

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ГАЗА НА ГРАНИЦЫ ДИАПАЗОНА УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ

Ефремова Татьяна Васильевна

к.т.н., доцент ИАиС ВолгГТУ, г. Волгоград

Мясников Алексей Сергеевич

*магистрант ИАиС ВолгГТУ, г. Волгоград,
преподаватель ЧПОУ «Газпром колледж Волгоград»*

Аннотация: приводится исследование влияния плотности газа на границы диапазона устойчивой работы регулятора давления. Уточнены границы интервала устойчивой работы регулятора давления марки РДНК-400 для сетей газораспределения, транспортирующих природный газ с плотностью в интервале 0,693-0,740 кг/м³.

Annotation: the research of influence of density of gas on borders of range of steady operation of the regulator of pressure is given. Borders of an interval of steady operation of the regulator of pressure of the RDNK-400 brand for the networks of gas distribution transporting natural gas with a density in the range of 0,693-0,740 kg/m³ are specified.

Ключевые слова: плотность газа, регулятор давления газа, границы диапазона устойчивой работы регулятора давления.

Keywords: gas density, gas pressure regulator, the boundaries of the stable range of pressure regulator.

Россия по праву считается одним из лидеров по разработкам, добыче и поставкам газа на мировой рынок. Природа щедро наградила её этим видом сырья. На сегодняшний день, уже освоены и разрабатываются в общей сложности около двухсот месторождений по добыче газа и газового конденсата. Основные залежи обнаружены в районах Заполярья, Северо-Западной Сибири и на дальнем Востоке. Каждое месторождение характеризуется запасами газа, его химическим составом и свойствами. Одной из наиболее важных характеристик природного газа является его плотность, которая изменяется от одного месторождения к другому, а порой меняется в пределах даже одного месторождения.

Добытый из месторождений газ транспортируется по единой системе газоснабжения России (далее ЕСГ) в другие страны мира, а также на внутренний рынок для обеспечения газом регионов страны.

Проходя целый ряд инженерно-технических сооружений, газ попадет к конечному потребителю - промышленным предприятиям, объектам социального и жилого фонда, коммунальные объекты. Ключевую роль в бесперебойном обеспечении конечных потребителей газом требуемых параметров является безаварийная и устойчивая работа регуляторов давления в пунктах редуцирования газа (далее ПРГ).

В процессе эксплуатации регуляторов давления, как правило, наблюдаются повышенный низкочастотный шум, вибрация корпуса и колебания регулируемого давления (автоколебания). Эти явления вызваны неустойчивостью равновесия клапана в потоке газа [3, с. 125; 9, с. 203].

Одной из основных причин, вызывающих неустойчивую работу регулятора, за исключением конструктивных деформаций и недоработок, изменений компоновки системы или технологии изготовления отдельных деталей является несоблюдение условий, при которых расход газа потребителями находится в интервале 10 – 80 % от

пропускной способности регулятора при заданных параметрах входного и выходного давлений [1, с. 11; 10, с. 110].

Причинами отклонений от установленных границ диапазона устойчивой работы регулятора давления являются неправильный подбор регулятора давления или изменение параметров транспортируемой среды, которые могут влиять на границы диапазона устойчивой работы (температура, входное и выходное давление газа и т.п.). [4, с. 108; 5, с. 12].

В работе рассматривается влияние плотности газа на пропускную способность регулятора давления и границы диапазона его устойчивой работы, которые связаны зависимостью [6, с. 25]

$$Q_2 = Q_1 \frac{P_1 \varphi_1}{P_1 \varphi_1 \sqrt{\rho_0 / \rho_0}}, \quad (1)$$

где: Q_2 – расход газа, м³/ч, при t , °С, и $P_{бар}=0,1033$ МПа со значениями, и, отличными от приведенных в паспорте на регулятор;

Q_1 – расход газа при P_1 ;

P_1 – входное абсолютное давление, МПа;

φ_1 – коэффициент по отношению P_2/P_1 ;

ρ_0 – плотность газа, кг/м³, при $t=0$ °С и $P_{атм}=0,1033$ МПа;

P_1, φ_1, ρ_0 – принятые данные при использовании других параметров газа.

Влияние плотности газа на границы диапазона устойчивой работы регулятора давления можно проследить на примере регулятора марки РДНК-400, выпускаемому некоторыми российскими предприятиями (ООО ЭПО «Сигнал», ОАО «Газаппарат» и др.) и получившему широкое распространения в сетях газораспределения низкого давления. В качестве источника газовой среды рассматриваются два газопровода, территориально расположенные в одном субъекте Российской Федерации

Волгоградской области: газопровод Петровск-Новопсковск; газопровод Лог-Конный [7, с. 2; 8, с. 2] (рис. 1; табл. 1).

Таблица 1

Наименование газопровода и место отбора проб газа	Изменение в газопроводах плотности газа ρ_0 при станд. усл. по месяцам за 2017 год, кг/м ³											
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
г-д Петровск-Новопсковск, ГРС Киквидзе Волгоградская обл.	0,698	0,693	0,693	0,696	0,698	0,700	0,700	0,700	0,697	0,695	0,694	0,695
г-д Лог-Конный, ГРС-1 г. Волгоград	0,720	0,728	0,705	0,725	0,731	0,719	0,740	0,739	0,737	0,712	0,721	0,721

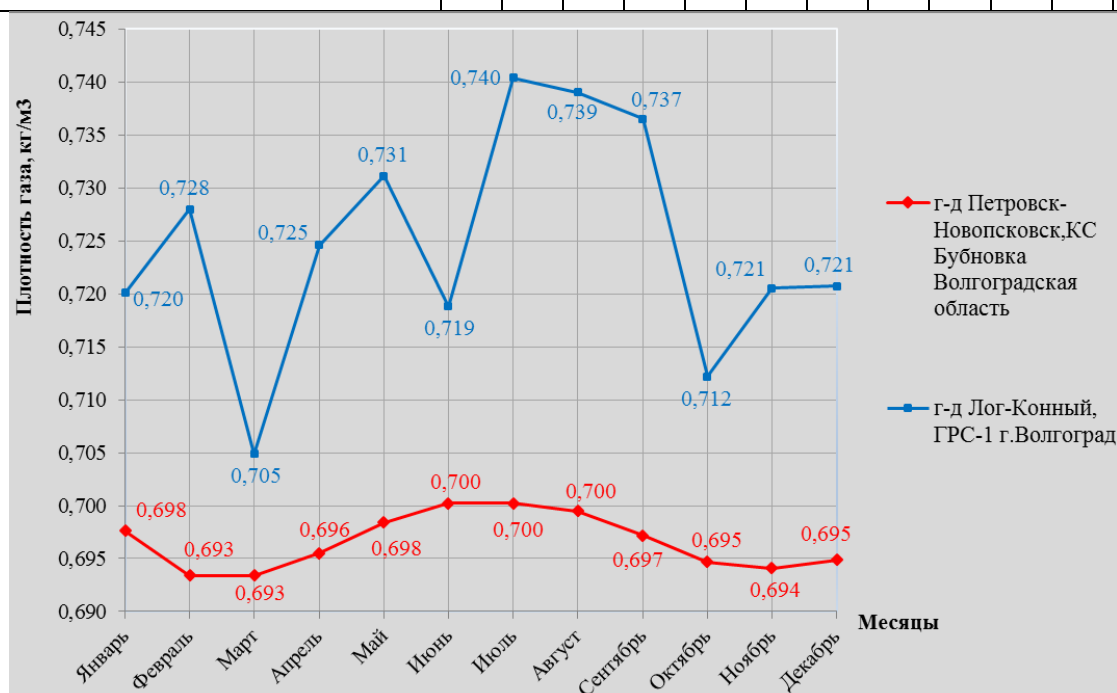


Рисунок 1 – Графики изменения плотности газа в газопроводах единой системы газоснабжения страны в течение 2017 года

Анализ данных паспортов качества газа показал, что плотность газа в течение года меняется в каждом из рассматриваемых газопроводах достаточно хаотично (рис. 1; табл. 1). Это связано с тем, что в процессе транспортировки в трубопровод закачивается газ из различных месторождений, периодически происходит переключение в узловых точках различных магистральных газопроводов. И, как

следствие, плотность транспортируемого по газопроводам газа может меняться в некоторых пределах.

На основании выражения (1) и исходных данных, представленных в табл. 1, можно проследить, как меняется максимальная пропускная способность регулятора давления РДНК-400 при различных плотностях газа в течении года (табл. 2).

Таблица 2

Техническая характеристика регулятора давления РДНК-400 и изменение его пропускной способности при различных плотностях газа в течении года

Макс. пропускная способность Q_1 регулятора при ст. усл., м ³ /ч	321,9
Входное максимальное абс. давление P_1 , МПа	0,701

Плотность газа при н.у., кг/м ³	0,730											
Наименование ГРС, подающей газ в сети газораспределения	Изменение пропускной способности Q ₂ регулятора давления при станд. усл., м ³ /ч при изменении плотности газа ρ ₀											
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
ГРС Киквидзе, Волгоградская область	329,3	330,3	330,3	329,8	329,1	328,7	328,7	328,8	329,4	330,0	330,1	329,9
ГРС-1 г. Волгоград	324,1	322,3	327,6	323,1	321,7	324,4	319,6	319,9	320,5	325,9	324,0	324,0

Учитывая значения максимальной пропускной способности регулятора давления РДНК-400 (табл. 2) при изменяющейся плотности газа в рассматриваемых газопроводах ЕСГ, определены границы

диапазона его устойчивой работы, а именно значения, равные 0,1Q₂ и 0,8Q₂ (табл. 3).

Таблица 3

Границы диапазона устойчивой работы регулятора РДНК-400

Наименование ГРС, подающей газ в сети газораспределения		Границы диапазона устойчивой работы регулятора при параметрах Q ₂ и ρ ₀ , м ³ /ч											
		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
ГРС Киквидзе, Волгоградская область	0,1Q ₂	32,9	33,0	33,0	33,0	32,9	32,9	32,9	32,9	32,9	33,0	33,0	33,0
	0,8Q ₂	263,4	264,2	264,2	263,8	263,3	262,9	262,9	263,1	263,5	264,0	264,1	263,9
ГРС-1 г. Волгоград	0,1Q ₂	32,4	32,2	32,8	32,3	32,2	32,4	32,0	32,0	32,0	32,6	32,4	32,4
	0,8Q ₂	259,3	257,9	262,1	258,5	257,3	259,5	255,7	255,9	256,4	260,7	259,2	259,2

Для определения границ диапазона устойчивой работы регулятора РДНК-400 относительно пропускной способности при стандартных условиях воспользуемся зависимостями:

- нижние границы диапазона устойчивой работы

$$\frac{0,1 \times Q_2}{Q_1} \times 100\%, \quad (2)$$

- верхние границы диапазона устойчивой работы

$$\frac{0,8 \times Q_2}{Q_1} \times 100\%, \quad (3)$$

Анализ полученных значений (табл. 3, 4, рис. 2, 3) диапазона устойчивой работы регулятора давления РДНК-400 показывает, что при понижении плотности газа границы диапазона смещаются в меньшую сторону, а сам интервал устойчивой работы увеличивается. При повышении плотности наоборот: границы диапазона смещаются в большую сторону, а интервал уменьшается.

Таблица 4

Границы диапазона устойчивой работы регулятора РДНК-400 относительно стандартных условий

Наименование ГРС, подающей газ в сети газораспределения		Границы диапазона устойчивой работы регулятора давления при параметрах Q_2 и ρ_0 , от-но ст.ус., %											
		Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
ГРС Киквидзе, Волгоградская область	$0,1 \times Q_2$	10,2	10,3	10,3	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,3	10,3	10,2
	$0,8 \times Q_2$	81,8	82,1	82,1	82,0	81,8	81,7	81,7	81,7	81,9	82,0	82,0	82,0
ГРС-1 г. Волгоград	$0,1 \times Q_2$	10,1	10,0	10,2	10,0	10,0	10,1	9,9	9,9	10,0	10,1	10,1	10,1
	$0,8 \times Q_2$	80,5	80,1	81,4	80,3	79,9	80,6	79,4	79,5	79,6	81,0	80,5	80,5

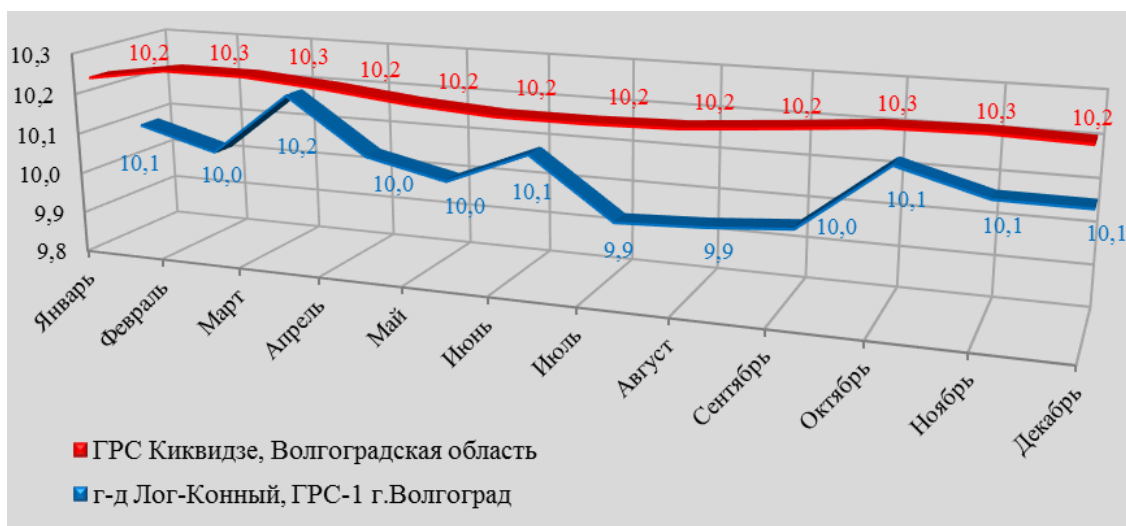


Рисунок 2 – Кривые изменения нижних границ диапазона устойчивой работы регулятора давления РДНК-400 при изменения плотности газа

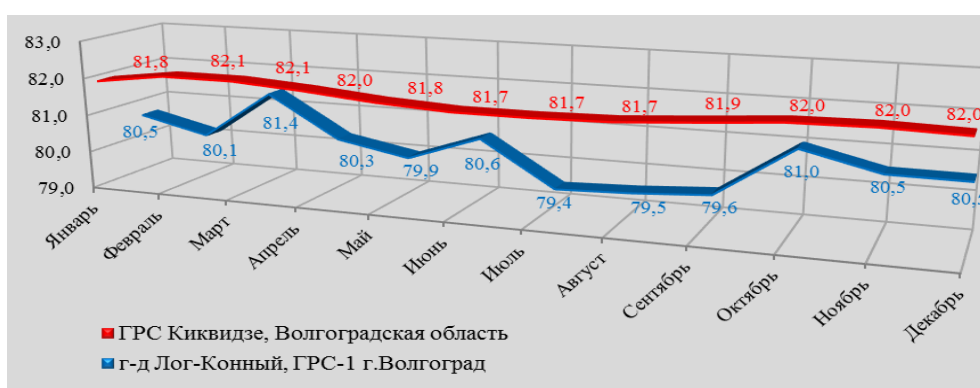


Рисунок 3 – Кривые изменения верхних границ диапазона устойчивой работы регулятора давления РДНК-400 при изменения плотности газа

Изменение плотности газа в рассматриваемых газопроводах за 2017 год практически не влияют на нижние границы диапазона его устойчивой работы, изменение диапазона находится в интервале 9,9-10,3% (табл. 4, рис. 2, 3). На верхние границы диапазона изменение плотности газа в рассматриваемых

пределах оказывает большее значение по сравнению с изменениями нижних границ, колебание диапазона находится в пределах 79,4-82,1%. Таким образом, при эксплуатации регуляторов марки РДНК-400 в Волгоградской области в течении 2017 года на сетях газораспределения, получающих газ

из газопроводов Петровск-Новопсковск и Лог-Конный диапазон устойчивой работы находился в интервале 10,3 – 79,4%, что уменьшает диапазон устойчивой работы, рекомендуемый производителями газового оборудования и источниками [1, с. 11; 10, с. 110]. в пределах 10-80%. Такие же закономерности справедливы для других регуляторов независимо от их назначения, конструкции и пропускной способности.

Результаты, полученные в ходе исследования, свидетельствуют о том, что плотность транспортируемого газа влияет на пропускную способность регуляторов давления газа и границы диапазона его устойчивой работы. Величина интервала устойчивой работы регулятора давления зависит от месторождения природного газа и, как следствие, от его химического состава.

В осваиваемых на сегодняшний день газовых и газоконденсатных месторождениях природного газа, находящихся на территории России, плотность газа может изменяться в интервале от 0,65-1,043 кг/м³ [2, с. 16]. В связи с этим, при подборе оборудования для ПРГ, необходимо учитывать данные значения, так как невозможно гарантировать подачу в сеть газораспределения природного газа определенного состава. Учет этого фактора может как расширить диапазон регуляторов, соответствующих данным параметрам, так и ограничить ряд применяемого оборудования. Условия эксплуатации должны учитываться на проектной стадии при подборе оборудования ПРГ, что позволит в процессе эксплуатации сетей газораспределения обеспечивать надежную и устойчивую работу регуляторов давления и как следствие, бесперебойное обеспечение газом потребителей.

Список литературы

1. ГОСТ Р 56019-2014. Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа. Функциональные требования. – М.: Стандартинформ, 2014.

2. Кязимов К.Г. Справочник работника газового хозяйства: Справ.пособие. – М.: Высш.шк., 2006. – 278 с.

3. Мясников А.С., Ефремова Т.В. Факторы неустойчивой работы системы «Регулятор – объект регулирования»//Вестник науки: сб.статей по мат.междунар. науч.прак.конферен. Уфа, 2017. С.125-130.

4. Мясников А.С., Ефремова Т.В. Влияние температуры газа на границы диапазона устойчивой работы регулятора давления//Вестник науки: сб.статей по мат.междунар. науч.прак.конферен. СПб, 2017.

5. Мясников А.С., Ефремова Т.В. Влияние температуры газа и величины входного давления на пропускную способность регулятора и границы диапазона его устойчивой работы// Научно-технический журнал «Трубопроводный транспорт [теория и практика]», №6, 2017 г., с. 12-18.

6. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб: СП 42-101-2003. – М.:2006.

7. ПАО «Газпром» ООО «Газпром трансгаз Волгоград», Бубновское ЛПУМГ. Паспорт качества газа за 2017 г., распространяется на объемы газа поданного в общем потоке по газопроводу Петровск-Новопсков.

8. ПАО «Газпром» ООО «Газпром трансгаз Волгоград», Городищенское ЛПУМГ. Паспорт качества газа за 2017 г., распространяется на объемы газа поданного в общем потоке по газопроводу Лог-Конный.

9. Стадник Д.М., Свербилов В.Я., Макарьянц Г.М Обеспечение устойчивости и устранение автоколебаний регулятора давления газа непрямого действия// Вектор науки ТГУ №2(24), 2013.

10. Шур И.А. Газорегуляторные пункты и установки. – Л.: Недра, 1985. 288 с.

ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПО ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ С УЧЁТОМ РИСКОВ

Нгуен Туан Ань,

Институт пожарной безопасности Вьетнама,

к.т.н.,

Проведена оценка величины пожарного риска на всех этапах технологического процесса пожаротушения. Установлено влияние составляющих рисков на обеспеченность проектами и программами каждой технологической операции, которая влияет на эффективность пожаротушения. Разработана модель пожарного риска для всего процесса ликвидации пожара. Показано распределение объектов -информационных ресурсов и их минимизация при управлении рисками в системе ликвидации пожаров на начальных стадиях подготовки проектов и программ на уровне оперативно-спасательных служб.

Выделены основные проекты и программы по устранению слабых мест в работе пожарно-спасательных подразделений при ликвидации пожаров.

Ключевые слова: пожар, пожарный риск, риск в процессе ликвидации пожара, функционирование системы, процесс ликвидации пожара.