

УДК: 669.1:620.9.004.18 (477)

В.И.Большаков, Л.Г.Тубольцев

**ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
СОПРОВОЖДЕНИЕ В ГОРНО–МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ
УКРАИНЫ**

Институт черной металлургии НАН Украины им.З.И.Некрасова

Представлены основные положения стратегии энергосберегающей и экологически безопасной металлургии, технологии и оборудование, которые могут быть использованы при ее реализации.

Горно-металлургический комплекс Украины (ГМК) сегодня и на ближайшую перспективу является основой экономики Украины. Однако, возможность снижения конкурентоспособности продукции ГМК на мировых рынках при вступлении в ВТО и интеграции Украины в ЕС представляет угрозу экономической стабильности государства. Анализ состояния, тенденций и перспектив развития металлургической отрасли показывает, что снижение конкурентоспособности металлопродукции возможно по следующим причинам:

1. Обострение конкуренции на внешних рынках в ближайшее время потребует снижения себестоимости, уровня энергетических расходов, расширения сортамента и повышения качества продукции. Ухудшение ситуации на мировом рынке может поставить ГМК, а также всю страну в затруднительное экономическое положение.

2. Ограниченная реконструкция и техническая модернизация черной металлургии Украины в течение длительного периода привела к тому, что износ производственных мощностей достигает 60- 80%.

Основная задача ближайшего будущего мировой металлургии – преодоление дисбаланса между производством и потреблением, обеспечение благоприятной ценовой политики производства в условиях постоянного роста цен на сырье и энергоносители. Обычно цикл кризисов или падения цен на мировом рынке составляет 2-3 года.(рис.1). Однако с 2003 года отмечается длинный цикл роста мировой экономики (на 20%), такого стабильного роста не наблюдалось уже 30 лет. Экономическая эффективность отрасли за последние 5 лет повысилась заметнее, чем за 20 предыдущих.

В этих условиях для металлургии Украины сохраняются благоприятные условия на мировом рынке. В значительной мере конкурентоспособность украинской продукции на мировых рынках достигается ограничением расходов на заработную плату, дотированием (прямым или скрытым) экспортно ориентированных отраслей. Однако одним из первоочередных заданий для черной металлургии становится обеспечение энергоэффективности производства. Бурное развитие мирового промышленного производства

привело к дефициту традиционных энергоресурсов, в результате чего происходит и прогнозируется на перспективу повышение цен на энергоносители. Это вносит существенные изменения в структуру топливного баланса, в том числе и металлургического производства и мировую торговлю металлом. Энергоемкость продукции, выпускаемой в настоящее время на металлургических предприятиях Украины, по ряду переделов выше энергоемкости металлургической продукции стран Европы и мира.

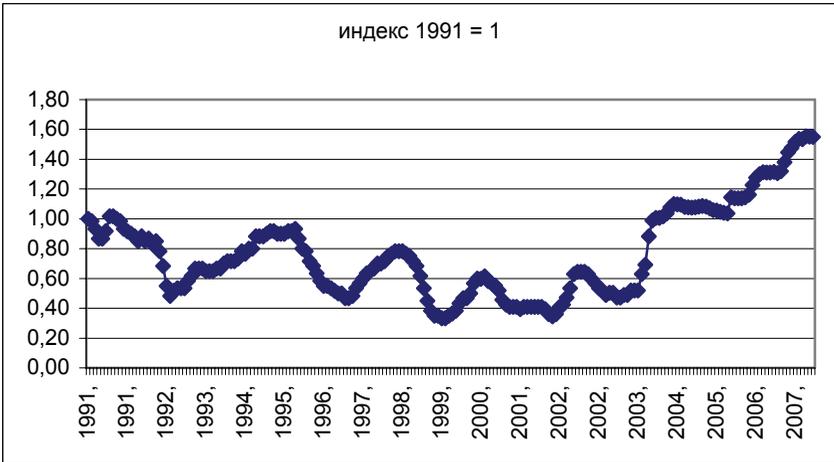


Рис.1. Индекс цен на металлопродукцию

В настоящее время металлургические предприятия вкладывают значительные средства в проведение модернизации производства, однако такие технологии, как бескоксая металлургия, бесконусные засыпные аппараты доменных печей, непрерывная разливка тонких слябов, современные энергосберегающие технологии производства металлопродукции еще не занимают достойного места в планах модернизации металлургических предприятий. Практически не проводится модернизация прокатного производства отрасли. Вследствие этого перспектива металлургической отрасли сосредоточена на производстве традиционных видов металлопроката и полуфабрикатов, а энергетические расходы металлургического производства на 20–30% превышают лучшие мировые показатели. Гарантия последующего развития отрасли и улучшения социального обеспечения работников возможна при условии быстрой и эффективной перестройки ГМК в направлении уменьшения энергоемкости, себестоимости продукции, перехода к производству продукции повышенной степени готовности с новыми потребительскими качествами.

Объективной оценкой энергетической эффективности работы черной металлургии обычно считают энергоемкость готовой продукции (тут/т). И хотя

этот показатель нельзя признать абсолютно точным критерием, поскольку он фиксирует лишь тенденции развития производства с точки зрения энергопотребления, однако его использование позволяет оценить эффективность проведения энергосберегающих мероприятий в отрасли. В целом энергоемкость определяют такие факторы, как эффективность использования энергоресурсов для производства продукции, структура промышленного производства, развитие транспортной системы, географическое размещение предприятий, климатические условия, демографические, культурные и другие факторы. Все это актуально для энерго-экономической деятельности нашего государства, которое, чутко реагируя на изменения политического характера, намного инертнее относительно использования социально-экономических достижений человечества. Однако и Украина сегодня встала перед необходимостью внедрения комплексных инноваций, испытанных мировым опытом [1].

В металлургическом производстве Украины используются практически все известные виды энергоносителей, доля потребления которых по видам определяется структурой металлургического производства. При этом металлургия является не только потребителем внешних источников энергии (уголь, природный газ, электроэнергия) но и производит собственные энергоресурсы, которые используются в производственном цикле (тепловая энергия, доменный, коксовый и конвертерный газ, электроэнергия, сжатый воздух, кислород, азот, пар) (рис.2).

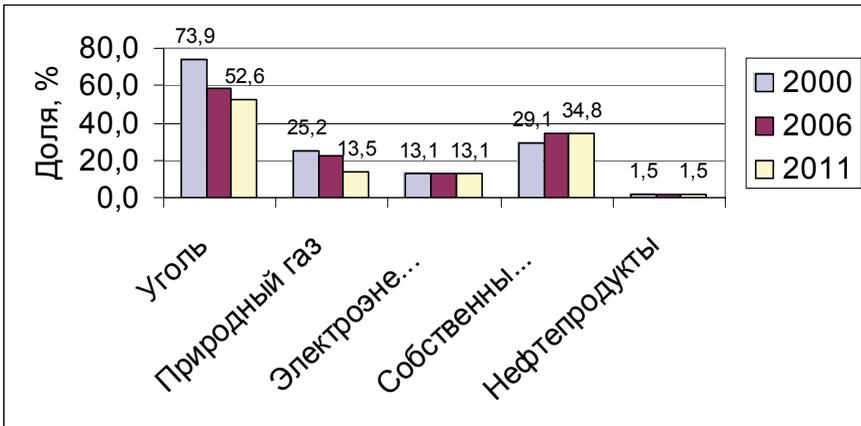


Рис.2. Доля потребляемой в черной металлургии энергии по видам.

Среди первоочередных заданий в области энергосбережения можно определить мероприятия государственного регулирования, которые должны способствовать созданию менее чувствительной к энергетическим потрясениям экономики [2]. Научно обоснованная стратегия сбалансированного развития экономики становится одним из основных средств предотвращения возник-

новения возможных угроз бесперебойному энергообеспечению всех сфер экономики государства. А для этого необходимо, прежде всего, на базе прогрессивных технологий разработать комплексную и системную политику энергосбережения не только в черной металлургии, но и в остальных отраслях экономики Украины.

По переделам использование энергоресурсов неравномерно. Наибольшее их количество используется в доменном производстве при производстве чугуна (до 60%). Поэтому именно этот энергоемкий передел наиболее привлекателен для уменьшения общепромышленных затрат энергии. В Украине только за последние 6 лет удельный расход энергоносителей уменьшился с 0,94 до 0,83 тунт/т чугуна, а в перспективе до 2011 г. ожидается дальнейшее его снижение до уровня 0,69 тунт/т чугуна (рис.3).

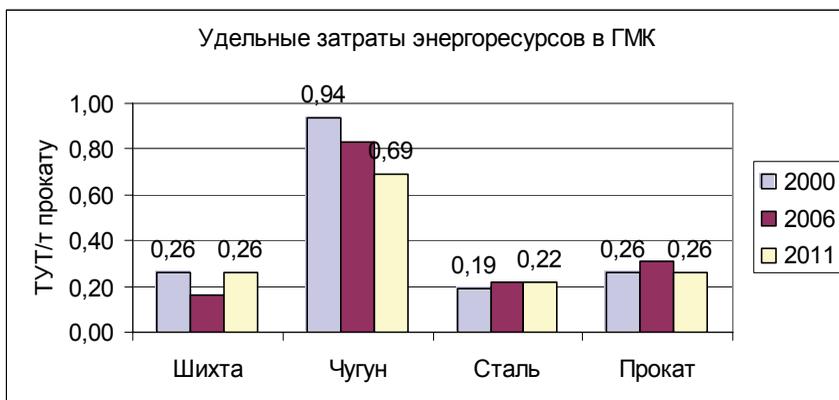


Рис.3. Удельные затраты энергоресурсов в ГМК.

Благодаря использованию научных исследований, за последние 50 лет в мировой практике расход энергии на производство 1 т чугуна снизился наполовину. Уменьшение энергозатрат в доменном производстве произошло за счет использования результатов научных исследований, которые были направлены на изменение шихтовых условий плавки, повышения качества шихты, прежде всего, за счет увеличения уровня содержания железа, создания доменных печей большого объема, за счет интенсификации технологии доменной плавки вдуванием кислорода, совершенствования режимов загрузки доменных печей. В последние годы происходит изменение структуры потребляемых энергоносителей. Расширилось использование непосредственно угля в доменной плавке, вдувание в доменную печь пылеугольного топлива (ПУТ), горячих восстановительных газов, что обуславливает уменьшение удельного расхода кокса на тонну чугуна. В то же время общий уровень расхода энергоносителей изменился незначительно, что свидетельствует о необходимости усиления научных исследований в этом направлении.

В доменном производстве могут быть использованы научные разработки, позволяющие существенно уменьшить расход энергоресурсов, в том числе и природного газа. К примеру, эффективным путем снижения расхода природного газа и кокса является использование пылеугольного топлива (ПУТ) (рис.4) Предполагается, что установки по вдуванию ПУТ в течение 2007–2011 гг. будут введены в действие на всех крупнейших металлургических предприятиях Украины (Митал Стил (Кривой Рог), меткомбинаты Азовсталь, им.Ильича, Запорожсталь, им.Дзержинского, Алчевский, Енакиевский металлургический завод)

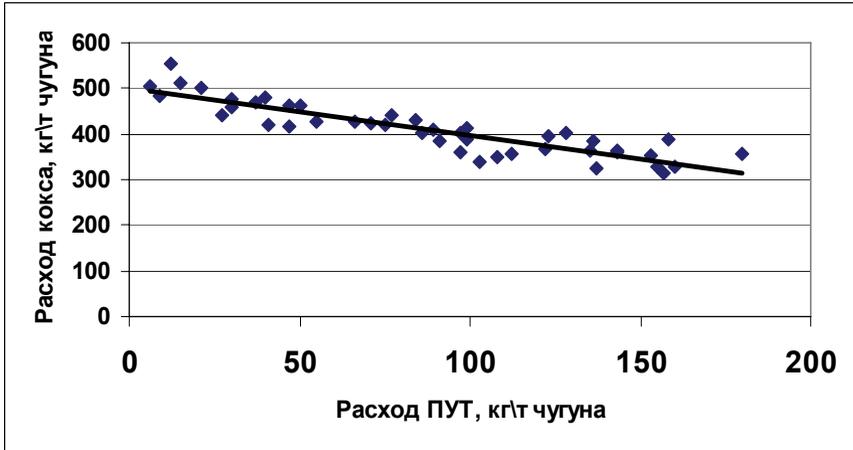


Рис.4. Зависимость расхода кокса от количества подаваемого ПУТ в доменную печь.

На перспективу уменьшение расхода энергоресурсов в ГМК предполагается обеспечить за счет использования ряда энергосберегающих технологий, в частности за счет модернизации агломерационного производства, повышения уровня содержания железа в шихте, расширения использования пылеугольного топлива, добавок антрацита в шихту доменных печей, оптимизации использования природного газа и замены его альтернативными видами топлива, увеличения доли стали, выплавляемой в кислородных конвертерах и электропечах, расширения объемов непрерывной разливки стали, модернизации оборудования прокатных станов. Основным механизмом уменьшения энергоемкости металлургического производства является внедрение современных энергосберегающих технологий, создание законодательной и нормативной базы для их внедрения и использование энергетического аудита [3,4].

Мировой опыт показывает, что наиболее эффективно ПУТ используется при модернизации комплекса доменных печей, в т.ч при использова-

нии бесконусных засыпных устройств (БЗУ), которые позволяют эффективно решать задачи управления загрузкой шихты. Поэтому для условий Украины, где планируется широкое использование ПУТ в качестве одного из наиболее эффективных средств энергосбережения и экономии природного газа, важнейшим условием эффективной работы доменных печей является оборудование их БЗУ. На международном рынке этой продукции для крупных доменных печей лидирует фирма «Пауль Вюрт» и конкурировать с ней довольно сложно. Однако, в Украине немало печей небольшого объема, где использование этих аппаратов менее эффективно, и где могут быть использованы другие конструкции засыпных аппаратов отечественного производства, в частности, БЗУ с роторным распределителем. (рис.5).

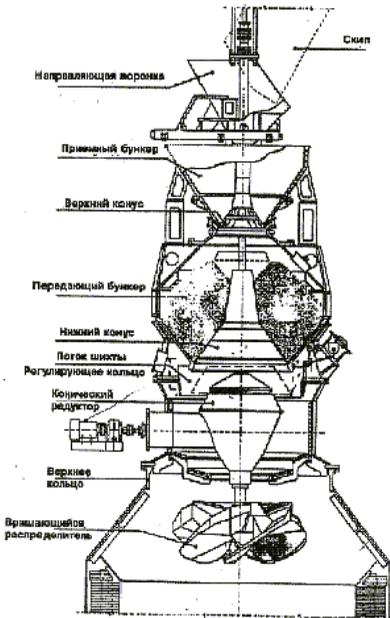


Рис.5. БЗУ с роторным распределителем

Такие аппараты намного дешевле БЗУ фирмы «Пауль Вюрт», а важным их достоинством является возможность изготовления на украинских машиностроительных предприятиях. Особенно важно применять БЗУ при реализации концепции энергосбережения на украинских металлургических предприятиях, в том числе при внедрении технологии дувания в доменные печи пылеугольного топлива, когда необходимо изменение режимов загрузки шихты в условиях изменения технологических режимов работы доменных печей. В настоящее время оснащение печей БЗУ является необходимым условием эффективной

реализации энергосберегающих технологий в доменном производстве.

Следующий пример – перспективные газовые турбины (ГУБТ), которые пока не применяются на заводах Украины, однако являются одним из рентабельных путей энергосбережения на металлургических предприятиях и используют вторичную энергию давления колошникового газа доменных печей [5].

В свое время такими установками были оборудованы доменные печи меткомбината «Криворожсталь» (ДП №7, 8, 9), однако по ряду техниче-

ских и организационных причин применение ГУБТ было приостановлено. Основные трудности эффективной работы ГУБТ вызваны нестабильным режимом работы доменной печи, пониженным давлением газа на колошнике (менее 0,15 МПа), несовершенством конструкции засыпных аппаратов конусного типа и др. Опыт эксплуатации ГУБТ на металлургических комбинатах Японии [6] показал, что без надлежащей модернизации газоочистки и приспособления ее к взаимоувязанной работе с ГУБТ нельзя получить максимальную отдачу от ГУБТ. Для эффективной работы ГУБТ требуется очистка доменного газа от пыли до уровня 4–5 мг/м³. Для создания такой газоочистки на доменных печах есть соответствующие научные разработки научно-исследовательских институтов отрасли, в частности УкрГНТЦ «Энергосталь» и соответствующий технический потенциал машиностроительных предприятий [7]. Экономическая целесообразность применения ГУБТ определяется на основании количества электроэнергии, выработанной ГУБТ, и затратами на ее строительство и обслуживание. Для печи объемом 2700 м³ мощность ГУБТ может составить около 9 МВт и годовая выработка электроэнергии – 80 млн. кВт.ч при себестоимости около 6 коп./кВт.ч, что значительно ниже стоимости покупной электроэнергии. В настоящее время в Украине более 30 доменных печей, имеющих объем 1386 м³ и выше, которые могут быть оборудованы ГУБТ для выработки электроэнергии.

Третий пример – холодильники доменных печей – весьма перспективная область совместной работы металлургических и для машиностроительных заводов Украины, т.к. здесь имеются высокотехнологичные разработки и новые технические решения. В мире прослеживается тенденция увеличения доли окатышей в шихте доменных печей, которые являются более агрессивными для футеровки доменных печей, и эта тенденция прослеживается и на украинских предприятиях. А это ставит на повестку для вопрос о разработке мероприятий по повышению стойкости футеровки, в т.ч. и за счет создания новых футеровочных материалов и конструкций холодильников. Для решения этой перспективной задачи нужны совместные усилия НИИ и машиностроителей.

В области сталеплавильного производства определенные преимущества в цене, гибкости производства и экологической безопасности имеют страны, выплавляющие сталь в электропечах. Однако следует учитывать, что металлический лом, являющийся сырьем для электростали, является хорошо подготовленным сырьем, уже содержит в себе энергетические запасы прошлых производств, в результате чего техногенная нагрузка производства снижается в 1,5–2 раза. Безусловно, доля выплавки стали в электропечах в Украине будет увеличиваться, о чем свидетельствуют предложения по созданию электросталеплавильного производства на ряде металлургических предприятий.

При производстве стали в конвертерах с применением кислорода приоритет отдается технологическим решениям и построениям, которые направлены

на уменьшение потерь энергии, железа, огнеупоров и других расходуемых материалов при снижении вредного влияния на окружающую среду за счет уменьшения выбросов углекислого газа и пыли, эффективной переработки металлолома и технологических отходов, утилизации технической воды, развития транспортной системы и т.п. Так в странах ЕС в период с 1960г. по 2005г. удельный расход энергии на тонну стали уменьшился с 30 ГДж/т до 17,2 ГДж/т. При этом во всех технологических процессах в максимальной степени сокращается использование природного газа. Выбросы CO₂ в Германии за последние 15 лет уменьшились на 22%, а выбросы пыли с 1960г. сократились в 15 раз (до 0,6 кг/т стали). Наиболее важным элементом развития металлургической индустрии Европы являются инновационные процессы, направленные на максимальное использование природных, человеческих и финансовых ресурсов при условии повышения требований к защите окружающей среды. Следует особо подчеркнуть, что важным направлением инновационного развития в металлургии является создание новых марок сталей, имеющих высокие технологические и эксплуатационные свойства применительно к конкретным изделиям. Следует ожидать, что в ближайшее время будут интенсивно развиваться направления производства высокопрочных сталей, а также сталей высокой чистоты по вредным примесям [8]. Анализируя последние достижения в развитии технологий производства стали в конвертерах с применением кислорода можно предположить, что основной прогресс будет достигаться путем совершенствования процесса выплавки стали с целью повышения производительности плавильного агрегата при условии комплексной автоматизации всех элементов технологической цепочки, что обеспечит дополнительный энерго- и ресурсосберегающий эффект, большую экологическую безопасность, а также оптимальные экономические показатели.

В целом, в условиях Украины перспективы энергосбережения связаны с решением следующих задач [9]: обновление основных фондов, внедрение новых энергосберегающих и безотходных технологий, оборудования и аппаратов; замена природного газа альтернативными видами топлива (уголь, ПУТ, продукты газификации угля и мазута), где это возможно и экономически целесообразно; расширение использования вторичных энергетических ресурсов, прежде всего, тепловых ресурсов, полная утилизация конденсата промышленного пара; уменьшение потерь материальных и топливо-энергетических ресурсов на всех стадиях технологического цикла.

Сегодня можно сформулировать несколько позиций, которые обеспечивают реализацию стратегии современного развития перспективной металлургии будущего: производство продукции высшего качества; рациональная организация инноваций; строительство нового поколения металлургических предприятий с высоким уровнем использования достижений науки и техники; использование высокоэффективного оборудования, объединенных и непрерывных процессов производства металлопродукции;

уменьшение потребления ресурсов и загрязнения окружающей среды; разработка и внедрение энергосберегающих технологий; повышение уровня охраны окружающей среды. Для ГМК в качестве перспективы может быть определено достижение энергетических показателей, соответствующих лучшим достижениям в мировой практике: потребление энергии – 670 кг.у.т./т стали; потребление воды – 3,84 куб.м/т стали; использование воды из оборотного цикла – 97,5 %; выбросы пыли – не более 0,3 кг./т стали; выбросы CO₂ – не более 0,25 кг./т стали.

Расчеты, выполненные с использованием существующей нормативной базы, показали эффективность выполнения программы энергосбережения в отрасли. В частности, общие удельные энергозатраты на производство готового проката в 2012 году составят 1,43 т.у.т./т против 1,52 т.у.т./т в 2006 году и 1,65 в 2000 году (рис.6)



Рис.6. Изменение удельных расходов энергоресурсов в ГМК Украины до 2012 г.

Реализуемая в настоящее время «Государственная программа развития и рест-

руктуризации ГМК до 2011 года» предусматривает снижение уровня энергопотребления в отрасли, за счет чего может быть достигнута значительная экономия энергетических ресурсов (рис.7). Исходя из этих положений необходимо признать актуальным научно-техническое обеспечение инновационного развития ГМК. Черная металлургия Украины всегда развивалась на основе получения новых научных знаний, проведения украинскими учеными научных исследований, которые опережали развитие мировой металлургии, и использования передового опыта предприятий. В настоящее время Украина имеет достаточный научный потенциал, высококвалифицированные научные кадры, продолжают выполнять научные исследования по совершенствованию технологии и оборудования. При государственной поддержке должны продолжаться разработки по созданию новых технологических процессов. Ученые украинских научно-исследовательских институтов могут эффективно выполнять экспертизу и оказывать научно-техническую помощь предприятиям в создании и реализации проектов реконструкции металлургических агрегатов, новых тех-

нологий и оборудования, Организация творческого взаимодействия украинских ученых со специалистами металлургических предприятий даст возможность повысить технический и технологический уровень производства, уменьшить энергозатраты и повысить качество отечественной металлопродукции.

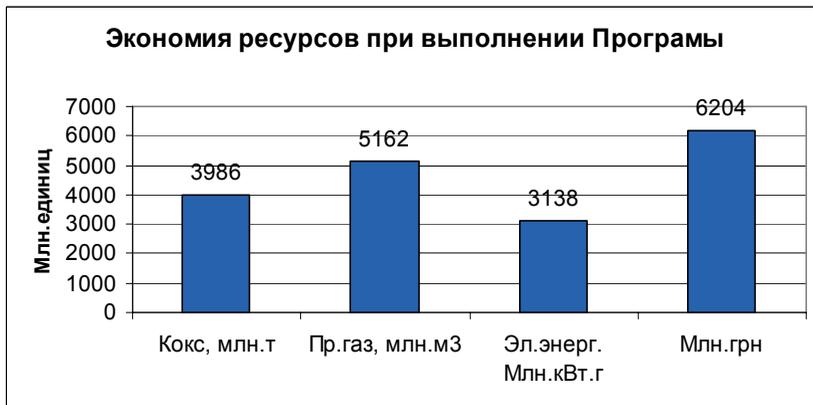


Рис.7. Показатели экономии энергетических ресурсов при выполнении Государственной программы развития и реструктуризации ГМК до 2011 года

Проведение в Украине научных исследований с централизованным государственным финансированием показало возможность использования научного потенциала для решения больших задач, в частности для развития военной промышленности, для развития черной металлургии, для создания атомной энергетики и т.д. Результаты финансирования научных исследований из государственного бюджета весомо обозначились. В Украине были выполнены самые значимые разработки, которые определили качественный прорыв в металлургии. В качестве примера можно назвать разработки мирового уровня Института черной металлургии НАН Украины по созданию современной технологии доменной плавки на печах большого объема, которая завоевала признание металлургов всего мира, технологии прокатки сортового и листового проката на непрерывных станах, технологии термического и термомеханического упрочнения проката в потоке стана [10]. Эти разработки и сегодня определяют высокий технический уровень металлургического производства и высокое качество металлопродукции.

Одним из наиболее распространенных в мире путей инновационного развития является опора на собственный научно-технический потенциал. Этот путь наиболее перспективен со многих точек зрения, однако требует преодоления целого ряда финансовых и организационно-управленческих

барьеров. Сегодня в Украине он не применяется отечественной промышленностью. После ликвидации в Украине инновационного фонда под лозунгом коммерциализации научных исследований система отраслевых НИИ пришла в упадок.

Следует признать актуальным вопрос научно-технического обеспечения инновационного развития горно-металлургического комплекса (ГМК) Украины, которое определяется сегодня такими документами:

Концепция развития горно-металлургического комплекса Украины (одобрена Верховной Радой Украины в 2005 г);

Государственная программа развития и реформирования горно-металлургического комплекса Украины до 2011 г. (утвержденная Постановлением КМ Украины № 967 от 28.07.2004).

Эти документы сыграли важную роль в развитии ГМК, однако они несут характер рекомендаций, не обеспечены финансово и юридически, отсутствует механизм реализации научно-технических достижений в производство, практически отсутствует мониторинг выполнения мероприятий Программы.

В настоящее время НАН Украины является единственной организацией, которая проводит фундаментальные исследования в металлургической отрасли, разрабатывает основы перспективных технологических процессов металлургии будущего. Без таких исследований государство не сможет обеспечить конкурентоспособность отечественной металлопродукции и проведение перспективной научно-технической политики развития отечественной металлургии. Считаем, что такая работа должна быть продолжена и основными задачами НАН Украины и отраслевой науки на современном этапе развития металлургии должны стать:

- Создание новых технологий и научно-техническое сопровождение приоритетных направлений развития металлургии.
- Экспертиза проектов реконструкции и модернизации металлургических предприятий в соответствии с интересами Государства, приоритетными и перспективными направлениями развития мировой металлургии.
- Воссоздание научных кадров высокой квалификации для научной работы и исследований в металлургической отрасли на новом уровне.

На наш взгляд, целесообразно восстановить имевшую место ранее практику государственной поддержки проведения фундаментальных и прикладных исследований в черной металлургии. Научно-техническое сопровождение металлургической отрасли не только обеспечивало возможность существенного повышения конкурентоспособности продукции, но создавало отечественный научно-технический потенциал для выхода на передовые мировые позиции. Поэтому для реализации инновационного пути развития экономики Украины предлагаем на законодательном уровне восстановить отраслевой инновационный фонд, который формируется за счет 1% отчислений от объемов производства предприятий всех форм

собственности для финансирования научных исследований, инновационного развития и научно-технического сопровождения модернизации предприятий, до 50% отчислений которого остается в распоряжении предприятий для целевого финансирования собственных мероприятий инновационного развития с привлечением научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов. Наличие такого фонда позволит не только проводить научные исследования по совершенствованию и развитию металлургической отрасли но и создавать пилотные образцы оборудования для реализации перспективных металлургических технологий.

1. *Большаков В.И. Тубольцев Л.Г.* Состояние и перспективы развития черной металлургии Украины на основе энергосберегающих технологий // Металлургическая и горнорудная промышленность. – №2. – 2006. – С.1–5.
2. *Микитенко В.* Энергоефективність національної економіки: соціально-економічні аспекти /Вісн. НАН України, 2006, № 10.
3. *Поплавська В., Поплавський В.* Економічні аспекти екологізації /Вісник НАН України. – 2005. – №10. – С.26–34
4. *Андронов В.Н.* Перспективы доменного производства. / Черные металлы. – сентябрь 2003.– С. 17—22.
5. *Сперкач И.Е.* Пути модернизации комплекса сооружений для подготовки к использованию доменного газа. //Сталь.– 1998.– №1.– С.7–11.
6. *Большаков В.И.* Динамичное развитие технологии и оборудования доменного производства Японии. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2006. – №6. – С.10-13.
7. *Сталинский Д.В., Каненко Г.М., Алхасова В.В.* Совершенствование работы газоочисток доменного газа //Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2005. –№ 5. –С.79–81.
8. *Шахпазов Е.Х., Воронов В.Ф., Югов П.И.* Современное состояние мировой практики конвертерного производства и основные направление его развития. //ОАО Черметинформ. Бюлл.Черная металлургия. – №10. – 2006. –С.19–21.
9. *Кривченко Ю.С.* Ресурс– и энергосбережение на предприятиях горно–металлургического комплекса (основные мероприятия) /Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2006. – № 3. –С1–4.
10. *Развитие металлургии в Украинской ССР.* / Колл.авторов. Отв.редактор З.И.Некрасов. – К.: Наукова думка, 1980. – 960 с.

Сведения об авторах:

Большаков Вадим Иванович, член-корреспондент НАН Украины, докт.техн.наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники, директор Института черной металлургии НАН Украины

Тубольцев Леонид Григорьевич, канд.тех.наук, Заслуженный работник промышленности Украины, заведующий отделом прогнозных и информационно-технических исследований в металлургии Института черной металлургии НАН Украины