

Д. В. СТАЛИНСКИЙ, канд. техн. наук, генеральный директор,
В. А. БОТШТЕЙН, первый заместитель генерального директора
УкрГНТЦ «Энергосталь», г. Харьков

В. В. ЛЕСОВОЙ, канд. техн. наук, заместитель генерального директора
ПХО «Металлургпром», г. Днепропетровск

РЕЗЕРВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Ведущие страны Европы, США и Япония в результате экономического кризиса 80-х гг. прошлого века прошли сложные этапы модернизации экономики, в частности, путем существенного снижения энергозатрат при производстве ВВП за счет внедрения энергосберегающих технологий и оборудования. В результате вложения значительных инвестиций в научные разработки и внедрения новых технологий во все отрасли экономики, в том числе – в горно-металлургический комплекс, достигнут существенный прогресс в решении проблем энергосбережения.

Украина, как и все республики постсоветского пространства, в силу малой стоимости энергоресурсов на рынке бывшего единого государства, недостаточно внимания уделяла вопросам энергосбережения. За годы независимости, начиная с 1994 г., на предприятиях ГМК Украины произошли определенные сдвиги в решении вопросов энергосбережения, но этого оказалось явно недостаточно, чтобы приблизиться к показателям удельной энергоемкости металлопродукции развитых стран. Энергоемкость украинского проката превышает аналогичный показатель продукции развитых стран в ~1,3–1,5 раза; при этом доля энергозатрат в себестоимости проката превышает 40 %. Если принять во внимание, что более, чем две трети продукции черной металлургии Украины реализуется на внешних рынках в условиях жесточайшей конкуренции, становится понятным, что проблема снижения энергоемкости продукции ГМК является проблемой выживания отрасли, и решать её надо в кратчайшие сроки.

«Комплексной государственной программой энергосбережения Украины» (1996 г.) потенциал энергосбережения ГМК оценивается более, чем в одну треть расходующих топливно-энергетических ресурсов (ТЭР), причем реально достижимый уровень их экономии на период до 2011 г. определяется в 20–25 %. Половину этого составляет утилизация вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).

Такой же уровень – до 20 % общей экономии ТЭР, что соответствует снижению ~ 0,3 т условного топлива при

производстве 1 т проката, заложен «Государственной программой развития и реформирования ГМК Украины до 2011 года».

За период 2001–2004 гг. на предприятиях ГМК достигнуто снижение удельного расхода ТЭР примерно на 0,1 т условного топлива на тонну проката. Это является безусловным достижением в вопросах энергосбережения, хотя данный результат получен за счет наименее затратных мер преимущественно организационного плана. Дальнейшее продвижение по пути энергосбережения потребует существенных капитальных затрат на техническое перевооружение и модернизацию, а также на научно-техническое сопровождение этих работ.

С каждым годом Украина испытывает все большие трудности в вопросах обеспечения топливом и энергией. Черная металлургия является наиболее энергоемким производством среди других отраслей промышленности. В 2004 г. металлургические предприятия ПХО «Металлургпром» потребили более 17 млрд кВт·час электроэнергии и более 30 млн т условного топлива. В то же время, в технологических агрегатах вырабатывается значительное количество тепловых энергоресурсов, утилизация которых позволит существенно повысить эффективность использования топлива и уменьшить объемы закупок энергоносителей.

На металлургических предприятиях наиболее энергоемкими являются:

- аглодоменное производство;
- производство стали в мартеновских печах;
- производство проката;
- энергетическое хозяйство.

В доменных печах на выплавку 1 тонны чугуна расходуется 560–660 кг условного топлива или 40–60 % всех отраслевых затрат энергоресурсов. Поэтому снижение цеховых затрат энергоресурсов на 10 % обеспечивает снижение отраслевой энергоемкости в среднем на 5 %.



Из общего объема природного газа – 7,6 млрд м³, потребленного металлургическими предприятиями в 2005 г., 40 % было использовано в доменном, 16 % – в мартеновском, 16 % – в прокатном производствах.

Доля природного газа в общих объемах затрат топлива составляет:

- в доменном производстве ≈ 18 %;
- в мартеновском производстве стали ≈ 78 %;
- в прокатном производстве ≈ 45 %.

Основными мероприятиями по снижению потребления ТЭР в аглодоменном производстве являются реконструкция действующих и строительство новых аглофабрик и доменных печей нового поколения с использованием пылеугольного топлива (ПУТ). Вдувание ПУТ в горн доменной печи позволит вывести природный газ из технологического процесса выплавки чугуна. В реальной перспективе 2006–2010 гг. на доменных печах планируется ввести 8 установок для вдувания ПУТ. Планируемые затраты на это мероприятие составят 2–2,5 млрд грн при сроке окупаемости менее 2-х лет.

Значительное снижение потребления ТЭР может быть достигнуто путем структурной перестройки сталеплавильного производства предприятий ГМК, прежде всего:

- замены мартеновских печей конвертерами и электродуговыми печами с одновременным широким внедрением непрерывной разливки стали на МНЛЗ. Так, в 2005 г. металлурги выплавили в мартенах 17,5 млн т стали, что составило 45 % от общего объема производства; на МНЛЗ разлито только 30 % стали от общего объема;
- увеличения доли металлолома при выплавке стали.

Кроме технологических преимуществ, замена мартеновских печей на конвертеры и электродуговые печи с одновременным применением непрерывной разливки стали позволит уменьшить расход ТЭР на 160–170 кг условного топлива на тонну проката.

Программами техпереворужений на 2006–2011 гг. на предприятиях ПХО «Металлургпром» предусмотрено строительство более 10 сортовых и слябовых МНЛЗ с постепенным выводом из эксплуатации блюмингов, слябингов и непрерывно-заготовочных станов. Это обеспечит снижение энергозатрат на 30 кг условного топлива на тонну проката. Внедрение этих мероприятий позволит увеличить объем стали, разливаемой на МНЛЗ, до 80–85 %; соответственно объемы конвертерной и электропечной стали достигнут 70 % и 10 %. Внедрение непрерывной разливки стали даст возможность только на металлургических заводах и комбинатах сэкономить 120–150 кг условного топлива в приведенном виде (топливо плюс электроэнергия) на каждой тонне готового проката, что составляет 10–12 % затрачиваемых энергоресурсов.

Экономия достигается не только за счет исключения из технологической цепи обжимного передела, но и за счет сокращения расходного коэффициента металла на 12–18 % по сравнению с разливкой стали в слитки. За счет этого появляется возможность сократить производство всех полуфабрикатов для производства проката (стали, чугуна, агломерата, извести, кокса, железной руды). Внедрение непрерывной разливки конвертерной стали при производстве 1 млн т проката позволит уменьшить выплавку чугуна на 180–190 тыс. т, стали – на 200 тыс. т, производство агломерата – на 330 тыс. т, концентрата – на 300–320 тыс. т, кокса – на 80–84 тыс. т. За счет этого в целом по горно-металлургическому комплексу при производстве каждого миллиона тонн сортового проката можно достичь экономии до 154 тыс. т условного топлива и до 56 млн кВт·час электроэнергии, а при производстве 1 млн т листового проката возможна экономия до 160 тыс. т условного топлива и 61 млн кВт·час электроэнергии, что эквивалентно экономии не менее 16,7 млн м³ природного газа, расходуемого теплоэлектростанциями на выработку этой электроэнергии.

Увеличение доли стального лома в металлошихте сталеплавильных агрегатов на 5 % обеспечит снижение потребления ТЭР на 30–40 кг условного топлива на тонну проката. При выплавке каждого миллиона тонн стали снижение удельного расхода чугуна позволит уменьшить его производство на 54 тыс. т, железного концентрата – на 93 тыс. т, агломерата – на 98 тыс. т, кокса – на 34,5 тыс. т и сократить добычу угля на 50 тыс. т. Это даст возможность сэкономить только на металлургических предприятиях 22,5 млн кВт·час электроэнергии и 45 тыс. т условного топлива, в том числе – 8,2 млн м³ природного газа. Кроме того, в горнорудной и коксохимической подотраслях будет сэкономлено 10,5 млн кВт·час электроэнергии и 6,2 тыс. т условного топлива (в основном, коксового газа), который будет использован на металлургических предприятиях вместо природного газа. Экономия 33 млн кВт·час электроэнергии – это экономия 10,0 млн м³ природного газа на тепловых станциях Минтопэнерго.

Огромные резервы экономии энергетических ресурсов имеются в энергетических хозяйствах металлургических предприятий. В первую очередь это касается замены старых энергоемких кислородных блоков на воздухоразделительные установки (ВРУ) нового поколения производства мировых лидеров (Франции, Германии, России). Эту работу активно проводят металлургические комбинаты: «Азовсталь», «ММК имени Ильича», Алчевский, ОАО «Міттал Стіл Кривий Ріг», «Запорожсталь», «МК имени Дзержинского» и др. При внедрении новых ВРУ на каждой 1000 м³ произведенного кислорода экономится 10–13 кВт·час электроэнергии.

К наиболее эффективным мероприятиям по снижению ТЭР за счет утилизации ВЭР в агломерационном производстве необходимо отнести следующие:

- рециркуляцию технологических газов;
- использование тепла охлаждаемого агломерата.

Это обеспечит снижение ТЭР на 35 кг условного топлива на тонну проката. Большая часть из находящихся в эксплуатации агломашин введена в действие в период до 1960 г. Технологические схемы этих аглофабрик морально устарели, а здания и оборудование физически изношены. Как отмечалось выше, энергоемкость агломерационного производства невелика и составляет в среднем, с учетом расходуемого в шихту топлива, 0,57 Гкал/т агломерата. Затраты на энергоносители составляют на отечественных аглофабриках 17–20 % себестоимости агломерата. Это в 1,5–2,0 раза выше, чем на передовых зарубежных аналогах. Из общего количества тепловых потерь аглопроизводства 67 % (~0,22 Гкал/т) приходится на потери с отходящими технологическими газами и воздухом после охлаждения агломерата, в том числе:

- с теплом технологических газов – 27 %;
- с несгоревшим углеродом топлива (СО) в технологических газах – 17 %;
- с теплом воздуха охлаждения агломерата – 23 %.

В настоящее время на аглофабриках Украины эти источники вторичных тепловых энергоресурсов не используются. В то же время, в практике наиболее развитых государств (Япония, Германия, США и др.) данные источники ВЭР нашли широкое применение как в технологии собственного производства с целью снижения потребления первичных источников энергии (газообразного и твердого топлива), так и для выработки на их основе собственных энергоресурсов (пара и электроэнергии). Необходимо отметить, что сегодня наметился явный прогресс в реконструкции и модернизации агломерационного производства на украинских металлургических предприятиях. Существенная модернизация проведена на аглофабриках металлургических комбинатов имени Ильича, «Азовсталь», ОАО «Міттал Стіл Кривий Ріг», «Запорожсталь» и др. с позитивным решением вопросов энергосбережения, экологии и улучшения качества агломерата.

В 2007–2010 гг. планируется строительство новых аглофабрик на металлургических комбинатах – Алчевском и имени Дзержинского, на Енакиевском металлургическом заводе. Прорабатывается вопрос о строительстве аглофабрики на ЗАО «Донецк-Сталь». Уровень технико-экономических, экологических и энергетических удельных показателей при получении 1 тонны агломерата на этих аглофабриках будет соответствовать мировым показателям.

К тепловым вторичным энергоресурсам доменного производства относятся:

- тепло пара системы испарительного охлаждения (СИО);
- энергия колошниковых газов;
- тепло дымовых газов воздухонагревателей;
- тепло расплавленных шлаков.

При использовании тепла дымовых газов возможно на 8–10 % сократить расход топлива на нагрев доменного дутья. На металлургических предприятиях Японии пар СИО ДП используется для получения электроэнергии, что обеспечивает снижение расхода ТЭР на 10 кг условного топлива на тонну чугуна. Установками испарительного охлаждения оборудованы около 50 % доменных печей Украины. Следует отметить, что в существующих условиях эксплуатации используется не более 12 % производственного пара, – остальной выбрасывается в атмосферу. При работе доменных печей с давлением на колошнике 2,6–2,8 атм, благодаря внедрению газовых утилизационных бескомпрессорных турбин (ГУБТ), можно вырабатывать электроэнергию (1 МВт на 40–50 тыс. м³/час газа).

В конвертерном производстве источниками использования ВЭР являются:

- пар, вырабатываемый в охладителе конвертерных газов (ОКГ) при технологии с отводом его без дожигания;
- конвертерный газ.

При использовании пара ОКГ для производства электроэнергии в паротурбинных установках экономия ТЭР может составить до 15 кг условного топлива на тонну стали. При использовании конвертерного газа в качестве топлива обеспечивается экономия ТЭР, составляющая около 20 кг условного топлива на тонну стали. В настоящее время конвертерные газы на большинстве предприятий сжигаются на свечах; при этом «химическая» энергия газов безвозвратно теряется.

К возможным источникам ВЭР в электросталеплавильном производстве относятся:

- тепло воды, охлаждающей детали печи;
- тепло технологических газов.

При производстве стали в электропечах за счет нагрева лома технологическими газами может быть получена экономия ТЭР до 20 кг условного топлива на тонну стали. В электросталеплавильном производстве черной металлургии Украины вторичные энергетические ресурсы не используются.

К вторичным энергоресурсам прокатного производства относятся:

- тепло дымовых газов печей;
- тепло охлаждающей воды;
- тепло нагретого металла.

Тепло дымовых газов в Украине и за рубежом используется в котлах-утилизаторах; тепло охлаждаю-



щей воды – в установках испарительного охлаждения. В настоящее время большинство нагревательных печей снабжены теплоутилизационными установками. Практически все тонколистовые и толстолистовые прокатные станы оборудованы системами испарительного охлаждения; на большинстве из них на газоотводящих трактах установлены котлы-утилизаторы. Установки испарительного охлаждения надежны в эксплуатации; на них вырабатывается пар энергетических параметров, который, как правило, полностью используется. В современных нагревательных печах тепло дымовых газов применяется для нагрева воздуха в рекуператорах и выработки пара в котлах-утилизаторах. Большие подсосы воздуха в дымовом тракте перед котлом-утилизатором понижают эффективность его работы. Общий коэффициент полезного действия печного агрегата в целом не превышает 70–75 %. Применение существующего теплоутилизационного оборудования обеспечивает уменьшение удельного расхода топлива на производство 1 т проката на ~12 %. Оснащение всех нагревательных печей энерготехнологическими котлами-утилизаторами с нагревом воздуха горения и получением пара энергетических параметров для последующего получения электроэнергии позволит уменьшить расход ТЭР до 20 %.

Общий ожидаемый эффект от использования вторичных энергоресурсов на металлургических предприятиях отрасли составит ~120–130 кг условного топлива на тонну проката, что позволит на 10 % уменьшить расход топлива. За счет использования вторичных энергоресурсов предполагается покрывать до 50–55 % потребности предприятий в электроэнергии.

Сроки окупаемости мероприятий по энергосбережению, связанных с использованием ВЭР, составят при нынешнем уровне цен, в среднем, 3 года. При ожидаемом повышении цен на энергоносители срок окупаемости уменьшится до 1,5–2 лет. Достаточно серьезным источником инвестиций в осуществление Программы энергосбережения является механизм Киотского протокола, в частности, проекты совместного осуществления. Перечень этих объектов будет определен в процессе разработки отраслевой программы энергосбережения на 2006–2011 гг. и реализации квот на вы-

бросы парниковых газов. По предварительным подсчетам, за счет продажи квот для реализации Программы энергосбережения в ГМК может быть привлечено до 300 млн долл. США.

Для реализации механизмов энергосбережения в горно-металлургическом комплексе Украины необходимо с участием отраслевых объединений, ассоциаций и предприятий ГМК, головных НИИ и проектных институтов провести следующие мероприятия:

1. Разработать отраслевую программу энергосбережения для предприятий ГМК на 2006–2011 гг., подготовив на ее основе проекты для совместного осуществления в рамках программы реализации механизмов Киотского протокола.

2. Выполнить работу по анализу состояния вторичных энергоресурсов на предприятиях черной металлургии, разработке и обоснованию программы повышения эффективности их использования.

3. Выполнить работу по анализу динамики энергоемкости продукции на предприятиях ГМК.

Для проведения эффективной работы по энергосбережению и использованию ВЭР в отрасли необходимо организовать надежную и всеохватывающую систему контроля и учета расходования энергоресурсов и использования вторичных энергоресурсов. Программа энергосбережения должна включать проведение мониторинга выработки и использования ВЭР, научно-методическое обеспечение внедрения программы энергосбережения, создание базы данных проектов совместного осуществления.

Располагая уникальной базой данных о конкретных энергосберегающих технологиях отрасли и их современном уровне, специалисты УкрГНТЦ «Энергосталь» при участии отраслевых объединений, УкрГипромеца, Института черной металлургии НАН Украины и других головных научно-исследовательских и проектных институтов отрасли готовы возглавить работы по формированию Программы энергосбережения и экологического оздоровления для каждого предприятия отрасли и осуществить ее научно-техническое сопровождение; создать и поставить необходимую технику для ее реализации.

Поступила в редакцию 13.02.06