

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Павлодарский государственный университет  
им. С. Торайгырова

П. О. БЫКОВ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ  
НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ  
МЕТАЛЛОВ**

Учебное пособие

Павлодар  
Кереку  
2014

УДК 621.74 (075.8)  
ББК 34.431 я 73  
Б95

**Рекомендовано к изданию Ученым советом Павлодарского  
государственного университета им. С. Торайгырова**

**Рецензенты:**

Г. М. Никитин – доктор технических наук, профессор,  
Инновационного евразийского университета;

А. К. Каракаев – доктор технических наук, профессор,  
Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова;

А. К. Сви́дерский – доктор химических наук, директор  
инженерной академии Инновационного евразийского университета.

**Быков П. О.**

Б95 Исследование процессов непрерывной разливки металлов :  
учебное пособие для студентов и магистрантов технических  
специальностей высших учебных заведений / П. О. Быков. –  
Павлодар : Кереку, 2014. – 181 с.

ISBN 978-601-238-447-5

В учебном пособии изложены основные методы макро- и  
микроструктурного исследования стальных непрерывнолитых  
заготовок, в частности описана методика макроструктурного и  
микроструктурного анализа непрерывнолитых заготовок, описан  
отбор проб и подготовка образцов, выявление и оценка структуры.

В учебном пособии приведены примеры макро- и  
микроструктурных исследований непрерывнолитых заготовок и  
тематика заданий для проведения занятий в условиях  
электросталеплавильного цеха при дуальной форме обучения.

Учебное пособие предназначено для студентов и магистрантов  
технических специальностей высших учебных заведений.

УДК 621.74 (075.8)  
ББК 34.431 я 73

ISBN 978-601-238-447-5

© Быков П. О., 2014  
© ПГУ им. С. Торайгырова, 2014

За достоверность материала, грамматические и орфографические ошибки несут ответственность  
авторы и составители

## Введение

Качество проката полученного из непрерывнолитых заготовок обеспечивается на всех стадиях производства. К числу показателей качества проката, которые контролируют в ходе технологического процесса, относятся:

- качество металла (химический состав, макро- и микроструктура, механические свойства, внутренние дефекты, специальные свойства);
- точность размеров проката (размеры элементов профиля, соотношение размеров отдельных элементов, мерность листов или штанг сортового проката, планшетность листов или кривизна сорта);
- качество поверхности (состояние поверхности, образующей профиль, состояние концов штанг).

В процессе производства проката образуются различные дефекты, которые разделяют на два вида:

- дефекты, образование которых связано с нарушением технологии выплавки, разливки и охлаждения слитков или литых заготовок, – это дефекты металлургического происхождения;
- дефекты, связанные с нарушением технологии нагрева, прокатки, охлаждения и отделки проката, – эти дефекты возникают в процессе передела, их называют дефектами прокатного происхождения.

Улучшение качества проката осуществляется в следующих основных направлениях:

- рафинирование выплавляемых чугуна и стали;
- усовершенствование методов непрерывного литья заготовок;
- повышение точности размеров прокатываемых профилей;
- придание профилю проката формы, обеспечивающей наилучшее использование металла, как в самой конструкции, так и в процессе ее изготовления;
- повышение качества проката термическим или термомеханическим упрочнением;
- нанесение специальных покрытий на прокат для защиты их от коррозии.

Уровень качества прокатной продукции в основном определяется качеством непрерывнолитых заготовок, состоянием прокатного оборудования и инструмента, нормативно-технической документацией и качеством труда исполнителей.

Дефекты металла разделяют на:

## Содержание

	Введение	3
1	Методика исследования макроструктуры стальных непрерывнолитых заготовок	6
1.1	Отбор проб и изготовление образцов	6
1.2	Выявление макроструктуры	6
1.3	Оценка макроструктуры, описание видов дефектов макроструктуры и характеристика баллов	9
2	Методика исследования микроструктуры стальных непрерывнолитых заготовок	13
2.1	Приготовление образцов для изучения микроструктуры с помощью светового микроскопа	14
2.2	Выявление микроструктуры	16
2.3	Количественный металлографический анализ.	18
2.4	Методика определения загрязненности стали неметаллическими включениями	30
3	Примеры лабораторных исследований макро- и микроструктуры литых заготовок	52
3.1	Исследование макроструктуры непрерывнолитых заготовок из конструкционной стали и стали обыкновенного качества	52
3.2	Исследование макроструктуры непрерывнолитых заготовок из конструкционной стали микролегированной бором	71
3.3	Исследование формирования микроструктуры поверхностных слоев непрерывнолитых заготовок	80
4	Тематика заданий для проведения занятий в условиях электросталеплавильного цеха при дуальной форме обучения	87
	Литература	98
	Приложение А	99
	Приложение Б	136
	Приложение В	162
	Приложение Г	172
	Приложение Д	174

П. О. Быков

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ  
МЕТАЛЛОВ**

Учебное пособие

Технический редактор З. Ж. Шокубаева  
Ответственный секретарь Е. В. Самокиш

Подписано в печать 08.12.2014 г.  
Гарнитура Times.  
Формат 29,7 x 42 ¼. Бумага офсетная.  
Усл.печ. л. 4,93 Тираж 500 экз.  
Заказ № 2445

Издательство «КЕРЕКУ»  
Павлодарского государственного университета  
им. С.Торайгырова  
140008, г. Павлодар, ул. Ломова, 64