

Таким образом, введение обожженных сидеритовых руд в металлургический комплекс позволит расширить их долю с 10% (около 0,180 т на тонну чугуна) до 30% (0,523 т), а обжиг известняка позволит снизить энергоемкость металлургической продукции более чем на 100 кг у.т. с учетом снижения энергоемкости в аглококсодоменном комплексе.

Для предприятия с годовым объемом около 10 млн т стали в год это означает потенциальную экономию энергии до 1 млн т у.т., что при нижней границе стоимости 2000 руб./т у.т. может дать годовую экономию до 2 млрд руб.

Таким образом, разработка энергоэффективных направлений использования теплоты кокса открывает возможности широкомасштабного энергосбережения в теплотехнологии черной металлургии.

#### *Библиографический список*

1. Куперман Л.И., Романовский С.А., Сидельковский Л.Н. Вторичные энергоресурсы и энерготехнологические комплексы в промышленности. Киев: Вища школа, 1986. 303 с.
2. Запарнюк М.Н., Нешпоренко Е.Г. Термодинамический анализ схем движения дымовых газов в процессе обжига сидерита // Энергетики и металлурги настоящему и будущему России: материалы 14-й Всерос. науч.-пркт. конф. студентов, аспирантов и специалистов/ под общ. ред. Е.Б. Агапитова. Магнитогорск: МГТУ, 2013. С.149-150.
3. Гордеева И.С., Нешпоренко Е.Г. Использование вторичного тепла для аглококсодоменного комплекса для производства извести // Энергетики и металлурги настоящему и будущему России: Материалы 14-й Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и специалистов / под общ. ред. Е.Б. Агапитова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. С. 164-165.

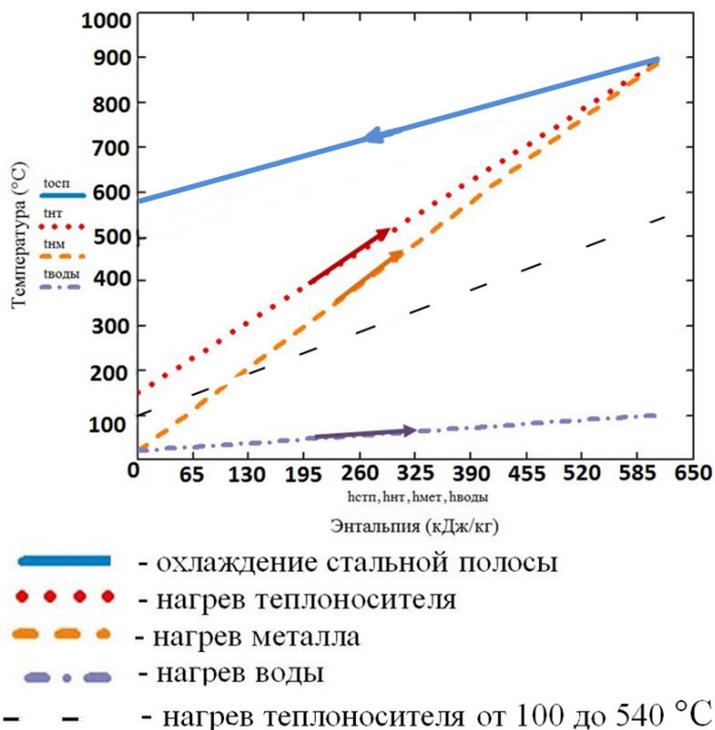
## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ГОТОВОГО СТАЛЬНОГО ЛИСТОВОГО ПРОКАТА**

*Захаров Р.В., Матвеев С.В., Картавцев С.В.  
Магнитогорский государственный технический университет  
zaharovrom@gmail.com*

Производство стали – энергозатратный процесс. На каждом этапе производства присутствуют процессы со значительными тепловыми потерями. Одним из таких этапов является горячая прокатка. Известно, что готовый лист после чистовой клетки охлаждается водой с 900 °С до 590 °С (температура смотки готового листа в рулон) [1]. Порядка 200 МДж тепловой энергии с каждой тонны проката теряется в окружающую среду на уровне 100 °С с охлаждающей водой. Вода, как теплоноситель, ограничена этой температурой в прокатном производстве из-за своих физических свойств.

Был рассмотрен вариант замены воды на высококипящие теплоносители и организация их работы в области температур до 540 °С с дальнейшей генерацией электрической энергии [1].

В данной работе основной целью является использование теплоты готового проката по принципу технологической регенерации.



Температурно-тепловой график

Для решения поставленной задачи был проведен термодинамический анализ процесса охлаждения металла после проката и нагрева теплоносителей. Из графика видно, что охлаждающие теплоносители (вода и высококипящие) воспринимают всю теплоту на уровне 100 и 540 °C. При этом наблюдается значительная потеря температуры. Если организовать теплообмен таким образом, что в термодинамически идеальной системе теплоноситель мог бы воспринимать всю теплоту и всю температуру, то появилась бы возможность полезно использовать высокопотенциальное тепло для нагрева материала входящего в процесс прокатки (металлического сляба).

В итоге проведенного исследования было оценено количество металла, которое может быть нагрето от температуры окружающей среды до 900 °C перед нагревательной печью. По результатам расчета при охлаждении 1 т проката возможно нагреть 0,35 т металла. При этом экономия условного топлива составит порядка 6,83 кг/т.

Таким образом, принцип технологической регенерации позволяет использовать вторичные энергетические ресурсы для возвращения их в процесс, повышая его эффективность.

#### Библиографический список

1. Захаров Р.В., Гордеева И.С., Матвеев С.В. Исследование возможности утилизации теплоты готового проката // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Сборник материалов Всерос. студ. олимпиады, науч.-практ. конференции с международным участием и выставки работ студентов, аспирантов и молодых учёных, 18-21 декабря 2012. Екатеринбург: УрФУ, 2012. С. 78-80.

## НАСТРОЙКА ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ НАД ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ЦИЛИНДРОМ

Зиганшин А.М., Горохова А.Ю., Мингазеева Д.Н.  
Казанский государственный архитектурно-строительный университет  
amziganshin@kgasu.ru

При проектировании систем отопления часто в качестве отопительных приборов используются, так называемые, гладкотрубные регистры, т.е. несколько (обычно от двух до четырех) горизонтальных труб, расположенных друг над другом в ряд. При этом используются данные о теплоотдаче таких