

## Summary

Filatov U., Ryzhenkov A., Emchenko A., Popov V., Dreyko A., Yaroshevskiy S., Mishin I.

### Experience of blast furnace operation with using improved quality coke and replacing of natural gas with pulverized coal

The technology and efficiency of blast-furnace operation with using of coke of the improved quality (coke «Premium») are considered. As a result of technology realization the sulfur content in coke has decreased on 0,2-0,3 %, rate of stability and abrasability were 88,3 and 89,3 %, 6,55 and 6,50 % respectively, the output of coke fraction +80 has decreased to 3 %. Using of coke on a blast furnace № 1 of «Donetsksteel»-МЗ CISC allowed to decline the consumption of coke on 4,2 and 5,1 % and essentially elevate productivity. Using of experimental coke facilitated to rise the temperature of hot blast, remove natural gas from its structure rise pulverized coal consumption and thereafter efficiency of blast furnace technology. Technology is put into production since March, 2009.

## Keywords

coke «Premium», pulverized coal, coke strength, coke reactivity

Поступила 29.11.10

УДК 621.186.3

**Б. Н. Вишнеvский, В. П. Емельяненко\*, В. И. Лещенко\***

Государственное предприятие «Украинский институт по проектированию металлургических заводов», Днепропетровск

\*ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», Мариуполь

## 45 лет успешной эксплуатации уникального паропровода

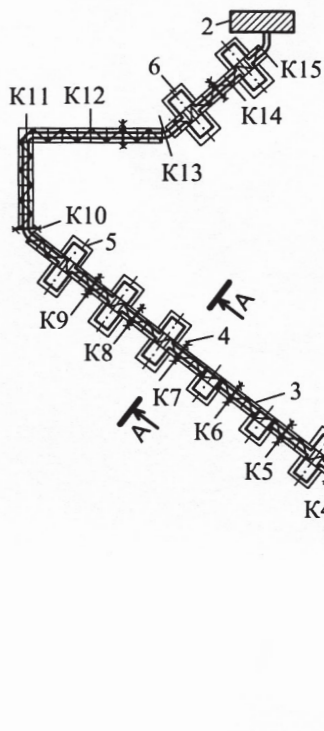
Рассмотрено проектирование, строительство и многолетняя эксплуатация наружного паропровода высокого давления (10,0 МПа, 540 °С) на ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича» (ныне ММКИ). Приведены эксплуатационные данные и реальные потери тепла паропроводом.

**Ключевые слова:** наружный паропровод, высокое давление, технические решения, эксплуатация, техническая диагностика металла, параметры пара, теплотери

**В** ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича» (раньше – Ждановский металлургический завод им. Ильича) в 1962 г. приняли решение построить наружный паропровод высокого давления (10 МПа, 540 °С) от паровых котлов до приводных турбин ВКв-22 (мощностью по 22 МВт) этих компрессоров в связи с расположением воздушных компрессоров типа К-3000-61-1 двух кислородных блоков БР-2 на значительном удалении от паровоздуховодной станции – 2 (ПВС-2). Продиктовано это было, в основном, отсутствием в СССР электроприводов соответствующей мощности.

Рабочая документация паропровода, состоящая из двух трубопроводов (ниток), была выполнена Укргипрометом в 1963 г., ввод в эксплуатацию произведен в мае 1965 г. Длина одной нитки по оси с

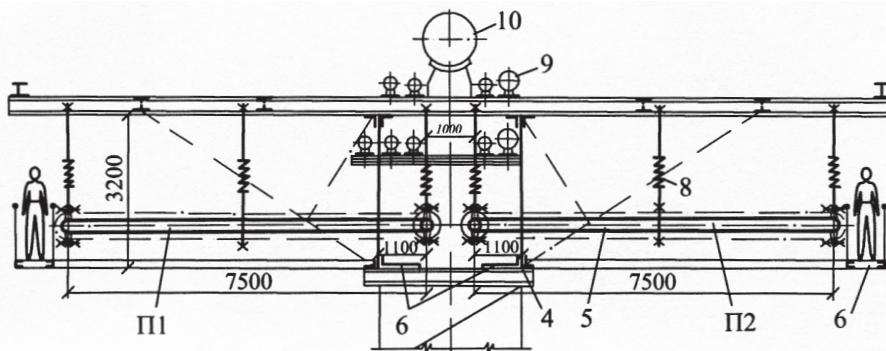
учетом компенсаторов составляет 635 м. Паропроводы от котлов до турбин являются главными паропроводами станции. Обычно главные паропроводы проектируются более короткими (до 100-150 м) в связи с их высокой стоимостью в соответствии с параметрами и категорией. Для нашего случая (согласно [1], п. 1.2, табл. 1) такие паропроводы относятся к группе 2 самой ответственной категории I. Они должны выдерживать внутреннее давление пара 10,0 МПа при температуре 540 °С. Трубы из жаропрочной хромомолибденовой стали 12ХМФ (см. [1], п. 9.1, прил. 2) удовлетворяют этим условиям работы. Главный паропровод всегда располагается внутри станции. В нашем случае на подавляющей части своей длины его трубы являются внешними коммуникациями, подверженными всем



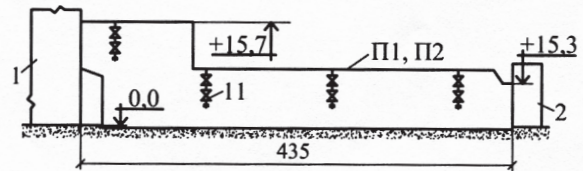
**Рис. 1.** План трассы паропровода (П1 и П2): 1 – паровоздуховная станция; 2 – кислородная станция; 3 – пролетные строения; 4 – неподвижные опоры; 5 – компенсаторы; 6 – ходовые площадки; 7 – контрольные участки паропровода; K1-K15 – колонны

атмосферным воздействиям (дождь, ветер, мороз, снег, резкие суточные изменения температуры и т. д.). Эксплуатировать такой паропровод значительно сложнее. В этом, а также большой его длине и заключается уникальность паропровода. Аналогичных паропроводов столь большой протяженности, насколько известно авторам, в мире не существует.

Основные технические решения, особенности строительства, монтажа и пуска паропровода изложены в [2] и [3]. План-схема трассы паропровода приведена на рис. 1, поперечный разрез – рис. 2, схематический профиль – рис. 3. Диаметр труб – 273×20 мм. Расход пара – 120 т/ч, по 60 т/ч через каждую нитку в нормальном режиме. При выходе из строя одной нитки, по каким-то причинам, вторая пропускает 80 % номинального расхода. Трубы к строительным конструкциям крепят на пружинных подвесках. Компенсация температурных удлинений



**Рис. 2.** Разрез трубопроводного моста (по А-А на рис. 1): 8 – пружинные подвески; 9 – сопутствующие трубопроводы различного назначения; 10 – кислородопровод низкого давления 1220 × 8 мм (остальные обозначения – как на рис. 1)



**Рис. 3.** Профиль трассы: 11 – пусковой дренаж (остальные обозначения – как на рис. 1 и 2; все размеры в метрах)

в то время была рассчитана по методу «упругого центра тяжести» – «вручную» (на логарифмической линейке) с применением «холодной растяжки» отдельных компенсаторов и участков.

Паропровод успешно проработал до 1986-1987 гг., после нормативного срока эксплуатации был заменен по проекту производственно-технического предприятия «Ювэнергочермет» (г. Ростов-на-Дону). Замена нити «А» была осуществлена в 1987 г., нити «Б» – 1986 г. Гидравлические испытания проводились после монтажа.

Трубы и отводы приняли того же диаметра из стали марки 12Х1МФ, изготовленные Белгородским заводом «Энергомаш». Для термоизоляции использовали маты минераловатные прошивные, уложенные в два слоя толщиной по 60 мм. Поверх изоляции паропровод покрыт стальными оцинкованными листами толщиной 0,55 мм, которые закреплены бандажми. С момента замены по состоянию на 01.01.2009 паропровод «А» отработал 162153 ч, а паропровод «Б» – 158109 ч.

Паропроводы «А» и «Б» обслуживают котельный участок ТЭЦ-1. Начальник этого участка – лицо, ответственное за исправное состояние и безопасную эксплуатацию, которую осуществляет его оперативное руководство (начальник смены ТЭЦ-1). Наружный осмотр паропровода проводится ежегодно с участием начальника и специалиста «Экспертно-технического центра» (ЭТЦ). Контроль параметров температурного расширения осуществляет мастер или старший мастер по эксплуатации котельного оборудования с периодичностью 1 раз в год.

Согласно [4] производится техническая диагностика металла, включая ультразвуковую дефектоскопию, твердометрию, магнитопорошковую дефектоскопию, ультразвуковую толщинометрию, определение овальности, контроль ползучести металла (остаточной деформации). Ее осуществляют инженеры-

технологи дочернего предприятия «Отраслевой центр диагностирования материалов» ОАО «Производственно-техническое предприятие «Укрэнергочермет» («ПТП УЭЧМ», г. Харьков) в присутствии представителя котельного участка в должности не ниже мастера. Например, максимальная остаточная деформация по паропроводу «А» (замер по бобышкам) в 2004 г. составила (%): по горизонтали – 0,0036, а по вертикали – 0,538; паропровода «Б» соответственно 0,14 и 0,043 при допустимой

величине согласно [4], п. 5.7 – 1,5 % наружного диаметра трубы.

Паропровод является межцеховым, поэтому диагностика осуществляется на контрольном участке (в месте максимальной температуры и давления) – на выходе из здания ПВС – 1-й компенсатор по ходу пара. Он включает в себя 5 гибов, 10 сварных стыков «труба с трубой», 1 сварной стык с литьем, 1 переход Ø 325/273 мм, 4 прямые трубы. Периодичность проверки – 32 тыс. ч.

В результате технического диагностирования была выявлена коррозия поверхности паропровода под изоляцией, а в результате эксплуатационных и административных осмотров – коррозия площадок обслуживания паропровода.

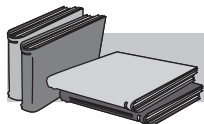
Реальные параметры пара в настоящее время: на входе в паропровод –  $t = 520\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 9,0\text{ МПа}$ ; на выходе из паропровода –  $t = 515\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 8,7\text{ МПа}$ .

Аварийных остановок за период эксплуатации не было. Нарушений в работе пружинных подвесок не выявлено.

Средние теплотери одной нитки нормально работающего паропровода (в окружающую среду, а также на нагрев подвесок и металлоконструкций трубопроводного моста), отнесенные к единице поверхности термоизоляции, составляют: зимой ~2250 кДж/(м<sup>2</sup>·ч), летом ~715 кДж/(м<sup>2</sup>·ч).

### Выводы

Практика проектирования, строительства и организации эксплуатации уникального наружного главного паропровода 10,0 МПа, 540 °С длиной 635 м от котлов ПВС-2 до приводных паровых турбин воздушных компрессоров цеха разделения воздуха ММКИ в период 1965-2010 гг. (с полной заменой труб в 1986-1987 гг.) подтвердила его длительную работоспособность. Она является доказательством того, что в отдельных случаях можно принимать решения о строительстве таких коммуникаций и успешно их эксплуатировать.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. – НПАОП 0.00-1.11-98.
2. Наружный магистральный паропровод высокого давления на Ждановском металлургическом заводе им. Ильича / Х. Л. Фридман, Б. Н. Вишневский, А. А. Ермолович, А. П. Конюхов // Сталь. – 1968. – № 6. – С. 570-572.
3. Коган А., Романов Е. Монтаж уникального паропровода высоких параметров // Пром. строительство и инженерные сооружения. – 1966. – № 1. – С. 20-22.
4. Нормативный документ «Котлы паровые и водогрейные промышленных предприятий. Инструкция по экспертному обследованию (техническому диагностированию)». – Харьков: ОАО «ПТП УЭЧМ», 2006.

### Анотація

*Вишневський Б. М., Ємелянєнко В. П., Лещенко В. І.*

#### 45 років успішної експлуатації унікального паропровода

*Розглянуто проектування, будівництво та багаторічна експлуатація зовнішнього паропровода високого тиску (10,0 МПа, 540 °С) на ОАО «Маріупольський металургійний комбінат ім. Ілліча». Наведено експлуатаційні дані та реальні витрати тепла паропроводом.*

### Ключові слова

*зовнішній паропровод, високий тиск, технічні рішення, експлуатація, технічна діагностика металу, параметри пари, витрати тепла*

### Summary

*Vishnevskyi B., Yemelyanenko V., Leshchenko V.*

#### 45 years of successful service of unique steam line

*Engineering, construction and many years' service of high-pressure steam line (10,0 MPa, 540 °C) at Illyich Steel Works plc., Mariupol, are discussed. Service data and actual heat losses of the steam line are given.*

### Keywords

*yard high-pressure, steam line, technical solutions, service, technical diagnostics of steel, steam parameters, heat losses*

Поступила 09.11.10