

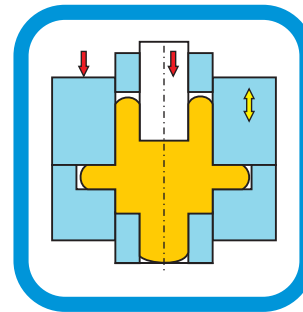
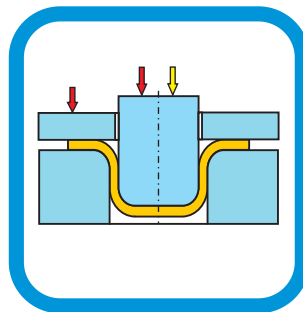
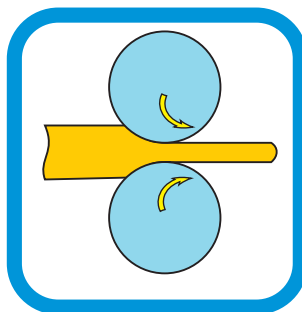
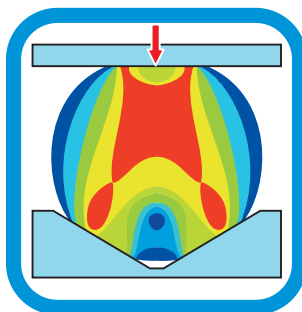
О

М

Д

ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

- ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ ТИСКОМ
- MATERIALS WORKING BY PRESSURE
- UMFORMTECHNIK



- №2 (21)
- 2009

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ

**ОБРАБОТКА
МАТЕРИАЛОВ
ДАВЛЕНИЕМ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

№ 2 (21) – 2009

Краматорск

УДК 621.7

**ОБРАБОТКА
МАТЕРИАЛОВ
ДАВЛЕНИЕМ**

**Сборник научных трудов
№ 2 (21) – 2009**

Основатель
Донбасская государственная
машиностроительная академия
Свидетельство
про государственную регистрацию
серия КВ № 13770-2744Р
от 17.03.2008

**ОБРОБКА
МАТЕРІАЛІВ
ТИСКОМ**

**Збірник наукових праць
№ 2 (21) – 2009**

Засновник
Донбаська державна
машинобудівна академія
Свідоцтво
про державну реєстрацію
серія КВ № 13770-2744Р
від 17.03.2008

**MATERIALS
WORKING BY
PRESSURE**

**Collection of science papers
№ 2 (21) – 2009**

Founder
Donbass State
Engineering Academy
Registration certificate
№ 13770-2744Р
dated 17.03.2008

Сборник «ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ» входит в перечень изданий, рекомендованных ВАК Украины для публикации основных результатов диссертационных исследований (Постановление № 1–05/2 от 27.05.09 г).

Рекомендовано к печати ученым советом Донбасской государственной машиностроительной академии (протокол № 11 от 28.05.2009).

В сборнике размещены статьи различных направлений процессов и машин обработки материалов давлением, подготовленные профессорско-преподавательским составом, научными сотрудниками, аспирантами, соискателями, специалистами. Сборник предназначен для научных и инженерных работников, аспирантов и студентов.

У збірнику розміщено статті різних напрямків процесів і машин обробки матеріалів тиском, підготовлені професорсько-викладацьким складом, науковими співробітниками, аспірантами, здобувачами, фахівцями. Збірник призначений для наукових й інженерних працівників, аспірантів і студентів.

Different articles of various directions of processes and machines of materials forming, prepared by the faculty, scientific employees, post-graduate students, competitors, experts are placed in this collection. The collection is intended for scientific and engineering workers, post-graduate students and students.

Редакционная коллегия: Алиев И. С., д-р техн. наук, проф. (председатель редакционной коллегии); Бейгельзимер Я. Е., д-р техн. наук, проф.; Добронос Ю. К., канд. техн. наук, доц., (ответственный секретарь); Заблоцкий В. К., д-р техн. наук, проф.; Кассов В. Д., д-р техн. наук, проф.; Лаптев А. М., д-р техн. наук, проф.; Миленин А. А., д-р техн. наук, проф. (Польша); Мороз Б. С., д-р техн. наук, проф. (Россия); Огородников В. А. д-р техн. наук, проф.; Роганов Л. Л., д-р техн. наук, проф.; Розенберг О. А., д-р техн. наук, проф.; Сатонин А. В., д-р техн. наук, проф.; Соколов Л. Н., д-р техн. наук, проф.; Сосенушкин Е. Н., д-р техн. наук, проф. (Россия); Тарасов А. Ф., д-р техн. наук, проф.; Титов В. А., д-р техн. наук, проф.; Федоринов В. А., канд. техн. наук, проф.; Яковлев С. С., д-р техн. наук, проф. (Россия).

Ответственный за выпуск проф. Алиев И. С.

Статьи прорецензированы членами редакционной коллегии.
Материалы номера печатаются на языке оригинала.

ISBN 978-966-379-339-9

© Донбасская государственная
машиностроительная академия, 2009
© Донбаська державна машинобудівна
академія, 2009
© Donbass State Engineering Academy, 2009

УДК 669.14.018: 620.18

Горбатенко В. П.
Лукин А. В.
Белоус Е. Ю.**НЕОДНОРОДНОСТЬ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СТАЛЕЙ ПОСЛЕ КОНТРОЛИРУЕМОЙ ПРОКАТКИ**

Контролируемая прокатка является превалирующей технологией производства толстых листов для труб магистральных газо- и нефтепроводов в связи с возможностью обеспечения высокого комплекса механических свойств и необходимой хладостойкости малоперлитных сталей, микролегированных сильными карбидообразующими элементами. Регламентированные режимы термомеханического воздействия обеспечивают формирование высокого уровня механических свойств. При этом снижение температуры окончания деформации, особенно ниже температуры начала $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения приводит к дополнительному повышению прочности.

Целью данной работы является анализ однородности структуры и свойств, а также способов их повышения в малоперлитных низколегированных строительных сталях толстолистового сортамента после деформационно-термической обработки при пониженных температурах.

Материалом для исследования служили образцы толстолистового проката из сталей 10Г2ФБ и 13Г1С-У, прокатанных по технологии контролируемой прокатки, с завершением деформации при пониженных температурах. Образцы стали 13Г1С-У подвергали нормализации и полному отжигу от 940–960 °С, нормализации после полного отжига и нормализации после релаксационного отжига при 600 °С. Также проводили отжиг образцов стали 10Г2ФБ от температур 1000, 1050, 1150 и 1200 °С с временем выдержки 20 и 120 мин.

Для высокопрочных трубных сталей с пониженным содержанием углерода в условиях основных отечественных производителей толстолистовой продукции, прокатку в чистой клетке стана производят при весьма низких температурах, часто приближающихся к 700 °С.

Деформация при пониженных температурах, когда процессы рекристаллизации в аустените полностью подавлены, приводит к формированию неоднородной структуры стали в виде чередующихся полос ферритных зерен и участков перлита, а также вызывает повышение уровня внутренних напряжений и обусловленное этим возможное снижение стойкости против коррозионного растрескивания под напряжением, как одного из основных факторов, обеспечивающих необходимые эксплуатационные характеристики трубопроводов [1, 2].

Неоднородность структуры определяет анизотропию механических свойств высокопрочных строительных сталей, которая выражается в пониженных прочностных и пластических свойствах в направлении, отличном от направления прокатки, при этом максимальное различие наблюдается в направлении перпендикуляра к плоскости листа (Z-направление). Максимальное влияние структурная неоднородность оказывает на ударную вязкость, так как эта характеристика стали является наиболее структурночувствительной [3].

Ввиду того, что толстолистовой прокат, предназначенный для изготовления труб магистральных газо- и нефтепроводов, нередко эксплуатируется в условиях дальнего севера, немаловажным является тот факт, что степень анизотропии механических свойств сильно зависит от температуры окружающей среды. Так, коэффициент анизотропии (К) показателей ударной вязкости, определяемый как частное от деления соответствующих значений при испытаниях продольных образцов к значениям, полученным для поперечных образцов при той же температуре, существенно возрастает с понижением температуры испытаний (рис. 1). Такая неоднородность свойств толстолистового проката из высокопрочных строительных

сталей, микролегированных сильными карбидообразующими элементами, существенно ограничивает использование данного вида продукции, в частности, в строительстве высотных зданий и сооружений ответственного назначения [4].

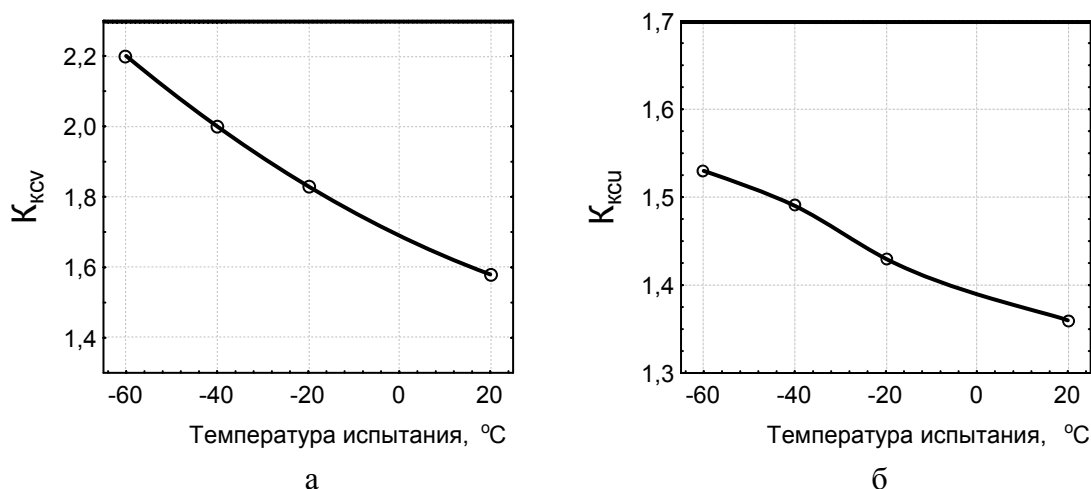


Рис. 1. Изменение коэффициентов анизотропии (K) показателей ударной вязкости K_{CV} (а) и K_{CU} (б) стали 10Г2ФБ в зависимости от температуры испытания

Структурная неоднородность в сталях контролируемой прокатки не устраняется термической обработкой. Так, в ходе проведенных экспериментов установлено, что полный и релаксационный отжиги не устраняют структурную неоднородность.

Один, два и даже три цикла нормализации существенно не изменяют полосчатость структуры. Лишь только после полного отжига, проведение нормализации уменьшает степень полосчатости. Однако при этом существенно снижается твердость стали.

Повышение температуры отжига и продолжительности аустенитизации также могут не обеспечить устранение структурной неоднородности сталей контролируемой прокатки. Так, для стали 10Г2ФБ после контролируемой прокатки проводили отжиг при температурах 1000–1200 °C. Независимо от температуры нагрева образование перлита при диффузионном распаде аустенита происходит в виде сплошных протяженных полос (рис. 2). Ширина полос и расстояние между ними при всех реализованных температурах нагрева изменяются мало.

Увеличение длительности выдержки при температуре аустенитизации до 120 мин практически не оказывает влияния на структурную неоднородность при температурах отжига 1000 и 1050 °C (рис. 2, д, е). Наблюдается лишь некоторое увеличение толщины ферритных полос и размера зерна феррита по сравнению с меньшей длительностью выдержки при аустенитизации. При нагреве до 1150 °C происходит значительное укрупнение зерен феррита и толщины ферритных полос. Также наблюдается частичное дробление участков перлита, однако, по-прежнему в структуре присутствует большое количество перлитных полос. Длительная выдержка при 1200 °C способствует существенному снижению степени структурной неоднородности, сформированной в процессе термомеханической обработки по контролируемым режимам. В результате продолжительного высокотемпературного нагрева в стали 10Г2ФБ формируется структура, состоящая из крупных зерен феррита и отдельных крупных участков перлита размером от 10 до 40–50 мкм. Распределение перлитных участков в структуре образца носит произвольный неупорядоченный характер. Яркая выраженная перлитная полосчатость отсутствует.

Однако тщательный анализ структуры стали 10Г2ФБ по сечению образца от поверхности к центру показал, что после отжига при 1200 °C в течении 120 мин структурная неоднородность в определенной мере сохраняется. Она проявляется в чередовании зон с повышенным и пониженным содержанием перлита.

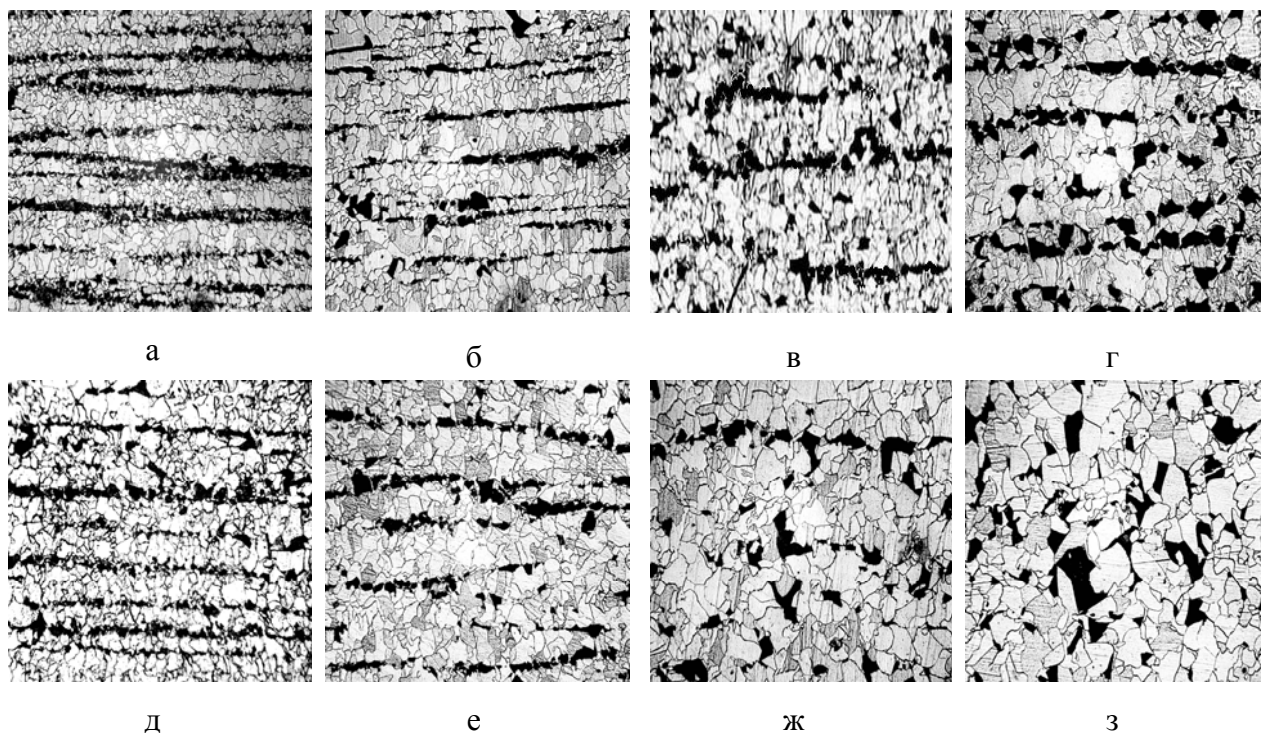


Рис. 3. Микроструктура стали 10Г2ФБ, отожженной при различных температурах с временем выдержки 20 мин (а, б, в, г) и 120 мин (д, е, ж, з) ($\times 250$):

а, д – $T_{\text{нагр}} = 1000 \text{ }^\circ\text{C}$; б, е – $T_{\text{нагр}} = 1050 \text{ }^\circ\text{C}$; в, ж – $T_{\text{нагр}} = 1150 \text{ }^\circ\text{C}$; г, з – $T_{\text{нагр}} = 1200 \text{ }^\circ\text{C}$

В последнее время совместно с контролируемой прокаткой применяют ускоренное охлаждение. Это способствует повышению уровня механических свойств и переходу к более высоким классам прочности. При этом регулируя интенсивность охлаждения, можно изменять получаемый комплекс свойств. Однако современные установки ускоренного охлаждения толстолистового проката не способны обеспечить однородную скорость охлаждения по всему периметру листа, что ведет к неравномерному распределению свойств.

Имеются сведения, что длительная гомогенизация перед контролируемой прокаткой и ускоренное охлаждение после чистовой клетки стана обеспечивают формирование бесполосчатой структуры стали 10Г2ФБ [5]. Отмечается, что в результате пластической деформации происходит переход большей части углерода стали в твердый раствор внедрения в феррите, что приводит к значительному снижению количества перлита в структуре. Однако проведение последующего отжига при $950 \text{ }^\circ\text{C}$ приводит к выходу углерода из твердого раствора, в результате чего наблюдается увеличение площади перлитных участков в структуре.

Важно отметить, что в структуре стали с равномерным распределением перлита после отжига наблюдается феррито-перлитная полосчатость, характерная для низкоуглеродистой стали после контролируемой прокатки с ее завершением при температурах, соответствующих двухфазной $\gamma + \alpha$ области.

Формирование структуры с высокой степенью развития феррито-перлитной полосчатости можно объяснить, используя положения теории пластической деформации поликристаллических тел.

В деформируемом металле при достижении определенной степени обжатия возникает текстура деформации, т. е. ориентированная структура, в которой практически все кристаллиты ориентированы благоприятно по отношению к скалывающим напряжениям. Исходя из дислокационной модели строения границ, логично предположить, что при высоких степенях деформации при температурах, когда рекристаллизация существенно затруднена, границы зерен в местах их контакта в направлении течения металла трансформируются из высокоугловых в среднеугловые и даже малоугловые с возможностью их «рассыпания» на отдельных участках.

Такое изменение строения границ соседних зерен превращает их из непроницаемых, по крайней мере, в полупроницаемые барьеры для движения дислокаций в процессе пластической деформации. Это должно затруднять процесс зарождения кристаллов новой фазы в ходе как полиморфного превращения аустенита в феррит, так и выделения избыточных карбидов, карбонитридов или нитридов. Поэтому в случае распада аустенита с высокой степенью развития текстуры деформации, особенно когда его зерна приобретают форму волокон, зарождение феррита в процессе полиморфного превращения будет происходить преимущественно в приграничных объемах у поверхности, перпендикулярной направлению приложения деформирующей нагрузки. В местах же контакта зерен в направлении течения металла вероятность зарождения кристаллов феррита будет небольшой. Поэтому фронт полиморфного превращения аустенита в феррит будет распространяться, прежде всего, от поверхностей раздела, параллельных или почти параллельных плоскости листа, в направлении центральной зоны зерна. В результате такого механизма развития $\gamma \rightarrow \alpha$ – превращения к моменту начала перлитного превращения сформируется структура, состоящая из полос феррита и остатков деформированных аустенитных зерен с высокой концентрацией углерода.

Условия охлаждения могут влиять на количество перлита в структуре деформированной стали после завершения $\gamma \rightarrow \alpha$ – превращения в связи с описанной выше возможностью растворения углерода в феррите по типу замещения. Однако, распределение количества углерода по толщине металла остается не равномерным, в результате чего при последующем отжиге на месте протяженных участков, обогащенных углеродом, образуются полосы перлита.

ВЫВОДЫ

Совершенствование состава и режимов деформационно-термической обработки высокопрочных строительных сталей трубного сортамента должно быть ориентировано на повышение степени однородности структуры и снижение анизотропии свойств сплавов, предназначенных для изготовления изделий, работающих в сложных условиях эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбатенко В. П. Особенности структуры сталей контролируемой прокатки / В. П. Горбатенко // Наукові праці Донецького національного технічного університету : серія «Металургія». – Донецьк : ДонНТУ. – 2004. – Вип. 73. – С. 53–57.
2. Горбатенко В. П. Влияние характеристик металлургического качества высокопрочных трубных сталей на показатели их стойкости против КРН / В. П. Горбатенко, В. М. Дорохин, В. В. Бурховецкий // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – Донецьк : ДонНТУ. – 2007. – Вип. 9 (122). – С. 198–207. – (Серія : «Металургія»).
3. Оценка анизотропии механических свойств и трещиностойкости листов и труб большого диаметра / В. М. Дорохин, В. П. Горбатенко, Ю. Д. Морозов, Г. А. Филиппов, О. Н. Чевская // Сталь. – 2001. – № 1. – С. 65–69.
4. О причинах анизотропии механических свойств стали типа 10Г2ФБ / В. И. Большаков, Г. М. Воробьев, И. А. Тюттерев // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. трудов. – Дн-вск : ПГАСА. – 2008. – Вип. 45. – Ч. 4. – С. 49–55.
5. Изменение параметра решетки феррита при устранении перлитной полосчатости в стали 10Г2ФБ / В. И. Большаков, Г. М. Воробьев, И. А. Тюттерев, А. Я. Спильник // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. трудов. – Дн-вск. : ПГАСА. – 2008. – Вип. 36. – Ч. 3. – С. 153–162.

Горбатенко В. П. – д-р техн. наук, проф. ДонНТУ;
Лукин А. В. – аспирант ДонНТУ;
Белоус Е. Ю. – студент ДонНТУ.

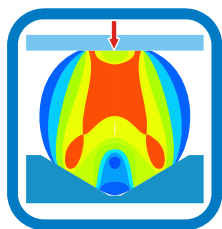
ДонНТУ – Донецкий национальный технический университет, г. Донецк.

E-mail: Lykun@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ЗМІСТ

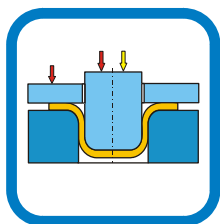
CONTENT



РАЗДЕЛ I МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

<i>Бровман М. Я.</i> О системах координат, применяемых при анализе процессов обработки металлов давлением	3
<i>Михалевич В. М., Красевський В. О.</i> Формулювання варіаційної задачі для моделі накопичення пошкоджень при гарячому деформуванні	12
<i>Євстратов В. О., Підгірна В. О.</i> Дослідження поля швидкостей для задачі видавлювання низької заготовки	17
<i>Алиев И. С., Жбанков Я. Г.</i> Исследование силового режима процесса радиально-прямого выдавливания с обжатием	22
<i>Алиев И. С., Грудкина Н. С.</i> Теоретический анализ процесса радиально-обратного выдавливания деталей типа «стакан с фланцем» энергетическим методом верхней оценки	29
<i>Алиева Л. И., Жбанков Я. Г., Абхари П.</i> Моделирование процесса радиального выдавливания с подвижной матрицей	34
<i>Периг А. В., Лаптев А. М., Тышкевич А. В., Бондаренко Е. А.</i> Моделирование процесса равноканального углового прессования: двухпараметрический анализ методом жестких блоков и экспериментальная верификация методом кольцевых сеток	40
<i>Матвийчук В. А., Алиева Л. И., Сухоруков С. И.</i> Моделирование высадки торцевой раскаткой наружных буртов на трубных заготовках	46
<i>Смаль С. Н., Данченко В. Г.</i> Разработка математической модели процесса образования рифтов на цилиндрической поверхности полой заготовки	52
<i>Косенко М. В., Нагорская И. В., Гулькова О. В.</i> Исследование начальной стадии выдавливания полых конических деталей	61
<i>Алиева Л. И., Мартынов С. В., Мясущин Е. А., Абашева А. Г.</i> Исследование процесса формообразования фланцев на трубных заготовках	66
<i>Данченко В. Н., Миленин А. А., Ярошенко О. А., Андреев В. В., Самсоненко А. А.</i> Теоретическое исследование напряженно-деформированного состояния металла при прокатке сортовых профилей из специальных марок сталей	72
<i>Шкатов В. В., Шаршаков М. И., Шкатов М. И.</i> Модель расчета сопротивления деформации углеродистых и низколегированных сталей при непрерывной горячей прокатке	77
<i>Добронос Ю. К., Смолякова В. В., Настоящая С. С., Бурдов И. С.</i> Математическое моделирование механических свойств металлов и сплавов при их горячей прокатке	81
<i>Василев Я. Д., Коноводов Д. В.</i> Распределение контактных напряжений при холодной прокатке по методике Э. А. Гарбера	85

<i>Измайлова М. К., Нехаев Н. Е., Степчук В. В.</i> Построение кинематически возможного поля скоростей перемещений при прокатке фланцевых профилей в четырехвалковых калибрах	90
<i>Касьянюк С. В., Саплин С. Ю., Чемерис С. В.</i> Математическое моделирование основных показателей качества при реализации процесса волочения многослойных заготовок	96
<i>Саплин С. Ю., Кулик Н. А., Сатонин А. А., Зеленский А. А.</i> Трехмерное математическое моделирование основных показателей качества готовой металлопродукции при реализации процесса правки растяжением с изгибом	101
<i>Титов В. А., Злочевская Н. К., Алексеенко О. В.</i> Моделирование процессов пластического деформирования композиционных материалов с учетом топологических особенностей структуры	106

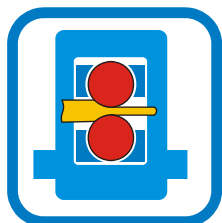


РАЗДЕЛ II ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

<i>Бейгельзимер Я. Е., Прокофьева О. В., Кулагин Р. Ю.</i> Пластичность субмикроструктурных материалов	115
<i>Хван А. Д.</i> Определение характеристик сопротивления материалов пластическому деформированию	119
<i>Ступка А. Г., Стельмашенко О. В.</i> Уменьшение брака по карбидной неоднородности поковок из ледебуритных сталей	125
<i>Беляев С. М., Головкин А. Н., Новак М.</i> Экспериментальное исследование прессуемости алюминий-магниевого композиционного материала	129
<i>Петров П. А.</i> К вопросу построения «изотермической» кривой текучести алюминиевого сплава АК 4-1	135
<i>Давиденко О. А., Березина А. Л., Спужанюк В. З., Гангалюк О. М., Касатка М. Г., Монастирська Т. А., Коваленко І. М.</i> Вплив комбінованої інтенсивної пластичної деформації на структуру і властивості силумінів	141
<i>Шломчак Г. Г., Фирсова Т. И., Соснев И. Ю.</i> Аспекты становления и развития реологической концепции	147
<i>Яковлев С. С., Трегубов В. И.</i> Ротационная вытяжка с утонением стенки трубных заготовок из анизотропного материала и разделением очага деформации	151
<i>Поликарпов Е. Ю.</i> Реверсивная вытяжка осесимметричных деталей с фланцем из анизотропных материалов	161
<i>Саськова М. А., Краев М. В., Гринкевич В. А., Кузьмина О. М.</i> Экспериментальное исследование влияния деформационных факторов на параметры твердости при раздаче трубных заготовок	169
<i>Титов В. А., Борис Р. С.</i> Дослідження процесу виготовлення біметалевих трубчастих елементів витягуванням	173

<i>Васильків В. В.</i> Нові способи формоутворення широкосмугових гвинтових заготовок з листового прокату	178
<i>Василевский О. В.</i> Технологияковки высокохромистой стали X12MФ	184
<i>Плеснецов Ю. А.</i> Особенности формоизменения металла на участке осадки рифлений	188
<i>Бойко Ю. А., Драгобецкий В. В., Мосьпан Д. В.</i> Формоизменение штампосварных шаровых деталей	192
<i>Скрябин С. А., Швец Л. В.</i> Изготовление профилей сложного поперечного сечения в условиях изотермического деформирования	198
<i>Ашкелянец А. В.</i> Экспериментальное исследование формоизменения металла при внедрении врезного кольца	206
<i>Перерва А. В., Левандовский В. Ф.</i> Прессование труб большого диаметра и широких панелей из нескольких контейнеров	211
<i>Berski S. A., Banaszek G. A., Dyja H. S.</i> Measurement system for recording parameters of bimetal extrusion process	216
<i>Скрябин С. А., Чайка Д. С.</i> Влияние внеконтактных зон вальцуемых заготовок на размеры фактического очага деформации	220
<i>Тришевский О. И., Плеснецов С. Ю.</i> Анализ современного состояния производства и применения специальных профилей с местами изгиба на 180°	227
<i>Євстратов В. О., Коворотний Т. Л.</i> Розроблення методики отримання якісних профілів з алюмінієвого сплаву АМц	231
<i>Сатонин А. В., Чуруканов А. С., Картавенко А. С., Никишин С. М.</i> Совершенствование методов расчета технологии и оборудования процесса горячей прокатки относительно толстых листов и полос	236
<i>Кулик А. Н., Данько А. В., Юрков К. Ю.</i> Исследование контактных напряжений при асимметричной прокатке в чистовых клетях толстолистовых станов	244
<i>Максименко О. П., Романюк Р. Я.</i> Анализ равнодействующей горизонтальных сил по опытным эпюрам контактных напряжений	246
<i>Федоринов В. А., Севастьянов Б. В., Картавенко А. С., Никишин С. М.</i> Математическое обеспечение систем автоматизированного регулирования процесса горячей прокатки в чистовых рабочих клетях толстолистовых прокатных станов	252
<i>Шпак В. И., Кулик Т. А., Кондратов Д. В., Пластун Д. О.</i> Исследование влияния скорости прокатки на температурное поле очага деформации при теплой прокатке относительно тонких полос	256
<i>Мазур И. П., Рыбченко М. В.</i> Влияние межклетевого охлаждения на тепловое состояние полосы	261
<i>Николаев В. А., Васильев А. А.</i> Исследование параметров процесса прокатки в клетях с одним приводным валком	265

<i>Данченко В. Н., Миленин А. А., Ремез О. А., Ярошенко О. А., Самсоненко А. А.</i> Теоретическое исследование формоизменения специальных сталей при прокатке в калибрах простой формы	270
<i>Курандо Д. I.</i> Розрахунок формозміни та енергосилових параметрів прокатки одногребньових профілів	275
<i>Дворжак А. И., Смолякова В. В., Александрова З. А., Стежкин П. М.</i> Исследование влияния технологических режимов на энергосиловые параметры и основные показатели качества при прокатке неравнобоких угловых профилей	279
<i>Коваленко С. В., Гашимов Э. В., Пастернак В. В., Шпак А. Н., Крамчанинов В. М., Иванов А. А.</i> Разработка рациональной технологии производства профильного проката и устройства для его обработки	284
<i>Горбатенко В. П., Лукин А. В., Белоус Е. Ю.</i> Неоднородность структуры и свойств высокопрочных строительных сталей после контролируемой прокатки	290
<i>Беликов Ю. М., Головченко А. П., Терещенко А. А., Фролов Я. В., Григоренко В. У., Дехтярев В. С.</i> Определение обжатий при периодической прокатке труб на станах ХПТ при подаче заготовки в обоих крайних положениях клетки	294
<i>Грибков Э. П., Федоринов М. В., Гаврильченко О. А., Кулик Н. А.</i> Экспериментальные исследования процессов холодной и горячей правки относительно толстых листов	300
<i>Сатонин А. В., Пашков В. Г., Емченко Е. А., Голубенко Н. Ю., Пеньчуков А. А.</i> Определение расчетно-эмпирических оценок удельных значений сил и моментов резания фрагментов крупногабаритных шин на дисковых ножницах	305
<i>Луценко В. А., Беседин А. И., Боровик П. В.</i> Особенности раскроя биметаллических раскатов	310
<i>Кассов В. Д., Грибков Э. П., Малыгина С. В.</i> Исследование процесса изготовления порошковой ленты	315
<i>Баглюк Г. А., Гончарук Д. А.</i> Горячая штамповка пористых заготовок из высоколегированных порошковых инструментальных сталей	319
<i>Руденко Н. А., Лаптев А. М., Попивненко Л. В.</i> Прессование смеси порошков железа и хлорида натрия	326
<i>Корж В. В., Лаптев А. М.</i> Получение хромистых порошковых деталей горячей штамповкой без предварительного спекания	329



РАЗДЕЛ III ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

<i>Роганов Л. Л., Карнаух С. Г., Чоста Н. В.</i> Совершенствование клиношарнирных механизмов прессов для разделительных процессов обработки давлением	333
--	-----

<i>Добронос Ю. К., Гуцин А. В., Неня О. Ю.</i> Оборудование для производства осесимметричных металлоизделий сложной формы на основе процесса поперечной прокатки	339
<i>Макишанцев В. Г., Чередніченко О. С., Грачов І. А., Дем'яненко Ю. В.</i> Система контролю співвісності поковок на автоматизованому кувальному комплексі	343
<i>Калашников А. А., Кирпичников С. П., Царев А. В., Козняков А. И.</i> Современные тенденции развития оборудования для резки горячих листов на примере ножниц дисковых кромкообрезных стана «Трио – Лаута – 2150»	349
<i>Елецких В. И., Гриценко С. А.</i> Оптимизация скоростных параметров барабанных летучих ножниц с числовым программным управлением функцией мерного реза	352
<i>Роганов Л. Л., Абрамова Л. Н.</i> Роль направляющих в кузнечно-прессовом оборудовании	358
<i>Веренев В. В., Белобров Ю. Н., Бобух И. А.</i> Методика оптимизации конструктивных параметров линии главного привода прокатной клетки	362
<i>Белобров Ю. Н., Шестопалов А. В., Попов С. В., Майоров Д. Г.</i> Уточненный метод расчета нагрузок привода листопрямляющих машин и его адаптация для АСУ ЛПМ № 1 стана 3000 Алчевского МК	366
<i>Ольховский М. А., Белкин И. Ю., Статива К. Ю.</i> Повышение экономичности систем гидравлического удаления окалины путем внедрения насосных станций с частотным приводом	369
<i>Борисенко А. В.</i> Методы переработки синтетических отходов	373
<i>Євстратов В. О.</i> Шлях тертя як важливий чинник зношення штампів	378
<i>Калюжний В. Л., Сабол С. Ф., Калюжний О. В., Піманов В. В.</i> Розробка конструкції та розрахунків конструктивних параметрів штампу для холодного видавлювання з розтягом сталевих порожнистих виробів	382
<i>Колот О. В.</i> Особливості застосування кріогенної технології для підвищення якості твердосплавного інструменту	387
<i>Доронин О. Н., Кудряшов А. Е., Крахт В. Б.</i> О применении технологии электроискрового легирования для обработки прокатных валков из износостойкого (белого) чугуна при применении электродных материалов марки СТИМ (система Ti-C-Ni-Al)	391
<i>Чуев А. А., Данченко В. Н.</i> Учет износа валков прошивного стана при совершенствовании технологии прошивки	396
АННОТАЦИИ	401