

Запорізький національний технічний університет

НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ В МЕТАЛУРГІЇ ТА МАШИНОБУДУВАННІ

**НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ
В МЕТАЛЛУРГИИ И МАШИНОСТРОЕНИИ**

**INNOVATIVE MATERIALS AND TECHNOLOGIES
IN METALLURGY AND MECHANICAL ENGINEERING**

1'2008

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

ВИХОДИТЬ ДВІЧІ НА РІК

Зареєстрований 29 січня 2003 року Державним комітетом інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України.

Свідоцтво – серія КВ № 6906.

Засновник та видавець: Запорізький національний технічний університет

Запоріжжя, ЗНТУ
2008

Журнал "Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні" видається з 1997 року. Він входить до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук.

Науковий журнал друкує оригінальні та оглядові статті науковців ВНЗ і установ України та інших країн відповідно до рубрик:

- теорія будови та структурних змін у металах, сплавах та композитах. Вплив термічної, хіміко-термічної та термомеханічної обробки на характер структури і фізико-механічні властивості матеріалів;
- конструкційні та функціональні матеріали. Механічні властивості сталей, сплавів та композитів. Технологічне забезпечення надійності та довговічності деталей енергетичних установок. Методи механічного оброблення. Технології зміцнювальних обробок. Характеристики поверхневих шарів та захисних покриттів деталей машин і виробів;
- металургійне виробництво. Теплофізика та теплоенергетика. Ресурсозберігальні технології. Порошкова металургія. Промтранспорт. Раціональне використання металів;
- механізація, автоматизація та роботизація. Вдосконалення методів дослідження та контролю якості металів. Моделювання процесів у металургії та машинобудуванні.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор:

д-р техн. наук, професор С. Б. Беліков (ЗНТУ), Україна

Заступники гол. редактора:

д-р техн. наук, професор В. Ю. Ольшанецький (ЗНТУ), Україна

д-р техн. наук, професор Ю. М. Внуков (ЗНТУ), Україна

Члени редколегії:

д-р техн. наук А. Д. Коваль (ЗНТУ), Україна
д-р техн. наук В. В. Луцьов (ЗНТУ), Україна
д-р техн. наук І. П. Волчок (ЗНТУ), Україна
д-р техн. наук В. С. Попов (ЗНТУ), Україна
д-р техн. наук Б. П. Середя (ЗДІА), Україна
д-р техн. наук В. Ф. Терент'єв (МДТУ), Росія
д-р техн. наук С. Т. Мілейко (ІФТТ), Росія
д-р техн. наук С. Жаткош (Польща)
д-р техн. наук В. О. Богуслаєв («Мотор Січ»), Україна
д-р техн. наук В. В. Аверін (ІММ) Росія
д-р техн. наук Б. Б. Винокур (США)
д-р техн. наук А. Л. Геллер (Німеччина)
д-р техн. наук В. І. Мазур (НМетА) Україна
д-р техн. наук О. С. Комаров (Бєларусь)

д-р техн. наук О. Я. Качан (ЗНТУ), Україна
д-р фіз.-мат. наук С. В. Лоскутов (ЗНТУ), Україна
д-р фіз.-мат. наук Ж. Бюлябуа (Німеччина)
д-р техн. наук Л. Р. Вишняков (ІПМ НАН), Україна
д-р техн. наук Я. Кундрак (Угорщина)
д-р фіз.-мат. наук В. І. Пожуєв (ЗДІА), Україна
д-р техн. наук Я. Гловня (Польща)
д-р техн. наук А. Федоришин (Польща)
д-р техн. наук М. І. Гасик (НМетАУ), Україна
д-р техн. наук Е. І. Цивірко (ЗНТУ), Україна
д-р техн. наук А. Ш. Асатурян (ЗНТУ), Україна
д-р техн. наук Ю. Ф. Терновой (УкрНДІспецсталь), Україна
д-р техн. наук Л. Й. Івченко (ЗНТУ), Україна
д-р техн. наук В. О. Толок (ЗНТУ), Україна

Редакційно-видавнича рада:

С. Б. Беліков, В. Ю. Ольшанецький, Ю. М. Внуков, К. С. Бондарчук, Н. М. Кобзар, В. К. Єршова, Н. О. Савчук, Т. О. Сокол, М. Л. М'ясников, Н. І. Висоцька

Рукописи надісланих статей проходять додаткове незалежне рецензування з залученням провідних фахівців України та інших країн, за результатами якого редакційна колегія приймає рішення щодо можливості їх опублікування. Рукописи не повертаються.

Рекомендовано до видання вченою радою Запорізького національного технічного університету, протокол № 5 від 21 січня 2008 року.

Журнал набраний та зверстаний у редакційно-видавничому відділі Запорізького національного технічного університету.

Комп'ютерний дизайн та верстка: Н. О. Савчук

Коректори: Н. М. Кобзар, В. К. Єршова, К. С. Бондарчук

Адреса редакції: 69063, Запоріжжя, вул. Жуковського, 64, тел.: (061) 769-82-96 – редакційно-видавничий відділ

E-mail: rvw@zntu.edu.ua

Журнал “Новые материалы и технологии в металлургии и машиностроении” издается с 1997 года. Он входит в список научных профессиональных изданий Украины, в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на получение научных степеней доктора и кандидата технических наук.

Научный журнал печатает оригинальные статьи научных работников вузов и организаций Украины и других стран в соответствии с рубриками:

- теория строения и структурных изменений в металлах, сплавах и композитах. Влияние термической, химико-термической и термомеханической обработки на характер структуры и физико-механические свойства материалов;
- конструкционные и функциональные материалы. Механические свойства сталей, сплавов и композитов. Технологическое обеспечение надежности и долговечности деталей энергетических установок. Методы механической обработки. Технологии упрочняющих обработок. Характеристики поверхностных слоев и защитных покрытий деталей машин и изделий;
- металлургическое производство. Теплофизика и теплоэнергетика. Ресурсосберегающие технологии. Порошковая металлургия. Промтранспорт. Рациональное использование металлов;
- механизация, автоматизация и роботизация. Усовершенствование методов исследования и контроля качества металлов. Моделирование процессов в металлургии и машиностроении.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

д-р техн. наук, профессор С. Б. Беликов (ЗНТУ), Украина

Заместители главного редактора:

д-р техн. наук, профессор В. Е. Ольшанецкий (ЗНТУ), Украина

д-р техн. наук, профессор Ю. Н. Внуков (ЗНТУ), Украина

Члены редколлегии:

д-р техн. наук А. Д. Коваль (ЗНТУ), Украина
д-р техн. наук В. В. Лунев (ЗНТУ), Украина
д-р техн. наук И. П. Волчок (ЗНТУ), Украина
д-р техн. наук В. С. Попов (ЗНТУ), Украина
д-р техн. наук Б. П. Середа (ЗГИА), Украина
д-р техн. наук В. Ф. Терентьев (МГТУ), Россия
д-р техн. наук С. Т. Милейко (ИФТТ), Россия
д-р техн. наук С. Жаткош (Польша)
д-р техн. наук В. А. Богуслаев
(«Мотор Сич»), Украина
д-р техн. наук В. В. Аверин (ИММ), Россия
д-р техн. наук Б. Б. Винокур (США)
д-р техн. наук А. Л. Геллер (Германия)
д-р техн. наук В. И. Мазур (НМетА), Украина
д-р техн. наук О. С. Комаров (Беларусь)

д-р техн. наук А. Я. Качан (ЗНТУ), Украина
д-р физ.-мат. наук С. В. Лоскутов (ЗНТУ), Украина
д-р физ.-мат. наук Ж. Бюлябуа (Германия)
д-р техн. наук Л. Р. Вишняков (ИПМ НАН), Украина
д-р техн. наук Я. Кундрак (Венгрия)
д-р физ.-мат. наук В. И. Пожуев (ЗГИА), Украина
д-р техн. наук Я. Гловня (Польша)
д-р техн. наук А. Федоришин (Польша)
д-р техн. наук М. И. Гасик (НМетАУ), Украина
д-р техн. наук Э. И. Цивирко (ЗНТУ), Украина
д-р техн. наук А.Ш. Асатурян (ЗНТУ), Украина
д-р техн. наук Ю. Ф. Терновой
(УкрНИИ Спецсталь), Украина
д-р техн. наук Л. И. Ивченко (ЗНТУ), Украина
д-р техн. наук В. А. Толоч (ЗНТУ), Украина

Редакционно-издательский совет:

С. Б. Беликов, В. Е. Ольшанецкий, Ю. Н. Внуков, Е. С. Бондарчук, Н. Н. Кобзарь, В. К. Ершова, Н. А. Савчук, Т. А. Сокол, Н. Л. Мясников, Н. И. Высоцкая

Рукописи присланных статей проходят дополнительное независимое рецензирование с привлечением ведущих специалистов Украины и других стран, по результатам которого редакционная коллегия принимает решения о возможности их опубликования. Рукописи не возвращаются.

Рекомендовано к изданию ученым советом Запорожского национального технического университета, протокол № 5 от 21 января 2008 года.

Журнал набран и сверстан в редакционно-издательском отделе Запорожского национального технического университета.

Компьютерный дизайн и верстка: Н. А. Савчук

Корректоры: Н. Н. Кобзарь, В. К. Ершова, Е. С. Бондарчук

Адрес редакции: 69063, Запорожье, ул. Жуковского, 64, тел.: (061) 769-82-96 – редакционно-издательский отдел

E-mail: rvw@zntu.edu.ua

ЗМІСТ

I СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ. ОПІР РУЙНУВАННЮ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

<i>Кисилева И.Ю., Мищенко В.Г., Ольшанецкий В.Е.</i> ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РЕЗЕРВОВ ПЛАСТИЧНОСТИ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ	8
<i>Мазур А.В., Мазур В.И.</i> О СТРУКТУРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ В СПЛАВАХ Al-Si В ТВЕРДОМ И ТВЕРДО-ЖИДКОМ СОСТОЯНИЯХ	11
<i>Шаломеев В.А.</i> ЖАРОПРОЧНЫЙ МАГНИЕВЫЙ СПЛАВ Мл-10 СО СКАНДИЕМ	15
<i>Дурягіна З.А., Лазько Г.В., Пилипенко Н.В.</i> КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛАЗЕРНОГО ЛЕГУВАННЯ КОРОЗІЙНОТРИВКИХ СТАЛЕЙ	20
<i>Попов С.Н., Антонюк Д.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ ИЗНАШИВАНИЯ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РЕЗЦОВ ДОРОЖНОЙ ФРЕЗЫ	25

II КОНСТРУКЦІЙНІ І ФУНКЦІОНАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

<i>Павлов В.А., Ляшенко А.П., Носенко М.И.</i> ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	30
<i>Паламарь Д.Г., Раздобреев В.Г.</i> УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОКАТКИ АРМАТУРНОГО ПРОКАТА №12 В ПОТОКЕ НЕПРЕРЫВНОГО МЕЛКОСОРТНОГО СТАНА 250	33

III ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ТА ОБРОБКИ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

<i>Наумик В.В., Цивирко Э.И., Лунев В.В.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗВРАТА ПРИ ПОЛУЧЕНИИ КАЧЕСТВЕННЫХ ОТЛИВОК ИЗ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ С УПРАВЛЯЕМОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИЕЙ	37
<i>Буря А.И., Козлов Г.В., Рула И.В., Вишняков Л.Р.</i> ВЛИЯНИЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕПЛАСТИКОВ НА ОСНОВЕ ФЕНИЛОНА	43
<i>Самойлов Ю.В., Цивирко Э.И., Самойлов В.Е., Кудин В.В.</i> ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ РАСПЛАВА И СТРУКТУРА НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ	47
<i>Косинский В.В.</i> ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СВОЙСТВА ВЯЗКИХ СЖИМАЕМЫХ ЖИДКОСТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОПИТКИ ИМИ ПОРИСТЫХ ТЕЛ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ	52

**МАТЕРІАЛИ ПЛЕНАРНОГО ЗАСІДАННЯ І МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«МАШИНИ ТА ПЛАСТИЧНА ДЕФОРМАЦІЯ МЕТАЛІВ»**

<i>Чигиринский В.В.</i> НОВЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕОРИИ ПЛАСТИЧНОСТИ	57
<i>Рябичева Л.А., Никитин Ю.Н.</i> АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА ПРОЦЕСС УПЛОТНЕНИЯ ПОРИСТЫХ ТЕЛ	63
<i>Снитко С.А., Яковченко А.В., Излева Н.И.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ КОЛЕСНЫХ ЗАГОТОВОК	67
<i>Краев М.В., Гринкевич В.А., Хлынцева Т.В., Краева В.С.</i> ПРИНЦИП ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ НА ОСНОВЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА СТАЛИ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ	72
<i>Бурлей П.А., Тарасов А.Ф.</i> ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ЧАСТИЦ ПОРОШКА БРОНЗЫ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕСПЕЧЕННЫХ ПРЕССОВОК, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И СТАТИКОДИНАМИЧЕСКОМ ПРЕССОВАНИИ	74
<i>Белый Е.Т.</i> РЕЛЬЕФ ПОВЕРХНОСТИ – ФАКТОР СНИЖЕНИЯ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТОНКОЛИСТОВОЙ СТАЛИ	77
IV МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ В МЕТАЛУРГІЇ ТА МАШИНОБУДУВАННІ	
<i>Пожуев В.І., Безверха М.А.</i> РОЗПОВСЮДЖЕННЯ В'ЯЗКОПРУЖНИХ ХВИЛЬ У ТІЛАХ З НЕОДНОРІДНОЮ СТРУКТУРОЮ	83
<i>Попович А.Г., Шевченко В.Г.</i> МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ СОСТАВА ПОКРЫТИЙ ДЛЯ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ГРАДИЕНТА ТЕМПЕРАТУР	86
<i>Максименко О.П.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОКАТКИ В РЕЖИМЕ КОНТАКТНО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ТРЕНИЯ	93
<i>Шамровський О.Д., Веселов А.І., Лимаренко Ю.О.</i> ДИСКРЕТНА МОДЕЛЬ ПОШИРЕННЯ НЕСТАЦІОНАРНОЇ ПОДОВЖНЬОЇ ХВИЛІ В ПРУЖНОМУ СТЕРЖНІ	98
<i>Байков Е.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ НА НЕПРЕРЫВНОМ СТАНЕ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ПРОДОЛЬНОЙ РАЗНОТОЛЩИННОСТИ ПОЛОС	102
<i>Жучков С.М., Лохматов А.П., Ключников К.Ю., Кармазина Ю.В.</i> АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ВОЛОЧЕНИИ КРУГЛОЙ ЗАГОТОВКИ В СВОБОДНО ВРАЩАЮЩИХСЯ ВАЛКАХ С ГЛАДКОЙ БОЧКОЙ	106
<i>Хромов Е.В., Хромов О.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ВИДА ФУНКЦИИ ВНУТРЕННЕГО ТРЕНИЯ ДЛЯ СОБСТВЕННЫХ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ СТАЛЬНОЙ БАЛКИ	111

<i>Лымаренко Ю.А.</i> ВЛИЯНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ МАКРОХАРАКТЕРИСТИКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ИЗДЕЛИЙ	114
--	-----

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ІНФОРМАЦІЯ

<i>Ольшанецкий В.Е.</i> РЕЦЕНЗИЯ НА МОНОГРАФИЮ БАРАНОВА Д.А.	120
<i>Жуков В.Б., Пухальская Г.В.</i> ВЛИЯНИЕ УПРОЧНЕНИЯ НА МЕСТНУЮ УДАРНУЮ ПРОЧНОСТЬ ЛОПАТОК	121
<i>Максимов А.Б., Гофман Л.Д., Кибалов А.А.</i> СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОИЗВОДСТВА ОСТРЯКОВЫХ РЕЛЬСОВ	125
<i>Воденников С.А., Слынько Г.И., Скачков В.А., Воденникова О.С.</i> О ВЛИЯНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ В ОБЪЕМЕ РАСПЛАВЛЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ	128
<i>Геллер А.Л., Горелик В.С.</i> «СТАЛЬ-2007» – МЕЖДУНАРОДНАЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ В ДЮССЕЛЬДОРФЕ (ГЕРМАНИЯ)	131
<i>Мазур В.Л.</i> ПОТЕНЦИАЛ И ПРОБЛЕМЫ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА УКРАИНЫ	144
<i>Плітченко В.В., Стародуб М.П., Сорокін Ю.В., Апухтін В.В.</i> ПРО ВИГОТОВЛЕННЯ ПРЕЦИЗІЙНИХ ЗАГОТОВОК ІЗ ЛАТУНІ ТА БРОНЗИ	148
<i>Зиновьев А.В., Трусов В.А.</i> РОССИЙСКАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ – НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ	151

6. Pagano S., Paroni R. A simple model for phase transition: from the discrete to the continuum problem *Quart. Appl. Math.*, 2003. – №61 – P.89-109.
7. Аэро Э. Л. Существенно нелинейная микромеханика среды с изменяемой периодической структурой *Успехи механики*, 2002. – №3. – С. 130-176.
8. Shen W. Traveling waves in time periodic lattice dynamical systems *Nonlinear Analysis*, 2003. № 54. – P. 319-339.
9. Jensen J. S. Phononic band gaps and vibrations in one- and two-dimensional mass-spring structures *Journal of Sound and Vibration*, 2003. – №5. – P. 1053-1078.
10. Новацкий В. Теория упругости М.: Мир, 1975. – 872 с.
11. Адрианов И. В. Об особенностях предельного перехода от дискретной упругой среды к непрерывной – *ПММ*, 2002. – №2. – С. 271-275.
12. Askes H., Metrikine A.V. One-dimensional dynamically consistent gradient elasticity models derived from a discrete microstructure. Part 1: Generic formulation. *Eur. J. Mech. A. Solids*, 2002. – №21. – P. 573-588.

Одержано 24.12.2007

Предложена дискретная модель распространения нестационарного волнового возмущения в упругом стержне. Принципиальной особенностью новой модели является ступенчатый вид зависимости упругих характеристик модели (пружин) от деформации. Результаты исследований показали, что предложенная модель при решении нестационарных задач дает результаты, лучше согласующиеся с континуальной моделью, чем известные дискретные модели.

The discrete model of propagation of non-stationary wave indignation in an elastic rod is offered. The distinguishing feature of this model is a stage type of relationship of elastic characteristics of the model (springs) upon the deformation. Research results have proved that proposed model gives better results, when solving non-stationary problems that agree with continual model in comparison with known discrete models.

УДК 621.771.23

Е. В. Байков

Государственное высшее учебное заведение «Донецкий национальный технический университет»,
г. Донецк

ИССЛЕДОВАНИЕ НА НЕПРЕРЫВНОМ СТАНЕ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ПРОДОЛЬНОЙ РАЗНОТОЛЩИННОСТИ ПОЛОС

На непрерывном четырехклетевом стане холодной прокатки исследовали продольную разнотолщинность полос при симметричном и асимметричном процессах прокатки. Асимметрию создавали только в четвертой клетки разницей скоростей вращения рабочих валков. Применение рассогласования скоростей валков позволило уменьшить среднее значение толщины полос на 1,9 %, а долю полос, прокатанных в отрицательном поле допусков по толщине увеличить с 69 % до 85 %.

Металлургические предприятия Украины большую часть своей продукции поставляют на мировой рынок. Это характерно и для металлургических предприятий Донецкой области. В таблице 1 приведена структура готового проката, произведенного и экспортированного металлургическими предприятиями Донецкой области в 2005 году [1].

Как видно из таблицы, в 2005 г. предприятия Донецкой области экспортировали 82,55 % готового проката. Экспорт холоднокатаного листа был еще больше и составил 95,78 %.

Между тем, конкуренция на рынке металлопродукции непрерывно ужесточается, что является следствием наращивания производственных мощностей в ряде развивающихся стран, а также в Китае [2]. В свою очередь, ужесточение конкуренции на мировом рынке металлопродукции стимулирует повышение ее каче-

ства (подтвержденного сертификатом) и снижение себестоимости. В большинстве случаев производители и покупатели металлопродукции предпочитают сертифицировать ее в системе международных стандартов ИСО 9001 или ИСО 9002.

Получение продукции, отвечающей требованиям этих стандартов, предусматривает также использование технологии, обеспечивающей необходимое качество продукции.

Целью данной работы¹ является повышение точности геометрических размеров холоднокатаных полос за счет совершенствования технологии их прокатки на непрерывном стане.

¹ Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. В. С. Горелика

Таблиця 1 – Структура готового проката, произведенного и экспортированного предприятиями Донецкой области в 2005 году

№№ п/п	Вид проката	Произведено		Экспортировано	
		тыс. тонн	%	тыс. тонн	%
1	Арматура	214	1,4	20	0,1
2	Средний сорт	541	3,5	168	1,3
3	Крупный сорт	805	5,2	477	3,7
4	Заготовка катаная	855	5,5	850	6,7
5	Заготовка литая	5201	33,6	5181	40,5
6	Толстый лист	3770	24,3	3021	23,6
7	Горячекатаный лист	2555	16,5	2366	18,5
8	Холоднокатаный лист	593	3,8	568	4,4
9	Оцинкованный лист	340	2,2	150	1,2
10	Рельсы	198	1,3	0	0
11	Катанка	423	2,7	0	0
12	Лента	12	0,1	0	0
Итого		15507	100	12801	100

Существующие способы регулирования точности геометрических размеров листового проката по принципу воздействия можно разделить на три группы:

I группа – способы регулирования без приложения дополнительных нагрузок (станочное профилирование, тепловое профилирование и т.п.).

II группа – способы регулирования предполагающие приложение дополнительных нагрузок (противоизгиб, гидрораспор и т.п.).

III группа – способы регулирования через воздействие на величину пластической деформации (различные виды асимметрии при прокатке).

Первая группа способов не позволяет оперативно реагировать на изменения размеров заготовок и полос, вторая – создает дополнительную нагрузку на валки и станины. Асимметричная прокатка позволяет оперативно реагировать на изменения размеров заготовок и полос и не вызывает увеличения нагрузки на станину и валки. Поэтому для снижения продольной разнотолщинности было предложено использовать рассогласование скоростей валков.

Следует отметить, что в отличие от симметричного процесса в очаге деформации при асимметричной прокатке возникает зона сдвиговой деформации, т.е. зона, в которой силы контактного трения со стороны ведущего (вращающегося с большей скоростью) и ведомого (вращающегося с меньшей скоростью) валков направлены в противоположные стороны (рис. 1). Протяженность этой зоны и, как следствие, повышение качества полос, определяется не только степенью рассогласования скоростей валков, а и режимом прокатки.

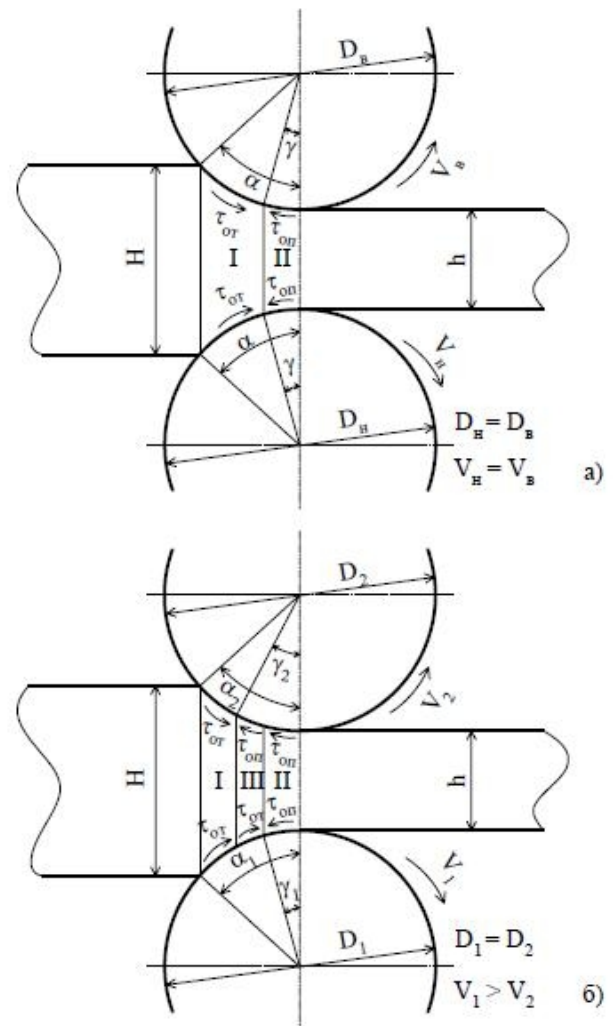


Рис. 1. Схема очага деформации при симметричном (а) и асимметричном (б) процессах прокатки

Применение асимметричной прокатки позволяет изменять текстуру проката и шероховатость его поверхности, получать прокат с требуемыми физико-механическими свойствами, управлять формой полосы. Также многие исследователи отмечают, что при асимметричной прокатке снижается сила прокатки, что позволяет уменьшить упругую деформацию клетки [3-10].

Задача данной работы состояла в том, чтобы изучить влияние скоростной асимметрии на продольную разнотолщинность полос, получаемых на непрерывном стане холодной прокатки.

Исследования² проводили на непрерывном четырехклетевом стане холодной прокатки 1700.

Продольную разнотолщинность оценивали по величине отклонения толщины полосы от заданной. Толщину полосы на стане измеряли при помощи рентгеновского толщиномера, установленного за четвертой клетью стана. Заданное значение толщины устанавливают вручную. Сигнал с толщиномера регистрируют при помощи УВМ и используют как управляющий в системе автоматического регулирования толщины и натяжения полосы (САРТиН), установленной на четвертой клетке стана.

При проведении исследования в первых трех клетях стана полосы прокатывали только по симметричному скоростному режиму, а в четвертой клетке – как по симметричному, так и по асимметричному скоростным режимам. Деформационно-скоростные режимы прокатки на стане (обжатие, натяжение и т.д.) при проведении исследования назначали в соответствии с технологической инструкцией. Равенство обжатия полос в четвертой клетке при симметричном и асимметричном процессах прокатки обеспечивала САРТиН.

Рассогласование скоростей валков в четвертой клетке стана создавали разницей скоростей вращения двигателей главного привода. Степень рассогласования скоростей валков назначали с учетом установленной ранее загрузки двигателей главного привода [11], а оценивали по разнице частоты вращения ведущего (ω_1) и ведомого (ω_2) двигателей главного привода по следующей зависимости

$$a = \frac{2 \cdot (\omega_1 - \omega_2)}{\omega_1 + \omega_2} \times 100\%$$

Для измерения скорости вращения на двигателях главного привода были установлены импульсные датчики оборотов типа РЕТА. Сигналы с датчиков оборотов, а также токовую загрузку двигателей главного привода регистрировали при помощи осциллографа Н-117.

По результатам исследования рассчитали частотное распределение отклонения толщины полосы от заданного значения (рис. 2).

²В проведении исследования принимали участие А. П. Митьев, И. В. Клименко, А. В. Феофилактов

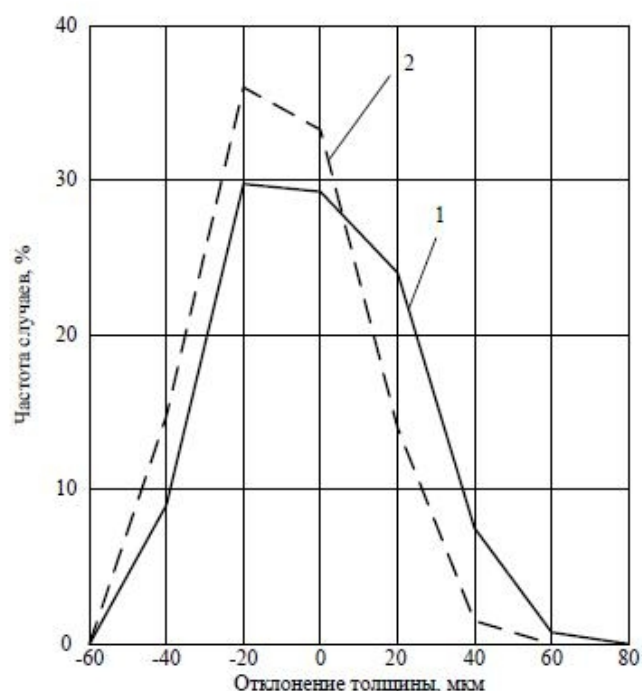


Рис. 2. Продольная разнотолщинность холоднокатаных полос после симметричной (1) и асимметричной (2) прокатки в четвертой клетке непрерывного стана холодной прокатки

Количественно продольную разнотолщинность полос оценивали по следующим показателям:

- отклонению среднего значения от заданного (уставки толщиномера) Δh_{cp}^{np} («+» – среднее значение выше номинального, «-» – ниже), мкм;
- среднеквадратичному отклонению σ_n^{np} , мкм;
- средней толщине полосы h_{cp} , мм;
- доле полос, прокатанных в отрицательном поле допуска по толщине $L_{от}^{np}$, проценты.

Разнотолщинность полос составила

	Δh_{cp}^{np}	σ_n^{np}	h_{cp}	$L_{от}^{np}$
симметричный процесс	-12,93	22,692	0,468	69
асимметричный процесс	-20,88	18,621	0,459	85

Как видно, применение рассогласования скоростей валков позволило уменьшить среднее значение толщины полос на 1,9 %. А это, в свою очередь, позволило увеличить долю полос, прокатанных в отрицательном поле допуска по толщине на 16 %.

Следует отметить, что при проведении исследования рассогласование скоростей валков не привело к возникновению дефектов плоскостности полос и превышению допустимого значения токовой загрузки двигателей главного привода.

Таким образом, применения рассогласования скоростей валков на непрерывном стане холодной прокатки позволяет снизить продольную разнотолщинность полос и, тем самым, повысит эффективность работы системы автоматического регулирования толщины полос и натяжения.

Перечень ссылок

1. Кисиль В.В., Жуков В.Д., Коновалов Ю.В. Металургийний комплекс Донецької області. Повідомлення 1 // Метали и литье Украины. – 2006. – № 3-4. – С. 5-11.
2. Смирнов А.Н., Смирнов Е.Н. Опыт производства сортовых заготовок для длинномерного проката // Металл. – 2005. – № 1. – С. 44-50.
3. Управление шероховатостью лент с помощью несимметричной прокатки / В. Е.Лунев, И. Г.Шубин, М. И.Румянцев и др. // Производство проката. – 2003. – № 6. – С. 28-29.
4. Агеев Л. М. Управляющие воздействия на форму полосы при прокатке // Труды 4 Конгресса прокатчиков, Магнитогорск, 16-19 окт., 2001. – Т. 1. – М., 2002. – С. 192-197.
5. Влияние сдвиговой прокатки на текстуры деформации фольги из алюминия высокой чистоты / Lu Aiqiang, Jiang Qiwu, Wang Fu and ect. // Jinshu xuebao = Acta met. sin. – 2002. – 38. – № 9. – С. 974-978.
6. Lee Dong Nyung, Kim Keun-Hwan. Effect of asymmetric rolling parameters on texture development in aluminum sheets // Abstr. 130th Annual International Meeting and Exhibition of TMS, New Orleans, La, Febr. 11-15, 2001. – JOM: J. Miner., Metals and Mater. Soc. – 2000. – 52, № 11. – С. 155.
7. Николаев В.О., Мазур В.Л. Технология виробництва сортового та листового прокату. – Запоріжжя, видавництво ЗДА, 2000. – Ч. II – 220 с.
8. Исаевич Л. А., Сидоренко М.И., Смирнова Л.А. Периодическая прокатка полос в условиях интенсивной сдвиговой деформации // Кузнечно-штамповочное производство. – 2000. – 8. – С. 15-17.
9. Kawalek A., Dyja H., Markowski J. Effect of asymmetrical rolling on broadening of the product line of rolled sheets // Metalurgija (Zagreb). – 2003. – 42, № 3. – С. 207-211.
10. Федоринов В.А., Данько А.В., Шломчак Г.Г. Исследование контактных напряжений при асимметричной прокатке методом фотоупругости // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: Тематич. зб. наук. пр. – Краматорськ: ДДМА, 2007. – С. 369-373.
11. Байков Е.В. Исследование технологии холодной прокатки полос на непрерывном стане с рассогласованием скоростей валков // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: Тематич. зб. наук. пр. – Краматорськ: ДДМА, 2007. – С. 424-427.

Одержано 10.12.2007

На безперервному чотирьохкільцевому стані холодного плющення досліджували подовжню різнотолщинність смуг при симетричному й асиметричному процесах плющення. Асиметрію створювали тільки в четвертій клітці різницею швидкостей обертання робочих валків. Застосування розузгодження швидкостей валків дозволило зменшити середнє значення товщини смуг на 1,9 %, а частку смуг, прокатаних в негативному полі допусків по товщині збільшити з 69 % до 85 %.

Variations in thickness strip at the symmetric and asymmetric processes of rolling are studied on the continuous four-stand cold-rolling mill. Asymmetry was set up only in the fourth stand through the difference in velocity of roll rotation. The application of discrepancy in roll velocity allowed to decrease average sheet thickness value by 1,9% and increase the part of the strips that were rolled in a negative zone of tolerance from 69 to 85%.

**Нові матеріали і технології
в металургії та машинобудуванні №1/2008**

науковий журнал

Головний редактор:

Заступники гол. редактора:

д-р техн. наук, професор С. Б. Бєліков

д-р техн. наук, професор В. Ю. Ольшанецький,

д-р техн. наук, професор Ю. М. Внуков

Журнал набраний та зверстаний у редакційно-видавничому відділі ЗНТУ

Комп'ютерний дизайн та верстка:

Н. О. Савчук

Коректори:

Н. М. Кобзар, В. К. Єршова, К. С. Бондарчук

Підписано до друку 23.04.2008. формат 60×84/8, 20,6 др. арк.

Тираж 300 прим. Зам. № 789

69063, м. Запоріжжя, ЗНТУ, друкарня, вул. Жуковського, 64