

Работа выполнена при поддержке проекта № 3851 «Методика оценки и рациональное использование сырьевых, водных и биологических ресурсов в техногенной зоне РСО-Алания», выполняемого в рамках базовой части государственного задания.

Список использованных источников

1. Кудрин Б. И., Жилин Б. В., Лагуткин О. Е., Ошурков М. Г. Ценологическое определение параметров электропотребления многономенклатурных производств. Тула : Приокское книжное изд-во, 1994. 122 с.
2. Васильев И. Е., Клюев Р. В. Математическая модель расчёта и прогнозирования удельного расхода электроэнергии при производстве водорода // Изв. высших учебных заведений. Электромеханика. 2002. № 3. С. 59-62.
3. Клюев Р. В. Прогнозирование электропотребления на основе рангового анализа техноценозов // Студенческая наука - экономике России : материалы четвертой межрегиональной научной конференции «». Ставрополь, 2003. С. 125–126.
4. Васильев И. Е., Клюев Р. В., Сахаров Д. С. Использование рангового анализа техноценозов для расчета и прогнозирования электропотребления промышленного предприятия // Труды молодых ученых. Вып. 2 / Владикавказский научный центр РАН и Правительства РСО-А. Владикавказ, 2004. С. 39–44.
5. Клюев Р. В. Анализ электропотребления на предприятиях цветной металлургии // Изв. высших учебных заведений. Электромеханика. 2012. № 2. С. 65–67.

УДК 669.1.045-41

Хайруллин И. А., Картавец С. В.
Магнитогорский государственный технический университет
hairullin-ildar@mail.ru

ОЦЕНКА ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ ГОРЯЧЕГО СТАЛЬНОГО ЛИСТА В ПРОИЗВОДСТВЕ ГОРЯЧЕГО ПРОКАТА

Аннотация. В работе проанализированы теплофизические свойства стального листа, по результатам выбран теплоноситель. Предложено использовать в качестве охлаждающих теплоносителей жидкие металлы.

В настоящее время трудно представить жизнь человека без использования стальных изделий. Так в 2014 году в Российской Федерации производство сырой стали достигло 70,7 млн. тонн в год [1]. Почти 90 % из этого стальной прокат. Для его производства в теплотехнологии горячей прокатки необходимо около 1,2 тонн условного топлива на тонну [2].

Производство стального горячекатаного листа происходит по следующей схеме: подготовленные после разливки слябы поступают в нагревательную печь, где нагреваются до 1250 °С и проходят группы прокатных клетей. После последней клетки готовый лист принудительно охлаждается, в зависимости от

марки стали, с 1000 °С до температуры смотки в рулон (500-600 °С). Принципиальная схема производства листа приведена на рисунке.

Охлаждение стального листа производится водой в интервале температур, не превышающем 100 °С.

Так при охлаждении стального листа на различных участках отводится различное количество теплоты, которая рассчитывается по формуле:

$$Q = h_1 - h_2 \quad (1)$$

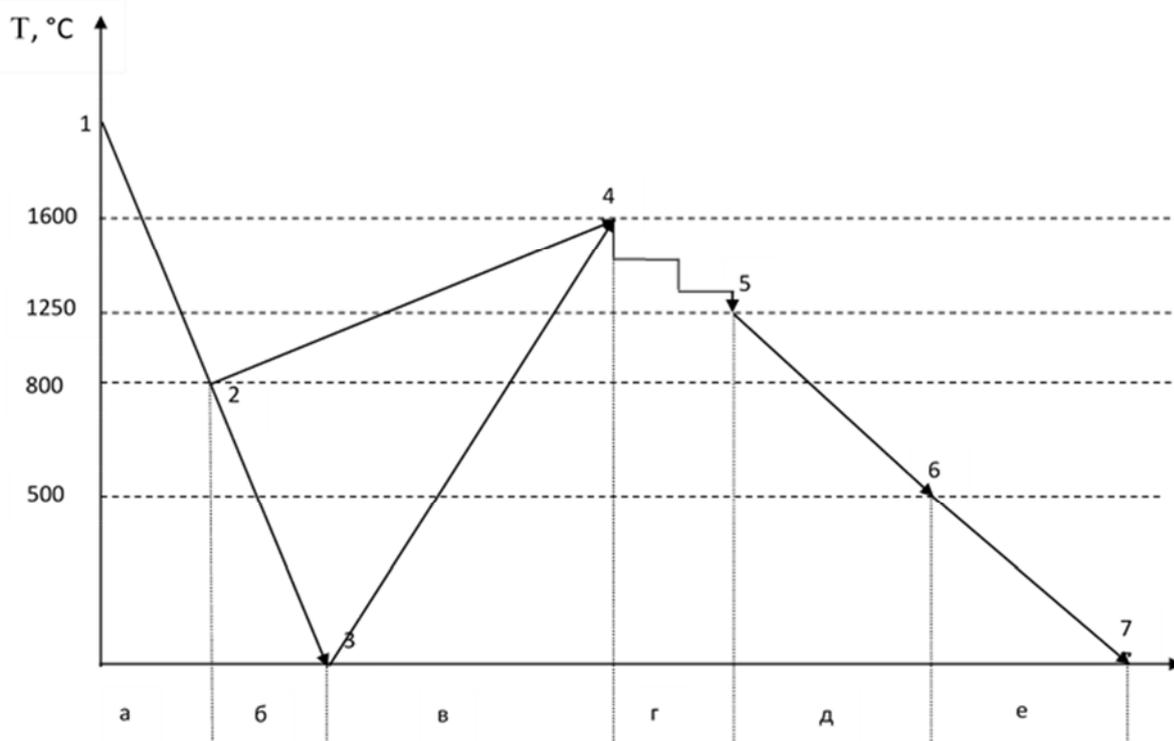
где h_1 – энтальпия для определенной температуры;

1 участок (4-5, см. рисунок): $889,7-738,7=151$ МДж/т;

2 участок (5-6): $739-347=392$ МДж/т;

3 участок(6-7): $347-6,007=341$ МДж/т;

Суммарная отведенная теплота от горячекатаного листа равняется примерно 884 МДж/т.



Принципиальная схема теплотехнологии горячей прокатки

1-2 – разливка стали в МНЛЗ; 2-3 – охлаждение сляба на холодном складе; 2-4 – горячий посад; 3-4 – холодный посад; 4-5 – охлаждение листа после нагревательной печи в клетях; 5-6 – охлаждение листа в зоне душирующих установок; 6-7 – охлаждение рулона на складе.

При этом все это количество тепловой энергии рассеивается в окружающей среде в виде низкопотенциального тепла охлаждающей воды.

В более ранних работах, например [3], рассматривались возможности частичного использования тепловой энергии отводимой от горячего проката, для генерации электрической энергии, либо осуществления теплотехнологической регенерации. Для осуществления данных направлений утилизация теплоты было предложено использовать в качестве охлаждающих теплоносителей жидкие металлы.

В работе [4] оценивалось интенсивность конвективного теплообмена при охлаждении горячего проката для различных жидкометаллических теплоносителей, такие как Li, Na, Сплав С13, Сплав Na+K. Для них были рассчитаны коэффициенты теплоотдачи, которые в зависимости от скорости получились от 17000 до 240000 Вт/м²·К [4].

Время нагрева

Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м ² ·К)	Время нагрева, с
21720	1678
34080	1657
53470	1643
69600	1637
83910	1634
97010	1632
109200	1630
120700	1629
131700	1628
142100	1628
152200	1627

В данной работе проводилось исследование зависимости нагрева центра заготовок на складе перед прокаткой в зависимости от коэффициента теплоотдачи.

Проанализировав теплофизические свойства, был выбран теплоноситель Сплав С13, для которого в зависимости от коэффициента теплоотдачи было рассчитано время, за которое нагреется центр толстого сляба до 800 °С. Результаты приведены в таблице.

Из таблицы видно, что время нагрева сляба до температуры 800 °С примерно равно 30 минутам.

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. Магнитогорск : ГОУ ВПО «МГТУ». 2008. 312 с.
3. Захаров Р. В., Матвеев С. В., Картавцев С. В. Технологическая регенерация теплоты готового стального листового проката // Энерго- и ресурсосбережение. Энергосбережение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : сборник материалов. Екатеринбург : УрФУ, 2013. С. 89-90.
4. Хайруллин И. А., Матвеев С. В., Картавцев С. В. Оценка интенсивности конвективного теплообмена в системе стальной лист-теплоноситель // Энергетики и металлургии настоящего и будущему России. Магнитогорск : МГТУ. 2014. С. 107-109.

УДК 62.620.98

Хамзин Р. Р., Кринжин Н. С., Агапитов А. Е., Картавцев С. В.
Магнитогорский государственный технический университет
artagapitov@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕНЫ НА УСЛОВНОЕ ТОПЛИВО НА ПРИМЕРЕ АНАЛИЗА СТОИМОСТИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Аннотация. В статье показано, что нельзя использовать одну цену условного топлива одну для всех видов топлив. Было сформировано решение этой проблемы. Проведен статистический анализ для отдельной группы топлив.