

УДК 669.184.15:504.064.4

**А.З. РЫЖАВСКИЙ**, канд. техн. наук, главный конструктор, **В.Д. МАНТУЛА**, заместитель генерального директора, **А.В. ЗИМОГЛЯД**, заведующий сектором, **Д.В. РОМАНОВ**, руководитель группы Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

## КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ГАЗООТВОДЯЩИХ ТРАКТОВ КОНВЕРТЕРОВ ОАО «ЕНАКИЕВСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

Представлены технические решения по реконструкции газоотводящих трактов 160-тонных кислородных конвертеров ОАО «Енакиевский металлургический завод», предусматривающие переход на работу «без дожигания» (в первый период эксплуатации – «с частичным дожиганием»), установку 10-гранного охладителя конвертерных газов, усовершенствованной газоочистки и модернизированного ротора нагнетателя. После завершения реконструкции ожидается сокращение расхода электроэнергии на 35–36 млн кВт·час/год, снижение выбросов в атмосферу пыли на 85–90 т/год, оксидов азота – на 30–35 т/год.

**Ключевые слова:** конвертер, охладитель газов, газоочистка, «без дожигания», энергосбережение, защита атмосферы.

Цехи с конвертерами емкостью 130 т были построены на ряде металлургических предприятий СССР во второй половине 60-х годов прошлого столетия. Проведенная в 80-е годы XX века модернизация газоотводящих трактов была связана с увеличением емкости конвертеров со 130 до 160 т и интенсивности продувки кислородом до 400–450  $\text{нм}^3/\text{мин}$ . При этом выбросы пыли в атмосферу остались на недопустимо высоком уровне, а небольшое (менее 10 %) сокращение затрат электроэнергии было достигнуто за счет перевода подъемных газоходов котлов-охладителей конвертерных газов (ОКГ) на естественную циркуляцию, к тому же не во всех цехах. Исключение составлял только конвертерный цех № 1 ОАО «Нижнетагильский металлургический комбинат» (ОАО «НТМК»), где в результате осуществленной УкрГНТЦ «Энергосталь» реконструкции с переводом газоотводящих трактов на работу «с частичным дожиганием» достигнуто снижение расхода электроэнергии на 40 % при одновременном увеличении в 1,5 раза интенсивности кислородной продувки.

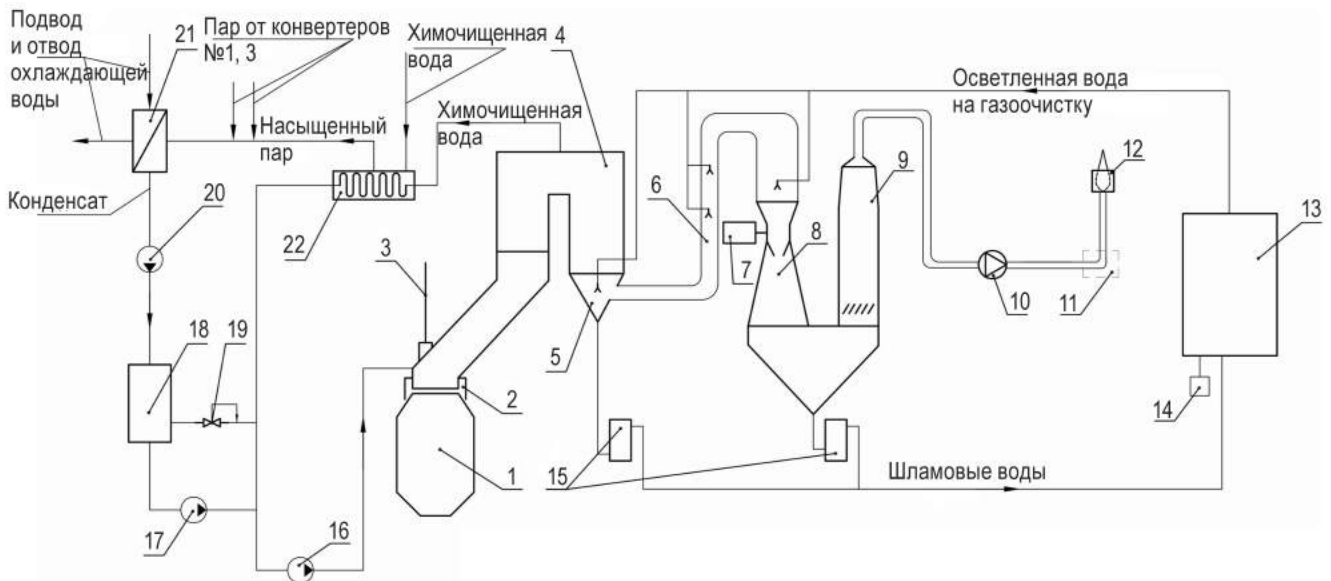
Реконструкция газоотводящих трактов четырех конвертеров емкостью 160 т ОАО «НТМК», проведенная УкрГНТЦ «Энергосталь» в 2006–2010 гг., позволила более чем вдвое снизить запыленность газа на выбросе в атмосферу, но удельные энергозатраты остались примерно на прежнем уровне. По решению комби-

ната сохранена система работы трактов «с полным дожиганием».

Аналогичная реконструкция газоотводящих трактов будет проведена в 2011 г. на конвертере емкостью 160 т ОАО «Челябинский металлургический комбинат» (ОАО «ЧМК») и таком же конвертере ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» (ОАО «ЗСМК»). Хотя реконструкция приведет к снижению вдвое выбросов пыли в атмосферу, европейские нормы по конечной запыленности газа не будут достигнуты.

Для реконструкции в период капитальных ремонтов газоотводящих трактов 160-тонных конвертеров ОАО «Енакиевский металлургический завод» (ОАО «ЕМЗ») – первая очередь должна быть выполнена в 2011 г. – по предложению УкрГНТЦ «Энергосталь» приняты технология работы и оборудование трактов, соответствующие современному европейскому уровню. Рабочая документация на реконструкцию разработана и выдана заводу; оборудование ОКГ и газоочистки, средства комплексной автоматизации изготавливает и поставляет УкрГНТЦ «Энергосталь». Схема газоотводящего тракта представлена на рис. 1.

Газоотводящий тракт до строительства газгольдера будет работать по системе «с частичным дожиганием» с коэффициентом расхода воздуха 0,2 при максимальном газовыделении из конвертера. После установки газгольдера предусмотрена работа «без дожигания» с после-



**Рисунок 1 – Схема газоотводящего тракта конвертера емкостью 160 т ОАО «ЕМЗ»:**

1 – конвертер; 2 – уплотняющая юбка; 3 – кислородная фурма; 4 – ВСКГ-100; 5 – узел предварительного охлаждения; 6 – скруббер; 7 – привод створок трубы Вентури; 8 – регулируемая труба Вентури; 9 – каплеотделитель с завихрителем; 10 – нагнетатель; 11 – место установки переключающей станции «Свеча-газгольдер»; 12 – свеча с дожигающим устройством; 13 – сооружения оборотного цикла; 14 – установка стабилизационной обработки оборотной воды; 15 – бак-гидрозатвор; 16 – циркуляционные насосы; 17 – подпиточные насосы; 18 – деаэрактор; 19 – регулятор давления до себя; 20 – подпиточный конденсатный насос; 21 – установка конденсации пара барабанов-испарителей; 22 – барабан-испаритель

дующим использованием конвертерного газа в качестве топлива.

Охладитель конвертерных газов ВОКГ-160 радиационного типа имеет уникальную для стран СНГ конструкцию 10-гранного сечения и включает вертикально перемещаемую юбку, которая уплотняет при продувке зазор между кессоном и конвертером. С целью экономии капитальных затрат сохранена существующая система охлаждения перегретой воды высокого давления (до 4,7 МПа). Выделенное в ОКГ тепло снимается за счет испарения химочищенной воды в барабанах-испарителях с вмонтированными теплоотдающими змеевиками замкнутого контура охлаждения. Произведенный пар в количестве до 10 т/час конденсируется в существующей установке, остальной пар барабанов-испарителей, который в настоящее время используется в небольшом количестве в сетях завода, предложено конденсировать и использовать для подпитки первичных контуров охлаждения ОКГ и контуров замкнутого охлаждения МНЛЗ.

Усовершенствованная газоочистка разработана на основе исследований, проведенных УкрГНТЦ «Энергосталь» в 2005–2010 гг. на газоотводящих трактах конвертеров емкостью 160–400 т ОАО «НТМК», ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Северсталь», ОАО «МК «Азовсталь», ОАО «ЗСМК». Газоочистка включает узел предварительного охлаждения газа, орошаемый газоход-скруббер, регулируемую

трубу Вентури, каплеотделитель с регулируемым завихрителем, нагнетатель с модернизированным ротором и свечу с дожигающим устройством. Аэродинамическая характеристика нагнетателя представлена на рис. 2.

В существующем обратном цикле строится установка реагентной обработки шлама и осветленной воды, что позволит снизить содержание взвесей и жесткость воды, поступающей в аппараты газоочистки.

Принятые технические решения позволят значительно сократить энергопотребление в конвертерном цехе за счет:

- уменьшения циркуляционного расхода в первичном контуре с 3000 до 2000 м<sup>3</sup>/час, при этом количество работающих насосов с двигателями мощностью 200 кВт будет уменьшено с 6 до 4, а двигатели оснащены системами частотного регулирования, позволяющими снизить в межпродувочный период потребляемую мощность до 30 кВт, – экономия электроэнергии при этом на каждом газоотводящем тракте составит 5,8 млн кВт·час/год;
- перехода на систему отвода газа «с частичным дожиганием», что вдвое уменьшит расход газа перед нагнетателем, при этом установка модернизированного ротора обеспечит увеличение напора нагнетателя на 20 % – расход электроэнергии на привод нагнетателя уменьшится на каждом газоотводящем тракте на 6,1 млн кВт·час/год;

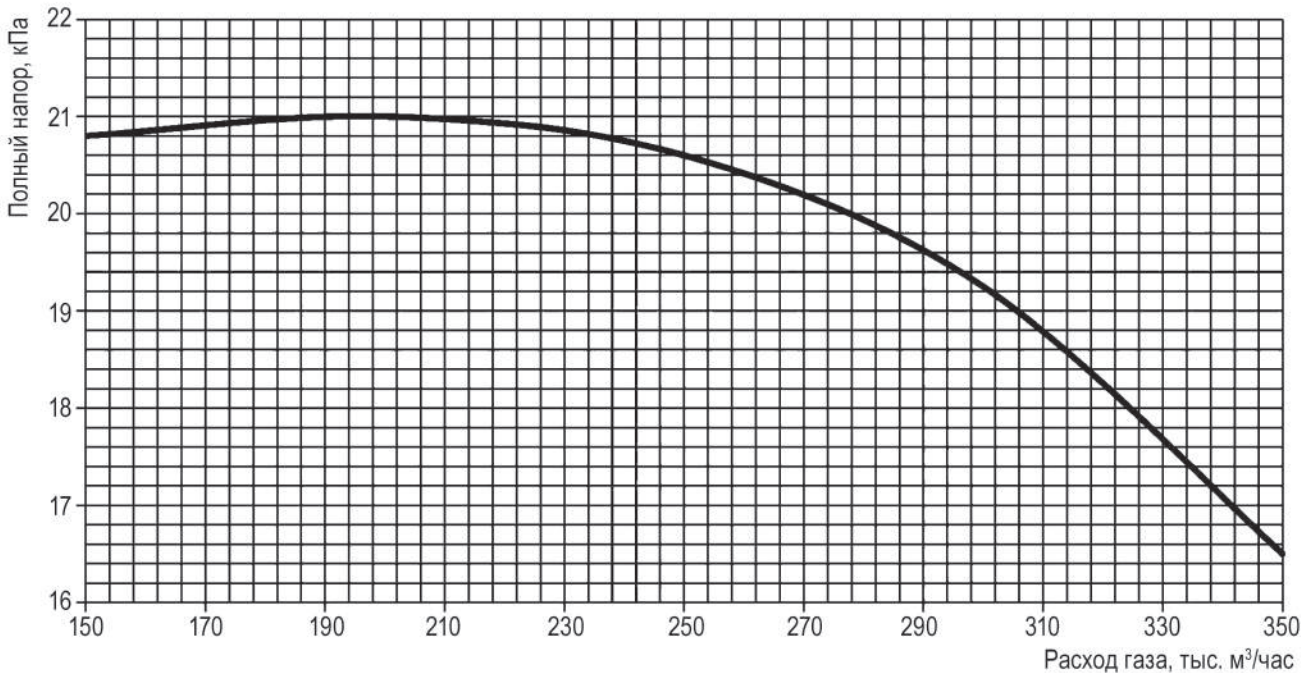


Рисунок 2 – Аэродинамическая характеристика нагнетателя 7500-13-1

- конденсации пара барабанов-испарителей, который ранее в значительном количестве безвозвратно терялся вследствие его сброса на свечу, и использования конденсата для подпитки первичного контура охлаждения ОКГ – это снизит расход химочищенной воды на 700 тыс. м³/год с соответствующим сокращением энергозатрат на ее подготовку и одновременным увеличением стойкости ОКГ и уменьшением сброса загрязненных вод химводоочистки.

Одной из основных задач реконструкции является сокращение вредных выбросов в атмосферу. Новая конструкция газоочистки в сочетании с улучшенной подготовкой оборотной воды и увеличением напора нагнетателя обеспечит очистку газа до 50 мг/м³, что в 2,5 раза ниже существующего уровня его остаточной запыленности. Уменьшение вдвое расхода газа соответственно вдвое снизит выбросы пыли в атмосферу при прочих рав-

ных условиях. Таким образом, уровень выбросов пыли от каждого конвертера будет в 5 раз ниже существующего, а его абсолютное снижение составит 28–30 т/год.

Дожигание СО при существующем положении происходит с избытком воздуха в зоне температур 2200–1200 °С. После реконструкции в ОКГ оксиды азота будут образовываться только в начале и в конце продувки (при температуре горения СО на свече 800–900 °С). Содержание оксидов азота на выбросе в атмосферу снизится с 40–60 до 6–8 мг/м³, что соответствует снижению выбросов на 10–12 т/год от каждого газоотводящего тракта.

Таким образом, реконструкция газоотводящих трактов ОАО «ЕМЗ» обеспечит снижение расхода электроэнергии на 35–36 млн кВт·час/год, выбросов в атмосферу пыли – на 85–90 т/год, оксидов азота – на 30–35 т/год.

*Поступила в редакцию 28.01.2011*

Наведено технічні рішення з реконструкції газовідвідних трактів 160-тонних кисневих конвертерів ВАТ «Єнакієвський металургійний завод», що передбачають перехід на роботу «без допалювання» (у перший період експлуатації – «з частковим допалюванням»), установлення 10-гранного охолоджувача конвертерних газів, удосконаленої газоочистки і модернізованого ротора нагнітача. Після завершення реконструкції очікується скорочення витрат електроенергії на 35–36 млн кВт·год/рік, зниження викидів в атмосферу пилу на 85–90 т/рік, оксидів азоту – на 30–35 т/рік.

The article is devoted to the technical approaches at reconstructing gas-outlet ducts of 160-t BOF at JSC "Yenakiyev Iron & Steel Works", which provide a transfer to the "without after-burning" process (in the first period of operation – "a partial after-burning" process), installation of decahedral cooler of converter gases, the advanced gas purification and updated rotor of supercharger. After the reconstruction it is expected decrease of energy consumption by 35–36 million kW·h/year, reduction of dust emissions into atmospheric air by 85–90 t/year and nitrogen oxides by 30–35 t/year.