

Исследование диапазона устойчивой работы регуляторов FL200AN300+TR в ГГРП № 4 г. Волгограда

Т.В. Ефремова, Ю.Н. Косов

*Институт архитектуры и строительства
Волгоградского государственного технического университета*

Аннотация: Рассматривается работа регуляторов FL200AN300+TR, установленных в ГГРП № 4 г. Волгограда. Приводятся результаты расчетов пропускной способности регуляторов давления и диапазона их устойчивой работы. Выявлено, что не на всех выходах обеспечивается устойчивая работа регуляторов давления при минимальных расходах газа.

Ключевые слова: головной газорегуляторный пункт, регулятор давления, пропускная способность, диапазон устойчивой работы.

Одной из основных задач при использовании природного газа является его бесперебойная подача всем потребителям. Выполнение этой задачи во многом зависит от режима эксплуатации источника газоснабжения – пункта редуцирования газа [1,2]. В свою очередь, работа любого ПРГ зависит от режимов эксплуатации основного оборудования ПРГ: регуляторов давления, фильтров, приборов учета расхода газа, предохранительных запорных и сбросных клапанов [3,4].

Головной газорегуляторный пункт (ГГРП) № 4 является основным источником газоснабжения как для потребителей Красноармейского района г. Волгограда, так и для некоторых потребителей, расположенных вне черты городской застройки: п. Светлый Яр, п. Райгорода, предприятия ООО «Эко Тон». В максимальные часы разбора газа расход газа на выходе из ГГРП находится в диапазоне 180-220 м³/ч. Перебои в подаче газа потребителям могут рассматриваться, как ЧП городского и областного масштаба.

Основным рабочим элементом газорегуляторного пункта является регулятор давления. В процессе эксплуатации регуляторов давления возможны периоды их неустойчивой работы, характеризующиеся следующими признаками: недопустимое повышение давления на выходе из регулятора; повышенная вибрация, шум; пульсация давления на выходе из

регулятора (автоколебания) и другие [5]. Подобные ситуации могут привести к различным последствиям, включая возникновение гидравлического удара, нарушение герметичности фланцевых и резьбовых соединений в ПРГ, нарушение работы газоиспользующего оборудования потребителей и другое [6, 7].

В ГГРП № 4 эксплуатируются три линии редуцирования газа. Давление газа снижается с входного значения (0,6-1,2 МПа) до различного выходного. Причем на двух линиях предусматривается установка двух рабочих линий и одной резервной, на одной – одной рабочей линии и одной резервной. Все линии помимо рабочего регулятора оборудованы регуляторами-мониторами (рисунок 1). Кроме того, в ГГРП № 4 имеется отдельная линия на собственные нужды ГГРП, предназначенная для использования газа на нужды отопления здания ГГРП.

На линии редуцирования последовательно установлены два регулятора. В штатном режиме работает основной, а установленный перед ним регулятор-монитор находится в режиме слежения и при этом полностью открыт: имея такую же пропускную способность, регулятор-монитор настраивается на несколько большее выходное давление, нежели основной регулятор. В случае выхода из строя основного регулятора, давление в выходном коллекторе начинает расти, и, при достижении давления, настройки регулятора-монитора он включается в работу, тем самым обеспечивая бесперебойное газоснабжение [8]. Технические параметры настройки регуляторов и регуляторов-мониторов приведены в таблице 1. На всех линиях (кроме 4го выхода) в качестве регуляторов давления газа и регуляторов-мониторов применены регуляторы марки FL200AN300+TR фирмы TARTARINI (Италия). Данные регуляторы являются комбинированными, в их корпус встроен предохранительный запорный клапан.

Согласно [9] пропускная способность регулятора давления марки FL определяется по выражению:

в субкритическом режиме ($P_2 \geq P_1/2$):

$$Q = 0,525C_g \cdot P_1 \cdot \sin\left(\frac{3417}{C_1} \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{P_1}}\right); \quad (1)$$

в критическом режиме ($P_2 \leq P_1/2$):

$$Q = 0,525C_g \cdot P_1, \quad (2)$$

где Q – пропускная способность регулятора давления газа, м³/ч; P_1 – абсолютное входное давление, бар; P_2 – абсолютное выходное давление, бар; C_g – коэффициент пропускной способности, м³/ч; коэффициент C_g численно соответствует пропускной способности регулятора при избыточном давлении 1 атм. (0,1 МПа) и температуре 15 °С; C_1 – коэффициент формы корпуса.

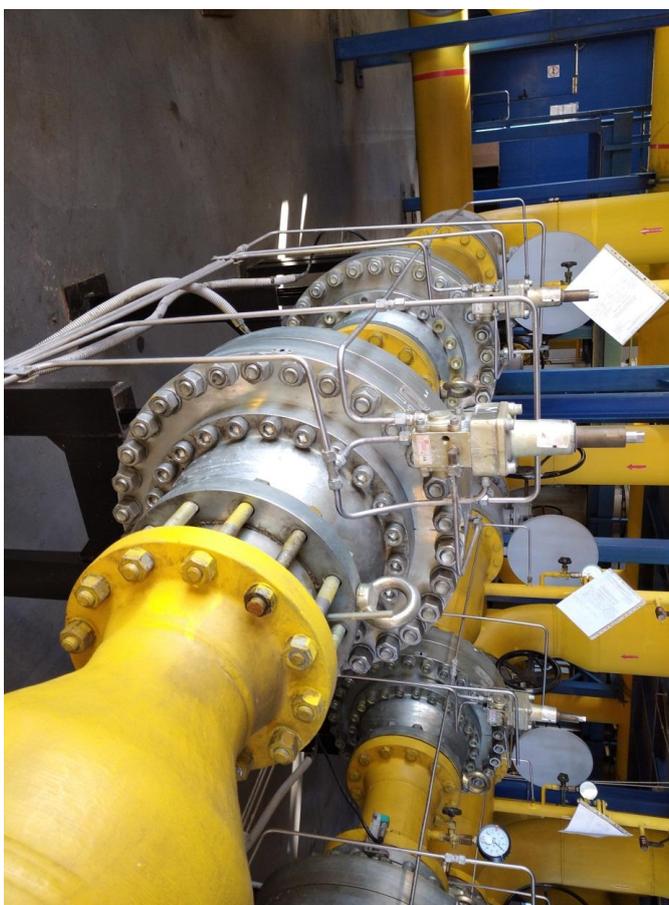


Рисунок 1 – Установка регулятора-монитора и рабочего регулятора в ГГРП № 4

Таблица 1 - Технические параметры настройки оборудования выходов ГГРП № 4

№ выхода	Линия	Монитор, МПа	Регулятор, МПа	$Q, \text{м}^3/\text{ч}$	%
1	1 рабочая	0,32	0,30	210893	13,9/33,5
	2 рабочая	0,29	0,27		
	резервная	0,26	0,24		
2	1 рабочая	0,50	0,48	210893	19,1/40,9
	2 рабочая	0,47	0,45		
	резервная	0,44	0,42		
3	рабочая	0,63	0,60	208392	3,8/18,4
	резервная	0,56	0,56		
	резервная	-	2,3		

С переводом значений давления в систему СИ выражения (1) и (2) имеют следующий вид:

$$Q = 5,25C_g \cdot P_1 \cdot \sin\left(\frac{3417}{C_1} \sqrt{\frac{P_1 - P_2}{P_1}}\right); \quad (3)$$

$$Q = 5,25C_g \cdot P_1, \quad (4)$$

где P_1 и P_2 – соответственно, входное и выходное давления, МПа.

Проверяем пропускную способность регулятора на первой рабочей линии первого выхода со входным давлением 1,2 МПа, коэффициентом пропускной способности 30900 м³/ч и коэффициент формы корпуса 28,6 [9].

Определяем режим редуцирования:

$$0,4 \leq 1,3/2; \text{ - режим критический.}$$

По уравнению (4):

$$Q = 5,25 \cdot 30900 \cdot 1,3 = 210893 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Согласно [10], для устойчивой работы регулятора давления необходимо, чтобы расход газа через него был в интервале от 10 до 80% от пропускной способности регулятора, т.е.:

$$10\% \leq \frac{V}{Q} \leq 80\% . \quad (5)$$

Данные по расходу газа, проходящего через регулятор давления, принимаем по максимальному расходу газа за 2022 год из архива данных узла учета расхода газа. Для выхода 1 максимальный среднесуточный расход газа за 2022 год составил 70595 м³/ч.

Проверяем устойчивость работы регулятора FL200AN300+TR:

$$\frac{70595}{210893} \cdot 100\% = 33,5 \%$$

Регулятор работает устойчиво.

Анализ результатов расчета пропускной способности регуляторов давления газа показал, что регуляторы, работающие на выход 1 и 2, имеют устойчивый режим эксплуатации. Регуляторы на выходе 3 при минимальном расходе газа 8010 м³/ч (3 июля) находятся в зоне неустойчивой работы (3,8 %), что может привести к поломке регулятора и остановки работы всей линии. Выход 3 является источником газоснабжения для филиала ОАО «Каустик» ТЭЦ-3. Перебои в газоснабжении могут привести к остановке работы оборудования такого крупного энергетического объекта как ТЭЦ, что вызовет перебои в подаче не только горячей воды, но и электроэнергии.

Литература

1. Саркисян А.А. Аспекты функционирования и тенденции развития жилищно-коммунального хозяйства и его составных элементов// Инженерный вестник Дона, 2012, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/680.
2. Ефремова Т.В., Злыгин М.С. Исследование класса давления запирания регуляторов РЕД. Инженерный вестник Дона, 2023, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2023/8149.



3. Жила В.А. Газовые сети и установки: Учеб. пособие для сред. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 272 с.
4. Шур И.А. Газорегуляторные пункты и установки. – Л.: Недра, 1985. – 288 с.
5. Промышленное газовое оборудование. Справочник. Издание 6-е, переработанное и дополненное. Под ред. Е.А. Карякина. – Саратов: Газовик, 2013. – 1280 с.
6. Shakhmatov E.V., Igolkin A.A., Sverbilov V.Y., Stadnik D.M., Ilyukhin V.N. Studies of the characteristics of a gas pressure regulator with a noise suppressor// Journal of machinery manufacture and reliability, 2021, № 6. p. 481-488.
7. Shah Y.T. Energy and fuel systems integration. Boca Raton. CRC Press 2015. p. 440.
8. Газоснабжение без перерывов. URL: gazovik-gaz.ru/o-gk-gazovik/stati/gazosnabzhenie-bez-pereryivov.
9. Регуляторы давления FL. Инструкция. Общие сведения. URL: xn--80aaayaupbmc.xn--p1ai/upload/web_pdf/documentation/IM_FL_RU_05.2013.
10. Стаскевич Н.Л., Северинец Г.Н., Вигдорчик Д.Я. Справочник по газоснабжению и использованию газа. – Л.: Недра, 1990. – 762 с.

References

1. Sarkisyan A.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/680.
 2. Efremova T.V, Zlyigin M. S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №21. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2023/8149.
 3. Zhila V.A. Gazovy`e seti i ustanovki [Gas networks and installations]: Ucheb. posobie dlya sred. prof. obrazovaniya. M.: Izdatel`skij centr «Akademiya», 2003. 272 p.
-



4. SHur I.A. Gazoregulyatornye punkty i ustanovki [Gas control points and installations]. L.: Nedra, 1985. 288 p.
5. Promyshlennoe gazovoe oborudovanie. Spravochnik. [Industrial gas equipment. Directory] Izdanie 6-e, pererabotannoe i dopolnennoe. Pod red. E.A. Karyakina. – Saratov: Gazovik, 2013. 1280 p.
6. Shakhmatov E.V., Igolkin A.A., Sverbilov V.Y., Stadnik D.M., Ilyukhin V.N. Journal of machinery manufacture and reliability, 2021, № 6. pp. 481-488.
7. Shah Y.T. CRC Press 2015. p. 440.
8. Gazosnabzhenie bez pereryvov. [Gas supply without interruptions]. URL: gazovik-gaz.ru/o-gk-gazovik/stati/gazosnabzhenie-bez-pereryivov.
9. Regulyatory davleniya FL. Instrukciya. Obshchie svedeniya [Pressure regulators FL. Instruction manual. General information]. URL: xn--80aayaypbmc.xn--p1ai/upload/web_pdf/documentation/IM_FL_RU_05.2013.
10. Staskevich N.L., Severinec G.N., Vigdorichik D.Ja. Spravochnik po gazosnabzheniju i ispol'zovaniju gaza [Handbook on gas supply and use of gas]. L.: Nedra, 1990. 762 p.