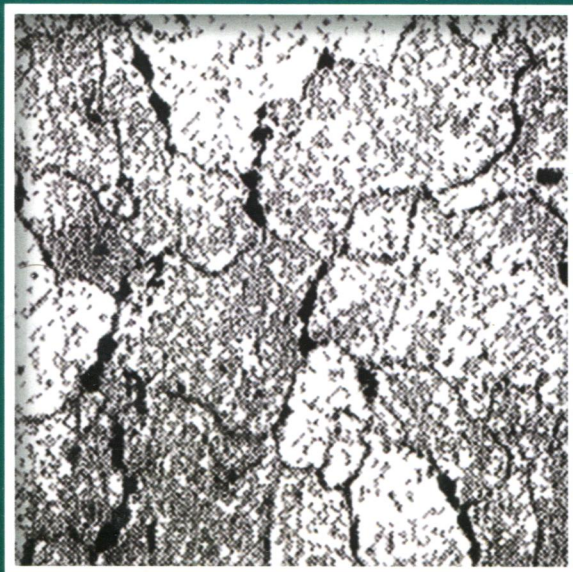


**Г.М. Хажинский**



**Феноменология  
ползучести  
металлов**



**Хажинский Г.М.**

**Феноменология  
ползучести металлов**

**Научный мир**

ББК 22.251

**Хажинский Г.М. Феноменология ползучести металлов.**

М.: Научный мир. 2017. 171с. с илл.

**ISBN 978-5-91522-454-3**

Книга посвящена 100-летию юбилею проф. Н.Н.Малинина. В ней подробно изложена теория ползучести с анизотропным упрочнением, которая была предложена ранее в наших совместных работах. Теория дополнена новыми экспериментальными данными, подтверждающими ее справедливость. Показана возможность аналитического описания всех стадий кривых ползучести. Это упрощает определение постоянного материала на основе стандартного набора опытных данных.

Рассмотрены вопросы длительной прочности металлов. Сформулированы критерии межзеренного и внутризеренного повреждений. Принято, что внутризеренное повреждение является скаляром и определяет кинетику ускоренной ползучести на третьей стадии. Межзеренное повреждение полагается тензором. Разрушение наступает в тот момент, когда главный нормальный вектор этого повреждения достигает критического значения. В качестве критерия длительной прочности принята линейная функция интенсивности напряжений и среднего нормального напряжения. Обсуждены вопросы суммирования долговечности при переменных нагрузках по относительным долговечностям и деформациям.

Рассмотрена возможность описания неизотермического пластического течения на основе кинематической модели упрочнения и гипотезы приведенных напряжений. Для общего случая сложного нагружения приведены уравнения неизотермического деформирования, сочетающего мгновенную пластичность и ползучесть.

Книга предназначена для специалистов, занимающихся вопросами высокотемпературного деформирования и разрушения конструкций. Она может служить учебным пособием по специальным главам курса "Механика материалов и конструкций".

**ISBN 978-5-91522-454-3**

© Хажинский Г.М., 2017

© Оформление. Научный мир., 2017

# **Metals Creep Phenomenology**

**Nauchny Mir**

Khazhinsky G.M. Metals Creep Phenomenology.  
M.: Nauchny Mir. 2017. 171p. (in Russian)

The book is dedicated to N. N. Malinin's 100th birthday. The book describes in detail the theory of creep with anisotropic hardening. This theory was proposed by N.N. Malinin in the joint work with the book author. In this book the original theory is supported by new experimental data. It presents an analytical description of all stages of the creep curve under constant stress. This approach simplifies finding material constants based on a standard reference set of experimental data.

The book introduces the concepts of long-term strength as well as the criteria for intergranular and transgranular damage. Transgranular damage is described as a scalar variable which determines the kinetics of accelerated tertiary creep. Intergranular damage is treated as a tensor. Fracture occurs when the main normal vector of this damage reaches a critical value. A linear function of stress intensity and mean normal stress is adopted as a criterion for long-term strength. The book discusses damage summation under relative life and relative strain variable loads.

The book describes non-isothermal plastic flow based on the kinematic model of hardening and the hypothesis of reduced stresses. The author introduces the equations of non-isothermal deformation, combining instantaneous plasticity and creep for the general case of complex loading. The possibility of describing non-isothermal plastic flow based on the kinematic model of hardening and the hypothesis of reduced stresses is considered. For the general case of complex loading, equations of non-isothermal deformation, combining instantaneous plasticity and creep, are given.

The book is intended for high-temperature deformation and structure fracture specialists. It can be also used in the study course "Materials and Structures Mechanics".

## Оглавление

<b>Предисловие</b> .....	7
<b>Глава 1. Особенности ползучести металлов</b> .....	9
1.1. Характеристики ползучести .....	9
1.2. Взаимодействие ползучести и мгновенной пластичности.....	21
1.3. Мгновенное деформирование при повышенной температуре .....	27
<b>Глава 2. Феноменологические теории ползучести</b> .....	29
2.1. Технические теории ползучести.....	29
2.2. Кинематическая модель пластического течения .....	35
2.3. Теория ползучести с анизотропным упрочнением .....	40
<b>Глава 3. Обоснование теории ползучести с анизотропным упрочнением</b> .....	53
3.1. Обратные напряжения при ползучести и мгновенной пластичности.....	53
3.2. Ползучесть при ступенчатом нагружении.....	60
3.3. Обратная ползучесть .....	65
3.4. Знакопеременная ползучесть .....	69
3.5. Релаксация напряжений .....	76
<b>Глава 4. Третья стадия ползучести и разрушение</b> .....	83
4.1. Варианты аппроксимации третьей стадии ползучести .....	83
4.2. Длительная прочность при постоянном напряжении.....	89
4.3. Длительная прочность при переменных нагрузках .....	105
<b>Глава 5. Длительная прочность при сложном напряженном состоянии</b> .....	113
5.1. Влияние вида напряженного состояния на третью стадию ползучести .....	113
5.2. Влияние вида напряженного состояния на межзеренное повреждение .....	121
5.3. Примеры расчета долговечности при межзеренном повреждении.....	128
<b>Глава 6. Теория деформирования при сложном напряженном состоянии</b> ....	135
6.1. Неизотермическое пластическое течение с кинематическим упрочнением ..	135
6.2. Общая теория ползучести с анизотропным упрочнением .....	143
6.3. Ползучесть при непропорциональном нагружении .....	150
<b>Литература</b> .....	159
<b>Приложение</b> .....	165

# Contens

<b>Preface</b> .....	7
<b>Chapter 1. Metal Creep Features</b> .....	9
1.1. Creep Characteristics .....	9
1.2. Creep and Instantaneous Plasticity Interaction .....	21
1.3. Instantaneous Strain at Elevated Temperature .....	27
<b>Chapter 2. Phenomenological Creep Theories</b> .....	29
2.1. Technical Creep Theories .....	29
2.2. Kinematic Hardening Plasticity .....	35
2.3. Anisotropic Hardening Creep Theory .....	40
<b>Chapter 3. Anisotropic Hardening Creep Theory Justification</b> .....	53
3.1. Backstress for Creep and Instantaneous Plasticity .....	53
3.2. Step Loading Creep .....	60
3.3. Creep Recovery .....	65
3.4. Alternating Creep .....	69
3.5. Stress Relaxation .....	76
<b>Chapter 4. Tertiary Creep and Rupture</b> .....	83
4.1 Tertiary Creep Approximation Variants .....	83
4.2. Constant Stress Durability .....	89
4.3. Creep Rupture under Varying Loads .....	105
<b>Chapter 5. Long Term Durability in Complex Stress State</b> .....	113
5.1. Tertiary Creep Stress Type Dependence .....	113
5.2. Intergranular Damage Stress Type Dependence .....	121
5.3. Intergranular Damage Durability Calculation Examples .....	128
<b>Chapter 6. Complex Stress State Deformation Theory</b> .....	135
6.1. Non-isothermal Plasticity with Kinematic Hardening .....	135
6.2. General Creep Theory with Anisotropic Hardening .....	143
6.3. Non-proportional Loading Creep .....	150
<b>References</b> .....	159
<b>Appendix</b> .....	165