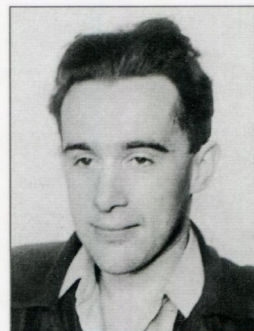


# И. И. Новиков

Лауреат Государственной премии СССР  
Заслуженный деятель науки и техники РСФСР  
Ученик и последователь выдающегося ученого-металловеда, академика АН СССР А. А. Бочвара, сменивший его в качестве заведующего кафедрой металловедения цветных металлов МИСиС (1965–1991)



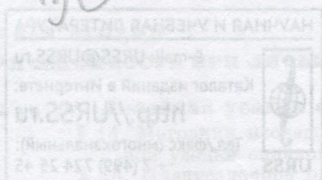
# ГОРЯЧЕЛОМКОСТЬ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Новиков Илья Владимирович  
Горячеломкость цветных металлов и сплавов. Изд. 2-е. — М.: МЕНАНД.  
2021. — 300 с. (Классика инженерной мысли: металловедение)

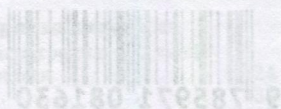
**И. И. Новиков**

# ГОРЯЧЕЛОМКОСТЬ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Издание второе



URSS  
МОСКВА





**Новиков Илья Изриэлович**

**Горячеломкость цветных металлов и сплавов.** Изд. 2-е. — М.: ЛЕНАНД, 2021. — 300 с. (Классика инженерной мысли: металловедение.)

В настоящей монографии дано систематическое изложение вопросов, относящихся к проблеме горячеломкости — склонности металлов и сплавов к хрупкому межкристаллитному разрушению при наличии жидкой фазы по границам зерен, широко распространенному при литье и сварке и встречающемуся при горячей обработке давлением, термообработке и эксплуатации изделий из жаропрочных сплавов.

Рассматривается влияние состава и структуры сплавов на их прочность, пластичность и линейную усадку в твердо-жидком состоянии, анализируются природа горячих трещин и способы снижения горячеломкости.

В книге собраны справочные данные о влиянии химического состава на горячеломкость сплавов в двойных и многокомпонентных системах на основе алюминия, магния и меди, а также данные технологических проб о сопротивляемости образованию горячих трещин промышленных цветных сплавов, применяемых ранее в СССР и ныне в России, а также за рубежом.

Книга рассчитана на инженеров-исследователей и производителей — металлургов, литейщиков и сварщиков; она может быть также полезна студентам старших курсов металлургических и машиностроительных специальностей.

ООО «ЛЕНАНД». 117312, Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, д. 11А, стр. 11.  
Формат 70×100/16. Печ. л. 18,75. Зак. № 158962.

Отпечатано в АО «Т 8 Издательские Технологии».  
109316, Москва, Волгоградский проспект, д. 42, корп. 5.

ISBN 978-5-9710-8163-0

© ЛЕНАНД, 2020

29332 ID 266185



9 785971 081630

|                              |   |
|------------------------------|---|
| НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА |   |
|                              | E-mail: URSS@URSS.ru  |
|                              | Каталог изданий в Интернете:<br><a href="http://URSS.ru">http://URSS.ru</a> |
|                              | Тел./факс (многоканальный):<br>+ 7 (499) 724 25 45                          |
|                              | URSS  |

Все права защищены. Никакая часть настоящей книги не может быть воспроизведена или передана в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, будь то электронные или механические, включая фотокопирование и запись на магнитный носитель, а также размещение в Интернете, если на то нет письменного разрешения владельца.



# ОГЛАВЛЕНИЕ

|                    |   |
|--------------------|---|
| Введение . . . . . | 5 |
|--------------------|---|

## РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

### МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ В ТВЕРДО-ЖИДКОМ СОСТОЯНИИ

#### Глава I. Методы механических испытаний сплавов в твердо-жидком состоянии

|  |    |
|--|----|
| § 1. Испытания на растяжение в температурном интервале плавления . . . . .       |    |
| § 2. Испытания на растяжение в температурном интервале кристаллизации . . . . .  | 20 |
| § 3. Испытания на изгиб и твердость в температурном интервале плавления. . . . . | 25 |

#### Глава II. Прочность сплавов в твердо-жидком состоянии

|   |    |
|---|----|
| § 4. Разрушение сплавов в твердо-жидком состоянии . . . . .       | 29 |
| § 5. Предел прочности сплавов в твердо-жидком состоянии . . . . . | 45 |
| § 6. Твердость сплавов в твердо-жидком состоянии . . . . .        | 59 |

#### Глава III. Пластичность сплавов в твердо-жидком состоянии

|   |     |
|---|-----|
| § 7. Температурная зависимость относительного удлинения сплавов в твердо-жидком состоянии . . . . .                                       | 63  |
| § 8. Механизм пластической деформации сплавов в твердо-жидком состоянии . . . . .   | 66  |
| § 9. Влияние темпа фазового превращения на температурную зависимость относительного удлинения сплавов в твердо-жидком состоянии . . . . . | 77  |
| § 10. Границы температурного интервала хрупкости . . . . .  | 81  |
| § 11. Влияние структуры на пластичность сплавов в твердо-жидком состоянии . . . . .   | 91  |
| § 12. Влияние химического состава на пластичность сплавов в твердо-жидком состоянии . . . . .   | 104 |
| § 13. Влияние скорости деформирования на пластичность сплавов в твердо-жидком состоянии. Ползучесть в интервале плавления . . . . .       | 115 |

## РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

### ГОРЯЧЕЛОМКОСТЬ ПРИ ЛИТЬЕ СПЛАВОВ

#### Глава IV. Линейная усадка сплавов в интервале кристаллизации

|   |     |
|---|-----|
| § 14. Методики исследования предсудачного расширения и линейной усадки сплавов в интервале кристаллизации . . . . . | 124 |
| § 15. Предсудачное расширение сплавов . . . . .   | 135 |
| § 16. Линейная усадка сплавов в интервале кристаллизации . . . . .  | 146 |

#### Глава V. Сопротивляемость сплавов образованию горячих трещин

|  |     |
|--|-----|
| § 17. Природа горячих трещин и температурный интервал их образования . . . . . | 162 |
| § 18. Залечивание кристаллизационных трещин расплавом . . . . .                | 179 |



|   |  |     |
|---|--|-----|
| § 19  | Оценка горячеломкости сплавов по их механическим свойствам и линейной усадке (критерии сопротивляемости образованию кристаллизационных трещин) . . . . .   | 188 |
| § 20.   | Литейные пробы на горячеломкость . . . . .   | 196 |
| <b>Глава VI. Влияние состава и структуры на горячеломкость при литье сплавов</b>                        |  |     |
| § 21.   | Влияние формы и размеров зерен на горячеломкость . . . . .   | 212 |
| § 22.   | Влияние газосодержания сплава на горячеломкость . . . . .  | 215 |
| § 23.   | Влияние состава сплавов на горячеломкость . . . . .  | 218 |
| § 24.   | Пути снижения горячеломкости сплавов . . . . .   | 232 |
| <b>Глава VII. Горячеломкость при литье алюминиевых, магниевых и медных сплавов (справочные данные)</b>  |  |     |
| § 25.   | Горячеломкость алюминиевых сплавов . . . . .<br>Al—Cu(240), Al—Li(240), Al—Mg(240), Al—Mn(240), Al—Si(240), Al—Zn(241).<br>Сплавы на основе систем: Al—Cu—Li(241), Al—Cu—Mg(241), Al—Cu—Mg—Ni—Fe<br>(244), Al—Mg (244), Al—Mg—Si и Al—Mg—Si—Cu (244), Al—Mg—Zn и Al—Mg—<br>—Zn—Cu (247), Al—Si—Cu (249), Al—Si—Fe (251). Технический алюминий и<br>оплавы рааных систем(251).Промышленные литейные алюминиевые сплавы (252)<br>Рекомендуемое содержание железа и кремния в промышленных деформируемых<br>алюминиевых сплавах (253) | 239 |
| § 26.   | Горячеломкость магниевых сплавов . . . . .<br>Mg—Al (254), Mg—Zn (254). Сплавы на основе системы Mg—Zn—Zr (254). Про-<br>мышленные литейные магниевые сплавы (255).  | 254 |
| § 27.   | Горячеломкость медных сплавов . . . . .<br>Cu—Ag (256), Cu—Al (256), Cu—B (256), Cu—Be (257), Cu—Ca (257), Cu—Co (257),<br>Cu—Cr (257), Cu—Fe (258), Cu—Mg (258), Cu—Mn (259), Cu—Ni (259), Cu—P (259),<br>Cu—Sb (259), Cu—Si (259), Cu—Sn (259), Cu—Zn (260), Cu—Zr (260), Cu—CoBe<br>(260), Cu—Cr <sub>2</sub> Zr (260), Cu—NiBe (261), Cu—Ni—Al (261), Cu—Ni—Si (261), Cu—<br>—Si—Al (263), Cu—Zn—Si (263). Промышленные медные сплавы (263)  | 256 |
| <b>Приложения . . . . .</b>   |  | 265 |
| <b>Приложение I. Механические свойства сплавов в твердо-</b><br><b>жидком состоянии . . . . .</b>       |  | 267 |
| <b>Приложение II. Линейная усадка и предусадочное расширение</b><br><b>металлов и сплавов . . . . .</b> |  | 285 |
| <b>Литература . . . . .</b>   |  | 292 |