

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Администрация Правительства Кузбасса

Научно-образовательный центр мирового уровня «Кузбасс»

Сибирский государственный индустриальный университет

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
*«Металлургия – 2022»***

***Труды
XXIII Международной научно-практической конференции***

23– 25 ноября 2022 г.

Часть 2

**Новокузнецк
2022**

Редакционная коллегия

д.т.н., академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., доцент А.Б. Юрьев,
д.т.н., профессор С.В. Коновалов, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский, д.т.н., доцент Д.А. Чинахов,
к.т.н. Р.А. Шевченко, к.т.н., доцент О.А. Полях,
к.т.н. Е.Н. Темлянцева, д.т.н., доцент В.В. Зимин

М 540 Металлургия : технологии, инновации, качество : труды
XXIII Международной научно-практической конференции.
В 2 частях. Часть 2 / под общ. ред. А.Б. Юрьева, Сиб. гос. индустр.
ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2022. – 410 с. : ил.

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и практики металлургических процессов, технологий обработки материалов, автоматизации, ресурсо- и энергосбережения, экологии и утилизации отходов металлургического производства.

Конференция проводится ежегодно.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

АДМИНИСТРАЦИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА КУЗБАССА
ФГБОУ ВО «СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

АО «РУСАЛ-НОВОКУЗНЕЦК»

АО «КУЗНЕЦКИЕ ФЕРРОСПЛАВЫ»

АО «НЗРМК им. Н.Е. КРЮКОВА»

ЛЯОНИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ, Г. АНЬШАНЬ, КНР

ОАО «ЧЕРМЕТИНФОРМАЦИЯ»

ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН

ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ»

ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК СИБГИУ»

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР МИРОВОГО УРОВНЯ «КУЗБАСС»

АО «КУЗБАССКИЙ ТЕХНОПАРК»

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОКОМКОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ШИХТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОКАТЫШЕЙ, СОДЕРЖАЩЕЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ДОБАВКИ

Павловец В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, pawlowets.victor@yandex.ru*

***Аннотация.** Сформулированы новые возможности процесса окомкования в производстве окатышей. Обоснованы принципы принудительного зародышеобразования в технике окомкования и показаны его технологические возможности. Разработаны технические показатели новой технологии производства окатышей и физические параметры влажных окатышей и показана ее роль в повышении металлургических свойств окучкованного металлургического сырья. Проанализирована работа технических схем, отражающих производственные возможности принудительного зародышеобразования в процессах формирования напыленного слоя (НС) шихты и его деления различными техническими устройствами. Представлены опытные данные по изменению относительных величин прочности, массы и влажности в ходе окомкования влажной железорудной шихты для разработанных технических схем. Обоснована кинетика изменения этих параметров в ходе загрузки шихты, ее напыления на шихтовый гарнисаж окомкователя, деления напыленного слоя шихты на зародыши и доокомкования зародышей с формированием оболочки окатышей. Проведена оценка указанных технологических схем и выбраны наиболее эффективные решения на основе теплосилового напыления влажной шихты с учетом процесса налипания шихты, материалоемкости и сложности конструктивного оформления оборудования. Для практического использования рекомендована комбинированная технологическая схема получения окатышей по технологии принудительного зародышеобразования. В ходе экспериментов установлено, что технология предварительного зародышеобразования обладает высокой надежностью и универсальностью, легко внедряется в действующее производство.*

***Ключевые слова:** железорудное сырье, техника и технология окомкования, окучкованное металлургическое сырье, железорудные окатыши, теплосиловое напыление влажной шихты, технология принудительного зародышеобразования, ресурсосберегающие добавки.*

FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF PELLETIZING IRON ORE CHARGE IN THE PRODUCTION OF PELLETS CONTAINING RESOURCE-SAVING ADDITIVES

Pavlovets V.M.

Siberian state industrial University,

Abstract. *New possibilities of the pelletizing process in the production of pellets are formulated. The principles of forced nucleation in the pelletizing technique are substantiated and its technological capabilities are shown. The technical indicators of the new pellet production technology and the physical parameters of wet pellets have been developed, and its role in improving the metallurgical properties of agglomerated metallurgical raw materials has been shown. The work of technical schemes reflecting the production possibilities of forced nucleation in the processes of formation of a deposited layer (SS) of the charge and its division by various technical devices is analyzed. Experimental data are presented on the change in the relative values of strength, mass and moisture content during the pelletization of a wet iron ore charge for the developed technical schemes. The kinetics of changes in these parameters in the course of charge loading, its spraying onto the pelletizer charge scull, division of the sprayed charge layer into nuclei, and further pelletization of the nuclei with the formation of a pellet shell is substantiated. The above technological schemes have been evaluated and the most effective solutions based on the heat and power spraying of a wet charge have been selected, taking into account the process of charge sticking, material consumption and the complexity of the design of the equipment. For practical use, a combined technological scheme for obtaining pellets using the technology of forced nucleation is recommended. During the experiments, it was found that the technology of preliminary nucleation has high reliability and versatility, and is easily introduced into existing production.*

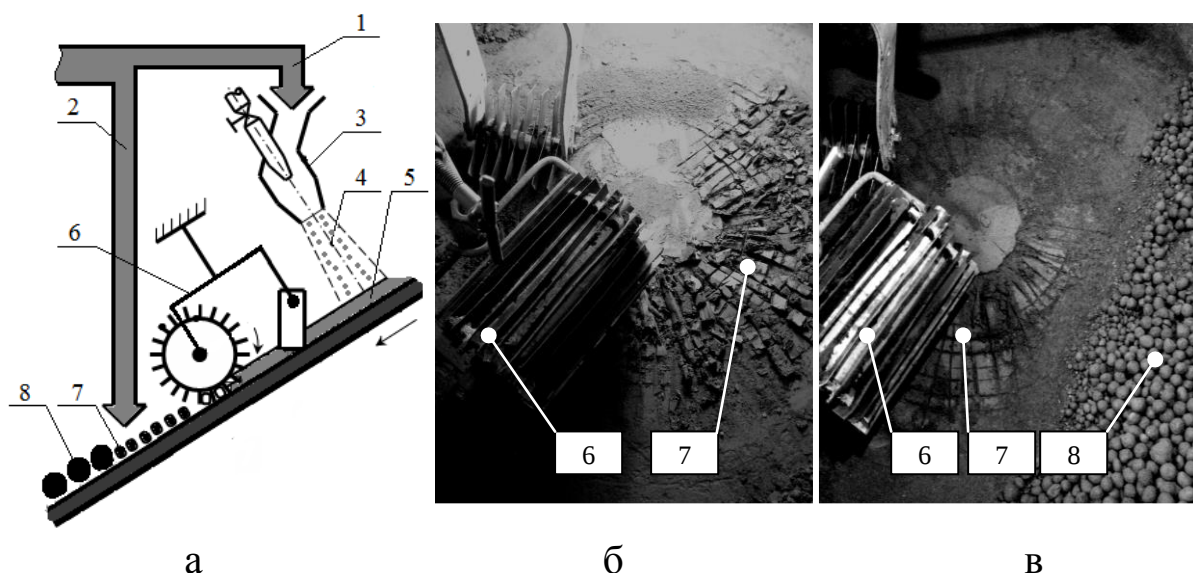
Keywords: *iron ore raw materials, equipment and technology of pelletizing, pelletized metallurgical raw materials, iron ore pellets, thermal power spraying of wet charge, forced nucleation technology, resource-saving additives.*

Окомкование железорудной шихты в производстве окатышей является начальной стадией окускования железорудного сырья, которое позволяет осуществить формообразование влажной сыпучей массы, ее первичное структурообразование и упрочнение [1-2]. Этот процесс является достаточно сложным, поскольку имеет технологические ограничения по минеральному и гранулометрическому составу компонентов. В частности, введение в состав гидрофобных или грубодисперсных добавок способно нарушить процесс формообразования. Процесс формообразования влажной шихты в производстве окатышей начинается с зародышеобразования и заканчивается доокомкованием зародышей. В традиционной технологии производства окатышей воздействовать на процесс зародышеобразования существующими техническими средствами без привлечения вспомогательных физических полей достаточно затруднительно [3]. Частично снять технологические ограничения по минеральному и гранулометрическому составу компонентов шихты можно с помощью технологии теплосилового напыления влажной шихты на гарнисаж окомкователя, придав ему дополнительные формо – и структурообразующие функции в производстве ока-

тышей [2, 3]. Предложенная технология принудительного зародышеобразования ЗНД (ЗНД – зародышеобразование напылением и доокомкование зародышей) позволяет существенно изменить процессы зародышеобразования и окомкования железорудной шихты. Она обладает широким набором инструментария для воздействия на структурные свойства окатышей и производственные параметры окомкователя. Согласно этой технологии на первом этапе получения сырых окатышей в холостой зоне вращающегося тарельчатого окомкователя проводят формирование плотного напыленного слоя (НС) шихты воздушно-шихтовой струей (ВШС), который механически делят на прочные зародыши, имеющие форму, близкую по форме сферокубу или сферопараллелепипеду. На этой стадии производства практически снимаются ограничения по минеральному и гранулометрическому составу компонентов, вводимых в шихту с различными технологическими целями. К ним относится возможность использования железосодержащих материалов, имеющих частицы с более крупными размерами (до 0,2-0,3 мм), труднокомкуемых и гидрофобных добавок, разнообразных жидких и сыпучих технологические отходов, играющих роль восстановителей, поро- и структурообразующих, энерго- и ресурсосберегающих и других добавок. На последующем этапе формообразования происходит доокомкование зародышей в смеси с увлажненной шихтой в режиме переката и формируется оболочка окатышей. Центральная часть кондиционных окатышей имеет пониженную влажность и в ней формируется более высокая пористость с подавляющим количеством открытых пор. Такое структурное построение окатышей позволяет снизить диффузионные ограничения при термообработке и повысить реакционную способность окускованного сырья. Технологическая схема производства достаточно легко может быть реализована на действующем производстве, для чего существуют свободные производственные площади и технические возможности. На основе технологии ЗНД разработаны многочисленные технические решения [4-7], позволяющие управлять процессами формирования зародышей и окатышей и их физическими свойствами, анализ технологической работы которых дает возможность сформулировать общие принципы зародышеобразования и структурообразования комкуемой массы для этой технологии.

Целью работы являлся анализ технических решений, направленных на развитие технологии окомкования железорудной шихты в производстве окатышей, содержащей ресурсосберегающие добавки.

Схематичное представление технологии ЗНД и макроструктуры материалов, участвующих в формообразовании влажной шихты, показано на рисунке 1. В качестве базового устройства, на котором выполнены эксперименты, использовали лабораторный полупромышленный тарельчатый окомкователь (диам. 0,62 м, угол наклона тарели $\gamma = 45^\circ$, число оборотов $n = 12$ об/мин), снабженный струйным аппаратом (СА) (диаметр $d_{\text{СА}} = 0,02$ м, расход шихты $G_{\text{ш}} = 0,03 - 0,04$ кг/с, давление $P_{\text{в}} = 0,2$ МПа, расход сжатого воздуха $V_{\text{в}} = 0,6$ м³/мин) и устройствами различной конструкции для деления НС на зародыши



1 – поток шихты для зародышеобразования; 2 – тоже для доокомкования зародышей; 3 – струйный аппарат; 4 – воздушно-шихтовая струя; 5 – напыленный слой шихты; 6 – делитель НС, состоящий из продольного (пластинчатые ножи) и поперечного (вращающийся барабан с ребрами) делителей; 7 – зародыши; 8 – окатыши

Рисунок 1 – Схема формообразования влажной шихты в зародыши и окатыши – а и внешний вид экспериментальной установки на основе тарельчатого окомкователя для получения окатышей по технологии ЗНД – б, в

. Подробное описание конструкции устройства и его технические особенности приведены в источниках [2, 3]. Для реализации многоструйных технических схем использовали три СА диам. 0,02 м при том же расходе шихты и первоначальных условиях. Тарельчатый окомкователь работал на влажной шихте, состоящей из железорудного концентрата Тейского месторождения ($d_q = 0,068$ мм) и 1 % бентонита. Шихта массой 5 кг напылялась в течение 60 с на ШГ толщиной 30 мм ($\rho_{\text{шг}} = 2230$ кг/м³, $W_{\text{шг}} = 8,14$ %) в холостой зоне тарели при $\Theta_L = 25$ ($\Theta_L = L/d_{CA}$, $L = 0,5$ м). Для доокомкования зародышей и формирования кондиционных окатышей в рабочую зону окомкователя дополнительно подавали 5 кг влажной шихты. Для всех сформованных материалов определяли среднюю прочность, влажность. У НС измеряли размеры НС (диаметр – $d_{\text{НС}}$, м, и высоту НС на его оси – h_o , м.). Зародышевую массу и массив окатышей рассеивали на ситах. Методика отбора проб подробно изложена в источниках [2-3].

Для технических схем, реализующих различные способы формирования НС определяли коэффициент напыления – $K_{\text{НС}}$, %, :

$$K_{\text{НС}} = (M_{\text{ш}} - M_{\text{м}}) / M_{\text{ш}},$$

где: $M_{\text{ш}}$ – масса напыляемой шихты, кг;

$M_{\text{м}}$ – масса шихты, оставшейся после формирования НС, кг.

Для технических схем, реализующих различные способы деления НС

на зародыши, определяли фракционный состав зародышевой массы и коэффициент зародышеобразования – $K_{зр}$, %:

$$K_{зр} = M_{зр} / M_{ш} = (M_{ш} - M_{м} - M_{н}) / M_{ш},$$

где: $M_{зр}$ – масса зародышей размером 2-10 мм, кг;

$M_{н}$ – масса зародышевой мелочи размером менее 2 мм, кг;

Относительную прочность сформованных материалов $\Theta_{п}$ определяли по выражению:

$$\Theta_{п} = P_{ср} / P_{ок},$$

где: $P_{ср}$ – средняя прочность образцов НС, зародышей и окатышей, кПа;

P_0 – средняя прочность окатышей размером 12-16 мм, кПа; $P_0 = 280$ кПа.

Относительную массу сформованных материалов (НС, зародышей и окатышей) $\Theta_{м}$ вычисляли по формуле:

$$\Theta_{м} = M_{м} / M_0,$$

где: $M_{м}$ – средняя масса сформованных материалов (НС, зародышей и окатышей), кг.

M_0 – общая массы шихты, используемой для получения окатышей, включая подачу шихты на доокомкование зародышей в рабочую зону окомкователя, кг; $M_0 = 10$ кг.

Относительную влажность сформованных материалов Θ_{w} определяли по выражению:

$$\Theta_{w} = W_{ср} / W_{ш},$$

где: $W_{ср}$ – средняя влажность образцов НС, зародышей и окатышей, %;

$W_{ш}$ – влажность напыляемой шихты, %; $W_{ш} = 8,20$ %.

Относительную длительность процессов загрузки, напыления шихты, деления НС и доокомкования зародышей Θ_{τ} определяли по выражению:

$$\Theta_{\tau} = \tau_i / \tau_{ок},$$

где: τ_i – длительность процессов загрузки, напыления шихты, деления НС и доокомкования зародышей, с; Длительности напыления, деления и доокомкования составляли 15, 5 и 300 с соответственно.

$\tau_{ок}$ – общая длительность процесса формирования окатышей, с; $\tau_{ок} = 380$ с.

Для сравнительного анализа показателей этих технических схем использовали базовую схему для сравнения, которая опиралась на работу одиночного СА, напыляющего влажную шихту на неподготовленный ШГ. Типичное изменение параметров $\Theta_{м}$, $\Theta_{п}$, Θ_{w} в процессе формообразования шихты (напыление шихты с образованием НС и его деления на зародыши) и формирования окатышей для базовой схемы напыления приведено на рисунке 2. Результаты экспериментов представлены в таблицах 1 и 2.

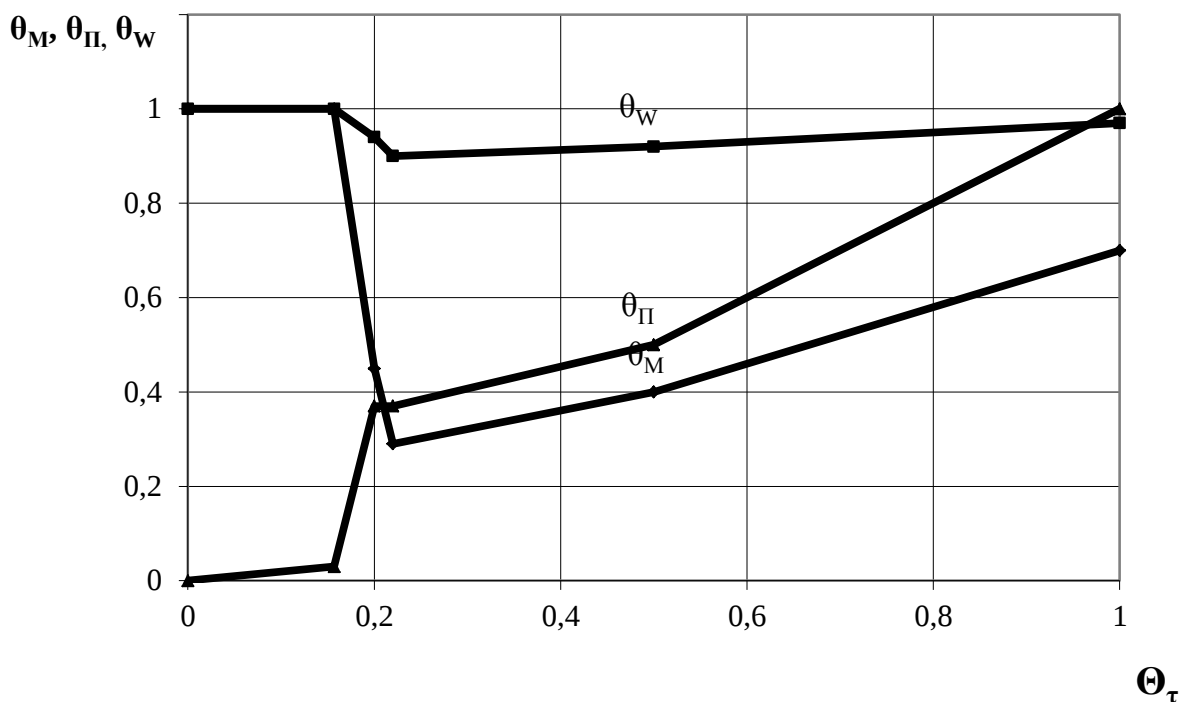


Рисунок 2 – Кинетика изменения относительной прочности $\Theta_{\text{П}}$, массы $\Theta_{\text{М}}$ и влажности $\Theta_{\text{В}}$ материалов в процессе формообразования шихты и формирования окатышей

Таблица 1 – Показатели технических схем, реализующих различные способы формирования НС

Конструктивные особенности технологической схемы	Показатели технических схем, реализующих различные способы формирования НС					
	$K_{\text{НС}}$	$d_{\text{НС}} / d_{\text{СА}}$	$d_{\text{НС}} / h_o$	$\Theta_{\text{М}}$	$\Theta_{\text{П}}$	$\Theta_{\text{В}}$
Формирование НС: одной ВШС	0,88	10,5	20,5	0,44	0,39	0,96
То же с увлажнением зоны напыления	0,95	11,5	21,5	0,46	0,41	0,99
Увлажнение ШГ	0,92	11,5	21,5	0,46	0,42	0,97
Несколькими ВШС с наложением НС по радиусу	0,92	29,0	94,0	0,46	0,40	0,96
То же с наложением НС по дуге	0,91	11,5	21,5	0,46	0,45	0,94
Одной ВШС с вспомогательным потоком воздуха	0,88	14,5	59,0	0,43	0,36	0,96
Одной ВШС с отклоняющими насадками на пути ВШС	0,86	15,0	60,0	0,43	0,35	0,96

Продолжение таблицы 1

Конструктивные особенности технологической схемы	Показатели технических схем, реализующих различные способы формирования НС					
	$K_{НС}$	$d_{НС} / d_{СА}$	$d_{НС} / h_o$	Θ_M	$\Theta_{П}$	Θ_W
Одной ВШС с упрочняющими и структурообразующими добавками в шихте	0,86	10,5	20,5	0,45	0,48	0,96
Дополнительное уплотнение НС барабанами	0,88	11,5	23,5	0,44	0,45	0,95

Таблица 2 – Показатели технических схем, реализующих различные способы деления НС на зародыши

Конструктивные особенности технологической схемы	Показатели технических схем, реализующих различные способы деления НС на зародыши								
	Фракционный состав зародышей, мм						$K_{ЗР}$	Θ_M	$\Theta_{П}$
	0-2	2-4	4-6	6-10	>10	$A_{ЗР}, мм$			
а	34,1	18,8	18,2	28,1	0,8	4,34	0,58	0,29	0,42
б	32,5	18,5	20,2	28,4	0,4	4,21	0,61	0,30	0,42
в	33,2	19,5	20,5	26,2	0,6	4,09	0,61	0,30	0,51
г	43,4	22,6	15,4	10,4	8,2	2,71	0,45	0,22	0,41
д	26,1	18,6	24,6	30,2	0,5	4,51	0,69	0,35	0,43
е	25,4	19,3	25,4	29,9	0,0	4,49	0,58	0,29	0,42
ж	15,2	21,3	30,6	32,9	0,0	5,67	0,62	0,31	0,42
з	12,3	22,2	31,9	33,6	0,0	6,22	0,67	0,38	0,42
и	32,1	19,8	20,2	26,1	0,8	4,15	0,58	0,29	0,38

В таблице 2 позиция а соответствует конструктивному оформлению технологической схемы, в которой организовано деление НС на зародыши продольными пластинчатыми ножами и барабаном с поперечными ребрами, б – то же с составными вращающимися барабанами, в – деление НС продольными пластинчатыми ножами и вращающимся барабаном с поперечными ребрами на выходе из слоя комкуемых материалов, г – плужковыми делителями, д – коническим барабаном, снабженным металлическими струнами, е – барабаном, снабженным ребрами с полукруглыми ячейками, ж – с профилированием НС по ширине и высоте, з – с профилированием ШГ, и – барабаном с поперечными ребрами и системой стержней.

Общим для всех технических схем (таблицы 1 и 2) является быстрое формообразование влажной шихты со средней скоростью роста массы зародышей более 3,0 г/с, сопровождаемое ростом прочности ($\Theta_{П} > 0,39$) и незначительной потерей массы сформованных материалов в процессе напыления шихты (до $\Theta_M = 0,44$) и деления НС (до $\Theta_M = 0,29$) на зародыши (рисунок 2). Напылением шихты можно сформировать прочность НС, близкую к прочности всего окатыша ($\Theta_{П} > 0,8 - 0,9$), но в таком режиме снижается пори-

стость и доля открытых пор в зародышевой части окатыша, что противоречит принципам структурообразования технологии ЗНД. Незначительный рост прочности зародышей при делении НС объясняется механическим уплотнением влажной массы делителями или вспомогательными устройствами. В процессе доокомкования зародышей происходит рост массы и прочности окатышей за счет формирования оболочки окатышей в режиме переката. Процесс обезвоживания НС связан с бародиффузионным переносом влаги ВШС, в которую при напылении попадает НС и зародышевая масса. Процесс доокомкования зародышей сопровождается ростом параметров Θ_M , Θ_P , Θ_W , имеет несколько стадий и протекает в течение значительно большего времени (300 с), что существенно снижает скорость роста массы (до 0,11 г/с) и прочности. Рост влажности формируемых окатышей при доокомковании зародышей происходит за счет переувлажнения оболочки окатышей. На заключительном этапе производства окатышей для большинства технических схем, реализующих технологию ЗНД, формируется максимальное количество окатышей размером 12-16 мм ($\Theta_M > 0,7$) со средней скоростью роста массы (более 0,3 г/с), необходимой прочности ($\Theta_P = 1,0$) с пониженным количеством влаги в их структуре ($\Theta_W < 1$). В центральной зародышевой части окатышей это снижение еще больше ($\Theta_W < 0,95$).

Учитывая характеристики НС и зародышевой массы (Θ_M , Θ_P , Θ_W , таблицы 1 и 2), полученные при реализации исследуемых технических схем, и технологичность устройств (уровень налипаемости шихты, материалоемкость дополнительного оборудования, сложность конструктивного оформления, надежность и стабильность работы) для практического использования рекомендуется комбинированная технологическая схема получения окатышей. Она включает технологию принудительного зародышеобразования ЗНД на основе формирования НС одиночной ВШС (схема а, таблица 1), позволяющей использовать упрочняющие и структурообразующие добавки в напыляемой шихте (схема з, таблица 1). Напыление материала в этой схеме организуют на предварительно профилированный шихтовый гарнисаж (схема ж, таблица 2), а деление НС на зародыши выполняют коническим барабаном, снабженным металлической струной (схема д, таблица 2). Реализация технологии ЗНД на основе этих элементов позволяет получать окатыши с пониженной влажностью ($\Theta_W = 0,97$), ее рациональным распределением по сечению, необходимой и достаточной прочностью ($\Theta_P \geq 1,0$), благоприятной поровой структурой и максимальным выходом окатышей размером 12 – 16 мм ($\Theta_M = 0,72$). В традиционной технологии ЗО эти параметры существенно ниже ($\Theta_W = 1,1$, $\Theta_M = 0,33$) [1–3]. По этим результатам можно прогнозировать более высокую производительность окомкователя, а при последующей термообработке окатыши потребуют меньших энергозатрат на термическую сушку [8].

Выводы. Проанализированы результаты исследований работоспособности технических схем на основе технологии ЗНД, позволяющих управлять процессом формирования зародышей и окатышей, и сформулированы общие принципы зародышеобразования и структурообразования комкуемой

массы на основе труднокомкуемых добавок различного технологического назначения. Получено типичное изменение параметров Θ_M , Θ_{II} , Θ_W в процессе формообразования шихты и формирования окатышей для базовых и ряда исследуемых технических схем. На основе показателей технологии ЗНД и технологичности процесса (уровень налипаемости шихты, материалоемкость дополнительного оборудования, сложность конструктивного оформления, надежность и стабильность работы) проведена оценка указанных технических схем и выбраны наиболее эффективные решения. Для практического использования рекомендована комбинированная схема получения окатышей по технологии ЗНД на основе формирования НС одиночной ВШС, позволяющей использовать упрочняющие и структурообразующие добавки. Напыление материала в этой схеме организуют на предварительно профилированный шихтовый гарнисаж, а деление НС на зародыши выполняют коническим барабаном, снабженным металлической струной. Реализация технологии ЗНД на основе этих элементов позволяет получать окатыши с пониженной влажностью ($\Theta_W = 0,97$), с ее рациональным распределением по сечению, необходимой и достаточной прочностью ($\Theta_{II} \geq 1,0$) и максимальным выходом окатышей размером 12 – 16 мм ($\Theta_M = 0,72$). По этим результатам исследований прогнозируется более высокая производительность окомкователя и меньшие энергозатраты на последующую термообработку окатышей.

Библиографический список

1. Павловец В.М. Окатыши в технологии экстракции металлов из руд / В. М. Павловец. – Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 284 с.
2. Павловец В.М. Расширение функциональных возможностей агрегатов для подготовки железорудного сырья к металлургической плавке / В. М. Павловец. – Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 328 с.
3. Павловец В.М. Развитие техники и технологии окомкования железорудного сырья в металлургии / В. М. Павловец. – Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 336 с.
4. Патент № 2750432 Российская Федерация, МКИ⁸ C22B 1/24. Способ получения окатышей / В.М. Павловец – № 2020133386/02, Заявл. 09.10.2020; Оpubл. 28.06.2021. Бюл. №5 //Изобретения. Полезные модели. 2021. – №19.
5. Патент № 2768073 Российская Федерация, МКИ⁸ C22B 1/24. Способ получения окатышей / В.М. Павловец – № 2021130684/02, Заявл. 20.10.2021; Оpubл. 23.03.2022. Бюл. №9 //Изобретения. Полезные модели. 2022. – №9.
6. Патент № 2698000; Российская Федерация, МКИ⁸ C22B 1/24. Способ получения окатышей / В.М. Павловец – № 2019117140/02, Заявл. 03.06.2019; Оpubл. 21.08.2019. Бюл. №24 //Изобретения. Полезные модели. 2019. – №24.
7. Патент № 2743435 Российская Федерация, МКИ⁸ C22B 1/24. Способ получения окатышей / В.М. Павловец – № 2020104648/02, Заявл. 31.01.2020; Оpubл. 18.02.2021. Бюл. №5 //Изобретения. Полезные модели. 2020. – №5.
8. Интенсификация производства и улучшение качества окатышей / Ю.С. Юсфин [и др.]. – Москва: Металлургия, 1994.– 240 с.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ	4
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НАПЛАВЛЕННЫХ МНОГОСЛОЙНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ТЕПЛОТВОДА <i>Чинахов Д.А., Акимов К.О., Полегешко С.А.</i>	4
ВИХРЕВОЕ ТЕЧЕНИЕ В КАПЛЕ ПРИ ЭЛЕКТРОСВАРКЕ <i>Сарычев В.Д., Чинахов Д.А., Грановский А.Ю., Устюжанин С.В., Сарычев Д.В., Коновалов С.В.</i>	12
ВЛИЯНИЕ ВЫСОТЫ НАПЫЛЕНИЯ НА СОСТАВ И МИКРОСТРУКТУРУ СПЛАВОВ AL-5SI, ПОЛУЧЕННЫХ ПУТЕМ АДДИТИВНОЙ ПЕЧАТИ МЕТОДОМ ДУГОВОЙ СВАРКИ <i>Су Ч., Коновалов С.В., Чэнь С., Хуанг Л.</i>	18
ИССЛЕДОВАНИЯ СВАРОЧНОГО ФЛЮСА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ <i>Михно А.Р., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Жуков А.В., Бендре Ю.В.</i>	22
ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЛАВОВ А5М, ВТ-1, С2 ПОДВЕРГНУТЫХ МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКЕ <i>Шляров В.В., Серебрякова А.А., Аксенова К.В., Загуляев Д.В., Устинов А.М.</i>	27
РАЗРАБОТКА НАПЛАВОЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ SN-SB-CU ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ <i>Михеев Р.С., Калашников И.Е., Катин И.В., Быков П.А.</i>	35
ИССЛЕДОВАНИЕ ОБШИРНОЙ ДИФфуЗИОННОЙ ЗОНЫ, СФОРМИРОВАННОЙ НА УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ В ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ <i>Шевчук Е.П., Плотников В.А., Макаров С.В.</i>	40
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Федоров В.В., Клименов В.А., Черепанов Р.О.</i>	49
ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОКРЫТИЯ ИЗ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНОГО СПЛАВА AL-CO-CR-Fe-MN-Ni С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОВОЛОЧНО-ДУГОВОЙ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ <i>Осинцев К.А., Коновалов С.В., Иванов Ю.Ф., Громов В.Е., Панченко И.А., Воробьев С.В., Бессонов Д.А.</i>	56
КАВИТАЦИОННОЕ РАЗРУШЕНИЕ ИНТРЕМЕТАЛЛИДНОГО ГАЗОДЕТОНАЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ СИСТЕМЫ Ti-AL <i>Яковлев В.И., Собачкин А.В., Логинова М.В., Мясников А.Ю., Барсуков Р.В.</i>	61
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ В УСЛОВИЯХ ДВУХСТРУЙНОЙ ГАЗОВОЙ ЗАЩИТЫ НА СТРУКТУРУ И МИКРОТВЕРДОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛИ 45 <i>Чинахов Д.А., Рзаев Э.Д.</i>	70
ОСОБЕННОСТИ СПЛАВЛЕНИЯ, СТРУКТУРО- И ФАЗООБРАЗОВАНИЯ И СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ И ПРОВОЛОЧНЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Клименов В.А., Федоров В.В., Черепанов Р.О., Хань Ц., Стрелкова И.Л.</i>	80
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МАТРИЦЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОМ АДДИТИВНОМ ПРОВОЛОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	88
<i>Колубаев Е.А., Рубцов В.Е., Чумаевский А.В., Панфилов А.О., Зыкова А.П., Осипович К.С., Николаева А.В., Добровольский А.Р., Утяганова В.Р., Шамарин Н.Н., Никонов С.Ю.</i>	88

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЛУБИНЫ РЕЗАНИЯ И РАДИУСА РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ ИНСТРУМЕНТА НА ОБРАЗОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И МИКРОСТРУКТУРУ ПЕРИФЕРИЙНОЙ ЗОНЫ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ	
<i>Джигвишов В.Ф., Рзаев Э.Д.</i>	98
МИКРОСТРУКТУРА КЕРАМИКИ V_4C-CrV_2 , СИНТЕЗИРОВАННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОВОЛОКНИСТОГО УГЛЕРОДА	
<i>Дик Д.В., Гудыма Т.С., Филипов А.А., Крутский Ю.Л.</i>	107
ПОВЕРХНОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ И СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТАЛЛА СВАРНЫХ ШВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЛЮСА НА ОСНОВЕ ШЛАКА СИЛИКОМАРГАНЦА И ФД-УФС	
<i>Крюков Р.Е., Михно А.Р., Жуков А.В., Бендре Ю.В.</i>	114
ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ПОЛЗУЧЕСТИ И МИКРОТВЕРДОСТИ ТЕХНИЧЕСКИ ЧИСТОГО СВИНЦА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ С ИНДУКЦИЕЙ 0,5 ТЛ	
<i>Серебрякова А.А., Загуляев Д.В., Шляров В.В.</i>	121
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕДИ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ С ОСНОВОЙ МЕТАЛЛА ПРИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОЙ ОБРАБОТКЕ	
<i>Будовских Е.А., Романов Д.А., Филяков А.Д., Бащенко Л.П., Ионина А.В.</i>	126
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ИЗНОСА ПУТЕМ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ ДОПОЛНИТЕЛЬНО СОДЕРЖАЩЕЙ ПОРОШОК ТИТАНА	
<i>Киселев П.В., Комаров А.А., Михно А.Р., Дробышев В.К.</i>	131
ОБ ИЗГОТОВЛЕНИИ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ БЕСКИСЛОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СИСТЕМАХ V_4C-MeV_2 ($Me = Ti, Cr, Zr$)	
<i>Гудыма Т.С., Крутский Ю.Л., Крутская Т.М., Дик Д.В., Шестаков А.А., Апарнев А.И., Логинов А.В.</i>	138
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ КЕРАМИКИ ИЗ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ	
<i>Непочатов Ю.К., Плетнев П.М.², Гудыма Т.С.</i>	143
ПЕРСПЕКТИВЫ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫМ МАТЕРИАЛОМ МЕТОДОМ ЭШН	
<i>Быстров В.А.</i>	149
ИССЛЕДОВАНИЕ СПЛАВА AL7075 ПОСЛЕ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ	
<i>Дробышев В.К., Михно А.Р., Панченко И.А., Лабунский Д.Н.</i>	158
СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО ПОКРЫТИЯ СИСТЕМЫ Mo-Au	
<i>Филяков А.Д., Романов Д.А., Соснин К.В., Московский С.В.</i>	162
ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ПРОКАТА ИЗ ОТБРАКОВКИ ЗАГОТОВОК РЕЛЬСОВЫХ СТАЛЕЙ	
<i>Уманский А.А., Симачев А.С., Думова Л.В.</i>	168

СЕКЦИЯ 4: РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА, ОХРАНА ТРУДА.....	176
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО КОНЦЕНТРАТА, ВЫДЕЛЕННОГО ИЗ УГЛЕОТХОДОВ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ <i>Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Улмасов А.Б., Куниц О.А.</i>	<i>176</i>
ПРОВЕРКА ЗНАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА И КРИТЕРИИ ГОТОВНОСТИ РАБОТНИКА К БЕЗОПАСНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Чернов К.В.</i>	<i>182</i>
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРИРОСТА МАССЫ ШИХТОВЫХ АГРЕГАТОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ БРИКЕТОВ <i>Павловец В.М., Домнин К.И.</i>	<i>193</i>
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БРИКЕТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ И СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ, ПОДВЕРГНУТЫХ ИЗБИРАТЕЛЬНОМУ СМЕШИВАНИЮ <i>Павловец В.М., Домнин К.И.</i>	<i>203</i>
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИЙ С МИКРОКРЕМНЕЗЕМОМ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРИСТОГО СТЕКЛОКОМПОЗИТА <i>Скирдин К.В., Казьмина О.В.</i>	<i>211</i>
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА <i>Баженова Н.Н., Водолеев А.С., Гибадуллин Р.М.</i>	<i>219</i>
КЕДР КАК ОБЪЕКТ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ КУЗБАССА <i>Водолеев А.С., Захарова М.А., Толстикова А.Ф., Баженова Н.Н.</i>	<i>227</i>
АГРОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ <i>Водолеев А.С., Захарова М.А., Постельников В.Н., Ким В.И., Бондарев М.Р.</i>	<i>232</i>
СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОБИОМОНИТОРИНГА ПРИ КОНСЕРВАЦИИ СКЛАДИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Захарова М.А., Водолеев А.С., Лубенцева Ю.А., Толстикова А.Ф., Баженова Н.Н.</i>	<i>240</i>
ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ <i>Корнилов Д.А., Водолеев А.С., Грибкова Е.О., Гибадуллин Р.М., Конаков С.В.</i>	<i>247</i>
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАВАЮЩЕГО ВОДНОГО РАСТЕНИЯ ЭЙХОРНИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ОБРАЗОВАННЫХ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ <i>Гашишникова А.О., Михайличенко Т.А.</i>	<i>259</i>
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. НОВОКУЗНЕЦКА И ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ <i>Коноплев Д.Д., Коротков С.Г., Домнин К.И.</i>	<i>265</i>
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА В МЕТАЛЛУРГИИ <i>Вахтарова К.О., Михайличенко Т.А.</i>	<i>274</i>
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ АССОРТИМЕНТА И КАЧЕСТВА УГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ ТЕРМООБРАБОТКИ УГЛЕЙ <i>Мурко В.И., Карпенков В.И., Темлянцева Е.Н., Аникин А.Е.</i>	<i>279</i>
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ <i>Грибкова Е.О., Водолеев А.С., Гибадуллин Р.М., Конаков С.В., Корнилов Д.А., Макшанов Д.В.</i>	<i>289</i>

РОЛЬ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В МЕТАЛЛУРГИИ <i>Волченкова О.А., Михайличенко Т.А.</i>	297
ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАМОВ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ К АГЛОСИХТЕ <i>Урусов Д.Н., Михайличенко Т.А.</i>	306
РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ГАЗООЧИСТКИ ЗА ПАРОГЕНЕРАТОРАМИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ТЭЦ ФИЛИАЛА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ГАЗООЧИСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ <i>Големинов С.П., Михайличенко Т.А.</i>	314
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ЗАРОДЫШЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ В ТЕХНОЛОГИЯХ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ <i>Павловец В.М.</i>	322
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОКОМКОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ШИХТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ОКАТЫШЕЙ, СОДЕРЖАЩЕЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ДОБАВКИ <i>Павловец В.М.</i>	329
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ <i>Романова В.А., Дробышев В.К.</i>	338
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА ВЗАИМОВОСТРЕБОВАННЫХ УСТАНОВОК С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА НА СТАДИИ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ <i>Филиппов В.А.</i>	344
СЕКЦИЯ 5: АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ	352
АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ТОКОВОЙ НАГРУЗКИ ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ МОНТАЖЕ ОБОЖЖЕННЫХ АНОДОВ <i>Немчинова Н.В., Тузов А.В., Геройменко А.В., Анончук И.И.</i>	352
ИДЕНТИФИКАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С ЗАВИСИМЫМИ ОТ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СВОЙСТВАМИ <i>Свинцов М.М., Скударнова Н.В., Ивушкин К.А., Макаров Г.В., Мышляев Л.П.</i>	358
ЗАДАЧА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ СО СТРУКТУРНОЙ НЕСТАЦИОНАРНОСТЬЮ <i>Загидулин И.Р., Мышляев Л.П., Макаров Г.В., Свинцов М.М.</i>	363
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Коровин Д.Е., Грачев В.В., Макаров Г.В., Кулюшин Г.А., Скударнова Н.В.</i>	369
МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕЛЕЙНО-КОНТАКТОРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА КАНТОВАНИЯ УГОЛЬНОГО ВАГОНООПРОКИДЫВАТЕЛЯ НА СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ "ПЧ-АД" <i>Клевицов С.А., Модзелевский Д.Е.</i>	376
СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ, ПРОГРАММНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ <i>Макаров Г.В., Мышляев Л.П., Чинахов Д.А., Ивушкин К.А.</i>	384
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ УДАЛЕННОЙ ПУСКОНАЛАДКИ НА КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ <i>Кулюшин Г.А., Мышляев Л.П., Грачев В.В., Коровин Д.Е.</i>	391
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА «АЛЮМИНИК» ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В МИКСЕРЕ ЛИТЕЙНОГО ОТДЕЛЕНИЯ <i>Мартусевич Е.А., Рыбенко И.А.</i>	400

Научное издание

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО**
«Металлургия – 2022»

Труды XXIII Международной научно-практической конференции

Часть 2

Под общей редакцией А.Б. Юрьева

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 16.11.2022 г.

Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага офисная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 24,0 Уч.-изд. л. 26,4 Тираж 300 экз. Заказ № 296

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ