

There are several main issues in the spotlight in this article. First of all, it's the material compound, specifically the matrix compound and TiC particles amount. Secondly, it's the sintering temperature justification and, thirdly, microstructure and microhardness assessing. It is established that 10%wt Ti + 90%wt Cu matrix is reasonable to be used. The binder was rationed in the composite with 30%wt TiC after sintering at $1100\pm 10^\circ\text{C}$ in contrast to composite with higher TiC content (in that case it was not enough binder to wet reinforcing particles). The composite matrix microhardness was evaluated and amounted to $3590\pm 137\text{ N/mm}^2$.
Keywords: composite material, titanium carbide, powder, sintering, binder, cooper, wetting, contact angle.

УДК 621.771.28

А.А. МИНАЕВ (д-р техн.наук, проф.), **Е.Н. СМИРНОВ** (д-р техн.наук, проф.), **В.М. КАШАЕВ** (канд.техн.наук, доц.),

В.В. КАШАЕВ (канд.техн.наук)

Донецкий национальный технический университет, Донецк

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КРИТЕРИАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ В ВЫТЯЖНЫХ КАЛИБРАХ ПРОВОЛОЧНЫХ СТАНОВ

Представлены теоретические положения оценки эффективности формоизменения с помощью коэффициента полезного действия (КПД) работы пластической деформации, а также методика использования для анализа действующих калибровок и проектирования новых. Показана возможность использования полученных критериев для анализа работающих систем вытяжных калибров, а также для поиска альтернативных вариантов по энергоэффективности.

Ключевые слова: проволочные станы, эффективное формоизменение, энергоэффективность, высококачественные стали.

Постановка задачи

Современные высокоскоростные проволочные станы являются самыми энергозатратными прокатными агрегатами с удельным расходом электроэнергии, достигающим 200 кВт-ч/т. Актуальными для производителей сортовых профилей и катанки в Украине являются задачи энергосбережения за счёт эффективности деформации. Поэтому вопросы повышения энергетической эффективности формоизменения металла в калибрах, особенно при расширении марочного сортамента высоколегированных сталей являются задачами актуальными, и имеющими важное научное и практическое значение.

Анализ публикаций по теме

Анализ современных методов калибровки валков сортовых и проволочных станов [1] показал, что рациональность и оптимальность систем калибров определяется критериями ограничения, которым они удовлетворяют. К сожалению, на сегодняшний день отсутствует математическая формализация таких важных критериев как качество продукции, рациональный монтаж калибров на валках и др. [2].

Формулировка целей статьи

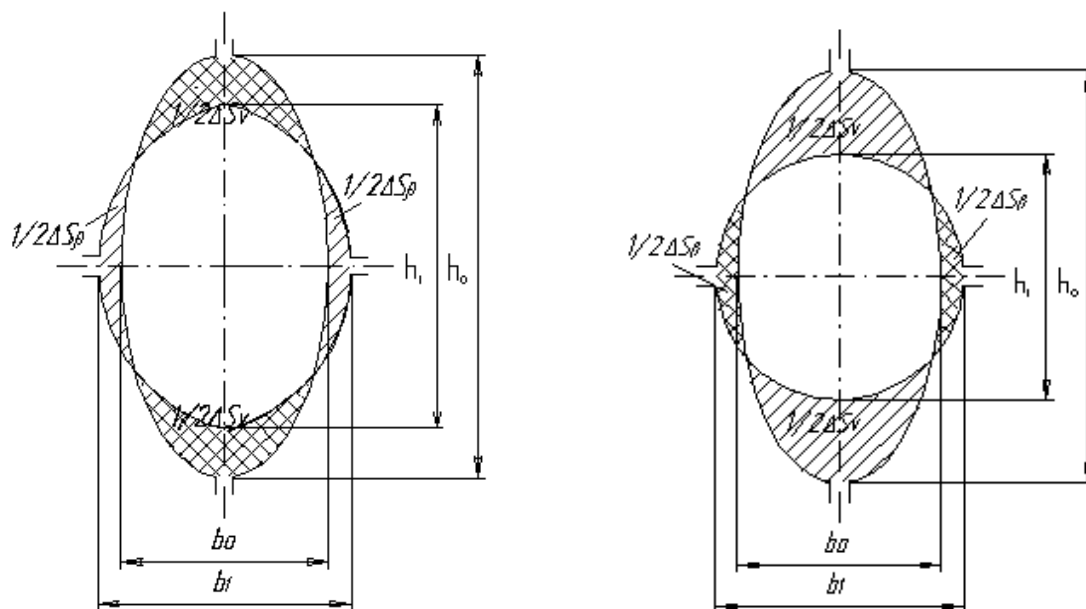
Целью данной работы является разработка, и реализация методики исследования формоизменения металла в калибрах простой формы с помощью полученных критериев энергоэффективности формоизменения.

Основная часть

Методика исследования основывалась на использовании ранее полученных [3] аналитических зависимостей к.п.д. $\eta_{\delta} = \frac{\ln \lambda}{\ln \frac{1}{\eta}}$ и

$f_{\lambda} = \left(1 - \lambda \frac{\Delta S_{\beta}}{\Delta S_{\nu}} \right)$ для анализа калибровок проволочного стана 150 ЗАО «ММЗ».

Путём наложения контуров калибров, последовательно с помощью планиметра определялись площади смещённого объёма в продольном и поперечном направлениях, как показано на рис. 1.



а) овал – ребровой овал;

б) овал – круг.

Рисунок 1 – Соотношения ΔS_{ν} и ΔS_{β} в различных системах калибров.

Выполненные расчёты, необходимых параметров, позволили получить данные для подстановки в формулы, характеризующие эффективность работы пластической деформации в калибрах.

Графическое представление результатов позволит сделать необходимые выводы относительно дальнейшей стратегии исследований с помощью, впервые использованных, показателей эффективности формоизменения в системах вытяжных калибров.

Результаты расчётов параметров реальных калибров вытяжной системы овал – ребровой овал для прокатки катанки Ø5,5 мм на стане 150 ЗАО «ММЗ» сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчётные данные калибров черновой и первой промежуточной групп стана 150 ЗАО «ММЗ»

№ клетки	Форма калибра	Размеры калибра		λ	$1/\eta$	η_{ϕ} , %	Площадь сечения, мм ²			f_{λ}
		H	B				S	ΔS_v	ΔS_{β}	
6	Овал	60	133	*	*	*	5485	*	*	*
7	р. Овал	77	74	1,331	1,73	52	4120	2150	785	0,51
8	Овал	42	99	1,378	1,76	57	2990	1662	532	0,56
9	р. Овал	58	52	1,323	1,71	52	2260	1178	448	0,50
10	Овал	29,5	77	1,370	1,76	56	1650	902	292	0,56
11	р. Овал	44,5	38	1,331	1,73	52	1240	646	236	0,51
12	Овал	21,5	56,5	1,393	1,77	58	890	494	144	0,59
13	р. Овал	2,5	30	1,338	1,74	53	665	346	121	0,53

Результаты, сведённые в таблицу 1, графически отображены на рис. 2 в виде зависимостей η_{ϕ} и f_{λ} от вытяжки λ . На рис. 3 показано распределение показателей формоизменения по клетям черновой и первой промежуточной групп стана 150 ЗАО «ММЗ».

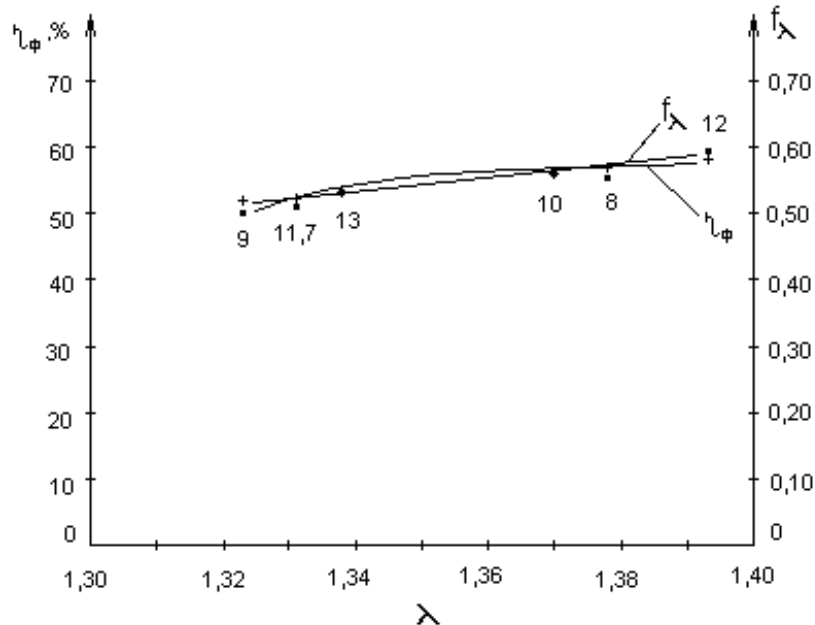
Проведены аналогичные расчёты параметров с 15 по 27 калибр вытяжной системы овал-круг для прокатки катанки Ø 5,5 мм на стане 150 ЗАО «ММЗ».

На рис. 4 показано распределение показателей формоизменения по клетям второй промежуточной и чистовой групп стана 150 ЗАО «ММЗ».

В обсуждении результатов исследования следует отметить, что по заводским режимам обжатий при прокатке катанки диаметром 5,5 мм за 27 пропусков при $\lambda_{cp} = 1,29$. Получена впервые картина распределения к.п.д. формоизменения η_{ϕ} или тождественной ей величины эффективности формоизменения f_{λ} по пропускам и в зависимости от вытяжки в калибре.

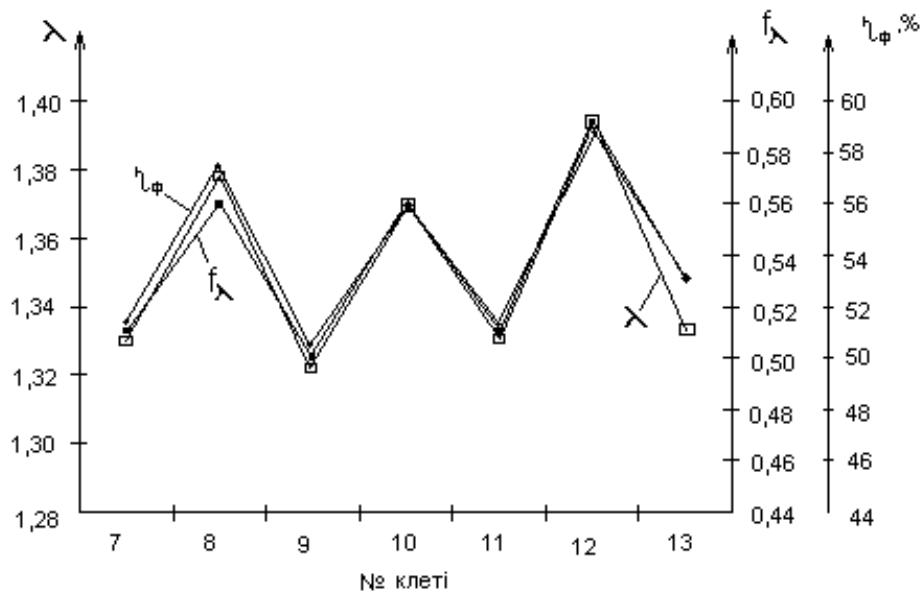
Так, для системы калибров овал – ребровой овал черновой и первой промежуточной групп клетей, коэффициент полезного действия η_{ϕ} и пока-

затель эффективности f_λ очень тесно коррелируя между собой, свидетельствуют, что их средний уровень соответствует 0,55 или 55%.



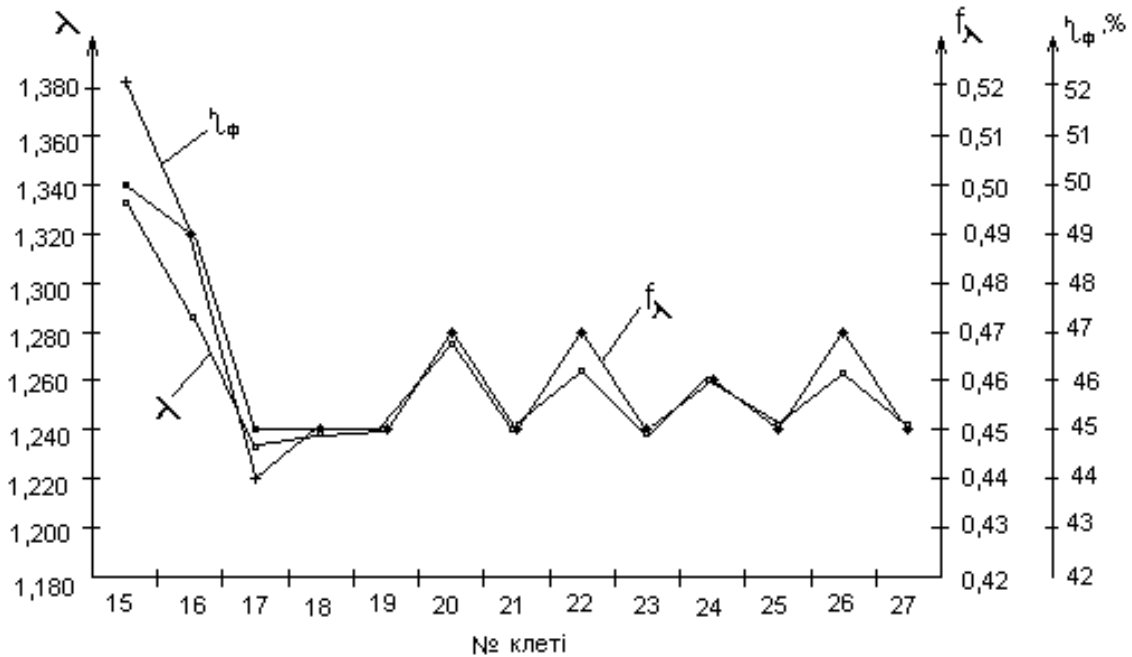
7-13 – номер клетки; + – точка, характеризующая показатель к.п.д. формоизменения η_ϕ ; o – точка, характеризующая показатель формоизменения f_λ .

Рисунок 2 – Графики зависимости η_ϕ и f_λ от вытяжки λ для системы калибров овал – ребровой овал стана 150 ЗАО «ММЗ».



□ - точка, характеризующая вытяжку λ ; + - точка, характеризующая показатель к.п.д. формоизменения η_ϕ ; • - точка, характеризующая показатель формоизменения f_λ .

Рисунок 3 – Распределение показателей формоизменения по клетям черновой и первой промежуточной групп стана 150 ЗАО «ММЗ».



□ - точка, характеризуюча витяжку λ ; + - точка, характеризуюча показател к.п.д. формозміни η_{ϕ} ; • - точка, характеризуюча показател формозміни f_{λ} .

Рисунок 4 – Розподілення показателів формозміни по кліткам другої проміжочної та чистової груп стану 150 ЗАО "ММЗ".

В нашому випадку високий коефіцієнт $A = \frac{D_*}{H_1} = 14$ не дозволяє піднятися вище 60%. Це обумовлено великим діаметром валка розрахованого на двохніточну прокатку. Овал відрізняється і більшою витяжкою і к.п.д. деформації, ніж круг. По витяжці ця різниця в 4%, а по к.п.д. 12%. Така ж картина спостерігається в системі калібрів овал – ребрової овал во другої проміжочної групі кліток стану 150.

В чистовому блоці з 18 по 27 кліток використовується калібрівка овал-круг, задовольняюча умовам якості прокату широкого марочного сортаменту і універсальності. С точки зору енергозатратності ця система калібрів має гірші показателі, ніж овал – ребрової овал. Витяжка коливається в межах 1,26÷1,24, а к.п.д. в межах 45÷47%. Можливість працювати з більшим к.п.д. не дозволяє величина $A = \frac{D_*}{H_1} = 20$, що чудово ілюструє поле ефективності, нанесене на номограму [3].

В роботах З. Вусатовського відзначається, що в прокатці існує багато прикладів того, коли при несприятливих умовах, т.е. при $\beta > \lambda$, процес прокатки цілорозумний, наприклад, во время різних проходів при прокатці катанки.

Опыт стран СНГ и в частности России показывает, что при производстве мелкого сорта целесообразно осуществить переход на систему плоский овал-круг.

Применение плоских овалов позволило увеличить коэффициент вытяжки и поднять к.п.д. формоизменения до 65%, о чем свидетельствует номограмма [3] с нанесённым полем эффективной деформации. Применением плоских овалов, как свидетельствуют наши исследования, можно, при определённых параметрах, достичь к.п.д. до 70%. Использование плоских овалов вместо однорадиусных обеспечивает выравнивание вытяжек, а, следовательно, и нагрузок между клетями, большую износостойкость калибров по сравнению с другими системами. Плоский овал ведёт себя более устойчиво в круглом калибре, что позволило упростить конструкцию вводных проводок и получить более равномерное обжатие по ширине раската, что немаловажно для высококачественных сталей.

В заключении следует отметить, что полученные аналитическим путём формулы к.п.д. формоизменения или чистой деформации оказались очень удобным инструментом для оценки эффективности работы деформации как на этапе проектирования калибровок валков, так и на этапе совершенствования существующих. Установлено также, что в системах калибров прямоугольник – ящичный квадрат черновой группы клетей стана 150 целесообразно максимально использовать коэффициент вытяжной способности, не боясь снизить к.п.д. деформации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов В.К. Калибровка прокатных валков: учеб. пособие для вузов / В.К. Смирнов, В.А. Шилов, Ю.В. Игнатович. – М. : Металлургия. 1987. – 368 с.
2. Кашаев В.В. Аналитическое определение коэффициента формоизменения для систем вытяжных калибров и исследование взаимосвязи с энергетическими затратами / В.В. Кашаев, О.Л. Дронов // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: тематич. зб. наук. пр. – Краматорськ: ДДМА, 2003. – С. 598-603.
3. Кашаев В.В. Совершенствование метода расчета вытяжных калибров путем учета энергетической эффективности формоизменения металла при прокатке / В.В. Кашаев // Збірник наук. праць ДонНТУ. Металургія. – 2007. – Вип. 9(122). – С. 166-170.

Надійшла до редакції 15.10.2012

Рецензент д-р техн. наук, проф. В.І. Алімов

О.А. Мінаєв, Є.М. Смирнов, В.М. Кашаєв, В.В. Кашаєв
Донецький національний технічний університет, Донецьк

ТЕОРИЯ І ПРАКТИКА КРИТЕРІАЛЬНОЇ ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМОЗМІНИ У ВИТЯЖНИХ КАЛІБРАХ ДРОТОВИХ СТАНІВ

Представлено теоретичні положення оцінки ефективності формозміни за допомогою коефіцієнту корисної дії (ККД) роботи пластичної деформації, а також методика використання щодо аналізу діючих калібрів і проектування нових. Показано можливість використання отриманих критеріїв щодо аналізу працюючих систем витяжних калібрів, а

також для пошуку альтернативних варіантів щодо енергоефективності.

Ключові слова: дротові стани, ефективна формозміна, енергоефективність, високоякісні сталі.

A.A. Minayev, Ye. N. Smirnov, V.M. Kashayev, V.V. Kashayev
Donetsk National Technical University, Donetsk

THEORY AND PRACTICE OF CRITERIA ASSESSMENT OF ENERGY EFFICIENCY OF THE FORM CHANGE IN WIRE MILLS EXHAUST CALIBERS

The paper provides theoretical principles of evaluating the effectiveness of the form change with the help of plastic deformation efficiency coefficient. Besides, we propose the methods of using existing calibrations for analysis and developing new ones. The obtained criteria can be used for the analysis of exhaust caliber systems.

Keywords: wire mills, form change, energy efficiency, high-quality steels.

УДК 621.762.4

Д.В. САВЕЛОВ (канд.техн.наук, доц.)

Кременчугский национальный университет имени Михаила
Остроградского, г. Кременчуг

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ПОРОШКОВЫХ СМЕСЕЙ НА ВИБРОСИЛОВОЙ УСТАНОВКЕ С ДВУМЯ ИСТОЧНИКАМИ ВЕРТИКАЛЬНО НАПРАВЛЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ

Проведены теоретические исследования динамической системы «пуансон – порошок – вибростол», в которой порошковая смесь представлена в виде системы с распределёнными параметрами. Полученные теоретические зависимости позволяют установить закон движения пуансона и вибростола, определить их основные параметры и рациональные режимы вибрационного действия на порошковую смесь.

Ключевые слова: динамическая система, пуансон, вибростол, порошковая смесь, вибрационное воздействие.

Постановка задачи

При осуществлении технологического процесса прессования порошковой смеси на вибросиловой установке с двумя источниками вертикально направленных колебаний на характер колебаний пуансона и вибростола существенное влияние оказывают физико-механические характеристики уплотняемой порошковой смеси. Правильный учёт сил сопротивления, действующих со стороны порошковой смеси, определяет точность установления закона движения пуансона и вибростола, выбор их конструктивных параметров и режимов вибрационного воздействия, эффективность