

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Сибирский государственный индустриальный университет

*Посвящается 90-летию Сибирского
государственного индустриального университета*

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
«Металлургия – 2019»**

23 – 24 октября 2019 г.

*Труды
XXI Международной научно-практической конференции
Часть 1*

**Новокузнецк
2019**

УДК 669(06)+658.012.056(06)
М 540

Редакционная коллегия
академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор М.В. Темлянцев, д.т.н., профессор Г.В. Галевский,
д.т.н., профессор Н.А. Козырев, д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский,
к.т.н., доцент С.Г. Коротков

М 540 Металлургия: технологии, инновации, качество : труды XXI Международной
научно-практической конференции: в 2-х ч. Ч. 1 / под ред. Е.В. Протопопова;
Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2019. – 404 с. : ил.

ISSN 2542-1670

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и
технологии производства, обработки и сварки металлов, энергоресурсосбережения,
рециклинга и экологии в металлургии.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Администрация Кемеровской области
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
АО «ЕВРАЗ ЗСМК»
АО «Русал Новокузнецк»
АО «Кузнецкие ферросплавы»
ОАО «Черметинформация»
Издательство Сибирского отделения РАН
Журнал «Известия вузов. Черная металлургия»
Журнал «Вестник СибГИУ»
Журнал «IOP conference series: materials science and engineering»
АО «Кузбасский технопарк»
Западно – Сибирское отделение Российской Академии естественных наук
Совет молодых ученых Кузбасса

ISSN 2542-1670

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2019

Библиографический список

1. Мусатова А.И., Кадыков В.Н., Кулаков С.М. Оценивание производительности производственной системы на основе тактового подхода // Научное обозрение. – 2014. – № 5. – С. 253 – 262.
2. Мусатова А.И., Кулаков С.М., Кадыков В.Н. К оцениванию нормативных коэффициентов использования оборудования в прокатных цехах // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2010. – № 2. – С. 47 – 51.
3. Кадыков В.Н., Кулаков С.М., Мусатова А.И. Алгоритм оценивания ситуационных тактов работы прокатного комплекса // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2011. – № 8. – С. 61 – 69.
4. Kulakov S.M., Musatova A.I., Kadykov V.N., Baranov P.P. Timing Models in the Reengineering of Metallurgical Production Systems // Steel in Translation. 2015. Vol. 45, no. 5, pp. 367 – 375.
5. Медиков В.Я. Производственные мощности и их использование / В.Я. Медиков – М.: МГУП, 2002. – 264 с.
6. Dusan Malindzak, Andrzej Gazda. The principles and specifics of logistics of metallurgical production // Metal, 2011, 5 pp. 18-20.
7. P. Snapka, M. Mikusova, K. Janovska, A. Samolejova Simulation model of metallurgical production management // Metall, 2013, pp. 429-431.

УДК 624.7.001.5

ПОСТРОЕНИЕ НОРМАТИВНОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ ОПЕРАТОРОВ-ВОЛОЧИЛЬЩИКОВ В РЕЖИМЕ МНОГОСТАНОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Кадыков В.Н., Мусатова А.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия, musatova-ai@yandex.ru*

Аннотация. Рассмотрена задача определения рационального количества волочильных станов, которые может одновременно обслуживать один рабочий-оператор. Для ее решения построена многовариантная имитационная модель человеко-машинной системы «оператор – волочильные станы». Результаты моделирования и оптимизации представлены в табличной форме для разных типов волочильных станов метизного производства.

Ключевые слова: оператор-волочильщик, трудовые операции, многостановое обслуживание, моделирование, нормативы, нормы выработки.

CONSTRUCTION OF THE NORMATIVE MODEL OF WORK OPERATORS OF SCRAPERS IN THE MODE MULTIPLE SERVICE

Kadykov V.N., Musatova A.I.

*Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia, musatova-ai@yandex.ru*

Abstract. The task of determining a rational number of drawing mills that can be simultaneously served by one worker-operator is considered. To solve this problem, a multivariate imitational model of a human-machine system “operator-draw mills” has been built. The results of modeling and optimization are presented in tabular form for different types of wire mills for hardware production.

Key words: drag operator, labor operations, multi-service, modeling, standards, production standards.

Анализ проведенных комплексных исследований производственных процессов на участках грубого, среднего и тонкого волочения сталепроволочного цеха металлургического предприятия позволили сформировать нормативную базу показателей для действующих волочильных станов.

Волочильный стан, предназначенный для холодной деформации проволоки, представляет собой человеко-машинную (активную) систему, состоящую из механизмов, приспособлений и оборудования, связанных единым производственным процессом, в котором непосредственно участвуют рабочий. Эффективное функционирование такой системы зависит от степени соответствия и уровня согласованности действий всех ее элементов (технических, технологических, трудовых).

В рассматриваемом волочильном отделении метизного производства станы подразделяются на группы в зависимости от кратности (от одного до семи) процесса волочения, диаметра чистового барабана и диаметра протягиваемой проволоки. Следует отметить особенности функционирования волочильных станов. При изготовлении каждой единицы готовой продукции одна операция является машинной (параллельно которой рабочий осуществляет контроль и активное наблюдение за ходом процесса волочения) и три – пять операций являются ручными (трудовыми) с различным количеством их элементов и микроэлементов в зависимости от типа стана, в которых рабочий выполняет непосредственные действия, связанные с подготовкой к процессу волочения и выдачей готовой продукции, а также выполняет необходимые функции оперативного управления комплексным процессом. В случаях возникновения сбоев, остановок в технологическом процессе рабочий самостоятельно оперативно принимает и реализует рациональные решения по регулированию и ликвидации производственных ситуаций. Таким образом, в человеко-машинной сложной и динамичной системе важная роль принадлежит рабочему, от деятельности которого зависит объем, качество, затраты и прибыль выпускаемой продукции.

С целью повышения эффективности управления трудовыми ресурсами предложена нормативная модель функционирования человеко-машинной системы в режиме многостанового обслуживания. Анализ сформированной нормативной базы показателей системы «волочильный стан – волочильщик», включающей длительности операций (машинных, машинноручных и ручных), дал возможность оптимизировать количество волочильных станов, которое реально может обслуживать один рабочий-оператор. Для этого разработана нормативная модель функционирования человеко-машинной системы в режиме многостанового обслуживания.

Для выявления возможности двухстанового обслуживания проводились фотохронометражные наблюдения по сменам за работой одностановых человеко-машинных систем. Фиксировались действия операторов-волочильщиков, выполняемых ими трудовых операций (перекрываемых и неперекрываемых машинным временем) в зависимости от планировки рабочих мест и маршрутов движения операторов (рисунок 1, а). На основе комплексной обработки наблюдений определялись нормативные значения далее рассматриваемых показателей.

Нормативное время занятости рабочего (оператора) при обслуживании одного волочильного стана:

$$\tau_{\zeta N}^i(i) = \sum_{n=1}^{n^*} \tau_{\div, i}^i(i) + \sum_{z=1}^{z^*} \tau_{i\delta, z}^i(i) + \tau_a^i(i); \quad (1)$$

$$\tau_{\div, i}^i(i) = \frac{\tau_{\div, i}^{i\hat{a}}(i)}{k_{\div, i}^i(i)}; \quad \tau_{i\delta, z}^i(i) = \frac{\tau_{i\delta, z}^{i\hat{a}}(i)}{k_{i\delta, z}^i(i)}; \quad (2)$$

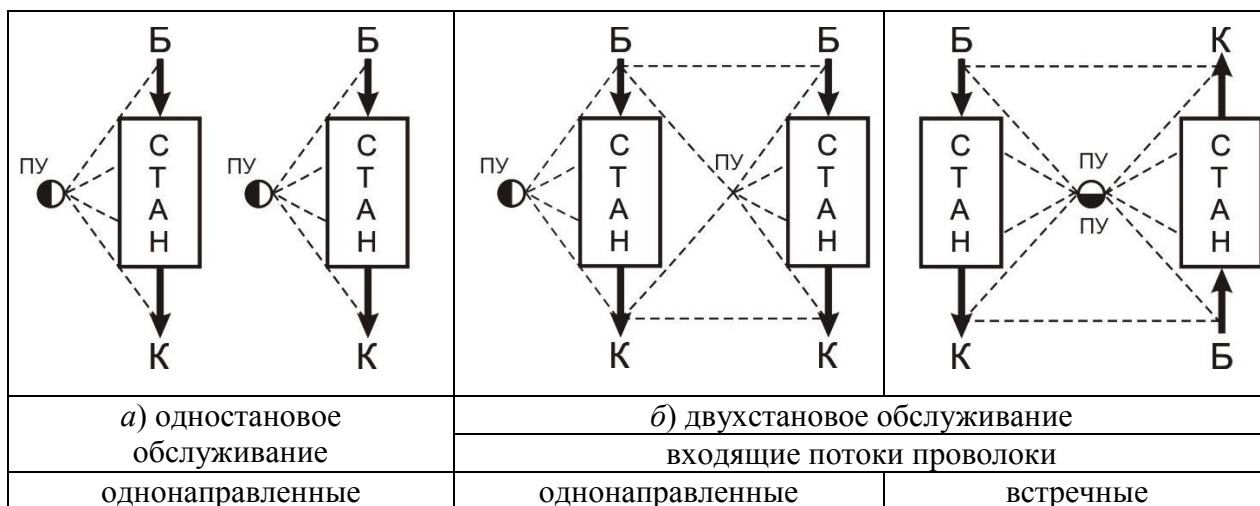


Рисунок 1 – Схемы маршрутов движения операторов при одно- (а) и многостановом (б) обслуживании: ● – рабочий-оператор; ПУ – пульт управления; Б – бунт катанки; К – катушка готовой проволоки

$$\tau_{aN}^i(i) = t_{iN}^i(i) \cdot k_a; \quad t_{iN}^i(i) = \frac{t_{iN}(i)}{k_i^i(i)}, \quad (3)$$

где $\tau_{aN}^i(i)$, $\tau_{i\bar{z}}^{i\bar{a}}(i)$ – нормативное и минимально возможное время выполнения рабочим n -ой циклической операции (и их элементов) при изготовлении единицы i -ой продукции, неперекрываемое машинным временем волочения, ч;

$\tau_{i\bar{z}}^i(i)$, $\tau_{i\bar{z}}^{i\bar{a}}(i)$ – нормативное и минимально возможное время выполнения рабочим z -ой операции (и их элементов), перекрываемое машинным временем, ч;

$k_{i\bar{z}}^i(i)$, $k_{i\bar{z}}^{i\bar{a}}(i)$ – нормативные коэффициенты нестабильности выполнения ручных операций (и их элементов); $\tau_{aN}^i(i)$ – нормативное время активного (визуального) наблюдения рабочим за технологическим процессом волочения, ч;

$t_{iN}^i(i)$, $t_{iN}(i)$ – нормативное и технически возможное машинное время для i -го диаметра проволоки, N -ой скорости волочения, ч;

k_a – коэффициент, учитывающий регламент активного наблюдения ($k_a = 0,1 - 0,2$);

k_i^i – нормативный коэффициент использования оборудования (стана).

Нормативное время активного наблюдения операторами-волочильщиками за процессом волочения устанавливалось для каждого типа станов с учетом следующих обязательных действий: поэтапный контроль диаметра проволоки и работы оборудования, проверка наличия и качества технологической смазки, контроль подачи проволоки на входе (с бунта или катушки) и на выходе (при формировании готового изделия в виде мотка или катушки). Для станов, работающих с заготовочной проволокой (катанкой в бунтах) дополнительно учитывалось время занятости рабочего в связи с поправкой витков на размоточном устройстве. Исключение составляют станы, работающие с термически обработанной проволокой в катушках, так как при заполнении катушек проволока располагается в них ровными рядами.

Нормативное время незанятости рабочего (машинно-свободное время) в процессе волочения i -го диаметра проволоки при изготовлении единицы продукции:

$$t_{i\bar{N}}^i(i) = t_{iN}^i(i) - \left[\sum_{z=1}^{z^*} \tau_{i\bar{z}}^i(i) + \tau_a^i(i) \right]. \quad (4)$$

Если $t_{inN}^i(i) \geq 0$, то рассматривается вопрос определения рационального количества станков, которые может обслуживать один рабочий.

Проектное время занятости рабочего при обслуживании S однотипных волоочильных станков:

$$\tau_{\zeta N}^i(S, i) = \tau_{\zeta N}^i(i) + \tau_{nx}^i(S, i); \quad (5)$$

$$\tau_{nx}^i(S, i) = \frac{\tau_{nx}^{ia}(S, i)}{k_{in}^i(S, i)}; \quad \tau_{nx}^{ia}(S, i) = \frac{l_{i0}}{V_{ix}} \cdot k_{ix}, \quad (6)$$

где $\tau_{nx}^i(S, i)$, $\tau_{nx}^{ia}(S, i)$ – нормативное и минимально возможное время перехода рабочего от одного стана к другому, ч;

$k_{in}^i(S, i)$ – нормативный коэффициент, учитывающий нестабильность маршрутного пути рабочего;

l_{i0} – длина рационального маршрута рабочего, м;

V_{ix} – скорость перемещения рабочего, м/мин;

k_{ix} – проектное количество переходов рабочего при изготовлении единицы продукции, шт.

Нормативное время на переходы рабочего от одного стана к другому устанавливалось с использованием имитационного моделирования действий рабочих при обслуживании S станков с учетом рациональных маршрутов и количества переходов в зависимости от веса и вида продукции (рисунок 1, б). Так, если станки производят большегрузные мотки весом 1,5 т, то рабочему необходимы дополнительные переходы для промежуточной увязки большегрузных мотков и т.д.

Проектное время незанятости рабочего (машинно-свободное время) в процессе волочения при обслуживании S станков:

$$t_{icN}^i(S, i) = t_{icN}^i(i) - \tau_{ix}^i(S, i). \quad (7)$$

Проектное оперативное время рабочего:

$$t_{in, N}^i(S, i) = t_{icN}^i(i) + \tau_{\zeta N}^i(S, i). \quad (8)$$

Коэффициент занятости рабочего при изготовлении единицы продукции в режиме многостанового обслуживания:

$$k_{\zeta, N}(S, i) = \frac{\tau_{\zeta N}^i(S, i)}{t_{in, N}^i(S, i)} \leq k_{\zeta}^*(i); \quad k_{\zeta}^*(i) \in (0,4 \div 0,7). \quad (9)$$

Расчетное количество волоочильных станков, которое может обслуживать один рабочий:

$$S_N(i) = \left[\frac{t_{inN}^i(S, i)}{\tau_{\zeta N}^i(S, i)} + 1 \right] \cdot k^i, \quad (10)$$

где k^i – общий коэффициент, учитывающий нормативные скрытые и текущие простои при S -становом обслуживании.

Норма выработки рабочего при многостановом обслуживании:

$$H_{\div-i, N}(S, i) = P_{\div-i, N}^i(i) \cdot S_N^i(i) \cdot \hat{O}\hat{A}_{\div-i, \hat{n}}^i(S, i), \text{ т/смена} \quad (11)$$

$$\hat{O}\hat{A}_{\div-i}^i(S, i) = \hat{E}\hat{A}_{\hat{n}}^i - \left[\sum_{i=1}^i t_{\delta\delta}^i + t_{\delta}^i(i) + t_{\delta\delta}^i(i) + t_{\hat{n}\hat{a}i}^i(i) + t_{i\delta\hat{a}}^i(i) \right], \quad (12)$$

Таблица 1 – Результаты моделирования человеко-машинной системы в режиме многостанового обслуживания

Диаметр готовой проволоки, мм	Маши- ное время воло- чения, мм	Нормативное время			Опера- тивное время, мин	Коэффициенты		Количество стан- ов на одного рабочего, шт.		Норма- тивная произ- води- тель- ность стана, т/ч	Норма- тивный фонд времени, ч/смена	Норма выработки рабочего, т/смена
		активно- го наблю- дения, мин	занято- сти ра- бочего, мин/шт.	незаян- тости рабоче- го, мин		занято- сти ра- бочего	исполь- зования системы	рас- четное	уста- нов- лен- ное			
Волоочильные станы 1/350 работают с катушки на моток (0,06 т)												
1,4	54,36	2,72	13,62	48,83	62,45	0,22	0,60	3,0	2	0,039	6,08	0,474
1,4	41,67	2,08	12,98	36,78	49,77	0,26	0,65	2,5	2	0,049	6,08	0,596
1,4	27,03	1,35	12,25	22,88	35,13	0,35	0,60	1,7	1	0,070	-	-
Волоочильные станы 2/550 работают с бунта на катушку (1 т)												
5,0	27,41	2,74	9,44	24,20	3,64	0,28	0,88	3,1	2	1,592	6,50	20,70
5,0	19,94	1,99	8,69	17,48	26,17	0,33	0,88	2,6	2	2,042	6,50	26,55
5,0	14,78	1,48	8,18	12,83	21,01	0,39	0,87	2,4	2	2,538	6,50	33,02
Волоочильные станы 3/350 работают с бунта на моток (1,5 т)												
3,5	78,43	7,84	21,10	68,41	89,51	0,24	0,77	3,3	2	0,875	6,67	11,67
3,5	56,34	5,63	18,89	48,53	67,42	0,28	0,77	2,7	2	1,150	6,67	15,34
3,5	40,40	4,04	17,30	34,18	51,48	0,34	0,76	2,3	2	1,515	6,67	20,27
Волоочильные станы 7/350 работают с катушки на катушку (1 т)												
1,6	132,98	13,30	16,70	119,21	135,91	0,12	0,82	6,7	3	0,377	7,0	7,92
1,6	96,15	9,61	13,01	86,07	99,08	0,13	0,82	6,3	3	0,518	7,0	10,88
1,6	77,16	7,72	11,12	68,97	80,09	0,14	0,82	5,9	3	0,641	7,0	13,46

где $P_{i,N}^i(i)$ – нормативная производительность однотиповой человеко-машинной системы [1], т/ч;

$\hat{O}_{i,\tilde{n}}^i(S,i)$ – нормативный фонд времени работы человеко-машинной системы, учитывающий регламентированные перерывы $\sum_{i=1}^i t_{\delta\tilde{a}}$ оператора (обед, отдых, личные надобности), нормативные простои при совпадении ручных операций $t_{\tilde{n}\hat{a}i}^i$ в период обслуживания S -станом, нормативны простои по техническим t_{δ}^i , технологическим $t_{\delta\delta}^i$ и организационным $t_{\delta\delta}^i$ причинам, ч/смена.

Нормативные простои (остановки), связанные с совпадением операций на соседних станах оценивались с учетом эмпирически выявленной закономерности: чем больше продолжительность машинного времени и меньше ручных операций, тем менее вероятны остановки стана из-за совпадения ручных операций.

Моделирование трудовых процессов рабочих-операторов при обслуживании каждым из них нескольких волоочильных однотипных или разнотипных станом позволило определить целесообразность использования многостанового режима работы. Результаты практических расчетов показали, что в анализируемом волоочильном отделении метизного производства многие типы станом могут попарно обслуживаться одним рабочим. Фрагменты расчетов для некоторых станом приведены в таблице.

Анализ результатов моделирования человеко-машинной системы выявил, что конкретные станы (попарно) могут работать в комплексе: «два волоочильных стана – один оператор» (станы 6/550, 5/550, 4/550, 3/550, работающие с бунта на катушку или на моток весом 1 т; станы 1/550 – с катушки на моток (0,1 т) при диаметрах готовой проволоки 1,6 – 2,3 мм; станы 1/350 – с катушки на моток (0,06 т) при второй и третьей скорости волоочения. Станы 7/350, работающие с катушки на катушку (1 т) имеют значительный резерв машинно-свободного времени, поэтому целесообразно одному оператору обслуживать одновременно три стана. С внедрением двухстанового обслуживания улучшатся технико-экономические показатели в волоочильном отделении метизного производства (сократится численность рабочих на 24 чел., увеличится производительность труда в 1,35 раза, уменьшится себестоимость продукции на 2 %).

Таким образом, уточнена и конкретизирована методика определения норм времени и норм выработки операторов-волоочильщиков в условиях многостанового обслуживания с учетом скорости волоочения, диаметра и вида готовой проволоки, нормативной производительности волоочильных станом каждого типа.

Библиографический список

1. Мусатова А.И., Кулаков С.М. Особенности построения нормативной модели производительности волоочильных станом // Научное обозрение. – 2014. – № 3. – С. 139 – 149.
2. Вайсман Д.И. Расчет и анализ использования производственных мощностей метизной промышленности / Д.И. Вайсман, З.А. Герасимова, Р.Ш. Рубин. – М.: Металлургия, 1985. – 48 с.
3. Мусатова А.И., Кулаков С.М., Кадыков В.Н. К оцениванию нормативных коэффициентов использования оборудования в прокатных цехах // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2010. – № 2. – С. 47 – 51.
4. Рубин Г.Ш., Гун Г.С., Поляков М.А. Стандартизация метизной продукции: особенности, проблемы, перспективы развития // Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. – № 10-2. – С. 28 – 33.
5. Kulakov S.M., Musatova A.I., Kadykov V.N., Baranov P.P. Timing Models in the Reengineering of Metallurgical Production Systems // Steel in Translation. 2015. Vol. 45, no. 5, pp. 367

– 375.

6. Генкин, Б.М. Организация, нормирование и оплата труда на промышленных предприятиях: Учебник для вузов / Б.М. Генкин. - М.: НОРМА, 2013. - 480 с.

7. Geraskin M.I., Egorova V.V. The algorithm for dynamic optimization of the production cycle in bearing industry. Information Technology and Nanotechnology. 2016. pp. 552 – 568.

8. Голубчик Э.М., Кузнецова А.С., Рубин Г.Ш. Гунн Г.С., Дыя Х. Применение модели и принципов технологической адаптации показателей качества в процессах производства метизного производства // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2016. № 1. С. 101 – 108.

УДК 621.771:669.424

РАЗРАБОТКА ПРОГРЕССИВНЫХ КАЛИБРОВОК АСИММЕТРИЧНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ПРОФИЛЕЙ НА УНИВЕРСАЛЬНОМ РЕЛЬСОБАЛОЧНОМ СТАНЕ АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Дорофеев В.В.¹, Добрянский А.В.¹, Фастыковский А.Р.²

¹*АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат»,
г. Новокузнецк, Россия, Andrey.Dobryanskij@evraz.com*

²*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия*

Аннотация. В представленной работе рассмотрены теоретические и технологические аспекты освоения производства остряковых и усовиковых рельсов на новом универсальном рельсобалочном стане АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Приведены результаты научно-практических исследований технологии прокатки этих асимметричных рельсовых профилей. Описаны выявленные недостатки проектных калибровок, выявлены причины образования поверхностных дефектов при прокатке данных профилей. По итогам проведенного анализа разработаны прогрессивные калибровки валков для асимметричных рельсовых профилей.

Ключевые слова: калибровка валков, асимметричные рельсовые профили, режим прокатки, универсальный прокатный стан, горячая прокатка, дефекты поверхности.

DEVELOPMENT OF ADVANCED ROLL PASS DESIGNS FOR ASYMMETRIC RAIL PROFILES AT THE UNIVERSAL RAIL-AND-STRUCTURAL STEEL MILL OF JSC "EVRAZ ZSMK"

Dorofeev V.V.¹, Dobryanskij A.V.¹, Fastykovskij A.R.²,

¹*JSC «EVRAZ Consolidated West Siberian Metallurgical Plant»,
Novokuznetsk, Russia, Andrey.Dobryanskij@evraz.com*

²*Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia, Andrey.Dobryanskij@evraz.com*

Abstract: In the presented paper, theoretical and technological aspects of the development of the manufacturing of switch point rails and wing rails at the new universal rail-and-structural steel mill of JSC «EVRAZ ZSMK» are considered. The results of scientific and practical research of the rolling technology of these asymmetric rail profiles are presented. The identified shortcomings of the project roll pass designs are described, the causes of the formation of surface imperfections during rolling of these profiles are identified. Based on the results of the analysis, advanced roll pass designs for asymmetric rail profiles have been developed.

Key words: Roll pass design, asymmetric rail profiles, rolling schedule, universal mill, hot rolling, surface imperfections.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	4
МЕТАЛЛУРГИЯ КУЗБАССА: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ	
<i>Протопопов Е.В., Темлянец М.В., Галевский Г.В., Козырев Н.А., Коротков С.Г., Фастыковский А.Р.</i>	4
СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВО: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ	
<i>Протопопов Е.В., Калиногорский А.Н., Ганзер Л.А.</i>	9
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ	
<i>Фастыковский А.Р.</i>	14
ФЕРРОСПЛАВНОЕ ПРОИЗВОДСТВО: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ В МИРЕ И РОССИИ	
<i>Рожихина И.Д., Нохрина О.И., Ёлкин К.С., Голодова М.А.</i>	20
НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ	
<i>Козырев Н.А.¹, Шевченко Р.А., Протопопов Е.В., Кратько С.Н., Хомичева В.Е.</i>	33
85 ЛЕТ В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ. К ЮБИЛЕЮ КАФЕДРЫ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ЭКОЛОГИИ СИБГИУ	
<i>Коротков С.Г., Темлянец М.В., Стерлигов В.В.</i>	44
МОЛИБДЕНОВЫЕ КОНЦЕНТРАТЫ : СЫРЬЕВАЯ БАЗА И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ	
<i>Полях О.А., Комрони М.</i>	55
РЕСУРСО – И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ СТАЛЬНЫХ ОТЛИВОК С ТЕРМОВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКОЙ	
<i>Лубяной Д.А., Мамедов Р.О., Князев С.В.</i>	61
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЛАКОВ РАФИНИРОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ	
<i>Рожихина И.Д., Нохрина О.И., Ходосов И.Е., Ёлкин К.С.</i>	66
ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И МИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА МОЛИБДЕНА, ЕГО СПЛАВОВ И СОЕДИНЕНИЙ	
<i>Горлова А.А., Галевский Г.В., Руднева В.В.</i>	72
КОМПАНИЯ CINF – ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЛИДЕР В ПРОЕКТИРОВАНИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ИНЖИНИРИНГЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	
<i>Чжан Кэ</i>	78
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ С ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМИ СВОЙСТВАМИ	
<i>Павловец В.М.</i>	81
ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ПОДОВОЙ ФУТЕРОВКИ АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА: СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	
<i>Горлова А.А., Зербач О.В., Галевский Г.В.</i>	90
ПРИМЕНЕНИЕ ДИБОРИДА ТИТАНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ КАТОДОВ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ	
<i>Галевский Г.В., Руднева В.В., Галевский С.Г., Комрони М., Гордиевский О.И.</i>	94
ПРОИЗВОДСТВО ОБОЖЖЕННЫХ АНОДОВ ДЛЯ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ: ДОМИНИРУЮЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ, ТЕХНОЛОГИЯ, КАЧЕСТВО	
<i>Лысенко О.Е., Галевский Г.В., Руднева В.В., Галевский С.Г., Комрони М.</i>	101

СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ТВЕРДЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В МЕТАЛЛУРГИИ <i>Аникин А.Е., Галевский Г.В., Руднева В.В., Галевский С.Г., Комрони М.⁴, Макарычева Е.Г., Смит С.В.</i>	110
СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ТВЕРДЫХ УГЛЕРОДИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В МЕТАЛЛУРГИИ.....	118
<i>Аникин А.Е., Галевский Г.В., Руднева В.В., Галевский С.Г., Комрони М., Макарычева Е.Г., Смит С.В.</i>	118
ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ СКРАПА ШЛАКОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ <i>Амелин А.В., Протопопов Е.В., Кузнецов С.Н., Калиногорский А.Н., Ганзер Л.А.</i>	124
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ МАРГАНЦЕВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ <i>Прошунин И.Е., Нохрина О.И., Рожихина И.Д.</i>	128
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ИЗВЛЕЧЕНИЕ ВАНАДИЯ ИЗ КОНВЕРТЕРНОГО ВАНАДИЕВОГО ШЛАКА ПРИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ <i>Голодова М.А., Рожихина И.Д., Нохрина О.И., Рыбенко И.А.</i>	133
СЕКЦИЯ 2: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ, ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА	139
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ВРЕМЕНИ И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ОТЛИВОК В ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ФОРМАХ <i>Деев В.Б., Приходько О.Г., Прусов Е.С., Протопопов Е.В., Темлянец М.В., Куценко А.И., Mei Shunqi, Ри Э.Х., Сметанюк С.В., Пономарева К.В., Гаврилов Г.Н.</i>	139
РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ВРЕМЕНИ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ОТЛИВОК И СЛИТКОВ В МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ФОРМЕ <i>Деев В.Б., Приходько О.Г., Прусов Е.С., Протопопов Е.В., Темлянец М.В., Куценко А.И., Mei Shunqi, Ри Э.Х., Базлова Т.А., Сметанюк С.В., Соколов А.А.</i>	146
МЕЛКОСЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО ЛИТЫХ ПОРИСТЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Князев С.В., Усольцев А.А., Куценко А.И., Куценко А.А., Соколов Б.М.</i>	152
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ МАРКИ Э90ХАФ <i>Симачев А.С., Осколкова Т.Н.</i>	159
МНОГОСТАДИЙНАЯ ПРОТЯЖКА КРУГЛОЙ ЗАГОТОВКИ НА ПЛОСКИХ БОЙКАХ НА ГИДРАВЛИЧЕСКОМ ПРЕССЕ <i>Перетягко В.Н., Вахман С.А., Филиппова М.В., Юрьев А.Б.</i>	164
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬСОВЫХ СТАЛЕЙ, ЛЕГИРОВАННЫХ ХРОМОМ, В ТЕМПЕРАТУРНОМ ИНТЕРВАЛЕ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ <i>Уманский А.А., Головатенко А.В., Симачев А.С., Дорофеев В.В.</i>	170
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОКАТКИ – РАЗДЕЛЕНИЯ НА ДЕЙСТВУЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ <i>Фастыковский А.Р., Беляев С.В.</i>	175
НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВИНТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ ВОЛОЧЕНИЕМ <i>Фастыковский А.Р., Чинокалов Е.В.</i>	180
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ЗАХВАТА И КОЛЕБАНИЙ ПОЛОСЫ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВИБРАЦИЙ ПРИ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКЕ <i>Кожевников А.В., Смирнов А.С., Платонов Ю.В.</i>	184

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТРУДОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРОКАТНОГО КОМПЛЕКСА <i>Кадыков В.Н., Мусатова А.И.</i>	188
ПОСТРОЕНИЕ НОРМАТИВНОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ ОПЕРАТОРОВ-ВОЛОЧИЛЬЩИКОВ В РЕЖИМЕ МНОГОСТАНОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ <i>Кадыков В.Н., Мусатова А.И.</i>	196
РАЗРАБОТКА ПРОГРЕССИВНЫХ КАЛИБРОВОК АСИММЕТРИЧНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ПРОФИЛЕЙ НА УНИВЕРСАЛЬНОМ РЕЛЬСОБАЛОЧНОМ СТАНЕ АО «ЕВРАЗ ЗСМК» <i>Дорофеев В.В., Добрянский А.В., Фастыковский А.Р.</i>	202
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЫТНЫХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ НА ИЗНОС И УДАР В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ <i>Исагулов А.З., Квон Св.С., Куликов В.Ю.</i>	208
ДЛИНА ЗОНЫ ПЛАВНОГО ПЕРЕХОДА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЁСТКОСТИ С- И Н-ОБРАЗНОГО ПРОФИЛЕЙ, ФОРМУЕМЫХ ПО ПОЛУЗАКРЫТЫМ СХЕМАМ <i>Филимонов А.В., Филимонов С.В., Филимонов В.И.</i>	213
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБОЛОЧКОВОЙ ФОРМЫ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК Ковалева Т.В., Еремин Е.Н.	219
ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ДЕФЕКТОВ В МЕЛЮЩИХ ШАРАХ <i>Исагулов А.З., Аубакиров Д.Р.</i>	223
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ <i>Исагулов А.З., Исагулова Д.А.</i>	228
ДЕФОРМАЦИЯ, ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА И СВОЙСТВА ПОРШНЕВЫХ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИХ СИЛУМИНОВ <i>Афанасьев В.К., Прудников А.Н., Прудников В.А.</i>	234
СЕКЦИЯ 3: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ, ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ	241
АНАЛИЗ УСЛОВИЙ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОДОВ ПЛАЗМОТРОНА ЭДП-104А В АЗОТНОЙ ПЛАЗМЕ <i>Галевский Г.В., Руднева В.В., Оршанская Е.Г., Галевский С.Г., Мишне И.</i>	241
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОЛЬФРАМА ИЗ ОКСИДА ПРИ НАПЛАВКЕ ПОРОШКОВЫМИ ПРОВОЛОКАМИ <i>Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Усольцев А.А., Бащенко Л.П., Михно А.Р.</i>	244
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ WO_3 АЛЮМИНИЕМ ПРИ ДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ <i>Крюков Р.Е., Бендре Ю.В., Горюшкин В.Ф., Козырев Н.А., Шурупов В.М.</i>	251
ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЫЛИ ГАЗООЧИСТКИ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Усольцев А.А., Михно А.Р., Бащенко Л.П.</i>	256
ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЫЛИ ГАЗООЧИСТКИ ФЕРРОХРОМА <i>Козырев Н.А., Усольцев А.А., Крюков Р.Е., Прудников А.Н., Михно А.Р.</i>	261
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОВШЕВОГО ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА В КАЧЕСТВЕ ФЛЮС – ДОБАВКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ <i>Михно А.Р., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Усольцев А.А., Уманский А.А.</i>	267

УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТВЕРДОГО СПЛАВА ВК10КС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В МАШИНОСТРОЕНИИ	
<i>Осколкова Т.Н., Глезер А.М.</i>	272
НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ: ИСТОРИЯ, РЕАЛЬНОСТЬ И ПРОГНОЗЫ	
<i>Полях О.А., Полях К.Е., Вильдеманн В.</i>	277
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРОЗИИ ЭЛЕКТРОДОВ ПЛАЗМОТРОНА ЭДП-104А В АЗОТНОЙ ПЛАЗМЕ	
<i>Галевский Г.В., Руднева В.В., Оршанская Е.Г., Галевский С.Г., Мишне И.</i>	281
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМООБРАБОТКИ КАРБИДА КРЕМНИЯ	
<i>Галевский Г.В., Руднева В.В., Галевский С.Г., Черновский Г.Н., Крушенко Г.Г., Стафецкис Л., Черепанов А.Н.</i>	285
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКЕ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ	
<i>Шевченко Р.А., Козырев Н.А., Усольцев А.А., Крюков Р.Е., Михно А.Р.</i>	294
РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕЛИ ПЛАЗМОСИНТЕЗА ДИБОРИДА ТИТАНА	
<i>Галевский Г.В., Руднева В.В., Оршанская Е.Г., Ефимова К.А.</i>	298
ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ НОВЫХ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК СИСТЕМЫ Fe–C–Si–Mn–Cr–Ni–Mo	
<i>Козырев Н.А., Усольцев А.А., Гусев А.И., Осетковский И.В., Михно А.Р.</i>	306
СВАРОЧНЫЙ ФЛЮС НА ОСНОВЕ БАРИЙ – СТРОНЦИЕВОГО МОДИФИКАТОРА И ШЛАКА СИЛИКОМАНГАНА	
<i>Козырев Н.А., Михно А.Р., Усольцев А.А., Крюков Р.Е., Попова М.В.</i>	322
ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО ХРОМИСТОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ	
<i>Еремин Е.Н., Лосев А.С., Бородихин С.А., Пономарев И.А.</i>	328
КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СПЛАВА СИСТЕМЫ Sn-Sb, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ	
<i>Калашиников И.Е., Болотова Л.К., Быков П.А., Катин И.В., Кобелева Л.И.</i>	334
ИССЛЕДОВАНИЕ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВЫХ СТАЛЕЙ	
<i>Шевченко Р.А., Кузнецов В.А., Козырев Н.А., Усольцев А.А., Михно А.Р.</i>	338
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ	
<i>Кузнецов В.А., Шевченко Р.А., Усольцев А.А., Козырев Н.А., Михно А.Р.</i>	342
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАЗМОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА КАРБИДА ЦИРКОНИЯ	
<i>Алексеева Т.И., Галевский Г.В., Руднева В.В., Галевский С.Г.</i>	347
ОСОБЕННОСТИ КАРБОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА ВОЛЬФРАМА(VI) В ПЛАЗМЕННОМ ПОТОКЕ АЗОТА	
<i>Баротов Ф.Б., Ноздрин И.В.</i>	351
СЕКЦИЯ 4: ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И АГРЕГАТАХ. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ	355
БИОМОНИТОРИНГ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ШЛАМОХРАНИЛИЩА АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	
<i>Водолегов А.С., Синяевский Д.В., Кривцова Ю.В.</i>	355
ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО, ХИМИЧЕСКОГО И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВОВ ПРОКАТНОЙ ОКАЛИНЫ И ОБЕЗВОЖЕННОГО ШЛАМА ГАЗООЧИСТКИ	
<i>Аникин А.Е., Галевский Г.В., Руднева В.В., Ноздрин Е.В.</i>	358

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ <i>Соловьев А.К., Шевченко А.А.</i>	364
ВЫБОР МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТОИМОСТНОЙ ОЦЕНКИ <i>Стерлигов В.В.</i>	369
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТОПЛИВА <i>Стерлигов В. В.</i>	373
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ШЛАКИ – КАТАЛИЗАТОРЫ ОЧИСТКИ ГАЗООБРАЗНЫХ ВЫБРОСОВ <i>Титова О.О., Павлович Л.Б., Медведская Е.В.</i>	377
ОЦЕНКА РИСКОВ НА КОКСОХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ С ВНЕДРЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ <i>Титова О.О., Павлович Л.Б., Медведская Е.В.</i>	379
ТЕХНОГЕННЫЕ КАТАСТРОФЫ И ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ <i>Апасов А.М.</i>	384
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕПЛООБМЕНА В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ <i>Спирин Н.А., Онорин О.П., Истомин А.С., Гурин И.А.</i>	393

Научное издание

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО**
«Металлургия – 2019»

Труды XXI Международной научно-практической конференции

Часть 1

Под общей редакцией профессора Е.В. Протопопова

Технический редактор	В.Е. Хомичева
Компьютерная верстка	Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 04.10.2019 г.
Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага офисная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 23,4 Уч.-изд. л. 25,8 Тираж 300 экз. Заказ № 235

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ