

№ 1992

В.П. Лузгин
К.Л. Косырев
О.А. Комолова

Теория и технология металлургии стали

Энергетика, технология и экология
сталеплавильных процессов

Учебно-методическое пособие

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

№ 1992

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Кафедра металлургии стали и ферросплавов

В.П. Лузгин

К.Л. Косырев

О.А. Комолова

Теория и технология металлургии стали

Энергетика, технология и экология
сталеплавильных процессов

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано редакционно-издательским
советом университета

УДК 662.18
Л82

Рецензент
д-р техн. наук, проф. *Г.В. Серов*

Лузгин В.П., Косырев К.Л., Комолова О.А.

Л82 Теория и технология металлургии стали: Энергетика, технология и экология сталеплавильных процессов: Учеб.-метод. пособие. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2010. – 67 с.

ISBN 978-5-87623-319-6

Рассмотрена энергоемкость предприятий черной металлургии, описана структура энергоемкости получения чугуна и стали, приведены расчеты энергетических параметров сталеплавильных процессов, а также первичных и произведенных энергоносителей. Выполнены расчеты материального и теплового балансов процессов. Даны примеры типовых задач.

Предназначено для студентов направления 150100 «Металлургия» профиля 150101 «Металлургия черных металлов».

УДК 662.18

ISBN 978-5-87623-319-6

© Лузгин В.П., Косырев К.Л.,
Комолова О.А., 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Энергетика металлургических процессов и проблема устойчивого развития	8
1.1. Энергоемкость предприятий черной металлургии	9
1.2. Структура энергоемкости производства чугуна и стали	11
1.3. Энергетические параметры сталеплавильных процессов	15
1.3.1. Первичные и произведенные энергоносители	15
1.3.2. Выбросы диоксида углерода в атмосферу	27
1.4. Проблема устойчивого развития	30
2. Расчет материального и теплового балансов процесса	33
2.1. Сравнение процессов выплавки стали на интегрированных и мини-заводах	33
2.2. Выплавка стали в кислородном конвертере	35
2.2.1. Краткая характеристика технологии конвертерного производства стали	39
2.2.2. Материальный баланс конвертерной плавки	39
2.2.3. Тепловой баланс конвертерной плавки	45
2.3. Выплавка стали в дуговой электросталеплавильной печи	50
2.3.1. Материальный баланс выплавки стали в электросталеплавильной печи	50
2.3.2. Тепловой баланс выплавки стали в электросталеплавильной печи	57
Примеры типовых задач	61
Библиографический список	64
Приложение	65

ВВЕДЕНИЕ

Черная металлургия является одной из наиболее материало- и энергоемких отраслей народного хозяйства. Постоянный рост цен и истощение запасов материалов и энергетических ресурсов негативно влияют на технико-экономические показатели промышленных объектов, в результате чего с особой остротой на повестку дня выносятся вопросы материало- и энергосбережения.

Энергетическая составляющая металлургических процессов оказывает определяющее влияние на экологию – техногенное воздействие объекта на окружающую среду. Описан метод расчета энергоемкости продукции металлургических процессов по суммарной энергоемкости. Предложен метод расчета эквивалентного содержания углерода в процессе и количества выбросов диоксида углерода.

Рассмотрена проблема устойчивого развития промышленного объекта в окружающей среде на основе анализа трех основных показателей процесса: энергетика, экология и экономика.

Рассчитаны сквозные энергетические КПД сталеплавильных процессов по соотношению полезной (энтальпии стали и шлака) и затраченной (энергоемкости процесса) теплоты.

Проанализированы основные виды энергоносителей в сталеплавильных процессах: первичные (природные топлива) и произведенные (электрическая энергия, кислород, сжатый воздух, перегретый пар, инертные газы и др.).

Приведена методика расчета энергетической, экологической и экономической эффективности применения различных альтернативных энергоносителей в условиях ДСП.

Представлен расчет материального и теплового балансов кислородно-конвертерного способа производства стали, выполненный с участием проф. [А.Ф. Вишкарева]. В заключительном разделе приведен сравнительный анализ кислородно-конвертерного и электросталеплавильного способов производств, проанализированы особенности тепловых балансов современных ДСП, работающих с применением альтернативных энергоносителей. Приведены примеры типовых задач.

Материал пособия разработан в соответствии с современными представлениями об основных технико-экономических и экологических аспектах процессов производства стали.

Пособие предназначено для студентов специальности 150100 по курсу «Металлургия стали», а также по курсам «Технико-экономические и экологические аспекты производства стали», «Технико-экономические и экологические аспекты электрометаллургии стали» и для подготовки магистров по направлению 150100 «Металлургия».

Состояние черной металлургии России и мира

В настоящее время в мировой черной металлургии действуют две основные схемы производства стали:

1) интегрированные заводы (полного металлургического цикла) с получением кокса, агломерата, жидкого передельного чугуна в доменных печах, с кислородно-конвертерным способом производства стали, внепечной обработкой и разливкой стали на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Окончательной операцией является производство листовой горяче- и холоднокатаной продукции на листовых станах. Капитальные затраты на строительство завода оцениваются примерно в 1000 долл/т продукции, производительность определяется производительностью прокатного оборудования и составляет от 6 млн т/год;

2) мини-заводы, получившие первоначальное развитие для производства сортового проката (длинномерная продукция). Выплавка стали осуществляется в сверхмощных дуговых электропечах (ДСП), с разливкой металла на сортовых МНЛЗ и последующей прокаткой на сортовых станах. Капитальные вложения в строительство составляют от 400 долл/т продукции при работе ДСП на ломе и возрастают до 900 долл/т при работе на восстановленном материале (окатыши, восстановленные брикеты). Мини-заводы более гибко реагируют на запросы рынка и обладают большей мобильностью при выпуске разнообразной продукции. Срок окупаемости капитальных вложений обычно не превышает трех лет. В настоящее время строятся мини-заводы, производящие как сортовой прокат, так и листовую продукцию.

Новым направлением развития является строительство мини-заводов с совмещением процессов разливки и прокатки металла на литейно-прокатных модулях.

В 2006 г. в России выплавка стали составляла около 70 млн т; при этом проката было произведено 58 млн т, в том числе листового – 24,4 млн т/год (42 %), сортового – 33,6 млн т/год (58 %). Расход стальной заготовки на 1 т проката достигал 1200 кг/т. В странах ЕС этот показатель составлял 1100 кг/т, в Японии – 1070 кг/т прокатной продукции. Внутреннее потребление проката в России составило 26 млн т, прокат на экспорт – 32 млн т (56 %). Расход металлошихты на 1 т стали на различных заводах изменялся от 1150 до 1300 кг/т стали. Расход чугуна составлял 730 кг/т. В мире этот показатель был равен 690, в США – 560, в странах ЕС – 640 кг/т стали.