

следует отметить необходимость уточнения справочных данных значений коэффициентов и эквивалентных длин местных сопротивлений, так как появляется новое оборудование, и меняются технологии.

Список использованных источников

1. Магдеев В. Ш. Источники и системы теплоснабжения. М. : ИД «ЭНЕРГИЯ», 2013. 272 с.
2. Ионин А. А. Теплоснабжение / А. А. Ионин, Б. М. Хлыбов, В. Н. Братенков [и др.] М. : Стройиздат. 1982. 336 с. Репринт. М. : ЭКОЛИТ, 2011. 336 с.
3. СНиП 2.04.07.86* Тепловые сети. М.: ГУП ЦПП. 1994. 48 с.
4. Самарин О. Д. Расчёт потерь давления в трубопроводах тепловых сетей // СОК. № 4. 2014. С. 56-58.
5. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. Под ред. М. О. Шейнберга. 3-е изд. М. : Машиностроение. 1992. 672 с.

УДК 620.98

Матвеев С. В., Картавец С. В.
Магнитогорский государственный технический университет
matveev_s_v@inbox.ru

ОЦЕНКА НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОТЫ РАЗЛИВАЕМОЙ СТАЛИ В ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Аннотация. В данной работе проведена оценка направлений использования теплоты разливаемой стали в виде плавного лома или электроэнергии, направляемой в электросталеплавильный процесс для снижения потребления электроэнергии. По результатам выполненных оценок использование теплоты разливаемой стали для генерации электроэнергии может позволить получить большой энергосберегающий эффект.

По сообщению всемирной ассоциации стали (WorldSteelAssociation) в 2014 году было выплавлено порядка 1,612 млрд. тонн стали [1].

После кризисных явлений 2009 года сохраняется устойчивая тенденция к увеличению объемов производства данного вида продукта (рис. 1).

При этом около 30 % всей этой стали производится в электросталеплавильном процессе (ЭСПП). Основным агрегатом для производства стали в ЭСПП является дуговая сталеплавильная печь (ДСП). Так для выплавки 1 т стали на чистом ломе теоретически необходимо 1400 МДж тепловой энергии или 389 кВт·ч электроэнергии. Однако реальное потребление превосходит теоретическое почти в 2 раза и достигает 700 кВт·ч [2].

Вся потребляемая ДСП электроэнергия поступает из сетей предприятия от источников собственной генерации (ТЭЦ, ПВС и т.п.), либо из сетей внешних источников (ГРЭС, ТЭС), часто удаленных от объекта потребления. При этом внешняя электроэнергия, поступающая в ЭСПП, согласно тарифам превышает собственную примерно в два раза из-за потерь в электросетях при транспорте от

9,3 до 13,3 % [3], тем самым значительно увеличивая стоимость выплавки стали в ЭСПП.

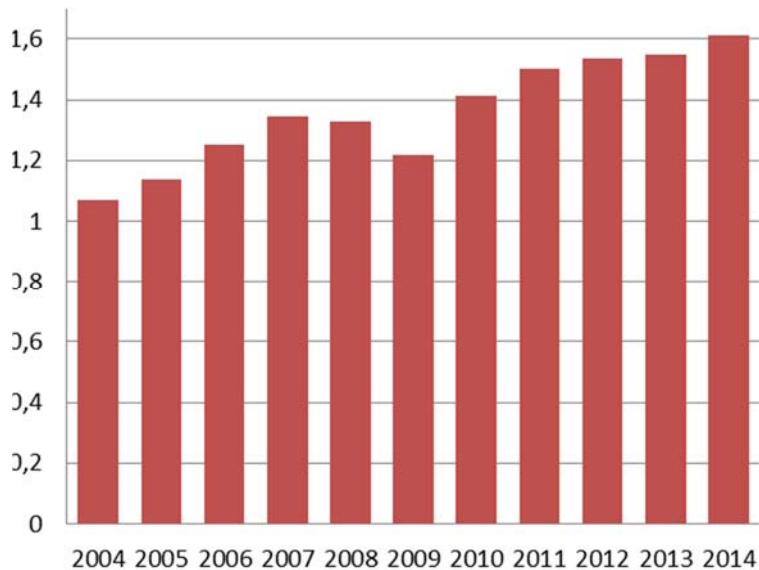


Рис. 1. Мировое производство стали в млрд. т

Потребляемая электроэнергия, превращаясь в теплоту на дуге, уносится в количестве около 58 % [4] из печи в виде теплоты готового полупродукта (жидкой стали).

В работах [5, 6] были предприняты попытки снижения потребления электроэнергии в ЭСПП путем использования теплоты разливаемой стали: для плавления металлического лома и генерации электроэнергии. При этом не проводилось элементарных оценок этих направлений, что явилось задачей данной работы.

В основе этих попыток экономии электроэнергии в ЭСПП лежит способ разливки стали (рис. 2) на теплоноситель с металлической связью (жидкометаллический-ЖМТ) [7].

В основе этих попыток экономии электроэнергии в ЭСПП лежит способ разливки стали (рис. 2) на теплоноситель с металлической связью (жидкометаллический-ЖМТ) [7].

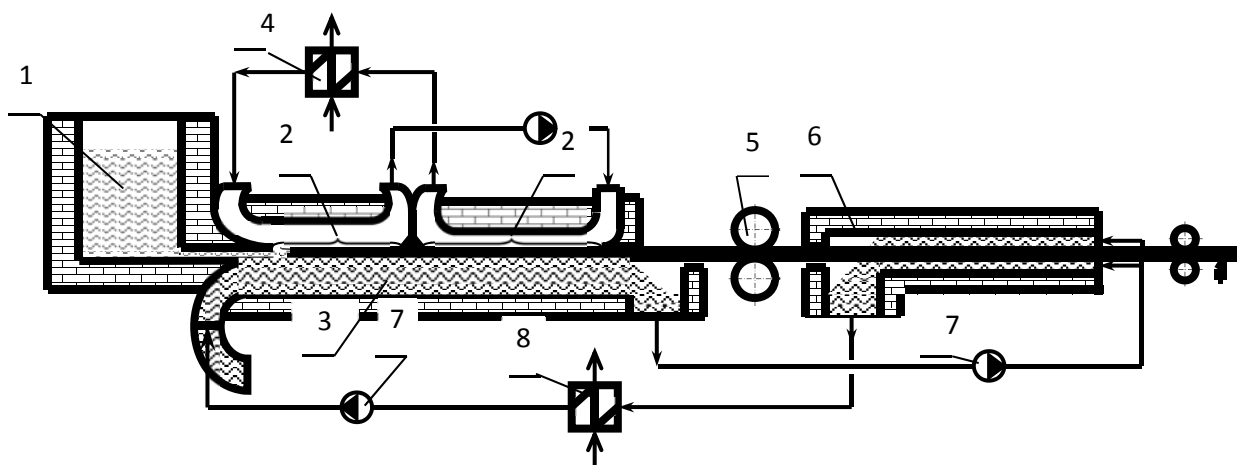


Рис. 2. Способ разливки стали на ЖМТ

1 - жидкая сталь; 2 - верхний теплоноситель; 3 - нижний теплоноситель; 4 - теплообменник верхнего теплоносителя; 5 - прокатная клет; 6 - зона охлаждения металла после прокатки; 7 - циркуляционные насосы нижнего теплоносителя; 8 - теплообменник нижнего теплоносителя

В зависимости от взаимного движения теплоносителя и стали, возможно, получать различные температурные потенциалы нагретого теплоносителя:

- при прямотоке 200 °С;
- при противотоке 1593 °С;
- в смешанном принципе 1500 °С.

Так в работе [5] указывается, что в термодинамически идеальной системе, при противоточной схеме организации теплоотвода от стали теплоносителем,

можно расплавить и перегреть теплоносителем 0,163 т металлического лома, который в свою очередь может быть направлен в ДСП.

При этом использование жидкой стали в ДСП связано, прежде всего, с выравниванием ее металлургических свойств. При этом снижается расход электроэнергии на плавку по сообщению [5] на 64 кВт·ч/т, что позволяет экономить $(64/700) \cdot 100 = 9\%$ электроэнергии от начального потребления (700 кВт·ч/т).

В работе [6] рассматривалось направление по использованию теплоты разливаемой стали для генерации электроэнергии. Так при смешанном или противоточном принципе теплообмена между сталью и теплоносителем, организованном в температурной области, обоснованной современным состоянием энергетического оборудования для генерации электроэнергии (парогенераторы, турбины, насосы, трубопроводы и т.д.) 600 °С при КПД паротурбинного цикла 40 % можно сгенерировать около 140 кВт·ч электроэнергии. Полученную электроэнергию можно направить в ДСП, как источник частичного замещения общего потребления. Итак, $(140/700) \cdot 100 = 20\%$ электроэнергии при таком замещении возможно сэкономить.

Из приблизительных оценок можно отметить, что экономия от генерации электроэнергии на теплоте жидкой стали превышает экономию от замещения электроэнергии плавным ломом в 2,22 раза или на 45 %.

Однако, учитывая экономическую сторону вопроса, при стоимости внешней потребляемой электроэнергии в 1,5 раза превышающей собственную [3] экономия значительно снижается (в 1,5 раза) или разница между этими направлениями снижается с 45 % до 35 % (таблица).

Энергопотребление ДСП

Потребление ДСП, кВт·ч/т стали	700	100 %
Экономия за счет плавного лома, кВт·ч/т стали	64	9 %
Экономия э/э за счет генерации э/э на теплоте разливаемой стали, кВт·ч/т стали	140	20 %
Экономическая составляющая за счет плавного	64·1,5х	13 %
Экономическая составляющая за счет генерации э/э на теплоте разливаемой стали	140х	20 %

Где х-стоимость электроэнергии собственной генерации.

Данные результаты свидетельствуют, что для экономии электроэнергии в ЭСПП использование теплоты разливаемой стали для генерации электроэнергии может дать большой энергетический и экономический эффект.

Список использованных источников

1. Ассоциация стали [Электронный ресурс]. URL: <http://www.worldsteel.org/media-centre/press-releases/2014/World-crude-steel-output-increases-by-3-5--in-2013.html> (дата обращения 01.10.2015).
2. Картавцев С. В. Интенсивное энергосбережение и технический прогресс черной металлургии: монография. Магнитогорск : ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. 311 с.
3. Энергосбережение и управление энергопотреблением в металлургическом производстве / Г. В. Никифоров, В. К. Олейников, Б. И. Заславец. М. : Энергоатомиздат, 2003. 480 с.
4. Гудим Ю. А., Зинуров И. Ю., Киселев А. Д. Существует ли реальная альтернатива лому в электросталеплавильном производстве // Электрометаллургия. 2008. № 5. С. 27-30.
5. Платонов И. В., Картавцев С. В. Возможности интенсивного энергосбережения в электросталеплавильном процессе // Электрометаллургия. 2013. № 8. С. 42-45.

6. Матвеев С. В., Аловадинова Х. Н., Картавец С. В., Петракович М. А. Теплота жидкой стали – источник электроэнергии для дуговых сталеплавильных печей // Энергосберегающие технологии в промышленности. Печные агрегаты. Экология : сб. научных трудов: седьмой междунар. научно практической конференции с элементами научной школы для молодежи: М. : МИСиС, 2014. С. 299-303.

7. Строгонов К. В., Картавец С. В. Жидкая сталь: использование теплоты и скоростная разливка: Монография. Магнитогорск : ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. 147 с.

УДК 532.574

Мицик И. С., Бутенко А. С., Лесных А. В.
Дальневосточный федеральный университет
soldair@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИКИ ТРЕХКАНАЛЬНОГО ВОДООХЛАЖДАЕМОГО ТЕРМОЗОНДА

Аннотация. В статье рассмотрена конструкция универсального измерительного зонда. Проведена серия опытов на аэродинамической трубе. Определены тарировочные коэффициенты, для измерения скоростных характеристик в топках котлов. Понимание топочных процессов позволяет более точно обеспечивать и вести оптимальные режимы работы, что способствует уменьшению потерь теплоты в котле и снижению расхода топлива.

Основной проблемой изучения топочных процессов является сложность измерения параметров высокотемпературных неизотермических потоков [1]. Для получения более точной картины в топочной камере, необходимо универсальное измерительное устройство. Для этого был разработан универсальный трехканальный измерительный зонд [2, 3].

Зонд представляет собой полую трубу, диаметром 38×2 мм, с 3 каналами для измерения статического давления и скорости потока (рис. 1). Использование цилиндрического зонда позволяет определить в исследуемой точке потока не только значение, но и направление скорости.



Рис. 1. Трехканальный зонд для измерения скорости