



**ДЛЯ ВУЗОВ**

---

*Е.А. Чернышов, А.И. Евстигнеев,  
А.А. Евлампиев*

**ЛИТЕЙНЫЕ ДЕФЕКТЫ.  
ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ.  
СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ  
И ИСПРАВЛЕНИЯ**

Второе издание, исправленное

*Допущено Министерством образования  
Российской Федерации в качестве учебного  
пособия для студентов высших учебных  
заведений, обучающихся по направлению  
подготовки бакалавров и магистров  
“Технологические машины и оборудование” и  
по специальности “Машины и технологии  
литейного производства” направления  
подготовки дипломированных специали-  
стов “Машиностроительные технологии и  
оборудование”*

---

**МОСКВА**  
**«ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»**  
**2023**

УДК 621.74

ББК 34.61

Ч-49

*Рецензенты:*

Заслуженный деятель науки Российской Федерации, д-р техн. наук,  
зав. кафедрой «Литейное производство  
и технология металлов» Хабаровского государственного  
технического университета, профессор **Ри Хосен**;  
Заслуженный деятель науки Российской Федерации, д-р техн. наук,  
директор института «Машиноведения  
и металлургии» ДВО РАН, профессор **Одинокоев В.И.**

**Чернышов Е.А., Евстигнеев А.И., Евлампиев А.А.**

Ч-49

Литейные дефекты. Причины образования. Способы предупреждения и исправления: учебное пособие. 2-е изд., испр. – М.: Инновационное машиностроение, 2023. – 282 с.; ил.

ISBN 978-5-907523-32-6

Приведены основные сведения о качестве отливок и классификация дефектов, причины возникновения и способы предупреждения наиболее распространенных дефектов отливок, изготавливаемых в разовых и многократно используемых формах. Кратко описаны способы выявления и исправления дефектов.

Пособие предназначено для студентов вузов машиностроительного и металлургического профилей при изучении специальных дисциплин, может быть использован в курсовом проектировании, при выполнении выпускной квалификационной работы, а также при подготовке к государственному экзамену для бакалавров, дипломированных специалистов и магистров. Может быть полезно инженерно-техническим работникам, занятым в литейном производстве.

УДК 621.74

ББК 34.61

ISBN 978-5-907523-32-6

© Чернышов Е.А., Евстигнеев А.И.,  
Евлампиев А.А., 2023

© ООО «Издательство «Инновационное  
машиностроение», 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КАЧЕСТВЕ ОТЛИВОК</b>	8
1.1. Номенклатура показателей качества отливок . . . .	11
1.2. Классификационные показатели и показатели назначения .....	17
1.3. Оценка технологичности отливок и экономного использования металла .....	19
1.4. Показатели качества поверхности отливок .....	24
1.5. Экономические показатели .....	26
1.6. Виды продукции .....	28
1.7. Бездефектность отливок .....	32
Контрольные вопросы .....	36
<b>Глава 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ</b> .....	37
Контрольные вопросы .....	82
<b>Глава 3. ДЕФЕКТЫ ОТЛИВОК, ПОЛУЧАЕМЫХ СПЕЦИАЛЬНЫМИ СПОСОБАМИ ЛИТЬЯ</b> .....	84
3.1. Литье в кокиль .....	84
3.2. Литье в облицованный кокиль .....	94
3.3. Литье под давлением .....	98
3.4. Литье под регулируемым газовым давлением . . .	106
3.5. Литье с кристаллизацией под давлением .....	114
3.6. Литье выжиманием .....	118
3.7. Центробежное литье .....	121
3.8. Литье по выплавляемым моделям .....	126
3.9. Литье в керамические формы по постоянным моделям .....	157
3.10. Литье в гипсовые формы .....	168
3.11. Литье в оболочковые формы .....	170
3.12. Изготовление отливок методом вакуумно-плечной формовки .....	179
3.13. Литье по газифицируемым моделям .....	182
Контрольные вопросы .....	184

---

<b>Глава 4. МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В ОТЛИВКАХ</b> . . . . .	187
4.1. Виды контроля . . . . .	187
4.2. Методы неразрушающего контроля . . . . .	190
4.2.1. Визуально-оптический контроль . . . . .	191
4.2.2. Контроль проникающими веществами . . . . .	192
4.2.2.1. Капиллярная дефектоскопия . . . . .	192
4.2.2.2. Контроль герметичности . . . . .	194
4.2.3. Радиационные методы контроля . . . . .	196
4.2.3.1. Рентгенодефектоскопия . . . . .	199
4.2.3.2. Гамма-дефектоскопия . . . . .	200
4.2.3.3. Бетатронная дефектоскопия . . . . .	201
4.2.4. Магнитные методы контроля . . . . .	202
4.2.5. Вихретоковый (электромагнитный) метод контроля . . . . .	205
4.2.6. Акустический контроль . . . . .	207
4.3. Контроль геометрических размеров и шерохова- тости поверхности отливок . . . . .	210
Контрольные вопросы . . . . .	213
<b>Глава 5. ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ОТЛИВОК</b> . . . . .	215
5.1. Заварка отливок . . . . .	215
5.1.1. Заварка отливок из стали . . . . .	216
5.1.2. Заварка отливок из чугуна . . . . .	219
5.1.3. Заварка отливок из цветных сплавов . . . . .	226
5.2. Горячее изостатическое прессование . . . . .	230
5.3. Пропитка отливок . . . . .	232
5.4. Заделка дефектов эпоксидными замазками и мас- тиками . . . . .	237
5.5. Декоративное исправление отливок . . . . .	239
Контрольные вопросы . . . . .	239
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1</b> . . . . .	240
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2</b> . . . . .	260
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> . . . . .	280

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение качества отливок, снижение брака и дефектов – главная задача литейного производства.

Основными причинами возникновения дефектов отливок являются: нетехнологичность конструкции детали, несовершенство и нарушение технологического процесса, а также недоброкачественность используемых материалов. Дефекты из-за нетехнологичности конструкции детали возникают в тех случаях, когда деталь спроектирована без учета возможностей литейной технологии.

Не меньшее значение для снижения уровня дефектов имеет и правильно спроектированный технологический процесс: расположение отливки в форме при заливке, конструкция и тип литниково-питающей системы, место подвода металла, обеспечение условий направленного затвердевания и др.

Качественное проектирование конструкции детали и технологического процесса является начальным и в то же время наиболее ответственным этапом борьбы с дефектами и браком. На этом этапе закладываются и такие важные показатели качества отливки, как механические и служебные свойства металла, размерная и массовая точность отливок, металлоемкость изделия, коэффициент использования металла и др., формируется до 85 % общих затрат на изделие. Именно поэтому на этапе проектирования необходимо тесное сотрудничество конструктора, разрабатывающего деталь, и технолога-литейщика. Специалист-технолог, тщательно проанализировав чертеж литой детали, может посоветовать, как изменить ее конструкцию, какой технологический процесс и способ литья использовать для того, чтобы избежать образования дефектов и повысить технологичность детали.

Дефекты, вызванные нарушением технологии, могут быть следствием отступления от режимов на любой технологической операции: подготовке материалов, формовке, плавке, заливке, охлаждении отливки в форме, выбивке отливок, термической обработке и т.д. Дефектность и брак отливок неизбежно возрастают

при неудовлетворительном состоянии технологического оборудования и оснастки, а также вследствие небрежной работы.

Дефекты из-за несовершенства технологического процесса встречаются наиболее часто. Перед запуском каждой новой отливки в производство технология ее изготовления должна быть выбрана на основе научных принципов, а затем опробована на опытных отливках. **Пробные отливки** необходимо всесторонне исследовать по геометрическим размерам, наличию внутренних дефектов, соответствию механических и служебных свойств. После доработки технологического процесса должна быть достигнута полная уверенность в том, что он надежно обеспечивает получение годных отливок и что каждый случай брака является следствием нарушения технологии. Причины этих нарушений должны быть полностью выявлены и устранены.

Однако даже оптимально разработанная технология и ее безупречное выполнение не могут гарантировать получение качественной отливки без налаженного контроля как поступающих в литейный цех основных и вспомогательных материалов (шихты, формовочных песков, связующих, противопопригарных покрытий и др.), так и готовых отливок.

При подготовке настоящего пособия авторы ставили цель обобщить и систематизировать литературные данные по классификации дефектов отливок, получаемых в традиционных песчаных формах и специальными способами литья, познакомить студентов с общими сведениями о качестве отливок, способах выявления и исправления дефектов. Механизм образования дефектов при этом не рассматривали, перечислены лишь причины их возникновения и меры по предупреждению, изложены основные способы исправления дефектных отливок. Для наглядности приведены схемы дефектов и внешний вид отливок с наиболее характерными дефектами.

**Основные термины и определения**, рекомендуемые для использования в области технологической оснастки и процессов литейного производства, приведены в Приложении 2, стандартные термины и определения дефектов – в главе 2.

---

Термины, установленные стандартом, обязательны для применения в документации всех видов, а также научно-технической, учебной и справочной литературе. Для каждого понятия установлен один стандартизованный термин. Недопустимые к применению термины-синонимы приведены в качестве справочных и обозначены "ндп".

Настоящее пособие не претендует на полное освещение затронутых вопросов. Вместе с тем авторы выражают надежду, что пособие будет полезно как студентам, так и широкому кругу специалистов литейного производства.

Авторы будут признательны за все замечания и пожелания, которые могут быть направлены по адресу: 603950, г. Нижний Новгород, ул. К. Минина, д. 24, НГТУ, кафедра ТАЭП.