

УДК 624.012

**ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ  
ДЫМОВЫХ ТРУБ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ  
МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО  
ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ**

*к.т.н., проф. Яровой С.Н. \*, Горовый А.И. \*, Дорофеев Е.Ю. \*\**

*\* Проектный и научно-исследовательский институт «Харьковский  
Промстройинишпроект»,*

*\*\* НПК «Спецгеопарк» (Москва).*

Магистральные газопроводы, для транспортировки природного газа от месторождений в Западной Сибири до потребителей в Западной Европе, построены в 70-ые и 80-ые. Компрессорные станции, обслуживающие магистральные газопроводы, эксплуатируются от 25 до 45 лет.

За длительный период эксплуатации строительные конструкции компрессорных претерпели значительный физический износ, последствия аварий от выхода из строя этих конструкций очень велики. Диагностика технического состояния металлических дымовых труб компрессорных станций для обеспечения их промышленной безопасности является актуальной и злободневной задачей.

Магистральный газопровод «Кременчук – Ананьев – Черновцы – Богородчаны» введен в эксплуатацию в 1988 году. По трассе газопровода были построены три компрессорные станции – КС «Заднепровская», КС «Кировоградская» и КС «Южнобугская».

На каждой компрессорной станции установлено по 8 турбоагрегатов ГПА ГТК-10-4Б. Для отвода дымовых газов каждый турбоагрегат подключен к 2 дымовым трубам.

В процессе выполнения работ были обследованы 46 дымовых труб – 15 дымовых труб на КС «Заднепровская», 16 дымовых труб на КС «Кировоградская» и 15 дымовых труб на КС «Южнобугская». На момент обследования металлические дымовые трубы эксплуатировались на протяжении 23 лет. В среднем, в работе каждая труба находится в эксплуатации по 250 дней в году.

Металлические дымовые трубы цилиндрического очертания жестко заземлены в монолитном железобетонном фундаменте на свайном основании из 4 свай. Верхний конец металлических труб – свободный. Длина металлических дымовых труб – 22.0м, внешний диаметр труб – 2210мм.

На всех компрессорных станциях стволы металлических дымовых труб сварены из 16 элементов стыковыми швами. Опорный лист трубы изготовлен из листа толщиной 30мм. С двух сторон каждого болта установлены металлические ребра жесткости толщиной 8мм. В опорных листах под анкерные болты прорезаны 12 отверстий диаметром 45мм под анкерные болты М 42.

Толщина стенки нижних элементов труб – 10-14мм, выше – 6-5мм.

На отг. 0.80м в трубах вварено металлическое днище из листа 5мм.



*Рис. 1. Общий вид металлических дымовых труб турбоагрегатов КС «Заднепровская»*

В результате визуального обследования выявлено следующее: общая или местная потеря устойчивости всех стволов труб отсутствует, существенных вмятин в стволах труб не выявлено, качество сварных швов между элементами стволов труб удовлетворительно, каверны и раковины в бетоне ростверков отсутствуют, бетон хорошо уплотнен, отсутствует разрушение защитного слоя бетона и оголение арматуры ростверков.

Измерение фактической толщины стенки ствола трубы производилось в четырех точках сечения трубы (через  $90^\circ$ ) с отм.  $-0.05\text{м}$  до отм.  $2.00\text{м}$  через  $250\text{-}300\text{мм}$ , с отм.  $2.00\text{м}$  и выше в четырех точках сечения трубы через  $500\text{мм}$ . С отм.  $4.00\text{м}$  и до отм.  $14.500\text{м}$ , где ствол трубы утеплен снаружи, измерение толщины не проводилось.



*Рис.2. Проведение толщинометрии ствола трубы на отм.  $20.00\text{м}$*

Измерения толщины с отм. -0.15м и до отм. 0.80м проводилось снаружи ствола трубы, с отм. 0.80м до отм. 4.00м – с переносной лестницы внутри трубы, и с отм. 14.50м и выше – с вышки на автомобильном ходу. Зачистка точек на стволе трубы для проведения толщинометрии производилась электрошлифовальным инструментом.

Наибольший коррозионный износ ствола дымовой трубы, как и предполагалось, располагается на уровне днища (отм. 0.80м) и до отм. 3.0м. На компрессорной станции «Южнобугская» коррозионный износ ствола трубы на этих отметках составил от 5% до 23%, на компрессорной станции «Заднепровская» коррозионный износ – от 5% до 7%, на компрессорной станции «Кировоградская» коррозионный износ – от 5% до 26%.

Коррозионный износ стволов дымовых труб выше отм. 3.00м всех компрессорных станций – от 1% (в уровне устья трубы) до 10% (на отм. 3.00м). Коррозионный износ днищ дымовых труб компрессорной станции «Южнобугская» – от 40% до 100%, компрессорной станции «Заднепровская» – от 14% до 46%, компрессорной станции «Кировоградская» – от 10% до 100%. Коррозионный износ опорных плит и ребер жесткости баз всех дымовых труб от 2% до 5%.

На рис. 3 представлена степень коррозионного износа ствола трех металлических дымовых труб на разных отметках и коррозионный износ днища труб компрессорной станции «Южнобугская».

Характерными дефектами и повреждениями опорных баз дымовых труб всех компрессорных станций является непроектное расположение анкерных болтов в фундаментах, в опорных плитах были вырезаны дополнительные отверстия под анкерные болты. Отверстия под анкерные болты вырезались при помощи газовой резки с разрезкой опорного листа от края и до места расположения анкерного болта, что значительно ослабляет опорный лист. Также при попадании на не проектно установленный анкерный болт вырезались ребра жесткости базы трубы. Были даны рекомендации и технические решения по устранению этих дефектов.

Проверочные расчеты несущей способности с учетом максимального коррозионного износа металлических дымовых труб показали, что прочность и устойчивость обеспечена. Для дымовых металлических труб круглого поперечного сечения (хорошо обтекаемого), для которых форма, изгибная и крутильная жесткости являются величинами постоянными вне зависимости от направления действующего ветрового потока, расчет на галопирование и дивергенцию не проводится.

В результате анализа материалов обследования, проверочных расчетов был продлен срок эксплуатации на 5 лет после выполнения работ по ремонту элементов металлических труб. В результате ремонтных работ были заменены 30 днищ металлических труб (65% труб), заварены разрывы в опорных плитах многих труб, установлены многие дополнительные ребра жесткости между стволом и опорным листом базы и т.д. После выполнения ремонтных работ надежность всех элементов металлических труб обеспечена.

Анализируя надежность и несущую способность металлических труб с учетом коррозионного износа основных несущих элементов после 25 лет

эксплуатации можно сделать прогноз, что безопасная эксплуатация металлических дымовых труб возможна не более чем в течение 10 лет.

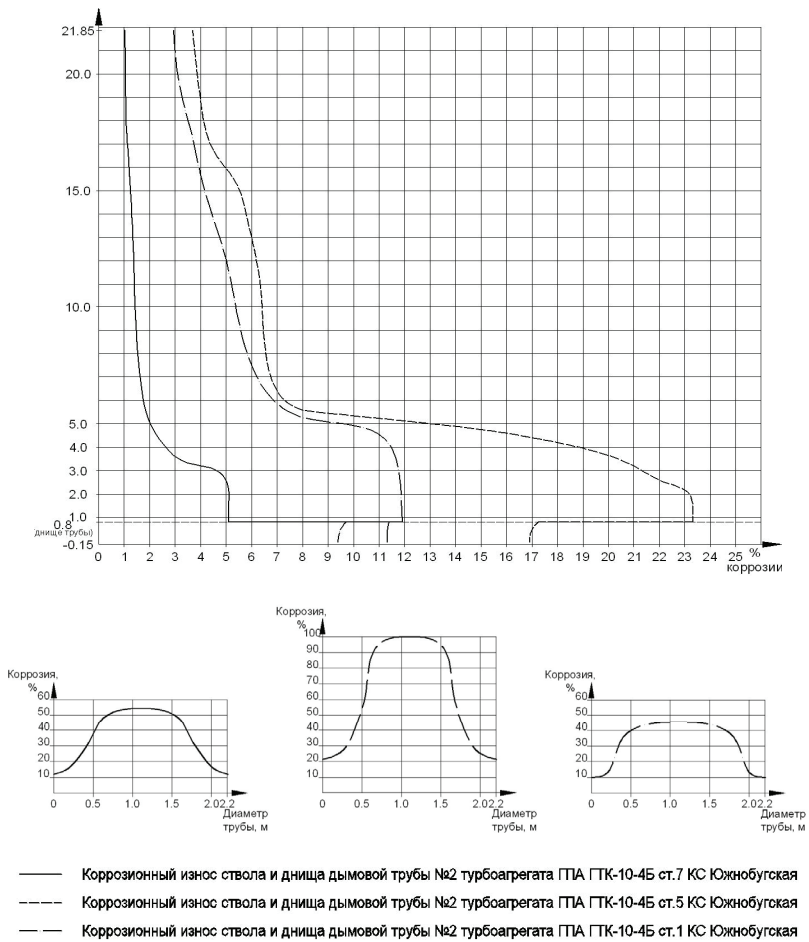


Рис.3. Степень коррозионного износа ствола и днища металлических дымовых труб компрессорной станции «Южнобугская»