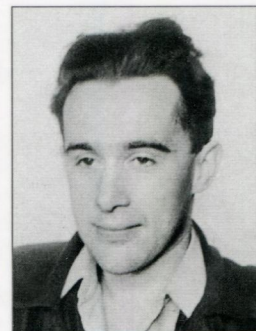


# И. И. Новиков



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

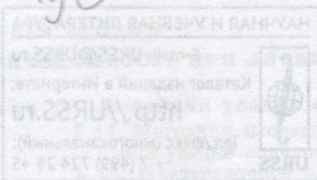
---

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

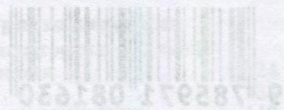
**И. И. Новиков**

# 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: <a href="http://URSS.ru">http://URSS.ru</a>
	Тел./факс (многоканальный): + 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 . . . . . Al—Cu(240), Al—Li(240), Al—Mg(240), Al—Mn(240), Al—Si(240), Al—Zn(241). Сплавы на основе систем: Al—Cu—Li(241), Al—Cu—Mg(241), Al—Cu—Mg—Ni—Fe (244), Al—Mg (244), Al—Mg—Si и Al—Mg—Si—Cu (244), Al—Mg—Zn и Al—Mg— —Zn—Cu (247), Al—Si—Cu (249), Al—Si—Fe (251). Технический алюминий и оплавы рааных систем(251).Промышленные литейные алюминиевые сплавы (252) Рекомендуемое содержание железа и кремния в промышленных деформируемых алюминиевых сплавах (253)	239
§ 26.	Горячеломкость магниевых сплавов . . . . . Mg—Al (254), Mg—Zn (254). Сплавы на основе системы Mg—Zn—Zr (254). Про- мышленные литейные магниевые сплавы (255).	254
§ 27.	Горячеломкость медных сплавов . . . . . Cu—Ag (256), Cu—Al (256), Cu—B (256), Cu—Be (257), Cu—Ca (257), Cu—Co (257), Cu—Cr (257), Cu—Fe (258), Cu—Mg (258), Cu—Mn (259), Cu—Ni (259), Cu—P (259), Cu—Sb (259), Cu—Si (259), Cu—Sn (259), Cu—Zn (260), Cu—Zr (260), Cu—CoBe (260), Cu—Cr <sub>2</sub> Zr (260), Cu—NiBe (261), Cu—Ni—Al (261), Cu—Ni—Si (261), Cu— —Si—Al (263), Cu—Zn—Si (263). Промышленные медные сплавы (263)	256
<b>Приложения . . . . .</b>		265
<b>Приложение I. Механические свойства сплавов в твердо- жидком состоянии . . . . .</b>		267
<b>Приложение II. Линейная усадка и предусадочное расшире- ние металлов и сплавов . . . . .</b>		285
<b>Литература . . . . .</b>		292