы?
4. По какой площади следует оценивать пористость образцов?
5. При каком увеличении исследуют образцы на пористость?
6. Зачем необходимо избавляться от шумов на снимках?

Литература

Брандон Д., Каплан У. Микроструктура материалов. Методы исследования контроля / пер. с англ. под ред. С.Л. Баженова с доп. О.В. Егоровой. М.: Техносфера, 2004. 384 с.

ГОСТ 1583–93. Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия.

ГОСТ 19200–80. Отливки из чугуна и стали. Термины и определения дефектов.

Содержание

Предисловие	3
Теоретическая часть	4
Практическая часть	13
Вопросы для самоконтроля	31
Литература	31