

*В.В. Стулов, В.И. Одинокоев, Г.В. Оглоблин*

**ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ  
ЛИТОЙ ДЕФОРМИРОВАННОЙ  
ЗАГОТОВКИ**



Российская академия наук  
Дальневосточное отделение  
Институт машиноведения и металлургии

В.В. Стулов, В.И. Одиноков, Г.В. Оглоблин

**ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОЛУ-  
ЧЕНИИ ЛИТОЙ ДЕФОРМИРОВАННОЙ ЗАГОТОВКИ**

Владивосток

2010

УДК 669.14.018.8

Стулов В.В., Одинокое В.И., Оглоблин Г.В. **Физическое моделирование процессов при получении литой деформированной заготовки** – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 175 с.

ISBN 978-5-8044-1098-9

Описываются результаты физического моделирования на модельных материалах процессов охлаждения и деформации стальной заготовки. Моделирование выполняется на специально изготовленных устройствах, позволяющих наблюдать за процессом затвердевания и деформации материала. Описываемые в монографии процессы и устройства запатентованы. По результатам физического моделирования и определенным значениям критериев подобия установлены параметры разлики и охлаждения стали.

Монография предназначена для научных и инженерно-технических работников, специализирующихся в области механики деформируемого твердого тела и теплотехники, а также аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

Ил. 93, табл. 17, библиограф. 93.

Ответственный редактор д. т. н. *А.И. Евстигнеев*

Рецензенты:

д. т. н. *В.А. Ким*, д. т. н. *В.В. Черномас*

Утверждено к печати Ученым советом ИМиМ ДВО РАН

Рекомендовано к печати Объединенным ученым советом по физико-математическим и техническим наукам ДВО РАН

ISBN 978-5-8044-1098-9

© ИМиМ ДВО РАН, 2010

© Редакционно-издательское  
оформление Дальнаука, 2010

## Оглавление

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	3
<b>ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ, СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ И ТЕРМИНОВ</b> .....	4
<b>ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА</b> .....	8
1.1. Физическое моделирование гидродинамики расплава и затвердевания слитка.....	8
1.2. Принципы работы средств контроля и измерений параметров процессов.....	11
1.3. Кристаллизатор, охлаждаемый с использованием тепловой трубы.....	15
1.4. Погружной разливающий стакан с эксцентричными выходными отверстиями.....	28
1.5. Способ разливки переохлажденного металла и устройство для распыления металла.....	32
1.6. Способ и устройство для получения полых заготовок с использованием тепловой трубы и охлаждения металла в центре кристаллизатора.....	44
<b>ГЛАВА 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗЛИВКИ И ОХЛАЖДЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ</b> .....	50
2.1. Моделирование процессов на неметаллических материалах.....	50
2.1.1. Моделирование разливки парафина в неохлаждаемую модель кристаллизатора.....	50
2.1.2. Моделирование разливки парафина с охлаждением в емкости.....	58
2.2. Моделирование процессов на легкоплавких сплавах Pb-Sb в емкости.....	64
2.3. Моделирование процессов на легкоплавком сплаве Pb-Sb в кристаллизаторе ЛКМ.....	74
2.3.1. Моделирование процесса охлаждения кристаллизатора с использованием термосифонов.....	74
2.3.2. Моделирование процесса охлаждения подводимого металла в кристаллизаторе.....	86
<b>ГЛАВА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ МАТЕРИАЛОВ</b> .....	95
3.1. Моделирование процесса деформации стали на неметаллическом материале в модернизированной конструкции кристаллизатора ЛКМ.....	95
3.2. Моделирование процесса деформации стали на неметаллическом материале в модернизированной конструкции кристаллизатора ЛКМ.....	101
3.3. Моделирование процесса деформации стали на труднодеформируемом сплаве Pb-Sb в модернизированной конструкции кристаллизатора ЛКМ.....	107
<b>ГЛАВА 4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГИДРОДИНАМИКИ РАСПЛАВА И ТЕПЛОВЫХ ПОЛЕЙ</b> .....	119
4.1. Моделирование тепловых полей в кристаллизаторе ЛКМ.....	119
4.2. Моделирование процесса гидродинамики стали в кристаллизаторе.....	134
4.3. Моделирование процесса поддержания уровня жидкости в кристаллизаторе.....	143
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	164
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	167