

The background of the page is a black and white photograph of an industrial facility, likely a steel mill. It shows complex machinery, including large rollers and structural beams, with a grid-like pattern of metal railings in the foreground. The lighting is somewhat dim, creating a gritty, industrial atmosphere.

**ЧИСЛЕННОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ПЛАКИРОВАНИЯ, ПРОКАТКИ
И ФОРМОВКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ
ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА)



**ЧИСЛЕННОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ПЛАКИРОВАНИЯ, ПРОКАТКИ И ФОРМОВКИ
КОМПОЗИЦИОННЫХ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Монография

Утверждено
на заседании
ученого совета
Протокол № 1 от 28.08.2012 г.

Краматорск
ДГМА
2012

УДК 621.771; 621.762

ББК 34.621

Ч-67

Рецензенты:

Бейгельзимер Я. Е., д-р техн. наук, профессор, Донецкий физико-технический институт им. А. А. Галкина НАН Украины (г. Донецк);

Рябичева Л. А., д-р техн. наук, профессор, Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля (г. Луганск).

У монографії розглянуто технології та обладнання для виробництва композиційних листових матеріалів шляхом плакування, прокатування і формування. Наведені чисельні математичні моделі напружено-деформованого стану при плакуванні, правці, гнутті, листовому штампуванні та прокатуванні на основі порошкових матеріалів композиційних листів. Наведені результати чисельної реалізації розроблених програмних засобів і наведений аналіз впливу основних технологічних і конструктивних параметрів.

Ч 67 Численное математическое моделирование процессов плакирования, прокатки и формовки композиционных листовых материалов : монография / А. В. Сатонин, В. А. Луценко, Э. П. Грибков, А. А. Сатонин. – Краматорск : ДГМА, 2012. – 228 с.

ISBN 978-966-379-584-3

В монографіях розглянуто технології та обладнання для виробництва композиційних листових матеріалів шляхом плакування, прокатки і формування. Приведені чисельні математичні моделі напружено-деформованого стану при плакуванні, правці, гнутті, листовому штампуванні та прокатуванні на основі порошкових матеріалів композиційних листів. Приведені результати чисельної реалізації розроблених програмних засобів і наведений аналіз впливу основних технологічних і конструктивних параметрів.

УДК 621.771; 621.762

ББК 34.621

© А. В. Сатонин, В. А. Луценко,

Э. П. Грибков, А. А. Сатонин, 2012

ISBN 978-966-379-584-3

© ДГМА, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	6
1.1 Многослойные полиметаллические материалы, их классификация, назначение и способы производства	6
1.2 Технологические режимы работы, состав и конструктивные особенности оборудования для реализации процессов плакирования и прокатки многослойных полиметаллических лент, листов и полос.....	17
1.3 Технологические основы процессов прокатки порошковых материалов	33
1.4 Технологические режимы процесса профилирования и конструктивные особенности механического оборудования для его реализации	44
РАЗДЕЛ 2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ И ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПЛАКИРОВАНИЯ ПРОКАТКОЙ И ВТОРИЧНОЙ ПРОКАТКЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛИСТОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ	57
2.1 Математическое моделирование энергосиловых, кинематических и геометрических параметров при реализации процессов плакирования прокаткой относительно толстых симметричных по толщине биметаллических листовых композиций.....	57
2.2 Математическое моделирование локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния при реализации процессов плакирования прокаткой относительно тонких многослойных полиметаллических лент, листов и полос.....	63
2.3 Математическое моделирование энергосиловых параметров и механизмов дефектообразования при вторичной прокатке многослойных полиметаллических лент, листов и полос	86
2.4 Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния и механизмов дефектообразования при вторичной прокатке относительно тонких многослойных полиметаллических лент, листов и полос	109
РАЗДЕЛ 3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРАВКИ И ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛИСТОВ И ПОЛОС.....	122
3.1 Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния при правке растяжением с изгибом	122

3.2 Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния при реализации процессов гибки, профилирования и правки растяжением.....	143
3.3 Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния при осесимметричной вытяжке плоских многослойных полиметаллических заготовок.....	151
3.4 Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния при вытяжке осесимметричных многослойных полиметаллических заготовок с утонением стенки	171
РАЗДЕЛ 4. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ И ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОКАТКИ ЛИСТОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ	
4.1 Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния при прокатке порошковых материалов	186
4.2 Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния и геометрических параметров при реализации процесса первичной прокатки композиций «порошок (м) – порошок (т)»	194
4.3 Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния и геометрических характеристик процесса первичной и вторичной прокатки композиции «порошок – монометалл»	206
ЛИТЕРАТУРА.....	213