



The offered work concerns metallurgical heat engineering and can be used at thermal processing of rolled metal in well of regulated heating and cooling, working on natural or any other hot gas.

П. М. СТАРОЛАВНИКОВ, РУП «БМЗ»

УДК 669.

ЭКОНОМИЧНЫЙ СПОСОБ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА В КОЛОДЦАХ СТАНА 850

Снижение энергетических затрат в технологических процессах металлургического производства заметно снижает себестоимость выпускаемой продукции. Преследуя цель экономии топлива, еще в середине 50-х годов прошлого столетия, Н. А. Семененко в [1] обратил внимание на использование физического тепла нагретой продукции металлургического производства на всех последующих этапах ее тепловой обработки. Это касается и термической обработки металла в нагревательных колодцах. Механизм реализации этого решения заключается в том, что сразу после порезки в размер раскаленных заготовок металл накапливают в специальной таре (мульдах) и далее в горячем состоянии помещают его в колодцы замедленного охлаждения. Здесь наблюдается минимальный расход топлива на весь технологический процесс термической обработки проката.

Классический способ термической обработки металла в колодце включает в себя предварительный разогрев колодца с помощью газовых горелок, работающих на природном или любом другом горючем газе; загрузку металла; нагрев до температуры томления; выдержку; медленное охлаждение до температуры высадки; выгрузку металла.

Данный способ хорошо зарекомендовал себя при непрерывном процессе термической обработки. При длительных перерывах между садками он малоэффективен, так как температура в колодце снижена, а на разогрев требуются значительные энергетические затраты, которые сопровождаются большим удельным расходом природного газа, особенно при длительных перерывах между циклами. Как частный случай, с целью экономии топлива, предварительный разогрев колодца можно не проводить, а совместить нагрев внутривидного пространства и помещенного в нем металла.

Но тогда увеличивается время нахождения металла в колодце, что снижает производительность термической установки.

В реальных условиях производства часто приходится делать загрузку холодного металла. При этом значительно увеличивается расход топлива. Кроме того, колодцы работают как печи периодического действия. Их работа характеризуется изменяющимся во времени тепловым режимом, а для этого требуется большой расход газа на разогрев внутривидного пространства, футеровки и поддержание заданной температуры в колодцах. Для таких условий рассмотрим способ нагрева и охлаждения металла в колодцах, предложенный специалистами Республиканского унитарного предприятия «Белорусский металлургический завод». Это предложение относится к области металлургии, в частности к металлургической теплотехнике. Оно может быть использовано при термической обработке проката в колодцах регулируемого нагрева и охлаждения, работающих на природном или любом другом горючем газе.

Цель работы заключается в уменьшении удельного расхода топлива за счет утилизации тепла горячего воздуха от раскаленного металла, находящегося на холодильнике стана и в снижении уровня вредных выбросов в атмосферу, а также в изменении градиента температуры без использования природного или любого другого горючего газа.

Реализация данного способа может иметь следующую схему. Горячий воздух конвекционного тепла от раскаленного проката, находящегося на холодильнике стана, подается в приточный канал и с помощью вентилятора направляется в печное пространство нагревательного колодца. Он подается до тех пор, пока температура среды не станет близкой к температуре подаваемого горячего воз-

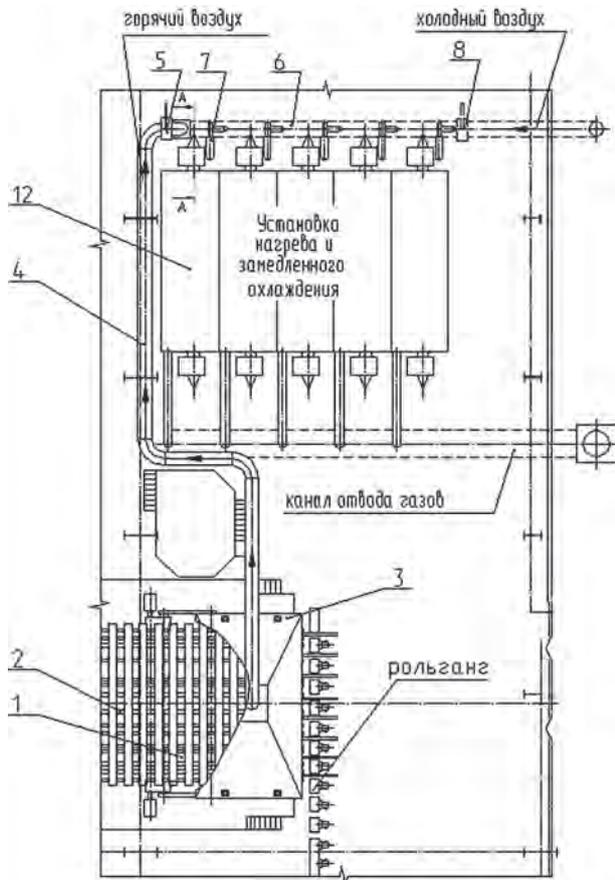


Рис. 1

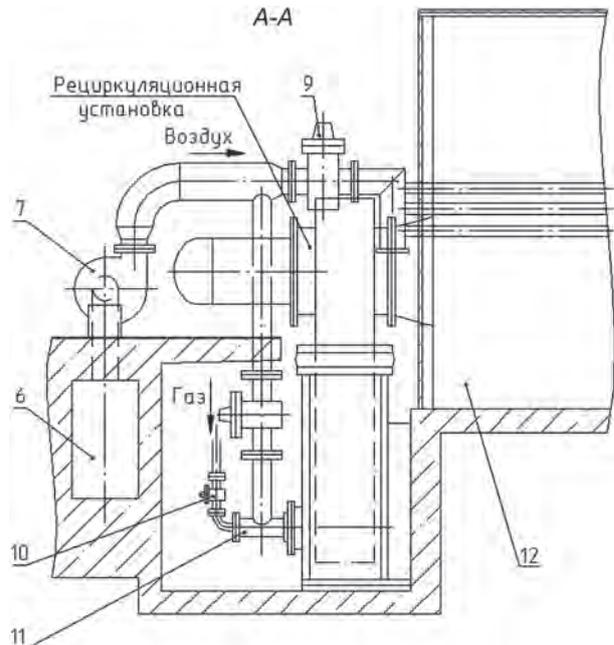


Рис. 2

духа. Посаженный металл здесь подогревается без подачи топлива в горелки. На этом этапе нет расхода газа, а нагрев среды и металла осуществляется утилизируемым теплом горячего воздуха от внешнего источника тепла. Без процесса горения отсутствуют вредные выбросы. Дальнейший нагрев среды и металла происходит с помощью газовых горелок, в которые подается природный газ и горячий воздух от раскаленных заготовок, находящихся на холодильнике стана. Температуру внутрипечного пространства и находящегося в нем металла повышают до температуры выдержки и делают выдержку. Из-за использования горячего воздуха в работе газовых горелок расход газа уменьшается. Для охлаждения металла после выдержки подачу газа на горелки прекращают. С помощью вентиляционной установки, дымососа и регулировочных клапанов во внутрипечное пространство подают воздушную смесь холодного воздуха с атмосферы и горячего от внешнего источника тепла в пропорциях, необходимых для соблюдения температурного режима охлаждения, пока температура среды и колодца не достигнет температуры высадки. Регулирующими клапанами обеспечивают необходимое соотношение холодного и горячего воздуха. Таким образом, устанавливают нужную температуру воздушной смеси, из-

менение которой меняет градиент температуры в металле без использования природного газа, что способствует более экономному расходу топлива при управлении технологическим процессом.

На рис. 1 показан план колодцев с системой подачи горячего и холодного воздуха, а на рис. 2 – фрагмент продольного разреза колодца.

В исходном положении регулировочный клапан 8 закрыт, клапан 5 открыт. Горячий воздух от внешнего источника тепла (от сортового проката 1, движущегося по холодильнику 2) через зонд 3, воздуховод 4, регулировочный клапан 5, приточный канал 6, вентиляторами 7 подают в нагревательный колодец 12. При достижении металлом, находящемся в колодце, температуры, близкой к температуре поступающего горячего воздуха, клапан 9 закрывают, а регулятор расхода газа 10 открывают. Зажигают газовые горелки 11. После нагрева металла до необходимой температуры и выдержки доступ газа в горелку прекращают и клапан 9 открывают. Для охлаждения металла, находящегося в колодце, регулировочный клапан 8 открывают, а клапан 5 частично прикрывают. При необходимости его можно полностью закрыть.

Работа печей периодического действия, к которым относится предлагаемый колодец, характеризуется изменяющимся во времени тепловым режи-

мом и расход топлива изменяется по ходу нагрева. Расход теплоты только на нагрев металла составит [2]:

$$Q_{\text{пол.}} = Mc_{\text{м}}(T_{\text{м.к}} - T_{\text{м.н}}),$$

где $Q_{\text{пол.}}$ – расход теплоты на нагрев металла, или полезная теплота; M – масса нагреваемого металла, кг; $c_{\text{м}}$ – средняя удельная теплоемкость металла, Дж/кг; $T_{\text{м.к}}$, $T_{\text{м.н}}$ – средние по объему металла конечная и начальная температуры либо за весь цикл нагрева, либо за отдельный период, К.

В первом случае всю полезную теплоту получают от сжигания природного газа. В предложенном способе $Q_{\text{пол.}}$ будет состоять из двух частей. Первая – это полезная теплота, полученная при утилизации тепла горячего воздуха в колодце, поступающего от внешнего источника тепла $Q_{\text{пол.1}}$. Она малозатратная. Вторая – это полезная теплота, полученная от сжигания природного газа $Q_{\text{пол.2}}$.

Для предложенного способа

$$Q_{\text{пол.}} = Q_{\text{пол.1}} + Q_{\text{пол.2}}$$

При предварительном нагреве металла утилизируемым теплом горячего воздуха от внешнего источника тепла

$$Q_{\text{пол.1}} = Mc_{\text{м1}}(T_{\text{м.пр}} - T_{\text{м.н}}),$$

где $c_{\text{м1}}$ – средняя удельная теплоемкость металла в диапазоне температуры от начала нагрева до момента включения горелок, Дж/кг; $T_{\text{м.пр}}$ – температура металла, после достижения которой включают горелки, К.

$T_{\text{м.пр}}$ можно привести к температуре подаваемого горячего воздуха $T_{\text{г.в}}$, введя понижающий коэффициент $k = (0,7 - 0,8)$. Это обусловлено тем, что утилизируемым теплом поднимать температуру металла до температуры горячего воздуха не рекомендуется из-за длительности процесса нагрева. Таким образом,

$$Q_{\text{пол.1}} = Mc_{\text{м1}}(kT_{\text{г.в}} - T_{\text{м.н}}).$$

Аналогичным образом можно произвести расчет расхода теплоты при предварительном нагреве тары и футеровки.

Рассмотрим приходные составляющие теплового баланса для типовой топливной печи периодического действия [2]:

$$\sum Q'_{\text{прих.}} = Q'_{\text{х.т.}} + Q'_{\text{ф.в.}} + Q'_{\text{ф.т.}} + Q'_{\text{экз.}},$$

где $\sum Q'_{\text{прих.}}$ – сумма прихода теплоты в топливной печи периодического действия; $Q'_{\text{х.т.}}$ – приход теплоты от сжигания топлива; $Q'_{\text{ф.в.}}$ – приход теплоты при подогреве воздуха, подаваемого для сжигания топлива; $Q'_{\text{ф.т.}}$ – приход теплоты при подогреве топлива; $Q'_{\text{экз.}}$ – приход теплоты вследствие изотермических реакций.

Для рассматриваемого способа в это уравнение необходимо добавить еще одну составляющую: $Q'_{\text{г.в.}}$ – приход теплоты в результате подачи горячего воздуха от холодильника стана.

Тогда формула суммы приходных составляющих теплового баланса примет следующий вид:

$$\sum Q'_{\text{прих.}} = Q'_{\text{х.т.}} + Q'_{\text{ф.в.}} + Q'_{\text{ф.т.}} + Q'_{\text{экз.}} + Q'_{\text{г.в.}}$$

Вывод

В предложенном способе термической обработки проката используется конвекционное тепло от раскаленного проката, находящегося на холодильнике стана. Оно направлено на предварительный подогрев металла и среды, подогрев воздуха, подаваемого для сжигания топлива и подогрев топлива. Если раньше оно нигде не использовалось, особенно в летний период, то сейчас появилась возможность направить его в технологический процесс производства проката. Расход дорогостоящего природного газа на 1 т продукции при этом резко снижается.

Литература

1. Семенов Н. А. Вторичные энергетические ресурсы промышленности. Л.: ГЭИ, 1951.
2. Теплообмен и тепловые режимы в нагревательных печах / Под общ. ред. В. И. Тимошпольского. Мн.: Выш. шк., 1992.