

УДК 669.1:001.8 (477)

В.И.Большаков, Л.Г.Тубольцев

ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ УКРАИНЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Приведен анализ тенденций развития мировой металлургической промышленности и Украины, показаны перспективные направления научных исследований для развития отечественной металлургии.

В 2000-2006 гг. мировая металлургия развивается наиболее высокими темпами за последние 30 лет, что свидетельствует о большой потребности экономики в черных и цветных металлах. Мировое производство стали впервые за историю нынешней цивилизации в 2004 г. достигло уровня 1 млрд. т, а в 2005 году – 1,1 млрд. т и продолжает увеличиваться. За 2006 год мировое производство чугуна выросло на 5,8 %, стали - на 4,2% [1] (рис.1).

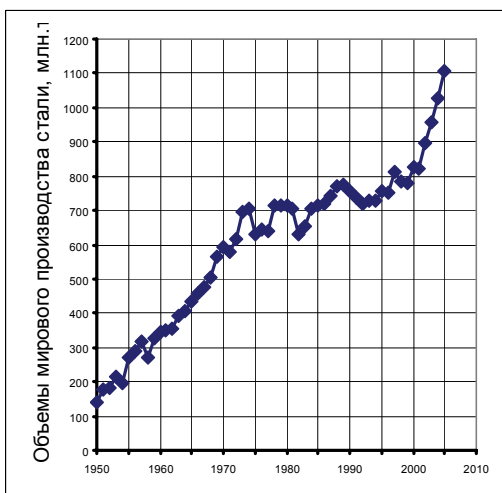


Рис.1. Объемы мирового производства стали до 2006 года.

В Украине металлургия за эти годы прошла сложный путь, пережила кризис и спад производства, но в последние 10 лет стабильно наращивает объемы производства [2].

В настоящее время Украина занимает 7-8 место среди ведущих производителей металлопродукции в мире(рис.2).

К позитивным изменениям в черной металлургии можно отнести:

положительную динамику наращивания объемов производства основных видов металлопродукции и использования производственных мощностей;

увеличение объема выплавки стали конверторного производства (мощности конвертеров используются практически полностью) и электростали, при соответствующем сокращении доли мартеновского производства стали с 60% до 44,6% в 2006 году;

увеличение объема непрерывнолитой стали – с 18% в начале 90-х годов до 33,5% в 2006 году;

увеличение объема инвестиций металлургических предприятий в обновление и модернизацию производства (рис.3).

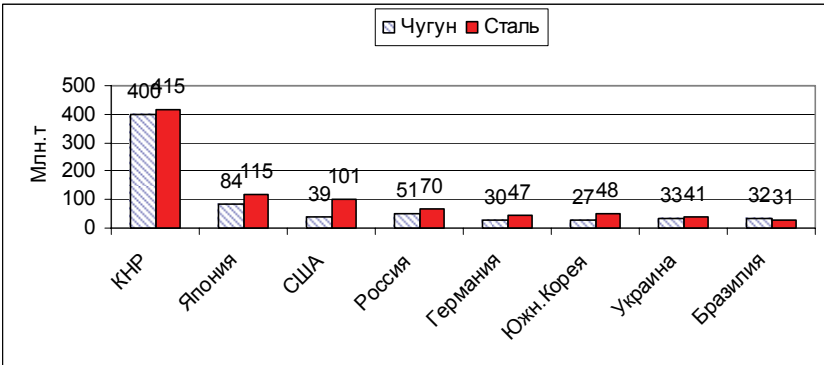


Рис.2. Производство чугуна и стали ведущими странами мира (2006 г.)

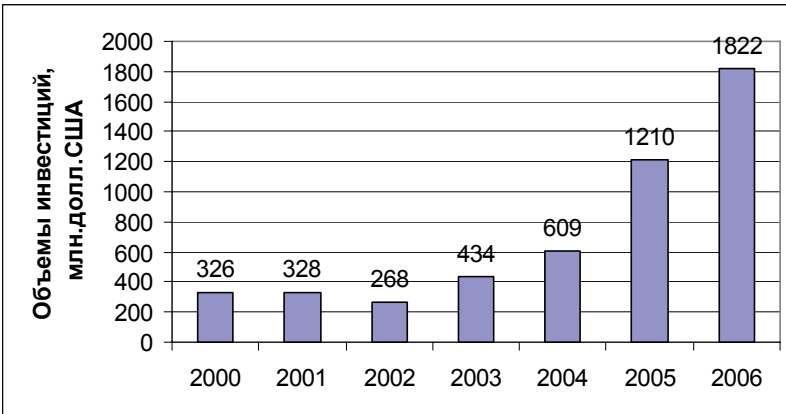


Рис.3. Объемы инвестиций в металлургическое производство Украины

Горно-металлургический комплекс (ГМК) является одной из базовых отраслей промышленности Украины, которая производит около 30% объема промышленной продукции и обеспечивает свыше 40% валютных поступлений в бюджет. На экспорт поставляется до 80% проката черных металлов (рис.4).

Экспорт оказался достаточно эффективным вследствие благоприятной экономической ситуации в мире. Особенностью ГМК Украины является высокая зависимость от экспорта и ограниченный спрос на собственную металлопродукцию внутри страны.

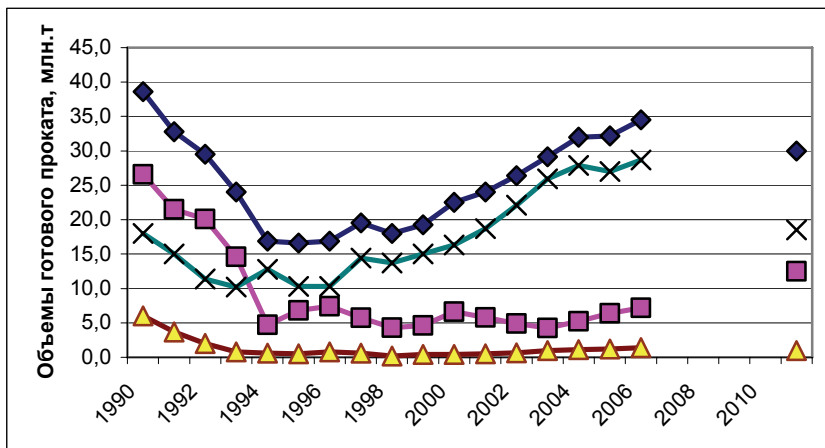


Рис.4. Баланс металлопроката в Украине до 2006 г. и прогноз до 2011 г. ◆ – производство; X – экспорт; ■ – внутреннее потребление; ▲ – импорт.

Экспортную ориентацию ГКМ осложняет тот факт, что цены на металлопрокат подвержены циклическим колебаниям с периодом 2,5–3 года, причем уровень колебания цен достигает 50% (рис.5). С 2003 года период роста и высоких цен уже составляет 5 лет вследствие бурного развития экономики Китая, что поддерживает мировые цены на металлопродукцию на достаточно высоком уровне.



Рис.5. Изменение мировых цен на металлопродукцию.

В этой связи циклическим колебаниям подвержена также прибыльность работы металлургических предприятий, что существенно образом отражается на возможности вложения инвестиций в развитие производственных процессов. В таких условиях данное исследование приобретает

важное значение для оценки перспектив развития металлургического производства.

ГМК Украины сегодня и на ближайшую перспективу будет основой экономики Украины. Однако конкурентоспособность нашей продукции на мировом рынке в период подготовки к вступлению в ВТО и интеграции Украины в ЕС по известным причинам будет снижаться, что представляет угрозу экономической стабильности государства.

Анализ состояния, тенденций и перспектив развития металлургической отрасли показывает следующее:

- обострение конкуренции на внешнем рынке в ближайшее время будет возрастать, поэтому на первый план выходят задачи по снижению себестоимости, уровня энергетических расходов, расширению сортамента и повышению качества продукции. Ухудшение ситуации на мировом рынке может поставить ГМК, а также всю страну в затруднительное экономическое положение;

- главным фактором диспропорции в структуре потребления металлопродукции является ограниченный спрос внутреннего рынка. Основные пути решения этой проблемы заключаются в обеспечении высокой динамики развития всей экономики (машиностроение, строительство, транспорт, и т.д.) при опережающем росте производства продукции металлопотребляющими отраслями за счет проведения соответствующей государственной политики развития промышленности;

- в Украине за последние 20 лет не проводилось существенной системной реконструкции и технической модернизации черной металлургии, в результате чего уровень износа основных фондов достигает 60–80%;

- в настоящее время металлургические предприятия вкладывают значительные средства в проведение модернизации производства, но одним из основных путей считается закупка зарубежных технологий и оборудования «под ключ». Это обусловлено не только возможностью приобретения оборудования, которое не производится в Украине, но и условиями привлечения иностранных кредитов. При предоставлении кредитов иностранные банки требуют привлечения своих фирм для реализации инвестиций.

В 2006 году сумма инвестиций в капитальное строительство составила почти 45 дол. США в пересчете на 1 т жидкой стали, что свидетельствует о приближении инновационных процессов в Украине к мировому уровню. Но с учетом высокого износа основных фондов металлургического производства объем инвестиций является недостаточным, что негативно отражается на конкурентоспособности продукции и может привести к потере Украиной позиций на внешнем и внутреннем рынках. Анализ мероприятий по развитию ГМК до 2011 г. показывает, что объемы инвестиционных средств по металлургическим предприятиям распределяются неравномерно (рис.6).

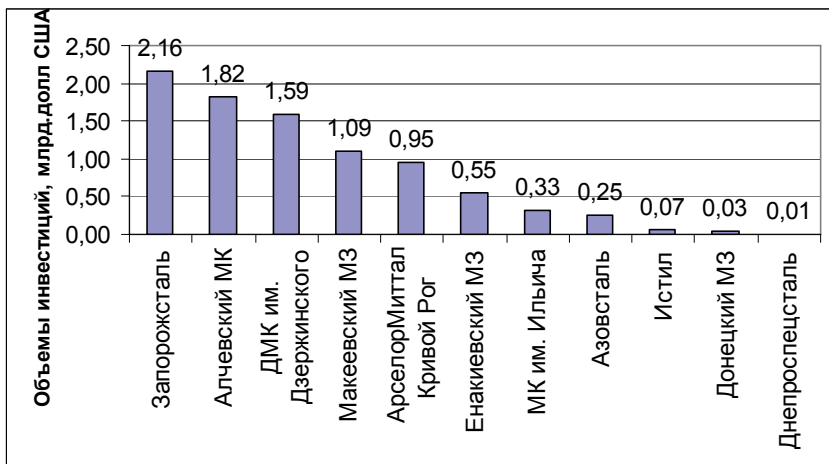


Рис. 6. Предполагаемые объемы инвестиций по металлургическим предприятиям ГМК до 2011 г.

Основные задачи черной металлургии состоят в уменьшении расхода энергоресурсов на производство металлопродукции, который на 20–30% превышает лучшие мировые показатели, в т.ч. чугуна – на 14%, стали – на 30%, проката – на 50–60%. Эти проблемы ГМК можно успешно решить лишь при достижении мирового уровня удельного потребления энергетических ресурсов, руды, кокса за счет использования новой техники, современных наукоемких технологий и новаторских научно-технических разработок. Такое положение требует проведения коренной модернизации и обеспечения нового технологического уровня производства, существенного увеличения объема капитальных вложений и усовершенствования инвестиционной политики. Имеющиеся и намечаемые научные разработки позволяют создать схему перспективного металлургического производства, что практически наполовину снизит потребление внешних энергоносителей. Поэтому на современном этапе главными стратегическими целями и приоритетами развития ГМК должны стать:

- структурная перестройка и модернизация отрасли, снижение доли сырья и полуфабрикатов, увеличение объемов производства продукции повышенной степени готовности и высокого качества;
- разработка и внедрение инновационных проектов развития металлургических переделов на основе ресурсо- и энергосберегающих экологически чистых технологий с использованием лучших отечественных и мировых разработок;
- усовершенствование систем управления технологическими процессами и качеством продукции с целью повышения конкурентноспособ-

ности продукции на мировом рынке, освоение новых конструкционных и функциональных материалов, отвечающих международным стандартам;

- концентрация усилий государства на проведении эффективной научно-технической политики, в т.ч. в металлургическом комплексе.

Перспективной и актуальной задачей является также учет технологических, организационных и инвестиционных тенденций развития металлургии, что позволит своевременно вносить коррективы в Государственную программу развития и реформирования ГМК Украины, который сегодня работает в системе мировой металлургии.

Анализ планов развития отечественной металлургической промышленности показывает, что наиболее крупные инвестиционные проекты, которые предполагается реализовать в 2007–2011 годах соответствуют мировым тенденциям и являются важными для разработки стратегии развития отечественной металлургии [3].

В аглодоменном производстве предполагается реализация таких проектов, как реконструкция и модернизация агломерационных фабрик (рис.7), строительство и модернизация доменных печей (рис.8), внедрение технологии использования пылеугольного топлива (рис.9) и т.д.

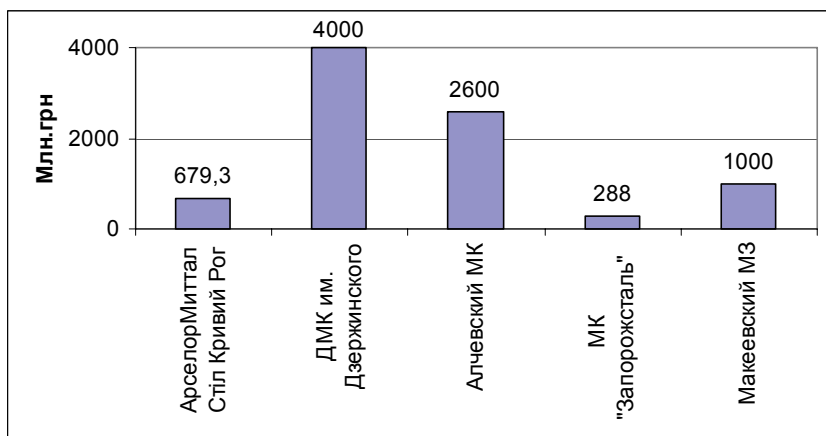


Рис.7. Предполагаемые объемы инвестиций в реконструкцию агломерационных фабрик на предприятиях ГМК Украины до 2011 года.

В мировой практике активно реализуется разработанное украинскими учеными направление производства чугуна в печах большого объема [4]. По такому пути идет сегодня Япония и Европа, которые при реконструкции заводов строят печи большого объема. Сносят 5-6 малых доменных печей и ставят 2 печи большого объема. Практика реконструкции доменных печей в Украине показывает, что в ряде случаев вместо радикальной реконструкции доменные печи просто восстанавливаются без изменения их технического уровня, т.е. в том виде, в каком они были построены 30-

40 лет назад. С одной стороны это можно объяснить отсутствием на заводах свободных площадей. В частности, на Енакиевском метзаводе и Азовстали нет места для строительства конвейерной шихтоподачи, которая является прогрессивным решением для крупных доменных печей, в связи с чем сохраняют скиповые подъемники, и объем печи существенно увеличить не удастся. Не в полной мере на металлургических заводах Украины оценивают преимущества бесконусных загрузочных устройств, которые с трудом пробивают себе дорогу. Не говоря о технологических преимуществах БЗУ, одним из основных их эксплуатационных преимуществ является продолжительный срок службы, они не требуют масштабных капитальных ремонтов и стабильно работают на протяжении всей кампании печи.

Реконструкция и модернизация доменных печей является одним из приоритетов на металлургических предприятиях ГМК Украины [3] (рис.8)

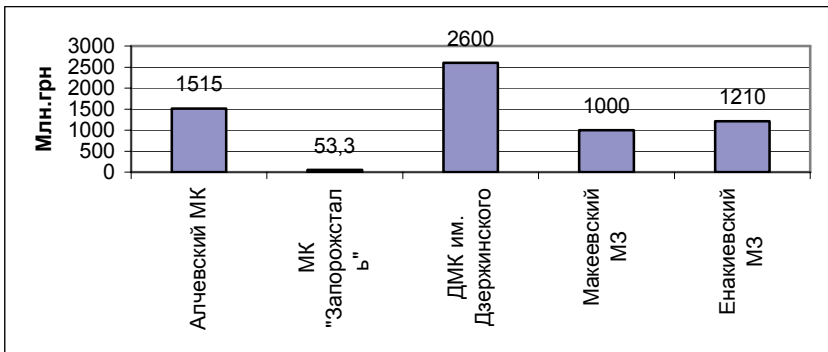


Рис.8. Предполагаемые объемы инвестиций в реконструкцию и модернизацию доменных печей на предприятиях ГМК Украины до 2011 года.

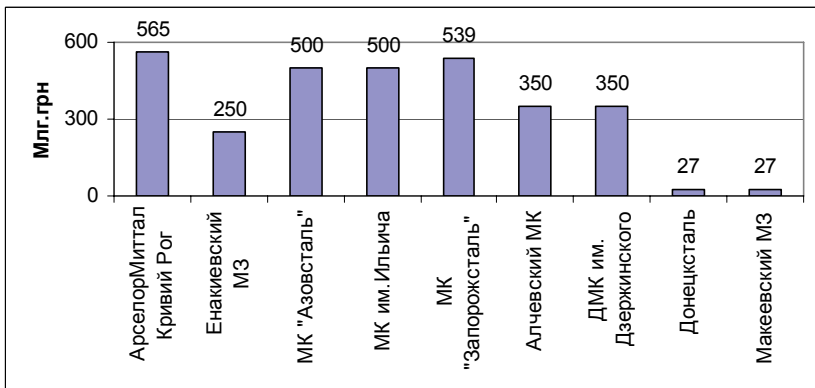


Рис.9. Предполагаемые объемы инвестиций в реконструкцию и модернизацию доменных печей на предприятиях ГМК Украины до 2011 года.

Строительство установок по вдуванию пылеугольного топлива (ПУТ) в доменные печи является одним из основных мероприятий по уменьшению расхода кокса на металлургических предприятиях Украины и практически все доменные печи предполагается оснастить установками по вдуванию ПУТ (рис.9).

В сталеплавильном производстве [3] основными мероприятиями по модернизации являются реконструкция и строительство конвертерных цехов (рис.10), строительство и модернизация машин непрерывной разливки стали, которые позволят не только улучшить качество металла, но и коренным образом изменить инфраструктуру сталеплавильного производства Украины (рис.11).



Рис.10. Предполагаемые объемы инвестиций в реконструкцию и строительство конвертерных цехов на предприятиях ГМК Украины до 2011 года.

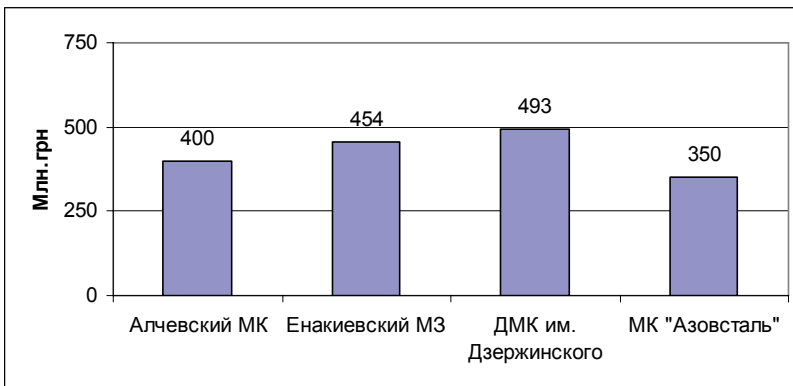


Рис.11. Предполагаемые объемы инвестиций в строительство и модернизацию машин непрерывной разливки на предприятиях ГМК Украины до 2011 года

В прокатном производстве [3] перспектива связана с созданием непрерывных процессов «разливка–прокатка», совершенствованием техно-

логии и оборудования непрерывной прокатки, однако на период до 2011 г. реконструкция прокатного передела на металлургических предприятиях ГКМ планируют в ограниченных масштабах (рис.12).



Рис.12. Предполагаемые объемы инвестиций в строительство и модернизации прокатного производства на предприятиях ГКМ Украины до 2011 года

В целом анализ [5] позволяет предложить следующий прогноз технико-экономических показателей развития горно-металлургического комплекса в период до 2011 года по сравнению с 2006 годом (рис.13)

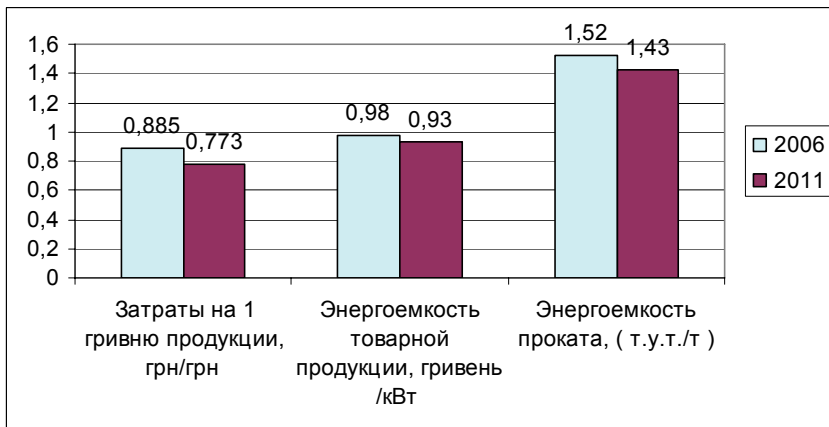


Рис.13. Перспективные показатели ГКМ до 2011 года

Металлургические предприятия недостаточно привлекают отечественные научные организации для научно-технического сопровождения развития и модернизации предприятий, к экспертизе зарубежных техно-

логий и оборудования [6]. Как следствие, в Украину импортируется далеко не самая перспективная продукция.

Такие металлургические технологии, как бескоксая металлургия, бесконусные засыпные аппараты доменных печей, непрерывная разливка тонких слэбов, современные энергосберегающие технологии производства металлопродукции не находят места в планах модернизации металлургических предприятий [7]. Практически не проводится модернизация прокатного производства отрасли. Вследствие этого развитие металлургической отрасли идет в направлении увеличения развития производства традиционных видов металлопроката и полуфабрикатов.

На наш взгляд, привлечение иностранных технологий и оборудования в металлургию не гарантирует выхода отрасли на мировой уровень [8,9]. Имеется немало примеров приобретения новых технологий Россией и Украиной, которые внедрялись без привлечения ученых, когда агрегаты не выходили на проектные показатели и возникала необходимость привлечения отечественных ученых уже после подписания акта о приемке оборудования к эксплуатации (Нижнетагильский, Енакиевский и Алчевский металлургические заводы). Заграничные фирмы не предусматривают программ освоения поставляемых технологий и оборудования, а это приводит к тому, что не осуществляются предпусковые исследования, в частности доменных печей (ДП), которые позволяют определить взаимосвязи технологических параметров с параметрами работы оборудования, выйти на оптимальные технико-экономические показатели работы ДП. При покупке средств автоматизации не учитываются такие особенности сырьевой базы Украины как низкое содержание железа и высокое содержание серы в шихте, невысокое качество кокса и нестабильность качества всех шихтовых материалов.

Гарантия развития отрасли и улучшения социального обеспечения работников возможна при условии быстрой и эффективной перестройки ГМК в направлении снижения энергоемкости, себестоимости продукции, перехода к производству продукции повышенной степени готовности с новыми потребительскими качествами. Этого можно достичь только при условии внедрения новых средств и методов управления, широкой модернизации отрасли, внедрения новых технологий, современной техники, что гарантировано лишь в результате развития научно-исследовательских институтов и реорганизации системы научно-технического сопровождения модернизации отрасли в соответствии с новыми условиями ведения хозяйства [7,10].

Весьма актуальным является вопрос научно-технического обеспечения инновационного развития ГМК Украины. Перспективы развития отрасли определяются сегодня такими документами: Концепция развития горно-металлургического комплекса Украины (одобрена Верховной Радой Украины в 2005 г) и Государственная программа развития и реформирования горно-металлургического комплекса Украины до 2011 г. (ут-

верждена Постановлением КМ Украины № 967 от 28.07.2004). Эти документы сыграли важную роль в развитии ГМК, однако они носят характер рекомендаций, не обеспечены финансово и юридически, отсутствует механизм реализации научно-технических достижений в производство, практически отсутствует мониторинг выполнения мероприятий Программы.

Черная металлургия Украины всегда развивалась на основе новых научных знаний, результатов научных исследований отечественных НИИ и использования передового опыта предприятий СССР, благодаря которым совершенствовалась мировая черная металлургия. Выполнение в Украине научных исследований с централизованным государственным финансированием подтвердило возможность использования научного потенциала для решения крупных задач, в частности, для развития военной промышленности, развития черной металлургии, создания атомной энергетики и т.д. Результаты финансирования научных исследований из государственного бюджета были весомыми. В Украине выполнены самые значимые разработки, которые определили качественный прорыв в металлургии. В качестве примера укажем разработки Института черной металлургии НАН Украины мирового уровня 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. Эти разработки и сегодня определяют высокий технический уровень металлургического производства и высокое качество металлопродукции.

После ликвидации в Украине инновационного фонда под лозунгом коммерциализации научных исследований система отраслевых НИИ пришла в упадок. Резко уменьшилось финансирование научных исследований, что сегодня находится значительно ниже уровня необходимого минимума. От больших институтов во многих случаях остались одни вывески и малые предприятия, реализующие результаты выполненных ранее разработок. При оценке результатов проведения таких превращений возникает естественный вопрос - а что все это дало Украине? Сегодня мы уже можем констатировать, что существенно, более чем на 2/3 сокращена численность ученых академической науки и практически уничтожены отраслевые научно-исследовательские институты, а также научные исследования в высших учебных заведениях, существенно уменьшился объем исследований и внедрения результатов разработок в промышленность.

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. На наш взгляд, направления фундаментальных разработок,

которые выполняются научными учреждениями НАН Украины, дают возможность достичь стратегических целей и вывести металлургию на новый технический уровень. 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.

Структура современной металлургии сложилась в последние 50 лет. Проведенный анализ показал, что изменение сложившейся схемы производства металлопродукции идет медленно. В то же время, появляются новые и совершенствуются существующие процессы, которые могут оказать решающее влияние на создание металлургии будущего. В настоящее время программы развития горно-металлургического комплекса Украины основаны на реализации известных и хорошо разработанных процессов получения чугуна и стали. Перспектива развития металлургии неразрывно связана с реализацией новых технических решений, т.е. тех разработок, которые находятся в стадии поисковых исследований и экспериментальных образцов.

Недостаточное использование научно-технического потенциала отечественной металлургической науки при проведении модернизации предприятий приводит к взаимным финансовым потерям как предприятиями, так и отечественными научно-исследовательскими институтами. В итоге это оборачивается более высоким уровнем расходов для предприятий, потерей научными организациями опыта работы на заграничном оборудовании, снижением эффективности отечественного производства. Научный потенциал металлургической отрасли в настоящее время значительно ослаблен. В тяжелых условиях без государственной поддержки работают отраслевые металлургические институты.

Обозначим некоторые важнейшие направления перспективных научных исследований, которые могут выполнить институты НАН Украины вместе с отраслевыми научно-исследовательскими институтами, что по-

зволит достичь стратегических целей развития металлургии и вывести ее на новый технический уровень:

Подготовка шихтовых материалов для металлургии:

- развитие отечественной минерально-сырьевой базы, разработка новых видов металлургического сырья и технологий его подготовки, в частности путем: повышения глубины обогащения и увеличения содержания железа; уменьшения содержания вредных примесей и улучшения технологических свойств; производства шихтовых и легирующих материалов из техногенных отходов;

- разработка технологических требований к коксу и железосодержащим шихтовым материалам, обеспечивающих эффективную работу доменных печей.

Доменное производство (где сконцентрировано до 60% энергозатрат металлургического производства):

- разработка и внедрение новых видов шихтовых материалов и энергоносителей для доменного производства, в т.ч. частично восстановленных железорудных материалов, эффективных пылеугольных, газообразных и жидких заменителей кокса из отечественного низкокачественного угля с целью уменьшения расхода кокса до 300 кг/т чугуна;

- разработка и промышленное испытание наукоемких систем автоматизированного контроля доменных печей, в т.ч. новых критериев оценки и методов управления распределением шихты и газового потока в доменных печах, измерения профиля и скоростей схода поверхности засыпки, средств контроля параметров доменной плавки, создание нового поколения АСУ и диагностики состояния и износа оборудования и футеровки, в и.ч. экспертных систем с целью повышения срока службы и обеспечения безопасности эксплуатации доменных печей;

Сталеплавильное производство:

- разработка и промышленная реализация эффективных процессов сталеплавильного производства, в частности: технологии конвертерной плавки, новых методов внепечной обработки чугуна и стали для получения высококачественной продукции, методов дефосфорации и дегазации чугуна и стали, эффективность применения установок «печь–ковш»;

- разработка технологии производства низко и сверхнизкоуглеродистой стали в кислородном конвертере, в т.ч. с комбинированной продувкой;

- разработка, исследование и совершенствование способов непрерывного производства и непрерывной разливки стали, в т.ч. технологии и оборудования для непрерывной разливки стали (МНЛЗ нового поколения), создание процесса плазменного нагрева металла в промежуточном ковше; рафинирование стали в промежуточном ковше с помощью гашения турбулентности воздушной воронки, использование гидравлических перегородок для рафинирования и протяжных продувочных фурм; интенсификация

фикация процессов затвердевания за счет газоимпульсной обработки металла в кристаллизаторе; использование комплексного контроля и оптимизации управления процессом разливки.

Прокатное производство и термоупрочнение:

- создание непрерывных процессов «разливка–прокатка» с совершенствованием технологии и оборудования непрерывной прокатки;
- развитие процессов прокатного производства с целью снижения расходов материальных и энергетических ресурсов, получения заданной структуры и свойств, исследование и реализация технологии производства проката улучшенного качества широкого и специального назначения для машиностроения; расширения выпуска экономичных видов проката и труб с антикоррозионным покрытием, калиброванного металла, гнутых профилей;
- создание научных и технологических основ и предложений по реализации нетрадиционных процессов производства сортового проката и катанки, а также специального проката в условиях высокоскоростных прокатных станов и интегрированных производств;
- разработка экономнолегированных марок стали и развитие научных основ технологий их термической обработки для производства высокопрочного проката, в частности: мелко и среднесортной арматуры, катанки, угловых профилей, швеллеров, шахтного крепления, листового проката, колес и металлопроката для железнодорожного транспорта, а также других видов эффективной металлопродукции.

Общеметаллургические разработки:

- разработка новых реагентов и совершенствование процесса десульфурации, обескремнивания, дефосфорации, деазотации и дегазации в технологической цепочке производства чугуна и стали;
- разработка металлургических технологий с применением водорода в качестве топлива и восстановителей;
- разработка новых способов бескоксового получения первичного металла, технологии и оборудования для восстановления окислов железа и прямого получения железа;
- создание технологий рециклирования отходов плавки и выведения из них цветных металлов, щелочей и других вредных примесей;
- разработка научных основ и создание технологии и оригинального оборудования для брикетирования мелкодисперсных материалов (отходов) металлургического производства с целью их возвращения в металлургический цикл, уменьшение техногенной нагрузки на окружающую среду;
- разработка и внедрение систем и методов обеспечения промышленной безопасности металлургического производства, в т.ч. создание систем контроля и автоматизации, в частности: систем контроля разгара

футеровки металлургических агрегатов; систем контроля профиля шахты доменной печи, работы систем охлаждения печи и др.;

- мониторинг направлений развития мировой металлургической науки и техники, выявление наиболее перспективных металлургических технологий и важнейших направлений развития исследований в металлургии, экспертиза проектов реконструкции предприятий, цехов и агрегатов;

- разработка новых технологий обеспечения соответствующего экологического состояния окружающей среды, в частности создание новых процессов и устройств улавливания пыли, которые позволят разработать более эффективные и более производительные аппараты нового поколения. Это обеспечит уменьшение запыленности воздуха на рабочих местах до безопасного уровня, снижение выбросов пыли до установленных норм ПДК, даже при увеличении объемов ее образования.

В качестве мероприятий по государственной и законодательной поддержке развития научных исследований и модернизации ГМК Украины предлагается 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. Создание 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 будущего.

Реализация предложенных мероприятий дает возможность укрепить научно-технический потенциал Украины, ускорить внедрение результатов научных исследований в металлургическую и горнорудную промышленность, повысить конкурентоспособность металлургической продукции на внутреннем и мировом рынках, уменьшить зависимость страны от колебаний мировой экономики. Украина имеет достаточный научный потенциал, который позволит обеспечить внедрение новых технологий, современной техники и новых средств управления, научно-техническое сопровождение модернизации отрасли.

1. *Статистика* // ОАО «Черметинформация». Бюлл. «Черная металлургия». – 2000–2007.
2. *Розвиток сектора чорної металургії в Україні* / В надзаг.: Світовий банк. – К.: «Міленіум», 2004. – 110с.

3. *Державна* програма розвитку та реформування гірничо-металургійного комплексу України до 2011 р. (Затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 28.07.2004 № 967).
4. *Большаков В.И.* Технология высокоэффективной энергосберегающей доменной плавки. – К.: Наукова думка, 2007. – 412 с.
5. *Использование системного анализа для расчета экономической эффективности технологических процессов.* / В.И. Большаков, Л.Г. Тубольцев, Н.И. Падун и др. // *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии.* – Вып. 8. – 2004. – С. 390–401.
6. *Павлова Е.А., Подружко А.С., Соловьев В.И.* Метод выбора финансовых заданий на металлургическом предприятии // *Черные металлы.* – Июль–август 2004. – С.19–29.
7. *Про підсумки звітного періоду та основні завдання з підвищення ефективності діяльності НАН України.* Доповідь президента НАН України академіка НАН України Б.Є.Патона / *Наука та наукознавство.* – 2004. – №2. – С.3–14.
8. *Тубольцев Л.Г., Беланов В.П., Падун Н.И.* Управление ценами на металлопродукцию в рыночных условиях хозяйствования // *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии.* – Вып.10. – 2005. – С.353–368.
9. *Шевелев Л.Н.* Реструктуризация неэффективных мощностей в черной металлургии России и за рубежом. *Сталь.* 2005.–№2.–С.83–87.
10. *Питер Дж., Дрент Д.* Современные тенденции европейской научной политики / *Наука та наукознавство.* – 2004. – №1. – С.28–39.

*Статья рекомендована к печати
докт.техн.наук, проф.С.М.Жучковым*