

А.А.Минаев

Совмещенные металлургические процессы



**Донецк
УНИТЕХ
2008**

**Информационный буклет книги:
введение, одна глава и
заключение**

А.А.Минаев

**Совмещенные
металлургические
процессы**

Донецк
УНИТЕХ
2008

*Памяти моего отца
Минаева Анатолия Федоровича,
Заслуженного металлурга
Украины,
посвящается*

УДК 669.02/09
ББК 65.305.2
М61

Минаев А.А. **Совмещенные металлургические процессы:** Монография.
– Донецк: Технопарк ДонГТУ УНИТЕХ, 2008. – 552 с.

В монографии изложены материалы о тенденциях и динамике развития мировой черной металлургии. Показано, что разработка и реализация совмещенных металлургических процессов относятся к числу главных направлений, позволяющих в условиях рыночных отношений обеспечивать получение высококачественной продукции при высокой эффективности производства. Рассмотрены варианты реализации совмещенных процессов по всей технологической линии металлургических предприятий и продемонстрированы конкретными примерами. Освещены инновационные технологии, способствующие повышению эффективности работы металлургических предприятий. Особое внимание уделено разработкам ученых Донецкого политехнического института, в последующем Донецкого национального технического университета, в том числе выполненным под руководством и при активном участии автора монографии. Книга предназначена для научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских и проектных институтов, металлургических и машиностроительных предприятий, а также преподавателей и студентов технических вузов.

Ил. 194. Табл. 41. Библ. список 480 назв.

Рецензенты:

Ефименко Г.Г., член-корреспондент НАН Украины;

Гасик М.И., академик НАН Украины;

Мазур В.Л., член-корреспондент НАН Украины.

Рекомендована к печати Ученым советом Донецкого национального технического университета

ISBN 966-8248-18-X

© Минаев А.А., 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	7
Глава 1. Сталь продолжает сохранять положение основного конструкционного материала.....	9
1. Возможна ли замена стали альтернативными материалами.....	9
2. Динамика развития мировой металлургии.....	11
3. Особенности развития черной металлургии Украины.....	13
4. Опыт зарубежных стран в решении проблем металлургии.....	20
Глава 2. Совмещенные металлургические процессы.....	26
1. Определение термина «совмещенный металлургический процесс».....	26
2. Совмещенные процессы на участках производства чугуна и стали.....	27
3. Совмещение процессов на участке литья и прокатки стали	70
Глава 3. Совмещенные процессы при производстве проката.....	158
1. Особенности формирования структуры и свойств горячедеформированной стали.....	159
2. Контролируемая прокатка стали	164
3. Высокотемпературная термомеханическая обработка конструкционной стали.....	179
4. Способы и устройства для охлаждения сортового проката	199
5. Математические модели, описывающие влияние параметров контролируемой прокатки на механические свойства низколегированных сталей	216
6. Математическая модель температурного поля простых сортовых профилей	224
7. Математическая модель температурного поля фасонных профилей при регулируемом охлаждении.....	227
8. Реализация промышленной технологии контролируемой прокатки сортовых профилей.....	232
9. Пластическая деформация и сфероидизирующая термическая обработка стали	243
10. Классификация видов совмещенного температурно- деформационного воздействия на металл.....	266
11. Прокатка – разделение заготовок и сортовых профилей	275

Глава 4. Совмещенные процессы – перспектива развития мини-металлургических заводов	306
1. Этапы развития мини-металлургических заводов	306
2. Классификация мини-заводов	310
3. Структура, сортамент и оборудование мини-металлургических заводов	317
4. Применение совмещенных процессов выплавки, разливки и прокатки стали на мини-металлургических заводах.....	322
Глава 5. Основные направления реструктуризации черной металлургии	330
1. Глобализация черной металлургии	330
2. Роль государства при глобализации черной металлургии	341
3. О государственной региональной политике	343
4. Разработка и реализация предложений по реструктуризации черной металлургии	352
Глава 6. Инновационные технологии, обеспечивающие конкурентоспособность интегрированных предприятий и высокую эффективность мини-заводов	355
1. Особенности развития макси- и мини-заводов	355
2. Производство чугуна	366
3. Производство стали	399
4. Производство проката.....	429
Библиографический список	512

ПРЕДИСЛОВИЕ

В мировой черной металлургии XXI века четко прослеживается тенденция роста объемов производства, сопровождающаяся стремительным прогрессом в создании новых и совершенствовании существующих технологий и оборудования.

Достигнутые результаты в основном достаточно оперативно публикуются в периодической технической печати – журналах, сборниках научных трудов конференций, вузов, НИИ и других научных организаций.

Автор этой книги поставил перед собой задачу систематизировать эти сведения, а также осветить результаты работ, выполненных в Донецком политехническом институте, в последующем переименованном в Донецкий национальный технический университет (ДонНТУ). На протяжении длительного периода времен эти разработки, не потерявшие актуальность сейчас широко используются в промышленности. Во многих из представленных разработок автору книги принадлежала инициатива, он был руководителем и активным участником.

При представлении новых инновационных решений автор исходил из того, что современная украинская черная металлургия практически по многим показателям отстает от уровня развития мировой черной металлургии и нуждается в скорейшем выборе направлений развития и определении конкретных путей их реализации.

В предыдущие годы уровень научных разработок в черной металлургии и машиностроении, в основном, соответствовал мировому уровню, но наблюдалось некоторое отставание в их технической реализации. Это положение было обусловлено тем, что ранее существовала система академических, отраслевых и проектных НИИ, работали научно-исследовательские подразделения в вузах.

Потребности украинской черной металлургии в оборудовании в большинстве случаев удовлетворяло мощное отечественное машиностроение. Но при этом в украинской металлургии были допущены существенные стратегические ошибки: строительство крупных мартеновских печей в период, когда в мире уже бурно развивалось кислородно-конвертерное производство стали; строительство конвертерных цехов не предусматривающих использование машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) и др.

Как показано в монографии, теоретические и экспериментальные научно-исследовательские работы в ДонНТУ ведутся по всей технологической цепочке металлургического производства. Ряд выполненных разработок Донецкого национального технического университета свидетельствует о их высоком научном уровне в областях: применения пылеугольного топлива в доменном производстве; внепечной обработки и непрерывной разливки стали; совмещенных процессов разливки и прокатки стали, её термомеханической обработки; прокатки-разделения раскатов, прокатки полосовой продукции в многорядных клетях.

Активные работы в ДонНТУ ведутся по разработке теории и реализации на практике региональной политики в реструктуризации черной металлургии Украины. На примере конкретных предприятий представлены предложения по преодолению негативных условий в черной металлургии Украины.

Главной задачей автора книги является акцентирование внимания на необходимости проведения реконструкции комбинатов и заводов на базе совмещения технологических процессов.

Особо рассмотрен вопрос отношений между мини-металлургическими заводами и интегрированными предприятиями.

Книга предназначена для научных и инженерно-технических работников НИИ и проектных институтов, металлургических и машиностроительных предприятий, а также – для преподавателей и студентов технических вузов.

Автор благодарит коллег и сотрудников ДонНТУ, принимавших участие в теоретических разработках, проведении исследований, написании совместных монографий, статей и в подготовке материалов на авторские свидетельства и патенты.

Автор признателен профессору, д.т.н. Коновалову Ю.В. за действенную помощь и методические советы при выполнении работы.

Глава 1

Сталь продолжает сохранять положение основного конструкционного материала

1. Возможна ли замена стали альтернативными материалами

С середины XIX века сталь стала основным конструкционным материалом и остается таковым до сих пор, и это вопреки прогнозам, которые делались в середине прошлого века о том, что возможно снижение объемов мирового производства стали за счет замены ее другими материалами. Базой для таких прогнозов стало расширение технических и экономических возможностей по развитию производства цветных металлов, совершенствование технологий производства полимеров и интенсивное появление их новых видов, освоение производства таких принципиально новых материалов, как керамические, композитные и т.п. [1].

Основными цветными металлами, которые могут конкурировать со сталью, являются алюминий, медь и цинк как основа конструкционных сплавов [2].

В 2007 г. их мировое производство составило соответственно 37, 16 и 11 млн.т [3], в то время как на начало 2000 года оно было (также соответственно) 20, 12 и 8 млн.т [4]. Из этих цифр видно, что темпы роста их производства существенны. Но надо иметь в виду, что медь, в основном, используют для изготовления проводников электрического тока, и в меньшей мере для производства конструкционных сплавов для изготовления отдельных деталей машин, механизмов, бытовых приборов и различной утвари, а цинк – преимущественно для получения антикоррозионных покрытий или для создания композитов с другими цветными металлами и сплавами на их основе [2].

Алюминий применяют достаточно широко в различных сферах промышленности и хозяйства, в том числе и в качестве конструкционного материала. Основное достоинство алюминия – снижение массы изделий. С учетом равной прочности и стойкости к ударным нагрузкам это снижение составляет примерно 50% [5].

Однако темпы замены стали алюминием невелики. Объясняется это рядом причин [6]

1. Энергоемкость производства первичного алюминия примерно в 10 раз выше, чем стали.

2. Несмотря на достаточно резкое падение цен на алюминий в последние 15-20 лет, он продолжает оставаться более дорогим материалом по сравнению со сталью.

3. При производстве первичного алюминия объемы вредных выделений значительно больше, а их опасность для человека и природы значительно выше, чем при производстве стали. Характерно то, что при увеличении объемов потребления в таких странах, как США, Япония, Франция, Германия, производство алюминия в этих странах сокращается. Точнее говоря, его переносят в другие страны.

Производство вторичного алюминия из лома и отходов производства требует затрат энергии в 10 раз меньше, чем первичного [7], но деформационные свойства вторичного алюминия значительно хуже, чем первичного.

4. Не решена проблема полной утилизации лома и отходов алюминия, особенно при использовании его для изготовления тары и упаковки.

Еще одним материалом – конкурентом стали, в том числе и как конструкционного материала, являются пластмассы. Темпы роста производства пластмасс с 40-х по 80-е годы прошлого века опережали темпы роста производства стали, и к началу 90-х годов годовой объем мирового производства полимерных материалов достиг 90 млн.т. В последующие годы темпы роста объемов производства полимерных материалов снизились, но сам рост продолжался и продолжается [2].

При производстве и потреблении пластмасс также имеются негативные явления [2, 6]

1. Производство пластмасс менее энергоемко, чем алюминия, но и оно требует затрат энергии в 2,5-3 раза больше, чем для производства стали.

2. В качестве исходного сырья при производстве пластмасс используют нефтепродукты и природный газ, дефицит которых ощущается все острее, а цена их растет очень быстро. Это обуславливает и повышение цен полимерных изделий.

3. Фактически отсутствуют промышленные технологии, позволяющие организовать не только рециркуляцию, но и экологически безопасную утилизацию изделий из пластмасс.

Темпы замены стали альтернативными материалами можно проследить на примере автомобильной промышленности (для заводов фирмы «Форд»).

В период с 1975 по 1985 г.г. доля рядовых сталей, используемых при изготовлении легковых автомобилей, снизилась с 60 до 50%, доля пластмасс повысилась с 4 до 9%, алюминия с 2 до 5%. Одновременно с этим повысилась доля высокопрочных сталей с 3 до 10%. Эти цифры подтверждаются и другими исследованиями. Однако основным является вывод, что главным конкурентом рядовых сталей являются высокопрочные стали.

На конференции по черной металлургии и рециркуляции, проходившей в 1995 г. в Дюссельдорфе (Германия), отмечены следующие причины широкого применения стали [8]:

- имеет уникальное сочетание прочностных и вязкостных характеристик, устойчива к вибрации, воздействиям коррозии, тепла и холода (может быть применена при температурах от минус 200 до плюс 1000°C;
- свойства стали поддаются четкому контролю и управлению;
- отношение стоимости и эксплуатационных характеристик гораздо ниже, чем у ее заменителей;
- затраты энергии на производство из первичного сырья и готовой продукции (проката) гораздо ниже, чем у конкурентов;
- способность удовлетворять требованиям безопасности и окружающей среды;
- возможность подвергаться полной рециркуляции, а побочных продуктов плавки – рециркуляции на 80-100%.

Последний пункт начинает играть все более превалирующую роль, поскольку способствует сохранению ресурсов, сокращению отходов, улучшению экологии.

Роль стали в жизни человека эмоционально и очень точно сформулировал П. Марш: «Всё – от автомобиля до высотного здания – без стали просто не существовало бы. Даже изделия, которые содержат очень мало или не содержат вообще стали, например, мобильные телефоны, не могут быть произведены без инструмента, изготовленного из стали» [9].

Из представленных материалов можно сделать вывод, что пока альтернативы стали в больших объемах нет и в ближайшее время не будет.

2. Динамика развития мировой металлургии

На рис.1 показана динамика производства стали в мире по данным работы [10]. Из рисунка видно, что основной тенденцией является постоянный рост объемов производства стали. С 1950 по 2007 г. (данные по 2007 г. в работе [10] не приведены) объемы производства стали выросли с 200 до 1344 млн.т/год. Выделены этапы медленного (1950-1959 г.г. и 1975-1998 г.г.) и быстрого (1960-1974 и 1999-2006 г.г.) роста объемов производства стали, а также указаны причины этих явлений. На графике видны периодические пики и впадины, обусловленные колебаниями спроса на рынке стальной продукции.



Рис. 1. Динамика производства стали в мире [10]

По прогнозам предполагается, что к 2015 г потребление (а следовательно, и производство) стали достигнет 1,82 [10], а к 2025 г. – 2,2 млрд.т/год (Гуров В., Власюк В. Сталь: час менеджерів // Урядовий кур'єр, 19 липня 2008 р).

Данные по объемам производства основных стран-производителей стали приведены в табл.1. Из представленных данных видно, что в ряде стран (Германия, Бразилия, Италия, США) имеется слабо проявляющаяся тенденция увеличения производства стали. Более четко эта тенденция прослеживается в Японии, России, Южной Корее и Украине. Безусловным лидером в увеличении объемов выплавки стали является Китай. По прогнозам в 2015 г. в Китае потребление стали достигнет 720 млн.т/год, а в 2025 г. – 1,2 млрд.т/год. Прогнозируется, что прирост потребления стали в других странах к 2015 г. (приведены сведения по странам, где прирост потребления будет не менее 12 млн.т/год) со-

ставит, млн.т/год: Индия – 55; Россия – 26; Иран – 21; Бразилия – 18; Турция – 16; Вьетнам – 15; США – 14; Украина – 13; Мексика – 12 [10].

Таблица 1

Объемы производства основных стран – производителей стали

Страна	Объемы производства стали (млн.т) по годам						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Китай	151	182	221	272	349	423	489
Япония	103	108	110	113	112	116	120
США	90	92	94	98	94	99	98
Россия	57	59	61	64	66	71	72
Индия	27	29	33	33	38	49	53
Ю. Корея	44	45	46	47	48	48	51
Германия	45	45	45	46	45	47	49
Украина	33	34	37	39	39	41	43
Бразилия	27	30	31	33	32	31	34
Италия	26	26	27	28	29	32	32

Однако фактическое производство и потребление не отражает имеющихся в мире производственных мощностей в металлургии. Они, как правило, существенно отличаются от объемов производства. Так, в период с 1994 по 2001 г.г. загрузка мировых сталеплавильных мощностей составляла примерно 75%. Начиная с 2001 г. она постоянно увеличивалась и в 2006 г. достигла 93% [10]. Загрузка металлургических мощностей, цены и спрос на металлопродукцию коррелируют. Чем выше спрос на металл и выше цены, тем больше загрузка мощностей.

Положительная динамика роста объемов производства стали на достаточно длительную перспективу также подтверждает её востребованность.

3. Особенности развития черной металлургии Украины

В работе [11] нами представлены история и анализ развития черной металлургии в Украине, сначала в составе СССР, а после 1991 г. – как самостоятельного государства.

Следует отметить, что к началу XX столетия Украина стала одним из наиболее развитых регионов Российской империи. В Украине сформировались крупные промышленные центры общероссийского значения – Донецкий угольно-металлургический, Криворожско-Днепропетровский железорудный и металлургический, Никопольский марганцевый. Украина стала основной топливно-

рудно-металлургической базой страны.

Непосредственно современная (по тому времени) металлургия была создана в период с 1872 по 1900 г.г. Многие из построенных в тот период предприятий действуют до настоящего времени. Пиком развития черной металлургии Украины стал 1913 г. В этом году было выплавлено свыше 2,8 млн.т чугуна; 2,4 млн.т стали и произведено примерно 2 млн.т проката.

В период первой мировой войны, немецкой оккупации 1918 г. и революции металлургическая промышленность Украины и отрасли, обеспечивающие её сырьем и топливом, практически прекратили свою деятельность. Лишь в 1923-1924 г.г., впервые после 1913 г., был обеспечен рост продукции металлургии Украины.

Период развития черной металлургии Украины с 1928 по 1941 г.г. характерен коренной реконструкцией всех оставшихся в действии металлургических предприятий – на первом этапе, и строительством четырех новых заводов («Азовсталь», «Криворожсталь», «Запорожсталь» и «Днепропетросталь») – на втором.

В этот период времени построены и введены в действие первые в СССР агломерационная фабрика, блюминг и слябинг. Внедрялись передовые на тот момент сталеплавильные процессы. На заводе «Запорожсталь» впервые было организовано современное производство автомобильного листа на базе слябинга, широкополосного стана горячей прокатки (по своему техническому уровню он был лучшим в Европе) и непрерывного стана холодной прокатки.

Все работы и по строительству новых заводов, и по реконструкции действующих, выполнялись как своими, так и зарубежными инженерами, с проектированием и изготовлением оборудования отечественными и зарубежными заводами и фирмами, но генеральное направление, идеология развития были разработаны отечественными учеными, инженерами, проектантами.

Новые заводы были спроектированы по поточной технологии на базе крупных современных металлургических агрегатов – доменных печей объемом 930-1300 м³, мартеновских печей емкостью 150-300 т, блюмингов мощностью до 1,2 млн.т/год, непрерывных и полунепрерывных сортовых станов производительностью 400-650 тыс.т/год, непрерывных листовых станов.

В 1940 г. было выплавлено 9,6 млн.т чугуна; 8,3 млн.т стали, произведено 6,3 млн.т готового проката. К 1941 г. в Украине была создана современная для того времени металлургия.

С июля по октябрь 1941 г. из Украины на восток страны были вывезены 40 металлургических предприятий и основные кадры металлургов. Восстановление металлургических заводов Украины началось сразу после ее освобождения в 1943 г. и к 1950 г. она практически вышла по объемам производства на довоенный уровень.

Период 1951-1970 г.г. характерен высокими темпами развития черной металлургии Украины, причем развивались практически все металлургические предприятия, технологические переделы, а также горнорудная и коксохимическая промышленность. В этот период были введены в действие доменные печи объемом до 2700 м³, а для интенсификации процесса выплавки чугуна и экономии кокса начали широко применять природный газ и кислород. В сталеплавильном производстве главной чертой стало освоение кислородно-конвертерного процесса и расширение мартеновского производства стали за счет сооружения мартеновских печей большой емкости (вплоть до 900 т). Эти способы производства стали, наряду с электросталеплавильным производством, полностью вытеснили бессемеровский и томасовский процессы.

В прокатном производстве были введены в действие мощные блюминги, толстолистовые станы нового поколения, сортовые и мелкосортнопроволочные станы.

Крупнейшим событием не только для Украины, но и для всего мира, стал ввод в действие в 1960 г. на Донецком металлургическом заводе первой промышленной машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ).

Наряду с достигнутыми к этому времени успехами был допущен и стратегический просчет, который негативно сказывается до настоящего времени. Когда в мировой практике начали широко внедрять кислородно-конвертерный процесс, отлично сочетающийся с МНЛЗ – комплекс, исключаящий слитковый передел с крупными обжимными станами, в СССР (и в Украине тоже) одновременно продолжали вводить в действие мартеновские печи, блюминги и слябинги, а вводимые в эксплуатацию кислородно-конвертерные цехи не оснащали МНЛЗ. Государство, в котором был создан процесс непрерывной разливки стали, надолго отстало в развитии этого процесса от мировых достижений.

В Донецком национальном техническом университете выполнен детальный анализ причин такого явления [12].

Начиная с 1866 г. и вплоть до 60-х годов прошлого века мартеновский способ производства стали занимал доминирующее положение, что объясняет-

ся универсальностью этой технологии. Она легко адаптировалась к конкретным условиям производства стали. Возможно использование жидкого чугуна или полностью твердой шихты, а также комбинации этих составляющих практически в любых пропорциях.

В 1940 г. на территории Украины мартеновским способом выплавляли свыше 78% стали от общего объема ее производства. В 1950 г. было начато сооружение практически новых сталеплавильных цехов, при этом основной концепцией развития стало строительство большегрузных мартеновских печей, позволяющих увеличить их производительность, по меньшей мере, в полтора раза, при существенном снижении удельного расхода топлива и капитальных затрат. В результате, за 1951-1962 г.г. в Украине ввели в действие 42 мартеновские печи, из них восемь емкостью по 600-650 т и три – по 900 т. Такая логика имела серьезное обоснование [12].

Во-первых, мартены (в сравнении с электропечами) с наименьшими затратами позволяли переработать накопления послевоенного стального лома. А рост объемов добычи природного газа, который начали широко применять для отопления мартеновских печей, позволил упростить конструкцию мартеновской печи и на 20-25% увеличить площадь пода агрегатов в действующих цехах.

Во-вторых, ввод в действие последнего мартеновского цеха в Украине на металлургическом комбинате им.Ильича нельзя рассматривать с позиций реалий 1962 г. На самом деле, научные, проектные и конструкторские разработки, геологические работы и начало сооружения этого цеха относятся к середине 1950-х.

В-третьих, «мартеновская доминанта» в черной металлургии страны совсем не препятствовала распространению того же кислородно-конвертерного процесса. В 1962 г. в Украине уже работали два кислородно-конвертерных цеха, а параллельно с мартеновским на металлургическом комбинате им.Ильича строили еще один кислородно-конвертерный цех (ККЦ), который был пущен в 1964 г. За счет этого доля конвертерной стали в общеукраинском объеме выплавки непрерывно увеличивалась до середины 1970-х, достигнув 27,9% к 1975 г. Это вполне соответствовало ведущим тенденциям развития мировой металлургии того времени.

Известны недостатки мартеновского производства стали:

- низкая по сравнению с ККЦ производительность;

- бóльшие капитальные затраты и бóльшая площадь, занимаемая цехом;
- бóльшие текущие затраты по сравнению с ККЦ;
- низкая производительность труда при обслуживании печей;
- трудность совмещения с МНЛЗ из-за разной продолжительности плавок.

Последний недостаток является самым главным. Все это привело к тому, что в середине 1970-х в мире начали массово прорабатывать различные варианты замены мартеновских печей конвертерами с донной продувкой при использовании существующих зданий цехов. К 1978 г. уже действовало пять цехов, оборудованных большегрузными конвертерами с донным дутьем и вместимостью от 150 до 230 т. В двух из них конвертеры располагали именно на месте мартеновских печей.

Были начаты такие проработки и в Советском Союзе, но они показали, что на это требуются большие затраты и потери объемов производства стали на период реконструкции цехов. Веским был и довод, что переход на конвертерный способ производства стали, во-первых, приведет к избытку лома, а во-вторых, к дефициту чугуна [12].

Зато в современных условиях дефицита лома и сложности перевода большегрузных мартеновских печей на разливку стали на МНЛЗ, задачу реконструкции сталеплавильных цехов следует решать в самое ближайшее время.

В период с 1971 по 1985 г.г. темпы роста объемов металлопродукции начали снижаться. В это время основная часть капитальных вложений была направлена на реконструкцию и расширение действующих предприятий. Это позволило ввести в действие крупнейшую в мире доменную печь с полезным объемом 5000 м^3 , впервые в мире были проведены полупромышленные опыты с вдуванием угля в доменную печь, интенсивно вводились в действие кислородно-конвертерные цехи и к 1985 г. доля конвертерной стали достигла 30% от общей ее выплавки. Стабильно росло и производство стали в электропечах. Начали быстро развиваться внепечные способы обработки стали и специальная электрометаллургия, постепенно увеличивалась доля стали, разливаемой на МНЛЗ. Началось широкое освоение производства низколегированных сталей. Самым крупным событием в прокатном производстве стал ввод в действие толстолистовых реверсивных станов 3600 в 1973 г. и 3000 – в 1985 г.

Стан 3600 по сортаменту и составу обеспечивающего его оборудования является одним из лучших в мире. Стан 3000 был вторым в мире специализиро-

ванным станом по производству штрипсов для изготовления электросварных труб, в том числе для работы в условиях Крайнего Севера. В комплексе с ним был введен в эксплуатацию крупнейший в мире трубосварочный цех на Харцызском трубном заводе для производства газопроводных труб диаметром 1220-1620 мм.

К 1985 г. удельный вес черной металлургии Украины в общесоюзном производстве черных металлов снизился из-за ускоренного развития металлургического производства в Центрально-Европейской части СССР, на Урале и в Сибири.

Объемы производства основных видов продукции черной металлургии Украины, начиная с 1985 г. и до настоящего времени, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Объемы производства основных видов продукции
черной металлургии Украины с 1985 по 2007 г.г.

Виды продукции	Объемы производства (млн.т) по годам							
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Чугун	47,1	48,6	47,4	47,4	46,5	44,9	36,6	35,3
Сталь	52,3	53,9	53,6	53,9	52,4	48,3	42,1	39,8
Прокат	44,6	46,4	46,4	47,3	46,7	37,5	32,5	23,9
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Чугун	27	20,1	18	17,8	20,6	20,1	23	25,7
Сталь	31,1	23,4	21,8	21,9	25,3	24,1	27,1	31,4
Прокат	24,1	17	16,6	17	19,5	17,8	19,3	22,5
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Чугун	26,4	27,6	29,5	31	30,8	33	36	
Сталь	33,1	34	36,9	38,7	38,6	41	43	
Прокат	25,3	26,4	29,1	30,2	32,5	34	32	

Из таблицы видно, что рост производства всех видов продукции продолжился и максимальные объемы производства были достигнуты в 1988-1989 г.г. Начиная с 1990 г. началось сначала медленное, а с 1993 г. резкое падение производства металлопродукции. Основная причина – развал СССР, вызвавший нарушение экономических связей, потерю всех рычагов управления хозяйством в целом и металлургией в частности, и, наконец, смену формы собственности.

В этот период времени возникли сложности с обеспечением металлургии

энергоносителями и другими материалами и быстро начали повышаться цены на них. Тем не менее, до второй половины 1995 г. большинство металлургических предприятий Украины еще работало рентабельно.

Повышение в течение 1994-1995 г.г. цены на уголь в 50 раз, на природный газ в 35 раз, на электроэнергию в 20 раз, на железнодорожные перевозки в 26 раз послужило основной причиной того, что черная металлургия Украины стала убыточной. То, что она продолжала работать, можно объяснить только увеличением экспорта, вплоть до 80% от общего объема производства. Он же и обусловил некоторое увеличение производства металлопродукции в 1996-1997 г.г. Новый спад объемов выпуска продукции в 1998 г. в Украине связан с мировым кризисом валютно-финансовой системы.

Принятие Верховной Радой Украины постановления «О преодолении кризиса в черной металлургии Украины» (октябрь 1998 г.) и Закона Украины «О проведении экономического эксперимента в горно-металлургическом комплексе Украины» (октябрь 1999 г.) создало возможности оздоровления всей производственно-финансовой деятельности металлургических предприятий.

С 1999 г. началось увеличение объемов производства металлопродукции, которое продолжается до 2008 г. Представленные выше данные прогноза показывают, что вплоть до 2015 г. будет продолжаться рост объемов производства металлургической продукции в Украине (по стали – до 55 млн.т/год [10]).

В свете событий второй половины 2008 г. возникают сомнения в реальности такого прогноза.

Анализ развития черной металлургии Украины, представленный в работе [11], а также выполненный нами анализ на основе существующего положения дел и результатов работы черной металлургии за последние годы показал, что

- основные объемы выпускаемой металлопродукции производятся на классических интегрированных предприятиях полного металлургического цикла;
- сырье для выплавки первичного металла – чугуна – не соответствует мировым требованиям по качеству (из-за изношенности оборудования обогатительных и агломерационных фабрик, коксохимических заводов, да и качество коксующихся углей очень невысоко), но по уровню цен близко к мировому уровню, а в ряде случаев и выше его;
- металлопродукция в основной массе изготавливается на несовершенном оборудовании, имеющем износ более 70%;
- свыше 40% стали выплавляется в мартеновских печах и лишь около

40% от общего производства стали разливается на МНЛЗ;

- крайне низка доля легированных сталей (не более 4%);
- отсутствует современное производство высококачественного горяче- и холоднокатаного тонкого листа, несколько лучше положение в производстве толстого горячекатаного листа;
- крайне устарело оборудование крупно-, средне-, мелкосортных и рельсобалочных станов, сравнительно благополучно положение лишь с проволочными станами, но качество производимой на них катанки также уступает зарубежным аналогам;
- производительность труда в Украине в три раза ниже, чем в Германии;
- энергозатраты на тонну проката выше, чем в развитых странах, на 30-35%;
- высока доля экспорта металлургической продукции (вплоть до 80%) и низка доля внутреннего потребления;
- практически свернуты научно-исследовательские работы, что обуславливает закупку современного оборудования и технологий за рубежом;
- возник дефицит высококвалифицированных рабочих и инженерных кадров, а переход на выпуск бакалавров обрекает страну на импорт высококвалифицированных (и очень дорогих) инженерных кадров из-за рубежа;

Еще одна особенность сложившейся ситуации отражена в работе [13]: «Выполнение инвестиционных обязательств по модернизации производства, которые брали инвесторы при покупке пакетов акций металлургических предприятий, государство почти не контролирует. Они, как правило, не выполняются. Почти никто изначально и не собирался выполнять взятые инвестиционные обязательства. Чаще всего инвесторы, в первую очередь, выжимают все финансовые ресурсы предприятия. Техническое перевооружение – это уже вторичное».

4. Опыт зарубежных стран в решении проблем металлургии

Практически во всех странах с развитой металлургией бывали «тяжелые времена». Пожалуй, наиболее ярким таким примером является возрождение, а точнее создание современной черной металлургии **Японии***.

Вторая мировая война нанесла громадный ущерб черной металлургии

* При подготовке этой части рукописи использованы материалы Семинара по содействию вторичной реструктуризации металлургической промышленности Украины, состоявшегося 1-2 ноября 1996 г. в г. Киеве.

Японии (выплавка стали в 1943 г. составила 7,65, а в 1946 г. – только 0,4 млн.т). В связи с этим правительство Японии объявило уголь и сталь стратегическими товарами и ввело политику их приоритетного развития. Финансирование возрождения металлургии проводилось главным образом правительственной финансовой корпорацией восстановления экономики.

В первый период (1946-1955 г.г.) было проведено восстановление старых заводов с существовавшей на них технологией, и только с 1951 г. было начато заимствование отдельных новых элементов и технологий, которые опробовали на восстановленных предприятиях.

В 1955-1956 г.г. между металлургическими компаниями «Явата Сэйтэцу», «Ниппон Кокан», «Кавасаки сэйтэцу» и Мировым банком реконструкции и развития были заключены соглашения о предоставлении кредитов для покупки нового оборудования для всей технологической цепочки интегрированных металлургических предприятий. В кратчайшие сроки оборудование было введено в действие.

В этот период времени спрос на продукцию черной металлургии в странах Европы и США быстро рос и японские металлурги умело этим воспользовались. Экспорт продукции из Японии резко расширился, что позволяло получать дополнительные средства на развитие металлургии. Рос спрос на металл и внутри страны (потребители – судо- и машиностроение).

В начале 60-х годов прошлого века с участием правительства Японии был разработан комплексный план, конечной целью которого было достижение уровня выплавки стали в 1970 г. – 48 млн.т. Это потребовало строительства новых заводов. Их было построено 11, часть из них на побережье. Начиная с середины 60-х годов объемы производства стали росли на 20% в год.

Объем новых доменных печей превысил 4000 м³, 72% стали выплавляли в кислородных конвертерах, доля стали, разлитой на МНЛЗ, составила 41%, были введены в действие новые непрерывные прокатные станы, агрегаты были автоматизированы.

В 1973 г. выплавка стали достигла в Японии рекордного уровня (119 млн.т), после чего начался постепенный спад производства. Это объясняется рядом причин. Во-первых, темпы роста общего промышленного производства отставали от темпов роста металлургии. Во-вторых, возникла проблема загрязнения окружающей среды и часть финансовых средств стала отвлекаться на

ее решение. В-третьих, оказал воздействие первый нефтяной кризис (начало – в октябре 1973 г.).

К началу 80-х годов постепенно появилась и еще одна причина: технический уровень оборудования начал уступать возросшим требованиям к продукции. Поскольку практически все заводы были интегрированными, то на их реконструкцию требовались большие средства. Кроме того, в Японии уже с 60-х годов происходило интенсивное накопление металлолома. Оно и послужило основой для строительства мини-заводов, базирующихся на электросталеплавильном производстве. Причем возникла жесткая конкуренция между мини-заводами и интегрированными заводами, и только соответствующий технический уровень отдельных заводов (в 60-х и 70-х годах) позволял им эту конкуренцию выдерживать. Начало 80-х годов характеризуется также тем, что японская автомобильная промышленность начала проникать в США, а за ней – и металлургическая, как производящая материал для автомобилестроения.

Повышение курса иены по отношению к доллару в 1985 г. (со 150 до 120 иен) обусловило ухудшение экспортных возможностей Японии и её металла в частности. Несколько ослаблено это явление было введением японским правительством чрезвычайной экономической политики – *мощным вливанием в экономику страны финансовых средств* (3 трлн.600 млрд иен в 1986 г.), что расширило внутренний спрос. Тем не менее, было остановлено 8 доменных печей, сокращено производство толстолистовой стали, проведено сокращение численности рабочих и служащих. Металлургические компании начали разворачивать деятельность в других сферах: электроника, связь, химия и новые материалы, цветные металлы и т.д.

Таким образом, долгое время в Японии основной акцент делался на создание крупных металлургических интегрированных предприятий *под строгим контролем правительства*, который начал ослабевать в середине 70-х годов, и в настоящее время незначителен. По мере накопления металлолома и резкого подорожания энергоносителей начали развиваться мини-заводы, базирующиеся на электросталеплавильном производстве.

С 90-х годов начала снижаться прибыльность интегрированных металлургических предприятий и к 1993 г. они стали убыточными. Для их технического перевооружения требовались большие капитальные затраты. Появилась тенденция вложения средств в развитие металлургии других стран.

Кризис черной металлургии в *странах Европейского объединения угля и стали* (ЕОУС) в начале 90-х годов привел к необходимости структурной перестройки отрасли с целью стабилизации спроса и предложения на рынке черных металлов стран Европейского Союза. В марте 1993 г. была одобрена и начата программа перестройки и сокращения мощностей в черной металлургии [14].

В 1994-1996 г.г. произошли значительные изменения форм собственности многих металлургических фирм стран ЕС, а также изменения в структуре капитала фирм, основных видов продукции и их рынков. Так, были приватизированы государственные компании: английская «British Steel», австрийская «VOEST-Alpine», французская «Usinor-Sacilor», существенно расширилось международное участие металлургических фирм в совместных предприятиях.

К началу 1996 г., в соответствии с намеченной программой, из эксплуатации выведено более 16 млн.т мощностей по прокату и 18 млн.т по жидкой стали. Одновременно снижено производство кокса (обусловлено общим снижением производства стали, выплавкой ее части в электропечах из лома, расширением применения пылеугольного топлива); агломерата (замена его окатышами из соображений экологии); чугуна (обусловлено снижением производства стали, увеличением доли ее, выплавляемой в электропечах). Был повышен коэффициент использования агрегатов (он составил для доменных печей 81-85%, сталеплавильных агрегатов 70-74%). Отмечено увеличение доли стали, выплавляемой в электропечах и снижение – в конвертерах, продолжался вывод из эксплуатации мартеновских печей.

Ежегодный анализ капиталовложений, действующих производственных мощностей в черной металлургии, а также прогноз на ближайшие годы в ЕС выполнял Комитет по черной металлургии. По данным этого Комитета, распределение капитальных вложений по переделам металлургического производства на тот период времени составило, %:

<i>Страна</i>	США	Германия	Франция	Италия
Подготовка сырья	11	1,1	3,7	5,6
Производство чугуна	13,7	23,1	3,7	26,4
Выплавка стали	12,6	17,8	26,9	13,2
Непрерывная разливка ...	13,9	3,6	8,3	11,5
Прокатка	36,3	30,2	30	23,4
Прочее	12,5	24,2	27,4	19,7

Из приведенных данных видно, что существенные средства направлялись на развитие доменного производства – это основной признак интегрированного завода. Традиционно основная доля капитальных вложений приходилась на прокатное производство, от которого требуется наибольшая гибкость в сортаменте, высокое качество продукции. Задача предыдущих переделов – дать сырье с минимальной себестоимостью и требуемого качества.

В разных странах ЕС реструктуризация происходила по-разному. Правительства *Италии, Франции, Испании* выделили государственным металлургическим предприятиям субсидии, *немецкие* предприятия такой помощи не получили и пошли по пути банкротства (например, фирмы «Клекнер», «Саарштал»). На других предприятиях сократили объемы производства, снизили численность рабочих и одновременно с этим шла модернизация оборудования и совершенствование технологий.

Реструктуризация черной металлургии стран ЕС ведется в плановом порядке *под постоянным контролем государства и различных международных комитетов*, которые дают рекомендации и вырабатывают решения по квотам производства продукции, импорта из стран, не входящих в ЕС, остановке устаревших и малоиспользуемых агрегатов, социальным программам (на последние выделяются значительные средства) [15].

Процесс банкротства в Европе подлежит управлению, основной девиз которого: «Предприятия идут к банкротству, но оборудование остается на рынке». На первом этапе выявляется, какая из фирм-покупателей предлагает лучшую программу возрождения предприятия и сохранения или даже увеличения рабочих мест. Проданные за относительно невысокую цену предприятия (или цехи) совсем или временно освобождаются от финансовых обязательств, *получают льготы от правительства*, комитетов или фондов, модернизируются или перепрофилируются и вновь начинают работать.

Аналогичная картина наблюдалась и в *США*. Интегрированные предприятия, на которых базировалась мощная черная металлургия США, построенные с небольшим разрывом во времени к началу 70-х годов прошлого века, устарели, стали низкорентабельными, а частично и нерентабельными. В этот период времени было выведено из эксплуатации мощностей примерно на 50 млн.т. Взамен к 1996 г. было введено новых мощностей на 22 млн.т, причем 60% из них на мини-заводах и 40% – на интегрированных предприятиях [16].

Несмотря на то, что в США взят курс на создание мини-заводов как по

производству листовой, так и сортовой продукции, продолжают с ними конкуренцию и мощные интегрированные предприятия, на которых постоянно ведутся работы по обновлению оборудования.

Представленные материалы показывают, что металлургия всех развитых стран периодически испытывает существенные трудности. Есть общие пути решения, а есть индивидуальные, которые выбирает каждая из стран. Какого-то одного рецепта нет. Для решения проблемы должны быть реализованы технические, технологические, организационные, экономические и социальные мероприятия. Но главное – реструктуризация должна проводиться в *плановом порядке с обязательным участием правительства*.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Минаев А.А., Коновалов Ю.В. Тенденции развития черной металлургии // Металл и литье Украины, 1995. – №11-12. – С. 3-11.
2. Сталь и альтернативные материалы. Объемы производства и потребления / Г.Г. Ефименко, И.Г. Михеева, Т.Н. Павлышин, С.В. Красюк // Металл и литье Украины, 1996. – №7-8. – С. 2-7.
3. Статистические данные // Цветные металлы, 2008. – №4. – С. 5, 6.
4. Макаров С.Г. Производство алюминиевых сплавов: состояние, перспективы // Металлург, 2002. – №11. – С. 36-38.
5. Сталь и альтернативные материалы. Технические проблемы замены стали / Г.Г. Ефименко, И.Г. Михеева, В.Н. Нецадим, М.И. Цымбал // Металл и литье Украины, 1996. – №11-12. – С. 2-5.
6. Ефименко Г.Г., Михеева И.Г, Павлышин Т.Н. Сталь и альтернативные материалы. Проблемы экономики и экологии // Металл и литье Украины, 1997. – №8-9. – С. 3-7.
7. Прокопов И. Алюминий в XXI веке // Металлоснабжение и сбыт, 2001. – Май. – С. 69-74.
8. Сталь и альтернативные материалы. Прогноз развития проблемы / Г.Г. Ефименко, И.Г. Михеева, В.Н. Нецадим, М.И. Цымбал // Металл и литье Украины, 1997. – №11-12. – С. 30-34.
9. Марш П. Экономический рост невозможен без стали // Черные металлы, 2004. – Июнь. – С. 76, 77.
10. Власюк В. Внешности и внутренности // Металлургический компас. Украина-Мир, 2007. – Ноябрь. – С. 10-17.
11. Минаев А.А., Следнев В.П., Коновалов Ю.В. Украина и Европа: история металлургической промышленности Украины. – Лугано-Швейцария: Ситко, 1994. – 138 с. (на русском и английском языках).
12. Смирнов А., Сафонов В. Роль Мартена в истории // Металл, 2007. – №4. – С. 34-36.
13. Мазур В.Л., Голубченко А.К. Анализ тенденций развития горно – металлургического комплекса Украины // Сталь, 2007. – №4. – С. 83-93.
14. Шевелев Л.Н., Гуров А.С. Инвестиции в черную металлургию стран Европейского Союза // Черная металлургия: Бюллетень НТИ, 1977. – Вып.1-2. – С. 3-8.

15. Фондран Р. Перспективы черной металлургии Европы и Германии: готовность к переменам // Черные металлы, 1996. – Декабрь. – С. 51-61.
16. Остапенко А.Л., Бейгельзимер Э.Е., Деркач Д.А. Основные тенденции в производстве полосового проката // Металл и литье Украины, 1996. – №11-12. – С. 14-18.
17. Процессы непрерывной разливки / А.Н. Смирнов, В.Л. Пилюшенко, А.А. Минаев и др. – Донецк: ДонНТУ, 2002. – 536 с.
18. Анализ результатов десульфурации чугуна магниевой порошковой проволокой / А.М. Зборщик, Н.В. Косолап, И.А. Лукьяненко и др. // Сталь, 2006. – №1. – С. 21-23.
19. Влияние пассивирующих добавок на эффективность десульфурации чугуна магниевой порошковой проволокой / В.В. Климанчук, А.М. Зборщик, Н.В. Косолап и др. // Металл и литье Украины, 2006. – №11-12. – С. 12-14.
20. Зборщик А.М., Цупрун А.Ю. Рациональные технологии внедоменной десульфурации чугуна в условиях металлургических заводов Украины // Сталь, 2002. – №8. – С. 28-30.
21. А.с. 773079 (СССР) МПК С 21 С 1/00. Способ рафинирования чугуна в ковше / В.И. Мачикин, С.П. Ефименко, А.И. Манохин, А.А. Минаев и др. – №2746340/22-02. Заявлено 04.04.79. Опубл. 23.10.80. – Бюл. – №39.
22. Положительное решение на выдачу патента на «Спосіб десульфуратії рідкого чавуну» / О.П. Білий, О.А. Мінаєв, А.Х. Димніч та інші. Заявлено 19.04.07.
23. Совмещение непрерывной разливки стали с прокаткой / В.Б. Ганкин, Б.Е. Гуревич, А.А. Целиков, А.М. Ротенберг // Бюллетень института «Черметинформация», 1970. – №11. – С. 13-22.
24. Преимущества нагрева и прокатки слитков с повышенным теплосодержанием / В.И. Барбаев, М.Ф. Витущенко, В.В. Мантуров, Е.П. Фет // Сталь, 2000. – №6. – С. 42-45.
25. Производство проката из слитков с жидкой сердцевиной / В.С. Бойко, Э.Н. Шебаниц, В.Е. Зеленский и др. // Сталь, 2001. – №7. – С. 43-45.
26. Tamura J., Kunioka K., Hara J. Reducing fuel consumption in soaking pit // Transaction of the Iron and Steel Institute of Japan, 1979. – V.19. – №12. – P.776-785.
27. Бровман М.Я. Непрерывная разливка металлов. – М.: «ЭКОМЕТ», 2007. – 484 с.

28. Штройбель Х. Процесс непрерывного литья тонких слэбов с обжатием жидкой сердцевины – концепции и результаты эксплуатации // Черные металлы, 1999. – Декабрь. – С. 37-40.

29. Литье и обжатие с разливкой тонких слэбов на заводе фирмы «Ман-несмангерен-верке АГ» / Х.-Ю.. Эренберг, Л. Паршат, Ф.-П. Плешиучниг и др. // МРТ, 1990. – С. 46-59.

30. Коте Д., Плешиучниг Ф.-П., Боэль Ф. Новые разработки по технологии непрерывного литья // МРТ, 1991. – С. 36-53.

31. Первый мини-завод с технологией производства полосы в линии (I.S.P.) в сопоставлениях с другими схемами производства горячекатаной полосы / Ф.-П. Плешиучниг, Д. Гасио, М. Морандо и др. // МРТ, 1993. – С. 64-83.

32. Development of thin slab casting equipment for liquid core reduction / Takeuchi Isamu et al // Zairyo to Prosesu, 1996. – V.9. – №1. – P.76.

33. Internal crack prevention for thin slab casting in liquid core reduction / Kamakura Seiji et al // Zairyo to Prosesu, 1996. – V.9. – №1. – P.77.

34. Solidification and deformation in continuously cast slabs during liquid core reduction / Okamura Kazuo et al // Zairyo to Prosesu, 1996. – V.9. – №1. – P.78.

35. Коассин Д., Мерони У. Гибкая машина для непрерывного литья тонких слэбов // МРТ, 1995. – С. 40-53.

36. Мазур И.П., Лисица А.А., Третьякова Н.З. Применение операции деформирования слэбов с жидкой сердцевиной при производстве горячекатаного проката // Известия вузов. Черная металлургия, 2002. – №9. – С. 35-38.

37. Мазур И.П., Барышев В.В., Седых М.О. Математическая модель упругопластического деформирования непрерывнолитого слитка с жидкой сердцевиной // Производство проката, 2002. – №9. – С. 2-6.

38. Третьяков В.А., Мазур И.П., Лисица А.А. Расчет деформации непрерывнолитого слэба в двухфазном состоянии // Сталь, 2001. – №6. – С. 54-56.

39. Сивак Б.А., Ротов И.С. Литейно-прокатные агрегаты для металлургических мини-заводов. Часть II. Листовые литейно-прокатные агрегаты // Бюллетень «Черная металлургия» АО «Черметинформация», 2001. – №4. – С. 14-22.

40. Sivesson P., Wass S., Rogberg B. Improvement of Center Porosity in Continuously Casting Blooms by Mechanical Soft Reduction at the End of the Solidification Process // 3rd European Conf. on continuous Casting. Madrid-Spain. October 20-23, 1998. – Madrid, 1998. – P.213-223.

41. Kazuma O., Masanao K., Toshio N. Development of alumina – graphite

immersion nozzle for continuous casting // Iron and Steel Engineer, 1982. – V.59. – №12. – P.47-52.

42. Mc Lean A. The tundish – transmitter of signals of quality // Steel technology international, 1990/91. – P.165-169.

43. Secondary cooling systems for slab caster: from air mist to dry casting / Pleschiutchnigg F.P., Parchat L., Rahmfeld W. et al. // Iron and Steel Engineer, 1987. – №1. – P.51-55.

44. Isibe Kohichi. The effect liquid-core large reduction on internal quality of cast bloom // Zairyo to Prosesu – Current Advanced in Materials and Processes, 1996. – 9. – №4. – P.845.

45. 6-Strand Bloom Caster with VAI DynaGap Soft Reduction Technology / Zhand D., Thalhammer J. et al. // Proceeding of the Continuous casting and Hot rolling conter, Linz. Austria. June 14-15 2004. – Paper 4. 5. – C.1-7.

46. Бровман М.Я. Экспериментальное исследование процесса прокатки с «мягким» обжатием // Производство проката, 2004. – №5. – С. 3-10.

47. Состояние и потенциал развития металлургического производства / Э. Шульц, Д. Амелин, Д. Герстенберг и др. // Металлургическое производство и технология металлургических процессов, 1991. – №1. – С. 12-33.

48. Система технологического проектирования методом «мягкого» обжатия непрерывнолитых блюмов и заготовок в конце затвердевания / А.А. Минаев, Е.Н. Смирнов, А.Н. Смирнов и др. // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: Збірник наукових праць. – Луганськ: вид-во Східноукраїнського національного університету ім.. В. Даля, 2002. – С. 59-66.

49. Технологические аспекты совмещения прокатки и непрерывной разливки как основа процесса мягкого обжатия / А.А. Минаев, Е.Н. Смирнов, Ю.Н. Белобров, М.В. Григорьев // Труды V конгресса прокатчиков (Череповец, 21-24 октября 2003 г.). – М.: ОАО «Черметинформация», 2004. – С. 43-47.

50. Моделирование теплового состояния непрерывнолитого блюма в процессе контролируемого вторичного охлаждения с использованием комплекса ANSYS / А.А. Минаев, Е.Н. Смирнов, М.В. Григорьев, В.П. Овсянников // Обработка сплошных и слоистых материалов: Межвузовский международный сборник научных трудов / Под редакцией Г.С. Гуна. – Магнитогорск: МГТУ, 2003. – С. 4-14.

51. Mathematical Modeling of Process Crystallization Continuous Casting

Bloom from Shipbuilding Steel by Finite Element Method / A. Minayev, E. Smirnov, A. Smirnov, M. Grigoriev // Proceeding of the 8-th international Conference on Numerical Methods in industrial Forming Process / Aip conference proceedings. – New York, 2004. – V. 712. – P.1203-1208.

52. Виннер Г.А., Якоби Х., Вюнненберг К. Влияние структуры кристаллизации и скорости литья на осевую пористость непрерывнолитых заготовок из различных марок стали // Черные металлы. 1995. – Февраль. – С. 56.

53. Модернизация установки непрерывного литья блюмов на заводе фирмы Тиссен Шталь в Дуйсбурге / Зовка Э., Андре Б., Бертрам Р., Рженчик Х. // Черные металлы, 1995. – Октябрь. – С. 33-36.

54. Самойлович Ю.А. Формирование слитка. – М.: Metallurgiya, 1977. – 160 с.

55. Особенности формирования фронта затвердевания блюмов сечением 335×400 мм в криволинейном кристаллизаторе УНРС / С.С. Бродский, Л.М. Учитель, М.И. Пикус и др. // Труды IV конгресса сталеплавателей. – М.: Черметинформация, 1997. – С. 335-336.

56. Исследование особенностей затвердевания блюмовой заготовки сечением 335×400 мм, обрабатываемой аргоном в криволинейном кристаллизаторе МНЛЗ / А.В. Гресс, А.П. Огурцов, Л.С. Рудой и др. // Теория и практика металлургии, 2002. – №3. – С. 18–20.

57. Евтеев Д.П. Колыбалов И.Н. Непрерывное литье стали. – М.: Metallurgiya, 1984. – 260 с.

58. Структура и химическая неоднородность блюмовых заготовок, отлитых на МНЛЗ ДМК / А.П. Огурцов, А.В. Гресс, В.В. Несвет и др. // Процессы литья, 2001. – №2. – С. 18-28.

59. Коновалов Ю.В., Остапенко А.Л., Пономарев В.И. Расчет параметров листовой прокатки: Справочник. М.: Metallurgiya, 1986. – 430 с.

60. Казанцев Е.И. Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и проектирования. – М.: Metallurgiya, 1975. – 368 с.

61. Тепловое состояние непрерывнолитого слитка / С.Л. Коцарь, В.С. Лисин, З.П. Каретный и др. // Производство проката, 1998. – №8. – С. 12-17.

62. Металлургия стали / В.И. Явойский, С.Л. Левин, В.И. Баптизманский и др. – М.: Metallurgiya, 1973. – 816 с.

63. Девятов Д.Х., Пантелеев И.И. Определение коэффициентов теплоотдачи в зоне вторичного охлаждения МНЛЗ с помощью идентифицируемой

математической модели // Известия вузов. Черная металлургия, 1999. – №8. – С. 62-65.

64. Минаев А.А., Смирнов Е.Н., Григорьев М.В. Моделирование теплового состояния непрерывнолитого блюма в процессе контролируемого вторичного охлаждения. – Металл и литье Украины, 2003. – №6. – С. 18-22.

65. Патент 77283 (Украина). Спосіб фізичного моделювання процесів пророблення структури в безперервнолитих злитках при пластичній деформації / О.А. Мінаєв, Є.М. Смірнов, А.П. Мітьєв. – №20041008620. Заявлено 22.10.2004. Опубл. 15.11.2006. Бюл. – №11.

66. Клименко В.М., Онищенко А.М. Кинематика и динамика процессов прокатки. М.: Металлургия, 1984. – 232 с.

67. О комплексном подходе к физическому моделированию процесса редуцирования непрерывнолитых блюмов в жидко-твердом состоянии / А.А. Минаев, Е.Н. Смирнов, А.А. Воробьев и др. // Обработка сплошных и слоистых материалов: Межвузовский международный сборник научных трудов / Под редакцией Г.С. Гунна. – Магнитогорск: МГТУ, 2004. – С. 4-13.

68. Минаев А.А., Смирнов Е.Н., Белевитин В.А. О моделировании пластического формоизменения раскатов с неравномерным распределением температуры по сечению на пластилиновых моделях // Известия вузов. Черная металлургия, 1992. – №4. – С. 57-60.

69. Рудой Л.С., Баптизманский В.И. Производительность машин непрерывного литья заготовок. – Киев: Техника, 1982. – 152 с.

70. Моделирование процесса деформирования непрерывнолитого блюма в жидко-твердом состоянии / А.А. Минаев, Е.Н. Смирнов, М.В. Григорьев, В.П. Овсянников // Теория и практика производства листового проката: Сборник научных трудов. Часть 2. – Липецк: ЛГТУ, 2003. – 315 с.

71. Сивак Б.А., Майоров А.И. Литейно-прокатные агрегаты // Тяжелое машиностроение, 1997. – №5. – С. 6-9.

72. Сивак Б.А., Ротов И.С. Литейно-прокатные агрегаты для металлургических мини-заводов // Бюллетень «Черная металлургия» института «Черметинформация», 2001. – №3. – С. 7-15.

73. Литейно-прокатный агрегат для производства катанки / В.А. Вердеревский, В.П. Степанов, Г.С. Никитин, О.К. Храпченков // Сталь, 1995. – №12. – С. 37-41.

74. Фирма «Рипаблик инжиниринг» ввела в строй линию непрерывной

разливки и прокатки стали // Stahl und Eisen, 1995. – №9. – С. 40.

75. Светковский У. Привязка УНРС к мелкосортным или проволочным станам // МРТ, 1993. – С. 56-62.

76. «Мини-завод» Luna для литья и бесконечной прокатки сорта из специальных сталей / Ф. Альзетта, Д. Андреатта, М. Тонидандел, В.-Г. Рузза // МРТ, 2001. – С. 60-72.

77. Alzetta F. «Luna»: The Danieli ECR[®] Endless Casting Rolling Plant for Specialty Steels-Technology, Innovation and Benefits // Iron and Steelmaker, 2002. – №7. – P.41-49.

78. Ринт Б., Аппель М. Ориентированный на перспективу сортовой стан для прокатки специальных качественных и легированных сталей // МРТ, 1990. – С. 60-76.

79. Майоров А.И. Опыт разработки литейно-прокатного стана // Сталь, 1999. – №6. – С. 60.

80. Сапожников А.Я. Мелкосортные станы конструкции ВНИИМЕТ-МАШа для мини-заводов // Сталь, 1999. – №6. – С. 61, 62.

81. Сапожников А.Я., Кривенцов А.М., Милютин С.П. Мини-комплекс для производства мелкого сорта на основе совмещения винтовой и продольной прокатки // Труды третьего конгресса прокатчиков. – М.: АО «Черметинформация», 2000. – С. 314, 315.

82. Нилль П., Этьен А. Непрерывное литье – состояние и перспективы // МРТ, 1994. – С. 50-64.

83. Ростик Л.П., Варгфельд Ф.Дж. Непрерывное литье заготовок, приближенное по форме к готовому изделию и прокатка балок. – Производственный опыт // Черная металлургия России и стран СНГ в XXI веке. – М.: Металлургия, 1994. – Том 3. – С. 224.

84. Нилль П. Аспекты качества при литье заготовок с размерами, близкими к конечным // Черные металлы, 1994. – №2. – С. 3-11.

85. Матвеев Б.Н. Новое в производстве балок и сортовых профилей // Сталь, 1996. – №3. – С. 35-40.

86. Матвеев Б.Н. Производство балок из тонких непрерывнолитых заготовок за рубежом // Бюллетень «Черная металлургия». – ОАО «Черметинформация», 2003. – №4. – С. 5-9.

87. Энгель Г., Мойерер Г., Шульц У. Новые разработки в области разлива черновых профилей почти с размерами конечной продукции и непосредст-

венная связь рельсобалочных прокатных линий с установками разливки // МРТ, 1993. – С. 104-106.

88. Nigris G., Schröder J. // MPT International, 2002. – №3. – С. 48-50.

89. Технология CSP: Техника установок и адаптация к расширению производственных программ / Г. Флеминг, Ф. Хофманн, В. Роде, Д. Розенталь // МРТ, 1994. – С. 46-65.

90. Современные металлургические заводы США / Л.В. Радюкевич, Б.В. Молотилов, А.М. Овчинников, С.З. Афонин. – М.: Информация ЦНИИ и ТЭИ ЧМ, 1992. – 62 с.

91. Первый мини-завод с технологией производства полосы в линии ISP в сопоставлениях с другими схемами производства горячекатаной полосы / Ф.–П. Плешиутчнигг, Д. Гарсио, М. Морандо.// МРТ, 1993. – С. 64-82.

92. Разливка с обжатию тонких слябов на заводе фирмы Маннесманн-рен-Верке АГ / Х.- Ю. Эренберг, Л. Паршат, Ф.–П. Плешиутчнигг и др. // МРТ, 1990. – С. 46-59.

93. Готтарди Р., Наннини Л., Мартегани А.Д. Непрерывное литье заготовок с формой готового профиля или близкой к нему – новые разработки мини-заводов // МРТ, 1993. – С. 28-35.

94. Совершенствование прокатки сверхтонкой полосы из непрерывнолитых тонких слябов / Ф. Стелла, А. Карбони, П. Бобиг, И. Фарук // Сталь, 2003. – №11. – С. 58-65.

95. Батис М., Бобич П., Ротти М. Новые технологии и оборудование для получения сверхтонкой горячекатаной полосы // Сталь, 2004. – №3. – С. 30-32.

96. Непрерывное литье и прокатка тонких слябов из сталей класса API X70 для применения в арктических условиях / А Карбони, А Пигани, Г. Мегахед, С. К. Поль // Черные металлы, 2007. – Июнь. – С. 51-54.

97. Новый способ горячей прокатки тонких полос / И. Грот, Л. Сыревогель, М. Корнелиссен и др. // Черные металлы, 2004. – Июль-август. – С. 36-42.

98. Minamimura Y., Kanasawa T., Tsujita K. Latest technology for cost and productivity of QSP process // SEAIISI Quarterly, 2001. – 30. – №2. – P.10-15.

99. Continuous Casting Technologies of 8 m/min casting by sumitomo's QSP process / Н. Kikuchi, М. Hanao, М. Kawamoto et al. // 2000 Steelmaking Conference Proceedings. – P.23-28.

100. Фернандес А., Кюпер Ф.–И. Первые производственные результаты на установке CSP на Hylsa // МРТ, 1997. – С. 38-45.

101. Ritt Steel Dynamics aims for high – quality 1-mm shet // New Steel, 1996. – №4. – P.28-34.

102. Schmitz H.–P., Janssen H., Bossler M. Rolling and coiling technology for the production of thin strip on a casting rolling line // Steel Research, 2005. – 76. – №7. – P.508-573.

103. Start-up and initial experience with the casting-rolling plant of Thyssen Krupp Stahl AG / C. Hendricks, W. Rasim, H. Janssen et al. // La Revue de Metallurgie.– CIT, 2001. – №78. – P. 633-666.

104. Ввод в строй и первые результаты эксплуатации литейно-прокатного агрегата на фирме «Thyssen Krupp Stahl» / реферат А.Г. Шалимова // Новости черной металлургии за рубежом, 2002. – №2. – С. 41-44.

105. Start-up of the casting-rolling mill at «Thyssen Krupp Stahl AG» and experience gained so far / K. Hendricks, W. Rasim, H. Janssen et al. // Forum Thyssen Krupp, 2000. – №2. – P.7-13.

106. Янсен Х., Совка Э. Прогресс в развитии литейно-прокатного агрегата компании Thyssen Krupp Steel // Черные металлы, 2007. – Июнь. – С. 45-50.

107. Первый промышленный агрегат CSP для коррозионно стойких сталей на заводе фирмы AST – Acciai Speciali Terni / Г. Браскульи, А. Масканзони, Ф. Квикс, Й. Швелленбах // Черные металлы, 2001. – Август. – С. 38-46.

108. Current Status of the ISP technology and new developments / J. Schonbeck, B. Krüder, H. – D. Hoppman, C. Maffini // MPT, 1997. – №1. – P.38-49.

109. Baik L., Sukchun M., Jong-Jon A. Production technology of medium-carbon of POSCO's mini-mill plant // SEAIISI Quartery, 2001. – 30. – №2. – P.26-33.

110. Saldana Steel – мини-завод по производству тонкого плоского проката высокого качества / Б. Крюгер, П. Матерлинг, Х. Капперс и др. // Черные металлы, 1998. – Апрель. – С. 49-59.

111. К вопросу о применении станов с печными моталками в современных условиях / Ю.В. Коновалов, А.А. Минаев, Д.И. Сидоров, И.В. Балуев // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2002. – №8-9. – С. 2-5.

112. Нагазе Х. Реконструкция стана Стеккеля фирмы «Нихон метал индустри» // Черные металлы, 1988. – №24. – С. 34, 35.

113. Розенталь Д. Прокатные станы Стеккеля – экономичная альтернатива для производства горячекатаных полос из высококачественных сталей // Steel Times International, 1992. – №2. – P.21-25.

114. Компактные технологии на базе станов с печными моталками / А.Л.

Остапенко, Э.Е. Бейгельзимер, Д.А. Деркач, Ю.Н. Белобров / Металл и литье Украины, 1999. – №9-10. – С. 41-45.

115. Уилсон Э., Петрыка Дж. Технология TSP, новый способ литья и прокатки тонких слябов // Черные металлы, 1994. – Ноябрь. – С. 47-54.

116. Scherle W.H. Advancements in the Tippins TSP process for midi slab rolling // Steel Times International, 1997. – №5. – P.20, 21.

117. Минаев А.А. Перспективные направления научных и прикладных исследований в прокатном производстве // Metallургическая и горнорудная промышленность, 2000. – №8-9. – С. 33-35.

118. Минаев А.А. Основные направления научных исследований кафедры «Обработка металлов давлением» // Наука, производство, предпринимательство – развитию металлургии: Сб. научн. трудов. – Донецк: «ЛИК», 1998. – 300 с.

119. Коновалов Ю.В., Оробцев В.В. Опыт и перспективы листовых литейно-прокатных модулей // Металлург, 1997. – №8. – С. 40-45.

120. Коновалов Ю.В., Чижов А.А., Богун Ю.Б. Математическая модель процесса прокатки на стане Стеккеля // Металлургия: Сборник научных трудов ДонГТУ, 1999. – Вып.14. – С. 131-135.

121. Коновалов Ю.В., Остапенко А.Л., Пономарев В.И. Расчет параметров листовой прокатки. – М.: Металлургия, 1986. – 430 с.

122. Зюзин В.И., Бровман М. Я., Мельников А.Ф. Сопротивление деформации сталей при горячей прокатке. – М.: Металлургия, 1964. – 270 с.

123. Коновалов Ю.В. Среднелистовой прокатный модуль // Сборник научных трудов Международной научно-технической конференции. – Липецк: ЛГТУ, 2001. – С. 62-65.

124. Повышение качества толстых листов / Ф.Е. Долженков, Ю.В. Коновалов, В.Г. Носов и др. – М.: Металлургия, 1984. – 247с.

125. Минаев А.А., Коновалов Ю.В. Толсто- и тонкослябовые литейно-прокатные модули как путь быстрой реконструкции металлургических предприятий: Сборник научных трудов Международной конференции «Черная металлургия России и стран СНГ в XXI веке». – Т.3. – М.: Металлургия, 1994. – С. 193–195.

126. Коновалов Ю.В., Минаев А.А., Сапиро В.С. Жесть: прошлое, настоящее, будущее // Металл и литье Украины, 1995. – №10. – С. 2-8.

127. Рациональные пути модернизации и технического перевооружения металлургического предприятия средней мощности / А.А. Минаев, Ю.В. Коно-

валов, В.В. Оробцев и др. // Производство проката, 1998. – №2. – С. 42-46.

128. Минаев А.А., Коновалов Ю.В. Этапы развития энергосберегающих технологий в черной металлургии // Металлургия: Сборник научных трудов ДонНТУ, 1999. – Вып.14. – С. 3-8.

129. Strip casting – innovation for the production of fleet steels in new millenium / Н. – U. Linderberg, M. Walter, G. Stenber et al. // Forum Thyssen Krupp, 2000. – №2. – P.20-27.

130. Прямое литье полосы на опытно-промышленной установке «Myosotis» / Р.В. Симон, Д. Зенк, К. Мёллерс и др. // Черные металлы, 1997. – Октябрь. – С. 10-14.

131. Damasse J.M., Themines D., Vendeville L. Проект Myosotis // Revue de Metallurgie. – CIT, 2000. – 97. – №1. – P.43-52.

132. EUROSTRIP – способ литья полосы на заводе фирмы «Krupp Thyssen Nirosta GMBH» / М. Вальтер, В. Манкау, Х.–Ю. Фигге и др. // Черные металлы, 2001. – Октябрь. – С. 55-59.

133. Василев Я.Д. Современное состояние тонкого полосового проката из коррозионно стойких сталей // Производство проката, 2007. – №3. – С. 8-17.

134. Достижения в технологии Eurostrip при разливке углеродистой и коррозионно стойкой стали / Г. Хоэнбихлер, П. Толве, Р. Капотости и др. // Сталь, 2003. – №3. – С. 66-70.

135. Антипин В.Г. Прогресс в производстве тонких стальных полос // Бюлл. «Черная металлургия» ОАО «Черметинформация», 2002. – №8. – С. 3-9.

136. Либерман А.Л. Основы непрерывного процесса литья полосы // Металлург, 2000. – №4. – С. 34-36.

137. Бровман М.Я., Николаев В.А., Полухин В.П. Анализ конструкций и современное развитие литейно-прокатных агрегатов. Медь, Латунь, Бронза: Учебное пособие для вузов. – М.: ОАО «Институт Цветметобработка», 2006. – 584 с.

138. Матвеев Б.Н. Непрерывная отливка тонких полос на микрозаводах с применением валковых кристаллизаторов // Производство проката, 2004. – №4. – С. 33-41.

139. Eurostrip – direct strip casting of carbon and stainless steels. Latest results from Terni and Krefeld / G. Hohenbichler at al. // 4-th European Continuous Casting Conference 14-16 Oct. 2002. Birmingham, 2003. – V.2. – P.869-881.

140. Запускалов Н.М. Развитие процесса непрерывного литья тонкой по-

лосы // Сталь, 2002. – №9. – С. 94-100.

141. Коновалов Ю.В. Справочник прокатчика. Книга 1. – М.: Теплотехник, 2008. – 640 с.

142. Термическое упрочнение проката / К.Ф. Стародубов, И.Г. Узлов, В.Я. Савенков и др. – М.: Metallurgiya, 1970. – 368 с.

143. Бернштейн М.Л. Термомеханическая обработка металлов и сплавов: В 2-х томах. – М.: Metallurgiya, 1968. – 1171 с.

144. Проблемы совмещения горячей деформации и термической обработки стали / А.А. Баранов, А.А. Минаев, А.Л. Геллер, В.П. Горбатенко. – М.: Metallurgiya, 1985. – 128 с.

145. Бернштейн М.Л., Рахштадт А.Г. Металловедение и термическая обработка сталей: Справочник. Т. II. – М.: Metallurgiya, 1983. – 368 с.

146. Бернштейн М.Л. Структура деформированных металлов. – М.: Metallurgiya, 1977. – 432 с.

147. Горелик С.С. Рекристаллизация металлов и сплавов. – М.: Metallurgiya, 1978. – 568 с.

148. Синельников М.И., Тихий Н.В. Об изменении дислокационной структуры аустенита в процессе горячей деформации прокаткой // Известия АН СССР. Металлы, 1977. – №2. – С. 153-157.

149. Вернер Р. Измельчение зерна при горячей деформации // Черные металлы, 1969. – №17. – С. 34-44.

150. Баранов А.А., Горбатенко В.П., Минаев А.А. Влияние температурно-деформационных параметров горячей прокатки на структуру среднеуглеродистой стали // Известия вузов. Черная металлургия, 1980. – №9. – С. 118, 119.

151. Спектор Я.И., Тихий Н.В., Яценко Р.В. Кинетика выделения и структура дисперсных фаз в горячедеформированном аустените // Металловедение и термическая обработка металлов, 1979. – №1. – С. 33-36.

152. Контролируемая прокатка / В.И. Погоржельский, Д.А. Литвиненко, Ю.И. Матросов, А.В. Иваницкий. – М.: Metallurgiya, 1979. – 184 с.

153. Погоржельский В.И. Контролируемая прокатка непрерывнолитого металла. – М.: Metallurgiya, 1986. – 151 с.

154. Матросов Ю.И. Контролируемая прокатка – многостадийный процесс ТМО низколегированных сталей // Сталь, 1987. – №7. – С. 75-80.

155. Матросов Ю.И., Филимонов В.Н., Голованенко С.А. Улучшение механических свойств малоуглеродистой стали 09Г2 // Черная металлургия. Бюл-

летень НТИ, 1979. – №14. – С. 39-41.

156. Матросов Ю.И., Филимонов В.Н., Бернштейн М.Л. Влияние дробной деформации в $\gamma+\alpha$ - и α -областях на механические свойства стали 09Г2 // Известия вузов. Черная металлургия, 1979. – №11. – С. 115-119.

157. Влияние режима горячей прокатки на свойства нормализованной низколегированной стали / В.В. Медведев, Г.Е. Левченко, Л.Г. Матюха и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность: Научные труды (МЧМ УССР) Днепропетровск: Промінь, 1979. – №1. – С. 35, 36.

158. Контролируемая прокатка сортовой стали / В.И. Погоржельский, А.А. Минаев, В.А. Захаров и др. // Обзорная информация ин-та «Черметинформация», 1981. – 33 с.

159. Минаев А.А., Устименко С.В. Контролируемая прокатка сортовой стали. – М.: Металлургия, 1990. – 176 с.

160. Бернштейн М.Л., Займовский В.А., Капуткина Л.М. Термомеханическая обработка стали. – М.: Металлургия, 1983. – 480 с.

161. Регулируемая прокатка сортового металла / Н.Г. Бочков, А.Е. Медведев, С.И. Синицын и др. // Сталь, 1977. – №6. – С. 520-522.

162. Фарбер М.И., Давыдов В.Н. Влияние пластической деформации на распад переохлажденного аустенита в условиях непрерывного охлаждения // Известия вузов. Черная металлургия, 1980. – №12. – С. 76-79.

163. Влияние параметров горячей пластической деформации на структуру и твердость стали 18ХГТ / А.А. Баранов, А.А. Минаев, А.Л. Геллер и др. // Известия вузов. Черная металлургия, 1981. – №8. – С. 90-92.

164. Влияние температурно-деформационных параметров горячей прокатки на структуру среднеуглеродистой стали / А.А. Баранов, В.П. Горбатенко, А.А. Минаев и др. // Известия вузов. Черная металлургия, 1980. – №8. – С. 68-72.

165. Влияние температуры и степени деформации на структуру и свойства среднеуглеродистой стали / А.А. Баранов, А.А. Минаев, В.П. Горбатенко, И.Н. Ладьянов // Металлы: Известия АН СССР, 1982. – №2. – С. 123-127.

166. Узлов И.Г., Савенков В.Я., Поляков С.Н. Термическая обработка проката. – Киев: Техніка, 1981. – 159 с.

167. Технология прокатного производства / В.М. Клименко, А.М. Онищенко, А.А. Минаев, В.С. Горелик. – Киев: Выща школа. Головное издательство, 1989. – 311 с.

168. Влияние условий последеформационного охлаждения после регламентированной прокатки на структуру и свойства среднеуглеродистых сталей / А.А. Баранов, А.А. Минаев, В.П. Горбатенко и др. // Известия вузов. Черная металлургия, 1983. – №12. – С. 74-78.

169. Худик В.Т., Черненко В.Т. Современные технологические схемы, способы и устройства для ускоренного охлаждения сортового проката // Черная металлургия: Бюллетень НТИ, 1982. – №10. – С. 9–19.

170. Термическое упрочнение незакаливаемой углеродистой стали / В.Н. Красильщиков, Н.В. Шмидт, Е.Н. Швач и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность: Тематический сборник научных трудов. – Киев: Техника, 1972. – №5. – С. 40-42.

171. Спрейерное охлаждение фасонных профилей проката при термическом упрочнении / Е.И. Долженков, В.Д. Верболоз, В.К. Фролов и др. // Металлургия и коксохимия: Тематический отраслевой сборник научных трудов. – Киев: Техника, 1973. – №36. – С. 90-92.

172. Пирогов В.А., Тубольцев Л.Г. Термическая и термомеханическая обработка стали – важнейший резерв экономии металла // Черная металлургия: Бюллетень НТИ, 1982. – №18. – С. 15-28.

173. Губинский В.И., Минаев А.Н., Гончаров Ю.В. Уменьшение окалинообразования при производстве проката. – Киев: Техника, 1981. – 135 с.

174. Будрин Д.В., Кондратов В.М. Водовоздушное охлаждение при закалке // МИТОМ, 1965. – №6. – С. 22-25.

175. Иванцов Г.И., Штрелт М.С., Чукин В.В. Исследование охлаждающей способности двух- и трехфазных закалочных сред на водной основе // Металлургия и коксохимия: Тематический сборник научных трудов / ДМетИ. – Киев: Техника, 1973. – Вып.36. – С. 10-13.

176. Кадыков Н.С., Львов В.С. Исследование охлаждающей способности различных сред // Металлургия и коксохимия: Тематический сборник научных трудов / ДМетИ. – Киев: Техника, 1973. – Вып.36. – С. 14-16.

177. А.с. 846579 (СССР) МПК С 21 Д 1/62; В 21 В 43/00. Форсунка для охлаждения металла распыленной жидкостью / А.А. Минаев, Л.Н. Лесик, Ю.Е. Бердичевский и др. – №2845458/22-02. Заявлено 03.12.79. Оpubл. 18.07.81. – Бюл. №26.

178. А.с. 1076161 (СССР) МПК В 21 В 45/02. Устройство для охлаждения проката / А.А. Минаев, Е.Е. Бердичевский, Н.В. Журавлев и др. – №3388076/22-

02. Заявлено 29.01.82. Оpubл. 28.02.84. – Бюл. №8.

179. А.с. 1245372 (СССР) МПК В 21 В 45/02. Устройство для охлаждения металла распыленной жидкостью / А.А. Минаев, С.В. Устименко, Н.В. Журавлев и др. – №3836434/22-02. Заявлено 04.01.85. Оpubл. 23.07.86. – Бюл. №27.

180. А.с. 1294405 (СССР) МПК В 21 В 45/02. Устройство для охлаждения проката / А.А. Минаев, А.Г. Мамурков, Ю.Е. Бердичевский, С.В. Устименко – №3874704/22-02. Заявлено 27.03.85. Оpubл. 07.03.87. – Бюл. №9.

181. А.с. 1107922 (СССР) МПК В 21 В 45/02. Устройство для охлаждения проката / В.М. Клименко, А.А. Минаев, Ю.Е. Бердичевский и др. – №3527282/22-02. Заявлено 24.12.82. Оpubл. 15.08.84. – Бюл. №30.

182. А.с. 1315072 (СССР) МПК В 21 В 45/02; С 21 D 1/2. Способ поверхностной обработки движущегося проката / А.А. Минаев, В.Л. Пилюшенко, Е.Н. Смирнов и др. – №4037191/31-02. Заявлено 27.01.86. Оpubл. 07.06.87. – Бюл. №21.

183. А.с. 1006509 (СССР) МПК С 21 Д 8/06. Способ изготовления проката / А.А. Баранов, А.А. Минаев, В.П. Горбатенко и др. – №3322519/22-02. Заявлено 20.07.81. Оpubл. 23.11.82. – Бюл. №11.

184. А.с. 1071648 (СССР) МПК С 21 Д 8/00. Способ изготовления проката / А.А. Баранов, С.П. Ефименко, А.А. Минаев и др. – №3221469/22-02. Заявлено 22.12.80. Оpubл. 07.02.84. – Бюл. №5.

185. А.с. 1135793 (СССР) МПК С 22 С 38/14. Сталь / А.А. Баранов, А.А. Минаев, В.П. Горбатенко и др. – №3641876/22-02. Заявлено 20.09.83. Оpubл. 15.04.85. – Бюл. №14.

186. А.с. 1122739 (СССР) МПК С 22 С 38/28. Сталь / А.В. Харченко, В.И. Кучкин, А.А. Минаев и др. – №3493449/22-02. Заявлено 24.09.82. Оpubл. 07.11.84. – Бюл. №41.

187. Исаченко В.П., Кушнырев В.И. Струйное охлаждение. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 216 с.

188. Тихомиров Б.Т. Планирование и анализ эксперимента. – М.: Легкая индустрия, 1974. – 263 с.

189. Совершенствование технологии производства профилей для сельхозмашин / А.А. Минаев, С.А. Онищенко, В.Ф. Коваленко и др. // Разработка и исследование технологии производства горячекатаных профилей: Научные труды / УкрНИИмет. – Харьков: УкрНИИмет, 1985. – С. 49-53.

190. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. –

191. Клименко В.М., Минаев А.А., Бердичевский Ю.Е. Метод расчета технологических параметров производства арматурных профилей // Известия вузов. Черная металлургия, 1985. – №7. – С. 98-102.

192. Емченко Ю.Б. Освоение промышленного производства арматурных периодических профилей класса Ат-IIIС на стане 250 АО ЕМЗ // Металлургическая и горнорудная промышленность, 1994. – №3. – С. 24-26.

193. Технологические схемы производства арматуры с гарантированной общей прочностью / С.П. Ефименко, А.А. Минаев, Ю.Е. Бердичевский и др. // Сталь, 1987. – №4. – С. 55-59.

194. Минаев А.А., Бердичевский Ю.Е., Сайгаков А.А. Исследование влияния температурных параметров контролируемой прокатки на свойства арматуры // Известия вузов. Черная металлургия, 1986. – №5. – С. 148.

195. Влияние неравномерного температурного поля на формоизменение при прокатке полосы / В.М. Клименко, А.А. Минаев, С.В. Устименко и др. // Известия вузов. Черная металлургия, 1987. – №3. – С. 57.

196. Совершенствование чистового калибра для арматурных профилей с гарантированной общей прочностью / А.А. Минаев, Ю.Е. Бердичевский, А.А. Сайгаков и др. // Черная металлургия. Бюллетень НТИ «Черметинформация», 1986. – №19. – С. 54, 55.

197. А.с. 1219181 (СССР) МПК В 21 В 1/16. Способ прокатки / А.А. Минаев, Ю.Е. Бердичевский, А.Л. Чередниченко и др. – №3808171/22-02. Заявлено 30.10.84. Оpubл. 23.03.86. – Бюл. №11.

198. А.с. 1238821 (СССР) МПК В 21 В 45/04. Способ прокатки / А.А. Минаев, Ю.Е. Бердичевский, А.А. Сайгаков и др. – №38114935/22-02. Заявлено 20.11.84. Оpubл. 23.06.86. – Бюл. №23.

199. А.с. 1280742 (СССР) МПК В 21 В 45/02. Устройство для охлаждения сортового проката / А.А. Минаев, Ю.Е. Бердичевский, В.П. Следнев и др. – №3890362/22-02. Заявлено 29.04.85. Оpubл. 01.09.86. – Бюл. №7.

200. А.с. 1368057 (СССР) МПК В 21 В 45/02. Устройство для охлаждения движущегося проката / А.А. Минаев, Ю.Е. Бердичевский, В.П. Следнев и др. – №3976229/22-02. Заявлено 27.11.85. Оpubл. 23.01.88. – Бюл. №3.

201. А.с. 1025733 (СССР) МПК С 21 Д 1/02. Устройство для охлаждения проката / А.А. Минаев, В.М. Клименко, С.П. Ефименко и др. – №3282135/22-02. Заявлено 27.04.81. Оpubл. 30.06.83. – Бюл. №24.

202. А.с. 1020175 (СССР) МПК В 21 В 45/02. Устройство для охлаждения движущегося проката / А.А. Минаев, Ю.Е. Бердичевский, В.А. Темнохуд и др. – №3383804/22-02. Заявлено 20.01.82. Оpubл. 30.05.83. – Бюл. №20.

203. А.с. 884780 (СССР) МПК В 21 В 45/02. Устройство для охлаждения движущегося проката / А.А. Минаев, Ю.Е. Бердичевский, С.В. Устименко и др. – №2888428/22-02. Заявлено 03.03.80. Оpubл. 30.11.81. – Бюл. №44.

204. А.с. 1503904 (СССР) МПК В 21 В 1/22. Способ прокатки полос / А.А. Минаев, А.В. Гребельный, С.В. Устименко и др. – №4238446/31-02. Заявлено 15.05.87. Оpubл. 30.08.89. – Бюл. №32.

205. А.с. 1503905 (СССР) МПК В 21 Н 1/38. Способ прокатки полос / А.А. Минаев, С.В. Устименко, Н.В. Журавлев и др. – №4121324/31-02. Заявлено 30.09.86. Оpubл. 30.08.89. – Бюл. №32.

206. Контролируемая прокатка полосовых профилей с регулируемым охлаждением в потоке крупносортового стана / А.А. Минаев, С.В. Устименко, П.Ф. Бублик и др. // *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 1984. – №3. – С. 26, 27.

207. Минаев А.А., Бердичевский Ю.Е., Бублик П.Ф. Показатель эффективности устройств для охлаждения движущегося проката // *Известия вузов. Черная металлургия*, 1985. – №6. – С. 154, 155.

208. А.с. 1439823 (СССР) МПК В 21 В 45/02. Устройство для охлаждения проката / А.А. Минаев, Е.Н. Смирнов, А.Г. Носанев и др. – №4215394/31-02. Заявлено 24.03.87. Оpubл. 23.11.88. – Бюл. – №43.

209. А.с. 1398942 (СССР) МПК В 21 В 45/02. Способ поверхностной обработки проката / А.А. Минаев, Е.Н. Смирнов, А.Н. Смирнов и др. – №4154851/31-02. Заявлено 01.12.86. Оpubл. 30.05.88. – Бюл. – №20.

210. А.с. 1398943 (СССР) МПК В 21 В 45/02; С 21 D 1/02. Способ поверхностной обработки движущегося проката охлаждающей средой / А.А. Минаев, В.Л. Пилюшенко, А.Г. Носанев и др. – №4162194/31-02. Заявлено 15.12.86. Оpubл. 30.05.88. – Бюл. – №20.

211. А.с. 1433989 (СССР) МПК С 21 D 1/62. Устройство для охлаждения проката / А.А. Минаев, В.Л. Пилюшенко, Е.Н. Смирнов и др. – №4160021/31-02. Заявлено 15.12.86. Оpubл. 30.10.88. – Бюл. – №40.

212. Установка ускоренного последеформационного охлаждения арматурных профилей в потоке стана 330 / А.А. Минаев, А.Г. Носанев, Е.Н. Смирнов и др. // *Металлург*, 1990. – №1. – С. 32.

213. Минаев А.А., Смирнов Е.Н. Особенности пульсирующего течения хладагента в камерах устройств ускоренного охлаждения // Известия вузов. Черная металлургия, 1988. – №11. – С. 156, 157.

214. Методика моделирования гидродинамики хладагента в камере охлаждения при пульсационном воздействии / А.А. Минаев, Е.Н. Смирнов, А.Л. Редько и др. // Известия вузов. Черная металлургия, 1989. – №5. – С. 89-93.

215. Минаев А.А., Смирнов Е.Н., Редько А.Л. Определение частоты собственных колебаний потока охлаждающей среды в установке ускоренного последеформационного охлаждения, 1990. – №2. – С. 40-42.

216. Минаев А.А., Игнатъев С.Н., Онищенко С.А. Экономичные полосовые профили для сельского хозяйства // Черная металлургия. Бюллетень НТИ. – М.: Черметинформация, 1984. – №23. – С. 38.

217. А.с. 1090274 (СССР) МПК А 01 В 23/02; В 21 Н 7/00. Профиль заготовки для упругого рабочего органа культиватора / А.А. Минаев, С.А. Онищенко, С.Н. Игнатъев и др. – №3453112/30-15. Заявлено 07.06.82. Оpubл. 07.05.84. – Бюл. №17.

218. А.с. 1378959 (СССР) МПК В 21 В 1/08. Способ получения фасонных профилей / А.А. Минаев, А.Г. Мамурков, Ю.Е. Бердичевский и др. – №4069505/31-02. Заявлено 20.05.86. Оpubл. 07.03.88. – Бюл. №9.

219. А.с. 1441559 (СССР) МПК В 21 В 45/02. Устройство для охлаждения сортового проката / А.А. Минаев, А.Г. Мамурков, П.Ф. Бублик и др. – №4228051/31-02. Заявлено 25.02.87. Оpubл. 30.11.90. – Бюл. №44.

220. А.с. 1811929 (СССР) МПК 5В 21 В 45/02. Устройство для охлаждения сортового проката / А.А. Минаев, Ю.Е. Бердичевский, П.Ф. Бублик и др. – №4195866/02. Заявлено 19.03.91. Оpubл. 30.04.93. – Бюл. №16.

221. А.с. 1340857 (СССР) МПК В 12 В 45/02. Устройство для охлаждения сортового проката / А.А. Минаев, Ю.Е. Бердичевский, В.П. Следнев и др. – №3974386/31-02. Заявлено 10.11.85. Оpubл. 30.09.87. – Бюл. №36.

222. Влияние ускоренного охлаждения на уровень остаточных напряжений в мелкосортных угловых профилях / А.А. Минаев, П.Ф. Бублик, А.Г. Мамурков и др. // Известия вузов. Черная металлургия, 1989. – №9. – С. 74-77.

223. Бердичевский Ю.Е., Бублик П.Ф., Мамурков А.Г. К вопросу об оценке эффективности устройств для охлаждения проката // Известия вузов. Черная металлургия, 1986. – №11. – С. 156, 157.

224. Бунин К.П., Малиночка Я.Н., Таран Ю.Н. Основы металлографии чу-

гуна. – М.: Металлургия, 1969. – 416 с.

225. Мовчан В.И., Педан Л.Г., Герасименко В.П. Морфологические особенности науглероженных железных сплавов // Известия вузов. Черная металлургия, 1979. – №8. – С. 92-95.

226. Баранов А.А. О пластической деформации перлита // Известия вузов. Черная металлургия, 1963. – №3. – С. 98-104.

227. Гуревич Я.Б., Титов М.П., Энтин Р.И. Улучшение механических свойств термически обработанных сталей за счет предварительной деформации в процессе аустенитно-перлитного превращения // В кн.: Проблемы металлостроения и физики металлов. – М.: Металлургия, 1977. – №4. – С. 93-99.

228. Долженков И.Е. О морфологии кристаллов цементита, образующихся при распаде аустенита горячекатаной стали // Известия АН СССР: Металлы, 1976. – №1. – С. 134-138.

229. Об условиях формирования структуры зернистого перлита при горячей пластической деформации доэвтектоидной стали / А.Л. Геллер, А.А. Минаев, В.Г. Конарев и др. // Известия вузов. Черная металлургия, 1980. – №12. – С. 76-80.

230. Синельников М.И., Титаренко Е.А. О возможности ускорения отжига подшипниковой стали // Сталь, 1979. – №4. – С. 303-305.

231. Баранов В.А., Сухомлин Г.Д., Ткаченко Ф.К. Исследование сфероидизации цементита в холоднодеформированной стали // Известия вузов. Черная металлургия, 1981. – №8. – С. 86-89.

232. Бабич В.К., Гуль Ю. П., Долженков И.Е. Деформационное старение стали. – М.: Металлургия, 1972. – 320 с.

233. Баранов А.А., Фомичев О.И. Структурные изменения при деформации и отжиге цементита // Известия АН СССР: Металлы, 1968. – №5. – С. 140-143.

234. Долженков И.Е., Долженков И.И. Сфероидизация карбидов в стали. – М.: Металлургия, 1984. – 143 с.

235. Влияние горячей деформации на сфероидизацию цементита в стали 45 / А.Л. Геллер, А.А. Минаев, С.П. Ефименко и др. // Известия вузов. Черная металлургия, 1980. – №9. – С. 113-118.

236. А.с. 850699 (СССР) МПК С 21 Д 8/00. Способ сфероидизирующей обработки стали / А.А. Баранов, А.А. Минаев, С.П. Ефименко и др. – №2758151/22-02. Заявлено 31.01.79. Оpubл. 30.07.81. – Бюл. №28.

237. А.с. 1168614 (СССР) МПК С 21 В 1/78; 8/00. Способ сфероидизирующей обработки легированной стали / А.А. Баранов, А.А. Минаев, В.Л. Пилушенко и др. – №3384762/22-02. Заявлено 20.01.82. Оpubл. 23.07.85. – Бюл. №27.

238. Баранов А.А. Фазовые превращения и термоциклирование металлов. – Киев: Наукова думка, 1974. – 232 с.

239. Баранов А.А., Минаев А.А. Проблемы совмещения деформации и термической обработки стали // Сталь, 1986. – №11. – С. 65-68.

240. А.с. 1073334 (СССР) МПК С 23 С 11/10. Способ химикотермической обработки проката / А.А. Баранов, А.А. Минаев, В.П. Горбатенко и др. – №3412725/22-02. Заявлено 24.03.82. Оpubл. 15.02.84. – Бюл. №6.

241. Интенсификация упрочнения и разупрочнения металлопроката / А.А. Баранов, А.А. Минаев, А.Л. Геллер, В.П. Горбатенко // Сталь, 1987. – №2. – С. 76-80.

242. Баранов А.А., Минаев А.А., Гребельный А.В. Изменение дислокационной структуры стали в процессе прокатки // Известия вузов. Черная металлургия, 1987. – №9. – С. 129-130.

243. Многоручьевая прокатка-разделение // В.М. Клименко, С.П. Ефименко, В.Ф. Губайдуллин, Г.М. Шульгин. – М.: Металлургия, 1987. – 168 с.

244. Теория и практика процесса многоручьевой прокатки-разделения // Г.М. Шульгин, О.В. Дубина, В.Ф. Губайдуллин и др. Севастополь: «Вебер», 2003. – 622 с.

245. Canadians license bar-slitting technology // Iron and Steel international, 1978. – V.51. – №1. – P.13.

246. Saton R. The rolling of bar products using the slit-rolling process // Nippon Konan Technical Report, 1980. – №30. – P.42-46.

247. Fudguta J., Okado M., Hirchi M. Etal – «Metec» 84/Int Walzwerscongress. Dusseldorf 22-24 Juni, 1984. – Bd 1 «Dusseldorf» A 3/1. – A 3/14.

248. Boubli H, Oklitz R. Advanced concepts and technologies for bar mills // MPT, 1996. – June. – P.64-74.

249. Непрерывный мелкосортно-проволочный стан 320/150 Белорусского металлургического завода / А.П.Лохматов, С.М.Жучков, В.А. Токмаков и др. // Сталь, 1987. – №7. – С. 41-46.

250. Jahr A., Schxssler V.E. Innovation in rolling mill guides // MPT, 1996. – №3. – P.46-48.

251. Matsumiya K., Kumagai K., Shinomoto I. Outline of high productive by rolling mill for steel bar // Kobe Steel Engineering Report, 1985. – V.35. – №2. – P.58-62.

252. Мінаєв О.А., Ілюкович Б.М., Ізмайлова М.К. Механіка суцільних середовищ: Теорія і задачі. – Київ: Вища школа, 1995. – 272 с.

253. Прокатка сортовой заготовки с разделением многоручьевым способом / В.М.Клименко, Г.М.Шульгин, А.К. Пеленов и др. / Черная металлургия. Бюллетень института «Черметинформация», 1981. – №1. – С. 45-46.

254. Опытнo-промышленное исследование многоручьевой прокатки / В.М. Клименко, Ю.М. Чуманов, В.Ф. Губайдулин и др. // Сталь, 1979. – №9. – С. 687-689.

255. Исследование качества готовой продукции, полученной методом многоручьевой прокатки из непрерывнолитых слэбов / Ю.М. Чуманов, В.Ф. Губайдулин, Г.М.Шульгин и др. / Металлургическая и горнорудная промышленность, 1979. – №2. – С. 15, 16.

256. Технология многоручьевой прокатки на обжимно-заготовочном стане / В.М. Клименко, В.Ф. Губайдулин, Г.М. Шульгин и др. // Сталь, 1982. – №7. – С. 41-44.

257. Производство арматурной периодической стали методом двухручьевой прокатки-разделения / Г.М. Шульгин, И.И. Овсяк, В.И. Руденко и др. // Черная металлургия, 1985. – №17. – С. 56-57.

258. Производство арматурной стали на Криворожском металлургическом комбинате «Криворожсталь» двухручьевой прокаткой-разделением / Г.М. Шульгин, А.А. Минаев, В.Ф. Губайдулин и др. // Металл и литье Украины, 1997. – №5. – С. 22-26.

259. Шульгин Г.М., Минаев А.А., Нечепоренко В.А. Разработка и внедрение технологии двухручьевой прокатки-разделения арматурной стали / Теория и технология процессов пластической деформации: Труды научно-технической конференции 8-10 октября 1996 г. – М.: МИСИС, 1997. – С. 211-216.

260. Двухручьевая прокатка-разделение арматурной стали на Криворожском металлургическом комбинате «Криворожсталь» / Г.М. Шульгин, В.А. Нечепоренко, В.А. Шеремет, М.И. Костюченко, А.А. Минаев и др. // Производство проката, 1998. – №3. – С. 12-17.

261. Шульгин Г.М., Минаев А.А., Губайдулин В.Ф. Продольное разделение двухниточного раската в конических валках // Металлургія: Збірник нау-

кових робіт ДонНТУ. – Донецьк, 1999. – Вип.8. – С. 117-120.

262. Двухручьева прокатка-разделение арматурной стали на КГГМК «Криворожсталь» / Г.М. Шульгин, А.А. Минаев, В.А. Нечепоренко и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2000. – №8-9 (спец. выпуск). – С. 195– 197.

263. Теория и практика нетрадиционного процесса – прокатка-разделение / Г.М. Шульгин, А.Г. Маншилин, С.М. Жучков и др. // Металл и литье Украины, 2004. Спецвыпуск. – 50 с.

264. Двухручьева прокатка-разделение арматурной стали мелких сечений на КГГМК «Криворожсталь» / Г.М. Шульгин, Д.П. Кукуй, А.Г. Маншилин и др. // Металл и литье Украины, 2000. – №5-6. – С. 42-43.

265. Освоение двухручьева прокатки-разделения арматурной стали – №10 на линейном стане 280 ОАО ЕМЗ / Г.М. Шульгин, Д.П. Кукуй, А.Г. Маншилин и др. // Металл и литье Украины, 2000. – №5-6. – С. 27-30.

266. Применение технологии прокатки-разделения арматурной стали на линейных станах / О.Г. Горбунёв, Д.П. Кукуй, А.Г. Маншилин и др. // Сталь, 2007. – №11. – С. 27-29.

267. Расширение сортамента шахматного стана 350-1 ОАО «МакМК» применением технологии прокатки-разделения / Д.П. Кукуй, В.С. Солод, С.П. Нефедьев и др. // Металл и литье Украины, 2003. – №6. – С. 52-53.

268. Применение нетрадиционных технических решений при прокатке на сортовых станах заготовок увеличенного сечения // С.М. Жучков, Э.В. Сивак, И.И. Букреев и др. // Сталь, 2001. – №1. – С. 39-42.

269. Освоение технологии прокатки-разделения в черновой группе проволочного стана 250 ОАО ЕМЗ / С.М. Жучков, А.Ю. Оробцев, Э.В. Сивак и др. // Труды V Международной научно-технической конференции. Теоретические проблемы прокатного производства // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2000. – №8-9. – С. 223-225.

270. А.с. 622514 (СССР) МКИ В 21 В 1/02. Способ прокатки заготовок / Ю.М. Чуманов, В.М. Клименко, Г.М. Шульгин и др. – №2326323/02. Заявлено 20.02.76. Опубл. 05.09.78. – Бюл. №33.

271. А.с. 740311 (СССР) МКИ В 21 В 1/02. Способ прокатки сортовых заготовок / Ю.М. Чуманов, В.Ф. Губайдулин, Г.М. Шульгин и др. – №236170/22-02. Заявлено 01.06.76. Опубл. 15.06.80. – Бюл. №22.

272. А.с. 755337 (СССР) МПК В 21 В 1/02. Способ прокатки заготовок /

В.М. Клименко, Л.Н. Лесик, А.А. Минаев и др. – №2716264/22-02. Заявлено 24.01.79. Оpubл. 15.08.80. – Бюл. №30.

273. А.с. 820930 (СССР) МПК В 21 В 1/02. Способ прокатки сортовых заготовок / В.М. Клименко, А.А. Минаев, Л.Н. Лесик и др. – №2784089/22-02. Заявлено 25.06.79. Оpubл. 15.04.81. – Бюл. №14.

274. А.с. 899169 (СССР) МКИ В 21 В 1/02. Способ многоручьевой прокатки заготовок / Ю.П. Ляшенко, В.Ф. Губайдулин, Г.М. Шульгин и др. – №2896962/22-02. Заявлено 19.03.80. Оpubл. 23.01.82. – Бюл. №3.

275. А.с. 1018730 (СССР) МПК В 21 В 1/02. Способ многоручьевой прокатки / В.М. Клименко, Г.М. Шульгин, А.А. Минаев и др. – №3385591/22-02. Заявлено 15.01.82. Оpubл. 23.05.83. – Бюл. №19.

276. А.с. 1061860 (СССР) МКИ В 21 В 1/02. Способ прокатки / В.Ф. Губайдулин, Г.М. Шульгин, С.Н. Игнатьев и др. – №3481969. Заявлено 17.08.83. Оpubл. 23. 21.83. – Бюл. №47.

277. А.с. 1541839 (СССР) МКИ В 21 В 1/02. Способ прокатки заготовок / Г.М. Шульгин, П.А. Левичев, А.И. Максаков и др. – №4455318. Заявлено 05.07.88.

278. А.с. 1614868 (СССР) МПК В 21 В 1/02. Способ прокатки / Г.М. Шульгин, А.И. Максаков, П.И. Левичев, А.А. Минаев – №4474257/31-02. Заявлено 16.08.88. Оpubл. 23.12.90. – Бюл. №47.

279. Патент на винахід – №7902. Спосіб прокатки-розділення гатунових профілів / І.П. Шульгіна – №3885695/SU. Заявлено 17.04.85. Оpubл. 15.02.2001. – Бюл. №1.

280. Патент на винахід – №7903. Спосіб прокатки-розділення / В.Ф. Губайдулін, Г.М. Шульгін, А.А. Толпа, Д. П. Кукуй – №3840167/SU. Заявлено 04.01.85. Оpubл. 26.12.1995. – Бюл. №4.

281. Патент на винахід – №7907. Спосіб прокатки-розділення арматурної сталі / Г.М. Шульгін, О.В. Івченко, А.І. Максаков та інші. – №4792745/SU. Заявлено 19.02.90. Оpubл. 26.12.1995. – Бюл. №4.

282. Патент на винахід – №52187. Спосіб прокатки-розділення сортових заготовок / В.С. Солод, В.А. Нечепоренко, С.П. Нефедьев, О. Г. Бенецький – №2002031976. Заявлено 12.03.02. Оpubл. 15.03.2005. – Бюл. №3.

283. Патент на винахід – №68933. Спосіб прокатки-розділення / В.С. Солод, Д.П. Кукуй, С.П. Нефедьев, О. Г. Бенецький – №20031110447. Заявлено 20.11.2003. Оpubл. 15.12.2005. – Бюл. №12.

284. Освоение технологии прокатки-разделения арматурной стали на мелкосортно-проволочном стане 320/150 ОАО «Амурметалл» / Г.П. Перунов, В.В. Лиманкин, К.В. Волков и др. // Производство проката, 2006. – №10. – С. 16–19.

285. Формоизменение металла при прокатке в двухручьевых разрезных калибрах / Г.П. Перунов, В.К. Смирнов, Ю.В. Игнатович, В.В. Лиманкин // Производство проката, 2006. – №6 С.8-10.

286. Технология прокатки-разделения арматурной стали №12 на мелкосортно-проволочном стане 320/150 ОАО «Амурметалл» / Г.П. Перунов, В.В. Лиманкин, К.В. Волков и др. // Бюллетень «Черная металлургия» ОАО «Черметинформация», 2006. – №9. – С. 54-58.

287. Технология прокатки-разделения арматурной стали №10 на мелкосортно-проволочном стане 320/150 ОАО «Амурметалл» / Г.П. Перунов, К.В. Волков, С.М. Балдин, С.А. Чиж // Бюллетень «Черная металлургия» ОАО «Черметинформация», 2006. – №11. – С. 65-67.

288. Освоение технологии прокатки-разделения на непрерывном мелкосортно-проволочном стане / О.Ю. Ефимов, А.Р. Фастыковский, В.Я. Чинокалов, И.В. Копылов // Сталь, 2008. – №4. – С. 50-51.

289. Matsuo G., Suzuki M. The Latest Technology of Multi-stit rolling // SEA ISI Quartely, 1995. – №3. – P. 49-58.

290. Металлургические мини-заводы / А.Н. Смирнов, В.М. Сафонов, Л.В. Дорохова, А.Ю. Цупрун. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 469 с.

291. Мини-юбка из СЕКОНД ЛТД // Металлургический компас. Украина – Мир, 2005. Сентябрь. – С. 63.

292. Колюпанов В.М., Ряполов В.В., Приймакова В.А. Опыт проектирования институтом «Гипросталь» объектов сталеплавильного производства // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2008. – №1. – С. 11-14.

293. Сафонов В.М. Некоторые направления развития и построения высокоэффективных мини-заводов и модулей // Металл и литье Украины, 2006. – №1. – С. 76-79.

294. Смирнов А.Н., Сафонов В.М. Мода на мини // Металлургический компас. Украина – Мир, 2005. Сентябрь. – С. 58-63.

295. Высокоэффективные технологические модули – основа реструктуризации сталеплавильных комплексов / А.А. Минаев, А.Н. Смирнов, В.Л. Пилюшенко и др. // Металл и литье Украины, 2001. – №5-6. – С. 7-10.

296. Новая концепция сталеплавильных мини-заводов для производства листовой продукции / Г. Пост, Г. Урбан, П. Матерлинг и др. // Черные металлы, 1989. – №9. – С. 22-28.
297. Портер М.Е. Стратегия конкуренции. – Киев: Основы, 1998. – 398 с.
298. Классификация металлургических мини-заводов с помощью методов многомерного факторного анализа / А.Н. Смирнов, Т.С. Панфилова, Л.В. Дорохова, В.В. Зуб // Металлургический и горнорудная промышленность, 2001. – №2. – С. 115-118.
299. Нестеров Д.К., Сапрыгин Х.М., Клепана В.В. Малые металлургические заводы. – Харьков: Стас, 1999. – 207 с.
300. Феоктистов Ю.В. Белорусский металлургический завод: приоритеты качественных преобразований // Сталь, 1998. – №11. – С. 1-3.
301. Садыков В.В. В новый век с новой продукцией // Сталь, 2000. – №2. – С. 1-2.
302. Фарук Сиддики. Мода на мини // Металлургический компас. Украина – Мир, 2008. – №4. – С. 34-39.
303. Кутаков А.В. Развитие электросталеплавильного производства в условиях Молдавского металлургического завода // Сталь, 2000. – №1. – С. 21-27.
304. Кац Я.Л., Шеденков Ю.С., Шеховцов Н.О. Оскольский электрометаллургический комбинат // Металлург, 1999. – №3. – С. 15–20.
305. Шалимов А.Г. Современный мини-завод «HUTA Czeszochowa» (Польша) // Металлург, 1998. – №7. – С. 39.
306. Хиблер М., Поллак Е. Новый компактный сталеплавильный завод фирмы SUEZ STEEL в Египте // Черные металлы, 2001. – Октябрь. – С. 91-96.
307. Strip casting-innovation of plat steels in new millennium / H-U. Lindenberg, M. Walter, G. Stenber et al. // Forum Thyssenkrupp, 2000. – №2. – С.20-27.
308. Горелик В. Качественный скачок в технологии непрерывной разливки стали // Металл и литье Украины, 2006. – №3-4. – С. 67-69.
309. Троллер Д. Экологические преимущества электрометаллургических мини-заводов в свете Киотского протокола // Сталь, 2006. – №1. – С. 85-87.
310. Сивак Б., Протасов А. Современное состояние и перспективы развития мини-заводов по производству сортового проката // Национальная металлургия, 2002. – №2. – С. 38-43.
311. SeverCorr to build «next deneration» mini-mill // MPT International, 2006. – №4. – Р. 54-58.

312. Юзов О.В., Седых А.М. Мировые тенденции развития мини-заводов // Электromеталлургия, 2000. – №6. – С. 2-6.

313. Седых А.М., Юзов О.В., Афонин С.З. Черная металлургия России на фоне мирового рынка. – М.: Издательство «Экономика», 2003. – 256 с.

314. Бураковский И. Семь шагов в глобализацию // Металлургический компас. Украина – Мир, 2006. – №9. – С. 17–19.

315. Титов М.А. Размещение металлургических предприятий в условиях глобальной мировой экономики // Сталь, 2007. – №3. – С. 93-97.

316. Абрамов А.Г. Отражение объективных тенденций мировой экономики в российской черной металлургии // Бюллетень «Черная металлургия»: ОАО «Черметинформация», 2004. – №7. – С. 3, 4.

317. Жемчужева М.А. Оценка эффективности формирования корпоративных структур в черной металлургии и методика их балансовой консолидации // Известия вузов Черная металлургия, 2005. – №7. – С. 53-60.

318. Иванова Е. Нюансы объединения // Металл, 2007. – Сентябрь. – С. 16, 17.

319. КГМК им. Миттала // Металл, 2006. – Март. – С. 29, 31.

320. Лакшми закинул плотную блесну на КГОКОР // Металлургический компас. Украина – Мир, 2008. – №2. – С. 29, 31.

321. Тыщук О. Брат по расчету // Металлургический компас. Украина – Мир, 2008. – №7. – С. 5-7.

322. Пилипенко А. «Мы увидели в Украине мощных игроков, которые будут объединять всю цепочку от производства руды до торговых офисов во всех уголках мира, где продается металл» // Металлургический компас. Украина – Мир, 2004. – №1. – С. 9.

323. Лукьянов А.В., Лукьянов В.В., Лащев В.Я. Этапы технического прогресса мартеновского цеха ОАО АМК // Металл и литье Украины, 2006. – №2. – С. 10-12.

324. Ливень О. Омоложение клеток // Металлургический компас. Украина – Мир, 2005. – Август. – С. 59-64.

325. Арих В.С., Новиков В.И. Реконструкция стана 2800 на ОАО «Алчевский металлургический комбинат» // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2008. – №1. – С. 15-17.

326. Крылов В. Второй уровень // Металл, 2007. – Июнь. – С. 30-32.

327. Корпорация АМК // Металл, 2005. Сентябрь. – С. 32-35.

328. Ситало А. Размах «Дзержинки» // Металл, 2004. – Июнь. – С. 45-47.
329. Тыщук О. Телепортация // Металлургический компас. Украина – Мир, 2004. – Январь. – С. 2-7.
330. Кукин С., Ильин А. Без ограничений // Металл, 2005. – Сентябрь. – С. 26-30.
331. Катунин В.В. Черная металлургия России на фоне мировых сырьевых проблем // Бюллетень «Черная металлургия»: ОАО «Черметинформация», 2006. – №1. – С. 3-18.
332. Жмойдин Г.И. Постсоветская металлургия в зеркале статистики – вступление в XXI век // Производство проката, 2001. – №7. – С. 41-48.
333. Антипин В.Г., Катунин В.В. Некоторые проблемы мировой и российской металлургии // Бюллетень «Черная металлургия»: ОАО «Черметинформация», 2000. – №9-10. – С. 5-13.
334. Фондран Р. Черная металлургия в условиях глобализации экономических и социальных проблем // Черные металлы, 1998. – Май. – С. 37-44.
335. Кручинин А.Н. О ситуации в черной металлургии в России и роли государственной поддержки отечественных металлургов // Бюллетень «Черная металлургия»: ОАО «Черметинформация», 2003. – №11. – С. 3, 4.
336. Пиковский В., Шаповал А. Волна протекционизма // Металл, 2002. – №4. – С. 37-39.
337. Налча Г.И. Колпаков В.С. Влияние государства на эффективность работы металлургического комплекса в новых условиях хозяйствования // Сталь, 2001. – №12. – С. 67-70.
338. Тихомиров В.Е., Федорова С.В. Проблемы усиления госрегулирования в металлургии // Сталь, 2006. – №9. – С. 95-98.
339. Гуров В. Все о господдержке // Металл, 2004. – Июль. – С. 16, 17.
340. Стеценко В. Пример для подражания // Металл, 2002. – №4. – С. 6, 7.
341. Долженков Ф.Е. Черная металлургия Украины: Какой ей быть? // Сталь, 1999. – №2. – С. 80-84.
342. Регион: структурно-инвестиционные аспекты перехода к рынку / А.А. Минаев, Л.В. Минин, А.И. Коваль и др. – Киев: Наукова Думка, 1994. – 278 с.
343. Шнипер Р.И. Региональные предплановые исследования. – Новосибирск: Наука, 1978. – 367 с.
344. Шнипер Р.И. Регион: Экономические методы управления. – Новоси-

бирск: Наука, 1991. – 320 с.

345. Патон Б.Е. «Программа научно-технического развития Донецкой области на период до 2000 г.» работает на живущее и будущее поколение // Металл и литье Украины, 2002. – №7-8. – С. 5-6.

346. Ишков В.Н. Программа научно-технического развития Донецкой области на период до 2000 г. как инструмент повышения инновационной привлекательности региона // Металл и литье Украины, 2004. – №3-4. – С. 4-6.

347. Перспективы развития черной металлургии Донецкой области / А.М. Близнюк, В.В. Кисиль, Д.П. Кукуй, Ю.В. Коновалов // Металл и литье Украины, 2001. – №7-8. – С. 5-11.

348. Коновалов Ю.В. Техническое перевооружение – приоритетная проблема металлургов Донецкой области // Металл и литье Украины, 2007. – №6-7. – С. 9-21.

349. Коновалов Ю.В., Минаев А.А. Пути стабилизации и дальнейшего развития черной металлургии Украины // Металл и литье Украины, 1997. – №10. – С. 16-17.

350. Реконструкция сталеплавильного комплекса ОАО «Енакиевский металлургический завод» / В.Н. Амитан, Л.Ф. Литвинов, С.Г. Семенов, С.Л. Норенко // Металл и литье Украины, 2002. – №10. – С. 65-67.

351. Кукин С. За пределы цеха // Металл, 2004. – Июнь. – С. 40-41.

352. Бутаков С. Еще миллион // Металл, 2004. – Июнь. – С. 42.

353. Лопухов Г.А. Ближайшие перспективы развития черной металлургии // Электрометаллургия, 2001. – №1. – С. 7-13.

354. Йин Р., Ван Т. Перспективы капиталовложений в агрегаты непрерывного литья тонких слэбов и прокатки полосы в Китае // Черные металлы, 1997. – Июнь. – С. 54-58.

355. Шейко А. Пока безальтернативный чугуны // Металл, 2007. – Октябрь. – С. 26-28.

356. Интегрированный компактный сталеплавильный завод фирмы VOEST-ALPINE STAHL DONAVITZ / Х. Шёлльнхаммер, Г. Вольф, М. Эркер и др. // Черные металлы, 1999. – Июнь. – С. 30-34.

357. Юсфин Ю.С. Особенности развития доменного процесса в XXI веке // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: сб. научных трудов. – Выпуск 16, 2008. – С. 24-36.

358. Путеводитель / А.А. Минаев, А.Н. Рыженков, С.Л. Ярошевский и др.

// *Металлургический компас. Украина – Мир*, 2007. – №8. – С. 24-30.

359. Перспективы применения пылеугольного топлива в доменных цехах Украины и России / А.А. Минаев, А.Н. Рыженков, Ю.Г. Банников, С.Л. Ярошевский и др. // *Сталь*, 2008. – №2. – С. 5-11.

360. Технология доменной плавки с вдуванием в газы пылеугольного топлива, природного газа и кислорода / А.Н. Рыженков, А.И. Ковалев, С.Л. Ярошевский и др. – Донецк: Новый мир, 2003. – 35 с.

361. Ярошевский С.Л. Выплавка чугуна с применением пылеугольного топлива. – М.: Металлургия, 1988. – 176 с.

362. Внимание! Приобретение пылеугольных установок «под ключ» – еще не решение проблемы / А.А. Минаев, А.Н. Рыженков, С.Л. Ярошевский и др. // *Металл и литье Украины*, 2007. – №6-7. – С. 21-24.

363. Ярошевский С.Л., Кузнецов А.М., Афанасьева З.К. Резервы эффективности комбинированного дутья в доменных цехах Украины. – Донецк: Норд компьютер, 2006. – 31 с.

364. Патент 218989 (Украина). Способ выплавки чугуна / А.И. Бабич, А.А. Минаев, С.Л. Ярошевский и др. – №97108327/02. Заявлено 13.05.97. Оpubл. 20.09.98. – Бюл. – №26.

365. Рыженков А.Н., Ярошевский С.Л., Замуруев В.М. и др. Исследование технологии доменной плавки при вдувании в горн пылеугольного топлива, газа и дутья, обогащенного кислородом // *Металлург*, 2006. – №6. – С. 41-44.

366. Богданов С.В., Корнилаев С.М. Инвестиционная привлекательность пылеугольного топлива в современных условиях // *Металлург*, 2008. – №9. – С. 27-30.

367. Проблемы замещения кокса углями и газами в доменных печах Украины / И.Г. Товаровский, В.И. Большаков, А.Е. Меркулов, О.В. Лялюк // Бюллетень «Черная металлургия»: ОАО «Черметинформация», 2008. – №1. – С. 17–20.

368. Дутый вопрос / А.А. Томаш, С.П. Фролов, В.П. Лозовой, В.Б. Семанкова // *Металлургический компас. Украина – Мир*, 2007. – Август. – С. 31-34.

369. Пути приближения технико-экономических показателей работы доменных печей Украины к уровню европейских стран / А.А. Томаш, Л.В. Быков, А.А. Шокул и др. // *Металл и литье Украины*, 2002. – №9-10. – С. 28-31.

370. Сочетание пылеугольного топлива и частично металлизированной шихты – предпосылки для качественного повышения эффективности доменной тех-

нологии / А.А. Минаев, А.Н. Рыженков, А.И. Ковалев, С.Л. Ярошевский // Металл и литье Украины, 2004. – №3-4. – С. 6-8.

371. Работа доменных печей с высокой долей окатышей в шихте / А.А. Минаев, В.И. Бирючев, С.Л. Ярошевский и др. // Metallurg, 1998. – №10. – С. 23-27.

372. Люнген Х.Б., Шмеле П. Доменная печь без кокса и углерода? Черные металлы, 2005. – Май. – С. 26-31.

373. Большаков В.И. Перспективы развития доменного производства // Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost', 2007. – №2. – С. 5-8.

374. Iwase N. New Blast Furnaces in East Asia // Steel Times International, 2004. – 28. – №8. – P. 51.

375. Юсфин Ю.С., Черноусов П.И., Голубев О.В. Печи малого объема – будущее доменного производства // Известия вузов. Черная металлургия, 2005. – №10. – С. 20-25.

376. Тенденции развития производства передельного чугуна в небольших агрегатах / К. Шейдинг, С.В.Г. Шерер, Х.К. Пфайер и др. // Черные металлы, 2000. – №10. – С. 28-39.

377. Компактная доменная печь как современная альтернатива для получения передельного чугуна на мини-заводах / Ф. Рёйфер, М. Гантенберг, Р. Бертинг, Г. Шибер. // Черные металлы–2000. – №7. – С. 18-23.

378. Рёйфер Ф., Рёйфер Г. Компактная доменная печь – это современное техническое решение производства чугуна // Новости черной металлургии за рубежом, 2000. – №4. – С. 37-40.

379. Ютанг М. Разработки в области производства чугуна в доменных печах // Новости черной металлургии за рубежом, 2001. – №3. – С. 41-46.

380. Гусаров А.С. Революция в печи // Metallurgicheskii kompas. Ukraina – Mir, 2005. – №7. – С. 68-72.

381. Большаков В. Дом на доменных лапах // Metallurgicheskii kompas. Ukraina – Mir, 2005. – №7. – С. 64-67.

382. Большаков В.И. Современные тенденции развития доменного производства // Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost', 2006. – №2. – С. 6-11.

383. Харахулах В., Лессовой В., Дюдкин Д. Инновационная модель развития ГМК Украины: инвестиции, модернизация, энерго- и ресурсосбережение // Труды 3-й международной научно-технической конференции (г. Донецк, 31 ок-

тября – 2 ноября, 2006 г.) «Прогрессивные технологии в металлургии стали – XXI век». – С. 7-12.

384. Грищенко С.Г., Лесовой В.В. Иной путь: инновация // Металлургический компас. Украина – Мир, 2006. – №10. – С. 55-59.

385. Товаровский И.Г., Меркулов А.Е., Вышинская Е.Д. Возможность использования доменной печи в качестве газогенератора некоксуемых углей // Черные металлы, 2006. – Февраль. – С. 22-29.

386. Эффективная технология снижения качества цинка, поступающего в доменную печь с шихтой / Ю.П. Щукин, Р.С. Тахаутдинов, В.Л. Терентьев и др. // Металлург, 2002. – №1. – С. 43-45.

387. Основные закономерности поведения цинка в доменных печах / Ю.П. Щукин, В.С. Новиков, Б.А. Марсуверский и др. // Сталь, 1992. – №2. – С. 5-9.

388. О связи образования цинкитных костылей с технологией доменной плавки / Ю.П. Щукин, В.И. Сединкин, В.А. Гостианин и др. // Сталь, 1997. – №3. – С. 11-13.

389. Результаты внедрения новой технологии удаления цинка из доменной печи / Ю.П. Щукин, И.Е. Косаченко, В.И. Сединкин и др. // Сталь, 1994. – №4. – С. 13-15.

390. Клягин Г., Кравченко А., Перистый М. Zn не пройдет // Металлургический компас. Украина-Мир, 2007. – №6. – С. 24-30.

391. Смирнов А., Сафонов В. Артефакт // Металл, 2007. – Апрель. – С. 31-32.

392. Розин С.Е. Мартеновские печи в сталеплавильном процессе // Черные металлы, 2007. – Март. – С. 5-11.

393. Розин С.Е., Щелоков Я.М., Егоричев А.П. Энергетический анализ как метод повышения эффективности энергоиспользования в технологических процессах // Промышленная энергетика, 1988. – №2. – С. 2-4.

394. Минаев А.А., Смирнов А.Н. Инновационные процессы в производстве и разливке стали // Сборник Наукові праці Донецького національного технічного університету: серія «Металлургія», 2004. – Выпуск 73. – С. 3-9.

395. Розе Л. Передовая технология выплавки стали – универсализация с учетом доступности сырья и затрат на его приобретение // Черные металлы, 2005. – Июль-август. – С. 37-44.

396. Корчагин К.А. Новые технологии и тенденции развития электроста-

леплавильного производства // Новости черной металлургии за рубежом, 2007. – №1. – С. 36-40.

397. Аргента П., Корбелла М. Сооружения электродуговой печи на заводах фирмы «Wheeling-Pittsburgh» // Черные металлы, 2007. – Март. – С. 24-27.

398. Gross C., Brown T., Zalner A. The Use of Hot metal in the Consteel EAF at Wheeling-Pittsburgh Steel // AISTech 2006 Proceedings, 2006. – №1. – P. 537-545.

399. Мемоли Ф., Ферри М.–Б. Широкое внедрение процесса Consteel благодаря его природоохранным возможностям // Металлургическое производство и технологии, 2008. – №1. – С. 24-36.

400. Чернятевич А.Г. Если голова не варит, то и печь не поможет // Металлургический компас. Украина – Мир, 2008. – №8. – С. 34-37.

401. Амелинг Д. Благоприятные условия для развития технологии производства стали // Черные металлы, 2004. – Январь. – С. 27-30.

402. Смирнов А. Плюс приватизация всей страны // Металл, 2008. – №2. – С. 70-75.

403. Плотников А.В. Рудная гора вынашивает железную мышь // Металлургический компас. Украина – Мир, 2005. – №9. – С. 64-72.

404. Минаев А., Смирнов А. Инновации по совместительству // Металл, 2004. – Июнь. – С. 36-39.

405. Еронько С., Смирнов А. Самовоспроизводство металла // Металлургический компас. Украина – Мир, 2007. – №5. – С. 22-24.

406. Смирнов А. Догоняя планету // Металл, 2004. – Июнь. – С. 32-34.

407. Дюдкин Д.А. Технологические и конструктивные аспекты новых МНЛЗ // Сталь, 2002. – №2. – С. 21-25.

408. Повышение эффективности непрерывной разливки сортовой заготовки / А.А. Минаев, А.Н. Смирнов, В.Л. Пилюшенко и др. // Металл и литье Украины, 2001. – №5-6. – С. 22-25.

409. Тенденции развития производства сортовых заготовок / А.А. Минаев, А.Н. Смирнов, М. Захур, С.В. Момот // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2001. – №6. – С. 25-28.

410. Минаев А.А., Смирнов А.Н., Глазков А.Я. Некоторые подходы к комплексной оценке качества непрерывнолитой заготовки // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2002. – №10. – С. 62-64.

411. Банный Ю., Колесников В., Черняк В. Третьего пока не дано // Ме-

талл, 2008. – №3. – С. 22-24.

412. Сафьян А. О развитии прокатных производств Украины в контексте вступления страны в ВТО // Металл, 2006. – Апрель. – С. 36, 37.

413. О ходе реконструкции предприятий горно-металлургического комплекса Украины / В.Л. Мазур, В.Л. Полещук, Д.А. Деркач, А.А. Иванов // Металлургическая и горнорудная промышленность, 1999. – №5. – С. 9-11.

414. Перспективы развития прокатного производства Украины до 2010 года / Д.К. Нестеров, Е.И. Булгаков, Е.Л. Орлов, Р.А. Дробцова // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2000. – №8-9. – С. 36-38.

415. Мазур В.Л., Деркач Д.А., Иванов А.А. Состояние и перспективы развития прокатного производства Украины // Производство проката, 2000. – №8. – С. 42-45.

416. Высокоэффективные технологические схемы и интеграция – основа повышения качества проката ответственного назначения / А.А. Минаев, А.Н. Лубенец, Е.Н. Смирнов и др. // Металл и литье Украины, 2002. – №7-8. – С. 42-45.

417. Исследование особенностей производства полособульбовых профилей из непрерывнолитых заготовок / А.А. Минаев, А.Н. Лубенец, Е.Н. Смирнов и др. // Сборник научных трудов Донецкого государственного технического университета: Металлургия. – Выпуск 18. – Донецк, ДонГТУ, 2000. – С. 6-17.

418. Минаев А.А., Смирнов Е.Н. Интеграционные аспекты в развитии технологических схем производства проката ответственного назначения из непрерывнолитого металла // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: Темат. Збірник наукових праць. – Краматорськ, 2002. – С. 105-111.

419. Минаев А.А., Смирнов А.Н., Лубенец А.Н. Оптимизация системы технологического проектирования проката ответственного назначения из непрерывнолитого бруса // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2002. – №8-9. – С. 180-184.

420. Канн Ю.Е., Кугушин А.П. Проблемы производства сортового проката из непрерывнолитых заготовок // Сборник трудов Второго конгресса прокатчиков. – М.: ОАО «Черметинформация», 1998. – С. 17-24.

421. К вопросу прокатки непрерывнолитых заготовок в обжимных клетях сортовых станов / А.А. Минаев, Е.Н. Смирнов, М.В. Григорьев и др. // Сборник трудов международной научно-технической конференции «Машиностроение и

техносфера XXI века. – Донецк: ДонНТУ, 2003. – С. 257-262.

422. Минаев А.А., Захур М., Коновалов Ю.В. Специфика использования катаной и непрерывнолитой заготовки // Производство проката, 2005. – №4. – С. 29-37.

423. Непрерывнолитые круглые заготовки / В.Я. Генкин, А.Т. Есаулов, М.И. Староселецкий и др. – М.: Металлургия, 1984. – 143 с.

424. Генкин В.Я., Кузнецов В.Ю. Современное состояние непрерывной отливки круглых заготовок // Черная металлургия. Бюллетень института «Черметинформация», 1992. – Вып.2. – С. 22-30.

425. Использование непрерывнолитых заготовок при производстве котельных труб / В.В. Кириченко, Л.В. Опышко, В.Ю. Кузнецов, В.В. Анаян // Сталь, 1999. – №12. – С. 40-42.

426. Опышко Л.В., Вашило Т.П., Кобус А.А. Внедрение непрерывнолитого металла в промышленное производство котельных труб на ОАО «Производственное объединение Волжский трубный завод» // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2001. – №1. – С. 56-60.

427. Шиян В.Г., Ващенко Ю.И., Стеблов А.В. Опыт использования трубной заготовки из непрерывнолитого металла Белорусского металлургического завода // Черная металлургия. Бюллетень института «Черметинформация», 1990. – №8. – С. 66, 67.

428. Друян В.М., Гуляев Ю.Г., Чукмасов С.А. Теория и технология трубного производства: – Днепропетровск: РИА «Днепр-Вал», 2001. – 544 с.

429. Зимовец В.Г., Кузнецов В.Ю. Совершенствование производства стальных труб. – М.: МИСиС, 1996. – 480 с.

430. Матвеев Б.Н. Новые разработки германских фирм для производства горячекатаных труб // Производство проката, 2003. – №4. – С. 22-27.

431. Беда Н.И., Кацнельсон Г.М., Коновалов В.С. Производство и качество трубной заготовки. – Киев: Техника, 1966. – 240 с.

432. Производство трубной заготовки / А.П. Чекмарев, Р.А. Машковцев, О.П. Носенко и др. – М.: Металлургия, 1970. – 304 с.

433. Современное состояние мирового производства труб / Ю.Г. Крупман, Л.С. Ляховецкий, О.А. Семенов и др. – М.: Металлургия, 1992. – 353 с.

434. Оборудование и технология выплавки и внепечной обработки стали в новом комплексе ЭСПЦ / Саед Реза Хашим, Г.И. Касьян, И.П. Коваленко и др. // Металл и литье Украины, 2001. – №5-6. – С. 16-18.

435. Вакуумная обработка стали в ЭСПЦ / Р. Н. Пильчук, В.Н. Щербина, А.В. Кодак и др. // Металл и литье Украины, 2001. – №5-6. – С. 18, 19.

436. Правосудович В.В., Повицкая Т.М., Навныко П.П. Качество непрерывнолитого металла и труб из него // Metallургическая и горнорудная промышленность, 1994. – №2. – С. 39-42.

437. Непрерывнолитые трубные заготовки из легированной стали / П.Н. Ткачев, Ю.Е. Кан, Е.П. Матевосян и др. // Черная металлургия. Бюллетень института «Черметинформация», 1987. – Вып.16. – С. 49-51

438. Сокуренок В. П., Правосудович Е.В. Основные требования, предъявляемые к деформированной круглой заготовке для производства горячедеформированных труб // Metallургическая и горнорудная промышленность, 1987. – №2. – С. 34, 35.

439. Производство труб из непрерывнолитой трубной заготовки / Г.Г. Шепель, П.П. Навныко, О.А. Симоненко // Metallургическая и горнорудная промышленность, 2002. – №1. – С. 46, 47.

440. Шевченко Н.Н., Горелов Г.С. Производство труб из непрерывнолитой заготовки стали 20 на ЗАО НЗСТ «ЮТ и СТ» // Metallургическая и горнорудная промышленность, 2001. – №6. – С. 53.

441. Михайленко М. А., Хавкин Г.О., Коваленко И.П. Использование непрерывнолитого металла марки 20Х для производства горячекатаных труб // Metallургическая и горнорудная промышленность, 2001. – №6. – С. 55, 56.

442. Захур М. Сквозная технология производства круглых заготовок на стане 950/900 // Производство проката, 2005. – №3. – С. 19-23.

443. Захур М., Шум В.Б., Игнатъев С.Н. Разработка и реализация калибровок валков для прокатки круглых заготовок на обжимно-заготовительном стане широкого сортамента // Металл и литье Украины, 2001. – №5-6. – С. 35-40.

444. Анализ эффективности режимов обжатий блюминга 950/900 / А.В. Плющенко, В.Д. Дмитриев, А.А. Минаев и др. // Сталь, 1988. – №1. – С. 52, 53.

445. Деклараційний патент на винахід – №7958. Спосіб прокатки заготовок на обтискних і заготівельних станах / Кукуй Д.П., Мінаєв О.А., Ємченко Ю.Б. та інш. – №95020657. Заявлено 15.02.95. Опубл. 26.12.95. – Бюл. №4.

446. Колмогоров В.Н. Напряжения. Деформации. Разрушение. – М.: Металлургия, 1970. – 230 с.

447. Захур М., Солод В.С., Бенецкий А.Г. Принципы конструирования специального овального калибра с учетом критерия устойчивости для прокатки трубной заготовки большого диаметра // Металл и литье Украины, 2005. – №9-10. – С. 37-39.

448. Захур М., Коновалов Ю.В. Переработка трубных заготовок больших диаметров на цельнокатаные трубы // Производство проката, 2005. – №11. – С. 22-23.

449. Захур М. Производство круглых заготовок больших диаметров и переработка их в кольцевые изделия // Металл и литье Украины, 2005. – №6. – С. 28-34.

450. Тришевский И.С., Донец Г.В., Мирошниченко В.И. Производство и применение гнутых профилей проката. – М.: Металлургия, 1975. – 536 с.

451. Тришевский И.С., Докторов М.Е. Теоретические основы процесса профилирования. – М.: Металлургия, 1980. – 288 с.

452. Гнутые профили проката / И.С. Тришевский, В.В. Лемпицкий, Н.М. Воронцов и др. – М.: Металлургия, 1980. – 352 с.

453. Калибровка валков для производства гнутых профилей проката / И.С. Тришевский, В.М. Мирошниченко, В.П. Стукалов и др. – Киев: Техніка, 1980. – 168 с.

454. Минаев А.А., Ландик В.И., Анохина И.Ю. Теоретическое исследование напряженно-деформированного состояния металла при производстве гнутых профилей для холодильников // Холодильная техника и технология, 1997. – Январь. – С. 45, 46.

455. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. – М.: Машиностроение, 1971. – 472 с.

456. Ландик В.И., Горин А.Н., Анохина И.Ю. Методика расчета калибровки валков восемнадцатиклетового профилегибочного стана // Металл и литье Украины, 1998. – №1-2. – С. 24-26.

457. Коновалов Ю.В., Горин А.Н. Экспериментальное исследование сило-

вых параметров формирования боковых панелей бытовых холодильников // *Металлургическая и горнорудная промышленность*, 1999. – №6-12. – С. 33-37.

458. Минаев А.А., Арсенов В.В., Коновалов Ю.В. Новый способ прокатки листовой стали // *Металл и литье Украины*, 1994. – №11-15. – С. 12-15.

459. Многорядные прокатные клетки для производства листов и полос / Ю.В. Коновалов, В.В. Арсенов, Г.И. Маншилин, И.А. Бобух // *Сталь*, 1995. – №8. – С. 44-46.

460. Технология прокатки листа и сорта / А.А. Минаев, Ю.В. Коновалов, П.Ф. Бублик, Ю.Е. Бердичевский // *Металл и литье Украины*, 1996. – № 5. – С. 17-20.

461. А.с. 777956 (СССР) МПК В 21 В 1/38. Способ прокатки широких полос / С.Т. Анедченко, А.М. Онищенко, В.С. Горелик и др. – №2271116. Заявлено 28.05.79. Оpubл. 07.11.80. – Бюл. №41.

462. Средства контроля и управления точностью сортового проката / В.М. Клименко, В.М. Кашаев, А.А. Минаев и др. – К.: Техніка, 1983. – 174 с.

463. Целиков А.И., Гришков А.И. Теория прокатки. – М.: Металлургия, 1970. – 358 с.

464. А.с. 320316 (СССР) В 21 В 1/24. Способ измерения натяжения при непрерывной прокатке / В.М. Клименко, А.А. Минаев, О.П. Семеновский, В.М. Кашаев. – №1245411/22-2. Заявлено 27.05.08. Оpubл. 04.11.71. – Бюл. №34.

465. А.с. 446339 (СССР) МПК В 21 С 51/00. Устройство для измерения натяжения при непрерывной прокатке / В.М. Клименко, В.П. Калинин, В.М. Кашаев, А.А. Минаев и др. – №1864599/22-2. Заявлено 02.01.73. Оpubл. 15.10.74. – Бюл. №38.

466. А.с. 582861 (СССР) В 21 В 37/06. Устройство для измерения натяжения при непрерывной прокатке / В.М. Клименко, В.М. Кашаев, В.П. Калинин и др. – №2385300/22-02. Заявлено 08.07.76. Оpubл. 15.12.77. – Бюл. №45.

467. Патент 137144 (Германия) МПК С1 3В 21В 1/14. Устройство для измерения усилий при непрерывной прокатке / А.А. Минаев, В.М. Клименко, В.М. Кашаев (СССР). Заявлено 25.05.78. Оpubл. 31.10.79.

468. А.с. 628969 (СССР) В 21 В 37/06. Устройство для регулирования жесткости прокатной клетки / В.М. Клименко, В.М. Кашаев, В.П. Калинин, А.А. Минаев и др. – №2486907/22-02. Заявл. 18.05.77. Оpubл. 25.10.78. – Бюл. №39.

469. Взаимосвязь исходного состояния с физико-механическими свойствами деформированного высокопрочного чугуна / А.А. Снежко, В.А. Тиманюк,

В.И. Покровский, В.Н. Бабищ // Процессы литья, 1993. – №1. – С. 71-75.

470. Технологические особенности производства профилей и листов из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом / В.В. Ветер, А.И. Трайно, А.А. Кугушин, В.С. Юсупов // Сталь, 1999. – №4. – С. 42-46.

471. Kong Li, Youming Wand, Burdett C. F. Hof derormation behaviour and ledeburite refinement mechanism for hypoeutectoid low alloy white cast irons //Mater. Sci. and Technol, 1991, v. 7, – №7. – P. 660-664.

472. Деформированные экономнолегированные белые чугуны / Ю.Н. Таран, П.Ф. Нижниковская, О.Р. Даничек, Т.М. Миронова и др. // МиТОМ, 1989. – №5. – С. 35-43.

473. Иванов В.Г., Шиян В.Г. Прогрессивная технология производства чугунных труб.. – М.: Машиностроение, 1969. – 184 с.

474. Антонишин Ю.Т. Пластическая деформация чугуна. – Минск.: Навука і тэхніка, 1991. – 119 с.

475. Келли А. Высокопрочные материалы. – М.: Мир, 1976. – 261 с.

476. Деклараційний патент на винахід – №54964 (Украина). Спосіб обробки тиском заготовок з важкодеформівних сплавів заліза / Д.О. Баранов, О.А. Мінаєв, О.О. Баранов. – №2002064528. Заявлено 04.06.2002. Опубл. 17.03.2003. Бюл. №3.

477. Пластичность стали при высоких температурах / М.К. Зуев, В.С. Култыгин, М.Н. Виноград и др. – М.: Металлургия, 1954. – 451 с.

478. Потапов А.И., Мигачев Б.А., Бочкарь В.И. Совершенствование режимов нагрева кузнечных слитков с целью улучшения их деформируемости // Кузнечно-штамповочное производство, 1983. – №6. – С. 34-37.

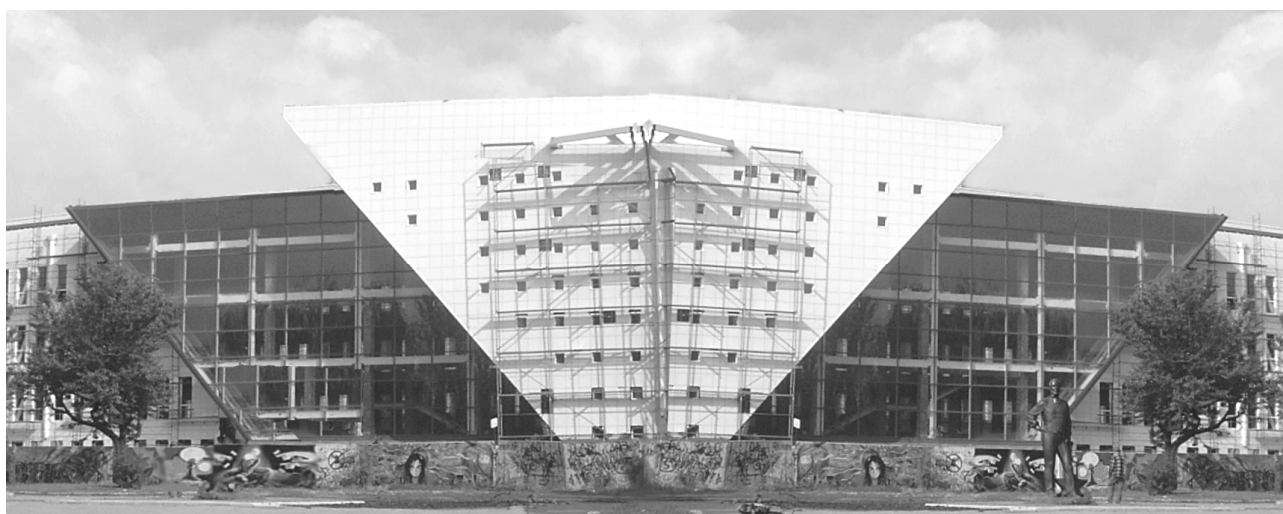
479. Минаев А.А., Шевелев А.И. Новые технологии обработки давлением – основа глубокой переработки вторичных цветных металлов // Металл и литье Украины, 2007. – №6-7. – С. 56, 57.

480. Минаев А.А., Смирнов А.Н., Лейрих И.В. Металлопродукция: сертификация, маркировка, упаковка. – Донецк: Норд-Пресс, 2006. – 291 с.

Донецкий национальный технический университет



Донецкий национальный технический университет (ДонНТУ) — старейший (основан в 1921 году) и самый крупный вуз Донбасса. Широко известен в СНГ и в Украине под прежним (до 1993 г.) названием ДПИ (Донецкий политехнический институт). По ряду рейтингов («Компас », «WeboMetrics») является вторым по значению (после Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт») техническим вузом страны. По всем рейтингам входит в число 20-ти лучших вузов Украины. С 1989 года ректором университета является профессор А.А. Минаев. В настоящее время в ДонНТУ обучается 25 тысяч студентов, в том числе 1,7 тыс. магистрантов.



83000, Донецк, ул. Артема, 58, т. 337-17-33, <http://donntu.edu.ua>



Минаев Александр Анатольевич,
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Обработка металлов давлением»
Донецкого национального технического университета.
Заслуженный деятель науки и техники Украины,
лауреат Государственной премии Украины
в области науки и техники

*Изменения
в мировой металлургии,
частью которой является
и металлургия Украины,
определяются изменениями мира,
происходящими на наших глазах.
При этом теория и
практика металлургии
постоянно ставят новые задачи,
которые предстоит решать
ученым и инженерам XXI века*