

УДК 69.059

Ладнушкин А.А. – кандидат технических наук, технический директор

Авхадеев Р.Р. – инженер

Хасанов Р.М. – генеральный директор

Садыков Р.Р. – инженер

E-mail: sic_expertiza@mail.ru

ООО Специализированный инженерный центр «Экспертиза»

Адрес организации: 420111, Россия, г. Казань, ул. Профсоюзная, д. 17в

Модернизация дымовых промышленных труб нефтеперерабатывающих производственных комплексов

Аннотация

Непрерывный рост как количественного, так и качественного совершенствования производства нефтехимических производств определяет необходимость в модернизации и техническом перевооружении, что влияет на физические и геометрические параметры существующих строительных сооружений. В статье рассматривается вопрос модернизации промышленных труб нефтеперерабатывающих производственных комплексов, необходимой для соответствия новым технологическим процессам. Данная проблема может быть решена реконструкцией дымовой трубы с устройством внутреннего газоотводящего ствола, подтвержденная практическим применением на действующем производстве. Работы по монтажу газоотводящего ствола велись по технологии бескранового монтажа без использования стандартных стреловых кранов ввиду стесненных условий прилегающей площадки. В рамках проведения плановых работ по комплексному обследованию и экспертизе вновь установленной дымовой трубы в период с момента возведения по наши дни сделаны выводы о пригодности к дальнейшей эксплуатации и целесообразности устройства газоотводящего ствола.

Ключевые слова: модернизация промышленных предприятий, монтаж газоотводящего ствола, дымовая труба, реконструкция дымовой трубы.

Существующие нефтехимические предприятия в России в рамках технического перевооружения и капитального ремонта регулярно модернизируют свое производство в соответствии с требованиями, диктуемым научно-техническим прогрессом современности. В силу этих обстоятельств, происходит увеличение и уменьшение мощностей установок и оборудования, параметры которых определяют новые конструктивные решения сооружений, неразрывно связанных с технологией основного производства. В данной статье рассматривается вопрос модернизации промышленных труб нефтеперерабатывающих производственных комплексов на примере ОАО Нижнекамского НПЗ.

Изначально дымовая труба цеха КГСД ОАО Нижнекамского НПЗ запроектирована железобетонной с футеровкой шамотным кирпичом № 3 класса «Б» II сорта, с диаметром устья $D_0=4,2$ м, высотой $H=100$ м, проектировалась с расчетными параметрами на удаление дымовых газов: температура отводимых газов $t=140-300$ °С, агрессивные составляющие в отводимых газах в % по объему $SO=0,43$ %.

По результатам комплексного обследования и экспертизы промышленной безопасности причинами выявленных дефектов и повреждений является несоблюдение температурно-влажностных, газовых и аэродинамических режимов дымовой трубы при эксплуатации (труба по объему отводимых газов нагружена на 10-15 % от проектных значений), некачественное выполнение бетонных работ при строительстве: недостаточное уплотнением бетонной смеси, смещением опалубки и плохая обработка рабочих швов бетонирования. Негативно сказалось и отсутствие консервации дымовой трубы в период с 1983 г. по 2002 г. Техническое состояние дымовой трубы на момент обследования было квалифицировано как ограниченно работоспособное.

В связи с недопустимо низкими нагрузками по объему дымовых газов Заказчику было предложено разработать мероприятия по теплотехнической наладке

технологических агрегатов (установок) или разработать проект реконструкции дымовой трубы с устройством внутреннего газоотводящего ствола.

Нарушения проектного режима эксплуатации дымовой трубы приводят к значительному выпадению конденсата на футеровке с фильтрацией в наружных слоях железобетонного ствола, образование в зимнее время наледей и вымораживания железобетонной конструкции. Во избежание дальнейшего разрушения несущего железобетонного ствола было предложено устройство внутреннего металлического газоотводящего ствола.

Общий вид трубы представлен на рис. 1. Работы по монтажу газоотводящего ствола велись по технологии бескранового монтажа без использования стандартных стреловых кранов [2].

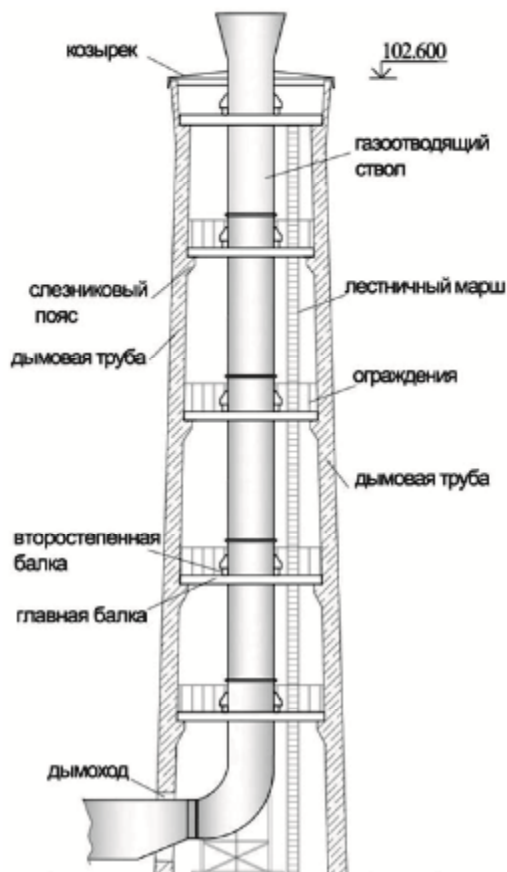


Рис. 1. Общий вид установленного нового ствола трубы

Расчетными для данного ствола являлись следующие параметры:

- минимальная температура дымовых газов на входе в трубу 160°C ;
- максимальная температура дымовых газов на входе в трубу 200°C ;
- объем отводимых газов (при 180°C и влажности 18 %): min-25000 м³/час, max-105000 м³/час;

- состав дымовых газов: Н – 103,5 кмоль/час; N – 2,89 кмоль/час; CO – 252,87 кмоль/час; CO – 55,72 кмоль/час; CH – 102,78 кмоль/час;

По проекту ствол был поделен на секции по отметкам 15.000; 27.500; 35.000; 50.000; 65.000; 80.000, каждая из которых опирается на собственные грузовые балки. Сопряжения секций выполнены в виде сальниковых компенсаторов с заполнением зазоров асбестошнуром марки ШАОН.

При определении диаметра внутреннего металлического газоотводящего ствола одним из условий является отсутствие избыточного статического давления дымовых газов в стволе.

Критическая скорость, при которой в цилиндрическом стволе трубы не будет избыточного давления, выражается формулой [1]:

$$W_{кр} = \sqrt{2g \left(\frac{g_g}{g_c} \cdot m \right) D^0 / l}, \quad (1)$$

где g – ускорение силы тяжести (9,81 м/сек);
 γ_b – плотность воздуха (при $t=26^\circ\text{C}$, $\gamma = 1,185$);
 γ_r – плотность воздуха (при $t=150^\circ\text{C}$, $\gamma = 0,85$);
 D^0 – диаметр металлического ствола (равен 1,3);
 λ – коэффициент трения, равный 0,02.

При стабильном режиме работы оборудования наиболее неблагоприятные условия дымовой трубы имеют место в летние месяцы, когда уменьшается динамический напор. При расчете критической скорости дымовых газов необходимо также учесть то обстоятельство, что металлический ствол не теплоизолирован и температура дымовых газов на выходе из трубы в этом случае будет на 40-50 °С ниже температуры на входе в трубу, т.е. не 170 °С, а 130-140 °С. В расчете следует принимать t газов ~ 150 °С, а не 177 °С:

$$W_{кр}^{кр} = 19,6 \text{ м/с.}$$

Критерий Рихтера $R \leq 1,0$, по которому устанавливается наличие избыточного статического давления в газоотводящем стволе, в данном случае, при указанных параметрах дымовых газов и диаметре ствола 1,3 м.

$$R = \frac{l \cdot h_g}{D_g \cdot D_d} = \frac{0,02 \cdot 20,97}{0,300 \cdot 1,3} = 1,08, \text{ что больше } 1,0, \quad (2)$$

где

$$h_g = \frac{g_{rc} \cdot W_d^2}{2g} = \frac{0,85 \cdot 22^2}{19,62} = 20,97 \text{ кг/м}^2, \quad (3)$$

$$W_d = \frac{105000 \cdot \text{м}}{3600 \cdot 0,785 \cdot 1,3^2} = 22 \text{ м/с.} \quad (4)$$

В зимний период, когда минимальная температура наружного воздуха равна минус 25 °С газоотводящий ствол будет находиться под разрежением:

$$R = \frac{0,02 \cdot 20,97}{0,574 \cdot 1,3} = 0,56 < 1. \quad (5)$$

Установка диффузора на выходе из трубы позволяет увеличить нагрузку на трубу на 40-50 % без появления в ней избыточного статического давления и снизить расход электроэнергии на транспорт дымовых газов, а также уменьшить стоимость газоотводящего ствола за счет меньшего диаметра ствола. Результат в практическом применении показан на рис. 2.

При высоте диффузора 1,6 м и раскрытием 1,7 м/1,3 м=1,31 скорость дымовых газов из диффузора снизится с 22 м/с до 12,9 м/с и тем самым пропускная способность газоотводящего тракта будет достаточной для компенсации дополнительных нерасчетных объемов удаляемых газов и более низкой температуры газов.

Толщина стенки ствола принята 5 мм, диффузора – 6 мм. При длине отдельных секций не превышающей 20,0 м и коррозионном износе, как показывает опыт эксплуатации, 0,05-0,08 мм/год при удалении дымовых газов от сжигания природного газа с температурой превышающей температуру точки росы более чем на 100 °С, эксплуатационный ресурс металлического ствола составляет не менее 30 лет.

Конструкция сальникового компенсатора имеет четырехкратный запас на компенсацию теплового роста секции. В конструкции компенсатора не предусмотрена защита уплотнения компенсатора от воздействия разрежения или избыточного давления в трубе, а также нарушения положения жгутов при циклических изменениях теплового состояния металлического ствола трубы.



Рис. 2. Установленный диффузор газоотводящего ствола

При реконструкции трубы предусматривается сохранение существующей футеровки дымовой трубы и теплоизоляции. Данное решение позволяет обеспечить улучшение температурного состояния железобетонной несущей оболочки дымовой трубы. Внутренний металлический газоотводящий ствол исключает контакт дымовых газов с футеровкой, и в наиболее неблагоприятном положении будет находиться верхнее звено футеровки и оголовок железобетонного ствола, защита которых от атмосферных осадков в проекте не предусмотрена. Для этого должна быть выполнена кровля трубы не препятствующая в то же время естественной вентиляции межтрубного пространства.

Увеличение нагрузки от газоотводящего ствола, площадок обслуживания, лестниц и других металлоконструкций на железобетонный ствол дымовой трубы составляет 30 тонн, что не превышает 1 % от массы ствола трубы. Дополнительное напряжение сжатия в бетоне менее 5 % точности расчета несущей способности ствола трубы.

Дополнительных мероприятий по усилению фундамента дымовой трубы не требуется вследствие незначительного увеличения дополнительных нагрузок, которые частично компенсированы демонтажем разделительной стенки и перекрытия трубы.

В рамках проведения плановых работ по комплексному обследованию и экспертизе дымовой трубы в 2010 г. и 2015 г., проведенными специалистами, можно сделать выводы:

- Проект реконструкции дымовой железобетонной трубы высотой 100,0 м диаметром устья 4,2 м цеха КГСМ ОАО «Нижнекамский нефтеперерабатывающий завод», предусматривающий установку внутреннего металлического газоотводящего ствола из стали С245, состоящего из отдельных секций длиной до 20,0 м с опиранием на металлические балки площадок обслуживания, выполнен с соблюдением требований стандартов, норм и правил промышленной безопасности.

- Пропускная способность металлического газоотводящего ствола, имеющего диаметр 1,3 м и диффузор раскрытием 1,7 м достаточна для удаления и выброса в атмосферу дымовых газов от установленного теплосилового оборудования цеха КГСД.

- Газоотводящий металлический ствол из стали С245 при толщине стенки 5 мм и слабоагрессивной парогазовой среде будет иметь эксплуатационный ресурс не менее 30 лет. Газоотводящий ствол имеет высокую ремонтпригодность.

- Принятая в проекте система подвески секций металлического ствола, имеющего два опорных узла, наименее подвержена несимметричным деформациям конструкций трубы.

- Железобетонный ствол и фундамент дымовой трубы не требуют компенсирующих мероприятий в связи с увеличением нагрузок от металлического внутреннего ствола ввиду малых дополнительных нагрузок.

· Из десятилетнего опыта наблюдения можно сделать вывод, что устройство газоотводящего ствола при модернизации дымовых труб позволило значительно продлить ресурс сооружения при этом значительно снизить затраты на текущий и капитальный ремонт.

Список библиографических ссылок

1. Мочан С.И. Аэродинамический расчет котельных установок (нормативный метод). – Л.: Энергия, 1977. – 256 с.
2. Юдина А.Ф., Ладнушкин А.А. Разработка конструктивно-технологических решений бескранового монтажа при реконструкции промышленных зданий // Доклады 68-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета, СПбГАСУ, В 5 ч. I. – СПб., 2011. – 240 с.
3. Ельшин А.М., Ижорин М.Н. Дымовые трубы. – М.: Стройиздат, 2001. – 296 с.
4. Дужих Ф.П., Осоловский В.П. Промышленные дымовые и вентиляционные трубы. Справочное издание. – М.: Теплотехник, 2004. – 464 с.
5. Волков Э.П. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС: Энергоатомиздат, 1987. – 280 с.
6. Рихтер Л.А., Гаврилов Е.И. Избыточное давление в дымовых трубах и способы его устранения. Электрические станции, 1974, № 4. – С. 38-41.
7. Захаров И.В. Ремонт газоходов и дымовых труб электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 112 с.
8. Дужих Ф.П., Ижорин М.Н., Осоловский В.П. Сооружение промышленных дымовых труб: справ. изд. В 3 кн., Кн. 2. Строительство. – М.: Теплотехник, 2007. – 384 с.
9. Акатьев В.А., Ларионов В.И., Милютин Н.П., Суцев С.П. Совершенствование способов и средств внутритрубного неразрушающего контроля функционирующей дымовой трубы. – М., 2012. – 24 с.
10. Яблонько Е.В. Основные проблемы в эксплуатации дымовых труб // Молодой ученый, 2011, № 9 (32). – С. 65-68.

Ladnushkin A.A. – candidate of technical sciences, technical director

Avhadeev R.R. – engineer

Hasanov R.M. – general director

Sadykov R.R. – engineer

E-mail: sic_expertiza@mail.ru

LTD Specialized engineering center «Expertise»

The organization address: 420111, Russia, Kazan, Profsoyuznaya st., 17V

Modernization of industrial chimneys of oil production complexes

Resume

Continuous growth in both quantitative and qualitative improvements in the production of petrochemical plants determines the need for modernization and technical re-equipment, which affects the physical and geometrical parameters of the existing building structures. The article discusses the modernization of industrial pipes of oil refineries industrial complexes needed to meet new technological processes. This problem can be solved by reconstruction of the chimney with internal gas exhaust trunk, confirmed the practical application on current production. Work on installation of the gas exhaust trunk was conducted by gearless installation technology for installation without the use of standard jib cranes due to the cramped conditions of the adjoining sites. As part of the planned works for complex survey and examination of newly installed chimney in the period since the erection of the present day conclusions about the suitability for continued service and expediency of the device of the gas exhaust trunk.

Keywords: modernization of industrial enterprises, editing of gas-outletbarrel, flue, reconstruction of flue.

Reference list

1. Mochan S.I. Aerodynamic calculation of caldrion options (normative method). – L: Energija, 1977. – 256 p.
2. Yudin A.F., Ladoshkin A.A. Development of constructive-technological decisions of the gearless installation during the reconstruction of industrial buildings // Proceedings of the 68th scientific conference of professors, teachers, scientific workers, engineers and postgraduate students of the University of Architecture and Civil Engineering, 5 In part I. – SPb., 2011. – 240 p.
3. Elchin A.M., Egorin M.N. Chimneys. – M.: Stroiizdat, 2001. – 296 p.
4. Dugih F.P., Solowski V.P. Industrial chimneys and ventilation pipes. Reference book. – M.: Teplotekhnika, 2004. – 464 p.
5. Volkov Je.P. Flue pipe thermal and nuclear power plants. – M.: Energoatomizdat, 1987. – 280 p.
6. Richter L.A., Gavrilov E.I. Overpressure in the flue pipes and the way to remove it. Electric station, 1974, № 4. – P. 38-41.
7. Zakharov I.V. Repair Flues and chimneys of power plants. – M.: Energoatomizdat, 1991. – 112 p.
8. Dugih F.P., Egorin M.N., Solowski V.P. Construction of industrial chimneys: Ref. ed. 3 b. B. 2. Construction. – M.: Teplotekhnika, 2007. – 384 p.
9. Akatev V.A., Larionov V.I., Miljutin N.P., Sushhev S.P. Perfection of methods and facilities into the pipe of non-destructive control of functioning flue. – M., 2012. – 24 p.
10. Iablunko E.V. Basic problems in exploitation of flues // Young scientist, 2011, № 9 (32). – P. 65-68.