

Найдек В. Л., Тарасевич Н. И., Корниец И. В.

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

**ИННОВАЦИОННЫЕ ПУТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ УКРАИНЫ**

Проанализированы и обобщены пути энергосбережения в черной металлургии Украины. Приведены перспективные инновационные разработки в сталеплавильном производстве Украины.

Ключевые слова: энергосбережение, черная металлургия, инновационные разработки, металлопродукция

Черная металлургия Украины, предприятия которой в основном находятся полностью в частной собственности, тем не менее вносит важнейший вклад в экономику страны, являясь по сути бюджетообразующей отраслью. Как видно из табл. 1, доля валютных поступлений составляет 45 %; доля металлопродукции в ВВП – 27 %.

Вместе с тем, отчетливо видны отрицательные факторы: затраты энергоресурсов – до 20 %, а физический износ основных фондов – до 70 %. Высокий показатель экспорта (80%) горно-металлургическим комплексом получен преимущественно за счет продажи сырья, полуфабрикатов и заготовок.

В табл. 2 показаны внутренние структурные

Таблица 1

Средние показатели состояния черной металлургии Украины (2005-2007гг.)

Показатели	Объем, %
Доля экспортируемой металлопродукции	80 (IV место в мире)
Доля в валютных поступлениях страны от экспорта металлопродукции	45
Рентабельность реализованной металлопродукции	14
Доля продукции ГМК в ВВП	27
Доля расхода энергоресурсов страны	10-20
Физический износ основных производственных фондов	70

Таблица 2

Основные показатели металлургической отрасли в Украине (2007 и 2008 гг.)

Показатели ежегодного производства	2007 г. млн. т (%)	2008 г. млн. т (%)
Кокса	20,4	19,5
Чугуна	35,6	31,5
Стали, в том числе:	42,8	37,1
мартеновской	19,2 (44,86)	15,3 (41,24)
конвертерной	22,0 (51,4)	20,2 (54,4)
электростали	1,6 (3,7)	1,6 (4,3)
Объем непрерывной разливки стали	14,7 (34,3)	14,6 (39,3)
Проката, в том числе:	36,2	31,5
труб	2,6	2,5
метизов	0,39	0,3
Экспорт металлопродукции	32,2	29,8
Импорт металлопродукции	2,8	3,2
Внутреннее потребление	11,0	8,8

недостатки металлургической отрасли. Так, весьма значительной остается доля производства мартеновской стали (в мире в среднем 14 %, а в Украине – 40 %); низкими темпами увеличивается количество стали, разливаемой непрерывно (в мире в среднем – 90 %, в Украине – менее 40 %); очень низкий объем производства электростали (в мире в среднем – 35 %, в Украине – 4 %).

Эти внутренние недостатки отрасли объясняются тем, что наряду с высокой долей экспортируемой полуфабрикатной продукции ГМК в последнее время увеличивается импорт и снижается внутреннее потребление металлоизделий.

На основе отечественных научно-технических разработок и зарубежного опыта определены пути, по которым нужно добиваться энергосбережения в черной металлургии Украины. Эти мероприятия известны металлургам. Хотя некоторые из них требуют значительных финансовых затрат, государственные органы в сотрудничестве с частными хозяевами должны сосредоточиться на решении многих таких проблем.

Наряду с этим, в ряде случаев возникает вопрос, каким путем идти дальше. Для примера остановимся на перспективе развития сталеплавильного производства Украины.

На рис.1 показано, что сквозной расход энергии при выплавке 1 т стали в электродуговых печах более экономичный, чем в мартеновских печах и кислородных конвертерах [1]. Однако многие наши металлургические предприятия в будущем хотят провести замену мартеновского производства именно кислородными конвертерами, а не электропечами. Наши оценки показывают, что это неэкономичный путь.

Энергозатраты на сталь определяются, в первую очередь, расходом жидкого чугуна в шихтовке плавки стали, а он самый большой в кислородно-конвертерном производстве. А материальные затраты при переходе с мартеновского на кислородно-конвертерный передел соответствуют масштабам капитального строительства.

Электроэнергии в Украине достаточно, она даже экспортируется. А электродуговые

сталеплавильные печи (например, по процессу «Consteel») можно применять не только на мини-заводах, но и на интегрированных (то есть с доменным производством) предприятиях, рис. 2.

На рис. 3 показаны схема и принцип работы электродуговой установки «Consteel». По информации зарубежных разработчиков, это оборудование может успешно работать в непрерывных металлургических процессах в сочетании с доменным производством чугуна и утилизацией тепла отходящих газов за счет подогрева стального лома [2, 3]. Из мировой практики известно, что процесс «Consteel» уже применяется на 30-ти металлургических предприятиях: в США – 9, Китае – 10.

Вопрос замены мартеновского производства другим сталеплавильным переделом на украинских металлургических предприятиях должен быть решен путем независимой государственной экспертизы, а не только по желанию хозяев, зачастую иностранцев.

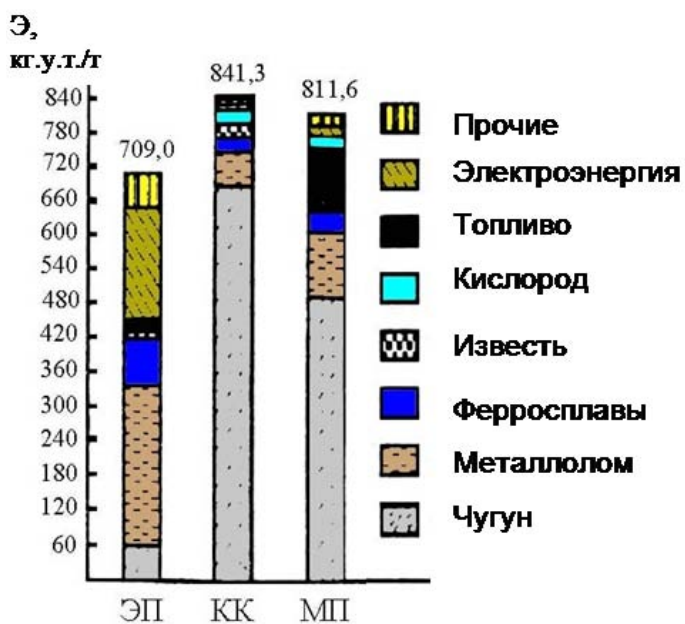


Рис. 1. Энергозатраты (Э, кг условного топлива) на получение 1 т стали: ЭП – в электросталеплавильной печи (5 % чугуна в шихте); КК – в кислородном конвертере (75 % чугуна); МП – в мартеновской печи (56 % чугуна)

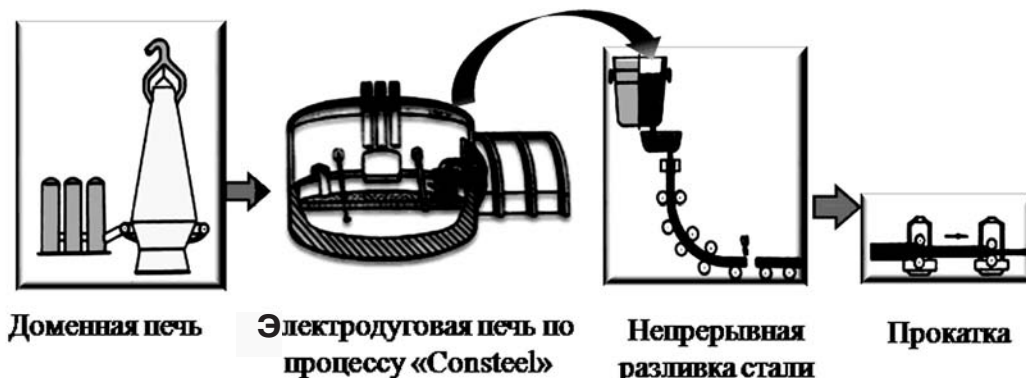


Рис. 2. Перспективный путь замены мартеновского производства стали электросталеплавильным на интегрированном предприятии

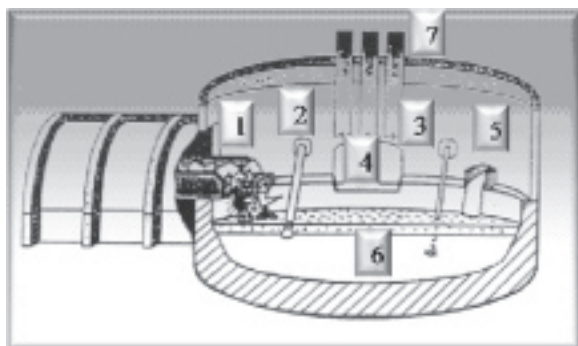


Рис. 3. Электродуговая печь по процессу «CONSTELL»: 1 – подача лома (400-600 °С); 2 – фурма для ввода кислорода; 3 – фурма для ввода углеродосодержащих материалов; 4 – отверстие для удаления шлака; 5 – подача чугуна (1300 °С); 6 – жидкая ванна стали (1570-1590 °С); 7 – электроды

На рис. 4 показано, что значительные преимущества в энергосбережении можно получить при внедрении непрерывной разливки стали. В зависимости от способа непрерывной разливки и последующего передела можно уменьшить энергозатраты при получении тонкого листа в 1,5-8,0 раз на 1 т продукции [4].

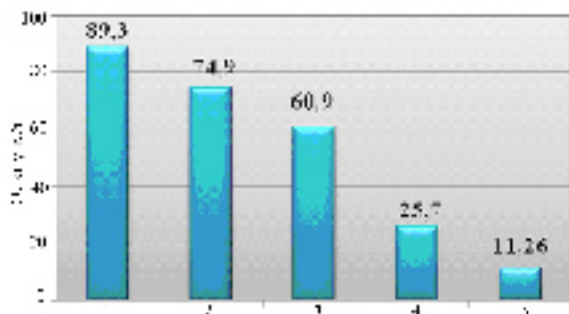


Рис. 4. Энергозатраты (Э, кг условного топлива) при производстве 1 т тонкого листа по различным технологическим схемам: 1 – при разливке стали в слитки с последующей прокаткой; 2 – при разливке стали на слябовой МНЛЗ с охлаждением слитков до нормальной температуры и с последующей прокаткой; 3 – при разливке стали на слябовой МНЛЗ и передачей слябов горячими для последующей прокатки; 4 – при разливке стали на тонкослябовой МНЛЗ; 5 – при разливке стали непосредственно на тонкий лист на валковой МНЛЗ и холодной прокатке

Совместным решением Министерств промышленной политики, образования и науки, а также Национальной академии наук Украины создан и уже четыре года функционирует Межведомственный научно-технический совет по проблемам внепечной обработки и непрерывной разливки стали. Ученые и ведущие специалисты отрасли уже сформулировали для внедрения 10-ти и опытно-промышленной проверки 13-ти концептуальных инновационных предложений для модернизации отечественной металлургии. В этих предложениях речь также идет о существенном повышении эффективности установок непрерыв-

ной разливки стали, если использовать магнито-гидродинамические устройства в качестве промежуточных ковшей таких установок (рис. 5).

Это исключительно интересное решение, которое стало возможным, когда ученые создали МГД-насос для жидкой стали, где обеспечиваются управляемый индукционный подогрев расплава и бесконтактное изменение расхода в широких пределах подачи его в кристаллизатор.

На базе таких устройств можно также создавать машины непрерывного литья совершенно нового типа, которых нет за рубежом. Например, очень большие преимущества можно получить, если применить МГ-ПК в горизонтальных установках непрерывной разливки слябовых заготовок (рис. 5, в) и валковой разливки тонкого стального листа (рис. 5, г) с последующим освоением литейно-прокатных комплексов на основе этих технологий.

Находясь в центре Европы, Украина может получить серьезные преимущества за счет расширения своих транспортных возможностей. Ведь железнодорожный транспорт должен обеспечивать 40 % грузовых и 70 % пассажирских перевозок в Украине, а общая длина железнодорожных путей страны составляет 22,7 тыс. км.

Перспективные задачи для развития железнодорожного транспорта Украины следующие: увеличение скорости движения в 2,0-2,5 раза до уровня стран Западной Европы; повышение на 30–35 % грузоподъемности движущихся составов; снижение себестоимости обслуживания железнодорожных путей и составов. Сегодня эти задачи трудно решить, так как 70 % путей требует ремонта и замены, а ежегодно ремонтируется только 1 тыс. км при стоимости этих работ 30 млн. долларов.

Сегодняшняя ситуация может существенно измениться к лучшему, если в производстве железнодорожных рельсов использовать сталь микролегированных марок, которая разработана в НАН Украины [5] и прошла успешные испытания. Использование микролегированной стали обеспечило: повышение в 2,0-2,5 раз надежности и эксплуатационного ресурса рельса; расширение путей скоростного движения и возможность повышения грузоподъемности; уменьшение в 1,5-2,0 раза затрат на обслуживание железнодорожных путей.

Похожая ситуация сложилась в Украине и с производством железнодорожных колес, а ведь потребность в них для капитального ремонта составляет около 100 тыс. шт в год. В Украине производятся только цельнокатаные колеса, а Нижнеднепровский трубопрокатный завод, будучи монополистом, воплощает сложную схему (рис. 6, а) изготовления колес и по очень высокой стоимости. А ведь за рубежом для транспортных перевозок широко используются литые колеса взамен цельнокатаных. Например, в Канаде их 90 %, в США – 40 % (рис. 6, б). В НАН Украины разработана и испытана

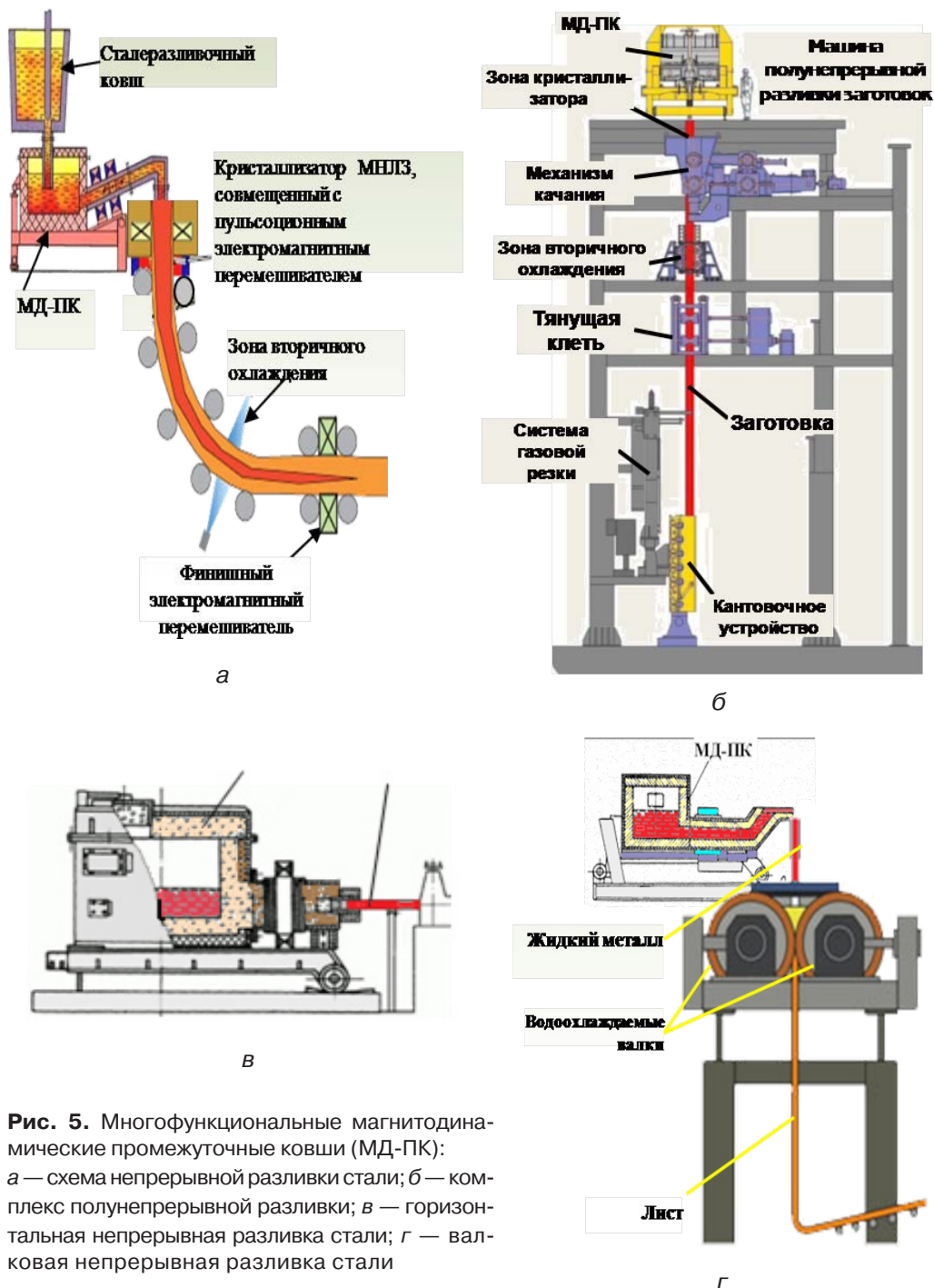


Рис. 5. Многофункциональные магнитодинамические промежуточные ковши (МД-ПК): а — схема непрерывной разливки стали; б — комплекс полунепрерывной разливки; в — горизонтальная непрерывная разливка стали; г — валковая непрерывная разливка стали

новая технология (рис. 6, в) производства литых колес из микролегированной стали, которые имеют ресурс такой же, как и цельнокатаные, а стоимость их в 1,5 раза меньше.

При необходимости освоения запасов нефти и газа на Черноморском шельфе для этой цели придется увеличивать масштабы производства в Украине бурильных и обсадных труб. Такой опыт получения высокопрочных и более дешевых труб нефтяного сортамента специалисты НАН Украины в свое время приобрели на Азербайджанском металлургическом заводе в Сумгаите (рис. 7). Применение микролегированной азотом стали 32ХГ2САФ вместо стали 38ХНМ (1,45 % Ni; 0,25 % Mo) обеспечивает: повышение в 2,5 раза эксплуатационного ресурса; уменьше-

ние себестоимости стали на 235 USD/т. Его нужно внедрить на отечественных предприятиях.

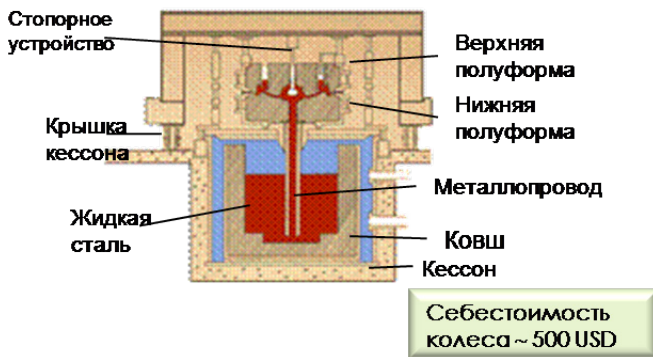
Как известно, металлурги производят не только металл, но и шлак. Для того чтобы получить качественный металл, нужно умело использовать жидкий шлак, содержащий помимо тепла много ценных компонентов. А в конце технологической цепочки жидкий расплав шлака отправляют в отвал, создавая тем самым потери тепла и материалов (табл. 3).

В НАН Украины предложена новая технологическая схема металлургического процесса с рециркуляцией жидких шлаков, то есть путем сохранения и последующего использования ценных компонентов и тепла. Для этого должны быть до-

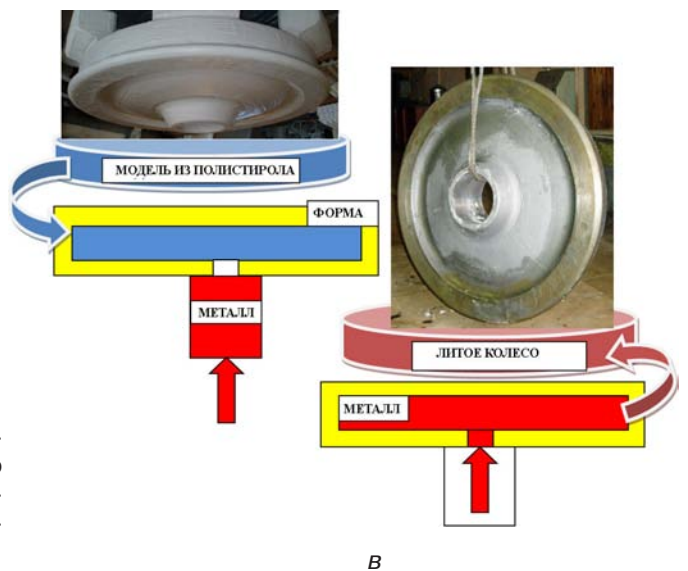
Мартеновская печь



a



б



в

Рис. 6. Производство железнодорожных колес: *a* – производство цельнокатаных колес (НДТЗ); *б* – производство колес под давлением в графитовые формы (США); *в* – производство колес под регулируемым давлением по газифицируемым моделям (ФТИМС НАН Украины)

полнительно установлены шлаковый миксер и реактор (рис. 8), в которых проводятся физико-химические операции регенерации жидких шлаков.

Преимущества такой рециркуляционной схемы представлены в табл. 4, а отдельные этапы ее проверены на Алчевском меткомбинате и «Азовстали». Задача в том, чтобы внедрить ее в полном объеме и тогда получить полный эффект энергосбережения.

Для этого должны быть решены ключевые условия развития науки и инноваций для ГКМ Украины:



Рис.7. Высокопрочные трубы нефтяного сортамента (бурильные и обсадные)

Характеристика металлургических шлаков

Характеристика шлаков	Значение
Удельный выход, кг/т:	
– доменных;	400-600
– сталеплавильных;	150-250
– рафинировочных	5-45
Ценные компоненты:	
– физическое тепло, кг у.т.;	70
– металлическая фракция, %;	8
– минеральная часть, %;	50 CaO; 11 MgO
– железо и марганец в связанном состоянии;	—
– оксиды легирующих элементов Cr, W, V, Ti	—
Вредные примеси:	
– сера в виде CaS, MnS, FeS;	—
– фосфор в виде P ₂ O ₅	—

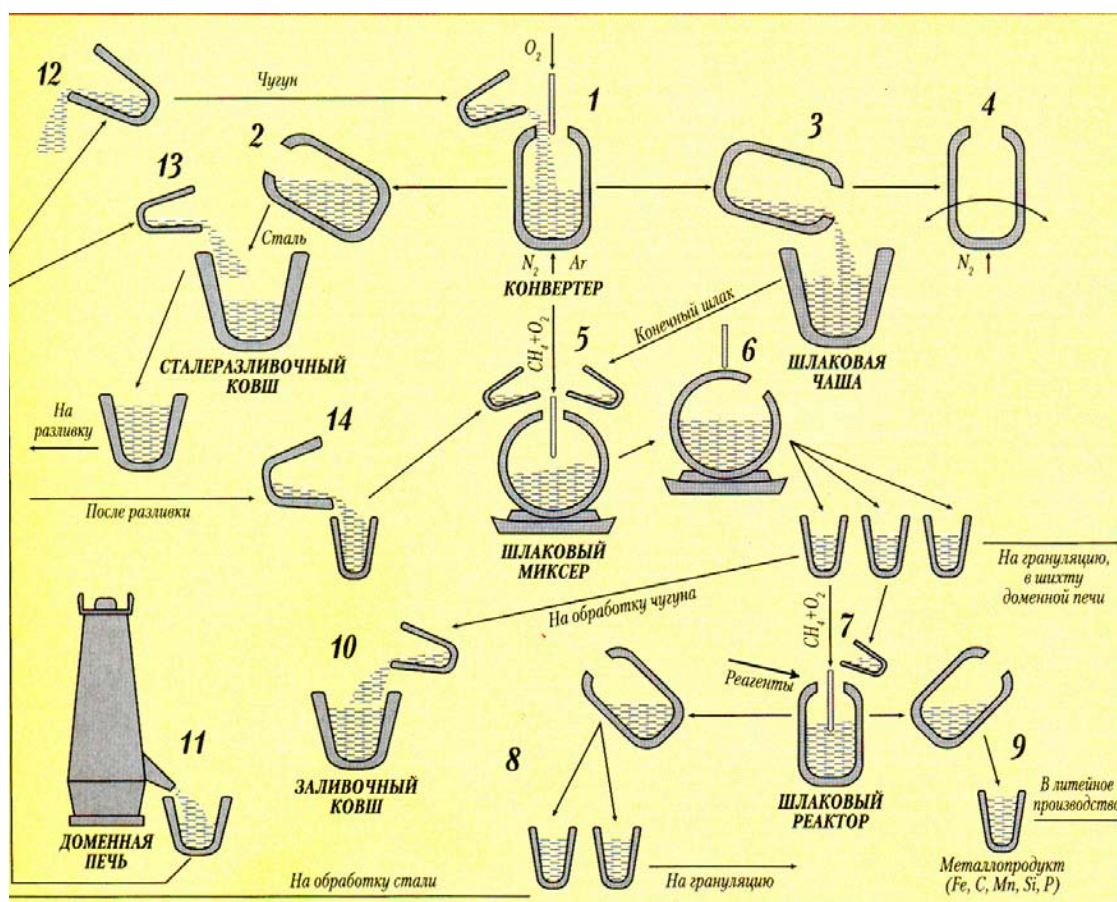


Рис. 8. Принципиальная схема утилизации сталеплавильных шлаков с использованием шлаковых миксера и реактора: 1 — плавка в конвертере; 2 — выпуск стали из конвертера; 3 — слив конечного шлака; 4 — торкретирование футеровки конвертера; 5 — обработка шлака в миксере; 6 — слив миксерного шлака; 7 — обработка шлака в реакторе; 8 — слив шлака из реактора; 9 — выпуск металлопродукта; 10 — слив шлака в заливочный ковш; 11 — выпуск чугуна из доменной печи; 12 — сканирование шлака; 13 — слив шлака в сталеразливочный ковш; 14 — слив шлака после разлива стали

- определить приоритетные направления, по которым достигнут или превышен мировой уровень (путем инвентаризации или создания банка данных разработок научных организаций), и обеспечить максимальную концентрацию на них финансовых средств и материальных ресурсов;

- создать полигоны для ускоренной доводки прорывных разработок до промышленного использования;

- изменить существующие схемы формирования и управления научными программами на такие, которые многократно были проверены

Направления использования регенерированного шлака

Агрегат	Технологическая операция
Доменная печь	шихтовка
Сталеплавильная печь	шлакообразование взамен части извести; получение синтикома
Заливочный ковш	десульфурация и дефосфорация чугуна
Разливочный ковш	десульфурация стали
Промковш и кристаллизатор МНЛЗ	защита металла от окисления
Гранулятор	грануляция

при реализации крупных проектов в атомной, ракетной, других областях оборонного комплекса и в которых предусматривались большие права и ответственность руководителей за конечный результат;

- разработать систему реальной защиты созданной интеллектуальной (научной) собственности и обеспечить права непосредственных ее разработчиков на реальное и весомое вознаграждение, а не мифическое.

На наш взгляд, стремясь выполнить ключевые условия развития науки для ГМК Украины, полезно использовать зарубежный опыт по предостав-

лению финансовых преференций исполнителям научно-исследовательских работ.

Среди таких преференций:

- исключение из базовой суммы налогообложения затрат на НИР и ОКР - или предоставление специальных льготных кредитов;
- предоставление субсидий и дотаций малым и средним предприятиям на проведение НИР и ОКР;
- ускоренная амортизация основных средств.

Такие перечни преференций от имени металлургов были направлены в Верховную Раду Украины двух последних созывов, однако эти вопросы, к сожалению, остались не решенными.



Литература

1. *Найдек В. Л., Перелома В. А., Котиди К. Г. и др.* Состояние сталеплавильного производства Украины и возможные пути его модернизации // *Металл и литье Украины*. - 1995. - № 7-8. - С. 2-7.
2. Новые технологии выплавки стали в дуговых печах // *Бюллетень «Новости черной металлургии за рубежом»*. - 2009. - № 2. - С. 31-32.
3. Успехи технологии «CONSTEEL» и расширение ее применения в Европе // *Там же*. - 2009. - № 2. - С. 33-35.
4. *Сафонов В.* Энергосберегающая электрометаллургия // *Металл*. - 2005. - № 8. - С. 36-38.
5. *Бабаскин Ю. З., Шипицин С. Я., Кирчу И. Ф.* Конструкционные и специальные стали с нитридной фазой. - Киев: Наук. думка, 2005. - 371 с.

НАЙДЕК В. Л. Інноваційні шляхи енергозбереження в чорній металургії України

Проаналізовано та узагальнено та шляхи енергозбереження в чорній металургії України. Наведено перспективні інноваційні розробки в сталеливарному виробництві України.

NAYDEK V. L. Innovative ways of energy saving in the ferrous metallurgy of Ukraine

The ways of energy saving in ferrous metallurgy of Ukraine are summarized and analyzed. We present perspective innovations in steel production in Ukraine.