

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ „КПІ”

ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



**НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ
В МАШИНОБУДУВАННІ**

МАТЕРІАЛИ

VIII Міжнародної науково-технічної конференції

Україна, Київ

2016

ЗМІСТ

<i>Айкин Н.Д., Шаломеев В.А., Цивирко Э.И. (ЗНТУ, г. Запорозьє) МАГНИЕВЫЕ СПЛАВЫ ДЛЯ ИМПЛАНТАТОВ В МЕДИЦИНЕ</i>	10
<i>Алаа Фадил Идан, Акимов О.В., Костик Е.А. (НТУ «ХПИ», г. Харьков) УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛЕЙ</i>	11
<i>Антоненко А.І., Прилуцький М.І.(НТУУ «КПІ», м. Київ) ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВИПЛАВКИ ЛАТУНІ ЛЦ16К4 З НЕКОМПАКТНИХ ВІДХОДІВ МІДНИХ СПЛАВІВ</i>	12
<i>Афтанділлянц Е.Г., Лопатько К.Г., Полищук А.В. (НУБІП, г. Киев) РАСКИСЛЕНИЕ И МОДИФИЦИРОВАНИЕ СТАЛИ НАНОЧАСТИЦАМИ</i>	13
<i>Баглюк Г.А., Куровский В.Я., Уськова Н.А., Максимова Г.А., Молчановская Г.М., Головка Е.С. (ИПМ им. И.Н.Францевича НАН Украины, г. Киев) ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ФРИКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗО-СТЕКЛЯННЫХ КОМПОЗИТОВ МЕТОДОМ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ</i>	14
<i>Баглюк Г.А., Уськова Н.А., Куровский В.Я., Максимова Г.А., Молчановская Г.М. (ИПМ им. И.Н. Францевича НАН Украины, г. Киев) ОБРАБОТКА ЧУГУНА БРИКЕТИРОВАННЫМИ ПОРОШКОВЫМИ МОДИФИКАТОРАМИ ПРИ ЛГМ ТЕХНОЛОГИИ</i>	15
<i>Бачинский Ю.Д., Бубликов В.Б. (ФТИМС НАН Украины, г. Киев) ПРОЦЕСС РАСТВОРЕНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ СПЛАВОВ В ЖИДКОМ ЧУГУНЕ</i>	16
<i>Белов Б.Ф., Троцан А.И., Бродецкий И.Л., Карликова Я.П. (ИПМ НАН Украины, г. Киев; ГВУЗ «ПГТУ», г. Мариуполь) ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ ФЕРРОСПЛАВОВ И ЛИГАТУР</i>	17
<i>Богусевский В.С., Сухенко В.Ю. (НТУУ «КПИ», г. Киев) РЕГУЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ МЕТАЛЛА В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ В МНЛЗ БЕЗ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША</i>	18
<i>Богусевский В.С., Сухенко В.Ю. (НТУУ «КПИ», г. Киев) УПРАВЛЕНИЕ АГРЕГАТАМИ ДОВОДКИ СТАЛИ</i>	19
<i>Ботвинко Д.В., Шаповалов В.А., Прилуцький М.І. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ІНДУКЦІЙНИЙ ПЕРЕПЛАВ ЗКОМПАКТОВАНОЇ ЗАГОТОВКИ ЗІ СТРУЖКИ СТАЛІ 29НК В СЕКЦІЙНОМУ КРИСТАЛІЗАТОРІ</i>	20
<i>Бубликов В.Б., Берчук Д.М., Бачинський Ю.Д. (ФТИМС НАН України, м. Київ) ВПЛИВ МАГНІЄВИХ ЛІГАТУР НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ПРИ ВНУТРІШНЬОФОРМОВОМУ МОДИФІКУВАННІ</i>	23
<i>Бубликов В.Б., Нестерук Е.П. (ФТИМС НАН Украины, г. Киев) О ВЛИЯНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС МОДИФИЦИРОВАНИЯ В ПРОТОЧНЫХ РЕАКТОРАХ ЛИТНИКОВЫХ СИСТЕМ</i>	24
<i>Бубликов В.Б.¹, Сиропоринєв Л.М.², Форсюк О.І.², Берчук Д.М.¹ (¹ФТИМС НАН України, м. Київ; ²НТУУ «КПІ», м. Київ) СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ ПРИ ВНУТРІШНЬОФОРМОВОМУ ТА КОВШОВОМУ МОДИФІКУВАННІ</i>	25
<i>Бубликов В.Б. (ФТИМС НАН Украины, г. Киев) О МОДИФИЦИРОВАНИИ ЧУГУНА</i>	25
<i>Ведель Д.В., Степанчук А.М. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ТЕРМОДИНАМІЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНОЇ КЕРАМІКИ НА ОСНОВІ СПОЛУК ДЕЯКИХ ПЕРЕХІДНИХ МЕТАЛІВ</i>	26
<i>Верховлюк А.М., Нетребко Д.М. (ФТИМС НАН України, м. Київ) ВПЛИВ ХІМІЧНОГО ТА ФАЗОВОГО СКЛАДІВ МІДНИХ СПЛАВІВ НА ЕЛЕКТРОПРОВІДНІСТЬ</i>	28
<i>Вичкін В.В., Прилуцький М.І. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВИПЛАВКИ БРОНЗИ Бр05Ц6С5 З НЕКОМПАКТНИХ ВІДХОДІВ МІДНИХ СПЛАВІВ</i>	29
<i>Волошко С.М., Бурмак А.П. (НТУУ «КПИ», г. Киев) ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ И МИКРОТВЕРДОСТИ ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА Д16 ПРИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УДАРНОЙ ОБРАБОТКЕ В РАЗНЫХ АТМОСФЕРАХ</i>	30
<i>Воронова О.И. (ОНПУ, г. Одесса) ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПО ШЛИКЕРНОЙ КЕРАМИКЕ</i>	30
<i>Глотка А.А. (ЗНТУ, г. Запорозьє) ВЛИЯНИЕ КАРБИДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НА СЛУЖЕБНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛИ 110Х18М</i>	31
<i>Гнатуш В.А., Кочешков А.С., Лютий Р.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) РОКІВ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ ПРОФЕСОРА С. П. ДОРОШЕНКА</i>	33
<i>Гнатуш В.А. (г. Киев) МИРОВОЙ РЫНОК ЛИТЬЯ: ПОВЫШАТЕЛЬНЫЙ ТРЕНД</i>	34
<i>Григорчук Т.М., Абдуллаєва Е.Р., Богомол Ю.І. (НТУУ «КПІ», м. Київ) МІКРОСТРУКТУРА СПРЯМОВАНО ЗАКРИСТАЛІЗОВАНОГО СПЛАВУ Mo-ZrC</i>	38
<i>Доній О.М., Кулініч А.А., Санько Д.В. (НТУУ «КПІ», м. Київ) ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГОМОГЕННОЇ КРИСТАЛІЗАЦІЇ СПЛАВУ Al-7%Mg</i>	39

Богушевский В.С., Сухенко В.Ю.

(НТУУ «КПІ», г. Київ)

РЕГУЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ МЕТАЛЛА В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ В МНЛЗ
БЕЗ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША

Особое место в регулировании уровня металла в кристаллизаторе занимают МНЛЗ без промежуточного ковша. Отличием дозирования в этом случае является то, что его расход из сталеразливочного ковша изменяется в широком диапазоне уровня металла в ковше. Это приводит к значительному изменению коэффициента усиления стопорной пары в процессе разливки.

$$G_M = \mu \rho_M S_C \sqrt{2g(H-h)} [1 - \exp(-\delta/\lambda)], \quad (1)$$

где G_M – расход жидкого металла через дозирующий стакан; μ – коэффициент расхода; ρ_M – плотность жидкого металла; S_C – площадь поверхности проходного сечения дозирующего стакана; g – ускорение свободного падения; H – начальное значение уровня металла в сталеразливочном ковше; $(H-h)$ – текущий уровень металла в сталеразливочном ковше; δ – координата положения стопора относительно седла стакана; λ – определяемая экспериментально постоянная, характеризующая статические свойства стопорной пары.

Значения коэффициента усиления стопорной пары при падении уровня металла в сталеразливочном ковше, в условиях стационарного динамического режима вытягивания слитка из кристаллизатора со скоростью $v = 0,0092$ м/с, приведены в табл. 1. Из данных видно, что даже при плавном ведении процесса непрерывной разливки стали, коэффициент усиления стопорной пары изменяется на порядок.

Таблица 1 – Расчетные значения коэффициента усиления стопорной пары

$H-h_0$	$\delta_0 \times 10^3, \text{м}$	$K_\delta, \text{кг}/(\text{с} \cdot \text{м})$
3	2,02	4200
2	2,65	2840
1	4,94	1030
0,657	10,0	187

Объект управления включает сталеразливочный ковш, кристаллизатор и тянущую клетку. С учетом размыва стопора математическая модель ковша может быть представлена системой нелинейных дифференциальных уравнений.

Динамическая модель кристаллизатора описывается как

$$p h_{\text{ст}} = \frac{G_M}{\rho_M S_{\text{ст}}} \exp(-\tau_1 p) - v, \quad (2)$$

где G_M – расход жидкого металла через дозирующий стакан; ρ_M – плотность жидкого металла; $S_{\text{ст}}$ – площадь поверхности поперечного сечения кристаллизатора; τ_1 – время перемещения частиц жидкого металла от нижнего среза дозирующего стакана до мениска металла в кристаллизаторе.

Тянущая клетка включает в себя электромашинный усилитель, генератор, двигатель, редуктор и валки. Динамика этой цепи звеньев описывается линейным дифференциальным уравнением:

$$(T_K^2 p^2 + 2\varepsilon T_K p + 1)v = K_K U_K, \quad (3)$$

где T_K – постоянная времени клетки; ε – коэффициент демпфирования; K_K – коэффициент усиления клетки; U_K – напряжение привода разгона клетки.

Для измерения уровня металла в кристаллизаторе используется гамма-уровнемер, математическая модель которого с учетом неконтролируемой зоны и качания объекта может быть представлена системой нелинейных дифференциальных уравнений. ИМ стопора из-за значительного размыва последнего в процессе разлива должен обладать астатичностью.

Объект находится под действием внешних возмущений: размыва огнеупоров и посадки стопора на 0,07...0,12 м, падение уровня металла в сталеразливочном ковше до 2,5 м и качания кристаллизатора.

Выходной координатой объекта служит уровень металла в кристаллизаторе. Входными (управляющими) воздействиями является входное напряжение двигателя стопора и напряжение привода разгона клетки. Управление МНЛЗ производится в следующей последовательности:

- 1) установка стопора при пуске машины в положение, обеспечивающее заполнение кристаллизатора до зоны измерения за 1,5...2 мин;
- 2) пуск тянущей клетки и набор рабочей скорости по программе;
- 3) включение механизма качания кристаллизатора;
- 4) установление и стабилизация заданного уровня металла в кристаллизаторе;
- 5) стабилизация уровня металла в кристаллизаторе в установившемся режиме с помощью стопорного дозирования из сталеразливочного ковша;
- 6) поддержание постоянной на уровне 0,0092 м/с скорости вытягивания слитка из кристаллизатора.

Перерегулирование уровня металла в кристаллизаторе не должно превышать 50%, статическая точность – не более ± 10 мм. На входное напряжение двигателя стопора наложено ограничение: $|U_{\partial}| \leq U_{\partial}^*$, где $U_{\partial}^* = 5B$.

Для обобщенного технологического объекта синтез закона управления проводят по линеаризованной модели объекта.

При переходе в нелинейную область состояния объекта закон управления усложняется. Закон управления содержит элементарные операции.

Богушевский В.С., Сухенко В.Ю.

(НТУУ «КПИ», г. Киев)

УПРАВЛЕНИЕ АГРЕГАТАМИ ДОВОДКИ СТАЛИ

Одним из основных путей повышения качества металла, особенно при производстве стали массового назначения, расширения марочного сортамента и увеличения объема выпускаемой в стране конкурентноспособной продукции является внедрение в сталеплавильных цехах современных средств внепечной обработки металла и их автоматизации на основе АСУТП.

Самой представительной разработкой системы автоматизации внепечной обработки металла является АСУТП на двухпозиционном трехстендовом агрегате АДС-2ПЗС-160.

Функциональная схема доводки металла в ковше на АДС представлена на рис. 1.

Основными задачами системы доводки металла на АДС являются:

– измерение параметров, фильтрация измерений, обработка информации от датчиков и пультов ручного ввода информации (ПРВ), проверка, вывод информации на экраны, анализ информации;

– определение регламента доводки по температуре и химическому составу, расчет массовых долей химических элементов в стали, модификаторов, легирующих, ТШС, науглероживателя, объема нейтрального дутья, продолжительности усреднительной продувки, массы порошкообразных реагентов и длины порошковых проволок;

– сравнение текущих значений параметров с заданными, определение и выдача на исполнительные механизмы (ИМ) управляющих воздействий по расходу нейтрального газа, массе кусковых и порошкообразных материалов, длине проволоки;