

1986 г. британское правительство объявило годом повышения эффективности использования энергии (более 1000 массовых мероприятий по экономии энергии, включая семинары и выставки).

Активные мероприятия по экономии энергии дали существенный экономический эффект. За 1970—1985 гг. энергоемкость валового национального продукта в основных странах капитализма снизилась на 26—36%.

В начале 80-х годов по сравнению с 1972 г. удельное потребление энергии в промышленности США, Японии и основных западноевропейских стран сократилось на 20—25%. Характерной чертой в стратегии частных фирм в этот период явилось значительное расширение прикладных и опытно-конструкторских работ по проблемам энергосбережения. В химической промышленности США расходы на разработку энергосберегающих методов производства возросли в 5 раз, а их доля в ассигнованиях на совершенствование технологии повысилась с 22 до 40%.

ПУТИ ЭКОНОМИИ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ КАПИТАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАН

Характер используемого сырья и топлива, огромные масштабы и технологические особенности металлургического производства обуславливают высокую ресурсоемкость черной металлургии. В настоящее время доля затрат на сырье и топливо в отгруженной продукции черной металлургии ведущих капиталистических стран составляет не менее 60%. По приблизительным расчетам, на 1 т стального проката расходуется в среднем около 7 т сырья, основных и вспомогательных материалов (железной и марганцевой руды, коксующихся и энергетических углей, металлолома, флюсов, ферросплавов, огнеупоров).

Динамика материалоемкости черной металлургии главных капиталистических стран имела неоднозначный характер (табл. 4) и определялась главным образом совместным влиянием трех основных факторов:

обострением проблем энерго-сырьевого обеспечения и усилением нестабильности мирового сырьевого рынка, что привело к усилению зависимости этих стран от импорта сырьевых материалов и топлива. За 1960—1985 гг. удельный вес привозной руды в черной металлургии ФРГ возрос с 39 до 99%, в Японии — с 53 до 99,5% при выраженной тенденции повышения цен на топливно-сырьевые ресурсы*;

* В США этот показатель увеличился с 28 до 43% (1980 г.), а затем упал до 27% в связи с депрессией и структурным кризисом в черной металлургии.

**Динамика материалоемкости черной металлургии
ведущих капиталистических стран***

(%)

Страна	Доля материальных затрат в стоимости отгруженной продукции				Индекс изменения (1970 г. — 100%)		
	1970 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.	1975 г.	1980 г.	1985 г.
США	53,1	59,0	59,1	61,0	111	111	115
Япония	71,1	74,5	71,0	70,2	105	100	99
ФРГ	63,8	64,3	63,2	62,2	101	99	97

* Рассчитано в текущих ценах по доле материальных затрат в отгруженной продукции.

постоянным повышением качества и расширением сортамента металлопродукции, вызванными растущими требованиями и расширением потребностей основных металлопотребляющих отраслей;

развитием научно-технических достижений, в том числе малоотходных и ресурсоэкономных технологий, и масштабами их использования в основных металлургических переделах.

Росту материалоемкости способствовали темпы роста производства и обновления наиболее материалоемких видов продукции (холоднокатаного листового проката, калиброванных профилей, проката с покрытиями и т. д.), по выпуску которых черная металлургия США значительно опережает своих конкурентов.

В Японии обострение вопросов энерго-сырьевого обеспечения черной металлургии стимулировало активную структурную перестройку в направлении совершенствования технологии, изыскания новых энерго- и материалоекономных процессов, усовершенствования способов переработки вторичного сырья, что в итоге обеспечило существенное снижение материалоемкости производства.

Среди направлений технического прогресса в черной металлургии преобладают оптимизация единичной мощности основных агрегатов, интенсификация технологических процессов на базе широкого использования автоматических систем, развитие непрерывных производств, углубление специализации и расширение концентрации производства, разработка новых видов продукции с повышенными эксплуатационными характеристиками. При этом качественное содержание этих направлений существенно изменилось. Во-первых, в последние годы заметно возросла роль факторов, определяющих снижение удельных затрат основных материальных ресурсов и рост эффективности их использования. Во-вторых, объективные закономерности современного этапа НТР способствуют постепенному переходу к более компактному ресурсоэкономному

металлургическому производству на базе специализированных предприятий оптимальной мощности и соответствующей технологической и организационно-управленческой структуры. Это выражается в неуклонном сокращении масштабов ресурсоемкого коксо-доменного передела, развитии гибких маневренных технологий (например, электродуговой плавки и внепечной обработки) и непрерывных процессов (непрерывная разливка, прокатка, термообработка), повышении роли компактных переделных предприятий оптимальной мощности (мини- и миди-заводов).

В черной металлургии воздействие технического прогресса на рост эффективности общественного производства проявляется в первую очередь в создании возможностей более экономного использования сырья и материалов на всех стадиях металлургического цикла, и прежде всего металла в виде различных полуфабрикатов (чугун, сталь, заготовки). При этом возможности снижения материалоемкости за счет повышения качества исходного железорудного сырья сегодня практически приблизились к своему пределу. Так, доля окускованных материалов в шихте доменных печей в США составляет около 98%, Японии — свыше 80%, ФРГ — около 86%. Содержание железа в концентрате, как правило, превышает 60%, дальнейшее повышение этого показателя связано с огромными затратами.

Важным сырьем для черной металлургии является скрап, доля которого в шихте сталеплавильного передела составила в 1985 г. в США 55%, Японии — 32%, ФРГ — 31%. В последние десятилетия изменения в технологической структуре основного капитала ведущих металлопотребляющих отраслей под влиянием технического прогресса способствовали накоплению амортизационного лома. В США ресурсы этого вторичного сырья ежегодно пополняются в размере почти 40% объема производства стали, что объясняется ускоренным ростом в составе металлофонда удельного веса новых видов машин и другой металлопродукции со сравнительно быстрым износом и малым сроком службы. Постоянному росту спроса на амортизационный лом способствует также снижение объемов оборотного лома (отходы металлургического производства) вследствие расширения доли непрерывного литья и проката обработки металлов давлением вместо обработки резанием и других малоотходных технологий. В 1965—1984 гг. потребление лома в США колебалось в пределах 55—90 млн. т.

Основная масса стального лома используется в электродуговой плавке — удельный расход лома более 1000 кг на 1 т стали, при кислородно-конвертерной плавке расходуется в среднем 200—300 кг/т.

Особенности технологической структуры и технический уровень производства отражаются на тенденции изменения средних относительных натуральных показателей, характеризующих переделные внутриотраслевые затраты (табл. 5).

Динамика передельных затрат некоторых видов сырья и материалов в черной металлургии ведущих капиталистических стран [12]

Передельные затраты, кг/т (в среднем)	США			Япония			ФРГ		
	1970 г.	1980 г.	1984 г.	1970 г.	1980 г.	1985 г.	1970 г.	1980 г.	1984 г.
Кокса на 1 т чугуна	633	570	528	478	449	434	558	515	531
Железорудных материалов на 1 т чугуна	1575	1538	1510	1579	1617	1617	1610	1575	1384
Чугуна на 1 т стали	615	586	552	720	760	735	673	722	799
Стали на 1 т проката	1355	1285	1281	1227	1094	1056	1250	1171	1132
Скрапа на 1 т стали	471	558	560	373	325	348	413	358	360

За последние два десятилетия во всех ведущих капиталистических странах повысился выход готового прокатного полуфабриката из каждой тонны стали. Главными направлениями снижения металлоемкости металлургического производства являются совершенствование технологической структуры сталеплавильного передела за счет повышения доли электродуговой плавки и кислородно-конвертерного процесса, обеспечивающих прирост выхода годного на 2—3% больше, чем мартеновская плавка, а также внедрение малоотходных технологий, прежде всего непрерывного литья заготовок, обеспечивающего экономию металла не менее 15% по сравнению с разливкой стали в изложницы. Так, высокая эффективность производства черных металлов в Японии в первую очередь объясняется сравнительно большой долей прогрессивных сталеплавильных процессов (уже к концу 70-х годов в стране полностью прекращено производство мартеновской стали, вся сталь выплавляется только в электропечах и кислородных конвертерах) и особенно широким использованием непрерывного литья заготовок (табл. 6).

Углубление тенденции ресурсосбережения во всех сферах экономики развитых капиталистических стран во второй половине 70-х годов способствовало переходу от преимущественного наращивания абсолютных объемов производства металлопродукции к повышению ее потребительской эффективности путем совершенствования структуры сортамента и повышения качественных характеристик. Для черной металлургии это направление является в настоящий момент важнейшим фактором интенсификации производства. Черная металлургия сегодня является не просто постав-

щиком основного конструкционного материала, но практически превратилась в отрасль, выполняющую значительную и растущую часть процессов формообразования и повышения физико-механических свойств металла для улучшения его потребительских качеств.

Таблица 6

Структура выплавки стали и доля непрерывного литья
в главных капиталистических странах

(%)

Сталь	США			Япония			ФРГ		
	1970 г.	1980 г.	1985 г.	1970 г.	1980 г.	1985 г.	1970 г.	1980 г.	1985 г.
Кислородно-конвертерная	48,2	60,4	59,4	79,1	75,5	71,0	55,8	78,4	81,5
Электросталь	15,5	27,9	33,2	16,8	24,5	29,0	9,9	14,9	18,5
Мартеновская	36,5	11,7	7,4	4,1	—	—	34,3*	6,7	—
Непрерывное литье заготовок**	3,8	20,3	43,6	6,7	59,5	91,1	8,3	46,0	79,5

* Вместе с томасовской.

** Доля всей выплавленной стали.

Этот процесс обычно ведет к росту материалоемкости металлопродукции, так как повышение в сортаменте доли листового (в том числе холоднокатаного) проката, фасонных и калиброванных профилей продукции с различными покрытиями, увеличение удельного веса легированного металла способствуют повышению сквозного расходного коэффициента стальных слитков на 1 т годной продукции.

Однако повышение качества металлопродукции способствует росту эффективности ее использования в металлопотребляющих отраслях и тем самым обеспечивает снижение показателя шаронохозяйственной материалоемкости. Поэтому важнейшими требованиями потребителей являются максимальное приближение металлопродукции (полуфабриката) по форме, размерам, свойствам к конечному изделию, оптимизация структуры металлопотребления за счет сокращения доли материалоемкого литья, увеличения доли продукции, экономичной и удобной для транспортирования и обработки (рулоны ленты, бухты проволоки и труб и т. д.).

Этой же цели способствует создание в системе металлообеспечения центров обслуживания, которые в значительной степени сглаживают противоречия между требованиями крупного современного металлургического производства и расширяющейся номенклатурой и рассредоточенностью потребителей. Так, в США

удельный вес этих центров в общих поставках стального проката увеличился с 15% во второй половине 50-х годов до 28% в начале 80-х годов, в Великобритании — с 13% до 41,5%. В США через центры обслуживания реализуется около 20% отгруженной продукции отрасли, при этом около 70% металла подвергается различной предварительной обработке в соответствии с требованиями заказчика (раскрой, резка, формовка и т. д.). Экономия металла за счет более полного удовлетворения потребностей заказчиков оценивается на уровне не ниже 5%.

В ведущих капиталистических странах организация системы металлообеспечения стимулирует поставку металлопродукции не по массе, а по квадратным и погонным метрам. Эта система способствует экономии металла за счет повышения точности геометрических размеров, сокращения допускаемых отклонений производства и поставок металлопродукции в поле минусовых допусков.

В числе главных факторов, характеризующих повышение качества металлопродукции, следует выделить сужение диапазона колебаний характеристик как по химическому составу и механическим свойствам, так и по геометрическим размерам; снижение загрязнений металла вредными примесями; направленное регулирование макро- и микроструктуры металла; повышение прочностных характеристик, в том числе при повышенных температурах; улучшение пластических свойств, в том числе при минусовых температурах; улучшение технологических свойств (в первую очередь свариваемости и штампуемости).

Так, использование усовершенствований в прокатном переделе позволило в последние два десятилетия снизить допускаемые отклонения по толщине стального листа в 2—2,5 раза, отклонения по диаметру катанки в 4 раза. Растущее применение высокопрочных низколегированных сталей в автомобильной промышленности США в 1974—1985 гг. явилось одним из главных факторов снижения средней массы легкового автомобиля с 2 до 1,4 т, что позволило, в свою очередь, примерно вдвое сократить средний расход горючего на 100 км пробега. Повышение предела прочности сталей для труб в 1,5 раза позволило сократить удельный расход в строительстве магистральных газопроводов на треть, повысив при этом пропускную способность за счет увеличения диаметра труб.

Важнейшим показателем сортаментной структуры металлопродукции является доля плоского проката, в первую очередь тонкого листа и полосы. При значительных колебаниях абсолютных объемов производства проката за 1960—1985 гг. удельный вес листового проката в США стабилизировался на уровне 65%, в Японии — 52—57%, во Франции и ФРГ возрос с 40—45 до 56—58%, в Италии — с 35 до 44%. Доля тонкого листа в общем производстве листового проката составляет в США около 60%, Японии — 44%, ФРГ — около 38%, Франции — около 46%, Италии — 27%. Высокие объемы производства и потребления листовых полуфабрикатов отражают долговременную тенденцию снижения металло-

емкости элементов машин и конструкций на базе широкого использования штамповки, сварки, гнутых профилей, сварных труб и т. д.

Эту тенденцию отражает и развитие производства продукции с различными покрытиями, выпуск которой в США составляет сегодня около 12% всего объема проката, в Японии — около 9%. Особенно быстро растет производство тонкого рулонного проката с неметаллическими покрытиями. За последние 10 лет выпуск этой продукции в США и странах Западной Европы увеличился в 2,5 раза.

По расчетам*, средние коэффициенты эквивалентности, характеризующие относительную экономию металла в сфере его потребления за счет повышения качества металлопродукции, составляют (т/т):

термоупрочненный прокат	1,3
низколегированная сталь	1,220
профили высокой точности	1,667
гнутые профили	1,330
холоднокатаный лист	1,250
листовая сталь в рулонах	1,050
шарикоподшипниковая сталь элект- рошлакового переплава	2,000

Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов и электроэнергии является одним из главных направлений научно-технического прогресса и важнейшей предпосылкой снижения ресурсоемкости черной металлургии. Значение и сложность проблемы обуславливаются в первую очередь огромными масштабами потребления топлива и энергии в металлургическом производстве, а также многообразной структурой топливно-энергетического баланса отрасли вследствие разнообразия технологических процессов и их тесной циклической взаимосвязи между собой. Так, удельный вес черной металлургии в общемировом энергопотреблении составляет в среднем около 7,8%. На долю черной металлургии в энергопотреблении всего хозяйства в настоящее время приходится около 4,5% в США, около 10% в ФРГ, 7—8% в Великобритании, Франции, Италии, около 15% в Японии. На современном заводе с полным металлургическим циклом в качестве топлива, кроме энергетического угля, природного газа и мазута, получаемых со стороны, используются кокс, коксовый газ, коксовые отходы, каменноугольная смола, являющиеся продуктами переработки первичного топлива — коксующегося угля, а также доменный газ и другие вторичные энергоресурсы.

* Долгосрочные перспективы потребления стали до 1985 г. и прогноз на 1990 г., тенденции производства и торговли в прошлом. ЕЭК ООН, ЕСЕ /STEEL/ 9. 1976.

При этом в металлургии ясно выражены обе стороны использования топливно-энергетических ресурсов: во-первых, для создания соответствующих условий энергообмена и обеспечения химико-термических параметров процесса, во-вторых, для непосредственного энергопривода оборудования.

КПИ энергии в черной металлургии не превышает 30—45%. Даже в Японии, где достигнут довольно высокий уровень ресурсосбережения в производстве черных металлов, этот показатель составляет 44%, при этом 39% первичной энергии теряются непосредственно при производстве чугуна и стали, 17% — в прокатном и других переделах.

Комплексное внедрение различных научно-технических и организационных мероприятий позволило снизить в 1960—1985 гг. средние удельные энергозатраты на производство 1 т стали в США с 0,8 до 0,7 т (условного топлива), в Японии с 0,67 до 0,51 т, в ФРГ с 0,79 до 0,61 т*.

Рост цен на энергоносители в период 70-х годов явился основным фактором, вызвавшим изменение структуры их потребления, прежде всего за счет жидкого топлива, доля которого в общем энергобалансе черной металлургии США за 1970—1983 гг. снизилась с 8,5 до 7,1%, в ФРГ с 16,5 до 10,2%, Японии с 23,8 до 14,5%.

На современном металлургическом заводе полного цикла на подготовку сырьевых материалов и коксодоменный передел обычно приходится 70—80% общего энергопотребления. В производстве агломерата наряду с увеличением производительности агломерационных машин (полезная площадь которых сегодня достигла в Японии 600 м², Бельгии, Франции, Италии — 480—520 м²) важной проблемой является подготовка шихты к спеканию. Снижение колебаний содержания железа в агломерате способствует снижению удельного расхода кокса и повышению производительности доменных печей. Добавки извести вместо известняка, а также конвертерного шлака позволяют экономить твердое топливо и повышают прочность агломерата. Эффективными являются меры по сокращению потерь тепла, которые при агломерации достигают 35%, за счет использования для подогрева шихты вторичного тепла горячих нейтральных газов, доменного газа, продуктов сжигания нефти и т. д. Удельный расход топлива снижается также при раздельном окомковании с использованием отходов доменного производства, пиритных огарков, конвертерного

* Этот показатель отражает кумулятивную энергоемкость производства в черной металлургии, несмотря на его относительность из-за существенных различий в разных странах в структуре потребляемого сырья (в частности, доли скрапа в производстве стали), технологической структуры переделов (например, доли электроплавки и непрерывного литья), различий в сортаменте готовой металлопродукции и ее качественных характеристиках. Например, кумулятивная энергоемкость различных видов проката в Японии по всей технологической цепочке от подготовки руды до готового деформированного полуфабриката составляет от 0,68 т/т для переделовой заготовки до 1,23 для белой жести.

шлака, колошниковой пыли. До 20% твердого топлива можно сэкономить за счет замены кокса другими видами топлива — торфом, бурым углем, антрацитом и т. д.

В ряде стран (США, Швеция, Канада) значительную долю доменной шихты составляют окатыши, заменяющие агломерат. Производство этих материалов менее энергоемко, чем производство агломерата (примерно на 13 кг/т), кроме того, использование окатышей повышает эффективность выплавки чугуна за счет экономии кокса, снижения выноса пыли, форсирования процесса плавки.

Основным энергосберегающим направлением в коксохимическом производстве является широкое использование способа сухого тушения кокса, позволяющего увеличить прочность кокса, повысить равномерность его состава, что обеспечивает в результате снижение расхода кокса на тонну чугуна на 3—5%*. Кроме того, применение этого способа позволяет использовать 25% подводимой для коксования энергии. В Японии в настоящее время этот способ используется для производства около 35% кокса.

Внедрение таких процессов, как избирательное дробление шихты, брикетирование шихты, производство формованного кокса и полукочка из слабоспекающихся углей, хотя и не ведет к прямой экономии топлива, но позволяет заменять дефицитные марки коксующегося угля недефицитными.

Важнейшим показателем энергосбережения в доменном процессе является снижение удельного расхода кокса, учитывая высокую стоимость и дефицитность этого вида топлива вследствие ограниченности запасов коксующегося угля.

Основным фактором экономии кокса является улучшение качества шихты за счет снижения содержания мелочи в атмосфере, повышения содержания железа, доли окатышей. Так, доменные печи Японии работают на железорудной шихте с содержанием фракции менее 5 мм 2—3%, что способствует повышению эффективности плавки. На заводе компании «Кобе сейкосе» в г. Какогава в доменной плавке используются офлюсованные окатыши с добавкой доломита, что позволяет снизить расход условного топлива до 477 кг на 1 т чугуна.

Важную роль играют повышение температуры доменного дутья, повышение давления газа на колошнике и применение осушенного дутья. Применяемые в настоящее время высокотемпературные воздухонагреватели в Японии обеспечивают температуру дутья более 1300°C. Все доменные печи Японии объемом 3000 м³ и выше работают с избыточным давлением газа на колошнике 0,2—0,3 МПа, 34 доменные печи оборудованы бескомпрессорными утилизационными турбинами, суммарная мощность которых достигла в 1984 г. 350 тыс. кВт.

* Способ сухого тушения кокса разработан в СССР институтом Гипрококс.

Экономии кокса обеспечивает также вдувание в горн доменной печи различных видов топлива, прежде всего угольной пыли. Например, на заводе в г. Эшленде (компания «Агтсо», США) за счет вдувания угольной пыли удалось сэкономить от 13 до 28% кокса (в зависимости от объема доменной печи). Еще более высокую экономию кокса (до 50%) можно получить при вдувании в горн горячих восстановительных газов, хотя при этом требуются дополнительные энергозатраты на их нагрев.

Оценка различных возможностей энергосбережения в подготовке шихты и производстве чугуна дана в табл. 7.

В сталеплавильном производстве наиболее топливоеким является мартеновский процесс, удельный вес которого сегодня в большинстве развитых капиталистических стран непрерывно сокращается. Поэтому важнейшими факторами энергоемкости сталеплавильного передела является соотношение наиболее прогрессивных процессов электродуговой и кислородно-конвертерной плавки и, следовательно, соотношение основных видов сырья — скрапа и жидкого чугуна. По данным Агентства по охране окружающей среды США, для получения 1 т проката на базе использования стального скрапа необходимо 0,24 т топлива (условного), а на базе использования железной руды — 0,92 т. Дополнительным резервом снижения энергозатрат в электроплавке является использование тепла отходящих газов для подогрева скрапа, загружаемого в печь, до 200—350°C, что позволяет экономить 40—55 кВт·ч/т стали.

Сравнительная энергоемкость основных сталеплавильных процессов приведена в табл. 8.

В главных капиталистических странах широкое развитие получили различные процессы внепечной обработки жидкой стали, позволяющие использовать электропечь главным образом для расплавления шихты и первичных стадий процесса с переносом последующих этапов доводки и рафинирования металла в специальные ковшовые агрегаты. В настоящее время в капиталистическом мире эксплуатируется около 500 установок для внепечного вакуумирования, в которых обрабатывается более 10% всей выплавляемой стали, в том числе 160—170 агрегатов типа ковшепечь, около 80 конвертеров аргоно-кислородного рафинирования.

Крупнейшими мощностями по внепечной обработке стали располагает Япония, где в 1985 г. было переработано около 55 млн. т стали. В США объем внепечной обработки составляет около 15 млн. т стали в год, в Швеции внепечной обработке подвергается практически вся выплавляемая в стране сталь — около 4,8 млн. т.

На долю прокатного передела в настоящее время приходится около 20% всех энергозатрат металлургического завода с полным циклом, в том числе около 60% на нагрев и 40% на деформацию металла. Даже использование нагревательных устройств самых совершенных конструкций с рекуперацией вто-

**Оценка потенциальных возможностей энергосбережения
в подготовке железорудных материалов и производстве чугуна [14]**

Основные энергосберегающие процессы и оборудование	Потенциальная экономия
Подготовка железорудной шихты	
Ввод извести в аглошихту взамен известняка (на 10 кг известняка)	1 кг (условного топлива)/т агломерата
Использование тепла агломерата для нагрева воздуха или прямое использование горячего воздуха, отходящего от агломерата	до 30% газообразного и 10% твердого топлива
Внедрение АСУ в процессы агломерации	5—10% общего потребления
Ввод в действие машин с повышенной площадью спекания окатышей	8—10% топлива 7—10% электроэнергии
Интенсификация процессов сушки и обжига (использование комбинированного способа об- жига окатышей со сжиганием газа, применение эффективных горелок и высокотемпературного воздуха)	10—15% общего потребления
Рециркуляция газов зоны охлаждения для суш- ки	15—20% общего потребления
Доменное производство (экономия кокса на 1 т чугуна)	
Увеличение содержания железа в шихте на 1%	1,5%
Снижение доли мелочи (до 5 мм) в агломера- ционной шихте на 1%	0,5%
Увеличение доли окускованных материалов в железорудной части шихты на 1%	0,25%
Повышение температуры дутья на 10°C	0,2%
Снижение влажности дутья на 10 г/м ³	2%
Повышение давления газа на колошнике на 0,01 МПа	0,3%
Частичная замена кокса другими энергоносите- лями:	
природный газ на 10 м ³ /т	1,8%
мазут на 10 кг/т	10 кг
угольная пыль на 10 кг/т	6 кг
Внедрение АСУ в доменное производство	2—5%

ричной энергии не позволяет повысить коэффициент полезного использования топлива более чем до 40%.

Таблица 8

Сравнительная энергоемкость основных сталеплавильных процессов [10]

(т условного топлива на 1 т стали)

Показатели	Основные процессы					
	кислородно-конвертерный			электродуговая плавка		мартеповский
	с продувкой		с дожиганием СО и подогревом скрапа	на скрапе	на металлизированных окатышах	
	сверху	снизу				
Энергоемкость- всего	0,500	0,500	0,480	0,417	0,569	
Использованные вторичн. энергоресурсы	0,017	0,046	0,010	0,015	0,015	0,005
Итого: в %	0,483 100	0,454 96	0,470 97	0,402 83	0,554 115	0,537 111

Наиболее существенным резервом сокращения энергоемкости является широкое внедрение непрерывного литья заготовок. Этот процесс позволяет исключить прокатку на обжимных станах (при которой образуется около 2/3 всех отходов и потерь металла в прокатном производстве) и обеспечить тем самым экономию энергоресурсов, а также получить 10—15% дополнительного проката из того же количества сырья. Экономия топлива (условного) при этом составляет до 25 кг на 1 т металла без учета сокращения потерь металла. Экономии энергоресурсов способствуют совершенствование конструкции нагревательных колодцев, внедрение высокотемпературного подогрева воздуха и коксо-доменного газа, повышение теплосодержания слитков при посадке в колодцы, в том числе посадка слитков с жидкой сердцевиной, внедрение АСУ процессами нагрева.

Перспективным является использование тепла непрерывнолитых заготовок непосредственно для горячей деформации металла без дополнительного подогрева (прямая «транзитная» прокатка и прокатка с «горячим посадом»). По сравнению с обычным способом (непрерывное литье — охлаждение заготовок — нагрев — прокатка) при использовании «горячего посада» (т.е. с промежуточным подогревом заготовок перед прокаткой) удельный расход энергии снижается на 30%, а при использовании прямой прокатки — почти на 80%. При этом длительность производственного цикла от выплавки до готовой продукции сокращается соответ-

венно в 6 и 15 раз. В Японии в 1984 г. на интегрированных заводах методом прямой прокатки получено 2--3% горячего проката, а доля прокатки с «горячим посадом» составила 40--50%.

Оценка потенциальных возможностей энергосбережения в прокатном переделе представлена в табл. 9.

Таблица 9

Оценка потенциальных возможностей энергосбережения
в прокатном переделе [14]
(кг условного топлива на 1 т проката)

Основные энергосберегающие процессы и оборудование	Потенциальная экономия
Внедрение непрерывного литья заготовок	20--25
Высокотемпературный подогрев воздуха (на каждые 100°C роста температуры)	4--5
Организация транзита (прямая прокатка) и «горячего посада» непрерывнолитых слябов	до 40
Посад в нагревательные колодцы слитков с незатвердевшей сердцевиной в размере 10% от объема производств	3,0
«Горячий посад» металла в нагревательные печи листовых станов от слябинга	10,0
Использование оптимальных режимов нагрева и термической обработки металла с помощью АСУ	10--12

Снижение материалоемкости металлургического производства сохранит свое значение и в перспективе в качестве одного из важнейших направлений повышения экономической эффективности развития отрасли. Среди главных технологических факторов, определяющих снижение этого показателя, следует назвать расширение использования непрерывных процессов и малоотходных технологий, прежде всего непрерывного литья и прокатки; широкое внедрение прямой прокатки непрерывнолитых заготовок без промежуточного нагрева; расширение использования внепечной обработки стали; повышение степени использования вторичного тепла; широкое внедрение АСУ на всех металлургических переделах.

В более отдаленной перспективе существенную роль в снижении материалоемкости производства черных металлов могут сыграть развитие сталеплавильных агрегатов непрерывного действия, установок совмещения непрерывного литья и прокатки в единой технологической линии, а также практическое использование атомных энергетических установок, особенно в процессах прямого восстановления железных руд.